

كيمياء ٢

التعليم الثانوي - نظام المقررات

(مسار العلوم الطبيعية)



قام بالتأليف والمراجعة
 فريق من المتخصصين

ح) وزارة التعليم ، ١٤٣٨هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة التعليم

الكيمياء ٢ - التعليم الثانوي - نظام المقررات - مسار العلوم الطبيعية.

وزارة التعليم. الرياض ، ١٤٣٨هـ .

٢٧٤ ص ٢٧,٥ × ٢١٤ سم

ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٨-٤٥٦-٧

١ - الكيمياء - مناهج - السعودية ٢ - التعليم الثانوي - مناهج -

السعودية. أ - العنوان

١٤٣٨/٤٥٥٨

ديوي ٥٤٠,٧١٢

رقم الإيداع : ١٤٣٨/٤٥٥٨

ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٨-٤٥٦-٧

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين"



IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي



FB.T4EDU.COM





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ وهو: «إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، وذلك من منطلق تطوير التعليم وتحسين مخرجاته ومواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

ويأتي كتاب كيمياء ٢ للتعليم الثانوي (نظام المقررات) داعماً لرؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) نحو الاستثمار في التعليم عبر ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة، بحيث يكون الطالب فيها هو محور العملية التعليمية التعلمية.

وقد جاء هذا الكتاب في ستة فصول، هي: الإلكترونات في الذرات، والجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر، والمركبات الأيونية والفلزات، والروابط التساهمية، والحسايات الكيميائية، والهيدروكربونات. والكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزاً في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي نتنفسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحويلات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحوّل إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرائق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبي متطلبات الطب الحديث.

وقد تم بناء محتوى كتاب الطالب بطريقة تتيح ممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وجاء تنظيم المحتوى بأسلوب مشوق يعكس الفلسفة التي بنيت عليها سلسلة مناهج العلوم من حيث إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجه والمفتوح. فقبل البدء في دراسة محتوى كل فصل من فصول الكتاب، يقوم الطالب بالاطلاع على الفكرة العامة للفصل التي تقدم صورة شاملة عن محتواه. ثم يقوم بتنفيذ أحد أشكال الاستقصاء المبني تحت عنوان التجربة الاستهلاكية التي تساعد أيضاً على تكوين النظرة الشاملة عن محتوى الفصل. وتتيح التجربة الاستهلاكية في نهايتها ممارسة

شكل آخر من أشكال الاستقصاء الموجه من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية الأخرى التي يمكن تنفيذها من خلال دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو حل المشكلات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الكيمياء في نهاية كل فصل، الذي يتضمن استقصاءً مفتوحاً في نهايته، بما يُعزز أيضاً مبدأ رؤية ٢٠٣٠ " نتعلم لنعمل " .

وعندما تبدأ دراسة المحتوى تجد في كل قسم ربطاً بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة خاصة بكل قسم ترتبط مع الفكرة العامة للفصل. وستجد أدوات أخرى تساعدك على فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحاً وتفسيراً للمفردات الجديدة التي تظهر مظلمة باللون الأصفر، وتجد أيضاً أمثلة محلولة يليها مسائل تدريبية تعمق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتضمن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضاً مجموعة من الشروح والتفسيرات في هوامش الكتاب، ومنها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية ٢٠٣٠ وأهدافها الاستراتيجية، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة، التكويني والتكويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويماً تمهيدياً لتعرف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل، أو من خلال مناقشة الأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلاكية. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى تجد سؤالاً تحت عنوان «ماذا قرأت؟»، وتجد تقويماً خاصاً بكل قسم من أقسام الفصل يتضمن أفكار المحتوى، وأسئلة تعزز فهمك لما تعلمت وما تراغب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل تجد دليلاً لمراجعة الفصل يتضمن تذكيراً بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالأفكار الرئيسة التي وردت في كل قسم. ثم تجد تقويماً للفصل في صورة أسئلة متنوعة تهدف إلى إتقان المفاهيم، وحل المسائل، وأسئلة خاصة بالتفكير الناقد، والمراجعة العامة، والمراجعة التراكمية، ومسائل تحدّد، وتقويماً إضافياً يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختباراً مقنناً يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقاً.

والله نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه

وازدهاره.

الفصل 1

الإلكترونات في الذرات 10

- 1-1 الضوء وطاقة الكم 12
1-2 نظرية الكم والذرة 22
1-3 التوزيع الإلكتروني 32
الكيمياء والصحة: ملاقط الليزر 39

الفصل 2

الجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر 48

- 2-1 تطور الجدول الدوري الحديث 50
2-2 تصنيف العناصر 58
2-3 تدرج خواص العناصر 63
الكيمياء والصحة: العناصر في جسم الإنسان 71

الفصل 3

المركبات الأيونية والفلزات 82

- 3-1 تكون الأيون 84
3-2 الروابط الأيونية والمركبات الأيونية 88
3-3 صيغ المركبات الأيونية وأسماؤها 96
3-4 الروابط الفلزية وخواص الفلزات 103
الكيمياء من واقع الحياة: الموضة القاتلة 106

الفصل 4

الروابط التساهمية 116

- 4-1 الرابطة التساهمية 118
4-2 تسمية الجزيئات 126
4-3 التراكيب الجزيئية 131
4-4 أشكال الجزيئات 140
4-5 الكهروسالبية والقطبية 144
كيف تعمل الأشياء؟ الأقدام اللاصقة 150

الفصل 5

الحسابات الكيميائية 160

- 5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية 162
5-2 حسابات المعادلات الكيميائية 167
5-3 المادة المحددة للتفاعل 173
5-4 نسبة المردود المثوية 180
الكيمياء والصحة: مخاربة السلالات المقاومة 185

الفصل 6

الهيدروكربونات 198

- 6-1 مقدمة إلى الهيدروكربونات 200
6-2 الألكانات 206
6-3 الألكينات والألكينات 216
6-4 مشتكلات الهيدروكربونات 223
6-5 الهيدروكربونات الأروماتية 229
كيف تعمل الأشياء؟ تحويل المخلفات إلى طاقة ... 235

الملاحق

- دليل العناصر الكيميائية 246
المصطلحات 265
الجدول الدوري للعناصر 272

هذا الكتاب ليس كتاباً أدبياً أو رواية خيالية، بل يصف ظواهر ونظريات وقوانين وحقائق علمية، ويربطها بحياة الناس، وتطبيقات تقنية؛ لذا فأنت تقرأه طلباً للعلم والمعلومات. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلاماً من **الفكرة العامة** و **الفكرة الرئيسة** والتجربة
الاستهلاكية؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا
الفصل.

لكل فصل فكرة عامة تقدم صورة شاملة عنه. ولكل قسم من أقسام الفصل فكرته العامة.

Electrons in Atoms



يبدأ كل فصل بتجربة استهلاكية تقدم المادة التي سيتناولها. نغذ التجربة الاستهلاكية، لتكشف المفاهيم التي سيتناولها الفصل.

للتحصيل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والتعليقات والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمطللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططاً للفصل باستخدام العناوين الرئيسية والعناوين الفرعية.

تشاغات تمهيدية



عندما تقرأ

ستجد في كل قسم أداة تعمق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، وأدوات أخرى لاختبار مدى استيعابك لها.

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

1-1

الأهداف

- تقارن بين الطبيعة الموجية والجسيمية للضوء.
- تعرف طاقته، الكتلة، وتفسر كيفية ارتباطها مع تغير طاقة المادة.
- تقارن بين الطيف الكهرومغناطيسي المستمر وطيف الانبعاث الذري.

مراجعة المفاهيم

- الضوء، هو الإشعاع أو الجسيمات - ومنها جسيمات لها وجسيمات بيتا، وأكسدة جاما - الخطة عن مادة مشعة.

المفاهيم الجديدة

- الإشعاع الكهرومغناطيسي
- الطيف المرئي
- التردد
- سرعة الموجة
- الطيف الكهرومغناطيسي
- سعة الموجة
- الطيف الكهرومغناطيسي
- الكم
- ثابت بلانك
- التأثير الكهروضوئي
- الفوتون
- طيف الانبعاث الذري
- الشكل 1-1 - المصدر الضعيف
- تأملات مشابهة في كتابها
- نظرة على عدد الظلال

الضوء وطاقته الكمية

Light and Quantized Energy

الضوء هو إشعاع كهرومغناطيسي. طبيعة شاذة، موجية وجسيمية.

المسألة مع الحياة: على قسمين، ضوءنا يستفيد من طاقة كهرومغناطيسية. عندما تحصل موجات الميكروويف إلى الطعام، تقوم موجة صغيرة من الطاقة بصينته في وقت قصير.

الخبر: الأسئلة التي تحتاج إلى إجابات

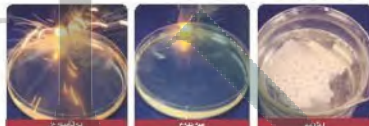
The Atom and Unanswered Questions

بعد اكتشاف الجسيمات الثلاثة الأكثر انتشاراً مع بداية القرن التاسع عشر، وأصل العالم جودفريد هيلم هولتز، وتوزيع الإلكترونات داخلها.

الفرق بين نموذج بور ونموذج ديبراي، وأن تلك الذرة متمركزة في القوة السطحية للإلكترونات من جهة المرونة. غير أن هذا النموذج لا يوضح كيفية ترتيب الإلكترونات في الفراغ حول النواة. ولم يوضح أيضاً سبب عدم فصلها. الإلكترونات الساكنة القوية إلى الفراغ لا يجب أن تسقط. كما أن هذا النموذج لا يمكنه التنبؤ بالاختلاف في الطاقة الكيميائية المتناقص.

لحل سبيل المسألة، توجد نماذج الجسيمات والصور ونموذج ديبراي في صورة مختلفة من أجل حلها. وفي عام 1913، وضع ذلك، فتمت صياغة النظرية التي تظهر في صورة حلقات في الطبيعة، وتكاملها. أولاً، يفسر مع ذلك، مطلقاً غاز الهيدروجين، ولكنها تختلف في تسعة أضعافها، حيث يفسر كل من الصور ونموذج ديبراي مع الماء، كما في الشكل 1-1، حتى أن غاز الهيدروجين قد يشتمل على ذلك أو يتغير.

في أواخر القرن التاسع عشر بدأ العلماء اكتشاف ليزر السلوك الكيميائي. إذا لاحظنا انبعاث ضوء مرئي، من عناصر معينة عند تسخينها بواسطة اللهب، وأظهر تحليل هذا الضوء المتناهي، رابط سلوك العناصر الكيميائية. فزجج الإلكترونات في ذراتها. وأظهر علم الخواص وطبيعة الأيام الذري، سيكون من المفيد أولاً فهم طبيعة الضوء.



11

الأمثلة المحولة تنقل تدريجياً إلى حل مسائل في الكيمياء. عزز المهارات التي اكتسبتها بحل التدريبات.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة (العامة)؟ وما الفكرة (الخاصة)؟
- اربط المعلومات التي درستها في هذا الكتاب مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع أحداثاً ونتائج من خلال توظيف المعلومات التي تعرفها من قبل.
- غير توقعاتك وأنت تقرأ وتجمع معلومات جديدة.

1-1 مثال

حساب أطول موجة كهرومغناطيسية تستخدم موجات الميكروويف في طهي الطعام، بوزن العلامات. في الطول الموجي، موجات الميكروويف التي ترددها $3.44 \times 10^9 \text{ Hz}$

1. تحليل المسألة

تردد موجة الميكروويف معطى، وتعرف أيضاً أن موجات الميكروويف هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يرتبط كل من تردده وطوله الموجي معاً. $c = \lambda \nu$ حيث c سرعة الضوء المعروفة بـ $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$. لذا قسم أو لا يسهل المعادلة للحصول على الطول الموجي، فمعرفة القيم المعروفة لحسابه.

المعطيات

$\lambda = ? \text{ m}$

$\nu = 3.44 \times 10^9 \text{ Hz}$

2. حل المسألة

حل المسألة التي تربط بين السرعة والتردد والطول الموجي للموجة الكهرومغناطيسية المعطى على الطول الموجي (c).

المعادلة المعطاة هي: $c = \lambda \nu$

حل المسألة

$\lambda = c / \nu$

$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.44 \times 10^9 \text{ Hz}}$

$\lambda = 8.72 \times 10^{-2} \text{ m}$

3. تقييم الإجابة

الإجابة معبر عنها بوحدة صحيحة الطول الموجي (m). وكلتا القيمتين المعطيتين في المسألة معبر عنها بـ 10^9 و 10^8 ، لذا يجب أن تكون الإجابة على 10^2 و 10^1 و 10^0 و 10^{-1} و 10^{-2} و 10^{-3} و 10^{-4} و 10^{-5} و 10^{-6} و 10^{-7} و 10^{-8} و 10^{-9} و 10^{-10} و 10^{-11} و 10^{-12} و 10^{-13} و 10^{-14} و 10^{-15} و 10^{-16} و 10^{-17} و 10^{-18} و 10^{-19} و 10^{-20} و 10^{-21} و 10^{-22} و 10^{-23} و 10^{-24} و 10^{-25} و 10^{-26} و 10^{-27} و 10^{-28} و 10^{-29} و 10^{-30} و 10^{-31} و 10^{-32} و 10^{-33} و 10^{-34} و 10^{-35} و 10^{-36} و 10^{-37} و 10^{-38} و 10^{-39} و 10^{-40} و 10^{-41} و 10^{-42} و 10^{-43} و 10^{-44} و 10^{-45} و 10^{-46} و 10^{-47} و 10^{-48} و 10^{-49} و 10^{-50} و 10^{-51} و 10^{-52} و 10^{-53} و 10^{-54} و 10^{-55} و 10^{-56} و 10^{-57} و 10^{-58} و 10^{-59} و 10^{-60} و 10^{-61} و 10^{-62} و 10^{-63} و 10^{-64} و 10^{-65} و 10^{-66} و 10^{-67} و 10^{-68} و 10^{-69} و 10^{-70} و 10^{-71} و 10^{-72} و 10^{-73} و 10^{-74} و 10^{-75} و 10^{-76} و 10^{-77} و 10^{-78} و 10^{-79} و 10^{-80} و 10^{-81} و 10^{-82} و 10^{-83} و 10^{-84} و 10^{-85} و 10^{-86} و 10^{-87} و 10^{-88} و 10^{-89} و 10^{-90} و 10^{-91} و 10^{-92} و 10^{-93} و 10^{-94} و 10^{-95} و 10^{-96} و 10^{-97} و 10^{-98} و 10^{-99} و 10^{-100} و 10^{-101} و 10^{-102} و 10^{-103} و 10^{-104} و 10^{-105} و 10^{-106} و 10^{-107} و 10^{-108} و 10^{-109} و 10^{-110} و 10^{-111} و 10^{-112} و 10^{-113} و 10^{-114} و 10^{-115} و 10^{-116} و 10^{-117} و 10^{-118} و 10^{-119} و 10^{-120} و 10^{-121} و 10^{-122} و 10^{-123} و 10^{-124} و 10^{-125} و 10^{-126} و 10^{-127} و 10^{-128} و 10^{-129} و 10^{-130} و 10^{-131} و 10^{-132} و 10^{-133} و 10^{-134} و 10^{-135} و 10^{-136} و 10^{-137} و 10^{-138} و 10^{-139} و 10^{-140} و 10^{-141} و 10^{-142} و 10^{-143} و 10^{-144} و 10^{-145} و 10^{-146} و 10^{-147} و 10^{-148} و 10^{-149} و 10^{-150} و 10^{-151} و 10^{-152} و 10^{-153} و 10^{-154} و 10^{-155} و 10^{-156} و 10^{-157} و 10^{-158} و 10^{-159} و 10^{-160} و 10^{-161} و 10^{-162} و 10^{-163} و 10^{-164} و 10^{-165} و 10^{-166} و 10^{-167} و 10^{-168} و 10^{-169} و 10^{-170} و 10^{-171} و 10^{-172} و 10^{-173} و 10^{-174} و 10^{-175} و 10^{-176} و 10^{-177} و 10^{-178} و 10^{-179} و 10^{-180} و 10^{-181} و 10^{-182} و 10^{-183} و 10^{-184} و 10^{-185} و 10^{-186} و 10^{-187} و 10^{-188} و 10^{-189} و 10^{-190} و 10^{-191} و 10^{-192} و 10^{-193} و 10^{-194} و 10^{-195} و 10^{-196} و 10^{-197} و 10^{-198} و 10^{-199} و 10^{-200} و 10^{-201} و 10^{-202} و 10^{-203} و 10^{-204} و 10^{-205} و 10^{-206} و 10^{-207} و 10^{-208} و 10^{-209} و 10^{-210} و 10^{-211} و 10^{-212} و 10^{-213} و 10^{-214} و 10^{-215} و 10^{-216} و 10^{-217} و 10^{-218} و 10^{-219} و 10^{-220} و 10^{-221} و 10^{-222} و 10^{-223} و 10^{-224} و 10^{-225} و 10^{-226} و 10^{-227} و 10^{-228} و 10^{-229} و 10^{-230} و 10^{-231} و 10^{-232} و 10^{-233} و 10^{-234} و 10^{-235} و 10^{-236} و 10^{-237} و 10^{-238} و 10^{-239} و 10^{-240} و 10^{-241} و 10^{-242} و 10^{-243} و 10^{-244} و 10^{-245} و 10^{-246} و 10^{-247} و 10^{-248} و 10^{-249} و 10^{-250} و 10^{-251} و 10^{-252} و 10^{-253} و 10^{-254} و 10^{-255} و 10^{-256} و 10^{-257} و 10^{-258} و 10^{-259} و 10^{-260} و 10^{-261} و 10^{-262} و 10^{-263} و 10^{-264} و 10^{-265} و 10^{-266} و 10^{-267} و 10^{-268} و 10^{-269} و 10^{-270} و 10^{-271} و 10^{-272} و 10^{-273} و 10^{-274} و 10^{-275} و 10^{-276} و 10^{-277} و 10^{-278} و 10^{-279} و 10^{-280} و 10^{-281} و 10^{-282} و 10^{-283} و 10^{-284} و 10^{-285} و 10^{-286} و 10^{-287} و 10^{-288} و 10^{-289} و 10^{-290} و 10^{-291} و 10^{-292} و 10^{-293} و 10^{-294} و 10^{-295} و 10^{-296} و 10^{-297} و 10^{-298} و 10^{-299} و 10^{-300} و 10^{-301} و 10^{-302} و 10^{-303} و 10^{-304} و 10^{-305} و 10^{-306} و 10^{-307} و 10^{-308} و 10^{-309} و 10^{-310} و 10^{-311} و 10^{-312} و 10^{-313} و 10^{-314} و 10^{-315} و 10^{-316} و 10^{-317} و 10^{-318} و 10^{-319} و 10^{-320} و 10^{-321} و 10^{-322} و 10^{-323} و 10^{-324} و 10^{-325} و 10^{-326} و 10^{-327} و 10^{-328} و 10^{-329} و 10^{-330} و 10^{-331} و 10^{-332} و 10^{-333} و 10^{-334} و 10^{-335} و 10^{-336} و 10^{-337} و 10^{-338} و 10^{-339} و 10^{-340} و 10^{-341} و 10^{-342} و 10^{-343} و 10^{-344} و 10^{-345} و 10^{-346} و 10^{-347} و 10^{-348} و 10^{-349} و 10^{-350} و 10^{-351} و 10^{-352} و 10^{-353} و 10^{-354} و 10^{-355} و 10^{-356} و 10^{-357} و 10^{-358} و 10^{-359} و 10^{-360} و 10^{-361} و 10^{-362} و 10^{-363} و 10^{-364} و 10^{-365} و 10^{-366} و 10^{-367} و 10^{-368} و 10^{-369} و 10^{-370} و 10^{-371} و 10^{-372} و 10^{-373} و 10^{-374} و 10^{-375} و 10^{-376} و 10^{-377} و 10^{-378} و 10^{-379} و 10^{-380} و 10^{-381} و 10^{-382} و 10^{-383} و 10^{-384} و 10^{-385} و 10^{-386} و 10^{-387} و 10^{-388} و 10^{-389} و 10^{-390} و 10^{-391} و 10^{-392} و 10^{-393} و 10^{-394} و 10^{-395} و 10^{-396} و 10^{-397} و 10^{-398} و 10^{-399} و 10^{-400} و 10^{-401} و 10^{-402} و 10^{-403} و 10^{-404} و 10^{-405} و 10^{-406} و 10^{-407} و 10^{-408} و 10^{-409} و 10^{-410} و 10^{-411} و 10^{-412} و 10^{-413} و 10^{-414} و 10^{-415} و 10^{-416} و 10^{-417} و 10^{-418} و 10^{-419} و 10^{-420} و 10^{-421} و 10^{-422} و 10^{-423} و 10^{-424} و 10^{-425} و 10^{-426} و 10^{-427} و 10^{-428} و 10^{-429} و 10^{-430} و 10^{-431} و 10^{-432} و 10^{-433} و 10^{-434} و 10^{-435} و 10^{-436} و 10^{-437} و 10^{-438} و 10^{-439} و 10^{-440} و 10^{-441} و 10^{-442} و 10^{-443} و 10^{-444} و 10^{-445} و 10^{-446} و 10^{-447} و 10^{-448} و 10^{-449} و 10^{-450} و 10^{-451} و 10^{-452} و 10^{-453} و 10^{-454} و 10^{-455} و 10^{-456} و 10^{-457} و 10^{-458} و 10^{-459} و 10^{-460} و 10^{-461} و 10^{-462} و 10^{-463} و 10^{-464} و 10^{-465} و 10^{-466} و 10^{-467} و 10^{-468} و 10^{-469} و 10^{-470} و 10^{-471} و 10^{-472} و 10^{-473} و 10^{-474} و 10^{-475} و 10^{-476} و 10^{-477} و 10^{-478} و 10^{-479} و 10^{-480} و 10^{-481} و 10^{-482} و 10^{-483} و 10^{-484} و 10^{-485} و 10^{-486} و 10^{-487} و 10^{-488} و 10^{-489} و 10^{-490} و 10^{-491} و 10^{-492} و 10^{-493} و 10^{-494} و 10^{-495} و 10^{-496} و 10^{-497} و 10^{-498} و 10^{-499} و 10^{-500} و 10^{-501} و 10^{-502} و 10^{-503} و 10^{-504} و 10^{-505} و 10^{-506} و 10^{-507} و 10^{-508} و 10^{-509} و 10^{-510} و 10^{-511} و 10^{-512} و 10^{-513} و 10^{-514} و 10^{-515} و 10^{-516} و 10^{-517} و 10^{-518} و 10^{-519} و 10^{-520} و 10^{-521} و 10^{-522} و 10^{-523} و 10^{-524} و 10^{-525} و 10^{-526} و 10^{-527} و 10^{-528} و 10^{-529} و 10^{-530} و 10^{-531} و 10^{-532} و 10^{-533} و 10^{-534} و 10^{-535} و 10^{-536} و 10^{-537} و 10^{-538} و 10^{-539} و 10^{-540} و 10^{-541} و 10^{-542} و 10^{-543} و 10^{-544} و 10^{-545} و 10^{-546} و 10^{-547} و 10^{-548} و 10^{-549} و 10^{-550} و 10^{-551} و 10^{-552} و 10^{-553} و 10^{-554} و 10^{-555} و 10^{-556} و 10^{-557} و 10^{-558} و 10^{-559} و 10^{-560} و 10^{-561} و 10^{-562} و 10^{-563} و 10^{-564} و 10^{-565} و 10^{-566} و 10^{-567} و 10^{-568} و 10^{-569} و 10^{-570} و 10^{-571} و 10^{-572} و 10^{-573} و 10^{-574} و 10^{-575} و 10^{-576} و 10^{-577} و 10^{-578} و 10^{-579} و 10^{-580} و 10^{-581} و 10^{-582} و 10^{-583} و 10^{-584} و 10^{-585} و 10^{-586} و 10^{-587} و 10^{-588} و 10^{-589} و 10^{-590} و 10^{-591} و 10^{-592} و 10^{-593} و 10^{-594} و 10^{-595} و 10^{-596} و 10^{-597} و 10^{-598} و 10^{-599} و 10^{-600} و 10^{-601} و 10^{-602} و 10^{-603} و 10^{-604} و 10^{-605} و 10^{-606} و 10^{-607} و 10^{-608} و 10^{-609} و 10^{-610} و 10^{-611} و 10^{-612} و 10^{-613} و 10^{-614} و 10^{-615} و 10^{-616} و 10^{-617} و 10^{-618} و 10^{-619} و 10^{-620} و 10^{-621} و 10^{-622} و 10^{-623} و 10^{-624} و 10^{-625} و 10^{-626} و 10^{-627} و 10^{-628} و 10^{-629} و 10^{-630} و 10^{-631} و 10^{-632} و 10^{-633} و 10^{-634} و 10^{-635} و 10^{-636} و 10^{-637} و 10^{-638} و 10^{-639} و 10^{-640} و 10^{-641} و 10^{-642} و 10^{-643} و 10^{-644} و 10^{-645} و 10^{-646} و 10^{-647} و 10^{-648} و 10^{-649} و 10^{-650} و 10^{-651} و 10^{-652} و 10^{-653} و 10^{-654} و 10^{-655} و 10^{-656} و 10^{-657} و 10^{-658} و 10^{-659} و 10^{-660} و 10^{-661} و 10^{-662} و 10^{-663} و 10^{-664} و 10^{-665} و 10^{-666} و 10^{-667} و 10^{-668} و 10^{-669} و 10^{-670} و 10^{-671} و 10^{-672} و 10^{-673} و 10^{-674} و 10^{-675} و 10^{-676} و 10^{-677} و 10^{-678} و 10^{-679} و 10^{-680} و 10^{-681} و 10^{-682} و 10^{-683} و 10^{-684} و 10^{-685} و 10^{-686} و 10^{-687} و 10^{-688} و 10^{-689} و 10^{-690} و 10^{-691} و 10^{-692} و 10^{-693} و 10^{-694} و 10^{-695} و 10^{-696} و 10^{-697} و 10^{-698} و 10^{-699} و 10^{-700} و 10^{-701} و 10^{-702} و 10^{-703} و 10^{-704} و 10^{-705} و 10^{-706} و 10^{-707} و 10^{-708} و 10^{-709} و 10^{-710} و 10^{-711} و 10^{-712} و 10^{-713} و 10^{-714} و 10^{-715} و 10^{-716} و 10^{-717} و 10^{-718} و 10^{-719} و 10^{-720} و 10^{-721} و 10^{-722} و 10^{-723} و 10^{-724} و 10^{-725} و 10^{-726} و 10^{-727} و 10^{-728} و 10^{-729} و 10^{-730} و 10^{-731} و 10^{-732} و 10^{-733} و 10^{-734} و 10^{-735} و 10^{-736} و 10^{-737} و 10^{-738} و 10^{-739} و 10^{-740} و 10^{-741} و 10^{-742} و 10^{-743} و 10^{-744} و 10^{-745} و 10^{-746} و 10^{-747} و 10^{-748} و 10^{-749} و 10^{-750} و 10^{-751} و 10^{-752} و 10^{-753} و 10^{-754} و 10^{-755} و 10^{-756} و 10^{-757} و 10^{-758} و 10^{-759} و 10^{-76

9

الإلكترونات في الذرات Electrons in Atoms

1

الجزء الأول

الفكرة العامة لإلكترونات ذرات كل عنصر ترتيب خاص.

1-1 الضوء وطاقة الكم

الفكرة الرئيسية للضوء - وهو نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي - طبيعة ثنائية موجية وجسيمية.

1-2 نظرية الكم والذرة

الفكرة الرئيسية تساعدك الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة.

1-3 التوزيع الإلكتروني

الفكرة الرئيسية يُحدّد التوزيع الإلكتروني في الذرة من خلال ثلاث قواعد.

حقائق كيميائية

- يستخدم العلماء طيف الامتصاص النجمي لتعرف العناصر التي تتركب منها النجوم وتصنيفه ضمن أحد أنواع الطيف العديدة.
- ترتبط خواص طيف الامتصاص النجمي مع درجة حرارة سطح النجم.
- كشف الطيف النجمي أن النجوم تتكون من العناصر الموجودة على الأرض نفسها.
- يوجد 600 خط معتم تقريباً في طيف الامتصاص الشمسي.

طيف الامتصاص لنجم
منكب الجوزاء



طيف الامتصاص لنجم
رجل الجبار أو الصياد



التوزيع الإلكتروني

اعمل مطوية تساعدك
على تلخيص القواعد
الثلث التي تحدد ترتيب
الإلكترونات في الذرة.

المطويات

منظومات الأفكار



خطوة 1 اثن ورقة عند
منتصفها طولياً، على أن تكون
الحافة الخلفية أطول من الحافة
الأمامية 2 cm تقريباً.



خطوة 2 اطو الورقة لتشكّل

تحليل النتائج :

- 1- تحديد ما إذا كان الجسم في الداخل له نفس
حجم الصندوق وشكله، يرفع الصندوق لتقدير
وزنه، يهز الصندوق للشعور بأي حركة للجسم
داخله، محاولة تمييز أي روائح وسماع أي أصوات
تصدر عن الصندوق.
- 2- السمع واللمس والرائحة .

- 3- تحديد نوع الجسم يعتمد بشكل رئيسي على
الملاحظة، على الرغم من أهمية حاستي اللمس
والسمع.

المناسب لها في أثناء قراءتك لهذا القسم.

تجربة استهلاكية

كيف تعرف ما بداخل الكرة؟

إذا أُهدي إليك هدية في علبة بمناسبة نجاحك، وحاولت
أن تتوقع الهدية دون فتحها. فإن ما قمت به يشبه ما قام به
الكيميائيون الأوائل لتحديد تركيب الذرة.



خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. احصل على صندوق مغلف من المعلم.
3. حاول أن تعرف ما بداخل الصندوق بكل طريقة
ممكنة، دون إزالة الغلاف عن الصندوق أو فتحه.
4. سجل ملاحظاتك خلال عملية الاستكشاف هذه.

تحليل النتائج

1. صف كيف تمكنت من تحديد صفات الجسم
الموجود داخل الصندوق، ومنها حجمه وشكله
ومكوناته؟
2. حدّد الحواس التي استخدمتها في ملاحظاتك.
3. ناقش لماذا يصعب تحديد نوع الجسم الموجود
داخل الصندوق دون فتحه؟

استقصاء بعد قراءتك لهذا الفصل، صمّم استقصاءً
آخر يوضّح الصعوبات المرتبطة مع دراسة مكونات
الذرة.

الضوء وطاقة الكم

Light and Quantized Energy

تقارن بين الطبيعة الموجية والجسيمية للضوء.

تعرف طاقة الكم، وتفسر كيفية ارتباطها مع تغير طاقة المادة.

تقارن بين الطيف

الكهرومغناطيسي المستمر وطيف الانبعاث الذري.

الفكرة الرئيسية للضوء - وهو نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي - طبيعة ثنائية: موجية وجسيمية.

الربط مع الحياة هل قمت يوماً بتسخين وجبة طعام بارد في الميكروويف؟ عندما تصل موجات الميكروويف إلى الطعام تقوم حزم صغيرة من الطاقة بتسخينه في وقت قصير.

الذرة والأسئلة التي تحتاج إلى إجابات

The Atom and Unanswered Questions

بعد اكتشاف الجسيمات الثلاثة المكونة للذرة مع بداية القرن التاسع عشر، واصل العلماء جهودهم لفهم تركيب الذرة وتوزيع الإلكترونات داخلها.

اقترح رذرفورد أن شحنة نواة الذرة موجبة، وأن كتلة الذرة متركزة في النواة المحاطة بالإلكترونات سريعة الحركة. غير أن هذا النموذج لم يوضح كيفية ترتيب الإلكترونات في الفراغ حول النواة، ولم يوضح أيضاً سبب عدم انجذاب الإلكترونات السالبة الشحنة إلى النواة الموجبة الشحنة. كما أن هذا النموذج لم يمكن العلماء من تفسير الاختلاف والتشابه في السلوك الكيميائي للعناصر المختلفة.

فعلى سبيل المثال، توجد عناصر الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم في دورات مختلفة من الجدول الدوري، ومع ذلك فخواصها الكيميائية متشابهة؛ فهي تظهر في صورة فلزات في الطبيعة، وتتفاعل ذراتها بشدة مع الماء مطلقة غاز الهيدروجين ولكنها تختلف في شدة تفاعلها، حيث يتفاعل كل من الصوديوم والبوتاسيوم بشدة مع الماء، كما في الشكل 1-1، حتى أن غاز الهيدروجين قد يشتعل عندئذ أو ينفجر.

في أوائل القرن التاسع عشر بدأ العلماء كشف لغز السلوك الكيميائي؛ إذ لاحظوا انبعاث ضوء مرئي من عناصر معينة عند تسخينها بواسطة اللهب. وأظهر تحليل هذا الضوء المنبعث ارتباط سلوك العنصر الكيميائي بتوزيع الإلكترونات في ذراته. ولفهم هذه العلاقة وطبيعة البناء الذري، سيكون من المفيد أولاً فهم طبيعة الضوء.

مراجعة المفردات

الإشعاع: هو الأشعة أو الجسيمات - ومنها جسيمات ألفا، وجسيمات بيتا، وأشعة جاما - المنبعثة عن مادة مشعة.

المفردات الجديدة

الإشعاع الكهرومغناطيسي
الطول الموجي
التردد
سرعة الموجة
الطيف الكهرومغناطيسي
سعة الموجة
الطيف الكهرومغناطيسي
الكم

ثابت بلانك

التأثير الكهروضوئي

الفوتون

طيف الانبعاث الذري

الشكل 1-1 للعناصر المختلفة

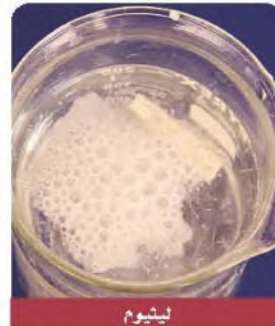
تفاعلات متشابهة في الماء، لكنها تختلف في شدة التفاعل.



بوتاسيوم



صوديوم



ليثيوم

زيادة شدة التفاعل ←

الطبيعة الموجية للضوء The Wave Nature of Light

يُعَدُّ الضوء المرئي نوعاً من الإشعاع الكهرومغناطيسي، وهو شكل من أشكال الطاقة الذي يسلك السلوك الموجي في أثناء انتقاله في الفضاء. ومن الأمثلة الأخرى للإشعاع الكهرومغناطيسي الميكروويف الذي يستخدم في طهي الطعام، والأشعة السينية التي يستخدمها الأطباء لفحص العظام والأسنان، والموجات التي تحمل برامج المذياع والتلفاز إلى المنازل.

خصائص الموجات يمكن أن توصف الموجات جميعها بخصائص عدة، قد يكون بعضها مألوفاً لك. فعند رميك حجراً في بركة ماء مثلاً تتكون موجات دائرية مركزها الحجر الذي رميته تشبه تلك التي تظهر في الشكل 1-2a.

الطول الموجي هو أقصر مسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين، كما هو موضح في الشكل 1-2b. ويرمز له بالرمز اليوناني لهذا λ ، ويقاس بالأمتار أو السنتيمترات أو النانومترات ($1\text{nm}=1\times 10^{-9}\text{m}$).

التردد هو عدد الموجات التي تعبر نقطة محددة خلال ثانية، ويرمز له بالرمز اليوناني ν (نيو)؛ ويقاس التردد بالهرتز Hz، وهو وحدة قياس عالمية تساوي موجة واحدة في الثانية. وفي الحسابات، يعبر عن التردد بوحدة موجة لكل ثانية ($1/\text{s}$) (s^{-1})، وعندما يعبر عنه بهذه الطريقة، يتم فهم المقصود بالموجة. فعلى سبيل المثال:

$$652\text{ Hz} = 652\text{ موجة/ثانية} = 652/\text{s} = 652\text{ s}^{-1}$$

$$1\text{ Hz} = 1 \times 10^{-3}\text{ KHz}$$

$$1\text{ Hz} = 1 \times 10^{-6}\text{ MHz}$$

تعلمت سابقاً أنه يمكنك إحداث موجة مستعرضة كذلك التي تظهر في الشكل 1-2b بتحريك نهاية الحبل الحرة إلى أسفل أو أعلى مسافة كبيرة. وتعرف سعة الموجة بأنها مقدار ارتفاع القمة أو انخفاض القاع عن مستوى خط الأصل. والطول الموجي والتردد لا يؤثران في سعة الموجة.

تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية - ومنها الضوء المرئي - بسرعة ثابتة $3.00 \times 10^8\text{ m/s}$ في الفراغ، وتعرف المسافات التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة أثناء انتشارها بـ سرعة الموجة، يرمز لسرعة الضوء بالرمز c ، وهي تساوي حاصل ضرب الطول الموجي (λ) للضوء في تردده (ν) .

معادلة سرعة الموجة الكهرومغناطيسية

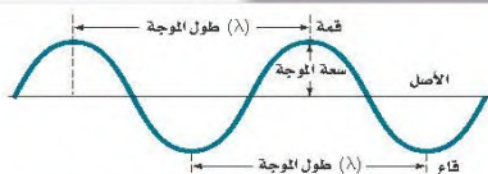
حيث، c سرعة الضوء في الفراغ.

$$c = \lambda \nu$$

λ الطول الموجي.

ν التردد.

سرعة الضوء في الفراغ حاصل ضرب التردد في الطول الموجي.

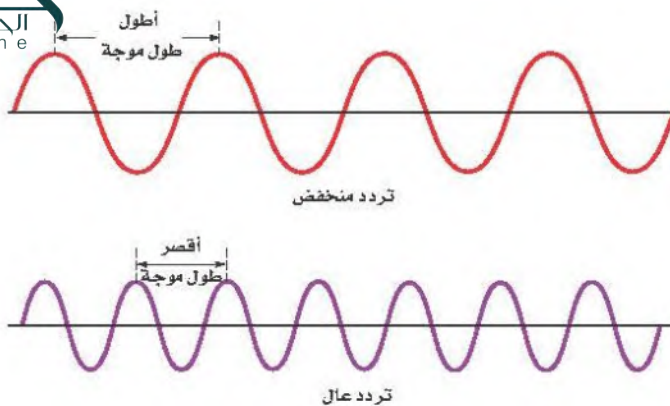


الشكل 1-2a: تظهر للموجات المائية المتعددة للركن الصفات المميزة لكل الموجات.

b. السعة، والطول الموجي، والتردد مميزات رئيسية للموجات.

حدد من الصورة، قمة، وقاعاً، وطولاً موجياً.





الشكل 3-1 توضح هذه الموجات العلاقة بين الطول الموجي والتردد، فكلما ازداد الطول الموجي قلَّ التردد.

استنتاج هل يؤثر التردد والطول الموجي في سعة الموجة؟

اجابة سؤال الشكل 3-1

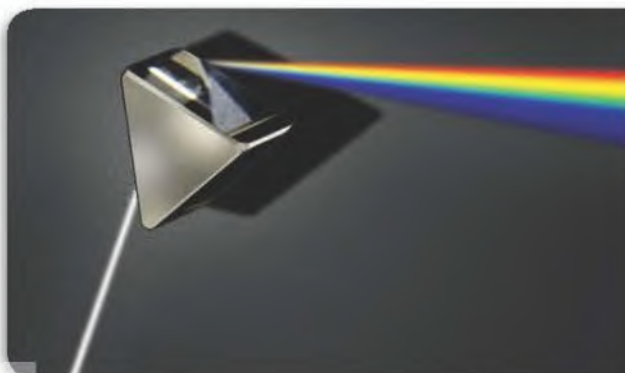
لا يؤثر طول الموجة وترددها في سعتها.

على الرغم من تساوي سرعة الموجات الكهرومغناطيسية جميعها في الفراغ إلا أنه قد يكون للموجات أطوال موجات وترددات مختلفة. وكما ترى من المعادلة في الصفحة السابقة، فإن الطول الموجي والتردد يتناسبان عكسياً أحدهما مع الآخر. ولفهم هذه العلاقة على نحو أفضل، تفحص الموجتين المرسوميتين في الشكل 3-1. فعلى الرغم من أن كلتا الموجتين تتقلان بسرعة الضوء إلا أنك تستطيع ملاحظة أن الموجة الحمراء لها طول موجة أكبر وتردد أقل من الموجة البنفسجية.

الطيف الكهرومغناطيسي يحتوي ضوء الشمس - وهو مثال على الضوء الأبيض - على مدى متصل من أطوال الموجات والترددات. وعند مرور الضوء الأبيض من خلال المنشور ينفصل إلى طيف متصل من الألوان يشبه الطيف الميّن في الشكل 4-1، وهذه هي ألوان الطيف المرئي، المسمى بالطيف المستمر؛ وذلك لأن كل نقطة فيه تتوافق مع طول موجة وتردد مميزين. وقد تكون ألوان هذا الطيف مألوفة لديك، فإذا كنت قد رايت قوس المطر من قبل فقد رأيت الألوان المرئية كلها مرة واحدة. ويتشكل قوس المطر عندما تشتت قطرات الماء الصغيرة الموجودة في الهواء ضوء الشمس الأبيض إلى ألوانه؛ إذ يتشكل الطيف في صورة قوس في السماء.

مهن في الكيمياء

محللو الطيف تحليل الطيف هو دراسة الطيف المتصل أو المنبعث من المادة، وبما أن لكل عنصر طيف مميز وفريد من نوعه ويشبه بصمة الإصبع، لذا يستخدم علماء الفيزياء الفلكية التحليل الطيفي للكشف عن مكونات بعض النجوم مثل الشمس. ويظهر طيف الامتصاص النجمي خطوطاً معتمة كثيرة، تُمكن محللي الطيف من تعرف العناصر الموجودة في النجم.



الشكل 4-1 عندما يمر الضوء الأبيض عبر منشور ينفصل إلى مكوناته المختلفة كطيف متصل: الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والنيلي، والبنفسجي.



King Faisal
PRIZE



مُنح البروفيسور مصطفى عمرو السيد جائزة الملك فيصل / فرع العلوم عام 1410هـ. لأنه برع وكان من ألع الكيميائيين الفيزيائيين المعاصرين،

جواب سؤال ماذا قرأت :

تزداد الطاقة بازدياد التردد.

ولقد سُميت بعض قواعد التفاعلات التي اكتشفها باسمه، فيقال عنها قواعد السيد.

* المصدر: موقع جائزة الملك فيصل / فرع العلوم
<http://kingfaisalprize.org/ar/science/>

يظهر الطيف المرئي للضوء، في الشكل 4-1، كجزء بسيط من الطيف الكهرومغناطيسي الكامل، الموضح في الشكل 5-1. ويشتمل الطيف الكهرومغناطيسي، على أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي كلها، وهو عبارة عن سلسلة من الموجات المتصلة التي تسير بسرعة الضوء والتي تختلف في التردد، والطول الموجي فقط، ويظهر الشكل 4-1 اختلاف زاوية ميل الإشعاع باختلاف الطول الموجي أثناء مروره خلال المنشور، مما ينتج عنه سلسلة من الألوان (أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، نيلي وبنفسجي). كما نلاحظ عند دراسة طاقة الإشعاع الميئية في الشكل 5-1، أن الطاقة تزداد كلما ازداد التردد. وبناءً على ذلك، يُظهر الشكل 3-1 أن تردد الضوء البنفسجي أكبر. وعليه فإن طاقته أكبر من الضوء الأحمر. وستدرس لاحقاً العلاقة بين التردد والطاقة.

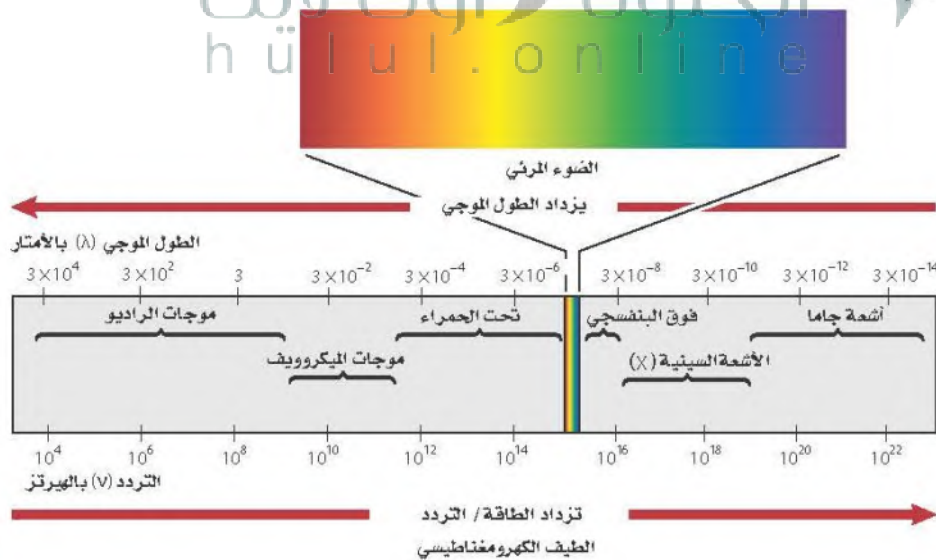
يمكنك استخدام المعادلة $c = \lambda \nu$ لحساب الطول الموجي أو التردد لأي موجة؛ وذلك لأن الموجات الكهرومغناطيسية كلها تنتقل بالسرعة نفسها في وسط معين.

✓ ماذا قرأت؟ اذكر العلاقة بين طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي وتردده.

الربط الفيزياء

تعرض أجسامنا للإشعاع الكهرومغناطيسي من مصادر متنوعة فبالإضافة إلى الإشعاع الصادر من الشمس، ينتج عن النشاطات الإنسانية إشعاعات تشمل موجات الراديو والتلفزيون، ومحطات تقوية الهاتف، والمصابيح، ومعدات الأشعة السينية الطبية، كما تساهم المصادر الطبيعية على الأرض مثل البرق، والنشاط الإشعاعي الطبيعي في ذلك. وتعتمد معرفة الكون على الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأجسام البعيدة كالنجوم التي تُرصد بأجهزة متخصصة على الأرض.

الشكل 5-1 يشمل الطيف الكهرومغناطيسي مدى واسعاً من الترددات، ويشكّل جزء الطيف المرئي منه جزءاً ضيقاً جداً. وكلما زادت الطاقة والتردد، قل الطول الموجي.



حساب الطول الموجي لموجة كهرومغناطيسية تستخدم موجات الميكروويف في طهي الطعام، ونقل المعلومات. فما الطول الموجي لموجات الميكروويف التي ترددها $3.44 \times 10^9 \text{ Hz}$ ؟

1 تحليل المسألة

تردد موجة الميكروويف معطى. وتعرف أيضًا أن موجات الميكروويف هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يرتبط كل من سرعته وتردده وطول موجته مع المعادلة $c = \lambda \nu$ ؛ حيث قيمة c معروفة وثابتة. لذا قم أولاً بحل المعادلة للحصول على الطول الموجي، ثم عوض القيم المعروفة لحسابه.

المطلوب
 $\lambda = ? \text{ m}$

المعطيات

$$\nu = 3.44 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

2 حساب المطلوب

حل المعادلة التي تربط بين السرعة والتردد والطول الموجي للموجة الكهرومغناطيسية للحصول على الطول الموجي (λ).

$$c = \lambda \nu$$

اكتب معادلة معدل سرعة الموجة الكهرومغناطيسية

حل لإيجاد λ

$$\lambda = c / \nu$$

$$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.44 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$\text{عوض قيم } \nu = 3.44 \times 10^9 \text{ Hz}, c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

لاحظ أن الهرتز يساوي $1/\text{s}$ أو s^{-1}

$$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.44 \times 10^9 \text{ s}^{-1}}$$

$$\lambda = 8.72 \times 10^{-2} \text{ m}$$

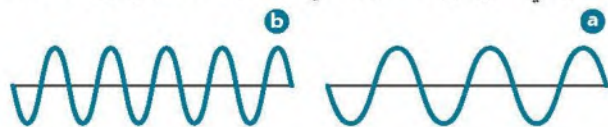
اقسم الأرقام والوحدات

3 تقويم الإجابة

الإجابة معبر عنها بوحدات صحيحة للطول الموجي (m). وكلتا القيمتين المعروفتين في المسألة معبر عنها بثلاثة أرقام معنوية، لذا، يجب أن تحتوي الإجابة على ثلاثة أرقام معنوية، وهي كذلك. وقيمة الطول الموجي ضمن نطاق الطول الموجي للميكروويف المبين في الشكل 1-5.

مسائل تدريبية

1. تحصل الأجسام على ألوانها من خلال عكسها أطوالاً موجية معينة عندما يصطدم بها اللون الأبيض. فإذا كان الطول الموجي للضوء المنعكس من ورقة خضراء يساوي $4.90 \times 10^{-7} \text{ m}$. فما تردد موجة هذا الضوء؟
2. يمكن للأشعة السينية أن تخترق أنسجة الجسم وتستعمل على نطاق واسع لتشخيص اضطرابات أجهزة الجسم الداخلية ومعالجتها. ما تردد أشعة سينية طولها الموجي $1.15 \times 10^{-10} \text{ m}$ ؟
3. بعد تحليل دقيق، وجد أن تردد موجة كهرومغناطيسية يساوي $7.8 \times 10^{12} \text{ Hz}$. ما سرعة هذه الموجة؟
4. تخفيض: تذيع محطة راديو FM بتردد مقداره 94.7 MHz ، في حين تذيع محطة AM بتردد مقداره 820 KHz . ما الطول الموجي لكل من المحطتين؟ أي الرسمين أدناه يعود إلى محطة FM، وأيها يعود إلى محطة AM؟



$$c = \lambda \nu \rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(9.47 \times 10^7 \text{ s}^{-1})} = 3.17 \text{ m}$$

موجات FM يمثلها الرسم b

محطة AM

$$c = \lambda \nu \rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(8.20 \times 10^5 \text{ s}^{-1})} = 366 \text{ m}$$

المحطة التي ترددها 820 kHz لها طول موجة أكبر.

موجات AM يمثلها الرسم a

5. احسب طاقة الفوتون الواحد في كلٍّ من الإشعاعات الكهرومغناطيسية التالية:

a. $6.32 \times 10^{20} \text{ s}^{-1}$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (6.32 \times 10^{20} \text{ s}^{-1})$$

$$E_{\text{photon}} = 4.19 \times 10^{-13} \text{ J}$$

b. $9.50 \times 10^{13} \text{ Hz}$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (9.50 \times 10^{13} \text{ s}^{-1})$$

$$E_{\text{photon}} = 6.29 \times 10^{-20} \text{ J}$$

c. $1.05 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (1.05 \times 10^{16} \text{ s}^{-1})$$

$$E_{\text{photon}} = 6.96 \times 10^{-18} \text{ J}$$

1. تحصل الأجسام على ألوانها من خلال عكسها أطوالاً موجية معينة عندما يصطدم بها اللون الأبيض. فإذا كان الطول الموجي للضوء المنعكس من ورقة خضراء يساوي $4.90 \times 10^{-7} \text{ m}$ فما تردد موجة هذا الضوء؟

$$c = \lambda \nu$$

$$(3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) = (4.90 \times 10^{-7} \text{ m}) \nu$$

$$\nu = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(4.90 \times 10^{-7} \text{ m})} = 6.12 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2. يمكن للأشعة السينية أن تخترق أنسجة الجسم، وتُستعمل على نطاق واسع لتشخيص اضطرابات أجهزة الجسم الداخلية ومعالجتها. ما تردد أشعة سينية طولها الموجي $1.15 \times 10^{-10} \text{ m}$ ؟

$$c = \lambda \nu$$

$$(3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) = (1.15 \times 10^{-10} \text{ m}) \nu$$

$$\nu = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.15 \times 10^{-10} \text{ m})} = 2.61 \times 10^{18} \text{ Hz}$$

3. بعد تحليل دقيق، وُجد أن تردد موجة كهرومغناطيسية يساوي $7.8 \times 10^5 \text{ Hz}$. ما سرعة هذه الموجة؟

$3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

4. تحفيز تذبذب محطة راديو FM بتردد مقداره 94.7 MHz، في حين تذبذب محطة AM بتردد مقداره 820 kHz. ما الطول الموجي لكلٍّ من المحطتين؟ أيّ الرسمين أدناه يعود إلى محطة FM، وأيها يعود إلى محطة AM؟



6. تُستخدم موجات الميكروويف التي طولها الموجي 0.125 m لتسخين الطعام. ما طاقة فوتون واحد من إشعاع الميكروويف؟

$$E_{\text{photon}} = h \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(1.25 \times 10^{-1} \text{ m})}$$

$$= 1.59 \times 10^{-24} \text{ J}$$

7. تحفيز يدخل مركب كلوريد النحاس الأحادي في صناعة الألعاب النارية، فعندما يُسخَّن إلى درجة حرارة 1500 K تقريباً، يُشعّ لوناً أزرق ذا طول موجي $4.50 \times 10^2 \text{ nm}$. ما طاقة فوتون واحد في هذا الضوء؟

$$E_{\text{photon}} = h \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(4.50 \times 10^{-9} \text{ m})}$$

$$= 4.42 \times 10^{-17} \text{ J}$$

الطبيعة المادية للضوء The Particle Nature of Light

على الرغم من أن اعتبار الضوء موجة يفسر الكثير من سلوكه إلا أن هذه الحقيقة قد فشلت في تفسير الكثير من صفات الضوء التي تبين أنه مادة؛ إذ لم يستطع النموذج الموجي للضوء تفسير لماذا تطلق الأجسام الساخنة فقط ترددات محددة من الضوء عند درجات حرارة معينة، أو لماذا تطلق بعض الفلزات إلكترونات عندما يسقط عليها ضوء ذو تردد معين. لذا أدرك العلماء الحاجة إلى بناء نموذج جديد، أو مراجعة النموذج الموجي للضوء لمعالجة هذه الظواهر.

مفهوم الكم تشع الأجسام ضوءاً عند تسخينها، انظر الشكل 6-1 الذي يوضح هذه الظاهرة؛ إذ تبدو قطعة الحديد رمادية داكنة عند درجة حرارة الغرفة، ولكنها تتوهج باللون الأحمر عند تسخينها بصورة كافية، ثم تتحول إلى اللون البرتقالي، ثم إلى اللون الأزرق إذا سخنت أكثر. وسوف تتعلم أن درجة حرارة الجسم مقياس لطاقة حركة الجسيمات المكونة له. فكلما سخن الحديد أصبحت طاقته أكبر، ويبعث ألواناً مختلفة من الضوء ذات ترددات وأطوال موجية مميزة لها.

لم يستطع النموذج الموجي تفسير انبعاث هذه الأطوال الموجية المختلفة. وفي عام 1900م بدأ الفيزيائي الألماني ماكس بلانك (1858 - 1947م) البحث عن هذه الظاهرة عندما كان يدرس الضوء المنبعث من الأجسام الساخنة. وقادته هذه الدراسة إلى استنتاج مذهش وهو: أنه يمكن للمادة أن تكتسب أو تخسر طاقة على دفعات بكمية صغيرة محددة تُسمى الكم. والكم هو أقل كمية من الطاقة يمكن أن تكتسبها الذرة أو تفقدها.

✓ **ماذا قرأت؟ فسر** لماذا يتغير لون الأجسام الساخنة تبعاً لدرجة حرارتها؟

أدت الخبرة السابقة بالعلماء إلى الاعتقاد أنه يمكن أن تُمنح الطاقة أو تُبعث في كميات متغيرة وباستمرار دون حد أدنى لهذه الكمية. فعلى سبيل المثال، فُكر في عملية تسخين شريحة من الخبز داخل فرن الميكروويف، فقد يبدو لك أنك تستطيع إضافة أي كمية من الطاقة الحرارية إلى شريحة الخبز عن طريق التحكم في القوة والفترة الزمنية للفرن. والحقيقة أن درجة الحرارة تزداد بكميات صغيرة متواصلة عندما تمتص جزيئاتها كمياً محدداً من الطاقة. ولأن عملية ازدياد درجة الحرارة تحدث تدريجياً ببطء لذا تبدو الزيادة في درجة الحرارة وكأنها مستمرة بدلاً من حدوثها على دفعات صغيرة.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الظاهرة حقيقة أو حدث قابل للملاحظة.

خلال العواصف المطرية، تمر عادة التيارات الكهربائية من الغيوم إلى الأرض أو بين الغيوم نفسها - وهذه ظاهرة تُدعى البرق.

جواب سؤال ماذا قرأت :

درجة حرارة الجسم هي مقياس معدل الطاقة الحركية للجسيمات وكلما أصبح الجسم اسخن بعث ضوءاً بتردد أعلى ينتج عنه ألوان مختلفة.

الشكل 6-1 يعتمد طول موجة الضوء

المنبعث من فلز ساخن، مثل الحديد الموجود عن اليمين، على درجة الحرارة. فالحديد رمادي في درجة حرارة الغرفة ويتحول أولاً إلى اللون الأحمر، ثم إلى البرتقالي الوهاج. **فسر** العلاقة بين اللون ودرجة حرارة الفلز.



اجابة سؤال الشكل 6-1 :

عندما ترتفع درجة الحرارة تزداد الطاقة، ومن ثم يزداد التردد وهذا يعني نقصان طول الموجة، وعادة ما يكون لون المعدن البارد أحمر، ولون المعدن الساخن أزرق.

اقترح بلانك أن الطاقة المنبعثة من الأجسام الساخنة مُكمّاة، ثم أثبت رياضياً وجعلها معادلة أينشتاين لطاقة الكم وتردد الإشعاع المنبعث.

طاقة الكم

حيث E طاقة الكم
 h ثابت بلانك
 ν التردد
 $E_{\text{quantum}} = h\nu$
 طاقة الكم تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الضوء.

ثابت بلانك يساوي $6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ حيث h رمز الجول، وهو وحدة الطاقة العالمية. وتظهر المعادلة ازدياد طاقة الإشعاع بازدياد تردده ν .

واعتماداً على نظرية بلانك لكل تردد معين، فإن المادة تشع أو تمتص طاقة بمضاعفات صحيحة لقيم $h\nu$ ، مثل $3h\nu$ ، $2h\nu$ ، $1h\nu$ وما إلى ذلك. وتشبه هذه العملية بناء طفل لجدار من المكعبات الخشبية. إذ يستطيع الطفل أن يزيد أو ينقص من ارتفاع الجدار، بوضع أو إزالة عدد من المكعبات. وبالمثل تمتلك المادة مقادير محددة وثابتة من طاقة الكم - لا يوجد بينها كميات أخرى من الطاقة. **التأثير الكهروضوئي** توصّل العلماء إلى أن النموذج الموجي للضوء لم يكن قادراً على تفسير الظاهرة المسماة بالتأثير الكهروضوئي.

وفي التأثير الكهروضوئي، تبعث الإلكترونات المسماة الفوتوالكترونات من سطح الفلز عندما يسقط عليه ضوء بتردد مساو لتردد الفوتون، أو أعلى منه، على سطح الفلز، كما في الشكل 1-7. ويتنبأ النموذج الموجي، أنه حتى الضوء المنخفض الطاقة، والمنخفض التردد سوف يتراكم ويوفر الطاقة اللازمة لإطلاق الفوتوالكترونات من فلز ما مع مرور الوقت. وفي الحقيقة، لن يطلق الفلز الفوتوالكترونات إذا كان الضوء الساقط عليه ذا تردد أقل من التردد اللازم لإطلاق الفوتوالكترون. فعلى سبيل المثال، لا يمكن للضوء الأقل تردداً من $1.14 \times 10^{15} \text{ Hz}$ إطلاق الفوتوالكترونات من فلز الفضة مهما كانت شدته أو زمن تأثيره. إلا أن الضوء الباهت الذي تردده يساوي $1.14 \times 10^{15} \text{ Hz}$ أو أكبر من ذلك يطلق الفوتوالكترونات من فلز الفضة.

✓ **ماذا قرأت؟ صف التأثير الكهروضوئي.**

الكيمياء في واقع الحياة

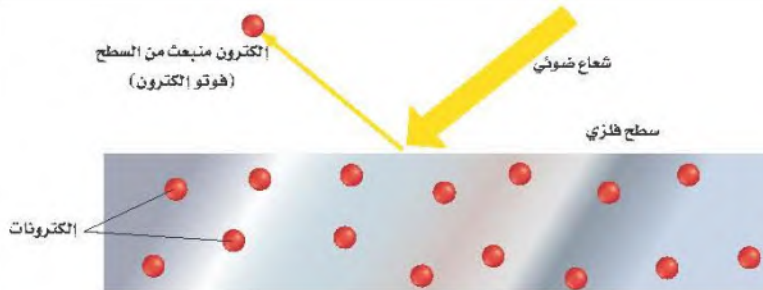
الطاقة الشمسية



الخلايا الكهروضوئية تستعمل الخلايا الكهروضوئية التأثير الكهروضوئي في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

التأثير الكهروضوئي
 ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح المعادن في وجود الضوء حين يكون تردده مساوياً أو أعلى من قيمة معينة



الشكل 1-7 يحدث التأثير الكهروضوئي عندما يصطدم ضوء بتردد معين بسطح فلز فيطلق إلكترونات. وعندما تزداد شدة الضوء يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة. وعندما يزيد تردد (طاقة) الضوء، تزيد طاقة الإلكترونات المنبعثة.

الطبيعة الثنائية للضوء افترض ألبرت أينشتاين في عام 1905م لتوضيح التأثير الكهروضوئي أن الضوء له طبيعة ثنائية؛ فلحزمة الضوء خواص موجية، وأخرى مادية. ويمكن القول إنه حزمة أشعة من الطاقة تُسمى الفوتونات. والفوتون جسيم لا كتلة له يحمل كما من الطاقة. واستكسلاً لفكرة بلانك عن طاقة الكم، وجد أينشتاين أن طاقة الفوتون تعتمد على تردده.

طاقة الفوتون

حيث E طاقة الفوتون

h ثابت بلانك

ν التردد

طاقة الفوتون تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الضوء.

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

وكما اقترح أينشتاين أيضاً أن لكل فوتون حذاً معيناً من الطاقة يؤدي إلى إطلاق الفوتو إلكترون من سطح الفلز. وبناءً على ذلك، فإن الأعداد الصغيرة من الفوتونات التي لها طاقة أعلى من "الحد المعين"، الذي أشار إليه أينشتاين، سوف يتسبب في التأثير الكهروضوئي وإطلاق الفوتو إلكترون. هذا وقد فاز أينشتاين بجائزة نوبل في الفيزياء عام 1921م لقيامه بهذا البحث.

مثال 1-2

احسب طاقة الفوتون يحصل كل جسم على لونه عن طريق عكس جزء معين من الضوء الساقط عليه. ويعتمد اللون على طول موجة الفوتونات المنعكسة، ثم على طاقتها. ما طاقة فوتون الجزء البنفسجي لضوء الشمس إذا كان تردده $7.230 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ ؟

1 تحليل المسألة

المعطيات

$$\nu = 7.230 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة طاقة الفوتون

$$E_{\text{photon}} = ? \text{ J}$$

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

$$E_{\text{photon}} = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(7.230 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) \quad \text{و } h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}, \nu = 7.230 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{\text{photon}} = 4.791 \times 10^{-19} \text{ J}$$

قم بضرب الأرقام والوحدات ثم اقسّمها

3 تقويم الإجابة

إن طاقة الفوتون الواحد من الضوء صغيرة للغاية كما هو متوقع. ووحدة الطاقة هي الجول، وهناك أربعة أرقام معنوية.

مسائل تدريجية

5. احسب طاقة الفوتون الواحد في كل من الإشعاعات الكهرومغناطيسية الآتية:

$$\text{a. } 6.32 \times 10^{20} \text{ s}^{-1} \quad \text{b. } 9.50 \times 10^{13} \text{ Hz} \quad \text{c. } 1.05 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$$

6. تُستخدم موجات الميكروويف التي طولها الموجي 0.125 m لتسخين الطعام. ما طاقة فوتون واحد من إشعاع الميكروويف؟

7. تحفيز. يدخل مركب كلوريد النحاس الأحادي في صناعة الألعاب النارية، فعندما يُسخّن إلى درجة حرارة 1500 K تقريباً،

يشع لوناً أزرق ذا طول موجي $4.50 \times 10^2 \text{ nm}$. ما طاقة فوتون واحد في هذا الضوء؟

5. احسب طاقة الفوتون الواحد في كلٍّ من الإشعاعات الكهرومغناطيسية التالية:

a. $6.32 \times 10^{20} \text{ s}^{-1}$

$$\begin{aligned} E_{\text{photon}} &= h\nu \\ &= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (6.32 \times 10^{20} \text{ s}^{-1}) \\ E_{\text{photon}} &= 4.19 \times 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$

b. $9.50 \times 10^{13} \text{ Hz}$

$$\begin{aligned} E_{\text{photon}} &= h\nu \\ &= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (9.50 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}) \\ E_{\text{photon}} &= 6.29 \times 10^{-20} \text{ J} \end{aligned}$$

c. $1.05 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$

$$\begin{aligned} E_{\text{photon}} &= h\nu \\ &= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (1.05 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}) \\ E_{\text{photon}} &= 6.96 \times 10^{-18} \text{ J} \end{aligned}$$

6. تُستخدم موجات الميكروويف التي طولها الموجي 0.125 m لتسخين الطعام. ما طاقة فوتون واحد من إشعاع الميكروويف؟

$$\begin{aligned} E_{\text{photon}} &= h \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(1.25 \times 10^{-1} \text{ m})} \\ &= 1.59 \times 10^{-24} \text{ J} \end{aligned}$$

7. تحفيز يدخل مركب كلوريد النحاس الأحادي في صناعة الألعاب النارية، فعندما يُسخَّن إلى درجة حرارة 1500 K تقريبًا، يُشعَّ لونًا أزرق ذا طول موجي $4.50 \times 10^2 \text{ nm}$. ما طاقة فوتون واحد في هذا الضوء؟

$$\begin{aligned} E_{\text{photon}} &= h \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(4.50 \times 10^{-9} \text{ m})} \\ &= 4.42 \times 10^{-17} \text{ J} \end{aligned}$$

طيف الانبعاث الذري Atomic Emission Spectra

هل تساءلت كيف ينشأ الضوء في مصابيح النيون المتوهجة؟ هذه العملية ظاهرة أخرى لا يمكن تفسيرها بواسطة النموذج الموجي للضوء. ينتج ضوء النيون عند مرور الكهرباء في أنبوب مليء بغاز النيون، حيث تمتص ذرات النيون الطاقة، وتنتقل إلى حالة عدم الاستقرار (إثارة). وحتى تعود إلى حالة الاستقرار ينبغي أن تبعث الضوء لكي تطلق الطاقة التي امتصتها. وعند مرور ضوء النيون من خلال منشور زجاجي ينتج عن ذلك طيف الانبعاث الذري للنيون.

طيف الانبعاث الذري لعنصر ما هو مجموعة من ترددات الموجات الكهرومغناطيسية المنطلقة من ذرات العنصر. ويتكون طيف الانبعاث الذري للنيون من عدة خطوط منفصلة من الألوان مرتبطة مع ترددات الإشعاع المنبعثة من ذرات النيون، وهو ليس مدى متصلاً من الألوان، كما هو الحال في الطيف المرئي للضوء الأبيض.

ماذا قرأت؟ وضع كيف ينتج طيف الانبعاث؟

لكل عنصر طيف انبعاث ذري فريد ومميز يستخدم لتعرف العنصر أو تحديد ما

اجابة سؤال التحليل :

١- تنتج الألوان عن انتقال إلكترونات ذرات الفلز،

والألوان من خصائص الليثيوم و الصوديوم

والبوتاسيوم والكالسيوم والإستراتشيوم حسب

التجربة

٢- تتألف الألوان من الطيف المرئي لكل عنصر .

٣- تختلف الاجابات اعتماداً على العينة المجهولة المستخدمة .

تجربة

تحديد ماهية المركبات

كيف يختلف لون اللهب باختلاف العناصر؟

خطوات العمل

اجابة سؤال ماذا قرأت :

عندما تعود الذرات المثارة إلى الحالة المستقرة فإنها تشع الضوء المتوافق مع أماكن انتقال الإلكترونات المحددة بين المستويات، وتكون خطوط الطيف المنبعث من العنصر متوافقة مع هذه الأماكن.

العناصر في نهاية الكتاب.

5. كرر الخطوة 2 مستخدماً عينة من

محلول مجهول يزودك بها المعلم، ثم

سجل لون اللهب الناتج.

6. تخلص من عيدان القطن المستعملة كما

يرشدك المعلم.

التحليل

7. اقترح سبب إعطاء كل مركب لوناً

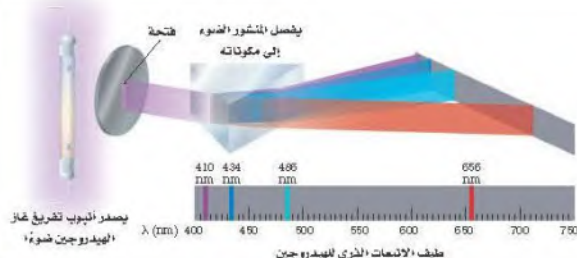
مختلفاً للهب بنظر على الرغم من

احتوائها جميعاً على الكلوريد.

8. وضع كيف يرتبط اختبار لون لهب

العنصر مع طيف الانبعاث الذري له؟

9. استنتج هوية المادة المجهولة، معللاً إجابتك.



الشكل 8-1 يمكن فصل اللون الأرجواني المنبعث من

الهيدروجين إلى مكوناته المختلفة باستخدام المنشور. يتكون

طيف الانبعاث الذري للهيدروجين من أربعة خطوط بأطوال

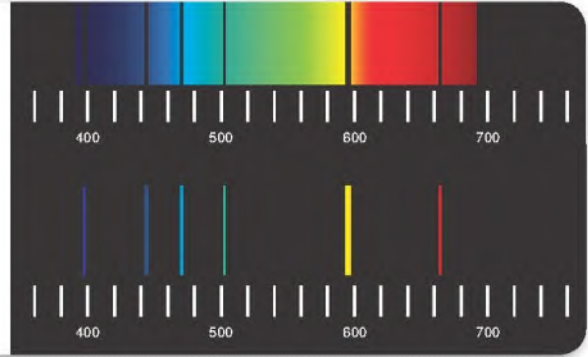
موجية مختلفة.

حدّد أي خط له أعلى طاقة؟

الخط الذي
طول موجته
410 nm له
أعلى طاقة .

الشكل 9-1 الطيف الأول: طيف امتصاص

يتألف من خطوط سوداء فوق طيف مستمر.
وترتبط الخطوط السوداء مع ترددات معينة
يمتصها عنصر محدد، هو الهيليوم في هذه
الحالة. ويمكن مطابقتها بالخطوط الملونة في طيف
انبعاث الهيليوم المين أسفل طيف الامتصاص.



هذه الترددات المنبعثة مرتبطة مع الطاقة وفقاً للمعادلة $E_{\text{photon}} = h\nu$ ، لذا تنبعث الفوتونات إلكترونات ذات الطاقات المحددة فقط. ولم يتنبأ أحد بهذه الحقائق من خلال قوانين الفيزياء الكلاسيكية، بل توقع العلماء ملاحظة انبعاث طيف مستمر من الألوان عندما تفقد الإلكترونات المثارة طاقتها. تمتص العناصر ترددات محددة من الضوء فيكون طيف الامتصاص. وتظهر الترددات الممتصة في طيف الامتصاص كأشكال خطوط سوداء، كما في الشكل 9-1. وعند مقارنة الخطوط السوداء بطيف الانبعاث الخاص بالعناصر يستطيع العلماء أن يحددوا تركيب الطبقات الخارجية للنجوم.

التقويم 1-1 الخلاصة

8. الفكرة الرئيسية: قارن بين الطبيعة الموجية والطبيعة المادية للضوء.
9. صف الظاهرة التي يمكن أن تُفسر بواسطة النموذج المادي للضوء فقط.
10. قارن بين الطيف المستمر وطيف الانبعاث.
11. قوم استعمل نظرية بلانك لمعرفة كمية الطاقة التي تكتسبها المادة أو تفقدها.
12. ناقش الطريقة التي استخدم فيها أينشتاين مفهوم الكم عند بلانك لتوضيح التأثير الكهروضوئي.
13. احسب يتطلب تسخين 235 g ماء من درجة حرارة 22.6°C إلى 94.4°C في الميكروويف $7.06 \times 10^4 \text{ J}$ من الطاقة، إذا كان تردد الميكروويف يساوي $2.88 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$ فما عدد الكمات اللازمة للحصول على $7.06 \times 10^{14} \text{ J}$ من الطاقة.
14. تفسير الرسوم العلمية. استعن بالشكل 5-1 وما تعرفه عن الإشعاع الكهرومغناطيسي للمقابلة بين القائمتين الآتيتين.

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. أطول طول موجي | a. إشعاع جاما |
| 2. أعلى تردد | b. موجة تحت الحمراء |
| 3. أعلى طاقة | c. موجات الراديو |

- تحدد الموجات كلها بالطول الموجي، التردد، السعة، والسرعة.
- تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية جميعها بسرعة الضوء في الفراغ.
- للموجات الكهرومغناطيسية كلها خواص موجية ومادية.
- تبعث المادة الطاقة وتمتصها بكمات محددة.
- ينتج الضوء الأبيض طيفاً مستمراً. ويتكون طيف انبعاث العنصر من سلسلة خطوط ملونة ومنفصلة.

بلانك لتوضيح التأثير الكهروضوئي.

اقترح أينشتاين أن الإشعاع الكهرومغناطيسي

—موجية، حيث تعتمد طاقة الكم أو الفوتون على تردد الإشعاع

ويُعبر عن طاقة الفوتون بالمعادلة التالية $E_{photon} = h\nu$

الفوتونات التي لها طاقة أكبر من طاقة الإفلات تسبب انبعاث

الفوتو إلكترون.

احسب يتطلب تسخين 235g ماء من درجة حرارة 22.6°C إلى

94.4°C في الميكروويف $7.06 \times 10^4 \text{ J}$ من الطاقة، إذا كان تردد

الميكروويف يساوي $2.88 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$ ، فما عدد الكمات اللازمة

للحصول على $7.06 \times 10^{14} \text{ J}$ من الطاقة؟

$$n = \frac{E}{E_{photon}}$$

$$n = \frac{E}{h\nu} = \frac{(7.06 \times 10^{14} \text{ J})}{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) / (2.88 \times 10^{10} \text{ s}^{-1})} = 3.70 \times 10^{37}$$

14. تفسير الرسوم العلمية استعن بالشكل 5-1 وما تعرفه عن

الإشعاع الكهرومغناطيسي للمقابلة بين القائمتين التاليتين:

(يمكن استخدام المفاهيم المرقمة أكثر من مرة)

a. أشعة جاما

b. موجة تحت الحمراء

c. موجات الراديو

1. أطول طول موجة

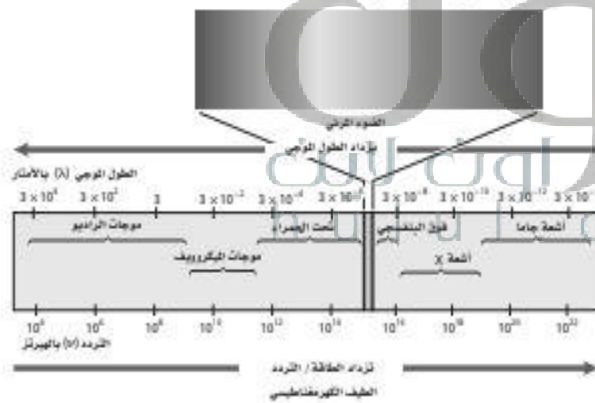
2. أعلى تردد

3. أعلى طاقة

الشكل 5-1 يشمل الطيف الكهرومغناطيسي مدى واسعاً من الترددات،

ويشكل جزء الطيف المرئي منه حيزاً ضيقاً جداً. وكلما زادت الطاقة

والتردد قلّ الطول الموجي.



c. 1

a. 2

a. 3

8. قارن بين الطبيعة الموجية والطبيعة المادية للضوء.

يسلك الضوء سلوك الموجات عند انتقاله في الفضاء، في حين

يسلك سلوك الجسيمات عند تفاعله مع المادة.

9. صف الظاهرة التي يمكن أن تُفسّر النموذج المادي للضوء فقط.

ينبغي استخدام نموذج الجسيمات في تفسير التأثير الكهروضوئي

ولون الأجسام الساخنة وطيف الانبعاث الذري.

10. قارن بين الطيف المستمر وطيف الانبعاث.

يُظهر الطيف المستمر (المتصل) ألوان الأطوال الموجية جميعها،

أما طيف الانبعاث فيُظهر الأطوال الموجية لعنصر محدد.

11. قوّم استعمل نظرية بلانك لمعرفة كمية الطاقة التي تكتسبها

المادة أو تفقدها.

الكم هو أقل كمية من الطاقة يمكن أن تفقدها أو تكتسبها

الذرة؛ لذا تفقد المادة أو تكتسب طاقة بمضاعفات الكم فقط.

12. ناقش الطريقة التي استخدم فيها أينشتاين مفهوم الكم عند

نظرية الكم والذرة

Quantum Theory and the Atom

الأهداف

تقارن بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

توضح تأثير كل من الطبيعة الموجية - الجسيمية للبروني ومبدأ الشك لهايزنبرج في النظرية الحالية للإلكترونات في الذرة.

تعرف العلاقة بين مستويات الطاقة الرئيسية والمستويات الثانوية والمستويات الفرعية لذرة الهيدروجين.

مراجعة المفردات

الذرة: أصغر جزء من العنصر يحتفظ بجميع خواصه، وتتكون من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات.

المفردات الجديدة

حالة الاستقرار

حالة الإثارة

العدد الكمي

مبدأ الشك لهايزنبرج

النموذج الميكانيكي الكمي للذرة المستوى

العدد الكمي الرئيس

مستوى الطاقة الرئيس

مستوى الطاقة الثانوي

الفكرة الرئيسية تساعدك الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث النري وطاقة النرة ومستويات الطاقة.

الربط مع الحياة تصور أنك ترتقي سلمًا، هل تستطيع الوقوف بين درجاته بكلتا رجلتيك؟ إنك لا تستطيع فعل ذلك؛ لأنك لا تقدر على الوقوف في الهواء. وهذا يشبه ما تقوم به الإلكترونات في مستويات الطاقة في الذرات.

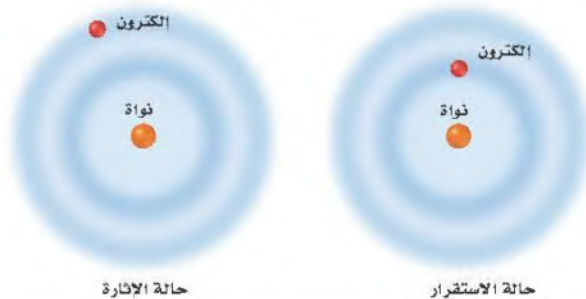
Bohr's Model of the Atom نموذج بور للذرة

فسر نموذج الطبيعة الموجية - الجسيمية للضوء العديد من الظواهر المتخصصة، ولكن بقي العلماء غير قادرين على فهم العلاقات بين البناء الذري، والإلكترونات، وطيف الانبعاث الذري. تذكر مما سبق أن طيف الانبعاث الذري للهيدروجين منفصل؛ أي يتكون من ترددات محددة من الضوء. لماذا يكون طيف الانبعاث الذري للعناصر منفصلًا وليس متصلًا؟

طاقة ذرة الهيدروجين استفاد العالم نيلز بور من أفكار العالمين بلانك وأينشتاين، واقترح أن لذرة الهيدروجين مستويات طاقة معينة يسمح للإلكترونات أن توجد فيها. وتسمى الحالة التي تكون إلكترونات الذرة فيها أدنى طاقة حالة الاستقرار أما عندما تكتسب إلكترونات الذرة الطاقة فتصبح في حالة إثارة.

كما ربط بور أيضًا بين مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين والإلكترون داخلها. واقترح أن الإلكترون في ذرة الهيدروجين يتحرك حول النواة في مدارات دائرية مسموح بها فقط. وكلما صغر مدار الإلكترون قلت طاقته أو قل مستوى الطاقة. وعلى العكس من ذلك، كلما كبر مدار الإلكترون زادت طاقة الذرة أو زاد مستوى الطاقة. وبناءً على ذلك، فإن لذرة الهيدروجين حالات إثارة كثيرة، رغم أنها تحتوي على إلكترون واحد. والشكل 10-1 يوضح أفكار العالم بور.

الشكل 10-1 يوضح ذرة تحتوي على إلكترون واحد، يوجد في حالته المستقرة في المستوى الأقل طاقة، وعندما تكون الذرة في حالة إثارة يكون الإلكترون في مستوى طاقة أعلى.



وصف بور لذرة الهيدروجين

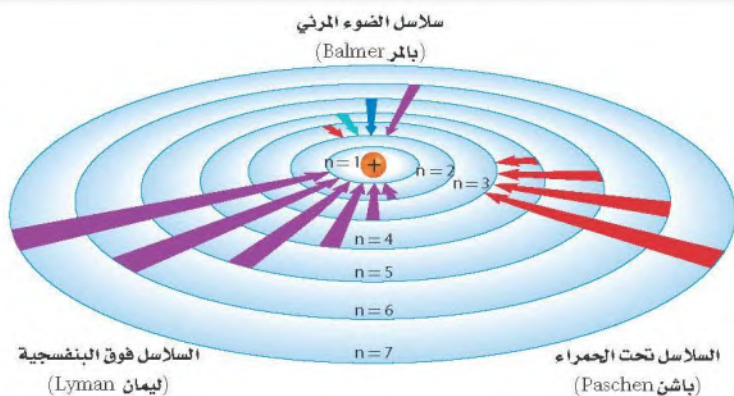
الجدول 1-1

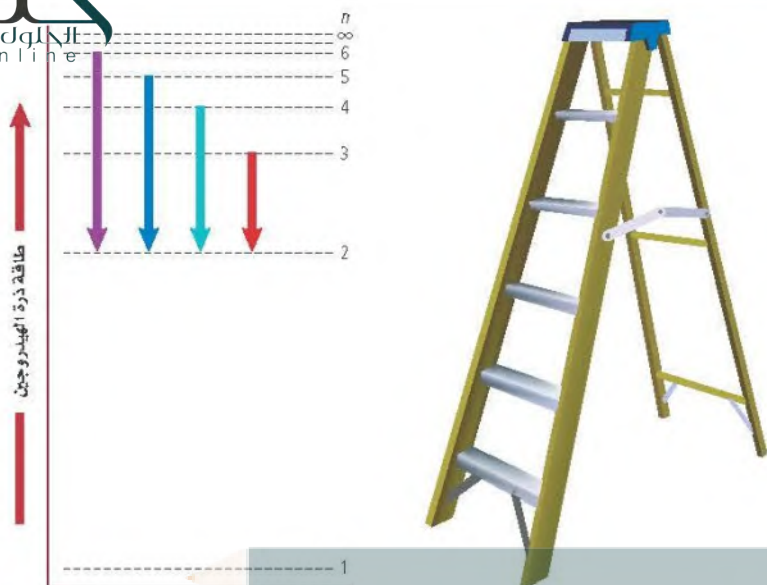
مدار بور النثري	العدد الكمي	نصف القطر المداري (nm)	عدد المستويات الثانوية	الطاقة النسبية
الأول	$n=1$	0.0529	1	E_1
الثاني	$n=2$	0.212	2	$E_2 = 4E_1$
الثالث	$n=3$	0.476	3	$E_3 = 9E_1$
الرابع	$n=4$	0.846	4	$E_4 = 16E_1$
الخامس	$n=5$	1.32	5	$E_5 = 25E_1$
السادس	$n=6$	1.90	6	$E_6 = 36E_1$
السابع	$n=7$	2.59	7	$E_7 = 49E_1$

خصص بور لكل مدار عدداً صحيحاً (n)، أطلق عليه اسم العدد الكمي من أجل استكمال حساباته. كما قام بحساب أنصاف أقطار المدارات. وكان نصف قطر المدار الأول $n=1$ مساوياً 0.0529 nm، ونصف قطر المدار الثاني $n=2$ مساوياً 0.212 nm، ويلخص الجدول 1-1 معلومات إضافية وصف بها العالم بور المدارات المسموح بها ومستويات الطاقة.

طيف الهيدروجين الخطي اقترح بور أن ذرة الهيدروجين تكون في الحالة المستقرة - وتسمى أيضاً مستوى الطاقة الأول - عندما يكون الإلكترون الوحيد في مستوى الطاقة $n=1$. ولا تشع الذرة الطاقة عند هذه الحالة. وعندما تضاف طاقة من مصدر خارجي إلى الذرة ينتقل الإلكترون إلى مستوى طاقة أعلى مثل مستوى الطاقة $n=2$ الموضح في الشكل 1-11. ومثل هذا الانتقال للإلكترون يجعل الذرة في حالة الإثارة. وعندما تكون الذرة في حالة الإثارة (وضع غير مستقر للذرة) يمكن أن ينتقل الإلكترون من مستوى الطاقة الأعلى إلى مستوى الطاقة الأقل. ونتيجة لهذا الانتقال، ترسل الذرة فوتوناً له طاقة تساوي الفرق بين طاقة المستويين. فرق الطاقة = طاقة المستوى الأعلى - طاقة المستوى الأدنى = طاقة الفوتون $h\nu$

الشكل 1-11 عندما ينتقل الإلكترون من مستوى الطاقة الأعلى إلى مستوى الطاقة الأقل ينطلق فوتون، وتنتج السلاسل فوق البنفسجية (ليمان)، والمرئية (بالمر)، وتحت الحمراء (باشن) عند انتقال الإلكترونات إلى مستويات $n=1$ و $n=2$ و $n=3$ على الترتيب.





الشكل 12-1 مستويات الطاقة مشابهة لدرجات السلم، وتمثل الخطوط المرئية الأربعة عودة الإلكترون من المستويات (n) الأعلى إلى المستوى $n=2$ ، وكلما زادت قيمة n ، اقتربت مستويات طاقة الذرة أكثر بعضها من بعض.

يمكنك مقارنة مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين بدرجات السلم. حيث يمكن للشخص أن يصعد أو يهبط من درجة إلى أخرى. وكذلك حال إلكترون ذرة الهيدروجين؛ حيث يمكنه الانتقال فقط من مستوى مسموح به إلى آخر. ولذا يمكن أن تنبعث أو تمتص كميات معينة من الطاقة تساوي فرق الطاقة بين المستويين.

يوضح الشكل 12-1 أن مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين لا يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية، وذلك بخلاف درجات السلم. كما يوضح هذا الشكل أيضاً تنقلات الإلكترون الأربعة التي تنتج الخطوط المرئية في طيف الانبعاث الذري لذرة الهيدروجين، وينتج انتقال الإلكترون من مستويات الطاقة العليا إلى المستوى الثاني $n=2$ خطوط الهيدروجين المرئية كلها، والتي تشكل سلسلة بالمر. وكما قيسست طاقة انتقال الإلكترون في المنطقة غير المرئية، مثل سلسلة ليمان (فوق البنفسجية) التي ينتقل فيها الإلكترون إلى المستوى $n=1$ ، وكذلك سلسلة باشن (تحت الحمراء)، التي تنتج عن انتقال الإلكترون إلى المستوى $n=3$.

✓ **ماذا قرأت؟ وضح** لماذا ينتج عن سلوك الإلكترون في الذرة ألوان مختلفة للضوء؟

حدود نموذج بور فسر نموذج بور الطيف المرئي للهيدروجين، إلا أنه لم يستطع تفسير طيف أي عنصر آخر، كما أنه لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات. وعلى الرغم من أن فكرة بور عن ذرة الهيدروجين وضعت الأساس للنماذج الذرية اللاحقة، إلا أن التجارب اللاحقة أوضحت خطأ نموذج بور بشكل أساسي؛ إذ لم تفهم حركة الإلكترونات في الذرات بصورة تامة حتى الآن، وهناك أدلة تؤكد أن الإلكترونات لا تتحرك حول النواة في مدارات دائرية.

جواب ماذا قرأت :

عندما تعود الإلكترونات إلى حالتها المستقرة من حالة الإثارة تبعث الذرة فوتونا يتناسب مع فرق الطاقة بين مستويي الطاقة اللذين انتقل بينهما، ويرتبط كل تردد مع لون معين.

النموذج الميكانيكي الكمي للذرة The Quantum Mechanical Model of the Atom

اقتنع العلماء في منتصف القرن العشرين أن نموذج بور للذرة غير صحيح، فوضعوا تصورات جديدة ومبتكرة تبين كيف تتوزع الإلكترونات في الذرات. ففي عام 1924م اقترح أحد طلاب الدراسات العليا في الفيزياء - اسمه لوي دي برولي De Broglie (1892 - 1987م) - فكرة أدت إلى تفسير مستويات الطاقة الثابتة في نموذج بور.

الإلكترونات موجات اعتقد دي برولي أن للجسيمات المتحركة خواص الموجات. وقد عرف دي برولي أنه إذا كان للإلكترون حركة الموجة وكان مقيداً بمدارات دائرية أنصاف أقطارها ثابتة، فإنه يستطيع إشعاع موجات ذات أطوال موجية وترددات وطاقات معينة فقط. وبتطوير فكرته اشتق دي برولي المعادلة الآتية:

العلاقة بين الجسيم والموجة الكهرومغناطيسية

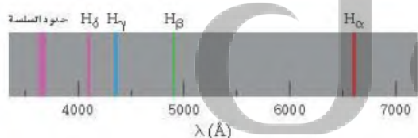
λ تمثل طول الموجة m تمثل كتلة الجسيمات $\lambda = h/m.v$

h ثابت بلانك v تمثل السرعة

طول موجة الجسيم هي النسبة بين ثابت بلانك، وناتج ضرب كتلة الجسيم في سرعته.

مختبر حل المشكلات

تفسير الرسوم العلمية



التفكير الناقد

1. احسب الطول الموجي لانتقال الإلكترون بين المدارات:

- a. $n_i = 3; n_f = 2$ c. $n_i = 5; n_f = 2$
b. $n_i = 4; n_f = 2$ d. $n_i = 6; n_f = 2$

2. اربط بين الطول الموجي في سلسلة بالمر، والتي حسبته في السؤال 1، والقيم المحسوبة تجريبياً. وهل تتوافق أطوال الموجات مع الأخذ بعين الاعتبار خطأ التجربة وعدم دقة الحسابات؟ وضح إجابتك. واحد إنجستروم ($10^{-10} m$)

3. طبق معادلة $E = hc/\lambda$ لتحديد طاقة الكم لكل انتقال في السؤال 1.

ما تنقلات الإلكترون التي تفسر سلسلة بالمر؟ يتكون طيف انبعاث الهيدروجين من ثلاث سلاسل من الخطوط، فبعض الأطوال الموجية فوق بنفسجية (سلسلة ليمان)، وبعضها الآخر تحت حمراء (سلسلة باشن)، وتشكل الأطوال الموجية المرئية سلسلة بالمر. يعزو نموذج بور الذري هذه الخطوط الطيفية إلى انتقال إلكترون من مستويات الطاقة العليا التي يكون فيها $n = n_i$ إلى مستويات الطاقة المنخفضة التي يكون فيها $n = n_f$.

التحليل

توضح الصورة على الجهة اليسرى بعض تنقلات الإلكترون في سلسلة بالمر للهيدروجين. وتسمى هذه الخطوط H_δ (4101 Å), H_γ (4340 Å), H_β (4861 Å), H_α (6562 Å) وكل طول موجة (λ) مرتبط مع انتقال إلكترون ضمن ذرة الهيدروجين من خلال المعادلة الآتية التي يمثل فيها القيمة:

$$1/\lambda = 1.09678 \times 10^7 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) m^{-1}$$

وتحدث في سلسلة بالمر انتقالات الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى $n=2$ ، وهذا يعني أن $n_f = 2$.

1. احسب الطول الموجي لانتقال الإلكترون بين المدارات:

a. $2 = n_f, 3 = n_i$

$$\frac{1}{\lambda} = (1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = (1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0.152331 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 6.565 \times 10^{-7} \text{ m}$$

b. $2 = n_f, 4 = n_i$

$$\frac{1}{\lambda} = (1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0.205646 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 4.863 \times 10^{-7} \text{ m}$$

c. $2 = n_f, 5 = n_i$

$$\frac{1}{\lambda} = (1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0.230324 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 4.342 \times 10^{-7} \text{ m}$$

d. $2 = n_f, 6 = n_i$

$$\frac{1}{\lambda} = (1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0.243729 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 4.103 \times 10^{-7} \text{ m}$$

2.

اربط بين الطول الموجي في سلسلة بالمر في السؤال 1، والقيم المحسوبة تجريبياً. هل تتوافق أطوال الموجات مع الأخذ في الحسبان خطأ التجربة وعدم دقة الحسابات؟ وضح إجابتك. 1 إنجست 10^{-10} m

انظر الجدول أدناه.

3. طبق معادلة $E = hc/\lambda$ لتحديد طاقة الكم لكل انتقال في السؤال 1.

a.

$$\lambda_a = 6562 \text{ Å} \times (1 \text{ m} / 10^{10} \text{ Å}) = 6.562 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})}{(6.562 \times 10^{-7} \text{ m})} = 3.027 \times 10^{-19} \text{ J}$$

b.

$$\lambda_b = 4861 \text{ Å} \times (1 \text{ m} / 10^{10} \text{ Å}) = 4.861 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})}{(4.861 \times 10^{-7} \text{ m})} = 4.087 \times 10^{-19} \text{ J}$$

c.

$$\lambda_c = 4340 \text{ Å} \times (1 \text{ m} / 10^{10} \text{ Å}) = 4.340 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})}{(4.340 \times 10^{-7} \text{ m})} = 4.577 \times 10^{-19} \text{ J}$$

d.

$$\lambda_d = 4101 \text{ Å} \times (1 \text{ m} / 10^{10} \text{ Å}) = 4.101 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})}{(4.101 \times 10^{-7} \text{ m})} = 4.844 \times 10^{-19} \text{ J}$$

انتقالات مجموعات بالمر في نموذج بور

رقم المدار النهائي	القيمة التجريبية للطول الموجي	القيمة المحسوبة للطول الموجي	نسبة الخطأ %	التعليق
3	$6.562 \times 10^{-7} \text{ m} = 6562 \text{ Å}$	$6.565 \times 10^{-7} \text{ m} = 6565 \text{ Å}$	- 0.0404 %	قيم الطول الموجي المحسوب تطابق
4	$4.861 \times 10^{-7} \text{ m} = 4861 \text{ Å}$	$4.863 \times 10^{-7} \text{ m} = 4863 \text{ Å}$	- 0.0356 %	قيم الطول الموجي التجريبي
5	$4.340 \times 10^{-7} \text{ m} = 4340 \text{ Å}$	$4.342 \times 10^{-7} \text{ m} = 4342 \text{ Å}$	- 0.0394 %	
6	$4.101 \times 10^{-7} \text{ m} = 4101 \text{ Å}$	$4.103 \times 10^{-7} \text{ m} = 4103 \text{ Å}$	- 0.0468 %	

مبدأ هايزنبرج للشك - كشف العلماء - ومنهم رذرفورد Rutherford

- خفايا الذرة بالتدريج. إلا أن الاستنتاج الذي توصل إليه عالم الفيزياء النظرية هايزنبرج Heisenberg (1901 - 1976م) كان له آثاره الكبيرة في النماذج الذرية.

أوضح هايزنبرج أنه من المستحيل أن تأخذ أي قياسات لجسم ما دون التأثير فيه. فعلى سبيل المثال، تصور محاولة إيجاد موقع بالون متنقل مليء بغاز الهيليوم في غرفة مظلمة، فإذا حركت يدك تستطيع أن تحدد موقع البالون عندما تلمسه، إلا أنك عندما تلمس البالون تنقل إليه طاقة وتغير مكانه. وتستطيع أيضاً أن تحدد مكان البالون بإضاءة مصباح يدوي. وباستخدام هذه الطريقة تنعكس فوتونات الضوء من البالون وتصل إلى عينيك محددة مكان البالون.

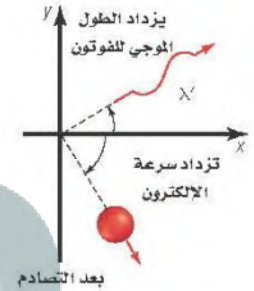
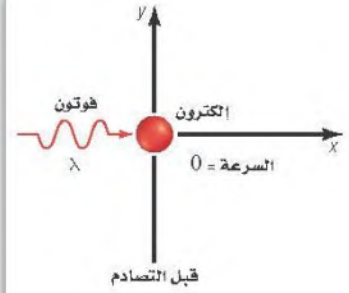
ولأن البالون جسم كبير نسبياً، لذا يكون تأثير الفوتونات المنعكس عنه على موقعه صغيراً جداً وغير ملاحظ. ولكن تصور محاولة تحديد مكان الإلكترون باصطدامه مع فوتون عالي الطاقة. ولأن للفوتون طاقة مماثلة لطاقة الإلكترون نفسه، لذا فإن التصادم بين الجسمين يغير كلياً من الطول الموجي للفوتون وموقع الإلكترون وسرعته المتجهة، كما في الشكل 1-13، أي أنه يحدث تغير لا يمكن تجاهله في مكان الإلكترون وحركته. لقد أدى تحليل هايزنبرج لمثل تلك التصادمات بين الفوتونات والإلكترونات إلى استنتاجه التاريخي، وهو "مبدأ هايزنبرج للشك" الذي ينص على أنه من المستحيل معرفة سرعة جسيم ومكانه في الوقت نفسه بدقة.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

ينص مبدأ هايزنبرج على أنه لا يمكن معرفة سرعة الجسم ومكانه في الوقت نفسه على نحو دقيق.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح مبدأ هايزنبرج للشك. وعلى الرغم من أن العلماء قد وجدوا مبدأ هايزنبرج إلا أنه أثبت أنه يصف المحددات الأساسية لما يمكن بالجسم الكبير - مثل البالون المليء بالهيليوم - قليل، من أن يقاس. ولكن هذه الحالة لا تشبه إلكترونات النواة. فعدم التحديد أو الشك في مكان الإلكترونات أكبر 10 مرات تقريباً من قطر الذرة.

ويعني مبدأ هايزنبرج للشك أيضاً أنه من المستحيل تحديد مسارات ثابتة للإلكترونات مثل المدارات الدائرية في نموذج بور، وأن الكمية الوحيدة التي يمكن معرفتها هي المكان الذي يحتمل أن يوجد فيه إلكترون حول النواة.



الشكل 1-13 عندما يصطدم فوتون

مع إلكترون ساكن تتغير كل من سرعة الإلكترون ومكانه. وهذا يوضح مبدأ هايزنبرج للشك. فمن المستحيل أن نعرف مكان الجسيم وسرعته في الوقت نفسه.

فسر لماذا تتغير طاقة الفوتون؟

اجابة سؤال الشكل ١٣-١ :

نقلت بعض الطاقة الى الالكترون

معادلة شرودنجر الموجية في عام 1926م تابع الفيزيائي النمساوي إيريون شرودنجر Schrodinger (1887 - 1961م) نظرية الموجة - الجسيم التي اقترحها دي برولي، واشتق شرودنجر معادلة على اعتبار أن إلكترون ذرة الهيدروجين موجة. وظهر أن نموذج شرودنجر للذرة الهيدروجين ينطبق جيداً على ذرات العناصر الأخرى، وهو ما فشل نموذج بور في تحقيقه. ويسمى النموذج الذري الذي يعامل الإلكترونات على أنها موجات بالنموذج الموجي الميكانيكي للذرة أو النموذج الميكانيكي الكمي للذرة. وكما هو الحال في نموذج بور، يحدد النموذج الميكانيكي الكمي طاقة الإلكترون بقيم معينة، إلا أنه - بخلاف نموذج بور - لا يحاول وصف مسار الإلكترون حول النواة.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

أعتبر كل حل لمعادلة شرودنجر يمثل دالة موجية، ترتبط مع احتمال وجود الإلكترون ضمن حجم معين من الفراغ حول النواة. تذكر من خلال دراستك للرياضيات أن حادثة ما ذات احتمال عال تكون أكثر قابلية للحدوث من الحادثة ذات الاحتمال المنخفض.

موقع الإلكترون المحتمل تنبأ دالة الموجة بمنطقة ثلاثية الأبعاد للإلكترون حول النواة تُسمى **المستوى**، وهو يصف الموقع المحتمل لوجود إلكترون. يشبه المستوى الفرعي سحابة تتناسب كثافتها عند نقطة معينة مع احتمال وجود الإلكترون عند تلك النقطة. ويوضح الشكل 1-14a خريطة الكثافة الإلكترونية (السحابة الإلكترونية) التي تصف الإلكترون في مستوى الطاقة الأدنى، كما أنها تُعد صورة لحظية لحركة الإلكترون حول النواة، حيث تمثل كل نقطة فيها موقع الإلكترون عند لحظة معينة من الوقت. وتمثل الكثافة العالية للنقاط قرب النواة احتمالاً كبيراً لوجود الإلكترون في هذا الموقع. إلا أنه - بسبب عدم وجود حدود ثابتة للسحابة - من الممكن أيضاً أن يوجد الإلكترون على مسافة أبعد من النواة.

✓ **ماذا قرأت؟** صف أين توجد الإلكترونات في ذرة ما؟

جواب ماذا قرأت :

توجد الإلكترونات حول النواة في مواقع توصف فقط بخريطة احتمالات، ويتم اختيار حدود لاحتواء المنطقة التي يتوقع أن يوجد ضمنها الإلكترون ٩٠% من الوقت..

احتمال وجود الإلكترون قرب النواة كبير جداً.

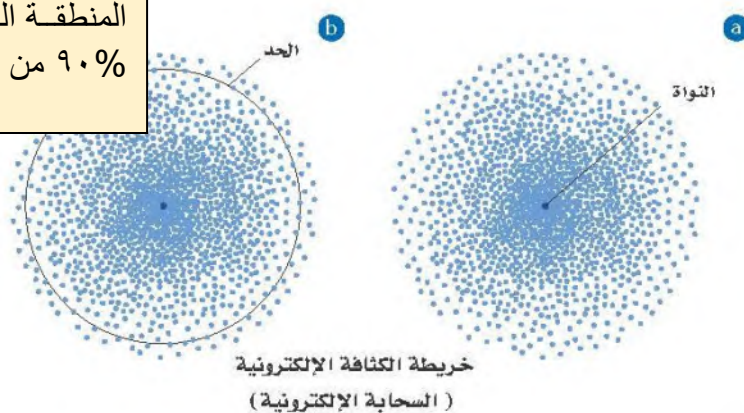
b. يحتمل وجود الإلكترون بنسبة 90% ضمن

المنطقة الدائرية الظاهرة عند أي لحظة.

وأحياناً يتم اعتبار هذه المنطقة تمثيلاً لحدود

الذرة. وفي هذا الرسم تمثل الدائرة مسقطاً

ثلاثي الأبعاد لكرة تحتوي على الإلكترونات.



لأن حدود المستوى غير واضحة فليس للمستوى حجم ثابت ودقيق. وللتغلب على عدم التحديد المؤكد في موقع الإلكترون يرسم الكيميائيون سطحاً للمستوى يحتوي على 90% من الاحتمال الكلي لوجود الإلكترون. وهذا يعني أن احتمال وجود الإلكترون ضمن هذه الحدود هو 0.9، واحتمال وجوده خارجها هو 0.1. وبعبارة أخرى، فإن احتمال وجود الإلكترون قريباً من النواة وضمن الحجم المعرف بالحدود أكثر من احتمال وجوده خارج ذلك الحجم. والدائرة في الشكل 14b-1 تمثل 90% من مستوى الهيدروجين الأقل طاقة.

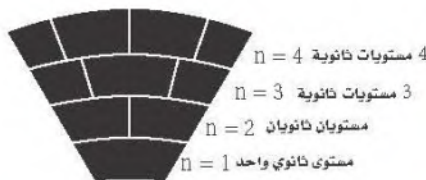
عدد الكم الرئيس تذكر أن نموذج بور قد عيّن أعداد الكم لمدارات الإلكترون. وعيّن النموذج الكمي بصورة مشابهة أربعة أعداد كم للمستويات الذرية. يعد العدد الأول هو **عدد الكم الرئيس** (n)، الذي يشير إلى الحجم النسبي وطاقة المستويات، إذ كلما ازدادت قيمة n زاد حجم المستوى، لذا يقضي الإلكترون وقتاً أكبر بعيداً عن النواة، وتزداد طاقة الذرة. لذا تحدد n مستويات الطاقة الرئيسة للذرة، ويُسمى كل منها **مستوى الطاقة الرئيس**. وقد أعطي مستوى الطاقة الأدنى للذرة عدد كم رئيسي يساوي (1). وعندما يحتل إلكترون ذرة الهيدروجين الوحيد المستوى $n=1$ تكون الذرة في الحالة المستقرة. وقد تم تحديد 7 مستويات طاقة لذرة الهيدروجين، أعطيت أعداداً (n) تتراوح بين 1 و 7.

مستويات الطاقة الثانوية تحتوي مستويات الطاقة الرئيسة على مستويات ثانوية. ويتألف مستوى الطاقة الرئيس 1 من مستوى ثانوي واحد، ومستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين ثانويين للطاقة، ومستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاثة مستويات ثانوية، ومستوى الطاقة الرئيس 4 من أربعة مستويات ثانوية، أما مستويات الطاقة الرئيسة (5-7) من أربعة مستويات ثانوية كالمستوى الرئيس الرابع. ولمعرفة العلاقة بين مستويات الطاقة الرئيسة والمستويات الثانوية بطريقة أفضل، انظر إلى الشكل 15-1. فكلما ارتفعت إلى أعلى تحتوي الصفوف على مقاعد أكثر. وكذلك يتزايد عدد المستويات الثانوية للطاقة في مستوى الطاقة الرئيس عندما تزداد قيمة n .

الجدول 1-2	مستويات الطاقة الرئيسة
مستوى الطاقة الرئيس	عدد الكم
K	1
L	2
M	3
N	4
O	5
P	6
Q	7

الجدول 1-3	مستويات الطاقة الثانوية
عدد الإلكترونات التي يستوعبها	المستوى الثانوي
2	s
6	p
10	d
14	f

الشكل 15-1 يمكن التفكير في مستويات الطاقة وكأنها صفوف المقاعد في هذا المسرح الأثري؛ إذ تحتوي الصفوف العليا على مقاعد أكثر. وبشكل مماثل، تحتوي مستويات الطاقة الأبعد عن النواة على مستويات ثانوية أكثر للطاقة.



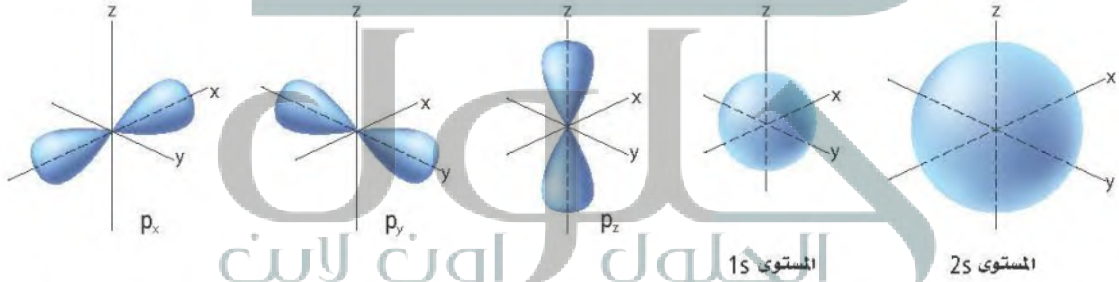
✓ ماذا قرأت؟ وضع العلاقة بين مستويات الطاقة الرئيسة والمستويات الثانوية.

أشكال المستويات الفرعية تسمى المستويات الثانوية s, p, d, f حسب أشكال المستويات الفرعية. فمستويات s جميعها كروية الشكل، والمستويات p جميعها تتكون من فصين، أما مستويات d و f فليس لها الشكل نفسه، ويحتوي كل مستوى على إلكترونين كحد أعلى. ويكون شكل المستوى الفرعي الوحيد في مستوى الطاقة الرئيس الأول كروياً مطابقاً لشكل المستوى الفرعي $1s$ الذي يوجد فيه. ويطلق على المستويين الثانويين في مستوى الطاقة الرئيس الثاني، $2s, 2p$. والمستوي الثانوي $2s$ يحوي المستوى الفرعي $2s$ ذا الشكل الكروي مثل شكل المستوى الفرعي $1s$ ولكنه أكبر حجماً، كما في الشكل 1-16a.

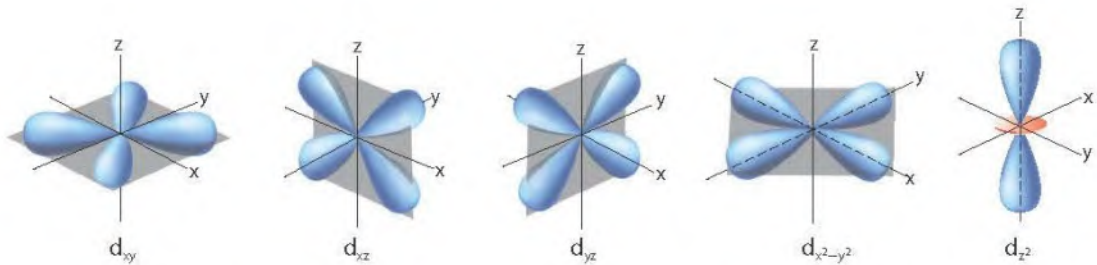
ويُمثل المستوى الثانوي $2p$ بثلاثة مستويات فرعية يتكون كل منها من فصين، تُسمى: $2p_x, 2p_y, 2p_z$. وتعبّر الأحرف x و y و z عن اتجاهات المستويات الفرعية p على المحاور x, y, z ، كما في الشكل 1-16b.

✓ ماذا قرأت؟ صف أشكال المستويين s و p .

الشكل 1-16 يحتوي كل مستوى ثانوي على مستويات فرعية بأشكال مختلفة.



a. المستويات الفرعية s جميعها كروية وتزداد أحجامها مع ازدياد العدد الكمي الرئيس. b. مستويات p الفرعية الثلاثة لها أشكال فصيية موجهة نحو المحاور الثلاثة x, y, z .



c. أربعة من مستويات d الفرعية لها الشكل نفسه، ولكنها تقع على مستويات في اتجاهات مختلفة، أما المستوى الفرعي d_{z^2} فله شكله المميز.

مستويات الطاقة الأربعة الأولى للهيدروجين

الجدول 1-4

عدد الكم الرئيس (n)	أنواع المستويات الثانوية الموجودة	عدد المستويات الفرعية في المستويات الثانوية	مجموع المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس (n^2)
1	s	1	1
2	s p	1 3	4
3	s p d	1 3 5	9
4	s p d f	1 3 5 7	16

يحتوي مستوى الطاقة الرئيس الثالث على ثلاثة مستويات ثانوية هي: $3d$, $3p$, $3s$ ، حيث يحتوي كل مستوى ثانوي d خمسة مستويات فرعية ذات طاقة متساوية، أربعة من مستويات d الفرعية لها أشكال متشابهة ولكن اتجاهاتها مختلفة حول المستويات x , y , z ، إلا أن المستوى الفرعي الخامس d_{z^2} له شكل واتجاه يختلفان عن المستويات الفرعية الأربعة السابقة. وأشكال مستويات d الفرعية واتجاهاتها موضحة في الشكل 1-16c. يحتوي مستوى الطاقة الرابع ($n=4$) على مستوى ثانوي رابع يُسمى المستوى الثانوي $4f$ ، وهو يحتوي 7 مستويات فرعية ذات طاقة متساوية. وللمستويات الفرعية للمستوى الثانوي f أشكال معقدة متعددة القصوص.

يلخص الجدول 1-4 مستويات الطاقة الرئيسة الأربعة للهيدروجين، والمستويات الثانوية والمستويات الفرعية المرتبطة معها. لاحظ أن عدد المستويات الفرعية في كل مستوى ثانوي دائماً عدد فردي، وأن أكبر عدد للمستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس يساوي n^2 .

ويمكن أن يشغل إلكترون ذرة الهيدروجين في أي وقت مستويًا فرعيًا واحدًا فقط. وتستطيع أن تعدّ المستويات الفرعية الأخرى مساحات شاغرة، أي متوافرة، يمكن أن يشغلها الإلكترون إذا ارتفعت طاقة الذرة أو انخفضت. فعلى سبيل المثال، عندما تكون ذرة الهيدروجين في الحالة المستقرة يحتل الإلكترون المستوى الفرعي $1s$ ، فإذا اكتسبت الذرة كمية من الطاقة انتقل الإلكترون إلى أحد المستويات الفرعية الشاغرة. ويمكن للإلكترون اعتمادًا على كمية الطاقة المكتسبة أن ينتقل إلى المستوى الفرعي $2s$ ، أو إلى أحد المستويات الفرعية الثلاثة في المستوى الثانوي $2p$ ، أو إلى أي مستوى فرعي شاغر آخر.

التقويم 1-2

الخلاصة

- يربط نموذج بور للذرة طيف انبعاث الهيدروجين بانتقال إلكترون من مستويات طاقة عليا إلى مستويات طاقة منخفضة.
- تربط معادلة دي برولي طول موجة الجسيم مع كتلته وترددها وثابت بلانك.
- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي للذرة أن للإلكترونات خواص الموجات.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد في الفراغ تُسمى المستويات الفرعية.

15. **الفكرة الرئيسية** فسر لماذا يحتوي طيف الانبعاث الذري على ترددات معينة للضوء، حسب نموذج بور الذري؟
16. عدّد المستويات الثانوية الموجودة في مستويات الطاقة الرئيسة الأربعة لذرة الهيدروجين.
17. حدّد المستويات الفرعية في كل مستوى ثانوي s، وفي كل مستوى ثانوي p لمستويات الطاقة الرئيسة الأربعة لذرة الهيدروجين.
18. فسر لماذا يكون موقع الإلكترون في ذرة غير معلوم بدقة. مستخدماً مبدأ هايزنبرج للشك والطبيعة الموجية - الجسيمية؟ وكيف يُعرف موقع الإلكترونات في الذرات؟
19. احسب مستعيناً بالمعلومات في الجدول 1-1، كم مرة يساوي نصف قطر مدار ذرة الهيدروجين السابع بالنسبة إلى نصف قطر مدارها الأول، حسب نظرية بور؟
20. قارن بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

نفسه. فعملية الرؤية تعني التفاعل مع الفوتون مما يؤدي إلى عدم معرفة المكان وحالة الحركة؛ لذا يُعرف مكان الإلكترون بالتوزيع المحتمل.

19. احسب مستعينا بالمعلومات في الجدول 1-1، كم مرة يساوي نصف قطر مدار ذرة الهيدروجين السابع بالنسبة إلى نصف قطر مدارها الأول بحسب نظرية بور؟

$$n=7; \text{ نصف القطر} = 2.59 \text{ nm}$$

$$n=1; \text{ نصف القطر} = 0.0529 \text{ nm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{2.59 \text{ nm}}{0.0529 \text{ nm}} \text{ 49 مرة أكبر}$$

20. قارن بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة. نموذج بور، يُعد الإلكترون جسيماً؛ ولذرة الهيدروجين حالات طاقة معينة مسموح بها. ولكنه لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات.

النموذج الميكانيكي الكمي، للإلكترون خواص موجية - جسيمية، وطاقة الإلكترون و تردده وطوله الموجي، كل ذلك محدد

بقيم معينة، كما أنه لم يفترض أي افتراضات بخصوص مسار الإلكترون حول النواة.

15. فسّر لماذا يحتوي طيف الانبعاث الذري على ترددات معينة للضوء بحسب نموذج بور الذري؟

لأن طاقة الذرات محدودة؛ لذا تنبعث ترددات معينة فقط من الإشعاع الصادر عن الذرة.

16. عدد المستويات الثانوية الموجودة في مستويات الطاقة الرئيسة الأربعة لذرة الهيدروجين.

$$1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 4s, 4p, 4d, 4f$$

مستوى الطاقة الأول s، مستوى الطاقة الثاني s و p، مستوى الطاقة الثالث s و p و d، مستوى الطاقة الرابع s و p و d و f.

كل مستوى من s يتعلق بمستوى كروي s. كل مستوى فرعي من p يتعلق بثلاثة مستويات في صورة عوارف الانتقال (p_x, p_y, p_z) .

17. حدّد المستويات الفرعية في كل مستوى ثانوي s، وفي كل مستوى ثانوي p لمستويات الطاقة الرئيسة الأربعة لذرة الهيدروجين.

كل مستوى من s يحتوي على مستوى كروي (s)، وكل مستوى ثانوي من p يحتوي على ثلاثة مستويات فرعية (p_x, p_y, p_z) .

18. فسّر، لماذا يكون موقع الإلكترون في ذرة غير معلوم بدقة؟ اعتماداً على مبدأ هايزنبرج للشك والطبيعة الموجية الجسيمية؟ وكيف يُعرف موقع الإلكترونات في الذرات؟ للإلكترون خواص الموجة - الجسيم، وليس له موقع محدد في الفضاء. وينص مبدأ هايزنبرج للشك على أنه من المستحيل أن نعرف بدقة كلاً من السرعة وموقع الجسيم في الوقت

الجدول 1-1 وصف بور لذرة الهيدروجين			
مدار بور الذري	العدد الكمي	نصف القطر المداري (nm)	عدد المستويات الثانوية
الأول	$n=1$	0.0529	1
الثاني	$n=2$	0.212	2
الثالث	$n=3$	0.476	3
الرابع	$n=4$	0.846	4
الخامس	$n=5$	1.32	5
السادس	$n=6$	1.90	6
السابع	$n=7$	2.59	7

التوزيع الإلكتروني

Electron Configuration

الفكرة الرئيسية يُحدّد التوزيع الإلكتروني في الذرة باستخدام ثلاث قواعد.

الربط مع الحياة عندما يصعد الطلاب إلى الحافلة يجلس كل منهم في مقعد وحده حتى تُشغّل المقاعد كلها، ثم يأتي آخرون فيشاركونهم الجلوس عليها. وكذلك الإلكترونات تملأ مستويات الطاقة بالطريقة نفسها.

التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة

Ground – State Electron Configuration

يبدو لنا ترتيب إلكترونات ذرات العناصر الثقيلة أمرًا صعبًا، وخصوصًا أن هذه الذرات قد تحتوي على أكثر من 100 إلكترون. فإذا علمنا أن مستويات هذه الذرات تشبه مستويات ذرة الهيدروجين فإن ذلك يسمح لنا بترتيب إلكترونات هذه الذرات باستخدام قواعد قليلة محددة.

يُسمى ترتيب الإلكترونات في الذرة **التوزيع الإلكتروني**. ولأن الأنظمة ذات الطاقة المنخفضة أكثر استقرارًا من الأنظمة ذات الطاقة العالية فإن الإلكترونات تميل إلى اتخاذ ترتيب يُعطي الذرة أقل طاقة ممكنة. ويسمى ترتيب الإلكترونات في الوضع الأقل طاقة والأكثر ثباتًا **التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة للعنصر**. وتحكم المبادئ أو القواعد - ومنها مبدأ أوفباو ومبدأ باولي وقاعدة هوند - كيفية ترتيب الإلكترونات في مستويات الذرة.

مبدأ أوفباو ينص مبدأ أوفباو (البناء التصاعدي) على أن كل إلكترون يشغل المستوى الأقل طاقة. لذا فإن تحديد التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة يتطلب معرفة ترتيب المستويات الفرعية وفق تزايد طاقتها. ويعرف هذا التسلسل برسم أوفباو، وهو موضح في الشكل 1-17، حيث يمثل كل صندوق في الشكل مستوى فرعيًا.

تطبيق مبدأ باولي ومبدأ أوفباو (البناء التصاعدي) وقاعدة هوند لكتابة التوزيع الإلكتروني باستخدام طريقة رسم المربعات، وطريقة الترميز الإلكتروني، وطريقة ترميز الغاز النبيل.

توضيح المقصود بالإلكترونات التكافؤ، وترسم التمثيل النقطي للإلكترونات التكافؤ في الذرة.

مراجعة المفردات

الإلكترون، جسيم ذو كتلة صغيرة جدًا، سالب الشحنة، موجود في كل أشكال المادة، ويتحرك بسرعة في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

المفردات الجديدة

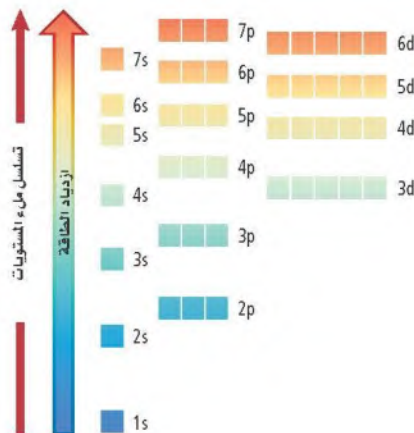
التوزيع الإلكتروني
مبدأ أوفباو (البناء التصاعدي)

مبدأ باولي

قاعدة هوند

إلكترونات التكافؤ

التمثيل النقطي للإلكترونات



الشكل 1-17 يوضح رسم أوفباو طاقة كل مستوى ثانوي مقارنة بطاقة المستويات الثانوية الأخرى. ويمثل كل صندوق في الرسم مستوى فرعيًا.

حدّد أي مستوى ثانوي له الطاقة الأكبر: 4d أو 5p ؟

٥p

الخاصية	مثال
طاقة المستويات الفرعية في المستوى الثانوي جميعها متساوية.	المستويات الفرعية الثلاثة في المستوى الثانوي $2p$ جميعها متساوية الطاقة.
في الذرة المتعددة الإلكترونات تكون طاقة المستويات الثانوية المختلفة ضمن مستوى الطاقة الرئيس الواحد مختلفة.	طاقة المستويات الفرعية الثلاثة في المستوى الثانوي $2p$ أعلى من طاقة المستوى الفرعي $2s$.
تسلسل زيادة طاقة المستويات الثانوية ضمن مستوى الطاقة الرئيس الواحد هو s, p, d, f	إذا كان $n=4$ فسيكون التسلسل لمستويات الطاقة الثانوية $4s, 4p, 4d, 4f$.
تستطيع مستويات الطاقة الثانوية مستوى رئيس أن تتداخل مع مستويات الطاقة الثانوية ضمن مستوى رئيس آخر.	تكون طاقة المستوى الفرعي في المستوى الثانوي $4s$ أقل من طاقة المستويات الفرعية الخمسة في المستوى الثانوي $3d$.

يلخص الجدول 1-5 عدة خواص لرسم أوفباو. وعلى الرغم من أن مبدأ أوفباو يصف التسلسل الذي تتلصق فيه المستويات الفرعية بالإلكترونات إلا أنه من المهم أن نعرف أن الذرات لا تبنى بإضافة إلكترونات بعد الآخر.

مبدأ باولي يمكن تمثيل المستويات الفرعية بمربعات أو دوائر كما يمكن تمثيل الإلكترونات في المستويات باستخدام الأسهم في المربعات. ولكل إلكترون اتجاه دوران مرتبط معه، حيث يمثل السهم المتجه إلى أعلى \uparrow دوران الإلكترون في اتجاه معين، ويمثل السهم المتجه إلى أسفل \downarrow دوران الإلكترون في الاتجاه المعاكس. ويمثل المربع الفارغ \square مستويًا فرعيًا شاغراً، كما يمثل المربع الذي يحتوي على سهم واحد يتجه إلى أعلى \uparrow مستويًا فرعيًا بإلكترون واحد، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهمين أحدهما يتجه إلى أعلى والآخر إلى أسفل $\uparrow\downarrow$ مستويًا فرعيًا ممتلئًا. وينص مبدأ باولي على أن عدد الإلكترونات في المستوى الفرعي الواحد لا يزيد عن إلكترونين ويدور كل منهما حول نفسه باتجاه معاكس للآخر. واقترح الفيزيائي النمساوي باولي Pauli (1900 - 1958 م) هذا المبدأ بعد ملاحظة الذرات في حالات الإثارة. ويُسمى المستوى الفرعي الذي يحتوي على زوج من الإلكترونات ذات الدوران المتعاكس $\uparrow\downarrow$. ولأن كل مستوى فرعي لا يستطيع احتواء أكثر من إلكترونين فإن الحد الأعلى للإلكترونات في مستوى الطاقة الرئيس يساوي $2n^2$.

قاعدة هوند إن حقيقة تنافر الإلكترونات المشحونة بشحنة سالبة لها تأثير كبير في توزيع الإلكترونات في مستويات فرعية متساوية الطاقة. وتنص قاعدة هوند Hund's على أن الإلكترونات تتوزع في المستويات الفرعية المتساوية الطاقة بحيث تحافظ على أن يكون لها الاتجاه نفسه من حيث الدوران، قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية ذات اتجاه الدوران المعاكس للمستويات نفسها. فعلى سبيل المثال، تملأ مستويات $2p$ الفرعية الثلاثة بالإلكترونات منفردة، ثم تحدث عملية الازدواج. ويوضح الشكل الآتي تسلسل دخول ستة إلكترونات في مستويات p الفرعية.

- $\uparrow\downarrow\downarrow$
- $\uparrow\uparrow\downarrow$
- $\uparrow\uparrow\uparrow$
- $\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$
- $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$
- $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$

✓ **ماذا قرأت؟** اذكر نص القوانين الثلاثة التي تعرف كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرات.

المفردات

أصل الكلمة

"أوفباو Aufbau"

من الكلمة الألمانية *aufbauen*، والتي تعني

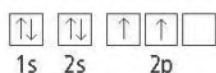
جواب ماذا قرأت :

ينص مبدأ أوفباو على أن كل إلكترون يشغل مستوى الطاقة الأدنى المتوافر. وينص مبدأ باولي على أنه يمكن أن يشغل إلكترونان، على الأكثر، مستوى فرعي واحد وينص مبدأ هوند على أن الإلكترونات التي لها اتجاه الدوران نفسه تملأ المستويات المتساوية الطاقة أولاً ثم تضاف الإلكترونات الأخرى التي يكون اتجاه دورانها معاكساً.

التوزيع الإلكتروني Electron Configuration

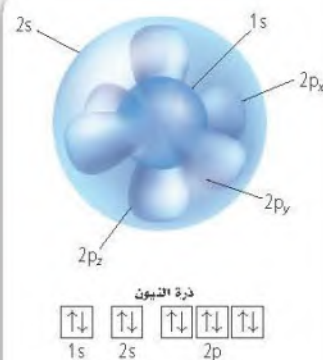
تستطيع أن تمثل التوزيع الإلكتروني للذرة بإحدى الطرائق الآتية: رسم مربعات المستويات، أو الترميز الإلكتروني، أو ترميز الغاز النبيل.

رسم مربعات المستويات يمكن التعبير عن الإلكترونات في المستويات الفرعية بأسهم في المربعات؛ إذ يُعَنَوَّن كل مربع بعدد الكم الرئيس ومستوى الطاقة الفرعي في المستوى الثانوي. فعلى سبيل المثال، مستويات ذرة الكربون في الحالة المستقرة تحتوي على إلكترونين في المستوى الفرعي $1s$ ؛ وإلكترونين في المستوى الفرعي $2s$ ، وإلكترونين في مستويين فرعيين من مستويات $2p$ الفرعية الثلاثة، كما هو موضح:



الترميز الإلكتروني يعبر الترميز الإلكتروني عن مستوى الطاقة الرئيس والمستويات الثانوية المرتبطة مع كل المستويات الفرعية في الذرة، ويتضمن أسماً يمثل عدد الإلكترونات في المستوى. فيكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الكربون في الحالة المستقرة في صورة $1s^2 2s^2 2p^2$.

ويوضح الشكل 1-18 كيفية تداخل مستويات $1s 2s 2p_x 2p_y 2p_z$ لذرة النيون. ويبين الجدول 1-6 رسم مربعات المستويات والترميز الإلكتروني للعناصر في الدورتين الأولى والثانية من الجدول الدوري للعناصر. وتحتل إلكترونات الصوديوم العشرة الأولى المستويات $1s 2s 2p$ ، ويدخل الإلكترون



الشكل 1-18 تداخل مستويات

$1s, 2s, 2p$ لذرة النيون.

حدد كم إلكترونًا في ذرة النيون؟

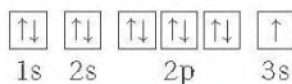
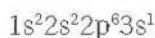
١٠

الترميز الإلكتروني ورسم مربعات المستويات للعناصر من 1 إلى 10

الجدول 1-6

الترميز الإلكتروني	رسم مربعات المستويات	العدد الذري	العنصر / رمزه
$1s^1$	\uparrow	1	الهيدروجين H
$1s^2$	$\uparrow\downarrow$	2	الهيليوم He
$1s^2 2s^1$	$\uparrow\downarrow \uparrow$	3	الليثيوم Li
$1s^2 2s^2$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	4	البريليوم Be
$1s^2 2s^2 2p^1$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \square \square$	5	البورون B
$1s^2 2s^2 2p^2$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \square$	6	الكربون C
$1s^2 2s^2 2p^3$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow$	7	النيتروجين N
$1s^2 2s^2 2p^4$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$	8	الأكسجين O
$1s^2 2s^2 2p^5$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$	9	الفلور F
$1s^2 2s^2 2p^6$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	10	النيون Ne

الحادي عشر المستوى 3s اعتياداً على مبدأ أوفباو. لذا يكون الترميز الإلكتروني ورسم مربعات المستويات للصوديوم على النحو الآتي:



المفردات

الاستخدام العلمي مقابل

الاستخدام الشائع

الدورة

الاستخدام العلمي: صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري الحديث. هناك سبع دورات في الجدول الدوري الحديث للعناصر.

الاستخدام الشائع: فترة من الوقت محددة بواسطة ظاهرة متكررة. تستغرق دورة الأرض حول الشمس سنة واحدة.

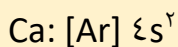
ترميز الغاز النبيل (الطريقة المختصرة) طريقة لتمثيل التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة الموجودة في العمود الأخير من الجدول الدوري، ويحتوي مدارها الأخير (ما عدا الهيليوم) على ثمانية إلكترونات، وهي عادة مستقرة. وتستخدم الأقواس المربعة في ترميز الغاز النبيل.

فعلى سبيل المثال، [He] يمثل التوزيع الإلكتروني للهيليوم $1s^2$ ، و [Ne] يمثل التوزيع الإلكتروني للنيون $1s^2 2s^2 2p^6$. قارن بين التوزيع الإلكتروني للنيون والصوديوم أعلاه. ولاحظ أن التوزيع الإلكتروني للمستويات الداخلية للصوديوم مماثل للتوزيع الإلكتروني للنيون. ويمكن أن تختصر التوزيع الإلكتروني للصوديوم باستخدام ترميز الغاز النبيل على النحو الآتي $[Ne] 3s^1$. ويوضح الجدول 1-7 التوزيع الإلكتروني لعناصر الدورة الثالثة بطريقتي الترميز الإلكتروني، وترميز الغاز النبيل.

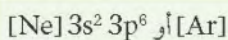
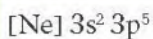
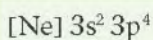
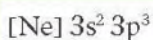
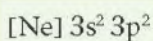
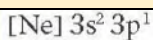
✓ **ماذا قرأت؟ وضح** كيف يُكتب ترميز الغاز النبيل لعنصر ما؟ وما ترميز الغاز النبيل للكالسيوم؟

جواب ماذا قرأت :

يتم استخدام الأقواس المربعة عند كتابة الترميز لتدل على توزيع إلكتروني مستقر لعنصر نبيل، ثم استكمال بقية التوزيع الإلكتروني للعنصر ;



التوزيع الإلكتروني لعناصر من 11 إلى 18			الجدول 1-7
العنصر/رمزه	العدد الذري	طريقة الترميز الإلكتروني	طريقة ترميز الغاز النبيل
الصوديوم Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	
المغنسيوم Mg	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	
الألمنيوم Al	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	
السليكون Si	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	
الفوسفور P	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	
الكبريت S	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	
الكلور Cl	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	
الأرجون Ar	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	

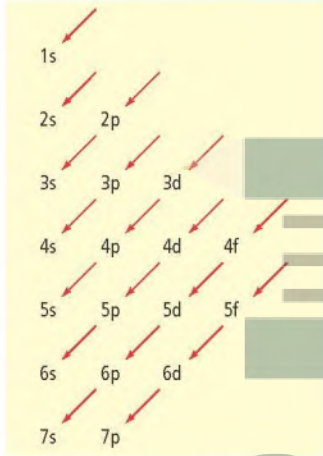


استثناءات التوزيع الإلكتروني يمكن استخدام رسم أوفباو في كتابة التوزيع الإلكتروني إلا أن هناك بعض العناصر التي تبدأ من الفاناديوم ذي العدد الذري 23 وما بعده. ولكن إذا استمرت في توزيع الإلكترونات بالطريقة نفسها فإن التوزيع الإلكتروني للكروم سيكون $[Ar] 4s^2 3d^4$ وللنحاس سيكون $[Ar] 4s^2 3d^9$ وهما غير صحيحين. أما التوزيع الإلكتروني الصحيح للكروم $[Ar] 4s^1 3d^5$ ، وللنحاس $[Ar] 4s^1 3d^{10}$. وتوضح التوزيعات الإلكترونية لهذين العنصرين - كما هو الحال لعناصر أخرى - حالة الاستقرار للمستويات نصف الممتلئة والممتلئة d و s.

استراتيجية حل المسألة

ملء مستويات الطاقة

تستطيع أن تكتب التوزيع الإلكتروني للحالة المستقرة لأي عنصر كيميائي باستخدام رسم المستويات الثانوية واتباع الأسهم.



1. ارسم شكل المستويات الثانوية على ورقة بيضاء.

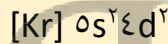
2. حدّد عدد إلكترونات ذرة واحدة من العنصر الذي تريد كتابة توزيعه الإلكتروني، علماً بأن عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة يساوي العدد الذري للعنصر.

3. ابدأ بالمستوى 1s، واتبع تسلسل أوفباو للمستويات، وفي أثناء تقدمك أضف الأسس التي تشير إلى عدد الإلكترونات في كل مستوى، واستمر في ذلك حتى يكون لديك مستويات كافية لاستيعاب العدد الكلي من الإلكترونات في ذرة العنصر.

4. طبّق ترميز الغاز النبيل.

طبق الاستراتيجية

اكتب التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة للزركونيوم Zr.



ترتيب ملء المستويات بالإلكترونات

مسائل تدريبية

21. اكتب التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر الآتية:

a. البروم Br

b. الأنتيمون Sb

c. التيربيوم Tb

d. الرينيوم Re

e. التيتانيوم Ti

22. تحتوي ذرة الكلور في الحالة المستقرة على سبعة إلكترونات في المستويات الفرعية لمستوى الطاقة الرئيس الثالث. ما عدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p الفرعية من إلكترونات التكافؤ السبعة؟ وما عدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p من الإلكترونات السبعة عشر الأصلية الموجودة في ذرة الكلور؟

23. عندما تتفاعل ذرة كبريت مع ذرات أخرى فإن إلكترونات مستوى الطاقة الثالث هي التي تشارك في التفاعل. ما عدد هذه الإلكترونات في ذرة الكبريت؟

24. عنصر توزيعه الإلكتروني في الحالة المستقرة $[Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^1$ ، وهو ينتمي إلى أشباه الموصلات، ويستخدم في صناعة سبائك عدة. ما هذا العنصر؟

25. تحفيز تحتوي ذرة عنصر في حالتها المستقرة إلكترونين في مستوى الطاقة الرئيس السادس. اكتب التوزيع الإلكتروني لهذا العنصر باستخدام ترميز الغاز النبيل، وحدد العنصر.

21. اكتب التوزيع الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر الآتية:

- a. البروم Br $[Ar]4s^23d^{10}4p^5$
b. الإسترانسيوم Sr $[Kr]5s^2$
c. الأنثيمون Sb $[Kr]5s^24d^{10}5p^3$
d. الرينيوم Re $[Xe]6s^24f^{14}5d^5$
e. التيربيوم Tb $[Xe]6s^24f^9$
f. التيتانيوم Ti $[Ar]4s^23d^2$

22. تحتوي ذرة الكلور في الحالة المستقرة على سبعة إلكترونات في المستويات الفرعية لمستوى الطاقة الرئيس الثالث. ما عدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p الفرعية من الإلكترونات السبعة الأصلية؟ وما عدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p من الإلكترونات السبعة عشر الأصلية الموجودة في ذرة الكلور؟

عدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p الفرعية من الإلكترونات السبعة الأصلية 5، وعدد الإلكترونات التي تشغل مستويات p من الإلكترونات السبعة عشر الأصلية الموجودة في ذرة الكلور 11.

23. عندما تتفاعل ذرة كبريت مع ذرات أخرى فإن إلكترونات مستوى الطاقة الثالث هي التي تشارك في التفاعل. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الكبريت في الحالة المستقرة؟

لذرة الكبريت التوزيع الإلكتروني $[Ne]3s^23p^4$ لذا توجد 6 إلكترونات في المستويات الثانوية في مستوى الطاقة الثالث لذرة الكبريت.

24. عنصر توزيعه الإلكتروني في الحالة المستقرة $[Kr]5s^24d^{10}5p^1$ ، وهو ينتمي إلى أشباه الموصلات، ويستخدم في صناعة سبائك عذّة. ما هذا العنصر؟

الإنديوم

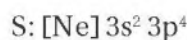
25. تحفيز تحتوي ذرة عنصر في حالتها المستقرة على إلكترونين في مستوى الطاقة الرئيس السادس. اكتب التوزيع الإلكتروني لهذا العنصر باستخدام ترميز الغاز النبيل، وحدد العنصر.

الباريوم $[Xe]6s^2$

الجلول
hulul.online

إلكترونات التكافؤ Valence Electrons

تحدد إلكترونات التكافؤ، الخواص الكيميائية للعنصر. وتعرف إلكترونات التكافؤ بأنها إلكترونات المستوى الخارجي للذرة (مستوى الطاقة الرئيس الأخير). فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الكبريت على 16 إلكترونًا، ستة منها فقط تحتل مستويات 3s و 3p الخارجية، وهي إلكترونات التكافؤ، كما هو موضح في التوزيع الإلكتروني الآتي:



وعلى الرغم من أن لذرة السيزيوم 55 إلكترونًا فإن لها إلكترون تكافؤ واحدًا، في المستوى 6s، كما هو موضح في التوزيع الإلكتروني الآتي:



التمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس) يمثل الكيميائيون عادة إلكترونات التكافؤ التي تشارك في تكوين الروابط الكيميائية باستخدام طريقة مختصرة، تسمى التمثيل النقطي للإلكترونات، وفيها يكتب رمز العنصر الذي يمثل نواة الذرة ومستويات الطاقة الداخلية، محاطًا بنقاط تمثل إلكترونات المستوى الخارجي جميعها. وقد اقترح الكيميائي الأمريكي لويس Lewis (1875-1946م) هذه الطريقة عندما كان يدرس مادة الكيمياء في الجامعة عام 1902م. وعند كتابة التمثيل النقطي للإلكترونات تمثل النقاط إلكترونات التكافؤ وتوضع نقطة واحدة في كل مرة على الجوانب الأربعة للرمز (دون مراعاة التسلسل)، ثم تكرر هذه العملية لتصبح النقاط في صورة أزواج حتى تُستخدم النقاط جميعها. يوضح الجدول 1-8 التوزيع الإلكتروني لعناصر الدورة الثانية في الحالة المستقرة بطريقتي الترميز الإلكتروني والتمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس).

الجدول 1-8 الترميز الإلكتروني والتمثيل النقطي للإلكترونات			العنصر/رمزه
التمثيل النقطي للإلكترونات	الترميز الإلكتروني	العدد الذري	
Li•	$1s^2 2s^1$	3	الليثيوم Li
•Be•	$1s^2 2s^2$	4	البريليوم Be
•B•	$1s^2 2s^2 2p^1$	5	البورون B
•C•	$1s^2 2s^2 2p^2$	6	الكربون C
•N•	$1s^2 2s^2 2p^3$	7	النيتروجين N
:O:	$1s^2 2s^2 2p^4$	8	الأكسجين O
:F:	$1s^2 2s^2 2p^5$	9	الفلور F
:Ne:	$1s^2 2s^2 2p^6$	10	النيون Ne

التمثيل النقطي للإلكترونات تحتوي بعض معاجين الأسنان على فلوريد القصدير، وهو مركب من القصدير والفلور. اكتب توزيع الإلكترونات للقصدير Sn؟ التمثيل النقطي للإلكترونات للقصدير Sn؟

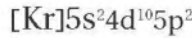
1 تحليل المسألة

بالرجوع إلى الجدول الدوري للعناصر، حدّد العدد الذري لعنصر القصدير، واكتب توزيعه الإلكتروني، وحدد عدد إلكترونات تكافئه، ثم استخدم قواعد التمثيل النقطي للإلكترونات لرسم التمثيل النقطي الإلكتروني له (تمثيل لويس).

2 حساب المطلوب

العدد الذري للقصدير 50، لذا تحتوي ذرة القصدير على 50 إلكترونًا.

اكتب التوزيع الإلكتروني للقصدير باستخدام ترميز



الغاز النبيل. أقرب غاز نبيل هو الكريبتون Kr

تمثل إلكترونات $5s^2$ و $5p^2$ إلكترونات التكافؤ الأربعة للقصدير.

ارسم أربعة إلكترونات حول رمز القصدير الكيميائي Sn لتوضيح التمثيل النقطي الإلكتروني للقصدير $\cdot\dot{S}n\cdot$.

3 تقويم الإجابة

تم استخدام الرمز الصحيح للقصدير Sn وقواعد التمثيل النقطي للإلكترونات بصورة صحيحة.

مسائل تدريبية

26. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات العناصر الآتية:

a. الماغنسيوم Mg

b. الثاليوم Tl

c. الزينون Xe

27. تحتوي ذرة عنصر على 13 إلكترونًا. ما هذا العنصر؟ وكم إلكترونًا يظهر في التمثيل النقطي للإلكترونات؟

28. تحفيز يحدث أن يكون عنصر في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي أحد العناصر الآتية:

الهيدروجين، أو الهيليوم، أو النيتروجين أو الأكسجين، أو الفلور، أو الكلور، أو النيون. ما هذا العنصر إذا علمت أن

التمثيل النقطي الإلكتروني له $\cdot\dot{X}\cdot$ ؟

التقويم 1-3

الخلاصة

يُسمى ترتيب الإلكترونات في الذرة التوزيع

الإلكتروني للذرة.

يُحدّد التوزيع الإلكتروني للذرة بمبدأ

أوفباو، ومبدأ باولي، وقاعدة هوند.

يُحدّد إلكترونات تكافؤ العنصر خواصه

الكيميائية.

يمكن تمثيل التوزيع الإلكتروني باستخدام

رسم مربعات المستويات، والترميز

الإلكتروني، وترميز الغاز النبيل.

29. **الفكرة الرئيسية** طبق مبدأ باولي، ومبدأ أوفباو، وقاعدة هوند، لكتابة التوزيع

الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:

a. السليكون Si b. الفلور F c. الكالسيوم Ca d. الكريبتون Kr.

30. عرّف إلكترونات التكافؤ.

31. ارسم تسلسل ملء المستويات الفرعية الخمسة للمستوى الثانوي d بعشرة إلكترونات.

32. التوسع عنصر لم يعرف بعد ولكن إلكتروناته تملأ المستويات الفرعية

للمستوى الثانوي 7p. ما عدد إلكترونات ذرة هذا العنصر؟ اكتب توزيعه

الإلكتروني باستخدام ترميز الغاز النبيل.

33. تفسير الرسوم العلمية ما التمثيل النقطي لإلكترونات ذرة السيليونيوم؟ فسّر إجابتك.

a. $\cdot\dot{S}e:$ b. $\cdot\ddot{S}e\cdot$ c. $\cdot\ddot{S}e\cdot$ d. $\cdot\ddot{S}i\cdot$

26. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات العناصر الآتية:

a. Mg

b. Tl

c. Xe

27. تحتوي ذرة عنصر على 13 إلكترونًا. ما هذا العنصر؟ وكم إلكترونًا يظهر في التمثيل النقطي للإلكترونات؟

الألمنيوم؛ 3 إلكترونات.

28. تحفيز يُحتمل أن يكون عنصر في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي أحد العناصر الآتية: الهيدروجين، أو الهيليوم، أو النيتروجين، أو الأكسجين، أو الفلور، أو النيون. ما هذا العنصر إذا علمت أن التمثيل النقطي الإلكتروني له $X \cdot$ ؟

الهيليوم He

التقويم 3 - 1

32. التوسع عنصر لم يُعرف بعد ولكن إلكتروناته تملأ المستويات

الفرعية للمستوى الثاني 7p. ما عدد إلكترونات ذرة هذا العنصر؟ اكتب توزيعه الإلكتروني باستخدام ترميز الغاز النبيل.

يجب أن يحتوي هذا العنصر على عدد من الإلكترونات يزيد على عدد إلكترونات عنصر الرادون Rn الذي يحتوي على 86 إلكترونًا ليملاً،

مدار 7s واحد (إلكترونين)

سبعة مدارات 5f (14 إلكترونًا)

خمسة مدارات 6d (10 إلكترونات)

ثلاثة مدارات 7p (6 إلكترونات)

مما يجعل العدد الكلي للإلكترونات 118

وتوزيعه الإلكتروني، $[Rn]7s^25f^{14}6d^{10}7p^6$

33. تفسير الرسوم العلمية ما التمثيل النقطي للإلكترونات ذرة السيليوم؟ فسر إجابتك.

a. $\cdot\ddot{Si}\cdot$ b. $\cdot\ddot{Si}\cdot$ c. $\cdot\ddot{Si}\cdot$ d. $\cdot\ddot{Si}\cdot$

الجواب الصحيح C؛ حيث يُظهر الخيار a ثلاثة مستويات تحتوي على إلكترونين. أما B فيُظهر مستوى واحدًا يحتوي على 3 إلكترونات. في حين يُظهر d رمزًا غير صحيح.

29. طبق مبدأ باولي، ومبدأ أوفباو، وقاعدة هوند، لكتابة التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية.

a. السيليكون Si: $1s^22s^22p^63s^23p^2$

b. الفلور F: $1s^22s^22p^5$

c. الكالسيوم Ca: $1s^22s^22p^63s^23p^4s^2$

d. الكريبتون Kr: $1s^22s^22p^63s^23p^4s^23d^{10}4p^6$

30. عزف إلكترونات التكافؤ.

31. ارسم تسلسل ملء المستويات الفرعية الخمسة للمستوى

الثاني d بعشرة إلكترونات، مستخدمًا قاعدة هوند.

تشغل الإلكترونات المفردة في اتجاه الدوران نفسه المستويات

31. ارسم تسلسل ملء المستويات الفرعية الخمسة للمستوى

الثاني d بعشرة إلكترونات، مستخدمًا قاعدة هوند.

تشغل الإلكترونات المفردة في اتجاه الدوران نفسه المستويات

التالي هذه العملية.

31. ارسم تسلسل ملء المستويات الفرعية الخمسة للمستوى

الثاني d بعشرة إلكترونات، مستخدمًا قاعدة هوند.

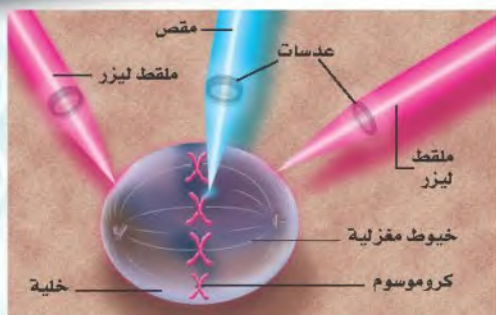
تشغل الإلكترونات المفردة في اتجاه الدوران نفسه المستويات

التساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية ذات

اتجاه الدوران المعاكس المستويات نفسها. ويوضح الجدول

التالي هذه العملية.

↑					1 إلكترون
↑	↑				2 إلكترون
↑	↑	↑			3 إلكترون
↑	↑	↑	↑		4 إلكترون
↑	↑	↑	↑	↑	5 إلكترون
↑↓	↑	↑	↑	↑	6 إلكترون
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	7 إلكترون
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	8 إلكترون
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	9 إلكترون
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	10 إلكترون



الشكل 2 تستطيع أشعة الليزر الأصغر اختراق العضيات الموجودة داخل الخلايا الحية.

الليزر والسرطان أين يستخدم العلماء هذه الملاقط الصغيرة؟ تقوم مجموعة من العلماء باستخدامها لدراسة عضيات الخلية الصغيرة. فهم يدرسون القوى التي تبذلها الخيوط المغزلية وتجمع الأنبيبات الدقيقة التي تنسق انقسام الخلية. فترشد هذه الخيوط المغزلية الكروموسومات المنسوخة إلى الجوانب المتعاكسة من الخلية، وهو دور رئيس في انقسام الخلية. وعلى أي حال لا يعرف العلماء تمامًا كيف تقوم هذه الخيوط المغزلية بوظيفتها.

استخدمت مقصات الليزر الصغيرة لقطع أجزاء من الكروموسومات خلال عملية انقسام الخلايا. واستخدمت ملاقط الليزر بعد ذلك لتحريك القطع داخل الخلية وحول الخيوط المغزلية، كما في الشكل 2. وبمعرفة القوة التي تمسك بها الملاقط الكروموسومات يستطيع العلماء قياس القوة المقابلة التي تبذلها الخيوط المغزلية. ويأمل العلماء أن يعرفوا كيف تعمل الخيوط المغزلية خلال عملية انقسام الخلية، مما يساعدهم على معرفة الأمراض المرتبطة مع انقسام الخلية، ومنها السرطان الذي تنقسم فيه الخلايا بصورة غير قابلة للتحكم.

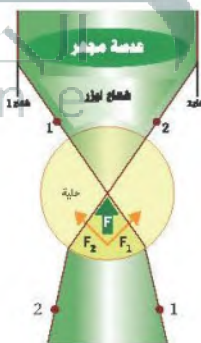
التقنية 2 الكيمياء

أشعة الليزر يستخدم الليزر في أنواع متعددة من الأجهزة المستعملة في الحياة اليومية. أبحث عن الأنواع المختلفة من الليزر التي نستخدمها في حياتنا، وتعرف نوع الضوء الذي يستخدمه كل جهاز. ثم لخص نتائج البحث في دفتر العلوم.

ملاقط الليزر

يستطيع العلماء الإمساك بخلية واحدة باستعمال ملاقط تختلف عن المتعارف عليها؛ إذ تتكون هذه الملاقط من حزم متي ليزر يمكنها التقاط الأشياء الصغيرة جدًا، ومنها الخلايا والذرات المفردة. ولعلك سمعت عن استخدام الليزر في قطع الأشياء؛ إذ تستخدم مقصات الليزر في بعض العمليات الجراحية. ولكن من المثير للدهشة أن الليزر يمكنه الإمساك بالخلايا الحية والأجسام الصغيرة دون إتلافها. فكيف تتمكن حزم الضوء من تثبيت الأشياء في أماكنها؟

الإمساك باستخدام الضوء عند مرور الأشعة الضوئية من خلال خلية ما فإنها تغير من اتجاهها قليلًا، وهذا مشابه لكيفية انحناء أشعة الضوء عند مرورها بوسط مائي، كحوض السمك مثلاً. وعندما تنحني أشعة الضوء تبذل قوة صغيرة جدًا لا تؤثر في الأجسام الكبيرة مثل حوض السمك، ولكن الخلايا الصغيرة تستجيب لهذه القوة. وإذا تم توجيه أشعة الضوء في الاتجاه الصحيح أمكنها عندئذ تثبيت جسم صغير في مكانه، كما في الشكل 1.



الشكل 1 تنحني الحزمة الضوئية في أثناء مرور أشعة الليزر من خلال الخلية، وتبذل الحزمة قوة صغيرة على الخلية تعمل في الاتجاه المعاكس، وتثبت هذه القوة الخلية في مكانها.

الفكرة العامة: للإلكترونات ذرات كل عنصر ترتيب خاص.

1-1 الضوء وطاقة الكم

المفاهيم الرئيسية

- تعرف الموجات بأطوالها الموجية وتردداتها وسعاتها وسرعاتها.

$$c = \lambda \nu$$

- تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ بسرعة الضوء.
- للموجات الكهرومغناطيسية صفات كل من الموجة والجسيم.
- تمتص المادة الطاقة وتبعثها بمقدار يُعرف بالكم.

$$E_{\text{كم}} = h\nu$$

- يُنتج الضوء الأبيض طيفاً متصلاً، في حين يتألف طيف الانبعاث للعنصر من سلسلة خطوط ملونة ومنفصلة.

الفكرة الرئيسية: للضوء - وهو نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي - طبيعة ثنائية موجية وجسيمية.

المفردات

- السعة
- طيف الانبعاث الذري
- الإشعاع الكهرومغناطيسي
- الطيف الكهرومغناطيسي
- التردد
- التأثير الكهروضوئي
- الفوتون
- الكم

1-2 نظرية الكم والذرة

المفاهيم الرئيسية

- يربط نموذج بور للذرة طيف انبعاث الهيدروجين بانتقال الإلكترونات من مستويات طاقة عليا إلى مستويات طاقة منخفضة.

- تربط معادلة دي بروي بين طول موجة الجسيم وكتلته والتردد وثابت بلانك.

$$\lambda = h/mv$$

- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي للذرة أن للإلكترونات خواص موجية.
- تحتل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد تُسمى المستويات الفرعية.

الفكرة الرئيسية: تساعدك الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة.

المفردات

- حالة الاستقرار
- العدد الكمي
- مبدأ هايزنبرج للشك
- النموذج الميكانيكي الكمي للذرة
- مستوى الطاقة
- مستوى الطاقة الفرعي
- مستوى الطاقة الرئيسي
- مستوى الطاقة الثانوي

1-3 التوزيع الإلكتروني

المفاهيم الرئيسية

- يُسمى ترتيب الإلكترونات في الذرة التوزيع الإلكتروني للذرة.

- يحدد التوزيع الإلكتروني بالاعتماد على مبدأ أوفباو، ومبدأ باولي، وقاعدة هوند.

- تحدد إلكترونات التكافؤ الخواص الكيميائية للعنصر.

- يمكن تمثيل التوزيع الإلكتروني باستخدام رسم مربعات المستويات، والترميز الإلكتروني، وترميز الغاز النبيل.

الفكرة الرئيسية: يحدد التوزيع الإلكتروني في الذرة باستخدام ثلاث قواعد.

المفردات

- التوزيع الإلكتروني
- مبدأ أوفباو
- مبدأ باولي
- إلكترونات التكافؤ
- التمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس)
- قاعدة هوند

إتقان حل المسائل

1-1

إتقان المفاهيم

34. عرّف المصطلحات الآتية:

- a. التردد
b. الطول الموجي
c. الكم
d. الحالة المستقرة

35. رتب الأنواع الآتية من الإشعاعات الكهرومغناطيسية تصاعدياً حسب الطول الموجي:

- a. الضوء فوق البنفسجي
b. الميكروويف
c. موجات الراديو
d. الأشعة السينية

36. ما الذي تعنيه عبارة "أشعة جاما لها تردد $2.88 \times 10^{21} \text{ Hz}$ "؟

37. ما المقصود بالتأثير الكهروضوئي؟

38. مصباح النيون كيف يختلف الضوء المنبعث من مصباح نيون عن ضوء الشمس؟

39. وضح مفهوم بلانك لكم من حيث علاقته باكتساب المادة للطاقة أو فقدها.

40. كيف وضح أينشتاين التأثير الكهروضوئي؟

41. قوس المطر اذكر فرقين بين الموجات الكهرومغناطيسية الحمراء والخضراء في قوس المطر.

42. درجة الحرارة ماذا يحدث للضوء المنبعث من جسم ساخن ومشع كلما ازدادت درجة حرارته؟

43. اذكر ثلاث خصائص لم يستطع النموذج الموجي للضوء تفسيرها، بسبب طبيعتها الجسيمية.

44. كيف تشابه موجات الراديو والموجات فوق البنفسجية وكيف تختلف؟



الشكل 1-19

45. الإشعاع استخدم الشكل 1-19 لتحديد الأنواع الآتية من الإشعاع.

- a. إشعاع بتردد $8.6 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$
b. إشعاع بطول موجي 4.2 nm
c. إشعاع بتردد 5.6 MHz
d. إشعاع ينتقل بسرعة $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

46. ما الطول الموجي للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي تردده $5.00 \times 10^{12} \text{ Hz}$ وما نوع هذا الإشعاع؟

47. ما تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي طوله الموجي $3.33 \times 10^{-8} \text{ m}$ وما نوع هذا الإشعاع؟

48. ما سرعة الموجة الكهرومغناطيسية التي ترددها $1.33 \times 10^{17} \text{ Hz}$ وطول موجتها 2.25 nm ؟

49. ما طاقة فوتون من الضوء الأحمر تردده $4.48 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ؟



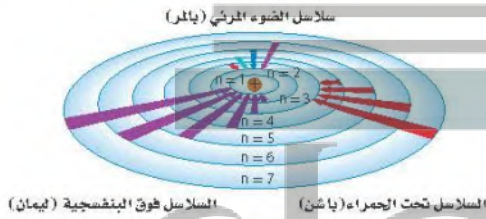
الشكل 1-20

50. الزئبق يظهر في الشكل 1-20 طيف الانبعاث الذري للزئبق. قدر الطول الموجي للخط البرتقالي. ما تردده؟ وما طاقة الفوتون لهذا الخط المنبعث من ذرة الزئبق؟

51. ما طاقة الفوتون فوق البنفسجي الذي طول موجته $1.18 \times 10^{-8} \text{ m}$ ؟

52. فوتون يمتلك طاقة مقدارها $2.93 \times 10^{-25} \text{ J}$ ، فما تردده؟ وما نوع الإشعاع الكهرومغناطيسي لهذا الفوتون؟

60. ما الذي تمثله n في نموذج بور الذري؟
61. ما الفرق بين حالة الاستقرار وحالة الإثارة للذرة؟
62. ما اسم النموذج الذري الذي تُعامل فيه الإلكترونات على أنها موجات؟ ومن أول من كتب معادلات موجة الإلكترون التي أدت إلى هذا النموذج؟
63. ما المقصود بالمستوى الفرعي؟
64. ما الذي ترمز إليه n في النموذج الميكانيكي الكمي للذرة؟
65. انتقال الإلكترون اعتماداً على نموذج بور الموضح في الشكل 1-22 ما نوع انتقالات الإلكترون التي تنتج سلاسل فوق بنفسجية في سلسلة ليمان لذرة الهيدروجين؟



الشكل 1-22

66. ما عدد مستويات الطاقة الثانوية في المستويات الثلاثة الرئيسة الأولى للطاقة في ذرة الهيدروجين؟
67. ما عدد المستويات الفرعية في المستوى الثاني d؟
68. ما وجه التشابه بين مستويات الطاقة الفرعية في مستوى الطاقة الثانوي؟
69. ما اتجاهات المستويات الفرعية الخمسة المرتبطة في المستوى الثانوي d؟
70. ما أقصى عدد يمكن أن يسعه المستوى الفرعي من الإلكترونات؟
71. صف الاتجاهات النسبية للمستويات الفرعية المرتبطة في المستوى الثانوي $2p$.
72. ما عدد الإلكترونات التي يمكن أن توجد في جميع المستويات الفرعية للمستوى الرئيس الثالث للطاقة في ذرة الأرجون؟

53. فوتون يمتلك طاقة مقدارها $1.10 \times 10^{-13} \text{ J}$ ، فما طول موجته؟ وما نوع الإشعاع الكهرومغناطيسي لهذا الفوتون؟
54. السفينة الفضائية ما الوقت الذي تحتاج إليه إشارة الراديو من سفينة الفضاء فويجر حتى تصل الأرض إذا كانت المسافة بين فويجر والأرض $2.72 \times 10^9 \text{ km}$ ؟
55. موجات الراديو إذا كانت محطة إذاعة FM تبث على تردد 104.5 MHz ، فما الطول الموجي لإشارة المحطة بالأمتار؟ وما طاقة الفوتون لهذه المحطة؟
56. بلاتين ما أقل تردد للضوء الذي يتطلبه إرسال فوتون إلكترون واحد من ذرات البلاتين والتي تحتاج على الأقل إلى $(9.08 \times 10^{-19} \text{ J/photon})$ ؟

57. جراحة العين يستخدم ليزر فلوريد الأرجون (ArF) في بعض جراحات تصحيح العين والذي يبعث إشعاعاً كهرومغناطيسياً طول موجته 193.3 nm فما تردد إشعاع ليزر ArF؟ وما طاقة كم واحد من هذا الإشعاع؟



الشكل 1-21

58. الهيدروجين إذا كان طول موجة خط واحد في طيف انبعاث الهيدروجين 486 nm ، فاستعن بالشكل أعلاه على تحديد لون الخط وتردده؟

1-2

إتقان المفاهيم

59. اعتماداً على نموذج بور، كيف تتحرك الإلكترونات في الذرات؟

80. ما عدد الإلكترونات التي تظهر في التمثيل النقطي للإلكترونات لذرات العناصر الآتية؟

- a. الكربون
b. اليود
c. الكالسيوم
d. الجاليوم

81. ما المبادئ الثلاثة أو القواعد التي يجب اتباعها عند كتابة التوزيع الإلكتروني لذرة عنصر ما؟

82. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات الأكسجين والكبريت، بطريقة الترميز الإلكتروني.

إتقان حل المسائل ((استعن بالجدول الدوري عند الحاجة للحصول على الأعداد الذرية للعناصر))

83. اكتب تسلسل أوفباو للمستويات من 1s إلى 7p.

84. اكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر الآتية بطريقتي الترميز الإلكتروني ورسم مربعات المستويات:

- a. البيريليوم
b. الألومنيوم
c. النيتروجين
d. الصوديوم

85. استخدم ترميز الغاز النبيل لكتابة التوزيع الإلكتروني للعناصر الآتية:

- a. Zr
b. Pb
c. Kr
d. P

86. حدد العنصر الذي يُمثل بالتوزيع الإلكتروني الآتي:

- a. $1s^2 2s^2 2p^5$
b. $[Ar] 4s^2$
c. $[Xe] 6s^2 4f^4$
d. $[Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^4$
e. $[Rn] 7s^2 5f^{13}$
f. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

73. كيف يصف النموذج الميكانيكي الكمي مسار الإلكترونات في الذرة؟

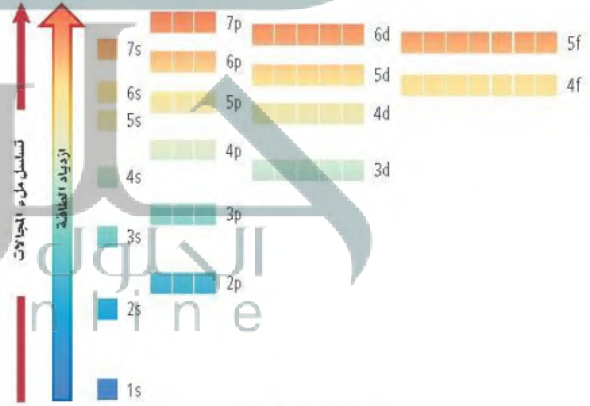
74. لماذا يكون من المستحيل لنا أن نعرف بدقة سرعة الإلكترون وموقعه في الوقت نفسه؟

1-3

إتقان المفاهيم

75. ما تسلسل ملء الإلكترونات في المستويات الفرعية للمستوى الثانوي؟

76. الروبيديوم وضَّح باستخدام الشكل 1-23، لماذا يشغل إلكترون واحد في ذرة الروبيديوم مستوى 5s بدلاً من 4d أو 4f؟



الشكل 1-23

77. ما إلكترونات التكافؤ؟ وكم إلكترون تكافؤ في ذرة الماغنسيوم من الإلكترونات الاثني عشر التي تحتويها؟

78. إن للضوء طبيعة مزدوجة (موجة - جسيم). فماذا تعني هذه الجملة؟

79. صف الفرق بين الكم والفوتون.

44

تقويم إضافي

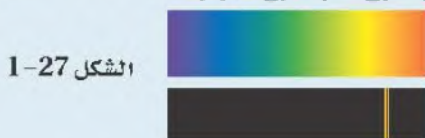
التقابة في الكيمياء

103. لوحات النيون: لعمل لوحات نيون تبعث ألواناً مختلفة، يملأ المصنعون اللوحات بغازات غير النيون. اكتب مقالة تعبر فيها عن استخدام الغازات في لوحات النيون والألوان التي تنتجها تلك الغازات.

104. نموذج رذرفورد: تخيل أنك عالم في أوائل القرن العشرين، وقد علمت بتفاصيل النموذج الذري الجديد المقترح من الفيزيائي البريطاني أرنست رذرفورد. بعد تحليلك لهذا النموذج وضح أهم نقاط الضعف التي تعتقد أنه يتضمنها، ثم اكتب رسالة موجهة إلى رذرفورد تعبر فيها عن اهتمامك بنموذجه، مستخدماً رسوماً وأمثلة على عناصر محددة لمساعدتك على إظهار وجهة نظرك.

أسئلة المستندات

عند تبخر فلز الصوديوم في أنبوب التفريغ ينتج خطان متقاربان، أحدهما أصفر والأخر برتقالي. ولأن أنابيب بخار الصوديوم فعالة كهربائياً فإنها تستخدم على نطاق واسع في الإضاءة خارج المنازل، كما في إنارة الشوارع، وأضواء (التحذير) الأمن. يبين الشكل 1-27 الطيف المرئي وطيف الانبعاث للصوديوم.



الشكل 1-27

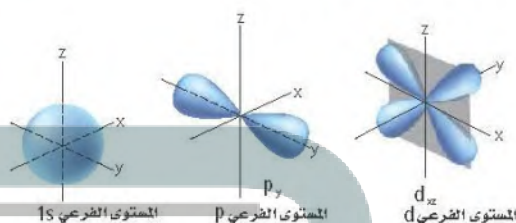
105. ما الفرق بين الطيفين في الشكل أعلاه؟

106. يشع الصوديوم خطين طولاهما 588.9590 nm و 589.9524 nm على الترتيب. اكتب التوزيع الإلكتروني الأكثر استقراراً للصوديوم. ما علاقة التوزيع الإلكتروني للصوديوم بالخطوط؟

107. احسب طاقات الفوتونات المرتبطة بالخطين، مستخدماً المعادلات: $E = hc/\lambda$, $c = \lambda\nu$, $E = h\nu$

التفكير الناقد

99. صف أشكال المستويات الفرعية الموضحة في الشكل 1-26، وحدد اتجاهاتها.



الشكل 1-26

100. استنتج تخيل أنك تعيش في عالم ينص فيه مبدأ باولي على أن ثلاثة إلكترونات على الأكثر، وليس اثنين، قد تكون في كل مستوى طاقة فرعي. اشرح الخواص الكيميائية الجديدة لعناصر الليثيوم والفوسفور.

مراجعة تراكمية

101. حدد ما إذا كانت كل جملة تصف خاصية كيميائية أو خاصية فيزيائية.

- الرئيق سائل عند درجة حرارة الغرفة.
- السكروز صلب، أبيض بلوري.
- يصدأ الحديد عندما يتعرض للهواء الرطب.
- يحترق الورق عندما يشتعل.

102. إذا كان العدد الذري لذرة الجادولينيوم 64، وعددها الكتلي 153 فما عدد كل من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات التي توجد فيها؟

4. ما مجموع الإلكترونات التي يمكن أن توجد في المستوى

الثاني السابق؟

- a. 2
- b. 3
- c. 6
- d. 8

5. ما أكبر عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في مستوى

الطاقة الرئيس الخامس للذرة؟

- a. 10
- b. 20
- c. 25
- d. 50

استخدم البيانات في الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة

من 6 إلى 8.

التوزيع الإلكتروني لمجموعة من العناصر الانتقالية			
التوزيع الإلكتروني	العدد الذري	رمز العنصر	العنصر
[Ar] 4s ² 3d ⁵	23	V	الفاناديوم
[Kr] 5s ² 4d ¹	39	Y	اليتريرم
[Xe] 6s ² 4f ⁴ 5d ⁶			
[Ar] 4s ² 3d ¹	21	Sc	السكانديوم
	48	Cd	الكاديوم

6. ما التوزيع الإلكتروني للحالة المستقرة لعنصر Cd

باستخدام ترميز الغاز النبيل؟

- a. [Kr] 4d¹⁰ 4f²
- b. [Ar] 4s² 3d¹⁰
- c. [Kr] 5s² 4d¹⁰
- d. [Xe] 5s² 4d¹⁰

أسئلة الاختيار من متعدد

1. الأشعة الكونية أشعة عالية الطاقة قادمة من الفضاء

الخارجي، ما تردد هذه الأشعة التي طولها الموجي

$2.67 \times 10^{-13} \text{ m}$ عندما تصل إلى الأرض؟ (سرعة

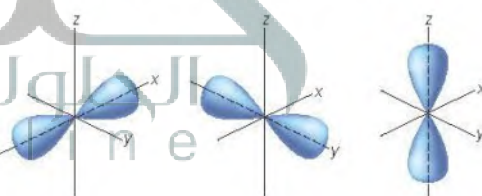
الضوء هي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- a. $8.90 \times 10^{-22} \text{ s}^{-1}$
- b. $3.75 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$
- c. $8.01 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
- d. $1.12 \times 10^{21} \text{ s}^{-1}$

2. أي مما يأتي يعبر عن التمثيل النقطي للإلكترونات الإنديوم؟

- a. In
- b. In.
- c. In.
- d. In.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 3، 4.



3. ما المستوى الثانوي الذي تنتمي إليه المستويات الفرعية

الموضحة في الشكل أعلاه؟

- a. s
- b. p
- c. d
- d. f

أسئلة الإجابات القصيرة

11. ما أكبر عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في

مستوى الطاقة الرئيس الرابع في الذرة؟

ادرس العبارة الآتية:

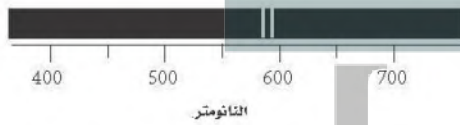
عنصر ممثل عدده الذري 13 يوجد في مستوى طاقته

الخارجي ثلاثة إلكترونات.

12. ما عدد المستويات الثانوية في مستويات الطاقة فيه.

13. ما عدد المستويات الفرعية في كافة مستويات الطاقة الثانوية فيه.

استخدم طيف الانبعاث الذري أدناه للإجابة عن السؤالين 14 و 15.



14. قَدِّر طول موجة الفوتون المنبعث من هذا العنصر.

15. احسب تردد الفوتون المنبعث من هذا العنصر.

أسئلة الإجابات المفتوحة

16. قارن بين المعلومات التي يمكن الحصول عليها من

التمثيل النقطي للإلكترونات والمعلومات التي يمكن

الحصول عليها من التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر.

17. وضح لماذا لا يمثل التوزيع $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4d^{10}$

$4p^2$ التوزيع الإلكتروني الصحيح للجermanيوم Ge؟

اكتب التوزيع الإلكتروني الصحيح له.

7. ما العنصر الذي له التوزيع الإلكتروني الآتي في الحالة

المستقرة $[Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^6$ ؟

a. La

b. Ti

c. W

d. Os

8. ما التوزيع الإلكتروني لذرة الإسكانديوم Sc؟

a. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$

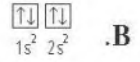
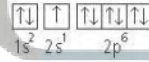
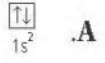
b. $1s^2 2s^2 2p^7 3s^2 3p^7 4s^2 3d^1$

c. $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^5 4s^2 3d^1$

d. $1s^2 2s^1 2p^7 3s^1 3p^7 4s^2 3d^1$

استخدم رسومات مربعات المستويات الموضحة أدناه للإجابة

عن السؤالين 9 و 10.



9. أي مما سبق يوضح رسماً لمربعات المستويات يخالف

مبدأ أوفباو؟

a. A

b. B

c. C

d. D

10. أي مما سبق يوضح رسم مربعات المستويات لعنصر

البريليوم؟

a. A

b. B

c. C

d. D

الفصل 1 مراجعة الفصل

1 - 1

إتقان المفاهيم

34. عرّف المصطلحات الآتية:

a. التردد

عدد الموجات التي تمرّ بنقطة معينة في الثانية الواحدة.

b. الطول الموجي

أقصر مسافة بين النقاط المتساوية على موجة متصلة.

- c. الكم
أقل كمية من الطاقة يمكن أن تحصل عليها الذرة أو تفقدها.
d. الحالة المستقرة
هي الحالة التي يكون فيها الإلكترون عند أقل طاقة ممكنة.
35. رتب الأنواع الآتية من الإشعاعات الكهرومغناطيسية تصاعدياً بحسب الطول الموجي:

a. الضوء فوق البنفسجي.

b. الميكروويف.

c. موجات الراديو.

d. الأشعة السينية.

d ثم a ثم b ثم c

36. ما الذي تعنيه عبارة "أشعة جاما لها تردد 2.88×10^{21} Hz"؟

هذا يعني أن 2.88×10^{21} موجة من أشعة جاما تعبر نقطة معينة في الثانية الواحدة.

37. ما المقصود بالتأثير الكهروضوئي؟

ظاهرة يبعث فيها الفلز الإلكترونات من سطحه عندما يسقط عليه ضوء له تردد كافٍ.

38. مصباح النيون كيف يختلف الضوء المنبعث من مصباح نيون عن ضوء الشمس؟

يتكون ضوء موجات النيون من ألوان مرئية معينة، في حين يتكون ضوء الشمس من طيف الألوان كاملة.

39. وضح مفهوم بلانك للكم من حيث علاقته باكتساب المادة للطاقة أو فقدها.

تستطيع المادة بحسب مبدأ بلانك، وعند تردد معين ν إطلاق الطاقة أو امتصاصها بكميات منفصلة فقط، وتسمى الكم، وهي مضاعفات أرقام كاملة من $h\nu$.

40. كيف وضح أينشتاين التأثير الكهروضوئي؟

اقترح أن يكون للفوتونات قيم دنيا أو حد معين، حتى تؤدي إلى إطلاق الفوتوالكترون.

41. قوس المطر اذكر فرقين بين الموجات الحمراء والخضراء في قوس المطر للأوجات الحمراء طول موجة أطول من موجات الضوء الأخضر، وتردد أقل.

42. درجة الحرارة ماذا يحدث للضوء المنبعث من جسم ساخن ومشح كلما ازدادت درجة حرارته؟

يتغير لون الضوء كلما حصل الجسم على طاقة أكبر.

43. اذكر ثلاث خصائص لم يستطع النموذج الموجي للضوء تفسيرها، بسبب طبيعتها الجسيمية.

لا يوضح نموذج الموجة التأثير الكهروضوئي، ولا يوضح طيف الانبعاث الذري، ولا يوضح لماذا تبعث المادة ترددات مختلفة للضوء عند درجات حرارة مختلفة.

44. كيف تتشابه موجات الراديو والموجات فوق البنفسجية؟ وكيف تختلف؟

ينتقل كلا النوعين من الموجات بالسرعة نفسها في الفراغ 3.00×10^8 m/s. وكلاهما لا يرى بالعين المجردة ويسببان إطلاق طاقة من المادة عند اصطدامه بها. وموجات الراديو لها طول موجة أطول، وتردد أقل من الموجات فوق البنفسجية.

إتقان حل المسائل

45. الإشعاع استخدم الشكل 19-1 لتحديد الأنواع الآتية من الإشعاع.



الشكل 19-1

a. إشعاع يتردد 8.6×10^{14} s⁻¹

تحت الحمراء.

b. إشعاع بطول موجي 4.2 nm

الأشعة السينية.

51.

ما طاقة الفوتون فوق البنفسجي الذي طوله موجته $1.18 \times 10^{-8} \text{ m}$ ؟

$$E_{\text{photon}} = h\nu = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (2.54 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}) = 1.68 \times 10^{-17} \text{ J}$$

52. فوتون له طاقة مقدارها $2.93 \times 10^{-25} \text{ J}$ ، فما تردده؟ وما نوع الإشعاع الكهرومغناطيسي لهذا الفوتون؟

$$\nu = \frac{E_{\text{photon}}}{h} = \frac{(2.93 \times 10^{-25} \text{ J})}{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})} = 4.42 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$$

موجة FM أو موجة TV.

53. فوتون له طاقة مقدارها $1.10 \times 10^{-13} \text{ J}$ ، فما طول موجته؟ وما نوع الإشعاع الكهرومغناطيسي لهذا الفوتون؟

$$\nu = \frac{E_{\text{photon}}}{h} = \frac{(1.10 \times 10^{-13} \text{ J})}{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})} = 1.66 \times 10^{20} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.66 \times 10^{20} \text{ s}^{-1})} = 1.81 \times 10^{-12} \text{ m}$$

الأشعة السينية أو أشعة جاما.

54. السفينة الفضائية ما الوقت التي تحتاج إليه إشارة الراديو من سفينة الفضاء فويجر حتى تصل إلى الأرض إذا كانت المسافة بين فويجر والأرض $2.72 \times 10^9 \text{ km}$ ؟

$$t = \frac{d}{c}, d = (2.72 \times 10^9 \text{ km}) \left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) = 2.72 \times 10^{12} \text{ m}$$

$$t = \frac{d}{c} = \frac{(2.72 \times 10^{12} \text{ m})}{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})} = 9070 \text{ s أو } 151 \text{ min}$$

c. إشعاع بتردد 5.6 MHz

راديو AM.

d. إشعاع ينتقل بسرعة $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

أي موجة كهرومغناطيسية.

46. ما الطول الموجي للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي تردده $5.00 \times 10^{12} \text{ Hz}$ وما نوع هذا الإشعاع؟

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(5.00 \times 10^{12} \text{ s}^{-1})} = 6.00 \times 10^{-5} \text{ m}$$

الأشعة تحت الحمراء.

47. ما تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي طوله الموجي $3.33 \times 10^{-8} \text{ m}$ وما نوع هذا الإشعاع؟

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(9.01 \times 10^{15} \text{ s}^{-1})} = 3.33 \times 10^{-8} \text{ m}$$

الأشعة فوق البنفسجية.

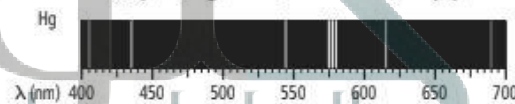
48. ما سرعة الموجة الكهرومغناطيسية التي ترددها $1.33 \times 10^{17} \text{ Hz}$ وطول موجتها 2.25 nm ؟

$$c = \lambda\nu = (2.25 \times 10^{-9} \text{ m}) (1.33 \times 10^{17} \text{ s}^{-1}) = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

49. ما طاقة فوتون من الضوء الأحمر تردده $4.48 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ؟

$$E_{\text{photon}} = h\nu = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (4.48 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 2.97 \times 10^{-19} \text{ J}$$

50. الزئبق يظهر في الشكل 1-20 طيف الانبعاث الذري للزئبق. قُدِّر الطول الموجي للخط البرتقالي. ما تردده؟ وما طاقة الفوتون لهذا الخط المنبعث من ذرة الزئبق؟



$$\lambda = 615 \text{ nm} = 6.15 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(6.15 \times 10^{-7} \text{ m})} = 4.88 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{\text{photon}} = h\nu = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (4.88 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 3.23 \times 10^{-19} \text{ J}$$

1.2

إتقان المفاهيم

59. اعتمادًا على نموذج بور، كيف تتحرك الإلكترونات في مستويات دائرية حول النواة؟
الذرات؟

تتحرك الإلكترونات في مستويات دائرية حول النواة.

60. ما الذي تمثله n في نموذج بور الذري؟

يحدد عدد الكم n مستوى الإلكترون.

61. ما الفرق بين حالة الاستقرار وحالة الإثارة للذرة؟

حالة استقرار الذرة هي الحالة الأقل طاقة. في حين أن أي

حالة طاقة أعلى من حالة الاستقرار تُعد حالة إثارة للذرة.

62. ما اسم النموذج الذري الذي تُعامل فيه الإلكترونات على

أنها موجات؟ ومن أول من كتب معادلات موجة الإلكترون

التي أدت إلى هذا النموذج؟

النموذج الميكانيكي الكمي للذرة، ويُعد العالم إيريون شرودنجر

Schrodinger أول من كتب معادلات موجة الإلكترون.

63. ما المقصود بالمستوى الذري؟

منطقة ثلاثية الأبعاد تصف موقع الإلكترون المحتمل حول

النواة.

64. ما الذي ترمز إليه n في النموذج الميكانيكي الكمي للذرة؟

يُمثل n عدد الكم الرئيسي، ويُعبر عن الحجم النسبي وطاقة

المستوى.

55. موجات الراديو إذا كانت محطة إذاعة FM تبث على تردد

104.5 MHz، فما الطول الموجي لإشارة المحطة بالأمتار؟

وما طاقة الفوتون لهذه المحطة؟

$$v = (104.5 \text{ MHz}) \left(\frac{10^6 \text{ Hz}}{1 \text{ MHz}} \right) = 1.045 \times 10^8 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{v} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.045 \times 10^8 \text{ s}^{-1})} = 2.87 \text{ m}$$

$$E_{\text{photon}} = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (1.045 \times 10^8 \text{ s}^{-1}) = 6.92 \times 10^{-26} \text{ J}$$

56. بلاتين ما أقل تردد للضوء الذي يتطلبه إرسال

فوتون إلكترون واحد من ذرات البلاتين والتي تحتاج

على الأقل إلى $(9.08 \times 10^{-19} \text{ J/photon})$ ؟

$$v = \frac{E_{\text{photon}}}{h} = \frac{(9.08 \times 10^{-19} \text{ J})}{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})} = 1.37 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

57. جراحة العين يُستخدم ليزر فلوريد الأرجون (ArF) في بعض

جراحات تصحيح العين، وهو يبعث إشعاعًا كهرومغناطيسيًا

طول موجته 193.3 nm. فما تردد إشعاع ليزر ArF؟ وما

طاقة كم واحد من هذا الإشعاع؟

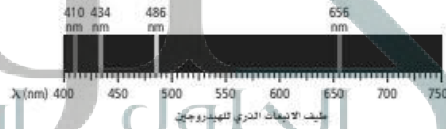
$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.933 \times 10^{-7} \text{ m})} = 1.55 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{\text{photon}} = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (1.55 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}) = 1.03 \times 10^{-18} \text{ J}$$

58. الهيدروجين إذا كان طول موجة خط واحد في طيف انبعاث

الهيدروجين 486 nm، فاستعن بالشكل 21-1 على تحديد

لون الخط وتردده؟



الشكل 21-1

لون الخط أزرق مخضر، وتردده $6.17 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(4.86 \times 10^{-7} \text{ m})} = 6.17 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

65. انتقال الإلكترون اعتماداً على نموذج بور الموضح في الشكل 1-22، ما نوع انتقالات الإلكترون التي تُنتج سلاسل فوق بنفسجية في سلسلة ليمان لذرة الهيدروجين؟



الشكل 1-22

تحدث سلسلة ليمان Lyman بسبب انتقال الإلكترون من مستويات بور عالية الطاقة إلى المستوى $n=1$.

66. ما عدد مستويات الطاقة الثانوية في المستويات الثلاثة الرئيسة الأولى للطاقة في ذرة الهيدروجين؟

لمستوى الطاقة الرئيس الأول مستوى ثانوي واحد، ومستوى الطاقة الرئيس الثاني مستويان ثانويان، ومستوى الطاقة الرئيس الثالث ثلاثة مستويات ثانوية، فيصبح المجموع - عندئذ - ستة مستويات فرعية.

67. ما عدد المستويات الفرعية في المستوى الثانوي d؟

عدد المستويات الفرعية في المستوى الثانوي d خمسة مستويات.

68. فيم تشابه المستويات الفرعية في المستويات الثانوية s, p, d, f ؟

تشابه في أشكالها.

69. ما اتجاهات المستويات الفرعية الخمسة المرتبطة في المستوى الثانوي d؟

$$xy, xz, yz, x^2 - y^2, z^2$$

70. ما أقصى عدد يمكن أن يسعّه المستوى الفرعي من الإلكترونات؟

71.

صف الانجاهات النسبية للمستويات

المستوى الثانوي $2p$ ؟

تقع على طول محاور الإحداثيات x, y, z ومستويات

الفرعية الثلاثة p متعامد بعضها على بعض.

72.

ما عدد الإلكترونات التي يمكن أن توجد في جميع المستويات الفرعية للمستوى الرئيس الثالث للطاقة في ذرة الأرجون؟

ثمانية إلكترونات.

73.

كيف يصف النموذج الميكانيكي الكمي مسار الإلكترونات في الذرة؟

لا يعطي النموذج الكمي أي وصف لمسارات الإلكترونات في الذرة.

74.

لماذا يكون من المستحيل لنا أن نعرف بدقة سرعة الإلكترون وموقعه في الوقت نفسه؟

لأنه من الصعب تحديد مسارات ثابتة للإلكترونات، وأن ما يمكن معرفته فقط هو المكان الذي يُحتمل أن يكون فيه الإلكترون

حول النواة.

1.3

إتقان المفاهيم

75.

ما تسلسل ملء الإلكترونات في المستويات الفرعية للمستوى الثانوي؟

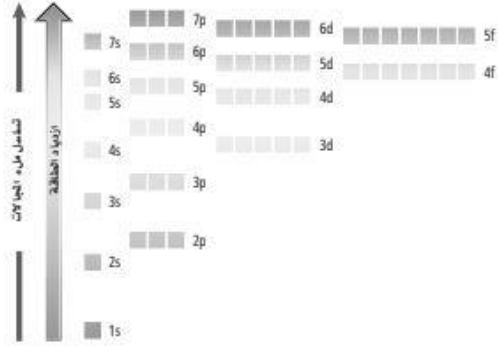
لا بُد أن يحتوي كل مستوى على إلكترون واحد قبل أن يدخله إلكترون آخر.

69. ما اتجاهات المستويات الفرعية الخمسة المرتبطة في المستوى الثانوي d؟

$$xy, xz, yz, x^2 - y^2, z^2$$

70. ما أقصى عدد يمكن أن يسعّه المستوى الفرعي من الإلكترونات؟

76. الروبيديوم وضح باستخدام الشكل 23-1، لماذا يشغل إلكترون واحد في ذرة الروبيديوم مستوى 5s بدلاً من 4d أو 4f؟



الشكل 23-1

لأن طاقة المستوى الفرعي المتعلقة بالمستوى 5s أقل من طاقة المستويات الفرعية المتعلقة بالمستوى 4d أو المستوى 4f.

77. ما إلكترونات التكافؤ؟ وكم إلكترون تكافؤ في ذرة الماغنسيوم من الإلكترونات الاثني عشر التي تحتوي عليها؟ هي إلكترونات مستويات الذرة الخارجية؛ وعددها 2.

78. للضوء طبيعة مزدوجة (موجة-جسيم). فماذا تعني هذه العبارة؟

يسلك الضوء سلوكًا مشابهًا للموجة في بعض الحالات ومشابهًا للجسيمات في حالات أخرى.

79. صف الفرق بين الكم والفوتون.

الكم هو أقل طاقة يمكن أن تفقدتها الذرة أو تكتسبها، في حين أن الفوتون جسيم يحمل طاقة مقدارها كم واحد.

80. ما عدد الإلكترونات التي تظهر في التمثيل النقطي للإلكترونات لذرات العناصر الآتية؟

- الكربون 4
- اليود 7
- الكالسيوم 2
- الجالسيوم 3

81.

ما المبادئ الثلاثة أو القواعد التي التوزيع الإلكتروني لذرات الأكسجين والكبريت بطريقة الترميز الإلكتروني.

82.

الأكسجين، $1s^2 2s^2 2p^4$ ، يحتوي رسم المربعات على خمسة صناديق؛ سهمان في كل من الصناديق الثلاثة الأولى، وسهم واحد في كل صندوق من الصندوقين الآخرين. أما الكبريت $[Ne] 3s^2 3p^4$ فيحتوي رسم المربعات على تسعة صناديق؛ سهمان في كل من الصناديق السبعة الأولى، وسهم واحد في كل صندوق من الصندوقين الآخرين.

إتقان حل المسائل

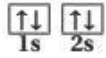
83. اكتب تسلسل أوفباو للمستويات من 1s إلى 7p.

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d,

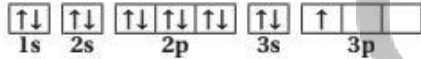
6p, 7s, 5f, 6d, 7p

84. اكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر الآتية بطريقتي الترميز الإلكتروني ورسم مربعات المستويات:

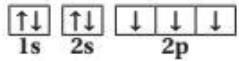
Be: $1s^2 2s^2$



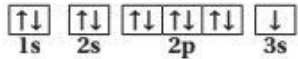
Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$



N: $1s^2 2s^2 2p^3$



Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



b. الألومنيوم

c. النيتروجين

d. الصوديوم

d. البوتاسيوم

e. الباريوم

85. استخدم ترميز الغاز النبيل لكتابة التوزيع الإلكتروني للعناصر الآتية:

Zr: [Kr] 5s²4d² a.

Pb: [Xe] 6s²4f¹⁴5d¹⁰6p² b.

Kr: [Ar] 4s²3d¹⁰4p⁶ c.

P: [Ne] 3s²3p³ d.

86. حدّد العناصر التي تُمثّل بالتوزيعات الإلكترونية الآتية:

F 1s²2s²2p⁵ a.

Ca [Ar]4s² b.

Nd [Xe]6s²4f⁴ c.

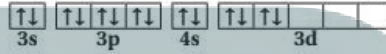
Te [Kr]5s²4f¹⁰5p⁴ d.

Md [Rn]7s²5f¹³ e.

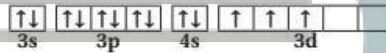
Br 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d¹⁰4p⁵ f.

87. أيّ رسوم مربعات المستويات في الشكل 1-24 صحيحة للذرة في حالة الاستقرار؟

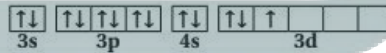
a.



b.



c.



d.



الشكل 1-24

(b)

88. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات ذرات العناصر الآتية:

a. الكربون



b. الزرنيخ



c. البولونيوم



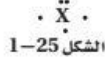
89. ما عدد المستويات الرئيسية الموجودة في ذرة البوتاسيوم؟ وما عدد المستويات الفرعية الممتلئة بصورة كاملة؟ وما عدد المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس n=4؟

18، 15، 4

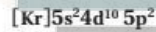
90. ما العنصر الذي قد يكون لذرة التمثيل النقطي للإلكترونات للحالة المستقرة والموضّحة في الشكل 1-25؟

a. المنجنيز
b. الأنتيمون
c. الكالسيوم
d. الساماريوم

(b)



91. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرة القصدير في الحالة المستقرة، باستخدام ترميز الغاز النبيل، وارسم تمثيلها النقطي للإلكترونات.



مراجعة عامة

92. ما أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في مستويات الطاقة في الذرات التي لديها أعداد الكم الرئيسية الآتية؟

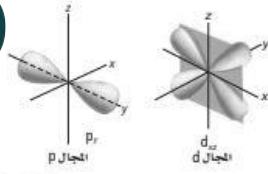
a. 3

b. 4

c. 6

d. 7

hü l u l . o n l i n e



الشكل 1-26

المستوى الفرعي s كروي ويرتبط بمستوى الطاقة الثانوي s.

أما المستوى الفرعي p_x في صورة فصوص موجية على طول

محور y، وهو جزء من مستوى الطاقة الثانوي p.

أما المستوى الفرعي d_{xy} في صورة فضين متعامدين يقعان في

المستوى xy، وترتبط بالمستوى الثانوي d.

100. استنتج تخيل أنك تعيش في عالم ينص فيه مبدأ باولي على أن ثلاثة إلكترونات على الأكثر، وليس اثنين، قد تكون في كل مستوى طاقة فرعي. اشرح الخواص الكيميائية الجديدة لعناصر الليثيوم والفسفور.

سيصبح كل من الليثيوم والفسفور غازاً نبيلاً، أما الليثيوم

فله التوزيع الإلكتروني $1s^3$ ويكون مشابهاً للهليوم $1s^2$ ، أما

الفسفور فله التوزيع الإلكتروني $1s^3 2s^2 2p^9$ ويكون مشابهاً

للنيون $1s^2 2s^2 2p^6$.

مراجعة تراكمية

101. حدّد الجمل الآتية التي تصف خاصية كيميائية أو فيزيائية:

a. الزئبق سائل عند درجة حرارة الغرفة. خواص فيزيائية

b. السكر صلب، أبيض بلوري. خواص فيزيائية

c. يصدأ الحديد عندما يتعرض للهواء

الرطب. خواص كيميائية

d. يحترق الورق عندما يشتعل. خواص كيميائية

102. إذا كان العدد الذري لذرة الجادولينيوم 64، وعددها الكتلي

153، فما عدد كل من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات

التي توجد فيها؟

64 إلكترونًا، 64 بروتونًا، 89 نيوترونًا.

93. ما عدد الاتجاهات المحتملة للمستويات الفرعية المتعلقة

في كل مستوى ثانوي مما يأتي:

a. s 1

b. p 3

c. d 5

d. f 7

94. أي العناصر الآتية لديها إلكترونان فقط في تمثيلها النقطي:

الهيدروجين، الهيليوم، الليثيوم، الألومنيوم، الكالسيوم، الكوبالت، البروم، الكربون، الباريوم؟

الهيليوم، الكالسيوم، الكوبالت، الباريوم.

95. أي انتقال للإلكترون عبر المدارات يُنتج خطاً أخضر-أزرق

في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين بحسب نموذج بور للذرة؟

$n = 4 \rightarrow n = 2$

96. الخارصين، تحتوي ذرة الخارصين على 18 إلكترونًا في

المستويات 3s و 3p و 3d. فلماذا يظهر في تمثيلها النقطي

للإلكترونات نقطتان فقط؟

النقطتان هما إلكترونات تكافؤ المستوى 4s في الذرة.

97. أي عنصر له التوزيع الإلكتروني الممثل بترميز الغاز النبيل

$[Rn]7s^1$ ؟

الفرانسيوم

98. كيف وضح بور طيف الانبعاث الذري؟

اقترح بور أن الذرات تبعث ضوءاً لها أطوال موجية وطاقات

معينة عندما تنتقل الإلكترونات من مستويات عالية الطاقة

إلى مستويات منخفضة الطاقة.

التفكير الناقد

99. صف أشكال المستويات الفرعية الموضحة في الشكل

1-26، وحدد اتجاهاتها.

103. لوحات النيون، لعمل لوحات نيون تبعث ألواناً مختلفة، يملأ المصنعون اللوحات بغازات غير النيون. اكتب مقالة تُعبّر فيها عن استخدام الغازات في لوحات النيون والألوان التي تُنتجها تلك الغازات.

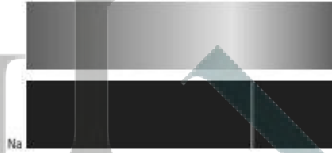
قد تشمل إجابات الطلاب العناصر والألوان الآتية، الهيليوم (أصفر)، النيون (برتقالي - أحمر)، الصوديوم (أصفر)، الأرجون (لافتندر)، الكريبتون (أبيض)، الزينون (أزرق).

104. نموذج رذرفورد، تخيل أنك عالمٌ في أوائل القرن العشرين، وقد علمت بتفاصيل النموذج الذري الجديد المقترح من الفيزيائي البريطاني إرنست رذرفورد. بعد تحليلك لهذا النموذج ووضّح أهم نقاط الضعف التي تعتقد أنه يتضمنها، ثم اكتب رسالة موجهة إلى رذرفورد تُعبّر فيها عن اهتمامك بنموذجه، مستخدماً رسوماً وأمثلة على عناصر محدّدة لمساعدتك على إظهار وجهة نظرك.

ستتنوع الإجابات.

أسئلة المستندات

عند تبخر فلز الصوديوم في أنبوب التفريغ يُنتج خطّان متقاربان، أحدهما أصفر والآخر برتقالي. ولأن أنابيب بخار الصوديوم فعالة كهربائياً فإنها تُستخدم على نطاق واسع في الإضاءة خارج المنازل، كما في إنارة الشوارع، وأضواء (التحذير) الآمن. يُبين الشكل 1-27 الطيف المرئي وطيف الانبعاث للصوديوم.



الشكل 1-27

105. ما الفرق بين الطيفين في الشكل أعلاه.

أحدهما يوضّح ألوان الطيف المرئي جميعها، أما الآخر فيوضّح ألواناً محدّدة منبعثة من ذرات الصوديوم ويُعرف بطيف الانبعاث الذري للصوديوم.

106.

يُشعّ الصوديوم خطين طولاهما

و 589.9524 nm على الترتيب. اكتب

الأكثر استقراراً للصوديوم. ما علاقة التوزيع الإلكتروني

للصوديوم بالخطوط؟

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. يظهر الخطّان عندما تنتقل الإلكترونات من المدار

من حالة أكثر إثارة تكون فيها الطاقة أعلى إلى حالة تكون

فيها طاقة أقل. ويحدث هذا عندما تنتقل الإلكترونات من

مستويات طاقة أعلى إلى مستويات طاقة أدنى.

107. احسب طاقة الفوتونات المرتبطة بالخطّين، مستخدماً المعادلات التالية.

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda}; c = \lambda v; E_{\text{photon}} = h v$$

$$E_1 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(5.89590 \times 10^{-7} \text{ m})} = 3.38 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_2 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(5.89524 \times 10^{-7} \text{ m})} = 3.37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

اختبار مُقنّن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. الأشعة الكونية أشعة عالية الطاقة قادمة من الفضاء الخارجي، ما تردد هذه الأشعة التي طولها الموجي $2.67 \times 10^{-13} \text{ m}$ عندما تصل إلى الأرض؟ (سرعة الضوء هي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- a. $8.90 \times 10^{-22} \text{ s}^{-1}$ c. $8.01 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
b. $3.75 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$ d. $1.12 \times 10^{21} \text{ s}^{-1}$

(d)

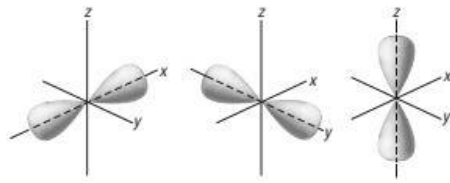
$$c = \lambda v \rightarrow v = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})}{(2.67 \times 10^{-13} \text{ m})} = 1.12 \times 10^{21} \text{ s}^{-1}$$

2. أي ممّا يأتي يُعبّر عن التمثيل التقني لإلكترونات الإنديوم؟

- a. In c. In
b. In d. In

(c)

4. استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 3 و 4.
6. ما التوزيع الإلكتروني للحالة المستقرة لـ Sc؟
ترميز الغاز النبيل؟



3. ما المستوى الثانوي الذي تنتمي إليه المستويات الفرعية الموضحة في الشكل أعلاه؟

- a. s
b. p
c. d
d. f

4. ما مجموع الإلكترونات التي يمكن أن توجد في المستوى الثانوي السابق؟

- a. 2
b. 3
c. 6
d. 8

- a. [Kr]4d¹⁰4f²
b. [Ar]4s²3d¹⁰
c. [Kr]5s²4d¹⁰
d. [Xe]5s²4d¹⁰

7. ما العنصر الذي له التوزيع الإلكتروني الآتي في الحالة المستقرة [Xe]6s²4f¹⁴5s⁶؟

- a. La
b. Ti
c. W
d. Os

8. ما التوزيع الإلكتروني لذرة الإسكانديوم Sc؟

- a. 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d¹
b. 1s²2s²2p⁷3s²3p⁷4s²3d¹
c. 1s²2s²2p⁶3s²3p⁵4s²3d¹
d. 1s²2s²2p⁷3s¹3p⁷4s²3d¹

استخدم رسوم مربعات المستويات الموضحة أدناه للإجابة عن السؤالين 9 و 10:

C	↑↓	↑↓	↑↑↑↑
1s ²	2s ²	2p ³	
D	↑↓	↑	↑↓↑↓↑↓
1s ²	2s ¹	2p ⁶	

9. أي مما سبق يوضح رسمًا لمربعات المستويات يخالف مبدأ أوفباو؟

- a. A
b. B
c. C
d. D

10. أي مما سبق يوضح رسم مربعات المستويات لعنصر البريليوم؟

- a. A
b. B
c. C
d. D

5. ما أكبر عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في مستوى الطاقة الرئيس الخامس للذرة؟

- a. 10
b. 20
c. 25
d. 50

استخدم البيانات في الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 6 إلى 8.

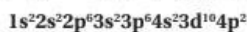
العنصر	رمز العنصر	العدد الذري	التوزيع الإلكتروني
الفناديوم	V	23	[Ar] 4s ² 3d ³
اليوروبيوم	Y	39	[Kr] 5s ² 4d ¹
			[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁶
الإسكانديوم	Sc	21	[Ar] 4s ² 3d ¹
الكاديوم	Cd	48	

(b)

15. وضح لماذا لا يُمثل التوزيع $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 4d^{10} 4p^2$ التوزيع الإلكتروني الصحيح للجرمانيوم؟

التوزيع الإلكتروني الصحيح للجرمانيوم هو $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 4d^{10}$ لأن الإلكترونات في مستوى الطاقة d تقع في مستوى الطاقة الرئيسي الثالث، وليس الرابع، كما هو مبين في التوزيع أعلاه.

والتوزيع الإلكتروني الصحيح هو:



أسئلة الإجابات القصيرة

11. ما أكبر عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في مستوى الطاقة الرئيسي الرابع في الذرة؟
32 إلكترونًا.

ادرس العبارة الآتية:

عنصر مُمثل، عدده الذري 13، في مستوى طاقته الخارجي ثلاثة إلكترونات.

12. ما عدد المستويات الثانوية في مستويات الطاقة فيه؟

لمستوى الطاقة الرئيسي الأول مستوى ثانوي واحد، أما مستويي الطاقة الرئيسي الثاني والثالث فكل منهما مستويان ثانويان، فيصبح المجموع 5 مستويات.

13. ما عدد المستويات الفرعية في كافة مستويات الطاقة الثانوية فيه؟

9 مستويات فرعية.

أسئلة الإجابات المفتوحة

14. قارن بين المعلومات التي يمكن الحصول عليها من التمثيل النقطي للإلكترونات والمعلومات التي يمكن الحصول عليها من التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر.

يوفر بناء التمثيل النقطي للإلكترونات معلومات عن عدد الإلكترونات الخارجية أو إلكترونات التكافؤ في الذرة، في حين يوضح التوزيع الإلكتروني مستويات الطاقة الرئيسية والمستويات الفرعية للإلكترونات جميعها في الذرة.

الجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر

The Periodic Table and Periodic Trends

2

ثاني

التكبير

Nitrogen 7 14.007	Oxygen 8 15.999	Fluorine 9 18.998
Phosphorus 15 30.974	Sulfur 16 32.066	Chlorine 17 35.453
Arsenic 33 74.922	Selenium 34 78.96	Bromine 35 79.904

السليكون

Boron 5 10.811	Carbon 6 12.011	Nitrogen 7 14.007
Aluminum 13 26.981	Silicon 14 28.086	Phosphorus 15 30.974
Gallium 31 70.375	Germanium 32 72.64	Arsenic 33 74.922

الجدول الدوري

الفكرة العامة يتيح لنا التدرج في خواص ذرات العناصر في الجدول الدوري التنبؤ بالخواص الفيزيائية والكيميائية لها.

1-2 تطور الجدول الدوري الحديث

الفكرة الرئيسية لقد تطور الجدول الدوري تدريجيًا مع الوقت باكتشاف العلماء طرائق أكثر فائدة في تصنيف العناصر ومقارنتها.

2-2 تصنيف العناصر

الفكرة الرئيسية رُتبت العناصر في الجدول الدوري ضمن مجموعات ودورات حسب أعدادها الذرية.

2-3 تدرج خواص العناصر

الفكرة الرئيسية يعتمد تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري على حجم الذرات، وقابليتها لفقدان الإلكترونات واكتسابها.

حقائق كيميائية

- يتضمن الجدول الدوري حاليًا 118 عنصرًا، يوجد منها في الطبيعة 92 عنصرًا فقط.
- يُعد عنصر الهيدروجين أكثر العناصر توافرًا في الكون ونسبة كتلته 75%، في حين يُعد عنصر الأكسجين أكثر العناصر توافرًا في الأرض ونسبته 50%.
- يحتوي جسم شخص كتلته 70 kg على حوالي 43 kg تقريبًا من الأكسجين.
- تقل الكمية الكلية لعنصر الأمستاتين في القشرة الأرضية عن 30 g، مما يجعله أقل العناصر وفرة في الأرض.

الأكسجين

Nitrogen 7 14.007	Oxygen 8 15.999	Fluorine 9 18.998
Phosphorus 15 30.974	Sulfur 16 32.066	Chlorine 17 35.453
Arsenic 33 74.922	Selenium 34 78.96	Bromine 35 79.904

تجربة استهلاكية

كيف تتمكن من تعرف أنماط التغير في الخواص؟

ترتب العناصر في الجدول الدوري بطريقة تسمح بتكرار خواصها على نحو منتظم. ويمكن تطبيق عملية تكرار الخواص على أشياء من البيئة.

تدرج الخواص اعمل
مطوية تساعدك على تنظيم
المعلومات عن تدرج
الخواص.

المطويات

منظومات الأفكار

خطوة 1 اطو قطعة الورق

إلى 3 أقسام عرضيًا.

خطوة 2 اطو قطعة الورق

تحليل النتائج :

١ - عينة اجابة :



خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. أحضر عددًا من البراغي من ثلاثة أنواع مختلفة.
3. قس طول كل برغي بالمسطرة.
4. قس كتلة كل برغي بالميزان.
5. رتب العينات تصاعديًا من حيث الطول والكتلة وفق شكلها.

تحليل النتائج

1. أنشئ جدولاً تسجل فيه أطوال البراغي وكتلتها، مراعيًا أن يظهر الجدول التدرج في خصائصها.
2. صف التدرج في الكتلة عند الانتقال من اليسار إلى اليمين في كل صف من الجدول.
3. صف التدرج في الكتلة عند الانتقال عموديًا من أعلى كل عمود إلى أسفله.
4. حلل طريقتك في ترتيب العينات، وفسر أي نمط آخر تجده في الجدول.

استقصاء صمم جدولاً دوريًا للمشروبات الغازية على النحو نفسه الذي ورد في التجربة. ما الخواص التي استخدمتها؟

٢ - ستزداد الكتلة من اليمين إلى اليسار خال السطر.

٣ - وستزداد الكتلة من أعلى إلى أسفل في العمود.

٤ - كانت الهواتف أكثر لمعانًا خلال اسطر ومنها

استقصاء :

الاسم التجاري، كمية السعرات
الحرارية، مقدار الصوديوم
ولون المشروب.

- تتبع مراحل تطور الجدول الدوري.
- تعرف الملامح الرئيسية في الجدول الدوري.

مراجعة المفردات

العدد الذري: عدد البروتونات في الذرة.

المفردات الجديدة

التدرج في الخواص
 المجموعات
 الدورات
 العناصر الممثلة
 العناصر الانتقالية
 الفلزات
 الفلزات القلوية
 الفلزات القلوية الأرضية
 الفلزات الانتقالية
 الفلزات الانتقالية الداخلية
 سلسلة اللانثانيدات
 سلسلة الأكتينيدات
 اللافلزات
 الهالوجينات
 الغازات النبيلة
 أشباه الفلزات

تطور الجدول الدوري الحديث

Development of the Modern Periodic Table

الفكرة الرئيسية لقد تطوّر الجدول الدوري للعناصر تدريجياً مع الوقت باكتشاف العلماء طرائق أكثر فائدة في تصنيف العناصر ومقارنتها.

الربط مع الحياة كيف تبدو عملية التسوق إذا أردت شراء بعض الفاكهة وقد اختلط التفاح بالكمثرى بالبرتقال بالخوخ في سلة واحدة؟! لذا، من هنا تتضح أهمية تصنيف الأشياء حسب خواصها. لذا يصنف العلماء العناصر المختلفة حسب خواصها في الجدول الدوري.

تطور الجدول الدوري

Development of the Periodic Table

قام العالم الفرنسي أنتوني لافوازييه Lavoisier في أواخر القرن الثامن عشر (1743-1794م) بتجميع العناصر المختلفة المعروفة آنذاك في قائمة واحدة. وتحتوي هذه القائمة المتضمنة في الجدول 1-2 على 33 عنصراً موزعة على 4 فئات.

جون نيولاندز John Newlands اقترح الكيميائي الإنجليزي جون نيولاندز عام 1864م مخططاً تنظيمياً للعناصر؛ فقد لاحظ أن الخواص تتكرر عند ترتيبها تصاعدياً وفق تسلسل الكتل الذرية لكل ثمانية عناصر. ويسمى هذا النمط بالدورية؛ لأنه يتكرر بالنمط نفسه. ولقد قام نيولاندز بتسمية هذه العلاقة الدورية بقانون الثمانية. ويوضح الشكل 1-2 طريقة نيولاندز في ترتيب 14 عنصراً كانت معروفة في أواسط عام 1860م. وقد واجه قانون الثمانية معارضة؛ لأنه لا يمكن تطبيقه على العناصر المعروفة جميعها آنذاك. كما أن العلماء لم يقبلوا كلمة الثمانية، وعلى الرغم من أن القانون لم يحظ بموافقة الجميع، إلا أنه مع مرور بعض السنوات بدا جلياً أن نيولاندز كان على صواب؛ إذ تتكرر خواص العناصر بشكل دوري كل ثمانية عناصر.

الجدول 2-1	جدول لافوازييه للمواد البسيطة
الغازات	الضوء، الحرارة، الأكسجين، النيتروجين، الهيدروجين.
الفلزات	الأنتيمون، الفضة، الزرنيخ، البزموت، الكوبلت، النحاس، القصدير، الحديد، المنجنيز، الزئبق، الموليبدوم، النيكل، الذهب، البلاتينوم، الرصاص، التنجستون، الخارصين (الزنك).
اللافلزات	الكبريت، الفوسفور، الكربون، حمض الهيدروكلوريك، حمض الهيدروفلوريك، حمض البوريك.
العناصر الأرضية	الطباشير، الماغنيسيا (أكسيد الماغنسيوم)، البورات، الصلصال، السليكا (أكسيد السليكون).

الشكل 1-2 لاحظ چون نيولاندز أن خواص العناصر تتكرر كل 8 عناصر.

وقد لاقى جدول مندليف - كما في الشكل 2-2 - قبولاً واسعاً؛ حيث أمكنه توقع وجود عناصر لم تُكتشف بعد وحدد خواصها، كما ترك مندليف أماكن شاغرة في الجدول للعناصر التي اعتقد أنها لم تُكتشف بعد. وقد تمكن مندليف من خلال ملاحظة أنماط التغير في خواص العناصر المعروفة من توقع خواص العناصر التي سيتم اكتشافها، ومنها السكندريوم، والجاليوم، والجرمانيوم.

موزلي Moseley لم يكن جدول مندليف صحيحًا تمامًا؛ فبعد اكتشاف العديد من العناصر الجديدة، وتحديد الكتل الذرية للعناصر المعروفة بدقة أكثر، بدا واضحًا أن بعض العناصر لم توضع في مكانها الصحيح في الجدول. إذن ترتيب العناصر وفق كتلتها الذرية أدّى إلى وضع بعض العناصر في مجموعات لعناصر ذات خواص مختلفة عنها. فقام الكيميائي الإنجليزي هنري موزلي (1887 - 1915م) في عام 1913م بتحديد سبب هذه المشكلة؛ إذ اكتشف أن ذرات كل عنصر تحتوي على عدد محدد وفريد من البروتونات في أنويتها- وبناءً على ذلك رُتبت العناصر في الجدول الدوري تصاعديًا وفق أعدادها الذرية. وقد نتج عن ترتيب موزلي للعناصر وفق عددها الذري أنماط أكثر وضوحًا في تدرج خواصها. ويُعرف تكرار الخواص الكيميائية والفيزيائية عند ترتيب العناصر تصاعديًا وفق أعدادها الذرية بتدرج الخواص.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين طريقة كل من مندليف وموزلى في ترتيب العناصر.

رتَّب مندليف العناصر
تصاعدياً وفق كتلتها الذرية ,
ثم جاء موزلي ورتَّبها
تصاعدياً وفق أعدادها الذرية

في النسخة الأولى للجدول الذي نشره في عام 1896م بترتيب العناصر ذات الخواص الكيميائية المتشابهة أفقياً، وقد ترك أماكن فارغة للعناصر التي لم تكن قد اكتشفت في ذلك الوقت.

51

يلخص الجدول 2-2 مساهمات كل من نيولاندز وماير ومنديليف في تطوير الجدول الدوري. وأصبح هذا الجدول من أهم الأدوات التي يستخدمها الكيميائيون. ويعد الجدول الدوري مرجعاً مهماً لفهم خواص العناصر، والتنبؤ بها وتنظيم المعلومات المتعلقة بالتركيب الذري.

المساهمات في تصنيف العناصر	الجدول 2-2
جون نيولاندز 1837-1898م	<ul style="list-style-type: none"> • رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتلة الذرية. • لاحظ تكرار خواص العناصر لكل ثمانية عناصر. • وضع قانون الثمانية.
لوثر ماير 1830-1895م	<ul style="list-style-type: none"> • أثبت وجود علاقة بين الكتلة الذرية وخواص العناصر. • رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتلة الذرية.
ديمتري مندليف 1834-1907م	<ul style="list-style-type: none"> • أثبت وجود علاقة بين الكتلة الذرية وخواص العناصر. • رتب العناصر تصاعدياً وفق الكتلة الذرية. • تنبأ بوجود عناصر غير مكتشفة، وحدد خواصها.
هنري موزلي 1887-1915م	<ul style="list-style-type: none"> • اكتشف أن العناصر تحتوي على عدد فريد من البروتونات سماه العدد الذري. • رتب العناصر تصاعدياً وفق العدد الذري، مما نتج عنه نموذج لدورية خواص العناصر.

الجدول الدوري الحديث The Modern Periodic Table

يتكون الجدول الدوري الحديث من مجموعة مربعات، يحتوي كل مربع على اسم العنصر ورمزه وعدده الذري وكتلته الذرية. ويوضح الشكل 3-2 أحد هذه المربعات. وقد رتبت المربعات تصاعدياً وفق العدد الذري في سلسلة من الأعمدة الرأسية تُعرف بالمجموعات أو العائلات، وفي صفوف أفقية تُعرف بالدورات. ويوضح الشكل 5-2 الجدول الدوري للعناصر.

✓ **ماذا قرأت؟ عرّف المجموعات والدورات.**

المفردات

أصل الكلمة

الدورية Periodic

جاءت الكلمة *periodos* من أصل لاتيني وتعني الطريق الدائري.

اسم العنصر	أكسجين
الحالة	8
العدد الذري	0
الرمز	15.999
الكتلة الذرية المتوسطة	

الشكل 3-2 تحتوي المربعات في الجدول الدوري على اسم العنصر والرمز الكيميائي والعدد الذري والكتلة الذرية وحالة المادة.

جواب ماذا قرأت :

المجموعات: أعمدة في الجدول الدوري،

الدورات: صفوف في الجدول الدوري.

يحتوي الجدول الدوري الحديث على سبع دورات بدءاً من الهيدروجين في الدورة الأولى. وقد رُفقت المجموعات من 1 إلى 18. فمثلاً، تحتوي الدورة الرابعة على البوتاسيوم والكالسيوم، في حين يوجد السكندريوم Sc في العمود الثالث من اليسار، أي في المجموعة الثالثة. ويوجد الأكسجين في المجموعة 16. وكما أن لعناصر المجموعات 1 و 2 و 13 - 18 الكثير جداً من الخواص الفيزيائية والكيميائية، لذلك يشار إليها بعناصر المجموعات الرئيسية أو **العناصر الممثلة**. ويُشار إلى عناصر المجموعات من 3 إلى 12 **بالعناصر الانتقالية**. كما تُصنّف العناصر إلى فلزات ولافلزات وأشباه فلزات.

الفلزات تُسمى العناصر التي تكون ملساء ولامعة وصلبة في درجة حرارة الغرفة وجيدة التوصيل للحرارة والكهرباء **بالفلزات**. ويمتاز معظمها بأنه قابل للطرق والسحب؛ إذ يمكن تحويلها إلى صفائح رقيقة، وسحبها إلى أسلاك رفيعة. ومعظم العناصر الممثلة والعناصر الانتقالية فلزات. وإذا نظرت إلى عنصر البورون B في العمود 13، تشاهد خطاً متعرجاً يصل إلى الأستاتين At في أسفل المجموعة 17. ويفصل هذا الخط بين الفلزات واللافلزات في الجدول الدوري. وقد مُثلت الفلزات بالمربعات ذات اللون الأزرق في الشكل 2-5.

الفلزات القلوية العناصر عن يسار الجدول جميعها فلزات إلا الهيدروجين، وتُسمى عناصر المجموعة 1 (ما عدا الهيدروجين) **الفلزات القلوية**. ونظراً إلى شدة نشاطها فهي غالباً ما تكون موجودة في الطبيعة على هيئة مركبات مع عناصر أخرى. ومن الفلزات القلوية الشائعة الصوديوم Na وهو أحد مكونات ملح الطعام، والليثيوم Li المستخدم في البطاريات.

الفلزات القلوية الأرضية توجد الفلزات القلوية الأرضية في المجموعة 2، وهي أيضاً سريعة التفاعل. ويُعد عنصر الكالسيوم Ca والمغنسيوم Mg من الفلزات المفيدة لصحة الجسم، وهما من الفلزات القلوية الأرضية. والمغنسيوم صلب، ووزنه خفيف نسبياً، لذا يستخدم في تصنيع الأجهزة الإلكترونية، ومنها الحواسيب المحمولة، كما في الشكل 2-4.

الشكل 2-4 لأن المغنسيوم خفيف وقوي يستخدم في تصنيع الأجهزة الإلكترونية. فمثلاً الإطار الخارجي لهذا الحاسب الآلي المحمول مصنوع من المغنسيوم.



فلز

شبه فلز

لا فلز

يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزًا أو شبه فلز أو لا فلز.

										18					
										13	14	15	16	17	18
										Helium 2 He 4.003					
										Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
										Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948
10	11	12													
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798							
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293							
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)							
Darmstadtium 110 Ds (269)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn (277)	Ununtrium * 113 Uut (Unknown)	Flerovium 114 Fl (289)	Ununpentium * 115 Uup (Unknown)	Livermorium 116 Lv (298)	Ununseptium * 117 Uus (Unknown)	Ununoctium * 118 Uuo (Unknown)							

* أسماء ورموز العناصر 113، 115، 117، 118 مؤقتة، وسيتم اختيار رموز وأسماء نهائية لها فيما بعد من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

العنصر
العدد الذري
الرمز
الكتلة الذرية

حالة المادة

غاز
سائل
جامد
مُصنع

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hydrogen 1 H 1.008								
Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012							
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305							
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

سلسلة اللانثانيدات

سلسلة الأكتينيدات

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

مختبر حل المشكلات

تحليل التدرج في خواص العناصر

عنصر الفرانسيوم: هل هو صلب أم سائل أم غاز؟ اكتشف الفرانسيوم في عام 1939م إلا أن مندليف تنبأ بوجوده عام 1870م. ويُعد الفرانسيوم أقل العناصر الـ 101 الأولى استقراراً؛ فعمر النصف لنظيره الأكثر استقراراً 22 دقيقة. في ضوء ما تعرفه عن خواص الفلزات القلوية الأخرى تنبأ بخواص عنصر الفرانسيوم.

التحليل

اعتاداً على طريقة دميري مندليف في توقع خواص العناصر غير المكتشفة، استخدم المعلومات الخاصة بخواص الفلزات القلوية لاستنباط طريقة لتحديد خواص عنصر الفرانسيوم.

التفكير الناقد

3. استدل أي عمود من أعمدة البيانات يظهر أكثر

احتمالاً للخطأ في التوقع؟ اشرح ذلك.

4. وضح لماذا لا يكفي إنتاج مليون ذرة من عنصر الفرانسيوم في الثانية لإجراء قياسات؛ مثل قياس الكثافة ودرجة الانصهار؟

1. استنبط نمط التغير في كل خاصية واردة في الجدول،

بحيث يمكنك استقراء القيم الخاصة بعنصر الفرانسيوم، مسترشداً بقانون تدرج الخواص.

2. توقع ما إذا كان عنصر الفرانسيوم صلباً أم سائلاً أم غازاً. وكيف يمكن دعم هذا التوقع؟

الفلزات الانتقالية والفلزات الانتقالية الداخلية تُقسم العناصر الانتقالية إلى فلزات انتقالية وفلزات انتقالية داخلية. وتعرف الفلزات الانتقالية الداخلية بسلسلتي اللانثانيدات والأكتينيدات وتقع أسفل الجدول الدوري. وتوجد العناصر الانتقالية في المجموعات 3-12.

الربط مع علم الأحياء: اللافلزات توجد اللافلزات في الجزء العلوي الأيمن من الجدول الدوري. وقد تم تمثيلها بالمربعات الصفراء، كما في الشكل 5-2، وغالباً ما تكون اللافلزات غازات أو مواد صلبة هشة ذات لون داكن، وتعد رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء. أمّا البروم Br فهو اللافلز الوحيد السائل عند درجة حرارة الغرفة. ويعد الأكسجين أكثر العناصر وفرة في جسم الإنسان، حيث يشكل 65% من كتلته. وتتألف المجموعة 17 من عناصر شديدة التفاعل تعرف باسم **الهالوجينات**. وتكون الهالوجينات عادة في صورة مركبات - كما في المجموعتين 1 و 2 - وتضاف المركبات التي تحتوي على الفلور إلى معجون الأسنان وماء الشرب لحماية الأسنان من التسوس. وتسمى عناصر المجموعة 18 **الغازات النبيلة**، وتستخدم في المصابيح الكهربائية وإشارات (لوحات) النيون.

المفردات

الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع

الموصلات

الاستعمال العلمي: مواد تستطيع نقل الكهرباء، أو الحرارة، أو الصوت.

النحاس موصل جيد للحرارة

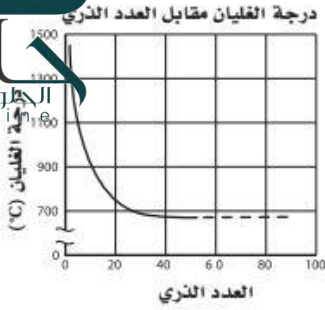
الاستعمال الشائع: ما يوصل به الحبل...

الجدول الدوري والتدرج في خواص العناصر

1-2 تطور الجدول الدوري الحديث

مختبر حل المشكلات

التفكير الناقد



بيانات الفلزات القلوية			
العنصر	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C	نصف القطر (pm)
الليثيوم	180.5	1347	152
الصوديوم	97.8	897	186
البوتاسيوم	63.3	766	227
الروبيديوم	39.31	688	248
السيزيوم	28.4	674.8	248
الفرانسيوم	؟	؟	؟

1. استنبط نمط التغير في كل خاصية واردة في الجدول، بحيث يمكنك استقراء القيم الخاصة بعنصر الفرانسيوم، مسترشداً بقانون دورية الخواص.
2. توقع ما إذا كان عنصر الفرانسيوم صلباً أم سائلاً أم غازاً. وكيف يمكن دعم هذا التوقع؟

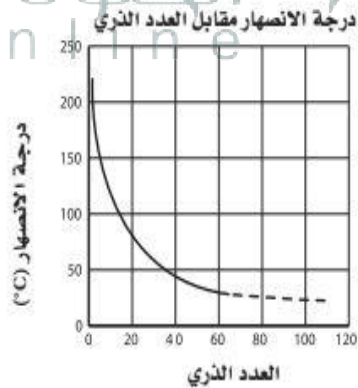
قد يكون الفرانسيوم سائلاً عند درجة حرارة الغرفة، لأن درجة انصهاره 20°C تقريباً بحسب النمط الظاهر في الجدول الدوري.

3. استدل أي عمود من أعمدة البيانات يُظهر احتمالاً أكبر للخطأ في التوقع؟ اشرح ذلك.

إن توقع نصف القطر هو الأكثر احتمالاً للخطأ؛ فمن الصعب استقراء تأثير مستويات الطاقة الرئيسة في نصف القطر بسبب تغيرها من دورة إلى أخرى.

4. حدد لماذا لا يكفي إنتاج مليون ذرة من عنصر الفرانسيوم في الثانية لإجراء قياسات؛ مثل قياس الكثافة ودرجة الانصهار؟ إن تجمع مليون ذرة معاً من جسم ما يمكن رؤيته بالمجهر، ولكنه يعدّ عدداً صغيراً جداً إذا ما قارنته مع حبة من الملح؛ فحبة ملح واحدة تحتوي على 10^{15} تقريباً من ذرات الصوديوم.

إن أفضل طريقة هي المنحنى البياني لكل خاصية مقابل العدد الذري، وباستكمال المنحنى إلى العدد الذري 87 للفرانسيوم يمكن تحديد كل من نصف القطر، ودرجة الانصهار، ودرجة الغليان؛ حيث يتراوح نصف القطر بين 280–290 pm، ودرجة الانصهار 25°C ، ودرجة الغليان 675°C تقريباً.



الشكل 6-2 قام العلماء ببناء آلات

بتطوير تقنيات الفواصات بصنع غواصة آلية على صورة سمكة، قادرة مثلها على السباحة. وصنع جسم الغواصة الآلية من راتنج السليكون الذي يصبح ليناً في الماء.



أشباه الفلزات تُعرف العناصر في المربعات الخضراء على جانبي الخط المتعرج في الشكل 5-2 بأشباه الفلزات. ولأشباه الفلزات خواص فيزيائية وكيميائية مشابهة للفلزات واللافلزات معاً. فالسليكون Si والجرمانيوم Ge من أشباه الفلزات المهمة المستخدمة بكثرة في صناعة رقائق الحاسوب والخلايا الشمسية، كما يستخدم السليكون في الجراحة التجميلية والتطبيقات التي تحاكي الواقع، كما في الشكل 6-2. ويمكنك الرجوع إلى دليل العناصر الكيميائية في نهاية هذا الكتاب لمعرفة المزيد عن مختلف مجموعات العناصر.

التقويم 2-1

الخلاصة

1. صف التطور في الجدول الدوري الحديث، واذكر مساهمات كل من لافوازييه، وتيولاندز، ومندليف، وماير، وموزلي في ذلك.
2. ارسم مخططاً مبسطاً للجدول الدوري، وأشر إلى مواقع الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات.
3. صف الخواص العامة للفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات.
4. حدد: أي العناصر الآتية عناصر ممتلئة، وأيها عناصر انتقالية؟
a. ليثيوم Li b. بلاتين Pt
c. برومسيوم Pm d. كربون C
5. قارن اكتب اسمي عنصرين لهما خصائص مشابهة لكل من:
a. اليود I b. الباريوم Ba c. الحديد Fe
6. قارن استناداً إلى الجدول الدوري الحديث، ما العنصران اللذان تكون قيمة الكتلة الذرية لكل منهما أقل من ضعف عدده الذري؟
7. تفسر البيانات تخطط شركة لتصنيع جهاز إلكتروني، مما يتطلب استخدام عنصر له خواص كيميائية شبيهة بالسليكون Si والرصاص Pb، والكتلة الذرية له أكبر من كتلة الكبريت S، ولكنها أقل من كتلة الكاديوم Cd. استخدم الجدول الدوري لتحديد العنصر الذي يمكن أن تستخدمه الشركة.

- تم ترتيب العناصر قديماً في الجدول الدوري وفق كتلتها الذرية تصاعدياً مما نجم عنه وضع بعض العناصر في غير أماكنها وقد تم ترتيبها لاحقاً وفقاً لتزايد أعدادها الذرية.
- تتدرج الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر عند ترتيبها تصاعدياً حسب أعدادها الذرية.
- تترتب العناصر في الجدول الدوري في دورات (صفوف) ومجموعات (أعمدة)، وتقع العناصر المتشابهة في خواصها في المجموعة نفسها.
- تصنف العناصر إلى فلزات، ولافلزات وأشباه فلزات.

4. حدّد أيّ العناصر الآتية عناصر مُمثّلة، وأيّها عناصر المُقالَة؟

- a. ليثيوم** Li
b. بلاتين Pt
c. برومبيوم Pm
d. كربون C

5. قارن اكتب اسمي عنصرين لهما خصائص مشابهة لكل من:

- a. اليود I
b. الباريوم Ba
c. الحديد Fe

6. قارن استنادًا إلى الجدول الدوري الحديث، ما العنصران اللذان تكون قمة الكتلة الذرية لهما، منهما أقل من ضعف

عدده الذري؟

الهيدروجين، والأكسجين.

7. تفسير البيانات تُخطط شركة لتصنيع جهاز إلكتروني، ويتطلب ذلك استخدام عنصر له خواص كيميائية شبيهة بالسليكون Si والرصاص Pb، والكتلة الذرية له أكبر من كتلة الكبريت S، ولكنها أقل من كتلة الكاديوم Cd. استخدم الجدول الدوري لتحديد العنصر الذي يمكن أن تستخدمه الشركة.

الجرمانيوم Ge.

1. صف التطور في الجدول الدوري الحديث، واذكر مساهمات كل من لافوازييه، ونيولاندز، ومنديليف، وموزلي في ذلك. رتب لافوازييه العناصر المعروفة في زمنه في أربعة أقسام. وكان نيولاندز أول من رتب العناصر وأشار إلى تكرار الخواص بشكل دوري. وقدم كل من منديليف وماير الجداول الدورية موضحين العلاقة بين الكتل الذرية وخواص العناصر. أما موزلي فقد رتب العناصر وفق العدد الذري بدلاً من الكتل الذرية.

2. ارسم مخططاً مبسطاً للجدول الدوري، وأشر إلى مواقع الفلزات، واللافلزات وأشباه الفلزات.

ينبغي أن تشبه الجداول المبسطة الشكل التالي، بحيث تظهر أسماء المجموعات والدورات.

فلزات

أشباه الفلزات

لا فلزات

1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A 8A

1 2 3 4 5 6 7

1B 2B 3B 4B 5B 6B 7B 8B

3. صف الخواص العامة للفلزات واللافلزات وأشياء الفلزات.

الفلزات، لامعة، قابلة للسحب والطرق، جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء. أما اللافلزات، فمعتممة، هشة رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء. في حين أن لأشباه الفلزات خواص وسطاً بين خصائص الفلزات واللافلزات.

- تفسر سبب تشابه خواص عناصر المجموعة الواحدة.
- تحدد فئات الجدول الدوري الأربعة استناداً إلى التوزيع الإلكتروني.

مراجعة المفردات

إلكترونات التكافؤ: إلكترونات موجودة في مستوى الطاقة الأخير للذرة، والتي تحدد الخواص الكيميائية لها.

تصنيف العناصر

Classification of the Elements

الفكرة الرئيسية رُتبت العناصر في الجدول الدوري ضمن مجموعات ودورات حسب أعدادها الذرية.

الربط مع الحياة إذا أردت توصيل رسالة إلى شخص ما فلا يكفي أن تعرف رقم بيته فقط، بل يجب أن تعرف عنوان البيت كاملاً: في أي شارع هو؟ وأي مدينة؟ وأي منطقة؟ وبالطريقة نفسها يتم تعريف العناصر من خلال توزيعها الإلكتروني.

ترتيب العناصر وفق التوزيع الإلكتروني

Organizing the Elements by Electron Configuration

يحدد التوزيع الإلكتروني الخواص الكيميائية للعنصر. ويمكنك معرفة التوزيع الإلكتروني وعدد إلكترونات التكافؤ من خلال موقع العنصر في الجدول الدوري الحديث. يوضح الجدول 2-3 التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر المجموعة الأولى، حيث يوجد إلكترون واحد في مستوى الطاقة الأخير لكل عنصر فيها.

إلكترونات التكافؤ يوجد لكل عنصر في المجموعة الأولى إلكترون واحد في مستوى طاقته الأخير. لذا تتشابه عناصر المجموعة الأولى في خواصها الكيميائية؛ لأنها تحتوي على العدد نفسه من إلكترونات التكافؤ. وتُعد هذه الخاصية من أهم العلاقات في الكيمياء؛ فذرات المجموعة الواحدة لها الخواص نفسها لأن لها عدد إلكترونات التكافؤ نفسه. ولكل عنصر في المجموعة الأولى إلكترون تكافؤ واحد له التوزيع الإلكتروني s^1 . ولكل عنصر في المجموعة الثانية اثنين من إلكترونات التكافؤ توزيعها الإلكتروني s^2 ، وللمجموعتين 1 و 2 والمجموعات من 13 إلى 18 في الجدول الدوري توزيعه الخاص من إلكترونات التكافؤ.

إلكترونات التكافؤ والدورة يحدد رقم مستوى الطاقة الأخير الذي يحتوي إلكترونات التكافؤ رقم الدورة التي يوجد فيها العنصر في الجدول الدوري. فعلى سبيل المثال، يوجد إلكترون التكافؤ لعنصر الليثيوم في مستوى الطاقة الثاني، لذا يكون عنصر الليثيوم في الدورة الثانية. أما عنصر الجاليوم ذو التوزيع الإلكتروني $[Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^1$ فإن إلكترونات تكافئه تقع في مستوى الطاقة الرابع، لذا يكون عنصر الجاليوم في الدورة الرابعة.

الجدول 2-3	التوزيع الإلكتروني لعناصر المجموعة 1	
الدورة 1	H $1s^1$	الهيدروجين
الدورة 2	Li $1s^2 2s^1$	الليثيوم
الدورة 3	Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	الصوديوم
الدورة 4	K $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	البوتاسيوم

الشكل 7-2 يوضح الشكل التفاضلي

لإلكترونات التكافؤ لمعظم العناصر الممثلة.

لاحظ كيف يتغير عدد إلكترونات التكافؤ

من مجموعة إلى أخرى، وكيف يتغير ضمن

المجموعة الواحدة؟

1	2	13	14	15	16	17	18
1 H.							He:
2 Li.	Be.	B.	C.	N.	O.	F.	Ne:
3 Na.	Mg.	Al.	Si.	P.	S.	Cl.	Ar:
4 K.	Ca.	Ga.	Ge.	As.	Se.	Br.	Kr:
5 Rb.	Sr.	In.	Sn.	Sb.	Te.	I.	Xe:
6 Cs.	Ba.	Tl.	Pb.	Bi.	Po.		Rn:

اجابة سؤال الشكل 7-2 :

يتغير بالانتقال من مجموعة إلى أخرى،
لكنه يبقى ثابتاً ضمن المجموعة الواحدة.

إلكترونات تكافؤ العناصر الممثلة عدد إلكترونات تكافؤ عناصر المجموعة الأولى واحد، ولعناصر المجموعة الثانية اثنان. في حين أن لعناصر المجموعة 13 ثلاثة إلكترونات تكافؤ، وأما عناصر المجموعة 14 فلها أربعة إلكترونات تكافؤ، وهكذا. وأما عناصر الغازات النبيلة في المجموعة 18 ففي كل منها ثمانية إلكترونات، ما عدا الهيليوم الذي له إلكترونات تكافؤ فقط. بين الشكل 7-2 كيف يساعد التمثيل النقطي للإلكترونات على الربط بين رقم المجموعة وعدد إلكترونات التكافؤ. لاحظ أن عدد إلكترونات تكافؤ عناصر المجموعات من 13 إلى 18 يساوي رقم الآحاد فيها.

عناصر الفئات s, p, d, f Block Elements

يحتوي الجدول الدوري أعمدة وصفوفاً ذات أحجام متفاوتة. ويعود السبب في عدم انتظام شكل الجدول الدوري إلى أنه قُسم إلى فئات تمثل مستويات الطاقة الثانوية للذرة، والتي تحتوي على إلكترونات التكافؤ. ولوجود أربعة مستويات طاقة ثانوية (s, p, d, f) فقد تم تقسيم الجدول الدوري إلى أربع فئات مختلفة كما في الشكل 8-2.

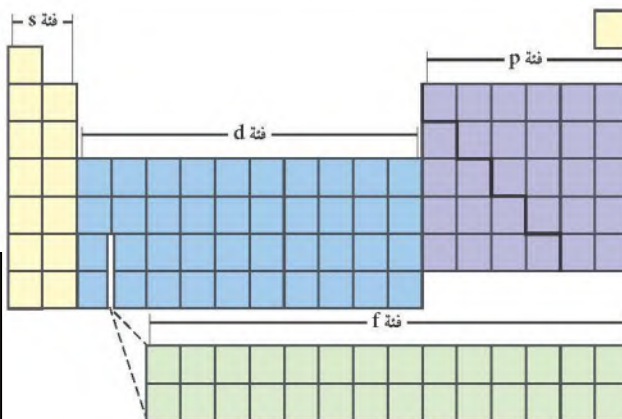
الشكل 8-2 ينقسم الجدول الدوري إلى أربع

فئات هي s, p, d, f.

حلل ما العلاقة بين الحد الأقصى لعدد

الإلكترونات التي يمكن أن توجد في مستوى

الطاقة الفرعي وحجم الفئة في الشكل؟



اجابة سؤال الشكل 8-2 :

عدد الأعمدة في الفئة يساوي أكبر عدد من
الإلكترونات يمكن أن يتسع لها مستوى الطاقة
الفرعي.

التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة

الجدول 2-4

الدورة	مستوى الطاقة الرئيس	العنصر	التوزيع الإلكتروني
1	$n = 1$	الهيليوم	$1s^2$
2	$n = 2$	النيون	$[He] 2s^2 2p^6$
3	$n = 3$	الأرجون	$[Ne] 3s^2 3p^6$
4	$n = 4$	الكريبتون	$[Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^6$

المفردات

الاستعمال العلمي

البنية: Structure

شيء ما يتم عمله من عناصر أو أجزاء مترابطة بعضها ببعض.

اشترك عدد من العلماء في اكتشاف بنية الذرة.

عناصر الفئة - s تتكون من عناصر المجموعتين الأولى والثانية وعنصر الهيليوم. حيث تحتوي عناصر المجموعة الأولى على مستويات s شبه ممتلئة بالكترونات التكافؤ، وتوزيعها الإلكتروني s^1 . في حين تحتوي عناصر المجموعة الثانية على مستويات s ممتلئة باثنين من إلكترونات التكافؤ، وتوزيعها الإلكتروني s^2 . ولأن مستويات s تتسع لإلكترونين على الأكثر فإن فئة s تشتمل على مجموعتين فقط.

عناصر الفئة - p وبعد امتلاء المستوى الثانوي s بالكترونات التكافؤ تبدأ هذه الإلكترونات في تعبئة المستوى الثانوي p. وتشمل مجموعات العناصر 13 - 18، في الجدول الدوري، التي لها مستويات p الفرعية الممتلئة كلياً أو جزئياً بالكترونات التكافؤ. ولا يوجد عناصر من فئة p في الدورة الأولى؛ لأن مستويات p الثانوية لا توجد في مستوى الطاقة الرئيس الأول $n=1$. والبورون B هو العنصر الأول في فئة p، ويوجد في الدورة الثانية. وتمتد فئة p على مدى ست مجموعات؛ لأن مستويات p الفرعية الثلاثة تتسع لـ 6 إلكترونات على الأكثر. وعناصر المجموعة 18 (الغازات النبيلة) عناصر فريدة في فئة p؛ وذلك لأن ذرات عناصرها مستقرة لدرجة أنها تقريباً لا تتفاعل كيميائياً. ويوضح الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة الأربعة الأولى. إن مستويات الطاقة الفرعية s و p في مستويات الطاقة الخارجية لها ممتلئة تماماً بالإلكترونات. وينتج عن هذا التوزيع الإلكتروني استقرار بنائها الذري.

الشكل 2-9 تاريخ الجدول الدوري

الجدول الدوري الحديث نتاج عمل عدة علماء على مدى قرون، والذين درسوا العناصر واكتشفوا التدرج في خواصها.

1828م بدأ العلماء في اتخاذ الحروف رموزاً للعناصر الكيميائية.



1828م بدأ العلماء في اتخاذ الحروف رموزاً للعناصر الكيميائية.

1789م عرّف أنتوني لافوازييه العنصر، وأعد قائمة بالعناصر المعروفة وميّز بين الفلزات واللافلزات.

1869م طور كل من لوثر ماير وديميتري مندليف - كل منهما على حدة - جداول للعناصر، تستند إلى خواصها، وتوقعوا خواص عناصر أخرى غير معروفة.

1913م حدّد هنري موزلي العدد الذري للعناصر المعروفة، وأثبت أن خواص العناصر تتغير بشكل دوري مع العدد الذري.

الباحث الكيميائي

الكيميائيين النوويين في دراسة أحدث العناصر وأثقلها. وإنتاج عناصر ثقيلة يعمل الكيميائي في المجال النووي مع فريق كبير يشمل فيزيائيين، ومهندسين وهنئين. تنتج العناصر الثقيلة بالتصادمات التي تتم في مسرعات الجسيمات. ويقوم الكيميائي النووي بتحليل نتائج هذه التصادمات لتعرف العناصر وفهم خواصها.

عناصر الفئة - d تحتوي على الفلزات الانتقالية، وهي أكبر الفئات. وعلى الرغم من وجود بعض الاستثناءات إلا أن عناصر الفئة d تتميز بامتلاء كلي للمستوى الفرعي s من مستوى الطاقة الرئيس n، وبامتلاء جزئي أو كلي لمستويات d الفرعية من مستوى الطاقة $n-1$. وكلما تحركت عبر الدورة تقوم الإلكترونات بعبئة المستوى d. فعلى سبيل المثال، الإسكانديوم Sc أول عناصر الفئة d، له التوزيع الإلكتروني $[Ar] 4s^2 3d^1$. أما عنصر التيتانيوم - وهو العنصر الثاني في الجدول - فله التوزيع الإلكتروني $[Ar] 4s^2 3d^2$. لاحظ أن المستوى الخارجي s الممتلئ في عنصر التيتانيوم يكون في المستوى الرئيس $n=4$ ، في حين أن المستوى d شبه الممتلئ يكون في المستوى الرئيس $n=3$. ينص مبدأ أوفباو aufbau على أن المستوى 4s له طاقة أقل من طاقة المستوى 3d. لذا فإن المستوى 4s يمتلئ قبل المستوى 3d. ولأن مستويات d الفرعية الخمسة تتسع لـ 10 إلكترونات لذا فإن العناصر فئة d تمتد على مدى 10 مجموعات في الجدول الدوري.

عناصر الفئة - f تشتمل على الفلزات الانتقالية الداخلية، وتتميز عناصرها بامتلاء مستوى s الخارجي، وامتلاء أو شبه امتلاء مستويات 4f و 5f. ولوجود 7 مستويات فرعية في المستوى الثاني f فإنه يتسع لـ 14 إلكترونًا بحد أقصى، وبذلك تمتد العناصر فئة f على مدى 14 عمودًا في الجدول الدوري.

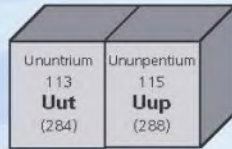
لذا لتحديد الفئات s و p و d و f شكل الجدول الدوري. وكلما انتقلت إلى أسفل في الجدول الدوري يزداد عدد مستويات الطاقة الرئيسة، كما يزداد عدد المستويات الفرعية التي تحتوي على الإلكترونات. لاحظ أن الدورة رقم 1 تحتوي على عناصر الفئة s فقط، في حين تحتوي الدوران الثانية والثالثة على عناصر من الفئتين s، p، أما الدوران الرابعة والخامسة فتحتويان على عناصر من فئات s، p، d، كما تحتوي الدوران السادسة والسابعة على عناصر من فئات s، p، d، f.

لقد استغرق تطوير الجدول الدوري سنين عديدة، وما زالت عملية التطوير جارية؛ حيث يتم تحضير العناصر بطريقة صناعية باستمرار. ارجع إلى الشكل 9-2 لمزيد من المعلومات عن تاريخ الجدول ومساهمات العديد من العلماء في تطويره.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص كيف يمكن تعريف كل فئة من الجدول الدوري؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :
تعرّف الفئات حسب مستويات الطاقة الفرعية التي تُملأ بالإلكترونات .

2004م أعلن علماء من روسيا عن اكتشاف العنصرين 113 و 115.



1985م تبنى الاتحاد الدولي لعلوم الكيمياء البحتة والتطبيقية الجدول الدوري الحالي المستخدم في أنحاء العالم.

1940م تم ضم العناصر المحضرة صناعيًا التي لها عدد ذري أكبر من 92 إلى فئة جديدة في الجدول تُسمى الأكتينيدات.

2010

1995

1980

1965

1950

1999م أعلن بعض الباحثين اكتشاف العنصر 114، وسمي أونوكواديوم. ويعتقد العلماء أن هذا العنصر ربما يكون أول العناصر ذات الاستقرار النسبي ضمن العناصر المحضرة صناعيًا.

1969م قام الباحثون في جامعة بيركلي بتحضير أول العناصر الصناعية الأثقل من الأكتينيدات، وفترة عمر النصف له 4.7s وسمي زدرفورديوم.



التوزيع الإلكتروني والجدول الدوري لعنصر الإسترانشيوم الذي يستخدم في إضفاء اللون الأحمر على الألعاب النارية، التوزيع الإلكتروني $5s^2 [Kr]$. حدد المجموعة والدورة والفئة التي ينتمي إليها عنصر الإسترانشيوم دون استخدام الجدول الدوري.

1 تحليل المسألة

لديك التوزيع الإلكتروني لعنصر الإسترانشيوم

المعطيات

التوزيع الإلكتروني $5s^2 [Kr]$

المطلوب

المجموعة = ؟ الدورة = ؟ الفئة = ؟

2 حساب المطلوب

يشير عدد إلكترونات التكافؤ إلى رقم

مجموعة العناصر الممثلة.

يشير رقم أعلى مستوى طاقة إلى رقم الدورة.

يشير s^2 إلى أن إلكترونات تكافؤ الإسترانشيوم تملأ المستوى الثانوي (s)،
لذا يوجد عنصر الإسترانشيوم في **الفئة s والمجموعة 2**
ويشير رقم 5 في $5s^2$ إلى أن عنصر الإسترانشيوم يقع في **الدورة 5**

3 تقويم الإجابة

تم تطبيق العلاقة بين التوزيع الإلكتروني وموقع العنصر في الجدول الدوري بطريقة صحيحة.

مسائل تدريبية

8. حدّد، دون الرجوع إلى الجدول الدوري، المجموعة والدورة والفئة التي تنتمي إليها ذرات العناصر ذات التوزيع الإلكتروني الآتي:
a. $3s^2 [Ne]$ b. $2s^2 [He]$ c. $5s^2 [Kr]$ d. $6s^2 [Xe]$
9. بالرجوع إلى الجدول الدوري، ما الرمز الكيميائي للعناصر التي لها التوزيعات الآتية لإلكترونات تكافؤها:
a. $s^2 d^1$ b. $s^2 p^3$ c. $s^2 p^6$ d. $s^2 d^5$
10. تحفيز اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:
a. عنصر في المجموعة 2 والدورة 4
b. عنصر في المجموعة 12 والدورة 4
c. غاز نبيل في الدورة 5
d. عنصر في المجموعة 16 والدورة 2

التقويم 2-2

الخلاصة

11. **الفكرة الرئيسية** فسر ما الذي يحدد فئات الجدول الدوري؟
12. حدّد فئة العناصر التي توزيع إلكترونات تكافؤها على النحو الآتي:
a. $s^2 p^4$ b. s^1 c. $s^2 d^1$ d. $s^2 p^1$
13. توقّع عنصر الزينون غاز نبيل لا يتفاعل، ويستخدم في المصابيح الوضئية، وهو رديء التوصيل للحرارة والكهرباء. فهل تتوقع أن يكون عنصر الزينون من الفلزات أو اللافلزات أو أشباه الفلزات؟ وأين يقع هذا العنصر في الجدول الدوري؟ فسر إجابتك.
14. فسر لماذا تكون عناصر المجموعة الواحدة متشابهة في خواصها الكيميائية؟
15. نمذج ارسماً مخططاً بسيطاً للجدول الدوري، وبين فئات s, p, d, f.

- يحتوي الجدول الدوري على 4 فئات هي f, d, p, s.
- لعناصر المجموعة الواحدة خواص كيميائية متشابهة.
- عناصر المجموعتين 1 و2 يتطابق فيها عدد إلكترونات التكافؤ مع رقم المجموعة.
- يتطابق رقم مستوى الطاقة الأخير الذي توجد فيه إلكترونات التكافؤ مع رقم الدورة التي يقع فيها العنصر.

8. حدّد- من دون الرجوع إلى الجدول الدوري - المجموعة والدورة والفئة التي تنتمي إليها ذرات العناصر ذات التوزيع الإلكتروني الآتي:

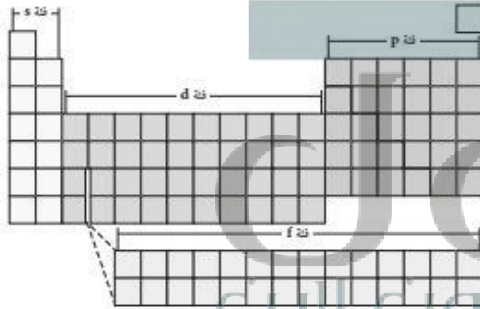
a. $[Ne] 3s^2$.b. $[He] 2s^2$.c. $[Kr] 5s^2$

التركيب الإلكتروني	المجموعة	الدورة	الفئة
a. $[Ne] 3s^2$	2	3	s
b. $[He] 2s^2$	2	2	s
c. $[Kr] 5s^2$	2	5	s

14. فسّر لماذا تكون عناصر المجموعة الواحدة متشابهة في خواصها الكيميائية؟

لأن توزيع إلكترونات التكافؤ لها هو نفسه.

15. نمذج ارسم مخططاً بسيطاً للجدول الدوري، وبيّن فئات s، p، d، و f.



الشكل 8-2

ينبغي أن تظهر المخططات مشابهة للشكل 8-2.

9. بالرجوع إلى الجدول الدوري، ما الرمز الكيميائي للعناصر التي لها التوزيعات الآتية للإلكترونات تكافئها:

a. s^2d^1 Sc, Y, La, Ac
b. s^2p^3 N, P, As, Sb, Bi
c. s^2p^6 Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

10. تحفيّز اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:

a. عنصر في المجموعة 2 والدورة 4
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
b. عنصر في المجموعة 12 والدورة 4
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
c. غاز نبيل في الدورة 5
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$
d. عنصر في المجموعة 16 والدورة 2
 $1s^2 2s^2 2p^4$

التقويم 2-2

11. فسّر ما الذي يحدّد فئات الجدول الدوري؟
مستويات الطاقة الفرعية التي تُعبأ بالإلكترونات هي التي تُحدّد فئات الجدول الدوري.

12. حدّد فئة العناصر التي توزيع إلكترونات تكافئها على النحو الآتي:

a. s^2p^4 فئة p .c. s^2d^1 فئة d
b. s^1 فئة s .d. s^2p^1 فئة p

13. استنتج عنصر الزينون غاز نبيل لا يتفاعل، ويُستخدم في المصابيح الومضية، وهو رديء التوصيل للحرارة والكهرباء. فهل تتوقع أن يكون عنصر الزينون من الفلزّات أو اللافلزّات أو أشباه الفلزّات؟ وأين يقع هذا العنصر في الجدول الدوري؟ فسّر إجابتك.

يُعدّ عنصر الزينون لاهلّزاً؛ حيث تقع الغازات النبيلة غير النشطة في المجموعة 18 في الجهة اليمنى من الجدول الدوري.

تقارن بين أنماط التغير في خواص العناصر حسب موقعها في الدورات والمجموعات.

تربط التدرج في أنصاف أقطار الذرات في المجموعات أو الدورات مع التوزيع الإلكتروني لها، و طاقة تأينها، وسالبيتها الكهربائية.

مراجعة المفردات

مستوى الطاقة الأساسي: هو مستوى الطاقة الرئيس للذرة.

المفردات الجديدة

الأيون

طاقة التأين

القاعدة الثمانية

الكهرو سالبية

تدرج خواص العناصر Periodic Trends

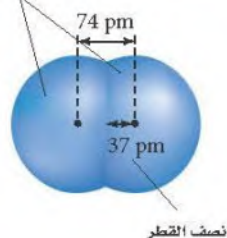
الفكرة الرئيسية يعتمد تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري على حجومات الذرات، وقابليتها لفقدان إلكترونات أو اكتسابها.

الربط مع الحياة يساعد التقويم على تتبع النشاطات في حياتنا؛ حيث يتكرر نمط الأسبوع من السبت إلى الجمعة. فإذا دونت بعض النشاطات اليومية سلفاً استطعت توقع ما يحدث في هذا اليوم من ذلك الأسبوع. وكذلك يتيح لنا ترتيب العناصر في الجدول الدوري تعريف خواص العديد من هذه العناصر.

نصف قطر الذرة Atomic Radius

يتغير الكثير من خواص العناصر بشكل متوقع، ويعرف ذلك التغير بالنمط، وهذا ما يحدث عند الانتقال عبر الدورة، أو المجموعة. إن حجم الذرة من الخواص الدورية الذي يتأثر بالتوزيع الإلكتروني. ويعرف الحجم الذري بمقدار اقتراب ذرة من ذرة أخرى مجاورة لها. ولأن طبيعة الذرة المجاورة تختلف من مادة إلى أخرى، لذا فإن حجم الذرة يتغير من مادة إلى مادة أخرى. يعرف نصف قطر الذرة للفلزات - ومنها الصوديوم - بنصف المسافة بين نواتين متجاورتين في التركيب البلوري للعنصر، كما في الشكل 10a-2. أما بالنسبة للعناصر التي توجد على شكل جزيئات - ومنها اللافلزات - فيعرف نصف قطر الذرة بنصف المسافة بين نوى الذرات المتطابقة والمتحدة كيميائياً بروابط فيما بينها. ويوضح الشكل 10b-2 نصف قطر جزيء ثنائي الذرة مثل الهيدروجين H_2 .

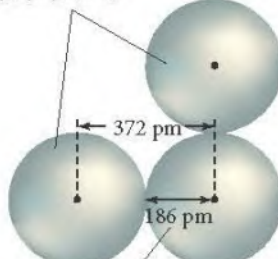
روابط ذرات اللافلز
في جزيء الهيدروجين



نصف القطر

يتحدد نصف القطر لذرات اللافلزات بنصف المسافة بين نوى ذرتين متطابقتين ومتحدتين كيميائياً.

روابط فلز الصوديوم
في التركيب البلوري

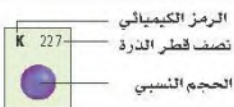


نصف القطر

نصف قطر ذرة الفلز هو نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين في التركيب البلوري.

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

الشكل 10-2 تعتمد أنصاف أقطار الذرات على نوع الروابط التي تكونها الذرات.



64

فسر التدرج في نصف قطر الذرة أي الذرات الآتية لها أكبر نصف قطر: الكربون C، أو الفلور F، أو البيريليوم Be، أو الليثيوم Li؟

أجب عن السؤال دون الرجوع إلى الشكل 11-2، وفسر إجابتك حسب اتجاه التغير في أنصاف الأقطار.

1 تحليل المسألة

إذا كان لديك 4 عناصر فحدد أولاً رقم كل من المجموعة والدورة التي يشغلها كل عنصر، ثم استخدم نمط التغير العام لنصف القطر لتحديد أي العناصر نصف قطر ذرته أكبر.

2 حساب المطلوب

حدّد الدورات

بالرجوع إلى الجدول الدوري تجد أن العناصر جميعها موجودة في الدورة الثانية.

وبترتيب العناصر من اليسار إلى اليمين عبر الدورة يظهر التسلسل الآتي: Li، و Be، و

C، و F.

طبق اتجاه تناقص نصف القطر عبر الدورة إن أول عنصر في الدورة الثانية هو الليثيوم Li، لذا فلذرته أكبر نصف قطر.

3 تقويم الإجابة

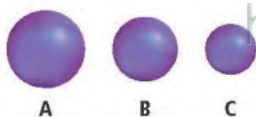
تم تطبيق اتجاه نمط التغير في مقدار نصف القطر عبر الدورة بشكل صحيح.

وبالرجوع إلى قيم أنصاف الأقطار في الشكل 11-2 نتحقق من الإجابة.

مسائل تدريبية

استعن بمعرفتك بأنماط التغير في نصف قطر الذرة عبر الدورة والمجموعة؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية، دون استخدام قيم نصف قطر الذرة في الشكل 11-2.

16. أي العناصر له أكبر نصف قطر: الماغنسيوم Mg، أو السليكون Si، أو الكبريت S، أو الصوديوم Na، وأيها له أصغر نصف قطر؟



A

B

C

17. يبين الشكل المجاور عناصر الهيليوم، والكربتون والرادون. أيها يمثل عنصر الكربتون؟ وكيف يمكن الاستدلال على ذلك؟

18. هل يمكن تحديد أيّ العنصرين المجهولين له أكبر نصف قطر إذا علمت فقط أن العدد الذري لأحدهما أكبر 20 مرة من العدد الذري للآخر؟ فسر إجابتك.

19. تحفيز حدّد أي العنصرين في كل زوج مما يأتي له نصف قطر أكبر:

a. عنصر في الدورة 2 والمجموعة 1، أو عنصر في الدورة 3 والمجموعة 18

b. عنصر في الدورة 5 والمجموعة 2، أو عنصر في الدورة 3 والمجموعة 16

c. عنصر في الدورة 3 والمجموعة 14، أو عنصر في الدورة 6 والمجموعة 15

d. عنصر في الدورة 4، والمجموعة 18، أو عنصر في الدورة 2، والمجموعة 16

استعن بمعرفتك بأنماط التغير في نصف قطر الذرة عبر الدورة والمجموعة؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية، دون استخدام قيم نصف قطر الذرة في الشكل 11-2 الموجود في كتاب الطالب صفحة 64.

16. أي العناصر له أكبر نصف قطر: الماغنسيوم Mg، أو السليكون Si، أو الكبريت S، أو الصوديوم Na، وأيها له أصغر نصف قطر؟

عنصر الصوديوم Na له أكبر نصف قطر، في حين عنصر الكبريت S له أصغر نصف قطر.

17. يبين الشكل الآتي عناصر الهيليوم، والكربون، والرادون. أيها يمثل عنصر الكربون؟ وكيف يمكن الاستدلال على ذلك؟



تمثل الكرة B عنصر الكربون؛ حيث يزداد نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها؛ لذا فإن الهيليوم هو الأصغر؛ لأن له أصغر نصف قطر، أما الرادون فهو الأكبر؛ لأن له أكبر نصف قطر.

18. هل يمكن تحديد أي العنصرين المجهولين له أكبر نصف قطر إذا علمت فقط أن العدد الذري لأحدهما أكبر 20 مرة من العدد الذري للآخر؟ فسر إجابتك.

لا، إذا كان كل ما هو معلوم أن العدد الذري لأحد العنصرين أكبر بمقدار 20 مرة من العدد الذري للعنصر الآخر، فإنه لا يمكن معرفة المجموعات والدورات التي يقع فيها العنصران بالتحديد. كما لا يمكن تطبيق الاتجاهات الدورية لحجم الذرة؛ لتحديد أي العنصرين نصف قطره أكبر من الآخر.

19. تحفيزُ حدّد أيّ العنصرين في كلّ زوج ممّا يلي له نصف قطر أكبر؟

a. العنصر في الدورة 2 والمجموعة 1، أو عنصر في الدورة 3 والمجموعة 18.

العنصر في الدورة 2 والمجموعة 1.

b. العنصر في الدورة 5 والمجموعة 2، أو عنصر في الدورة 3 والمجموعة 16.

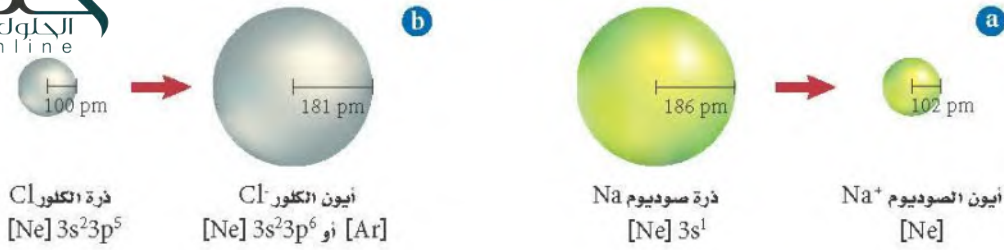
العنصر في الدورة 5 والمجموعة 2.

c. العنصر في الدورة 3 والمجموعة 14، أو عنصر في الدورة 6 والمجموعة 15.

العنصر في الدورة 6 والمجموعة 15.

d. عنصر في الدورة 4 والمجموعة 18، أو عنصر في الدورة 2 والمجموعة 16.

عنصر في الدورة 4 والمجموعة 18.



نصف قطر الأيون

تستطيع الذرات فقد أو اكتساب إلكترون أو أكثر لتكوين الأيونات. ولأن الإلكترونات سالبة الشحنة فإن الذرات تصبح مشحونة عندما تكتسب الإلكترونات أو تفقدها. لذا فالأيون ذرة أو مجموعة ذرية لها شحنة موجبة أو سالبة.

عندما تفقد الذرة الإلكترونات وتكون أيونًا موجبًا يصغر حجمها. ويُعزى ذلك إلى عاملين: أولهما أن الإلكترون الذي تفقده الذرة غالبًا ما يكون إلكترون تكافؤ. وقد ينتج عن فقدانه فراغ المدار الخارجي، مما يسبب نقصان نصف القطر. ثانيًا: يقل التنافر بين ما تبقى من الإلكترونات، بالإضافة إلى زيادة التجاذب بينها وبين النواة ذات الشحنة الموجبة، مما يسمح للإلكترونات بالاقتراب أكثر من النواة.

عندما تكتسب الذرات إلكترونات وتكون أيونات سالبة يزداد حجمها؛ لأن إضافة إلكترون إلى الذرة يولد تنافرًا أكبر مع إلكترونات المستوى الخارجي، ويدفعها بقوة نحو الخارج. وينتج عن زيادة المسافة بين الإلكترونات الخارجية زيادة في مقدار نصف القطر مما لا يسمح للإلكترونات بالاقتراب أكثر من النواة. ويوضح الشكل 2-13a كيف يقل نصف قطر ذرة الصوديوم عندما تكون أيونًا موجبًا، كما يوضح الشكل 2-13b كيف يزداد نصف قطر ذرة الكلور عندما تكون أيونًا سالبًا.

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطوبتك.

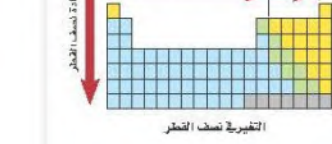
	1	2	13	14	15	16	17
2	Li 76 1+	Be 31 2+	B 20 3+	C 15 4+	N 146 3+	O 140 2+	F 133 1-
3	Na 102 1+	Mg 72 2+	Al 54 3+	Si 41 4+	P 212 3+	S 184 2+	Cl 181 1-
4	K 138 1+	Ca 100 2+	Ga 62 3+	Ge 53 4+	As 222 3+	Se 198 2+	Br 195 1-
5	Rb 152 1+	Sr 118 2+	In 81 3+	Sn 71 4+	Sb 62 5+	Te 2 2-	
6	Cs 167 1+	Ba 135 2+	Tl 95 3+	Pb 84 4+	Bi 74 5+		

نصف قطر الأيون
الرمز الكيميائي
الشحنة
العدد الذري

الشكل 2-14 يوضح نصف القطر الأيوني للعناصر المثلة مقيسًا بوحدة pm ($10^{-12}m$).
فسر لماذا يزداد نصف قطر الأيون الموجب والأيون السالب عند الانتقال إلى أسفل المجموعة في معظم المجموعات؟

اجابة سؤال الشكل ٢-١٤ :

لأن رقم مستوى الطاقة الرئيسي يزداد في المجموعة من أعلى إلى أسفل، وبذلك تقل قوة جذب النواة للإلكترونات مستوى الطاقة الخارجي.



الشكل 15-2 يلخص الشكل
التغير العام في نصف قطر الأيون.

تدرج نصف قطر الأيون عبر الدورات يوضح الشكل 14-2 أنصاف أقطار أيونات معظم العناصر الممثلة. لاحظ أن العناصر التي في الجهة اليسرى من الجدول تكون أيونات موجبة أصغر حجماً، في حين تكون العناصر التي في الجهة اليمنى من الجدول أيونات سالبة أكبر حجماً. وفي الغالب، كلما تحركت من اليسار إلى اليمين عبر الدورة تناقص حجم الأيون الموجب. وعند بداية المجموعة 15 أو 16 يتناقص حجم الأيون السالب أيضاً تدريجياً.

تدرج نصف قطر الأيون عبر المجموعات عندما تنتقل في المجموعة من أعلى إلى أسفل فإن إلكترونات المستويات الخارجية في الأيون تكون في مستويات طاقة أعلى؛ مما ينتج عنه زيادة في حجم الأيون. لذا يزداد نصف قطر كل من الأيونات الموجبة والسالبة عند الانتقال إلى أسفل خلال المجموعة. ويلخص الشكل 15-2 اتجاه التغير في نصف قطر الأيونات عبر المجموعات والدورات.

طاقة التأين Ionization Energy

يتطلب تكوين أيون موجب انتزاع إلكترون من ذرة متعادلة. ويحتاج هذا العمل إلى طاقة للتغلب على قوة التجاذب بين شحنة النواة الموجبة والشحنة السالبة للإلكترون. وتعرف **طاقة التأين** بالطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من ذرة العنصر في الحالة الغازية. فمثلاً نحتاج إلى 8.64×10^{-19} J لانتزاع إلكترون من ذرة الليثيوم في الحالة الغازية. وتسمى الطاقة اللازمة لانتزاع أول إلكترون من الذرة المتعادلة طاقة التأين الأولى. لذا فطاقة التأين الأولى لليثيوم هي 8.64×10^{-19} J. كما ينتج عن فقدان الإلكترون تكوين أيون Li^+ . ويبين الشكل 16-2 طاقة التأين الأولى لعناصر الدورات من 1 إلى 5.

✓ **ماذا قرأت؟ عرّف طاقة التأين.**

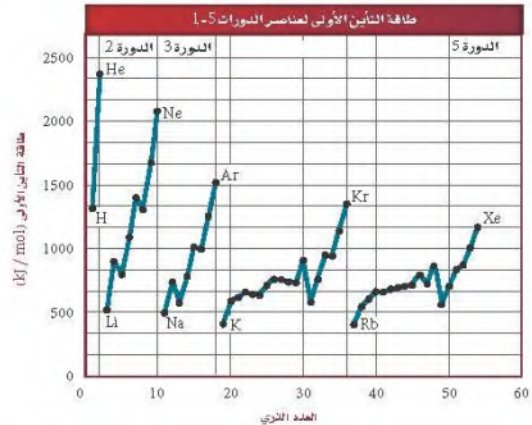
فكر في طاقة التأين على أنها إشارة إلى مدى قوة تمسك نواة الذرة بالإلكترونات تكافئها. لذا تشير طاقة التأين الكبيرة إلى أن القوة التي تمسك النواة بهذه الإلكترونات كبيرة أيضاً. ولذا تميل الذرات التي قيم طاقة تأينها كبيرة إلى تكوين الأيونات السالبة. فعلى سبيل المثال، لطاقة تأين الليثيوم المنخفضة أهمية في صنع بطاريات الحاسوب؛ فسهولة خسارة الإلكترونات تساعد البطارية على إنتاج قدرة كهربائية أكبر.

الشكل 16-2 يوضح طاقة التأين الأولى لعناصر الدورات
1-5 مقارنةً بالعدد الذري لها.

اختبار الرسم البياني

صف اتجاه التغير في طاقة التأين الأولى خلال
المجموعة.

اجابة سؤال اختبار الرسم
البياني :
يتناقص



طاقات التأين لعناصر الدورة 2

الجدول 2-5

9 th	8 th	7 th	6 th	5 th	4 th	3 rd	2 nd	1 st	إلكترونات	رمز
									التكافؤ	العنصر
							7300	520	1	Li
						14,850	1760	900	2	Be
					25,020	3660	2430	800	3	B
				37,830	6220	4620	2350	1090	4	C
			53,270	9440	7480	4580	2860	1400	5	N
		71,330	13,330	10,980	7470	5300	3390	1310	6	O
	92,040	17,870	15,160	11,020	8410	6050	3370	1680	7	F
115,380	23,070	20,000	15,240	12,180	9370	6120	3950	2080	8	Ne

تمثل كل مجموعة من النقاط المتصلة في الرسم الموضح في الشكل 16-2 العناصر الموجودة في دورة واحدة. وتكون طاقة تأين فلزات المجموعة 1 منخفضة، لذا تميل إلى تكوين أيونات موجبة. أما طاقة تأين عناصر المجموعة 18 فهي عالية جداً، لذلك لا تكون أيونات في أغلب الأحيان؛ حيث إن التوزيع الإلكتروني المستقر لهذه العناصر يحد من نشاطها الكيميائي.

الكيمياء في واقع الحياة

طاقة التأين



الغوص إن الزيادة في الضغط الذي يتعرض له الغواصون تحت سطح الماء يتسبب في دخول كمية أكبر

اجابة سؤال ماذا قرأت :

أربعة

- أكسجين مخفف بالهيليوم.

إن طاقة تأين الهيليوم العالية لا تسمح بتفاعله كيميائياً مع الدم.

انتزاع أكثر من إلكترون قد تنتزع إلكترونات أخرى بعد انتزاع الإلكترون الأول من الذرة. وتسمى الطاقة التي يتطلبها انتزاع إلكترون ثانٍ من أيون أحادي الشحنة الموجبة طاقة التأين الثانية. وتسمى الطاقة التي يتطلبها انتزاع إلكترون ثالث من أيون ثنائي الشحنة الموجبة طاقة التأين الثالثة، كما هو موضح في الجدول 2-5.

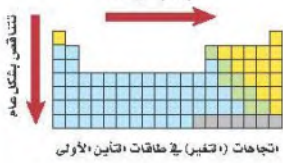
تلاحظ عند الانتقال في الجدول من اليمين إلى اليسار أن طاقة التأين في تزايد دائم، ولكن ليس بشكل منتظم؛ حيث إن هناك حالات تكون فيها الزيادة في طاقة التأين كبيرة جداً. فمثلاً، طاقة التأين الثانية لليثيوم (7300 kJ/mol) أكبر كثيراً من طاقة التأين الأولى (520 kJ/mol). وهذا يعني أن ذرة الليثيوم غالباً ما تفقد إلكترونًا واحدًا، ومن غير المتوقع أن تخسر إلكترونًا ثانيًا.

✓ **ماذا قرأت؟ استنتج** ما عدد الإلكترونات التي يمكن أن تخسرها ذرة الكربون؟

إذا تفحصت الجدول فستلاحظ أن الزيادة الكبيرة في طاقة التأين مرتبطة مع عدد إلكترونات التكافؤ. لعنصر الليثيوم إلكترون تكافؤ واحد، لذا تحدث مثل هذه الزيادة بعد طاقة التأين الأولى. ويشكل عنصر الليثيوم أيون Li^+ بسهولة، ولكن من الصعوبة تشكيل أيون Li^{2+} . لذا تشير الزيادة في طاقة التأين هذه إلى أن القوة التي تمسك بها الذرة إلكتروناتها الداخلية أكبر كثيراً من تلك التي تمسك بها الذرة إلكترونات التكافؤ.

تدرج طاقة التأين عبر الدورات يتبين من الشكل 16-2 والقيم في الجدول 2-5، أن طاقة التأين الأولى تزداد عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة نفسها. وتنتج الزيادة في شحنة نواة كل عنصر زيادة في قوة جذبها للإلكترونات التكافؤ.

تدرج طاقة التآين عبر المجموعات تقل طاقة التآين الأولى عند الانتقال من أعلى إلى أسفل المجموعة. ويعود ذلك إلى زيادة حجم الذرة، والحاجة إلى طاقة أقل لانتزاع الإلكترون كلما ابتعد الإلكترون عن النواة، كما هو موضح في الشكل 2-17.



الشكل 2-17 تزداد طاقة التآين عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتتناقص عند الانتقال إلى أسفل المجموعة.



الشكل 2-18 يوضح قيم الكهروسالبية لمعظم العناصر المعطاة بوحدة "باولنج".
استنتاج لماذا لم توضع قيم الكهروسالبية للعناصر النبيلة؟

الكهروسالبية (السالبية الكهربائية) Electronegativity

تعرف الكهروسالبية على أنها مدى قابلية ذرات العنصر على جذب الإلكترونات في الرابطة الكيميائية. وبين الشكل 2-18 أن الكهروسالبية غالباً تقل عند الانتقال إلى أسفل المجموعة، وتزداد عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة. وتتراوح قيم الكهروسالبية للعناصر بين 0.7 و 3.98. ووحدها باولنج؛ نسبة إلى العالم الأمريكي باولنج (1901-1994م) فالفلور F مثلاً أكثر العناصر كهروسالبية بقيمة 3.98، في حين أن السيزيوم والفرانسيوم أقل العناصر كهروسالبية بقيم 0.7 و 0.79 على الترتيب. ويكون للذرة ذات الكهروسالبية الكبرى قوة جذب أكبر للإلكترونات الرابطة. ولذا لم تُعين قيم الكهروسالبية للغازات النبيلة؛ لأنها تشكل عدداً قليلاً من المركبات.

تجربة

رتب العناصر كيف تدرج الخواص؟ الخطوات

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. اعمل بطاقة تعريف لكل عنصر من واقع المعلومات الجدول المقابل.
3. اعمل جدولاً في هيئة مصفوفة (4 أعمدة × 3 صفوف).
4. رتب بطاقات العناصر تصاعدياً حسب كتلتها.
5. ابدأ بوضع البطاقات في الجدول مراعيًا تسلسل كتل العناصر وخصائصها، واترك مربعات فارغة عند الضرورة.

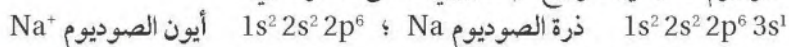
التحليل

1. اعمل جدولاً تبين فيه التنظيم في صورته النهائية.
2. صف التدرج في اللون عبر الدورة وعبر المجموعة في الاتجاه الذي أعدده.

اجابة سؤال التحليل :

- 1- جدول النتائج المتوقعة.
- 2 يتناقص طول موجة اللون عبر الدورة، ويصبح اللون باهتاً كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة.
- 3- تتزايد الكتلة عبر الدورة وكلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة؛ لا ينسجم CX مع النمط المتوقع للكتلة، ولكنه ينسجم مع العمود الثالث حيث المواد الصلبة الأخرى الهشة ذات اللون الأخضر.
- 4- ينسجم pH مع الدورة الثالثة، ويستند العمود الأول إلى اللون والاتجاهات المذكورة. وتقع الكتلة بين 99 g و 106 g.
- 5- ينبغي أن يوجد في المكان الخالي سائل أصفر كتلته بين 70 g و 82 g.

القاعدة الثمانية عندما تخسر ذرة الصوديوم إلكترون التكافؤ الوحيد لديها لتنتج أيون صوديوم $+1$ يتغير التوزيع الإلكتروني لها على النحو الآتي:



لاحظ أن التوزيع الإلكتروني لأيون Na^+ مشابه للتوزيع الإلكتروني للنيون (غاز نبيل). وتؤدي هذه الملاحظة إلى أحد أهم المبادئ الكيميائية، وهو القاعدة الثمانية. تنص **القاعدة الثمانية** على أن الذرة تكتسب الإلكترونات أو تخسرها أو تشارك بها، لتحصل على ثمانية إلكترونات تكافؤ في مستوى طاقتها الأخير. وتعزز هذه المعرفة ما تعلمناه من قبل من أن التوزيع الإلكتروني لمستويات s و p الفرعية لنفس مستوى الطاقة الممتلئة بالإلكترونات يكون أكثر استقراراً. كما يجب أن تلاحظ أن هذه القاعدة لا تشمل عناصر الدورة الأولى؛ لأنها تحتاج إلى إلكترونين فقط. تكمن فائدة هذه القاعدة في تحديد نوع الأيون الذي يتجه العنصر. فالعناصر التي تقع على الجانب الأيمن من الجدول الدوري تكتسب عادة الإلكترونات لتحصل على التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل. ولهذا السبب تنتج هذه العناصر أيونات سالبة، إلا أنه - بطريقة مشابهة - تفقد العناصر التي على الجانب الأيسر الإلكترونات لتنتج أيونات موجبة.

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

التقويم 2-3

الخلاصة

20. **الفكرة الرئيسة** فسر العلاقة بين التدرج في نصف قطر الذرة عبر الدورات والمجموعات في الجدول الدوري والتوزيع الإلكتروني.

21. بين أيهما له أكبر قيمة لكل مما يأتي: الفلور أم البروم؟

a. الكهروسالبية c. نصف قطر الذرة

b. نصف قطر الأيون d. طاقة التأين

22. فسر لماذا يحتاج انتزاع الإلكترون الثاني من ذرة الليثيوم إلى طاقة أكبر من الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الرابع من ذرة الكربون؟

23. احسب فرق الكهروسالبية، ونصف قطر الأيون، ونصف قطر الذرة، وطاقة التأين الأولى بين الأكسجين والبيريليوم.

24. عمل الرسوم البيانية واستخدامها مثل بياناً أنصاف أقطار العناصر الممثلة في الدورات 2، 3، 4 مقابل أعدادها الذرية. على أن تحصل على ثلاثة منحنيات منفصلة (منحنى لكل دورة). ثم لخص نمط التغير (التدرج) في نصف قطر الذرة عبر الدورة في ضوء الرسم الذي عملته. فسر إجابتك.

• يتناقص نصف قطر الأيون أو الذرة من

اليسار إلى اليمين عبر الدورات، ويزداد من أعلى إلى أسفل عبر المجموعات.

• تزداد طاقة التأين غالباً من اليسار إلى اليمين

عبر الدورات وتتناقص من أعلى إلى أسفل عبر المجموعات.

• تنص القاعدة الثمانية على أن الذرات تكتسب

الإلكترونات أو تخسرها، أو تشارك بها لتحصل على ثمانية إلكترونات تكافؤ.

• تزداد الكهروسالبية غالباً من اليسار إلى

اليمين عبر الدورة، وتتناقص من أعلى إلى أسفل عبر المجموعات.

20. فسّر العلاقة بين التدرّج في نصف قطر الذرة عبر الدورات والمجموعات في الجدول الدوري والتوزيع الإلكتروني. تزداد أنصاف أقطار الذرات كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها؛ حيث تُضاف إلكترونات إلى مستويات الطاقة الخارجية، فتحجب الإلكترونات الداخلية إلكترونات التكافؤ عن شحنة النواة المتزايدة. وتتناقص أنصاف أقطار الذرات كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة؛ حيث تزيد الشحنة الموجبة للنواة، ويرافق ذلك عدم حجب إلكترونات التكافؤ بواسطة الإلكترونات الداخلية لأنها تُضاف إلى مستوى الطاقة نفسه، ويبقى عدد مستويات الطاقة ثابتاً فتقترب إلكترونات التكافؤ من النواة.

21. بيّن أيهما له أكبر قيمة لكلٍّ مما يأتي: الفلور أم البروم؟

- الكهروسالبية
- نصف قطر الأيون
- نصف قطر الذرة
- طاقة التأين

22. فسّر لماذا يحتاج انتزاع الإلكترون الثاني من ذرة الليثيوم إلى طاقة أكبر من الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الرابع من ذرة الكربون؟

لأن الإلكترون الثاني الذي يُنتزع من ذرة الليثيوم هو من الإلكترونات الداخلية وليس من إلكترونات التكافؤ؛ لذا فإنه يحتاج إلى طاقة أكبر لتزعمه. في حين أن الإلكترون الرابع الذي يُنتزع من ذرة الكربون هو إلكترون تكافؤ.

23. احسب فرق الكهروسالبية، ونصف قطر الأيون، ونصف قطر الذرة، وطاقة التأين الأولى للأكسجين والبريليوم.

$$\text{الكهروسالبية} = 3.44 - 1.57 = 1.87$$

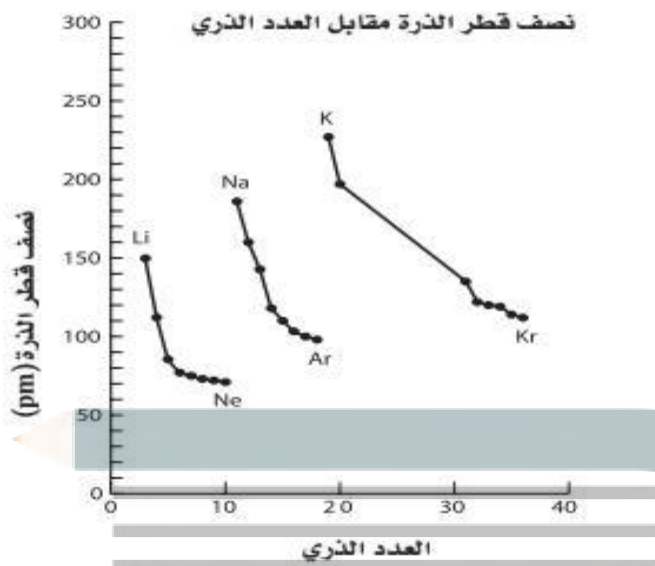
$$\text{نصف قطر الأيون} = 140 - 31 = 109 \text{ pm}$$

$$\text{نصف قطر الذرة} = 73 - 112 = -39 \text{ pm}$$

$$\text{طاقة التأين الأولى} = 1310 \text{ kJ/mol} - 900 \text{ kJ/mol}$$

$$= 410 \text{ kJ/mol}$$

24. عمل الرسوم البيانية واستخدمها مثل بيانيًا أنصاف أقطار العناصر المُمثلة في الدورات 2 و3 و4 مقابل أعدادها الذرية. على أن تحصل على ثلاثة منحنيات منفصلة (منحنى لكل دورة). ثم لخص نمط التغير (التدرج) في نصف قطر الذرة عبر الدورة في ضوء الرسم الذي عملته. فسّر إجابتك.



يقل نصف قطر الذرات عمومًا كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة الواحدة في الجدول الدوري بسبب زيادة شحنة النواة، ويزداد نصف قطر الذرات كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها بسبب زيادة إلكترونات التكافؤ في أفلاك أكبر تنتمي إلى مستويات أعلى من الطاقة الرئيسية.



الشكل 2 تغطي العضلات معظم جسم الإنسان.

العناصر في جسم الإنسان

كلما أكل الإنسان أو تنفس أخذ جسمه العناصر التي يحتاج إليها لأداء واجباته بصورة طبيعية. ولهذه العناصر خواصها المحددة؛ اعتماداً على موقعها في الجدول الدوري. ويوضح الشكل 1 النسبة المئوية الكتلية للعناصر في خلايا جسم الإنسان.

الأكسجين يوجد في جسم الإنسان البالغ ما يزيد على 14 بليون بليون ذرة من الأكسجين. وقد يموت الإنسان خلال دقائق معدودة، إذا لم يُزود الدم بالأكسجين.

الكربون يكون روابط قوية بين ذراته وذرات العناصر الأخرى، كما يكون سلاسل طويلة تعد الهيكل العظمي الضروري للمركبات العضوية، ومنها الكربوهيدرات، والبروتينات والدهون. كما يعتمد جزيء DNA الذي يحدد الصفات الشكلية أو المظهرية للشخص على مقدرة الكربون على الارتباط مع العديد من العناصر بسهولة.

الهيدروجين يحتوي الجسم على عدد من ذرات الهيدروجين يزيد على عدد ذرات العناصر الأخرى جميعها معاً، على الرغم من أنه يمثل 10% من كتلة الجسم؛ لأن كتلة ذرته صغيرة جداً. ولا يحتاج جسم الإنسان إلى الهيدروجين في صورة عنصر فقط، ولكن من خلال العديد من المركبات الضرورية ومنها الماء. ويعد الهيدروجين - بالإضافة إلى الأكسجين والكربون - جزءاً مهماً في تركيب الكربوهيدرات والمركبات العضوية التي يحتاج إليها الجسم.

اجابة سؤال الكتابة في الكيمياء :

بعض أنواع الطعام المقلب لا يحتوي على جميع مكونات الطعام التي يحتاج إليها الجسم، وعلى الرغم من وجود بعض العناصر بكميات قليلة جداً في جسم الإنسان، إلا أنها تلعب دوراً مهماً في وظائف الجسم الطبيعية.

ومن ذلك الحديد الذي يوجد منه كمية قليلة جداً في جسم الإنسان، ولا يستطيع هيموجلوبين الدم نقل الأكسجين من دون الحديد.

الشكل 1 يتكون جسم الإنسان من الكثير من العناصر المختلفة.

النيتروجين تغطي العضلات معظم جسم الإنسان. ويوجد النيتروجين في المركبات التي تصنع البروتينات التي يحتاج إليها الجسم لبناء العضلات، هذا ما يوضحه الشكل 2.

العناصر الأخرى في الجسم الأكسجين والكربون والهيدروجين والنيتروجين هي العناصر الأكثر توافراً في الجسم، ولكن هناك بعض العناصر الأخرى التي يحتاج إليها الجسم للنمو والنمو. إن مقداراً ضئيلاً من هذه العناصر - والتي تكون في مجملها 2% من كتلة الجسم - يُعد ضرورياً للجسم. فمثلاً، لا تستطيع العظام والأسنان النمو دون التزود المستمر بالكالسيوم. وعلى الرغم من أن الكبريت يكون أقل من 1% من كتلة الجسم إلا أنه عنصر ضروري ويوجد في البروتينات، كما في الأظافر على سبيل المثال. كما أن الصوديوم والبوتاسيوم ضروريان لنقل الإشارات الكهربائية في الدماغ.

الكتابة 2 الكيمياء هل تستطيع الحصول على العناصر ذات المقدار الضئيل في الجسم من أكل المواد الغذائية المقلبة فقط؟ ما أهمية هذه العناصر رغم وجودها بكميات قليلة؟ ناقش هذه القضية مع زملائك في الصف.

مختبر الكيمياء

الكيمياء الوصفية (النوعية)

الخلفية: يمكنك ملاحظة العديد من العناصر الممثلة، ثم تصنيفها والمقارنة بين خواصها. تسمى عملية تعرف خواص العناصر بالكيمياء الوصفية.

سؤال: كيف تدرج خواص العناصر الممثلة؟

المواد والأدوات اللازمة

أنابيب قابلة للإغلاق	6 أنابيب اختبار
سدادات أنابيب اختبار وأوعية بلاستيكية تحوي كميات قليلة من العناصر	حامل أنابيب اختبار مخبر مدرج 10 mL ملعقة صغيرة
جهاز التوصيل الكهربائي	قلم للكتابة على الزجاج
حمض الهيدروكلوريك تركيزه 1.0M	قلم رصاص

إجراءات السلامة



تحذير لا تفحص المواد الكيميائية بتذوقها. وحمض الهيدروكلوريك ذو التركيز 1 M ضار بالعين والملابس.

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. لاحظ ثم دوّن المظهر (الحالة الفيزيائية، اللون، اللمعان) لكل عينة في أنبوب الاختبار دون نزاع السدادة.
3. خذ عينة صغيرة من كل عنصر في الوعاء البلاستيكي، وضعها على سطح صلب، وأطرقها برفق. سيصبح العنصر مسطحاً إذا كان قابلاً للطرق. أما إذا كان هشاً فسوف يتكسر إلى قطع صغيرة، ثم دوّن ملاحظاتك.
4. حدد أي العناصر موصل للكهرباء باستخدام جهاز

الخطوات :

نظم مجموعات العمل في مواقع متعددة من المختبر.

6. أضف كمية صغيرة من كل عنصر إلى أنبوب الاختبار الخاص به. ثم أضف 5 mL من حمض الهيدروكلوريك HCl إلى كل أنبوب اختبار، وراقب كل أنبوب مدة دقيقة،

واعلم أن تكون الفقاعات يعدّ دليلاً على التفاعل بين الحمض والعنصر، ثم سجل ملاحظاتك.

ملاحظة العناصر	التصنيف
● قابله للطرق. ● موصلة جيدة للكهرباء. ● ذات لمعان. ● لها لون فضي أو أبيض. ● يتفاعل معظمها مع الأحماض.	الفلزات
● توجد في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية. ● غير موصلة للكهرباء. ● لا تتفاعل مع الأحماض. ● غالباً ما تكون هشة في الحالة الصلبة.	اللافلزات
● تجمع بين خواص الفلزات واللافلزات.	أشباه الفلزات

7. التنظيف والتخلص من الفضلات تخلص من المواد جميعها حسب تعليمات المعلم.

اجابة سؤال حل واستنتج :

هـ - ازدياد الخواص الفلزية من اليمين إلى اليسار، ومن أعلى إلى أسفل.

2. قسّر البيانات اعتماداً على الجدول أعلاه، وبالإضافة إلى ملاحظاتك، أعد قائمة بأسماء عينات العناصر التي تظهر الخواص العامة للفلزات.
3. قسّر البيانات اعتماداً على الجدول أعلاه، وبالإضافة إلى ملاحظاتك، أعد قائمة بأسماء عينات العناصر التي تظهر الخواص العامة لأشباه الفلزات.
4. اعمل نموذجاً ارسم مخططاً للجدول الدوري وحدد مواقع العناصر الممثلة من المجموعة 1 إلى 17. بالاعتماد على الجدول الدوري الوارد في هذا الفصل والنتائج التي حصلت عليها من التجربة، سجّل رموز العناصر التي درستها في التجربة في مخطط الجدول الدوري الذي أعدته.
5. استنتج كيف تدرج خواص العناصر التي لاحظتها في التجربة.

الفكرة العامة يتيح لنا التدرج في خواص العناصر التنبؤ بالخواص الفيزيائية والكيميائية لها.

1-2 تطور الجدول الدوري الحديث

المفاهيم الرئيسية

للعناصر تدريجيًا مع الوقت باكتشاف العلماء طرائق أكثر فائدة في تصنيف العناصر ومقارنتها.

رُتبت العناصر في البداية تصاعديًا حسب الكتلة الذرية، مما نتج عنه بعض التناقض، ثم رُتبت لاحقًا وفق الأعداد الذرية تصاعديًا. يعني التدرج في خواص العناصر أن صفاتها الكيميائية والفيزيائية تتكرر عند ترتيبها تصاعديًا حسب أعدادها الذرية. يرتب الجدول الدوري العناصر في دورات (صفوف) ومجموعات (أعمدة)، وتكون العناصر ذات الخواص المشابهة في المجموعة نفسها. تُصنف العناصر إلى فلزات ولا فلزات وأشباه فلزات.

اسم العنصر	أكسجين
الحالة	8
العدد الذري	0
الرمز	15.999
الكتلة الذرية المتوسطة	

المصردات

- التدرج في خواص العناصر
- الفلزات الانتقالية
- المجموعات
- الدورات
- العناصر الممثلة
- العناصر الانتقالية
- الفلزات
- الفلزات القلوية
- الفلزات القلوية الأرضية
- الداخلي
- سلسلة اللانثانيدات
- سلسلة الأكتينيدات
- اللافلزات
- الهالوجينات
- الغازات النبيلة
- أشباه الفلزات

2-2 تصنيف العناصر

المفاهيم الرئيسية

يحتوي الجدول الدوري على أربع فئات هي f, d, p, s. لعناصر المجموعة الواحدة خواص كيميائية متشابهة. عناصر المجموعتين 1 و2 يتطابق فيها عملاء الإلكترونات التكافؤ مع رقم المجموعة. يتطابق رقم مستوى الطاقة الأخير الذي توجد فيه إلكترونات التكافؤ مع رقم الدورة التي يقع فيها العنصر.

2-3 تدرج خواص العناصر

المفاهيم الرئيسية

تتناقص قيم نصف قطر الذرة والأيون من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتزايد من أعلى إلى أسفل عبر المجموعة.

تتزايد طاقة التأين غالبًا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتتناقص من أعلى إلى أسفل عبر المجموعة. تنص القاعدة الثمانية على أن الذرات تكتسب الإلكترونات، أو تخسرهما، أو تشارك بها لتحصل على مجموعة من ثمانية إلكترونات تكافؤ. غالبًا ما تتزايد الكهروسالبية من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتتناقص من أعلى إلى أسفل عبر المجموعة.

يعتمد تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري على أحجام الذرات، وقابليتها لفقدان الإلكترونات أو اكتسابها.

المصردات

- الأيون
- طاقة التأين
- القاعدة الثمانية
- الكهروسالبية

2-1

إتقان المفاهيم

Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49
Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)

الشكل 19-2

34. وضح ما يشير إليه الخط الداكن في منتصف الشكل 19-2.

35. ما الرمز الكيميائي لكل من العناصر الآتية؟

a. فلز يستخدم في مقياس الحرارة.

b. غاز مشع يستخدم للتنبؤ بحدوث هزات أرضية، وهو غاز نبيل له أكبر كتلة ذرية مقارنةً بعناصر مجموعته.

c. يستخدم لطلاء علب المواد الغذائية، وهو فلز له أقل كتلة ذرية في المجموعة 14.

d. عنصر انتقالي يستخدم في صناعة الخزائن، ويقع في المجموعة 12 في الجدول الدوري.

36. إذا اكتشف عنصر جديد من الهالوجينات وآخر من الغازات النبيلة فما العدد الذري لكل منهما؟

إتقان حل المسائل

37. لوربتت العناصر وفق كتلتها الذرية فأبي العناصر الـ 55 الأولى يكون ترتيبها مختلفاً عما هو عليه في الجدول الدوري الحالي؟

38. عنصر ثقيل جديد لو اكتشف العلماء عنصرًا يحتوي على 117 بروتونًا، فما المجموعة والدورة التي ينتمي إليها؟ وهل يكون فلزًا أو لافلزًا أو شبه فلز؟

25. ما النقص في الجدول الدوري لمندليف؟

26. وضح كيف ساهمت قاعدة الثمانية لنيولاندز في تطور الجدول الدوري؟

27. أعدّ كل من لوثر ماير وديميتري مندليف جداول دورية متشابهة في عام 1869 م. فلماذا حظي مندليف بسمعة أكبر بالجدول الدوري الذي أعدّه؟

28. ما المقصود بتدرج خواص العناصر؟

29. صف الخواص العامة للفلزات.

30. ما الخواص العامة لأشباه الفلزات؟

31. صنّف العناصر الآتية إلى فلزات أو لافلزات أو أشباه فلزات.

a. الأكسجين O

b. الباريوم Ba

c. الجرمانيوم Ge

d. الحديد Fe

32. صل كل بند في العمود الأيمن بما يناسبه من المجموعات في العمود الأيسر:

a. العناصر القلوية 1. المجموعة 18

b. الهالوجينات 2. المجموعة 1

c. العناصر القلوية الأرضية 3. المجموعة 2

d. الغازات النبيلة 4. المجموعة 17

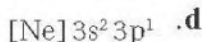
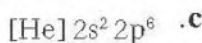
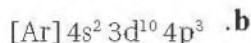
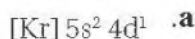
5. المجموعة 15

33. ارسم مخططًا بسيطًا للجدول الدوري، وحدد عليه مواقع

كل من الفلزات القلوية والفلزات القلوية الأرضية والعناصر الانتقالية والعناصر الانتقالية الداخلية والغازات

النبيلة والهالوجينات، باستخدام الملصقات.

47. حدّد كلّاً من المجموعة، والدورة والفئة لكل عنصر مما يأتي:



48. عنصران في المجموعة نفسها، فهل يكون نصف قطر ذرة العنصر الذي له عدد ذري أكبر، أصغر أم أكبر من نصف قطر ذرة العنصر الآخر؟

49. يوضّح الجدول 2-6 عدد العناصر في الدورات الخمس الأولى من الجدول الدوري. فسّر لماذا تحتوي بعض الدورات على أعداد مختلفة من العناصر؟

الجدول 2-6 عدد العناصر في الدورات من 1 إلى 5					
الدورة	1	2	3	4	5
عدد العناصر	2	8	8	18	18

50. النقود تسمى إحدى مجموعات العناصر الانتقالية بمجموعة النقود؛ لأن معظم قطع النقود المعدنية تصنع من عناصر هذه المجموعة. ما رقم هذه المجموعة؟ وما العناصر التي تنتمي إليها؟ وهل ما زالت مستخدمة في صناعة النقود حتى الآن؟

51. هل توجد إلكترونات تكافؤ جميع عناصر المجموعة 17 في مستوى الطاقة الرئيس نفسه؟ فسّر إجابتك.

إتقان حل المسائل

52. أضواء الإشارة الخضراء. يُكسب فلز الباريوم الإشارة الخضراء اللون الأخضر. اكتب التوزيع الإلكتروني للباريوم وصف موقعه من حيث المجموعة والدورة والفئة في الجدول الدوري.

53. الساعات تستخدم المغناطيس المصنوعة من فلز النيوديميوم في صناعة الساعات؛ لأنها قوية وخفيفة. اكتب التوزيع الإلكتروني لهذا العنصر، وأين يقع في الجدول الدوري؟

54. علب الصودا التوزيع الإلكتروني للفلز المستخدم في صناعة علب الصودا هو $[Ne] 3s^2 3p^1$. ما اسم هذا الفلز؟ حدّد رقم مجموعته. ودورته، وفئته في الجدول الدوري.

39. ما الرمز الكيميائي للعنصر الذي ينطبق عليه الوصف الآتي؟

a. عنصر في الدورة 3 يمكن استخدامه في صناعة رقائق الحاسوب لأنه شبه فلز.

b. عنصر في المجموعة 13 والدورة 5 يستخدم في صناعة الشاشات المسطحة في أجهزة التلفاز.

c. عنصر يستخدم قتيلاً في المصابيح، وله أكبر كتلة ذرية بين العناصر الطبيعية في المجموعة 6.

2-2

إتقان المفاهيم

40. المنتجات المنزلية ما أوجه الشبه في الخواص الكيميائية بين الكلور الذي يستخدم في تبييض الملابس واليود الذي يضاف إلى ملح الطعام؟ فسّر إجابتك.

41. ما علاقة رقم مستوى طاقة إلكترون التكافؤ برقم دورة العنصر في الجدول الدوري؟

42. ما عدد إلكترونات تكافؤ كل عنصر من الغازات النبيلة؟

43. ما الفئات الأربع الرئيسة في الجدول الدوري؟

44. ما التوزيع الإلكتروني الأكثر استقراراً؟

45. فسّر كيف يمكن أن يحدد توزيع إلكترونات التكافؤ موقع الذرة في الجدول الدوري؟

46. اكتب التوزيع الإلكتروني للعنصر الذي ينطبق عليه الوصف الآتي:

a. عنصر في المجموعة 15، وغالبًا ما يكون جزءاً من مركبات مساحيق التجميل.

b. هالوجين في الدورة 3، يدخل في تركيب منظفات الملابس، ويستخدم في صناعة الورق.

c. فلز انتقالي سائل عند درجة حرارة الغرفة، ويستخدم أحياناً في مقاييس درجة الحرارة.

55. املأ الفراغ في الجدول 2-7.

الدورة	المجموعة	رمز العنصر	التوزيع الإلكتروني
3		Mg	$[\text{Ne}]3s^2$
4	14	Ge	
	12	Cd	$[\text{Kr}]5s^24d^{10}$
2	1		$[\text{He}]2s^1$

2-3

إتقان المفاهيم

56. ما المقصود بطاقة التأين؟

57. يشكل عنصر ما أيوناً سالباً عند التأين. فأين يقع هذا العنصر في الجدول الدوري؟ فسر إجابتك.

58. أي العناصر الآتية: الماغنسيوم أم الكالسيوم أم الباريوم، نصف قطر أيونه أكبر؟ وأيها نصف قطر أيونه أصغر؟ وما نمط التغير الذي يفسر ذلك؟

59. فسر لماذا تزداد طاقة تأين العناصر المتتالية في الجدول الدوري عبر الدورة؟

60. كيف يمكن مقارنة نصف قطر أيون اللانثان بنصف قطر الذرة؟ فسر ذلك.

61. فسر لماذا يقل نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة؟

62. حدّد أي العنصرين له أكبر طاقة تأين في كل من الأزواج الآتية؟

a. N و Li b. Ne و Kr c. Li و Cs

63. ما المقصود بالقاعدة الثمانية؟ ولماذا لا يتبع غاز الهيدروجين والهيليوم هذه القاعدة؟

64. استخدم الشكل 2-20 للإجابة عن الأسئلة الآتية، فسر إجابتك.



الشكل 2-20

a. إذا كانت A تمثل أيوناً، و B تمثل ذرة للعنصر نفسه.

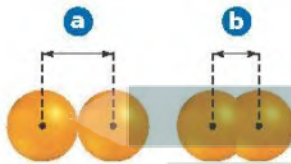
فهل يكون الأيون موجباً أم سالباً؟

b. إذا كان A و B يمثلان نصفي قطري ذرتي عنصرين في

الدورة نفسها، فما ترتيبهما في الدورة؟

c. إذا كان A و B يمثلان نصفي قطري أيونين لعنصرين

في المجموعة نفسها، فما ترتيبهما في المجموعة؟



الشكل 2-21

65. يمثل الشكل 2-21 طريقتين لتعريف نصف قطر الأيون.

صف كل طريقة، واذكر متى تستخدم كل منهما؟

66. الكلور التوزيع الإلكتروني لذرة الكلور هو $[\text{Ne}]3s^23p^5$

وعندما يكتسب إلكترونات يصبح توزيعه الإلكتروني

$[\text{Ne}]3s^23p^6$ ، وهو التوزيع الإلكتروني للأرجون. فهل

تغيرت ذرة الكلور إلى ذرة أرجون؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

67. تصنع بعض العبوات من مادة اللكسان Lexan، وهي

مادة بلاستيكية يدخل في تركيبها مركب مكوّن من الكلور

والكربون والأكسجين. رتب هذه العناصر تنازلياً حسب

نصف قطر الذرة ونصف قطر الأيون.

68. العدسات اللاصقة تصنع العدسات اللاصقة المرنة من

اتحاد ذرات السليكون والأكسجين معاً. اعمل جدولاً

يحتوي قائمة بالتوزيع الإلكتروني وأنصاف أقطار كل من

ذرات وأيونات السليكون والأكسجين. ثم اشرح أي

الذرات تصبح أكبر، وأيها تصبح أصغر عند اتحاد السليكون

بالأكسجين؟ ولماذا؟

69. المحلّي الصناعي يحتوي بعض المشروبات الغازية التي

تجنّب زيادة الوزن على المحلّي الصناعي أسبارتيم، وهو

مجموعتين، والفئة p على هيئة 6 مجموعات، والفئة d على هيئة 10 مجموعات؟

77. لماذا تختلف معظم قيم الكتل الذرية في جدول مندليف عن القيم الحالية؟

78. رتب العناصر - الأكسجين والكبريت والتيلوريوم والسليسيوم - تصاعدياً حسب نصف قطر الذرة. وهل يعد ترتيبك مثلاً على تدرج الخواص في المجموعة أم في الدورة؟

79. الحليب يعدّ العنصر ذو التوزيع الإلكتروني $4s^2 [Ar]$ من أهم الفلزات الموجودة في الحليب. حدد مجموعة ودورة وفئة هذا العنصر في الجدول الدوري.

80. لماذا لا توجد عناصر من الفئة p في الدورة الأولى؟

81. المجوهرات ما الفلزان الانتقاليان المستخدمان في صناعة المجوهرات، والفلزان يقعان في المجموعة 11، ولهما أقل كتلة ذرية؟

82. أيهما له طاقة تأين أكبر: البلاتين المستخدم في عمل تاج الضروس، أم الكوبلت الذي يُكسب الفخار ضوءه الأزرق الساطع؟

التفكير الناقد

83. طبق أيكُون الصوديوم Na أيوناً موجباً $+1$ ؛ في حين يكون الفلور F أيوناً سالباً -1 . اكتب التوزيع الإلكتروني لكل أيون منهما. وفسّر لماذا لا يشكل هذان العنصران أيونات ثنائية؟

84. اعمل رسماً بيانياً واستخدمه استعن بالبيانات الواردة في الجدول 2-8. ومثّل بيانياً الكثافة مقابل العدد الذري، واذكر أي نمط تعيّر يمكن أن تلاحظه.

مركب يحتوي على الكربون والنيتروجين والأكسجين وذرات أخرى. اعمل جدولاً يوضح أنصاف أقطار الذرات والأيونات للكربون والنيتروجين والأكسجين. افترض حالة التأين الموضحة في الشكل 2-14 واستخدم الجدول الدوري للتنبؤ بما إذا كانت حجومات ذرات الكربون والنيتروجين والأكسجين تزايد أم تتناقص عند تكوين الروابط الكيميائية في الأسبارتيم.

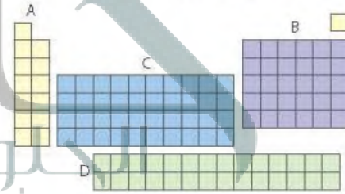
مراجعة عامة

70. عرّف الأيون.

71. اشرح لماذا لا يمكن قياس نصف قطر الذرة بطريقة مباشرة؟

72. ما شبه الفلز في الدورة 2 من الجدول الدوري، الذي يكون جزءاً من مركب يستعمل لإزالة عسر الماء؟

73. أيهما أكثر كهروسالبية: عنصر السيزيوم في المجموعة 1 المستخدم في مصابيح الأشعة تحت الحمراء، أم البروم وهو الهالوجين المستخدم في مركبات مقاومة الحريق؟ ولماذا؟



الشكل 2-22

74. يوضح الشكل 2-22 فئات الجدول الدوري. سمّ كل فئة من الجدول الدوري، وشرح الخواص المشتركة بين عناصر كل فئة.

75. أي عنصر في الأزواج الآتية له كهروسالبية أعلى:

a. As أو K

b. Sb أو N

c. Be أو Sr

76. فسر لماذا تمتد الفئة s من الجدول الدوري على هيئة

87. تعرّف أحد العناصر الممثلة في الدورة 3 جزء من المواد الخشنة التي تستعمل على سطوح علب الثقاب. والجدول 9-2 يوضح طاقات التأين لهذا العنصر. استعن بالمعلومات الواردة في هذا الجدول لاستنتاج نوع العنصر.

الجدول 9-2 طاقات التأين بوحدة kJ/mol						
العدد	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس
طاقة التأين	1010	1905	2910	4957	6265	21238

مسألة تحفيز

88. يعبر عن طاقات التأين بوحدة (kJ/mol)، إلا أنه يعبر عن الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من الذرة بالجدول (J). استخدم القيم في الجدول 5-2 لحساب الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الأول بوحدة الجول من ذرة كل من B، وBe، وLi، وC، ثم استخدم العلاقة $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$ لتحويل القيم إلى الإلكترون فولت.

مراجعة تراكمية

89. عرّف المادة، وحدّد ما إذا كان كل مما يأتي مادة أم لا.

- a. موجات الميكروويف d. السرعة
- b. الهيليوم داخل بالون e. ذرة من الغبار
- c. حرارة الشمس f. اللون الأزرق

90. حوّل كلّاً من وحدات القياس الآتية إلى ما هو مبين:

- a. 1.1 cm إلى m c. 11 mg إلى kg
- b. 76.2 pm إلى mm d. 7.23 mg إلى kg

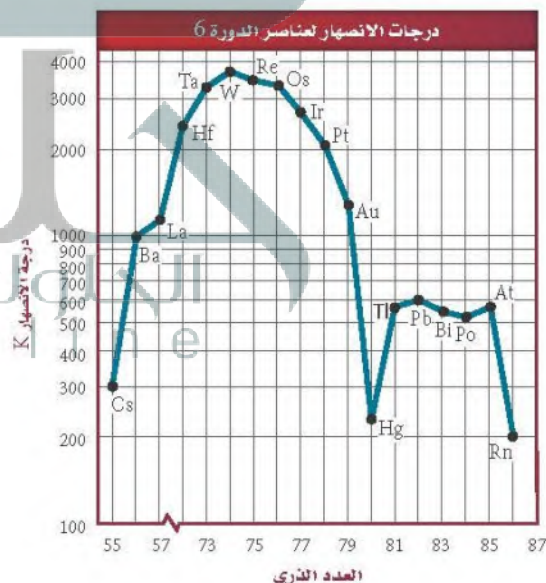
91. ما العلاقة بين الطاقة التي تنبعث من الإشعاع وتردده؟

92. ما العنصر الذي توزيعه الإلكترونات $4s^2 3d^6$ [Ar] وهو في حالة الاستقرار؟

الجدول 8-2 بيانات الكثافة لعناصر المجموعة 15

العنصر	العدد الذري	الكثافة (g/cm ³)
النيتروجين	7	1.25×10^{-3}
الفوسفور	15	1.82
الزرنيخ	33	5.73
الأنثيمون	51	6.70
البزموت	83	9.78

85. فسّر البيانات رسمت درجات انصهار عناصر الدورة 6 مقابل العدد الذري كما في الشكل 2-23. حدّد نمط التغير في درجات الانصهار والتوزيع الإلكتروني للعناصر. ثم ضع فرضية لتفسير هذا النمط.



الشكل 2-23

86. التعميم يعبر الرمز ns^1 عن التوزيع الإلكتروني للمستوى الخارجي لعناصر المجموعة الأولى، حيث n هو رقم دورة العنصر ومستوى طاقته الرئيس. اكتب رموزاً مشابهة لكل مجموعات العناصر الممثلة.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

93. الثلاثيات في بدايات القرن التاسع عشر اقترح الكيميائي الألماني دوبرنر ما يعرف باسم الثلاثيات. ابحث عن ثلاثيات دوبرنر، واكتب تقريرًا حولها. ما العناصر التي تمثل الثلاثيات؟ وكيف كانت صفات العناصر فيها متشابهة؟

94. الميل الإلكتروني خاصية دورية أخرى. اكتب تقريرًا عن الميل الإلكتروني، وصف تدرجه عبر المجموعة وعبر الدورة.

أسئلة المستندات

كان الجدول الدوري الأصلي لمنديلوف جديرًا بالملاحظة في ضوء المعلومات التي كانت متوافرة عن العناصر المعروفة في حينه، لذلك فهو يختلف عن النسخة الحديثة. قارن بين جدول منديلوف الموضح في الجدول 10-2 والجدول الدوري الحديث الموضح في الشكل 5-2.

التسلسل	الجدول 10-2 مجموعات العناصر								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	—	H	—	—	—	—	—	—	
2	He	Li	Be	B	C	N	O	F	
3	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
4	Ar	K	Ca	So	Ti	V	Cr	Mn	Fe
5		Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Co
6	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru
7		Ag	Cad	In	Sn	Sb	Te	I	Rh
									Pd (Ag)
8	Xe	Cs	Ba	La	—	—	—	—	—
9		—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	Yb	—	Ta	W	—	Os
11		Au	Hg	Tl		Bi	—	—	Ir
									Pt (Au)
12	—	—	Rd	—	Th	—	U		

95. وضع منديلوف الغازات النبيلة في يسار الجدول. فلماذا يعد وضع هذه العناصر في نهاية الجدول - كما في الجدول الدوري الحديث - (المجموعة 18) منطقيًا أكثر؟

96. أي أجزاء جدول منديلوف يعد أكثر تشابهًا مع موقعه الحالي، وأيهما كان أبعد عن موقعه الحالي في الجدول الحديث؟ ولماذا؟

97. تختلف معظم الكتل الذرية في جدول منديلوف عن القيم الحالية. ما سبب ذلك؟

5. الفئة التي يقع فيها العنصر Z هي:

- s .a
p .b
d .c
f .d

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7:

[illegible][illegible]

6. أيّ العناصر له أكبر نصف قطر ذري في دورته؟

- Z .d Y .c X .b W .a

7. أيّ مستويات الطاقة الثانوية الآتية توجد فيها إلكترونات العنصر المصنفة (W)؟

- f .d d .c p .b s .a

8. توجد أشباه الفلزات في الجدول الدوري فقط في:

- a. الفئة d
b. المجموعات 13 إلى 17
c. الفئة f
d. المجموعتين 1 و 2

9. ما المجموعة التي تحتوي على اللافرات فقط؟

- | | |
|----|-----------|
| 1 | .a |
| 13 | .b |
| 15 | .c |
| 18 | .d |

أسئلة الاختيار من متعدد

1. عناصر المجموعة الواحدة في الجدول الدوري لها نفس:

- a. عدد إلكترونات التكافؤ.
b. الخواص الفيزيائية.
c. عدد الإلكترونات.
d. التوزيع الإلكتروني.

2. أيّ العبارات الآتية غير صحيحة؟

- a. نصف قطر ذرة الصوديوم Na أصغر من نصف قطر ذرة الماغنسيوم Mg.
- b. قيمة الكهروسالية للكربون C أكبر من قيمة الكهروسالية للبرون B.
- c. نصف قطر الأيون Br أكبر من نصف قطر ذرة Br.
- d. طاقة التأين الأولى لعنصر K أكبر من طاقة التأين الأولى لعنصر Rb.

3. التوزيع الإلكتروني لذرة عنصر هو $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^4$.

ما المجموعة والدورة والفئة التي يقع ضمنها هذا العنصر في الجدول الدوري؟

- a. مجموعة 14، دورة 4، فئة d
b. مجموعة 16، دورة 3، فئة p
c. مجموعة 14، دورة 4، فئة p
d. مجموعة 16، دورة 4، فئة p

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 4 و 5:

خواص العناصر		
العنصر	النقطة	الخواص
X	s	صلب، يتفاعل بسرعة مع الأكسجين
Y	p	غاز عند درجة حرارة الغرفة، يكون الأملاح
Z	—	غاز نبيل

4. أي مجموعة في الجدول الدوري يقع فيها العنصر X؟

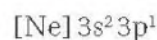
- | | |
|----|----|
| 1 | .a |
| 17 | .b |
| 18 | .c |
| 4 | .d |

10. يمكن توقع أن العنصر 118 له خواص تشبه:

- a. الفلزات القلوية الأرضية
- b. الهالوجين
- c. أشباه الفلزات
- d. الغاز النبيل

أسئلة الإجابات القصيرة

ادرس التوزيع الإلكتروني الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



11. في أي دورة في الجدول الدوري يوجد هذا العنصر؟

12. في أي مجموعة في الجدول الدوري يوجد هذا العنصر؟

13. ما اسم هذا العنصر؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 14 و 15.

طاقات التأين لعناصر مختارة من الدورة 2 بوحدة kJ/mol				
العنصر	Li	Be	B	C
إلكترونات التكافؤ	1	2	3	4
طاقة التأين الأولى	520	900	800	1090
طاقة التأين الثانية	7300	1760	2430	2350
طاقة التأين الثالثة		14,850	3660	4620
طاقة التأين الرابعة			25,020	6220
طاقة التأين الخامسة				37,830

14. بين العلاقة التي تربط بين التغير الكبير جداً في طاقة التأين وعدد إلكترونات التكافؤ لكل ذرة.

15. توقع أي طاقات التأين سوف تُظهر أكبر تغير لعنصر الماغنسيوم؟ فسر إجابتك.

إتقان المفاهيم

25. ما النقص في الجدول الدوري لمندليف؟

استعمل مندليف الكتلة الذرية بدلاً من العدد الذري لترتيب العناصر، مما نتج عنه وضع بعض العناصر في غير مكانها الصحيح.

26. وضح كيف ساهمت قاعدة الثمانيات لنيولاندز في تطور الجدول الدوري؟

قدم نيولاندز فكرة الدورية في الخواص.

27. أعد كل من لوثر ماير وديميتري مندليف جداول دورية متشابهة في عام 1869م. فلماذا حظي مندليف بسمعة أكبر بالجدول الدوري الذي أعده؟

لأن أعمال مندليف نشرت أولاً، ولأنه وضح عددًا أكبر من الخواص الدورية، وتوقع خواص بعض العناصر التي لم تكن قد اكتشفت.

28. ما المقصود بتدرج خواص العناصر؟

يظهر التدرج في الخواص الكيميائية والفيزيائية عند ترتيب العناصر في الجدول الدوري تصاعدياً وفق تزايد العدد الذري.

29. صف الخواص العامة للفلزات.

عادة ما تكون الفلزات ذات كثافة عالية وصلبة ولامعة في درجة حرارة الغرفة، وجيدة التوصيل للحرارة والكهرباء، ويمتاز معظمها بالليونة والقابلية للطرق والسحب.

30. ما الخواص العامة لأشباه الفلزات؟

30. ما الخواص العامة لأشباه الفلزات؟

أشباه الفلزات لها خواص فيزيائية وكيميائية متوسطة بين الفلزات واللافلزات.

31. صنّف العناصر الآتية إلى فلزات أو لافلزات أو أشباه فلزات:

- a. الأكسجين O لافلز
b. الباريوم Ba فلز
c. الجرمانيوم Ge شبه فلز
d. الحديد Fe فلز

32. صلّ كل بند في العمود الأيمن بما يناسبه من المجموعات في العمود الأيسر:

- 2 a. العناصر القلوية 1. المجموعة 18 Hg
4 b. الهالوجينات 2. المجموعة 1 b. غاز مشع يُستخدم في التنبؤ بحدوث هزات أرضية، وهو
3 c. العناصر القلوية الأرضية 3. المجموعة 2 غاز نبيل له أكبر كتلة ذرية مقارنةً بعناصر مجموعته.
1 d. الغازات النبيلة 4. المجموعة 17 Rn

33. ارسم مخططًا بسيطًا للجدول الدوري، وحدّد عليه مواقع كل من الفلزات القلوية والفلزات القلوية الأرضية والعناصر الانتقالية والعناصر الانتقالية الداخلية والغازات النبيلة والهالوجينات، باستخدام المصصقات.

الفلزات القلوية	الفلزات القلوية الأرضية	العناصر الانتقالية	العناصر الانتقالية الداخلية	الغازات النبيلة

36. إذا اكتُشف عنصر جديد من الهالوجينات وآخر من الغازات النبيلة، فما العدد الذري لكل منهما؟
سيكون العدد الذري للهالوجين الجديد 117، في حين سيكون العدد الذري للغاز النبيل الجديد 118.

إتقان حل المسائل

يجب أن يكون المخطط مشابهًا للشكل أعلاه، كما يمكن الرجوع إلى المعلم للحصول على نموذج جدول.

37. لو رُتبت العناصر وفق كتلتها الذرية، فأَي العناصر الـ 55 الأولى يكون ترتيبها مختلفًا عمّا هو عليه في الجدول الدوري الحالي؟

ينبغي أن يحل كل من عنصري البوتاسيوم والأرجون أحدهما مكان الآخر في الجدول الدوري، ويحل كل من الكوبلت والنيكل أحدهما مكان الآخر، وكذلك الحال مع عنصري التيلوريوم واليود؛ حيث يجب أن يحل أحدهما مكان الآخر.

38. عنصر ثقيل جديد لو اكتشف العلماء عنصرًا يحتوي على 117 بروتونًا، فما المجموعة والدورة التي ينتمي إليها؟ وهل يكون فلزًا أو لافلزًا أو شبه فلز؟

سينتمي العنصر الثقيل الجديد إلى المجموعة 17 وسيقع في الدورة 7، وسيكون شبه فلز.

34. وضح ما يُشير إليه الخط الداكن في منتصف الشكل 19-2.

Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49
Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)

الشكل 19-2

يُشير الخط الداكن إلى موقع سلسلة عناصر اللانثانيدات والأكتنيدات إذا تواهر المكان الأفقي لذلك في الصفحة.

39. ما الرمز الكيميائي لكل عنصر ينطبق عليه الوصف؟

a. عنصر في الدورة 3 يمكن استخدامه في صناعة رقائق الحاسوب لأنه شبه فلز.

Si

b. عنصر في المجموعة 13 والدورة 5 يُستخدم في صناعة الشاشات المسطحة في أجهزة التلفاز.

In

c. عنصر يُستخدم فتيلة في المصابيح، وله أكبر كتلة ذرية بين العناصر الطبيعية في المجموعة 6.

W

2 - 2

إتقان المفاهيم

40. المنتجات المنزلية ما أوجه الشبه في الخواص الكيميائية بين الكلور الذي يُستخدم في تبيض الملابس واليود الذي يضاف إلى ملح الطعام؟ فسر إجابتك.

لهما توزيع إلكترونات التكافؤ نفسه s^2p^5 .

41. ما علاقة مستوى طاقة إلكترون التكافؤ برقم دورة العنصر في الجدول الدوري؟

رقم مستوى طاقة إلكترونات تكافؤ الذرة يساوي رقم دورة العنصر.

42. ما عدد إلكترونات تكافؤ كل عنصر من الغازات النبيلة؟

لكل من الغازات النبيلة ثمانية إلكترونات تكافؤ، ما عدا غاز الهيليوم فله إلكترونات تكافؤ فقط.

43. ما الفئات الأربع الرئيسة في الجدول الدوري؟

فئة s، وفئة p، وفئة d، وفئة f.

44. ما التوزيع الإلكتروني الأكثر استقراراً؟

ns^2np^6 حيث n رقم مستوى الطاقة.

45. فسر كيف يمكن أن يحدّد توزيع إلكترونات التكافؤ موقع الذرة في الجدول الدوري؟

لعناصر المجموعة نفسها عدد إلكترونات التكافؤ نفسه. ويحدّد رقم مستوى طاقة إلكترونات التكافؤ رقم الدورة التي يقع ضمنها.

46. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر ينطبق عليه الوصف؟

a. عنصر في المجموعة 15، وغالباً ما يكون جزءاً من مركّبات مساحيق التجميل.

Bi: $[Xe]6s^24f^{14}5d^{10}p^3$

b. هالوجين في الدورة 3، يدخل في تركيب مُنظّفات الملابس، ويُستخدم في صناعة الورق.

Cl: $[Ne]3s^23p^5$

c. فلز انتقالي سائل عند درجة حرارة الغرفة، ويُستخدم أحياناً في مقاييس درجة الحرارة.

Hg: $[Xe]6s^24f^{14}5d^{10}$

47. حدّد كلاً من المجموعة، والدورة والفئة لكل عنصر ممّا يأتي:

a. $[Kr]5s^24d^1$ المجموعة 3، الدورة 5، فئة d

b. $[Ar]4s^23d^{10}4p^3$ المجموعة 15، الدورة 4، فئة p

c. $[He]2s^22p^6$ المجموعة 18، الدورة 2، فئة p

d. $[Ne]3s^23p^1$ المجموعة 13، الدورة 3، فئة p

48. عنصران في المجموعة نفسها، فهل يكون نصف قطر ذرة العنصر الذي له عدد ذري أكبر، أصغر أم أكبر من نصف قطر ذرة العنصر الآخر؟

أكبر.

49. يوضّح الجدول 6-2 عدد العناصر في الدورات الخمس الأولى من الجدول الدوري. فسر لماذا تحتوي بعض الدورات على أعداد مختلفة من العناصر؟

الجدول 6-2 عدد العناصر في الدورات من 1 إلى 5					
الدورة	1	2	3	4	5
عدد العناصر	2	8	8	18	18

وذلك بسبب اختلاف عدد مستويات الطاقة الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس من عنصر لآخر؛ إذ يحتوي مستوى الطاقة الرئيس الأول على المستوى الفرعي s، ويحتوي مستوي الطاقة الثاني والثالث على المستويين الفرعيين s و p، ويحتوي

54. علب الصودا التوزيع الإلكتروني للفلز المُستخدَم في صناعة علب الصودا هو $[Ne]3s^23p^1$. ما اسم هذا الفلز؟ حدّد رقم مجموعته، ودورته، وفتته في الجدول الدوري.
- الفلز هو الألومنيوم؛ ويقع في المجموعة 13، وفي الدورة 3، وضمن الفئة p.

55. املأ الفراغ في الجدول 2-7.

الجدول 2-7 التوزيع الإلكتروني			
الدورة	المجموعة	رمز العنصر	التوزيع الإلكتروني
3	a.	Mg	$[Ne]3s^2$
4	14	Ge	b.
c.	12	Cd	$[Kr]5s^24d^{10}$
2	1	d.	$[He]2s^1$

a. 2
b. $[Ar]4s^23d^{10}4p^2$
c. 5
d. Li

2-3

إتقان حل المسائل

52. الألعاب النارية يُكسب فلز الباريوم الألعاب النارية اللون الأخضر. اكتب التوزيع الإلكتروني للباريوم وصف موقعه من حيث المجموعة والدورة والفئة في الجدول الدوري.
- التوزيع الإلكتروني لفلز الباريوم $[Xe]6s^2$ ، ويقع في المجموعة 2، والدورة 6، وضمن الفئة s.
53. السماعات تُستخدَم المغناطيس المصنوعة من فلز النيوديميوم في صناعة السماعات؛ لأنها قوية وخفيفة. اكتب التوزيع الإلكتروني لهذا العنصر، وأين يقع في الجدول الدوري؟
- التوزيع الإلكتروني لفلز النيوديميوم $[Xe]6s^24f^7$ ؛ ويقع ضمن الفئة f.
54. علب الصودا التوزيع الإلكتروني للفلز المُستخدَم في صناعة علب الصودا هو $[Ne]3s^23p^1$. ما اسم هذا الفلز؟ حدّد رقم مجموعته، ودورته، وفتته في الجدول الدوري.
- الفلز هو الألومنيوم؛ ويقع في المجموعة 13، وفي الدورة 3، وضمن الفئة p.
55. املأ الفراغ في الجدول 2-7.
- الجدول 2-7 التوزيع الإلكتروني
- | الدورة | المجموعة | رمز العنصر | التوزيع الإلكتروني |
|--------|----------|------------|--------------------|
| 3 | a. | Mg | $[Ne]3s^2$ |
| 4 | 14 | Ge | b. |
| c. | 12 | Cd | $[Kr]5s^24d^{10}$ |
| 2 | 1 | d. | $[He]2s^1$ |
- a. 2
b. $[Ar]4s^23d^{10}4p^2$
c. 5
d. Li
56. ما المقصود بطاقة التأين؟
- طاقة التأين هي الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من ذرة متعادلة في الحالة الغازية.
57. يُشكّل عنصر ما أيوناً سالباً عند التأين. فأين يقع هذا العنصر في الجدول الدوري؟ فسر إجابتك.
- يقع هذا العنصر في الجزء الأيمن من الجدول الدوري، حيث تكسب هذه العناصر عادة إلكترونات لتصل إلى حالة الثمانية في مستوى طاقتها الأخير، فيصبح توزيعها الإلكتروني مشابهاً للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل، لتصل إلى حالة الاستقرار.
58. أي العناصر الآتية: الماغنسيوم أم الكالسيوم أم الباريوم، نصف قطر أيونه أكبر؟ وأيهما نصف قطر أيونه أصغر؟ وما نمط التغير الذي يفسّر ذلك؟
- عنصر الباريوم Ba^{2+} نصف قطر أيونه أكبر، أما عنصر الماغنسيوم Mg^{2+} فنصف قطر أيونه أصغر؛ بسبب ازدياد نصف قطر الأيون كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها.

هذه القاعدة لا تشمل كلا من الهيدروجين والهيلسيوم اللذين يُمثّلان عناصر الدورة الأولى؛ بسبب احتواء كل منهما على مستوى طاقة واحد يكتمل بوجود إلكترونين من إلكترونات التكافؤ فقط.

64. استخدم الشكل 20-2 للإجابة عن الأسئلة الآتية، فسّر إجابتك.



الشكل 20-2

a. إذا كانت A تُمثّل أيوناً، وB تُمثّل ذرة للعنصر نفسه. فهل يكون الأيون موجباً أم سالباً؟
يكون الأيون سالباً؛ لأن الأيون السالب أكبر حجماً من ذرته دائماً.

b. إذا كان A وB يُمثّلان نصفَي قطري ذرتي عنصرين في الدورة نفسها، فما ترتيبهما في الدورة؟
سيكون A على يسار B، حيث يتناقص نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة.

c. إذا كان A وB يُمثّلان نصفَي قطري أيونين لعنصرين في المجموعة نفسها، فما ترتيبهما في المجموعة؟
سيكون A أسفل B، حيث يتزايد نصف قطر الأيون كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها.

65. يُمثّل الشكل 21-2 طريقتين لتعريف نصف قطر الأيون. صف كلّ طريقة، واذكر متى تُستخدم كلّ منهما؟



الشكل 21-2

59. فسّر لماذا تزداد طاقة تأيّن العناصر المتتالية في الجدول الدوري عبر الدورة؟

عند إزالة أيّ إلكترون، يتبقى عدد أقل من الإلكترونات لجذب ما تبقى من إلكترونات التكافؤ عن قوة جذب النواة الكهروستاتيكية؛ لذا تزداد قوة جذب النواة فتزداد طاقة التأيّن، ممّا يجعل إزالة الإلكترونات المتبقية أكثر صعوبة.

60. كيف يمكن مقارنة نصف قطر أيون اللانثان بنصف قطر الذرة؟ فسّر ذلك.

تكون أنصاف أقطار أيونات اللانثانات أكبر من أنصاف أقطار ذراتها المتعادلة. تكتسب اللانثانات إلكترونات إلى مستوى طاقة الذرة الأخير، حيث تتناظر هذه الإلكترونات الإضافية فيما بينها، فيزداد حجم الأيون.

61. فسّر لماذا يقلّ نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة؟

تتناقص أنصاف أقطار الذرات كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة في الجدول الدوري؛ لأن شحنة النواة تزداد، في حين يبقى مقدار حجب الإلكترونات الداخلية ثابتاً؛ لذا فإن زيادة قوة جذب النواة للإلكترونات نحو الداخل يقلّل حجم الذرة.

62. حدّد أيّ العنصرين له أكبر طاقة تأيّن في كلّ من الأزواج الآتية؟

- a. Li و N
b. Kr و Ne
c. Cs و Li

63. ما المقصود بقاعدة الثمانية؟ ولماذا لا يتبع غازا الهيدروجين والهيلسيوم هذه القاعدة؟

يُعرف التوزيع الإلكتروني ns^2np^6 بتوزيع الثمانية، ويحتوي على ثمانية إلكترونات وله أقل طاقة، وينتج عنه حالة الاستقرار للذرة. تكتسب الذرات الإلكترونات أو تخسرها أو تشارك بها؛ لتحصل على توزيع الثمانية في مستوى طاقتها الأخير، حيث إن هذا التوزيع يجعل الذرة أكثر استقراراً. ونلاحظ أن

68. العدسات اللاصقة تُصنع العدسات اللاصقة المرنّة من اتحاد ذرات السليكون والأكسجين معاً. اعمل جدولاً يحتوي على قائمة بالتوزيع الإلكتروني وأنصاف أقطار كلٍّ من ذرات وأيونات السليكون والأكسجين. ثمّ اشرح أيّ الذرات تُصبح أكبر، وأيها تُصبح أصغر عند اتحاد السليكون بالأكسجين؟ ولماذا؟

الأكسجين	السليكون	
[He]2s ² 2p ⁴	[Ne]3s ² 3p ²	التوزيع الإلكتروني للذرة
[Ne]	[Ne]	التوزيع الإلكتروني للأيون
73	118	نصف قطر الذرة (× 10 ⁻¹² m)
140	41	نصف قطر الأيون (× 10 ⁻¹² m)

عندما يتحد السليكون والأكسجين معاً تُصبح ذرات السليكون أصغر حجماً؛ لأنها تفقد الإلكترونات. في حين تصبح ذرات الأكسجين أكبر حجماً لأنها تكسب الإلكترونات.

69. المُحلّي الصناعي تحتوي بعض المشروبات الغازية التي تُجنّب زيادة الوزن على المُحلّي الصناعي أسبارتيم، وهو مركّب يحتوي على الكربون والنيتروجين والأكسجين وذرات أخرى. اعمل جدولاً يوضّح أنصاف أقطار الذرات والأيونات للكربون والنيتروجين والأكسجين. افترض حالة التآين الموضّحة في الشكل 14-2 من كتاب الطالب واستخدم الجدول الدوري للتنبؤ بما إذا كانت أحجام ذرات الكربون والنيتروجين والأكسجين تتزايد أم تتناقص عند تكوين الروابط الكيميائية في الأسبارتيم.

المنتصر	نصف قطر الذرة (× 10 ⁻¹² m)	نصف قطر الأيون (× 10 ⁻¹² m)
كربون	77	15
نيتروجين	75	146
أكسجين	73	140

يتناقص حجم ذرات الكربون. في حين يتزايد حجم ذرات النيتروجين والأكسجين.

تُستخدم الطريقة a للفلزات، حيث نصف قطر الذرة هو نصف المسافة بين ذرتين متجاورتين في البلورة الفلزية. وتُستخدم الطريقة b للفلزات الموجودة في صورة جزيئات؛ حيث نصف قطر الذرة هو نصف المسافة بين ذرتين متماثلتين ترتبطان معاً.

66. الكلور التوزيع الإلكتروني لذرة الكلور هو [Ne]3s²3p⁵ وعندما يكتسب إلكترونًا يصبح توزيعه الإلكتروني [Ne]3s²3p⁶، وهو التوزيع الإلكتروني للأرجون. فهل تغيّرت ذرة الكلور إلى ذرة أرجون؟ فسّر إجابتك.

لا؛ إن التوزيع الإلكتروني لأيون الكلور وذرة الأرجون هو التوزيع نفسه، ولكن ما زال لأيون الكلور 17 بروتونًا ويحتفظ بنوعه كنزرة كلور.

إتقان حلّ المسائل

67. تُصنع بعض العبوات من مادة اللكسان Lexan، وهي مادة بلاستيكية يدخل في تركيبها مركّب مكوّن من الكلور والكربون والأكسجين. رتّب هذه العناصر تنازليًا بحسب نصف قطر الذرة ونصف قطر الأيون.

بحسب نصف قطر الذرة: الكلور، ثمّ الكربون، ثمّ الأكسجين.

بحسب نصف قطر الأيون: الكلور، ثمّ الأكسجين، ثمّ الكربون.

مراجعة عامة

75. أيّ عنصر في الأزواج التالية له كهروسالبية أعلى؟

- a. As أو K
b. Sb أو N
c. Be أو Sr

70. عرّف الأيون.

الأيون ذرة اكتسبت إلكترونًا أو أكثر أو فقدته.

71. اشرح لماذا لا يمكن قياس نصف قطر الذرة بطريقة مباشرة؟

بسبب عدم وجود نهاية محدّدة، ولا حدود ثابتة للذرة.

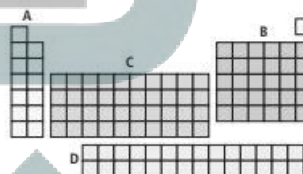
72. ما شبه الفلز في الدورة 2 من الجدول الدوري، الذي يكون جزءًا من مركّب يُستعمل لإزالة عسر الماء؟

البورون B.

73. أيّهما أكثر كهروسالبية: عنصر السيزيوم في المجموعة 1 المستخدم في مصابيح الأشعة تحت الحمراء، أم البروم وهو الهالوجين المستخدم في مركّبات مقاومة الحريق؟ ولماذا؟

البروم Br أكثر كهروسالبية من السيزيوم Cs؛ حيث تزداد الكهروسالبية كلّما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة في الجدول الدوري.

74. يوضّح الشكل 22-2 فئات الجدول الدوري. سمّ كل فئة، وشرح الخواص المشتركة بين عناصر كل فئة.



الشكل 22-2

A عبارة عن عناصر فئة s، ذات مستوى s ممتلئ أو شبه ممتلئ.

B عبارة عن عناصر فئة p، ذات مستويات p ممتلئة أو شبه ممتلئة.

C عبارة عن عناصر فئة d، ذات مستويات d ممتلئة أو شبه ممتلئة.

D عبارة عن عناصر فئة f، ذات مستويات f ممتلئة أو شبه ممتلئة.

76. فسّر لماذا تمتدّ الفئة s من الجدول الدوري على هيئة مجموعتين، والفئة p على هيئة 6 مجموعات، والفئة d على هيئة 10 مجموعات؟

تمثّل الفئة s تعبئة مستوى s الذي يتّسع لإلكترونين كحدّ أقصى، في حين تمثّل الفئة p تعبئة مستويات p الثلاثة التي تتّسع لستة إلكترونات كحدّ أقصى، أمّا الفئة d فتتمثّل تعبئة مستويات d الخمسة التي تتّسع لعشرة إلكترونات كحدّ أقصى.

77. لماذا تختلف معظم قيم الكتل الذرية في جدول مندليف عن القيم الحالية؟

لقد عدّل العلماء طرائق قياس الكتل الذرية.

78. رتّب العناصر: الأكسجين والكبريت والتيلوريوم والسلينيوم، تصاعديًا بحسب نصف قطر الذرة. وهل يُعدّ ترتيبك مثالًا على تدرّج الخواص في المجموعة أم في الدورة؟

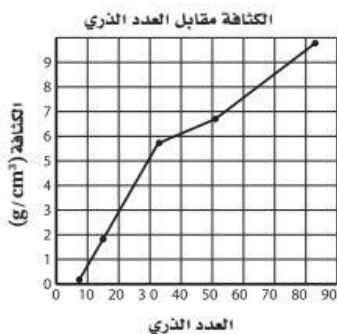
الترتيب على النحو الآتي: الأكسجين O، ثمّ الكبريت S، ثمّ السلينيوم Se، ثمّ التيلوريوم Te. ويُعدّ هذا الترتيب مثالًا على تدرّج الخواص في المجموعة.

79. الحليب يُعدّ العنصر ذو التوزيع الإلكتروني $4s^2 [Ar]$ من أهمّ الفلزّات الموجودة في الحليب. حدّد مجموعة ودورة وفئة هذا العنصر في الجدول الدوري.

يقع عنصر الكالسيوم Ca في المجموعة 2؛ والدورة 4، وضمن الفئة s.

80. لماذا لا توجد عناصر من الفئة p في الدورة الأولى؟

لأنه لا يوجد مستوى ثانوي p في مستوى الطاقة الرئيس I الذي يتألف من مستوى طاقة s الوحيد، والذي يتّسع لإلكترونين كحدّ أقصى.



81. المجوهرات ما الفلزان الانتقاليان المستخدمان في صناعة المجوهرات، واللذان يقعان في المجموعة 11، ولهما أقل كتلة ذرية؟

النحاس، والفضة.

82. أيهما له طاقة تأين أكبر: البلاتين المُستخدَم في عمل تاج الضروس، أم الكوبلت الذي يُكسب الفخار ضوءه الأزرق الساطع؟

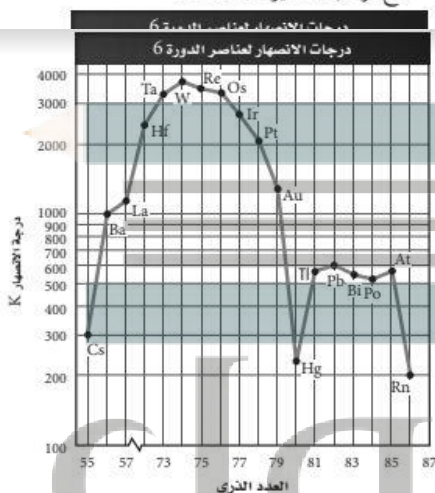
البلاتين.

التفكير الناقد

83. طبق يُكوّن الصوديوم Na أيوناً موجباً +1؛ في حين يُكوّن الفلور F أيوناً سالباً -1. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل أيون منهما. وفسر لماذا لا يُشكّل هذان العنصران أيونات ثنائية؟

التوزيع الإلكتروني للصوديوم يسمح بفقدان إلكترون واحد من مستوى الطاقة الثانوي s، والفلور يسمح باكتساب إلكترون واحد في مستوى الطاقة الثانوي p ليصبح كلا الأيونين له التوزيع الإلكتروني المشابه للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل $1s^2 2s^2 2p^6$.

84. اعمل رسماً بيانياً واستخدمه استعن بالبيانات الواردة في الجدول 2-8. ومثل بيانياً الكثافة مقابل العدد الذري، واذكر أي نمط تغير يمكن أن تلاحظه.



الشكل 2-23

تحدث القيم العظمى لعناصر الفئة d عندما تكون المستويات نصف ممتلئة تقريباً. (التوزيع الإلكتروني للعنصر W يحتوي على $5d^4$ ؛ لذا يكون له أعلى درجة انصهار). ووفق قاعدة هوند، تزداد الرابطة الفلزية قوة كلما زاد عدد الإلكترونات غير المرتبطة، وتصل إلى القيمة العظمى عندما تكون المستويات نصف ممتلئة. لاحظ أن Hg و Rn لا يحتويان على إلكترونات غير مرتبطة؛ لذا فإن درجتي انصهارهما منخفضتان. أما عناصر الفئة p (81-86) فتتكون العناصر التي يتوافر فيها إلكترونات غير مرتبطة ذات درجات انصهار عالية.

الجدول 2-8-2 بيانات الكثافة لعناصر المجموعة 15

العنصر	العدد الذري	الكثافة (g/cm³)
النيتروجين	7	1.25×10^{-3}
الفوسفور	15	1.82
الزرنيخ	33	5.73
الأنثيمون	51	6.70
البيسموث	83	9.78

يوضح الرسم البياني زيادة الكثافة بزيادة العدد الذري. لاحظ أن كثافة النيتروجين منخفضة جداً؛ لأنه العنصر الوحيد الذي يوجد في الحالة الغازية (بقية العناصر في الحالة الصلبة).

Be: $900 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{1000 \text{ J}}{\text{kJ}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}} = 1.50 \times 10^{-18} \text{ J}$
 $1.50 \times 10^{-18} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.06 \times 10^{-19} \text{ J}} = 9.38 \text{ eV}$
 B: $800 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{1000 \text{ J}}{\text{kJ}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}} = 1.33 \times 10^{-18} \text{ J}$
 $1.33 \times 10^{-18} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.06 \times 10^{-19} \text{ J}} = 8.31 \text{ eV}$
 C: $1090 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{1000 \text{ J}}{\text{kJ}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}} = 1.81 \times 10^{-18} \text{ J}$
 $1.81 \times 10^{-18} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.06 \times 10^{-19} \text{ J}} = 11.3 \text{ eV}$

مراجعة تراكمية

89. عرّف المادة، وحدّد ما إذا كان كلّ ممّا يلي مادة أم لا:

المادة كلّ شيء له كتلة ويشغل حيّزاً من الفراغ.

a. موجات الميكروويف

لا

b. الهيليوم داخل بالون

نعم

c. حرارة الشمس

لا

d. السرعة

لا

e. ذرة من الغبار

نعم

f. اللون الأزرق

لا

90. حوّل كلّاً من وحدات القياسات الآتية إلى ما هو مُبيّن:

a. 1.1 cm إلى m $1.1 \times 10^{-2} \text{ m}$

b. 76.2 pm إلى mm $7.62 \times 10^{-6} \text{ m}$

c. 11 mg إلى kg $1.1 \times 10^{-5} \text{ kg}$

d. 7.23 mg إلى kg $7.23 \times 10^{-6} \text{ kg}$

86. التعميم يُعبّر الرمز ns^1 عن التوزيع الإلكتروني للمستوى الخارجي لعناصر المجموعة الأولى، حيث n هو رقم دورة العنصر ومستوى طاقته الرئيس. اكتب رموزاً مشابهة لكلّ مجموعات العناصر المُمثّلة.

المجموعة	التوزيع الإلكتروني	المجموعة	التوزيع الإلكتروني
1	ns^1	15	$ns^2 np^3$
2	ns^2	16	$ns^2 np^4$
13	$ns^2 np^1$	17	$ns^2 np^5$
14	$ns^2 np^2$	18	$ns^2 np^6$

87. تعرّف أحد العناصر المُمثّلة في الدورة 3 جزء من المواد الخشنة التي تُستعمل على سطوح غلب الثقاب. والجدول 9-2 يوضّح طاقات التأين لهذا العنصر. استعن بالمعلومات الواردة في هذا الجدول على استنتاج نوع العنصر.

العدد	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس
طاقة التأين	1010	1905	2910	4957	6265	21238

العنصر هو الفوسفور؛ حيث تشير القفزة الكبيرة في مقدار

طاقة التأين بعد المستوى الخامس إلى أن للعنصر خمسة

إلكترونات تكافؤ.

مسألة تحفيز

88. يُعبّر عن طاقات التأين بوحدة (kJ/mol)، إلّا أنه يُعبّر عن الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون من الذرة بالجول (J). استخدم القيم في الجدول 5-2 لحساب الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الأول بوحدة الجول من ذرة كلّ من Be، وLi، وC، ثم استخدم العلاقة $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ لتحويل القيم إلى الإلكترون فولت.

Li: $8.64 \times 10^{-19} \text{ J}$	أو	5.4 eV
Be: $1.5 \times 10^{-18} \text{ J}$	أو	9.38 eV
B: $1.33 \times 10^{-18} \text{ J}$	أو	8.31 eV
C: $1.81 \times 10^{-18} \text{ J}$	أو	11.3 eV

Li: $520 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{1000 \text{ J}}{\text{kJ}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}} = 8.64 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $8.64 \times 10^{-19} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.06 \times 10^{-19} \text{ J}} = 5.4 \text{ eV}$

أسئلة المستندات

كان الجدول الدوري الأصلي لمندليف جديرًا بالملاحظة في ضوء المعلومات التي كانت متوافرة عن العناصر المعروفة في حينه؛ لذلك فهو يختلف عن النسخة الحديثة. قارن بين جدول مندليف الموضح في الجدول 10-2 والجدول الدوري الموضح في الشكل 5-2.

التسلسل	الجدول 10-2 مجموعات العناصر							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	—	H	—	—	—	—	—	—
2	He	Li	Be	B	C	N	O	F
3	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
4	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn
5	—	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
6	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Xe	Cs	Ba	La	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	Yb	—	Ta	W	Os
11	—	Au	Hg	Tl	—	Bi	—	Ir
12	—	—	Rd	—	Th	—	U	—

المعلومات متوافرة في "أساسيات الكيمياء"، ديمتري مندليف، 1891.

95. وُضع مندليف الغازات النبيلة في يسار الجدول. فلماذا

يُعدّ وضع هذه العناصر في جهة اليمين - كما في الجدول الدوري الحديث - منطقيًا أكثر؟

إن وضع الغازات النبيلة في الجهة اليمينية يجعل العناصر الممثلة مرتبة من اليسار إلى اليمين وفق تسلسل تعبئة مستويات الطاقة، فكلما تم تعبئة مستويات الطاقة استقرت الغازات النبيلة التي لها مستويات طاقة خارجية ممتلئة في الجهة اليمينية.

96. أي أجزاء جدول مندليف يُعدّ أكثر تشابهًا مع موقعه الحالي، وأيهما كان أبعد عن موقعه الحالي في الجدول الحديث؟ ولماذا؟

يُشبه He عناصر فئة s والتي تُعدّ الأكثر تشابهًا في جدول

91. ما العلاقة بين الطاقة التي تنبعث من الإشعاع وتردده؟

تُحسب طاقة الكم بوصفها حاصل ضرب التردد في ثابت بلانك كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$E_{\text{photon}} = h\nu$$

92. ما العنصر الذي توزيعه الإلكترونات $4s^2 3d^6$ [Ar] وهو في حالة الاستقرار؟

الحديد.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

93. الثلاثيات في بداية القرن التاسع عشر اقترح العالم الألماني دوبرنر ما يُعرف باسم الثلاثيات. ابحث عن ثلاثيات دوبرنر، واكتب تقريرًا حولها. ما العناصر التي تُمثل الثلاثيات؟ وكيف كانت صفات العناصر فيها متشابهة؟

لاحظ دوبرنر أن الكتلة الذرية للإستراتشيوم تقع في الوسط بين الكتلة الذرية للكالسيوم والباريوم، وهي عناصر لها خواص كيميائية متشابهة. كما درس ثلاثية الهالوجينات المؤلفة من الكلور والبروم واليود وثلاثية الفلزات القلوية المؤلفة من الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم. واقترح دوبرنر أن الطبيعة تحتوي على ثلاثيات من العناصر؛ فللعنصر الأوسط (عند ترتيب العناصر وفق الكتلة الذرية)، خواص متوسطة بين

العنصرين الآخرين.

94. الميل الإلكتروني خاصية دورية أخرى. اكتب تقريرًا عن الميل الإلكتروني، وصف تدرجه عبر المجموعة وعبر الدورة.

سيجد الطلاب أن الميل الإلكتروني EA هو تغيير في الطاقة المصاحبة لإضافة مول واحد من الإلكترونات إلى مول واحد من الذرات أو الأيونات في الحالة الغازية. ومع أن هناك الكثير من عدم الانتظام (ما عدا الغازات النبيلة)، إلا أن قيمة الميل الإلكتروني الأولى EA غالبًا ما تقل كلما اتجهنا من أعلى المجموعة إلى أسفلها، وتزداد كلما اتجهنا من يسار الدورة إلى يمينها في الجدول الدوري.

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 4 و 5.

خواص العناصر		
العنصر	الفئة	الخواص
X	s	صلب، يتفاعل بسرعة مع الأكسجين.
Y	p	غاز عند درجة حرارة الغرفة، يكون الأملاح.
Z	—	غاز نبيل

مندلييف مع موقعه الحالي، وتعد فئة f الأقل تشابهاً معه في الجدول الحالي. حيث كانت عناصر فئة s هي المعروفة على نحو واسع في ذلك الوقت، في حين عُرف القليل عن عناصر فئة f.

97. تختلف معظم الكتل الذرية في جدول مندلييف عن القيم الحالية. ما سبب ذلك؟

بسبب مراجعة العلماء طرائقهم في قياس الكتل الذرية للعناصر.

اختبار مُقنّن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. عناصر المجموعة الواحدة في الجدول الدوري لها نفس:

a. عدد إلكترونات التكافؤ.

b. الخواص الفيزيائية.

c. عدد الإلكترونات.

d. التوزيع الإلكتروني.

(a)

2. أي العبارات الآتية غير صحيحة؟

a. نصف قطر ذرة الصوديوم Na أصغر من نصف قطر ذرة الماغنسيوم Mg.

b. قيمة الكهروسالبية للكربون C أكبر من قيمة الكهروسالبية للبرون B.

c. نصف قطر الأيون Br^- أكبر من نصف قطر ذرة Br.

d. طاقة التأين الأولى لعنصر K أكبر من طاقة التأين الأولى لعنصر Rb.

(d)

3. التوزيع الإلكتروني لذرة عنصر هو $[\text{Ar}]4s^23d^{10}4p^4$. ما المجموعة والدورة والفئة التي يقع ضمنها هذا العنصر في الجدول الدوري؟

a. مجموعة 14، دورة 4، فئة d

b. مجموعة 16، دورة 3، فئة p

c. مجموعة 14، دورة 4، فئة p

d. مجموعة 16، دورة 4، فئة p

(d)

4. أي مجموعة في الجدول الدوري يقع فيها العنصر X؟

a. 1

b. 17

c. 18

d. 4

(a)

5. الفئة التي يقع فيها العنصر Z هي:

a. s

b. p

c. d

d. f

(b)

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7

النسبة المئوية لمكونات أكاسيد النيتروجين		
التركيب	نسبة النيتروجين	نسبة الأكسجين
N_2O_4	30.4%	69.6%
N_2O_3	؟	؟
N_2O	63.6%	36.4%
N_2O_5	25.9%	74.1%

6. ما النسبة المئوية للنيتروجين في المركب N_2O_3 ؟

a. 44.75%

b. 46.7%

c. 28.1%

d. 36.8%

(d)

$$\text{N: } 2 \times 14.0\text{g} = 28.0\text{g}; \text{O: } 3 \times 16.0\text{g} = 48.0\text{g}$$

$$28.0\text{g} + 48.0\text{g} = 76.0\text{g}$$

$$\frac{28.0\text{g}}{76.0\text{g}} \times 100 = 36.8\%$$

12. في أي مجموعة في الجدول الدوري يوجد هذا العنصر؟

المجموعة 13

13. ما اسم هذا العنصر؟

الألومنيوم

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 14 و 15.

طاقات التأين لعناصر مختارة من الدورة 2 بوحدة kJ/mol				
العنصر	Li	Be	B	C
إلكترونات التكافؤ	1	2	3	4
طاقة التأين الأولى	520	900	800	1090
طاقة التأين الثانية	7300	1760	2430	2350
طاقة التأين الثالثة		14,85	3660	4620
طاقة التأين الرابعة			25,020	6220
طاقة التأين الخامسة				37,830

14. بين العلاقة التي تربط بين التغير الكبير جداً في طاقة التأين وعدد إلكترونات التكافؤ لكل ذرة.

ومن الأسهل انتزاع إلكترون تكافؤ من مستوى طاقة شبه ممتلئ.

أما بالنسبة لذرة الليثيوم فإننا بحاجة إلى طاقة أكبر كثيراً

لانتزاع الإلكترون الثاني من مداره؛ حيث إن الإلكترون الثاني

جزء من مستوى طاقة خارجي ممتلئ. وانتزاعه يجعل الذرة

أقل استقراراً؛ لذا نحتاج إلى قدر أكبر من الطاقة لانتزاعه.

15. توقع أي طاقات التأين سوف تُظهر أكبر تغير لعنصر

المغنسيوم؟ فسر إجابتك.

سيُظهر المغنسيوم أكبر تغير لطاقة التأين عند طاقة التأين

الثالثة؛ حيث تُعبر كل من طاقة التأين الأولى والثانية عن

مقدار الطاقة المطلوبة لإزالة إلكتروني التكافؤ من المغنسيوم.

إن طاقة التأين الثالثة ستكسر قاعدة الثمانية؛ لذا سنحتاج

إلى طاقة أكبر من الطاقة اللازمة في الحالتين السابقتين.

7. تحتوي عينة من أكسيد النيتروجين على 1.29g من النيتروجين، و3.71g من الأكسجين. أي الصيغ الآتية يُحتمل أن تمثل المركب؟

a. N_2O_4

b. N_2O_3

c. N_2O

d. N_2O_5

(d)

$$1.29g + 3.71g = 5.00g$$

$$\%N = \frac{1.29g}{5.00g} \times 100\% = 25.8\% N$$

$$\%O = \frac{3.71g}{5.00g} \times 100\% = 74.2\% O$$

N_2O_5

8. توجد أشباه الفلزات في الجدول الدوري فقط في:

a. الفئة d

b. المجموعات 13 إلى 17

c. الفئة f

d. المجموعتين 1 و 2

(b)

9. ما المجموعة التي تحتوي على اللافلزات فقط؟

a. 1

b. 13

c. 15

d. 18

10. يمكن توقع أن العنصر 118 له خواص تشبه:

a. الفلزات القلوية الأرضية

b. الهالوجين

c. أشباه الفلزات

d. الغاز النبيل

(d)

أسئلة الإجابات القصيرة

ادرس التوزيع الإلكتروني الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

$[Ne]3s^23p^1$

11. في أي دورة في الجدول الدوري يوجد هذا العنصر؟

الدورة 3

المركبات الأيونية و الفلزات

Ionic compounds and Metals

3

الجلول

الفكرة العامة ترتبط الذرات في المركبات الأيونية بروابط كيميائية تنشأ عن تجاذب الأيونات المختلفة الشحنات.

3-1 تكوّن الأيون

الفكرة الرئيسية تتكون الأيونات عندما تفقد الذرات إلكترونات التكافؤ أو تكتسبها لتصل إلى التوزيع الإلكتروني الثماني الأكثر استقراراً.

3-2 الروابط الأيونية والمركبات الأيونية

الفكرة الرئيسية تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة لتكوّن مركبات أيونية متعادلة كهربائياً.

3-3 صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

الفكرة الرئيسية عند تسمية المركبات الأيونية يُذكر الأيون السالب أولاً متبوعاً بالأيون الموجب. أما عند كتابة صيغ المركبات الأيونية فيكتب رمز الأيون الموجب أولاً متبوعاً برمز الأيون السالب.

3-4 الروابط الفلزية وخواص الفلزات

الفكرة الرئيسية تُكوّن الفلزات شبكات بلورية يمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها "بحر" من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

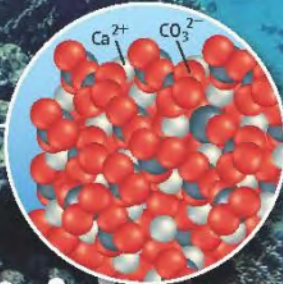
حقائق كيميائية

- يغوص الغواصون عادة على عمق 40 m، أما أكبر عمق وصل إليه غواص محترف فقد زاد على 300 m قليلاً.
- يحمل الغواصون الأكسجين والنتروجين في أسطوانات معدة لهذه الغاية، لذا عليهم اتباع إجراءات خاصة لتجنب التسمم بالأكسجين، والتخدير النتروجيني.

فلز الألومنيوم



كربونات الكالسيوم (CaCO_3)



تجربة استهلاكية

المركبات الأيونية اعمل
المطوية الآتية لتساعدك على
تنظيم المعلومات الخاصة
بالمركبات الأيونية.

المطويات

منظومات الأفكار



خطوة 1 اطو الورقة طويلاً
لتعمل ثلاثة أقسام متساوية.

خطوة 2 اطو الجزء العلوي
من الورقة نحو الأسفل
بمقدار 2 cm تقريباً.



خطوة 3 ارسم خطوطاً
على طول الثنيات، ثم عنون
الأعمدة على النحو الآتي:
تكوين الأيونات، الروابط
الأيونية، خواص المركبات
الأيونية.



المطويات استخدم هذه المطوية في

التحليل:

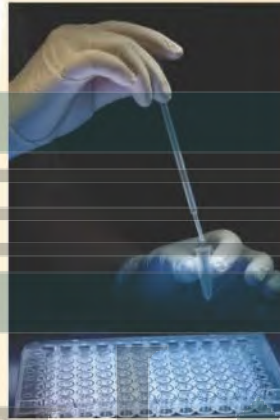
١ -

المادة	نتيجة التوصيل
(صلب) NaCl	لا
(محلول) NaCl	نعم
(صلب) C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	لا
(محلول) C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	لا
ماء مقطر	لا

٢ - يكون ملح الطعام أيونات
(جسيمات مشحونة) عند ذوبانه في
الماء.

ما أنواع المركبات التي توصل محاليلها التيار الكهربائي؟

لكي توصل المادة التيار الكهربائي يجب أن تحتوي على جسيمات
مشحونة قادرة على الحركة بسهولة. ويعد التوصيل الكهربائي من
خواص المواد التي تزودنا ببعض المعلومات عن الروابط بين الذرات.



خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في
المختبر.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل
ملاحظاتك.
3. املاً إحدى فجوات طبق
التفاعلات البلاستيكي بملح
الطعام الصلب NaCl.
4. استخدم الماصة لنقل 1mL
من محلول ملح الطعام NaCl
المعد باستخدام ماء الصنبور إلى فجوة أخرى في الطبق نفسه.
5. اغمس أقطاب جهاز التوصيل الكهربائي داخل ملح الطعام
الصلب، فإذا توهج المصباح الكهربائي فإن ذلك يعني أن ملح
الطعام الصلب موصل للكهرباء. كرر الخطوة نفسها مع محلول
ملح الطعام.
6. كرر الخطوات 3 - 5 مستخدماً السكر C₁₂H₂₂O₁₁ بدلاً من ملح
الطعام.
7. أعد الخطوات 3 - 5 مستخدماً الماء المقطر بدلاً من ماء الصنبور.

التحليل

1. اعمل جدولاً وادوّن فيه أسماء المركبات ونتائج تجارب التوصيل الكهربائي.
 2. فسر النتائج التي حصلت عليها.
- استقصاء** صمّم نموذجاً يوضح الاختلاف بين المركبات التي
توصل محاليلها التيار الكهربائي والمركبات التي لا توصل محاليلها
التيار الكهربائي.

الاستقصاء :

تتحلل المركبات الموصلة للكهرباء في المحلول إلى أيونات
منفصلة، مما يتيح لها توصيل التيار الكهربائي. أما المركبات
التي لا توصل الكهرباء في المحلول فلا تتفكك إلى أيونات.

تكون الأيون Ion Formation

الأهداف

الفكرة الرئيسة تتكون الأيونات عندما تفقد الذرات إلكترونات

التكافؤ أو تكتسبها لتصل إلى التوزيع الإلكتروني الثماني الأكثر استقراراً.

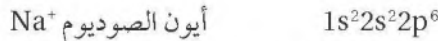
الربط مع الحياة تخيل أنك ذاهب ومجموعة من الأصدقاء لتلعبوا كرة القدم، فوجدتم هناك مجموعة أخرى أكثر عدداً يريدون اللعب أيضاً، فاتفقتم على تشكيل فريقين متساويين مما يؤدي إلى أن تفقد إحدى المجموعتين بعض لاعبيها لينضموا إلى المجموعة الأخرى. وهكذا بطريقة مشابهة يكون سلوك الذرات أحياناً عند تكوين المركبات.

Chemical bond الرابطة الكيميائية

تحتوي الذرة كما تعلم على إلكترونات سالبة الشحنة تحيط بنواة تتضمن بروتونات موجبة الشحنة، بالإضافة إلى النيوترونات المتعادلة الشحنة. وتكون الذرة متعادلة الشحنة لأن عدد الإلكترونات السالبة فيها مساوٍ لعدد البروتونات الموجبة. وتميل جميع الذرات إلى الوصول لحالة من الاستقرار بحيث تكون طاقتها أقل ما يمكن، وذلك بامتلاك مستوى طاقة أخير ممتلئ بالإلكترونات. ويمكن أن يحدث ذلك من خلال الرابطة الكيميائية؛ وهي عبارة عن قوة تجاذب تنشأ بين ذرتين أو أكثر من خلال فقد الذرة للإلكترونات أو اكتسابها أو المساهمة فيها بالاشتراك مع ذرة أو ذرات أخرى.

تكوين الأيون الموجب Positive Ion Formation

يتكون الأيون الموجب عندما تفقد الذرة إلكترون تكافؤ واحدًا أو أكثر لتحصل على التوزيع الإلكتروني المشابه للتوزيع الإلكتروني لأقرب غاز نبيل. ويُسمى الأيون الموجب بالكاتيون. ولفهم تكوين الأيون الموجب قارن بين التوزيع الإلكتروني لغاز النيون النبيل (العدد الذري يساوي 10) والتوزيع الإلكتروني لفلز الصوديوم القلوي (العدد الذري يساوي 11).



لذرة الصوديوم إلكترون تكافؤ واحد في المستوى 3s، ولذا فهي تختلف عن ذرة غاز النيون النبيل بهذا الإلكترون الإضافي. وعندما تفقد ذرة الصوديوم هذا الإلكترون، تحصل على توزيع إلكتروني مستقر مشابه للتوزيع الإلكتروني لذرة النيون. ويوضح الشكل 3-1 كيف تفقد ذرة الصوديوم إلكترون التكافؤ لتتحول إلى كاتيون.

- تعرف الرابطة الكيميائية.
- تصف تكوين الأيونات الموجبة والسالبة.
- تربط بين تكون الأيون وتوزيعه الإلكتروني.

مراجعة المفردات

القاعدة الثمانية: تميل الذرات إلى اكتساب الإلكترونات أو فقدانها أو مشاركتها لتحصل على ثمانية إلكترونات تكافؤ.

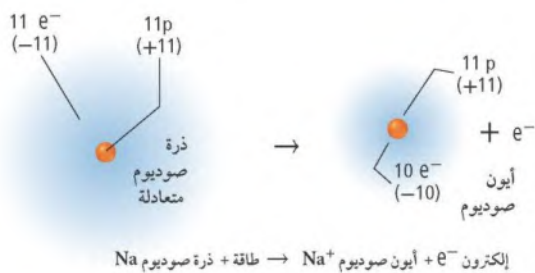
المفردات الجديدة

الرابطة الكيميائية
الكاتيون
الأيون

الشكل 3-1

يتكون الأيون الموجب عند فقد الذرة المتعادلة كهربائياً على أعداد أكثر من إلكترونات التكافؤ. تحتوي الذرة المتعادلة كهربائياً على أعداد متساوية من البروتونات والإلكترونات، في حين يحتوي الأيون الموجب على عدد من البروتونات أكبر من عدد الإلكترونات.

حلل هل يحتاج انتزاع إلكترون من ذرة متعادلة إلى امتصاص الطاقة أم انبعاثها؟



اجابة سؤال الشكل 3-1 :

يحتاج إلى امتصاص طاقة.

ادخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

ومن الضروري معرفة أنه رغم حصول ذرة الصوديوم على توزيع إلكتروني مشابه للتوز للذرة النيون إلا أنها لم تتحول إلى ذرة نيون، بل تحولت إلى أيون صوديوم أحادي الشحنة الموجبة، وال عدد البروتونات (11) الذي يميز ذرة الصوديوم ما زال ثابتاً داخل النواة لم يتغير.

✓ **ماذا قرأت؟** ما عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للذرة مستقرة؟

أيونات اجابة سؤال ماذا قرأت : المجموع ٨ إلكترونات، وتعرف بقاعدة الثمانية، وهي تكون مرتبطة مع الحالة الأكثر استقراراً للذرة. التي تكونها ذرات فلزات المجموعات 1 و 2 و 13.

الجدول 3-1	أيونات المجموعات 1 و 2 و 13	المجموعة
1	ns ¹ [غاز نبيل] (+ 1) عند فقد إلكترون s ¹	شحنة الأيون المتكون
2	ns ² [غاز نبيل] (+ 2) عند فقد إلكترون s ²	
13	ns ² np ¹ [غاز نبيل] (+ 3) عند فقد إلكترونات s ² p ¹	

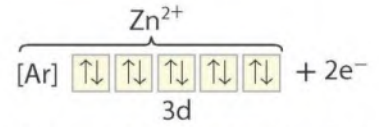
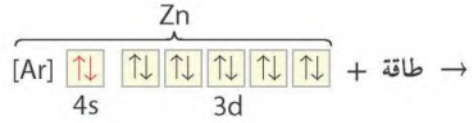
أيونات الفلزات الانتقالية

تذكر أن مستوى الطاقة الخارجي للفلزات الانتقالية هو ns². وعند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة تقوم ذرة كل عنصر بإضافة إلكترون إلى المستوى الثاني d. وعادة ما تفقد الفلزات الانتقالية إلكترونين من إلكترونات التكافؤ، لتكوّن أيونات موجبة ثنائية الشحنة +2. وقد تفقد أيضاً إلكترونات من المستوى d. لذا تكوّن الفلزات الانتقالية أيونات موجبة ثلاثية الشحنة +3 أو أكثر حسب عدد إلكترونات المستوى d، ولكن من الصعب التنبؤ بعدد الإلكترونات التي يمكن فقدانها. فعلى سبيل المثال، يُكوّن الحديد أيونات Fe²⁺ وأيونات Fe³⁺. ولكن يمكننا القول إن من المؤكد أنّ هذه الفلزات تكوّن أيونات موجبة ثنائية أو ثلاثية الشحنة.

على الرغم من أن توزيع الإلكترونات الثماني هو التوزيع الإلكتروني للذرة المستقرة، إلا أنه يوجد توزيعات أخرى للإلكترونات تزودها ببعض الاستقرار.

الشكل 2-3

عنصر من عناصر الخارصين مع اليود في إن حرارة التفاعل تجعل اليود الصلب يتسامى إلى بخار بنفسجي اللون، ويتكون أسفل الأنبوب ZnI_2 الذي يحتوي على أيون Zn^{2+} الذي توزيعه الإلكتروني شبيه بالتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

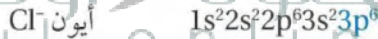
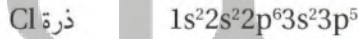


عند فقدان إلكترونات تكافؤ المستوى 4s يتكون توزيع إلكترونات من مستويات s, p, d مملوءة بالإلكترونات، يشبه التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

فعلى سبيل المثال، تفقد ذرات عناصر المجموعات 14-11 إلكترونات لتكون مستوى طاقة خارجياً ذا مستويات ثانوية (هي s, p, d) مملوءة بالإلكترونات. وبين الشكل 2-3 التوزيع الإلكتروني لذرة الخارصين: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$. وعندما تكون ذرة الخارصين الأيون النهائي الموجب تفقد إلكترونين من المستوى 4s وينتج التوزيع الإلكتروني المستقر: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$. ويشار إلى هذا التوزيع الإلكتروني المستقر نسبياً بالتوزيع الإلكتروني الشبيه بالغاز النبيل.

تكوين الأيون السالب Negative Ion Formation

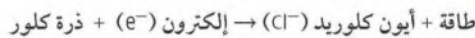
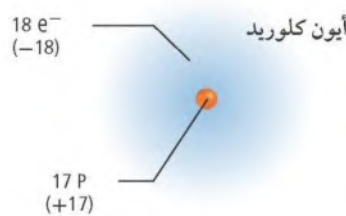
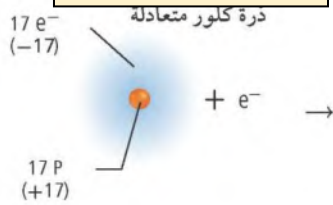
تميل عناصر اللافلزات الموجودة يمين الجدول الدوري إلى اكتساب إلكترونات بسهولة لتحصل على توزيع إلكتروني خارجي مستقر، كما في الشكل 3-3. وللحصول على توزيع إلكتروني مشابه للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل تكتسب ذرة الكلور إلكترونات لتكون أيوناً شحنته -1، ويصبح التوزيع الإلكتروني لأيون الكلوريد بعد اكتساب الإلكترون مثل التوزيع الإلكتروني للأرجون:



ويسمى الأيون السالب بالأنيون. ولتسمية الأيونات السالبة يضاف المقطع (يد) إلى نهاية اسم العنصر، فتصبح ذرة الكلور أيون كلوريد. فما اسم أيون النيتروجين؟

اجابة سؤال النص :

نيتريد.



الشكل 3-3 في أثناء تكوين أيون الكلوريد السالب تكتسب ذرة الكلور المتعادلة إلكترونات، وينتج عن هذه العملية انبعاث 349 kJ/mol من الطاقة.

قارن كيف تختلف الطاقة المصاحبة لتكوين أيون موجب، عن الطاقة المصاحبة لتكوين أيون سالب؟

اجابة سؤال الشكل 3-3 :

يحتاج تكوين الأيون الموجب إلى طاقة، بينما يصاحب عملية تكوين الأيون السالب انبعاث الطاقة.

أيونات اللافلزات تكتسب بعض اللافلزات عددًا من الإلكترونات، وعندما تُضاف إلى إلكترونات تكافئها تصل إلى التوزيع الإلكتروني الثنائي الأكثر استقرار. فعلى سبيل المثال، لذرة الفوسفور خمسة إلكترونات تكافؤ، وحتى تحصل على التوزيع الإلكتروني الثنائي المستقر تكتسب ثلاثة إلكترونات، وتكوّن أيون الفوسفيد الذي شحنته 3- . وبالمثل ذرة الأكسجين التي لها ستة إلكترونات تكافؤ تكتسب إلكترونين وتكوّن أيون الأكسيد الذي شحنته 2- .

وقد تفقد أو تكتسب بعض ذرات عناصر اللافلزات أعدادًا من الإلكترونات للوصول إلى حالة التركيب الثنائي المستقر. فمثلاً، بالإضافة إلى مقدرة ذرة الفوسفور على اكتساب ثلاثة إلكترونات فإنها تستطيع أن تخسر خمسة إلكترونات، وفي الغالب تكتسب ذرات عناصر المجموعة 15 ثلاثة إلكترونات، وتكتسب ذرات عناصر المجموعة 16 إلكترونين، وتكتسب ذرات عناصر المجموعة 17 إلكترونًا واحدًا للوصول إلى حالة الثمانية ويبين الجدول 2-3 أيونات المجموعات 15 و 16 و 17.

المجموعة	التوزيع الإلكتروني	شحنة الأيون المتكون
15	ns^2np^3 [غاز نبيل]	(-3) عند اكتساب ثلاثة إلكترونات
16	ns^2np^4 [غاز نبيل]	(-2) عند اكتساب إلكترونين
17	ns^2np^5 [غاز نبيل]	(-1) عند اكتساب إلكترون واحد

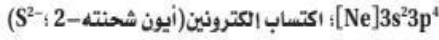
التقويم 3-1

الخلاصة

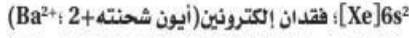
1. **الغرفة الزمنية** قارن بين استقرار ذرة الليثيوم وأيون الليثيوم Li^+ .
 2. صف سببين لوجود قوة تجاذب في الرابطة الكيميائية.
 3. طبق لماذا تكون عناصر المجموعة 18 غير قادرة على التفاعل نسبيًا، في حين تُعد عناصر المجموعة 17 شديدة التفاعل؟
 4. طبق اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من الذرات الآتية، ثم توقع التغير الذي ينبغي حدوثه لتصل كل ذرة إلى التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.
 5. نموذج ارسم نموذجين يمثلان تكوين أيون الكالسيوم الموجب وأيون البروميد السالب.
- تكوّن بعض الذرات الأيونات للوصول إلى حالة الاستقرار. ويعني التوزيع الإلكتروني المستقر أن يكون مستوى الطاقة الخارجي مملوءًا بالإلكترونات. وفي العادة يتضمن ثمانية إلكترونات تكافؤ.
 - تتكون الأيونات من خلال فقدان إلكترونات التكافؤ أو اكتسابها.
 - يبقى عدد البروتونات في النواة ثابتًا عند تكوين الأيون.

التقويم 3-1

b. الكبريت



c. الباريوم



d. الليثيوم



6. نموذج ارسـم نمـودجـين يُـمثـلـان تـكوـين أيـون الكـالـسيـوم الموجـب وأيـون البرومـيد السـالب.

يجب أن يوضّح النموذجان أن ذرة الكالسيوم تفقد إلكترونين

ليتكُون أيون الكالسيوم Ca^{2+} . بينما تكتسب ذرة البروم إلكترونًا

واحدًا ليتكوَن أيون البروميد Br^- . كما يجب أن يُبين النموذجان

الطاقة المضافة عند تكوَن أيون الكالسيوم Ca^{2+} والطاقة

المفقودة عند تكوَن أيون البروميد Br^- .

1. قارن بين استقرار ذرة الليثيوم وأيون الليثيوم Li^+ .

أيون الليثيوم Li^+ هو الأكثر استقرارًا؛ لأن له مدارًا خارجيًا مكتملاً.

2. صف سببين لوجود قوة تجاذب في الرابطة الكيميائية.

e. قوة التجاذب بين النواة الموجبة الشحنة في إحدى الذرات والإلكترونات السالبة الشحنة للذرة الأخرى.

f. قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة.

3. طبق لماذا تكون عناصر المجموعة 18 غير قادرة على التفاعل نسبيًا، في حين تُعدّ عناصر المجموعة 17 شديدة

التفاعل؟

تُعرف عناصر المجموعة 18 بالغازات النبيلة، ولها مستويات

طاقة خارجية مملوءة بالإلكترونات، ولا تُشكّل أيونات بسهولة،

أما عناصر المجموعة 17 فهي شديدة التفاعل؛ لأن ذرة كل

عنصر فيها تحتاج إلى اكتساب إلكترون واحد فقط لتصل

إلى حالة الاستقرار أو حالة الثمانية.

4. لخص تكوين الرابطة الأيونية من خلال وضع المصطلحات

التالية في صورة أزواج صحيحة: الكاتيون، الأنيون، اكتساب

الإلكترونات، فقد الإلكترونات.

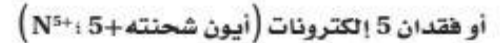
[الأنيون؛ اكتساب الإلكترونات]، [الكاتيون؛ فقد الإلكترونات]

5. طبق اكتب التوزيع الإلكتروني لكلٍّ من الذرات الآتية، ثم

توقع التغير الذي ينبغي حدوثه لتصل كل ذرة إلى التوزيع

الإلكتروني للغاز النبيل.

a. النيتروجين



الروابط الأيونية والمركبات الأيونية

Ionic Bonds and Ionic Compounds

الفكرة الرئيسية تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة لتكوّن مركبات أيونية متعادلة كهربائياً.

الربط مع الحياة هل حاولت يوماً فصل كيس التغليف البلاستيكي بعضه عن بعض؟ تعود صعوبة فصل هذه المواد إلى تجاذب بعضها إلى بعض بسبب وجود أسطح مختلفة الشحنة.

تكوين الروابط الأيونية Formation of Ionic Bonds

ما الشيء المشترك بين التفاعلين الظاهرين في الشكل 3-4؟ تتفاعل العناصر معاً في كلتا الحالتين لتكوين مركب كيميائي. وبين الشكل 3-4a التفاعل بين عنصري الصوديوم والكلور، وينتقل في أثناء هذا التفاعل إلكترون تكافؤ من ذرة الصوديوم إلى ذرة الكلور، فتصبح ذرة الصوديوم أيوناً موجباً. وتستقبل ذرة الكلور هذا الإلكترون في مستوى الطاقة الخارجي لتصبح ذرة الكلور أيوناً سالباً. وبين الشكل 3-4b التفاعل بين عنصري الماغنسيوم والأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم MgO .

وعندما تتجاذب الشحنات المختلفة بين أيوني الصوديوم والكلوريد يتكون مركب كلوريد الصوديوم. وتسمى القوة الكهروستاتيكية التي تجذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة في المركبات الأيونية **الرابطة الأيونية**. كما تسمى المركبات التي تحتوي على روابط أيونية المركبات الأيونية.

المركبات الأيونية الثنائية تحتوي الآلاف من المركبات على روابط أيونية تسمى المركبات الأيونية، وهي مركبات ثنائية، أي أنها تتكون من عنصرين مختلفين. وتحتوي هذه المركبات الأيونية الثنائية على أيون فلزي موجب وأيوني لافلزي سالب؛ فكلوريد الصوديوم مثلاً مركب أيوني ثنائي؛ لأنه يتكون من أيونين مختلفين هما أيون الصوديوم والكلور، وأكسيد الماغنسيوم MgO الناتج عن التفاعل الظاهر في الشكل 3-4b، مركب أيوني ثنائي أيضاً.

تصف تكوين الرابطة الأيونية وبناء المركبات الأيونية وقوة الرابطة الأيونية.

تربط بين الخواص الفيزيائية للمركبات الأيونية وقوة الرابطة الأيونية.

توضيح العلاقة بين تكون المركب الأيوني والطاقة.

مراجعة المفردات

المركب: اتحاد كيميائي بين عنصرين مختلفين أو أكثر.

المفردات الجديدة

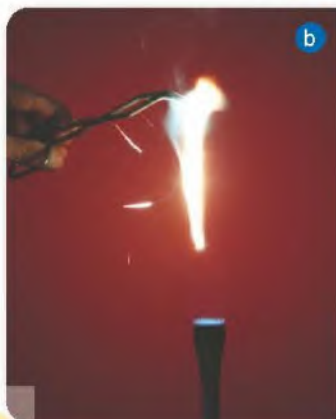
الرابطة الأيونية

المركبات الأيونية

الشبكة البلورية

الإلكتروليت

طاقة الشبكة البلورية



الشكل 3-4 يُنتج كل من هذين التفاعلين الكيميائيين طاقة كبيرة في أثناء تكوين المركبات الأيونية

a. ينتج عن التفاعل بين عنصر الصوديوم وغاز الكلور بلورات صلبة بيضاء اللون.

b. ينتج عن اشتعال شريط فلز الماغنسيوم في الهواء مركب أيوني يسمى أكسيد الماغنسيوم.

الشحنات وتكوين المركبات الأيونية ما الدور الذي تقوم به شحنة الأيون في تكوين المركبات الأيونية؟ للإجابة عن هذا السؤال تفحص طريقة تكوين مركب فلوريد الكالسيوم. إن التوزيع الإلكتروني لذرة الكالسيوم هو $[Ar] 4s^2$ ، لذا فإنها تحتاج أن تفقد إلكترونين لتصل إلى التوزيع الإلكتروني المستقر لذرة الأرجون. أما التوزيع الإلكتروني لذرة الفلور فهو $[He] 2s^2 2p^5$ ، ويجب أن تكتسب إلكترونًا واحدًا للوصول إلى التوزيع الإلكتروني المستقر لذرة النيون. ولأن عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة يجب أن يكون متساويًا فإننا نحتاج إلى ذرتين من الفلور لتكسبا الإلكترونين اللذين فقدتهما ذرة الكالسيوم. وبذلك تكون الشحنة النهائية في مركب فلوريد الكالسيوم CaF_2 صفرًا.

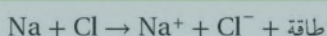
$$1 \text{ Ca ion} \left(\frac{2+}{\text{Ca ion}} \right) + 2 \text{ F ions} \left(\frac{1-}{\text{F ion}} \right) = (1) (+2) + (2)(-1) = 0$$

و يلخص الجدول 3-3 طرائق عدة تمثل تكوين المركبات الأيونية، ومنها كلوريد الصوديوم.

تكوين كلوريد الصوديوم

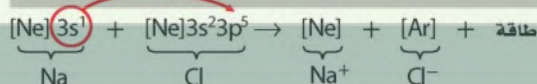
الجدول 3-3

المعادلة الكيميائية

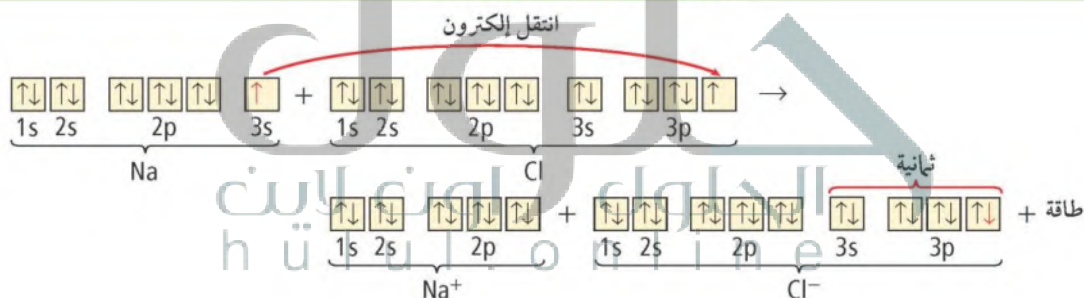


التوزيع الإلكتروني

انتقل إلكترون

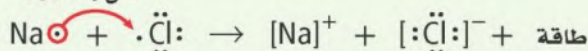


التوزيع الإلكتروني بطريقة رسم مربعات المستويات

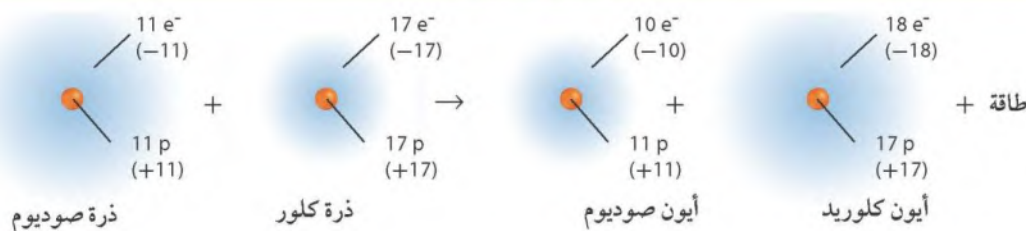


التمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس)

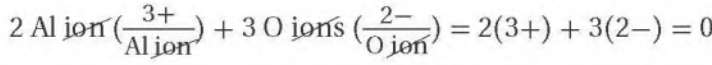
انتقل إلكترون



النماذج الذرية

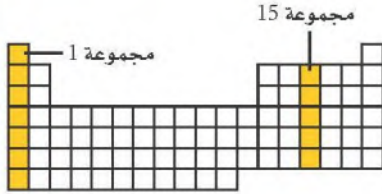


يتطلب تكوين أكسيد الألومنيوم فقدان كل ذرة ألومنيوم ثلاثة إلكترونات، واكتساب 6 إلكترونات. وبناءً على ذلك نحتاج إلى ثلاث ذرات من الأكسجين لتكسب 6 إلكترونات. تُفقد من ذرتي ألومنيوم لإنتاج مركب أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 المتعادل كهربائياً.



مسائل تدريبية

وضح كيف تتكون المركبات الأيونية من العناصر الآتية؟



6. الصوديوم والنيتروجين.
7. الليثيوم والأكسجين.
8. الاسترانشيوم والفلور.
9. الألومنيوم والكبريت.

10. تحفيز: وضح كيف يتحد عنصران من عناصر المجموعتين المبيتين في الجدول الدوري لتكوين مركب أيوني؟

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

Properties of Ionic Compounds خواص المركبات الأيونية

تحدد الروابط الكيميائية في المركب الكثير من خصائصه. فعلى سبيل المثال، تكون الروابط الأيونية بناءات فيزيائية فريدة للمركبات الأيونية لا تشبه المركبات الأخرى. ويساهم البناء الفيزيائي للمركبات الأيونية في تحديد خصائصها الفيزيائية التي استخدمت في استعمالات متعددة كالتي يبينها الشكل 3-5.

الشكل 3-5 الروابط الأيونية والفلزية

ساعدت عدة اكتشافات متتالية العلماء على فهم خواص المركبات الأيونية والفلزية، مما أدى إلى تصنيع أدوات ومواد جديدة.



1940م قام علماء المعادن بتطوير سبائك تعمل تحت درجات حرارة وضغط مرتفعين وقوة طرد مركزية عالية. وقد تم استخدام هذه السبائك لاحقاً في تصنيع محركات الطائرات النفاثة والمركبات الفضائية.

1916م اقترح جلبرت لويس نظرية الترابط بين الذرات من خلال تبادل الإلكترونات بينها.

1930

1910

1900

1932م ساعدت معرفة قيم الكهرومالية العلماء على حساب قوة الجذب النسبية لكل عنصر للإلكترونات.

1913م يظهر التصوير بأشعة إكس أيونات الصوديوم وأيونات الكلور في كلوريد الصوديوم وترتيبها البلوري المنتظم.

1897م تنبأ طومسون بأهمية دور الإلكترونات في الروابط الكيميائية.

وَصَّحْ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْمُرَكَّبَاتُ الْإَيُونِيَّةُ مِنَ الْعُنَاصِرِ الْآتِيَةِ؟

7. الصوديوم والنيتروجين

تفقد ثلاث ذرات من الصوديوم Na ثلاثة إلكترونات، واحدًا لكل منها، فتكوّن ثلاثة أيونات موجبة الشحنة Na^+ . وتكتسب ذرة نيتروجين N واحدة من الإلكترونات الثلاثة $3e^-$ ، لتكوّن أيونًا سالب الشحنة N^{3-} ؛ لتتجاذب الأيونات معًا وتنتج المركب ذا الصيغة Na_3N ، حيث الشحنة الإجمالية للصيغة Na_3N تساوي صفرًا.

$$3 \cancel{\text{Na-Ion}} \left(\frac{1+}{\cancel{\text{Na-Ion}}} \right) + 1 \cancel{\text{N-Ion}} \left(\frac{3-}{\cancel{\text{N-Ion}}} \right) \\ = 3(1+) + 1(3-) = 0$$

8. الليثيوم والأكسجين

تتقد ثلاث ذرات من المجموعة 1 ثلاثة إلكترونات، إلكتروناتاً لكل منها، فتكوّن ثلاثة أيونات موجبة الشحنة X^+ . وتكتسب كل ذرة من المجموعة 15 الإلكترونات الثلاثة $3e^-$ ، فتكوّن أيوناً سالب الشحنة Y^{3-} ؛ لتتجاذب الأيونات معاً وتُنتج المركّب الذي صيغته X_3Y . حيث الشحنة الإجمالية للصيغة X_3Y تساوي صفراً.

تفقد ذرتا ليثيوم Li إلكترونين، واحداً لكل منهما، فتُكوّن أيونين موجبي الشحنة Li^+ . وتكتسب ذرة أكسجين O واحدة الإلكترونين $2e^-$. فتُكوّن أيوناً سالب الشحنة O^{2-} . لتتجاذب الأيونات معاً وتُنتِج المركّب ذا الصيغة Li_2O . حيث الشحنة الإجمالية للصيغة Li_2O تساوي صفراً.

$$3 \cancel{\text{X ions}} \left(\frac{1+}{\cancel{\text{X ion}}} \right) + 1 \cancel{\text{Y ion}} \left(\frac{3-}{\cancel{\text{Y ion}}} \right) = 3(1+) + 1(3-) = 0$$

$$1\cancel{\text{Li ion}}\left(\frac{2+}{\cancel{\text{Li ion}}}\right) + 2\cancel{\text{O ion}}\left(\frac{1-}{\cancel{\text{O ion}}}\right)$$

$$= 1(2+) + 2(1-) = 0$$

9. الإسترانشيوم والفلور.

تفقد ذرة إسترانشيوم Sr واحدة إلكترونين، فتُكوّن أيوناً موجب الشحنة Sr^{2+} . وتكتسب ذرتا فلور F إلكترونين $2e^-$ ، واحداً لكل منهما، فتُكوّن أيونين سالبتي الشحنة F^- ؛ لتتجاذب الأيونات معاً وتُنتج المركّب ذا الصيغة SrF_2 . حيث الشحنة الإجمالية للصيغة SrF_2 تساوي صفراً.

$$1 \cancel{\text{Sr}^{+2}} \text{ ions } \left(\frac{2+}{\cancel{\text{Sr}^{+2}}} \right) + 2 \cancel{\text{F}^{-1}} \text{ ions } \left(\frac{2-}{\cancel{\text{F}^{-1}}} \right)$$

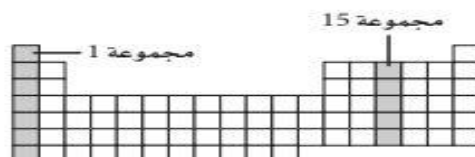
$$= 1(2+) + 2(1-) = 0$$

10. الألومنيوم والكبريت.

تفقد ذرتا ألومنيوم Al ستة إلكترونات، ثلاثة لكل منها، فتُكوّن أيونين موجبي الشحنة Al^{3+} . وتكتسب ثلاث ذرات كبريت S الـ 6 إلكترونات الستة $6e^-$ ، اثنان لكل منها، فتُكوّن ثلاثة أيونات سالبة الشحنة S^{2-} . لتتجاذب الأيونات معاً وتُنتج المركب الذي صيغته Al_2S_3 . حيث الشحنة الإجمالية للصيغة Al_2S_3 تساوي صفراً.

$$\cancel{2 \text{ Al}^{3+}} \left(\frac{3+}{\cancel{\text{Al}^{3+}}} \right) + \cancel{3 \text{ S}^{2-}} \left(\frac{2-}{\cancel{\text{S}^{2-}}} \right) = 2(3+) + 3(2-) = 0$$

11. تحفيز وضح كيف يتحد عنصران من عناصر المجموعتين
المُستثنى في الجدول الدوري لتكوين مركب أيوني؟



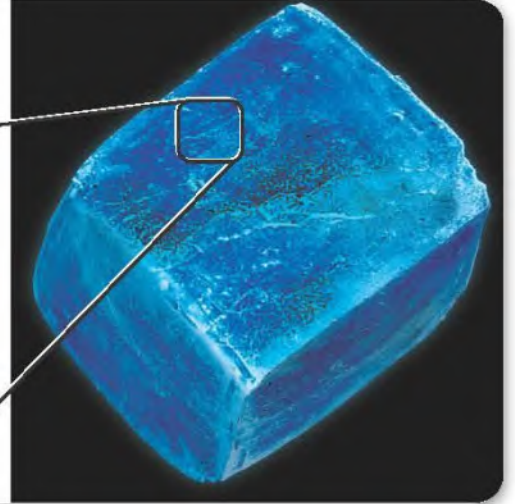
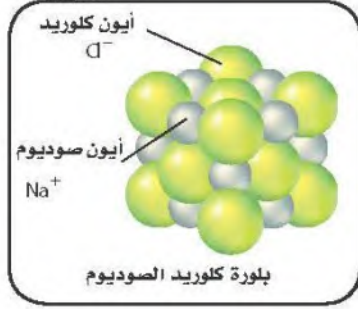
الشكل 6-3

الإلكتروني الماسح شكل بلورة
كلوريد الصوديوم المكعبة.

فسّر ما نسبة أيونات الصوديوم
إلى أيونات الكلوريد في البلورة؟

اجابة سؤال الشكل 6-3 :

1:1



البناء الفيزيائي يحتوي البناء الفيزيائي للمركبات الأيونية على عدد كبير من الأيونات الموجبة والسالبة، ويتحدد عددها بنسبة عدد الإلكترونات التي تنتقل من ذرات الفلز إلى ذرات اللافلز. وتترتب هذه الأيونات بنمط متكرر يحفظ التوازن بين قوى التجاذب والتنافر بينها.

تفحص نمط ترتيب الأيونات في بلورة كلوريد الصوديوم، كما تظهر في الشكل 6-3، ولا حظ التنظيم الدقيق لشكل البلورة الأيونية، حيث المسافات ثابتة بين الأيونات، والنمط المنظم الذي تترتب فيه. وعلى الرغم من أن أحجام الأيونات غير متساوية إلا أن كل أيون صوديوم محاط بستة أيونات كلوريد، وكذلك كل أيون كلوريد محاط بستة أيونات صوديوم. فما الشكل الذي تتوقعه لبلورة كبيرة من هذا المركب؟ كما يبين الشكل 6-3، فإن نسبة 1:1 من أيونات الصوديوم والكلوريد تكوّن بلورة مرتبة مكعبة الشكل. وكما هو الحال مع أي مركب أيوني كما في NaCl لا تتكون وحدة بناء البلورة من أيون صوديوم وأيون كلوريد، بل من عدد كبير من أيونات الصوديوم والكلوريد التي توجد معًا. ترى، ما شكل بلورات ملح الطعام إذا فحصتها بعدسة مكبرة؟ **ماذا قرأت؟** فسر ما الذي يحدد نسبة الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة في المركب الكيميائي؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

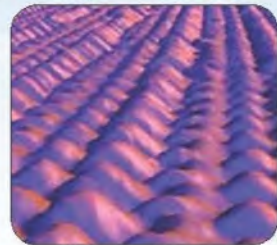
تعتمد على شحنات
الأيونات المكونة للمركب.



1962م تم اكتشاف سبيكة النيكل والتيتانيوم التي لها القدرة على استعادة شكلها بعد تشكيلها "ذاكرة الشكل"، وتستخدم كثيرًا في تقويم الأسنان.

2004م طوّر العلماء سبيكة من النيكل والجادولينيوم لها القدرة على امتصاص النيوترونات المنبعثة من المخلفات النووية، وتستخدم عند نقل الوقود النووي الشديد الإشعاع.

1981م أتاح اكتشاف المجهر الماسح الأنبوبي للباحثين دراسة صور على المستوى الذري بالأبعاد الثلاثة.





البيرل $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$



الباريت BaSO_4



الأراجونيت CaCO_3

الشكل 7-3 تعد مركبات الأراجونيت CaCO_3 والباريت BaSO_4 والبيرل $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ أمثلة على خامات المركبات الأيونية. وتنظم الأيونات التي تتكون منها هذه المركبات في شبكة بلورية. ويؤدي الاختلاف في حجم الأيونات وشحناتها إلى تكون بلورات مختلفة الأشكال.

تتكون الشبكة البلورية نتيجة لقوة الجذب الكبيرة بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة. الشبكة البلورية ترتيب هندسي للجسيمات ثلاثي الأبعاد. يحاط فيها الأيون الموجب بالأيونات السالبة، كما يحاط الأيون السالب بالأيونات الموجبة. وتختلف البلورات الأيونية في شكلها بسبب حجم الأيونات وأعدادها المترابطة كما في الشكل 7-3.

الربط مع علم الأرض المعادن الموضحة في الشكل 7-3 هي بعض الأنواع القليلة التي يدرسها علماء المعادن. ويستفيد العلماء من مخططات التصنيف لتنظيم الآلاف من المعادن المعروفة. وتُصنف هذه المعادن حسب اللون والشكل البلوري والصلابة، والخواص الكيميائية، والمغناطيسية والكهربائية، والعديد من الخواص الأخرى. كما يمكن تعرفها أيضاً من خلال أنواع الأيونات السالبة المتوفرة فيها. فعلى سبيل المثال، تتكون السليكات ثلث المعادن المعروفة، وهي تلك المعادن التي تحتوي على أيونات السليكات السالبة SiO_3^{2-} الناتجة عن اتحاد السليكون مع الأكسجين. وتحتوي الهاليدات على أيونات الفلوريد، والكلوريد، والبروميد، واليوديد. وتحتوي أنواع أخرى من المعادن على البورون والأكسجين على هيئة أيونات سالبة معروفة باسم البورات، وكذلك على الكربون والأكسجين على هيئة أيونات سالبة أيضاً تسمى الكربونات.

✓ **ماذا قرأت؟** حدد أي المعادن في الشكل 7-3 سليكات، وأيها كربونات؟

الخواص الفيزيائية يعد كل من درجة الغليان والانصهار والصلابة من الخواص الفيزيائية للمادة التي تعتمد على مدى قوة جذب الجسيمات المكونة للمادة بعضها لبعض. وتعتمد المقدرة على التوصيل الكهربائي - وهي خاصية فيزيائية أخرى - على توافر جسيمات مشحونة حرة الحركة. فالأيونات جسيمات مشحونة فإذا كانت حرة الحركة فإنها تجعل المركب الكيميائي يوصل الكهرباء. ولأن الأيونات مقيدة الحركة في حالة المادة الصلبة بسبب قوى الجذب الكبيرة، لذا لا تستطيع المواد الأيونية الصلبة توصيل الكهرباء.

اجابة سؤال ماذا قرأت :
البيرل نوع من السليكات،
أما الأراجونيت فمن
الكربونات.

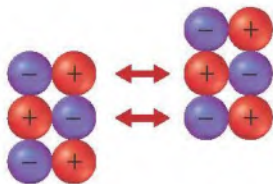
درجات انصهار و غليان بعض المركبات الأيونية		الجدول 3-4
درجة الغليان (°C)	درجة الانصهار (°C)	المركب
1304	660	NaI
1435	734	KBr
1390	747	NaBr
>1600	782	CaCl ₂
1413	801	NaCl
3600	2852	MgO

عندما ينصهر المركب الأيوني الصلب ويصبح سائلاً أو عند ذوبانه في المحلول، تصبح الأيونات التي كانت مقيدة في أماكنها قادرة الآن على الحركة بحرية، ولها القدرة على توصيل التيار الكهربائي. لذا تكون المركبات الأيونية جيدة التوصيل الكهربائي عندما تكون في صورة محلول أو سائل. ويسمى المركب الأيوني الذي يوصل محلوله التيار الكهربائي باسم **الإلكتروليت**.

ولأن الروابط الأيونية قوية نسبياً، لذا تحتاج البلورات الأيونية إلى كم هائل من الطاقة لتفكيكها. ولهذا السبب تكون درجات انصهارها وغليانها مرتفعة، كما يبين الجدول 3-4. وتمتاز الكثير من البلورات - ومنها الأحجار الكريمة - بألوانها الزاهية؛ بسبب وجود فلزات انتقالية داخل الشبكة البلورية.

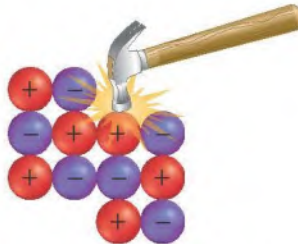
وتمتاز البلورات الأيونية أيضاً بالقوة والصلابة والهشاشة؛ بسبب قوة التجاذب التي تُثبت الأيونات في أماكنها. وعندما تؤثر قوة خارجية على الأيونات التي تشتمل عليها البلورة، وتكون هذه القوة قادرة على التغلب على قوى التجاذب بين الأيونات فإن البلورة تتشقق أو تنفقت إلى أجزاء كما في الشكل 3-8؛ لأن القوة الخارجية تحرك الأيونات ذات الشحنات المتشابهة بعضها مقابل بعض، مما يجعل قوة التنافر تفقت البلورة إلى أجزاء.

الشكل 3-8 تنجذب الأيونات بعضها نحو بعض بقوة جذب كبيرة، فتثبت في أماكنها، لذا يتطلب التغلب عليها قوة أكبر.



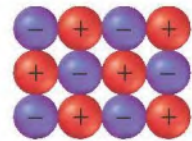
تؤدي قوة التنافر إلى كسر البلورة

تؤدي قوة التنافر بين الأيونات ذات الشحنات المتشابهة إلى كسر البلورة.



تؤدي القوة الخارجية إلى إعادة ترتيب الجسيمات

إذا كانت القوة المؤثرة كبيرة بقدر كافٍ فإنها تحرك الأيونات من أماكنها.



بلورة أيونية منتظمة

للبلورة نمط منتظم للأيونات قبل تأثير القوة الخارجية فيها.

المفردات

الاستعمال العلمي والاستعمال

الشائع لكلمة (التوصيل)

الاستعمال العلمي: القدرة على

تمرير الضوء والحرارة والصوت والكهرباء.

لا يوصل الماء المقطر الكهرباء جيداً.

الاستعمال الشائع:

ووصل الشيء إليه أي أنهاء إليه وأبلغه إياه.

تمتص الطاقة أو تنطلق أثناء التفاعل الكيميائي، فإذا امتصت الطاقة في أثناء التفاعل وُصف التفاعل بأنه ماص للطاقة، أما إذا انطلقت الطاقة في أثناء التفاعل فيوصف بأنه طارد للطاقة. تكوّن المركبات الأيونية من الأيونات الموجبة والسالبة يوصف دائماً بأنه طارد للطاقة. فعندما تتجاذب الأيونات الموجبة والسالبة يتقارب بعضها من بعض لتكون نظاماً أكثر استقراراً، طاقته أقل من طاقة الأيونات المنفردة. إذا امتص مقدار الطاقة نفسه الذي تم إطلاقه خلال تكوّن الرابطة فإن ذلك يؤدي إلى تكسير الروابط التي تربط الأيونات الموجبة والسالبة.

طاقة الشبكة البلورية تسمى الطاقة التي تلزم لفصل أيونات 1 mol من المركب الأيوني طاقة الشبكة البلورية. وفي هذه الحالة ينظر إليها على أنها طاقة ممتصة، وتشير إلى قوة تجاذب الأيونات التي تعمل على تثبيتها في أماكنها، حيث تزداد طاقة الشبكة البلورية بزيادة قوة التجاذب. ويمكن النظر إلى طاقة الشبكة البلورية على أنها الطاقة المنبعثة عند اتحاد أيونات 1 mol من المركب الأيوني، وفي هذه الحالة ينظر إليها على أنها طاقة منبعثة. وتجدر الإشارة إلى أن قيمة الطاقة الممتصة تكون موجبة، في حين تكون قيمة الطاقة المنبعثة سالبة.

تتأثر طاقة الشبكة البلورية بمقدار شحنة الأيون؛ إذ عادة ما تكون طاقة الشبكة البلورية التي تتكون من أيونات كبيرة الشحنة أكبر من طاقة الشبكة البلورية التي تتكون من أيونات صغيرة الشحنة. لذا تكون طاقة MgO أكبر أربع مرات تقريباً من طاقة NaF؛ لأن شحنة الأيونات في MgO أكبر من شحنة الأيونات في NaF. كما أن طاقة الشبكة البلورية $SrCl_2$ تقع بين طاقة الشبكة البلورية MgO والشبكة البلورية NaF، لأن الشبكة البلورية $SrCl_2$ تحتوي على أيونات ذات شحنة موجبة عالية وأيونات ذات شحنة سالبة منخفضة معاً.

ترتبط طاقة الشبكة البلورية بصورة مباشرة بحجم الأيونات المرتبطة معاً. فالأيونات الصغيرة الحجم تكون مركبات أيوناتها متراسة؛ أي لا يوجد بينها فراغات. ولأن قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة تزداد كلما قلت المسافة بينها فإن الأيونات الصغيرة تكوّن قوى تجاذب كبيرة وطاقة شبكة بلورية كبيرة. فعلى سبيل المثال، طاقة الشبكة البلورية لمركب الليثيوم أكبر من طاقة الشبكة البلورية لمركب البوتاسيوم الذي يحتوي على الأيون السالب نفسه. ويعود السبب في ذلك؛ إلى أن حجم أيون الليثيوم أصغر من حجم أيون البوتاسيوم. يُظهر الجدول 3-5 طاقات الشبكات البلورية لبعض المركبات الأيونية. فعند تفحص طاقات الشبكات البلورية لكل من RbF و KF تجد أن طاقة الشبكة البلورية KF أكبر من طاقة الشبكة البلورية RbF؛ لأن نصف قطر K^+ أصغر من نصف قطر Rb^+ . وهذا ما يؤكد أن طاقة الشبكة البلورية مرتبطة مع حجم الأيون. والآن، تفحص طاقة الشبكة البلورية لكل من $SrCl_2$ و AgCl. كيف توضح هذه القيم العلاقة بين طاقة الشبكة البلورية ومقدار شحنة الأيون؟

اجابة سؤال النص :

لأن شحنة أيونات

الإسترانشيوم Sr^{2+}

أكبر ، تكون طاقة الشبكة

البلورية في $SrCl_2$ أكبر

مقارنة مع قيمتها في

قيمتها في AgCl.

طاقات الشبكات البلورية لبعض المركبات الأيونية			الجدول 3-5
طاقة الشبكة البلورية kJ/mol	المركب	طاقة الشبكة البلورية kJ/mol	المركب
808	KF	632	KI
910	AgCl	671	KBr
910	NaF	774	RbF
1030	LiF	682	NaI
2142	SrCl ₂	732	NaBr
3795	MgO	769	NaCl

التقويم 3-2

الخلاصة

- 11. **الغرفة الرئيسية** لخص تكوين الرابطة الأيونية من خلال وضع المصطلحات الآتية في صورة أزواج صحيحة: الكاتيون، الأنيون، اكتساب الإلكترونات، فقد الإلكترونات.
- 12. وضح كيف يمكن لمركب أيوني يتكون من جسيمات مشحونة أن يكون متعادلاً كهربائياً؟
- 13. صف التغيرات في الطاقة المصاحبة لتكوين الرابطة الأيونية، وعلاقة ذلك باستقرار المركبات الأيونية؟
- 14. حدد ثلاث خواص فيزيائية للمركبات الأيونية تعتمد على الرابطة الأيونية، وبيّن علاقتها بقوة الرابطة.
- 15. فسر كيف تكون الأيونات الروابط؟ وصف بناء المركب الناتج.
- 16. اربط بين طاقة الشبكة البلورية وقوة الرابطة الأيونية.
- 17. طبق باستعمال التوزيع الإلكتروني ورسم مربعات المستويات والتمثيل النقطي للإلكترونات طريقة تكوين المركب الأيوني من فلز الإسترانشيوم ولافلز الكلور.
- 18. صمّم خريطة مفاهيم لتوضيح العلاقة بين قوة الرابطة الأيونية والخواص الفيزيائية للمركبات الأيونية، وطاقة الشبكة البلورية واستقرارها.
- الرابطة الكيميائية قوة تجاذب تربط بين ذرتين أو أكثر.
- تحتوي المركبات الأيونية على روابط أيونية ناتجة عن التجاذب بين الأيونات المختلفة الشحنات.
- تترتب الأيونات في المركبات الأيونية في صورة وحدات منتظمة متكررة تُعرف بالشبكة البلورية.
- ترتبط خواص المركبات الأيونية بقوة الرابطة الأيونية.
- المركبات الأيونية التي في صورة محاليل أو مصاهير توصل التيار الكهربائي.
- تعرف طاقة الشبكة البلورية بالطاقة اللازمة لفصل أيونات 1mol من المركب الأيوني.

16.

اربط بين طاقة الشبكة البلورية وقوة الرابطة الأيونية.

كلما أصبحت طاقة الشبكة البلورية أكثر سلبية، كلما أصبحت الرابطة الأيونية أقوى.

17. طبق باستعمال التوزيع الإلكتروني ورسم مربعات

المستويات والتمثيل النقطي للإلكترونات طريقة تكوين المركب الأيوني من فلز الإسترانشيوم ولافلز الكلور.

يتكون المركب من ذرة إسترانشيوم واحدة وذرتي كلور؛ لذا يجب أن يتضمن الرسم ذرة Sr واحدة تفقد إلكترونين $2e^-$ وتكون الأيون الموجب الشحنة Sr^{2+} ، وذرتا Cl تكتسب كل واحدة منهما إلكترونًا واحدًا $1e^-$ وتكون أيونين سالبين الشحنة Cl^- ، حيث تتجاذب هذه الأيونات لينتج المركب $SrCl_2$ ، كما هو موضح في الشكل أدناه.

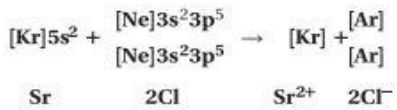
18. صمّم خريطة مفاهيم لتوضيح العلاقة بين قوة الرابطة الأيونية

والخواص الفيزيائية للمركبات الأيونية، وطاقة الشبكة البلورية واستقرارها.

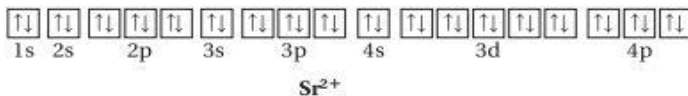
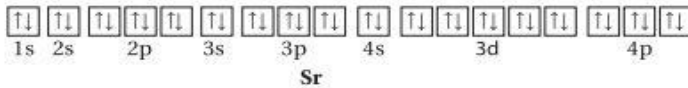
ستتوقع خرائط المفاهيم، ولكنها يجب أن توضح أن ازدياد قوة الرابطة يؤدي إلى زيادة استقرار المركبات الأيونية، ومن

ثم زيادة سلبية طاقة الشبكة البلورية. وتُعزى الخواص الفيزيائية مثل ارتفاع درجتي الانصهار والغليان والهشاشة والتوصيل الكهربائي إلى قوة الرابطة الأيونية.

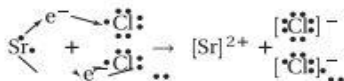
التوزيع الإلكتروني



مربعات المستويات



التمثيل النقطي للإلكترونات



12.

وضّح كيف يمكن لمركب أيوني يتكوّن من جسيمات مشحونة أن يكون متعادلاً كهربائياً؟

لأن مجموع الشحنة الموجبة للأيونات الموجبة في المركب يساوي مجموع الشحنة السالبة للأيونات السالبة في المركب الأيوني نفسه حتى يكون متعادلاً كهربائياً.

13.

صف التغيرات في الطاقة المصاحبة لتكوين الرابطة الأيونية، وعلاقة ذلك باستقرار المركبات الأيونية؟

إن تكون الرابطة الأيونية طارد للحرارة، وكلما قلت طاقة الناتج زاد استقراره، مقارنة بالمواد المتفاعلة.

14.

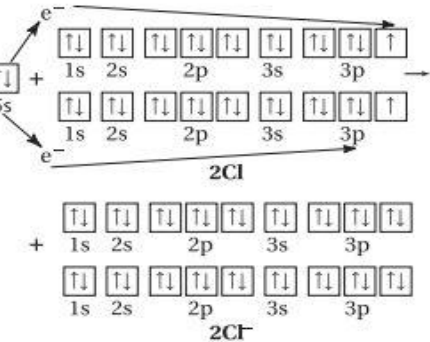
حدّد ثلاث خواص فيزيائية للمركبات الأيونية تعتمد على الرابطة الأيونية، وبيّن علاقتها بقوة الرابطة.

توجد المركبات الأيونية على شكل بلورات؛ ودرجات انصهارها وغليانها عاليتان، كما أنها قاسية وصلبة وهشة؛ وموصلة للكهرباء عند ذوبانها أو انصهارها، ولكنها غير موصلة في الحالة الصلبة، وتعزى هذه الخواص إلى قوة التجاذب الكهروستاتيكي بين الأيونات المختلفة الشحنة.

15.

فسّر كيف تكون الأيونات الروابط؟ وصف بناء المركب الناتج؟

تنتقل الإلكترونات بين الذرات لتشكل الأيونات، وتربط القوى الكهروستاتيكية الأيونات معاً في المركبات الأيونية، ثم تترتّب الأيونات بصورة منتظمة ومتكررة في البلورة الأيونية.



صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

Names and Formulas for Ionic compounds

الفكرة الرئيسية عند تسمية المركبات الأيونية يذكر الأيون السالب أولاً متبوعاً بالأيون الموجب. أما عند كتابة صيغ المركبات الأيونية فيكتب رمز الأيون الموجب أولاً متبوعاً برمز الأيون السالب.

الرابط مع الحياة لكل إنسان اسم خاص به، بالإضافة إلى اسم عائلته. وكذلك تتشابه أسماء المركبات الأيونية في أنها تتكون من مقطعين أيضاً.

Formulas for Ionic Compounds

صيغ المركبات الأيونية

طور العلماء بعض القواعد لتسمية المركبات؛ تسهلاً للتفاهم فيما بينهم؛ حيث يسهل عليك عند استخدام هذه القواعد كتابة صيغة المركب الأيوني، ويمكنك كذلك تسمية المركب من خلال معرفة صيغته الكيميائية.

تذكر أن المركب الأيوني يتكون من أيونات مرتبة بنمط متكرر. وتسمى الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني وحدة الصيغة الكيميائية وهي تمثل أبسط نسبة للأيونات في المركب وهي وحدة واحدة فقط من الشبكة البلورية. فمثلاً، وحدة الصيغة الكيميائية لكلوريد الماغنسيوم هي $MgCl_2$ ؛ لأن نسبة أيونات Mg^{2+} إلى Cl^- هي 1:2، والشحنة الكلية في وحدة الصيغة الكيميائية هي صفر؛ لأنها تمثل البلورة بأكملها، والتي تكون متعادلة كهربائياً.

الأيونات الأحادية الذرة تتكون المركبات الأيونية الثنائية من أيونات موجبة أحادية الذرة (من الفلز) وأيونات سالبة أحادية الذرة (من اللافلز). ويتكون الأيون الأحادي الذرة من ذرة عنصر واحدة مشحونة مثل Mg^{2+} أو Br^- ، وبين الجدول 3-6 شحنة بعض الأيونات الشائعة الأحادية الذرة حسب موقعها في الجدول الدوري. ما صيغة كل من أيون البريليوم، وأيون اليوديد، وأيون النيتريد؟

لا يتضمن الجدول 3-6 الفلزات الانتقالية التي تقع في المجموعات 3-12 أو فلزات المجموعتين 13 و 14؛ بسبب تعدد الشحنات الأيونية لذرات هذه المجموعات. وتكون معظم الفلزات الانتقالية وفلزات المجموعتين 13 و 14 أيونات موجبة مختلفة ومتعددة.

- تربط وحدة الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني بتركيبه الكيميائي.
- تكتب صيغ المركبات الأيونية الثنائية والأيونات العديدة الذرات.
- تطبق طريقة التسمية على المركبات الأيونية الثنائية والأيونات العديدة الذرات.

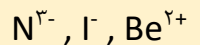
مراجعة المفردات

اللافلز: عنصر صلب وهش، ورديء التوصيل للكهرباء والحرارة.

المفردات الجديدة

وحدة الصيغة الكيميائية
الأيون الأحادي الذرة
عدد التأكسد
أيون عديد الذرات
أيون أكسجيني سالب

اجابة سؤال النص :



الجدول 3-6	أيونات أحادية الذرة	
المجموعة	الفلزات التي تكون الأيونات	شحنة الأيون
1	H, Li, Na, K, Rb, Cs	+1
2	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	+2
15	N, P, As	-3
16	O, S, Se, Te	-2
17	F, Cl, Br, I	-1

مهن في الكيمياء

علماء التغذية هل فكرت يوماً في علاقة العلم بالطعام الذي نتناوله؟ يهتم علماء التغذية بدراسة تأثير طرائق تحضير الطعام في مظهره ورائحته ومذاقه والفيتامينات والمعادن المتوافرة فيه. كما أنهم يقومون بتطوير صناعة الأطعمة والعصائر ويحسنونها.

الأيونات فلزية أحادية النرة	الجدول 3-7
الأيونات الشائعة	الجموعة
Sc^{3+}, Y^{3+}, La^{3+}	3
Ti^{2+}, Ti^{3+}	4
V^{2+}, V^{3+}	5
Cr^{2+}, Cr^{3+}	6
$Mn^{2+}, Mn^{3+}, Tc^{2+}$	7
Fe^{2+}, Fe^{3+}	8
Co^{2+}, Co^{3+}	9
$Ni^{2+}, Pd^{2+}, Pt^{2+}, Pt^{4+}$	10
$Cu^{+}, Cu^{2+}, Ag^{+}, Au^{+}, Au^{3+}$	11
$Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg_2^{2+}$	12
$Al^{3+}, Ga^{2+}, Ga^{3+}, In^{+}, In^{2+}, In^{3+}, Tl^{+}, Tl^{3+}$	13
$Sn^{2+}, Sn^{4+}, Pb^{2+}, Pb^{4+}$	14

المفردات

الانتقال

التغير في موضع الشيء.

اضطر أحمد إلى الانتقال إلى

مدرسة أخرى عند انتقال

والديه إلى منطقة أخرى.

أعداد التأكسد تُعرّف شحنة الأيون الأحادي الذرة بعدد التأكسد، أو حالة الأكسدة. وكما يبين الجدول 3-7، فإن لمعظم الفلزات الانتقالية، وفلزات المجموعتين 13 و 14 أكثر من عدد تأكسد محتمل. وتجدد الإشارة هنا إلى أن أعداد التأكسد الظاهرة في الجدول 3-7 ليست الوحيدة المحتملة ولكنها الأكثر شيوعاً.

وعدد التأكسد لأي عنصر في المركب الأيوني يساوي عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها الذرة في أثناء التفاعل الكيميائي. فمثلاً، تفقد ذرة الصوديوم إلكترونًا واحدًا لينتقل إلى ذرة الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم، مما ينتج عنه تكوّن Na^{+} و Cl^{-} . لذا فإن عدد تأكسد الصوديوم في المركب +1، حيث انتقل إلكترون واحد منها. أما عدد تأكسد ذرة الكلور -1 لأن إلكترونًا واحدًا قد انتقل إليها.

الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية الثنائية عند كتابة الصيغة الكيميائية لأي مركب أيوني يكتب رمز الأيون الموجب أولاً، ثم يكتب رمز الأيون السالب، وتوضع أرقام صغيرة أسفل يمين الرمز للتعبير عن عدد أيونات العنصر في المركب الأيوني. وإذا لم يكتب رقم صغير إلى جوار الرمز فإننا نعتبر أن عدد الأيونات هو 1. ويمكن استعمال أعداد التأكسد لكتابة صيغ المركبات الأيونية بناءً على ذلك. تذكر أن المركبات الأيونية لا تحمل شحنة كهربائية. لذا عند جمع حاصل ضرب أعداد التأكسد لكل أيون في عدد أيوناته الموجودة في وحدة الصيغة الكيميائية، يجب أن يكون الناتج صفراً.

افترض أنك تريد معرفة صيغة المركب المكون من أيونات الصوديوم والفلور، ابدأ بكتابة رمز وشحنة كلا العنصرين Na^{+}, F^{-} ، على أن تبين نسبة الأيونات في وحدة الصيغة أن عدد الإلكترونات التي يفقدها الفلز يساوي عدد الإلكترونات التي يكتسبها اللافلز. ويحدث هذا عندما يفقد أيون الصوديوم إلكترونًا واحدًا، وينتقل إلى أيون الفلور، فتصبح وحدة الصيغة الكيميائية NaF .

✓ **ماذا قرأت؟** حدّد العلاقة بين شحنة الأيون وعدد تأكسده.

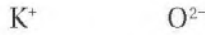
اجابة سؤال ماذا قرأت :

شحنة الأيون تساوي عدد تأكسد .

صيغة المركب الأيوني أوجد الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني المكوّن من البوتاسيوم والأكسجين.

1 تحليل المسألة

تعلم أن المركب الأيوني يتكوّن من أيوني الأكسجين والبوتاسيوم، وصيغة هذا المركب مجهولة. نبدأ أولاً بكتابة رمز كل أيون في المركب وعدد تأكسده. يوجد البوتاسيوم في المجموعة 1، لذا يكون أيوناً $+1$ ، ويوجد الأكسجين في المجموعة 16 لذا يكون أيوناً ثنائيًا سالب الشحنة -2 .



ولأن الشحنات غير متساوية، لذا يجب وضع رقم صغير أسفل يمين كل رمز؛ لتوضيح نسب عدد الأيونات الموجبة إلى عدد الأيونات السالبة وذلك بطريقة التبادل.



2 حساب المطلوب

تفقد ذرة البوتاسيوم إلكترونًا واحدًا، في حين تكتسب ذرة الأكسجين إلكترونين. فإذا اتحد العنصران في المركب بنسبة 1:1 فإن عدد الإلكترونات المفقودة من البوتاسيوم لن يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة من الأكسجين، لذا فإننا بحاجة إلى أيونين من البوتاسيوم لكل أيون من الأكسجين، فتصبح الصيغة الكيميائية K_2O

3 تقويم الإجابة

محصلة الشحنة الكهربائية لوحدة الصيغة الكيميائية للمركب تساوي صفرًا.

$$2 \text{ K ion } \left(\frac{1+}{\text{K-ion}} \right) + 1 \text{ O ions } \left(\frac{2-}{\text{O-ion}} \right) = 2(+1) + 1(-2) = 0$$

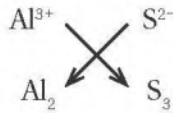
صيغة المركب الأيوني أوجد الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني المكوّن من أيونات الألومنيوم وأيونات الكبريتيد.

1 تحليل المسألة

تعلم أن المركب الأيوني يتكوّن من الألومنيوم والكبريت وصيغته مجهولة. لذا نبدأ أولاً بتحديد شحنة كل أيون في المركب. فالألومنيوم من المجموعة 13، يكون أيوناً موجباً ثلاثي الشحنة $+3$ ، والكبريت من المجموعة 16 ويكون أيوناً سالباً ثنائي الشحنة -2 .



تفقد كل ذرة ألومنيوم ثلاثة إلكترونات، في حين تكتسب كل ذرة كبريت إلكترونين. على أنه يجب أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة ويتم ذلك بطريقة التبادل.



2 حساب المطلوب

إن أصغر عدد يمكن قسمته على كل من 2 و 3 هو 6، لذا يتم نقل ستة إلكترونات. تستقبل ثلاث ذرات من الكبريت ستة إلكترونات تم فقدانها من ذرتي ألومنيوم. فتكون الصيغة الصحيحة للمركب هي Al_2S_3 ، وهي توضح أن أيونين من الألومنيوم يرتبطان مع ثلاثة أيونات كبريت.

3 تقويم الإجابة

محصلة الشحنة الكهربائية لوحدة الصيغة الكيميائية لهذا المركب تساوي صفرًا.

$$2 \text{ Al ion } \left(\frac{3+}{\text{Al-ion}} \right) + 3 \text{ S-ions } \left(\frac{2-}{\text{S-ion}} \right) = 2(+3) + 3(-2) = 0$$

اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية التي تتكون من الأيونات الآتية:

19. اليوديد واليوتاسيوم

20. البروميد والألومنيوم

21. الكلوريد والمغنسيوم

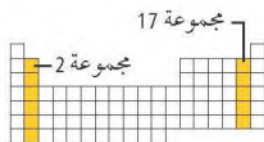
22. النيتريد والسيزيوم

23. تحفيز اكتب الصيغة العامة للمركب الأيوني الذي

يتكون من عنصري المجموعتين المبيتين في الجدول

المقابل استخدم الرمز X ليمثل عنصراً في المجموعة 2،

والرمز Y ليمثل عنصراً في المجموعة 17.



صيغ المركبات الأيونية العديدة الذرات تحتوي العديد من المركبات الأيونية على أيونات عديدة الذرات، أي الأيونات المكونة من أكثر من ذرة واحدة. يبين الجدول 3-8 والشكل 3-9 قائمة بالصيغ والشحنات الكهربائية للأيونات الشائعة العديدة الذرات. ويسلك الأيون المتعدد الذرات بوصفه وحدة واحدة في المركبات، وشحنته الكهربائية تساوي مجموع شحنات الذرات كلها معاً. لذا تتبع صيغة الأيونات المكونة من مجموعة من الذرات قواعد كتابة صيغ المركبات الثنائية نفسها. ونظراً إلى وجود الأيون المتعدد الذرات بوصفه وحدة واحدة، فلا يجوز تغيير الأرقام الموجودة أسفل يمين رموز الذرات في الأيون. وإذا دعت الحاجة إلى وجود أكثر من أيون متعدد الذرات، نضع رمز الأيون داخل قوسين، ثم نشير إلى العدد المطلوب بوضع الرقم أسفل يمين القوس من الخارج. ومن ذلك المركب المكون من أيون الأمونيوم NH_4^+ وأيون الأكسجين O^{2-} . يحتاج المركب لمعادلة الشحنات إلى أيونين من الأمونيوم لكل أيون من الأكسجين، أي أن الصيغة الصحيحة هي $(\text{NH}_4)_2\text{O}$.

الشكل 3-9 أيونات الأمونيوم

والفوسفات أيونات متعددة الذرات، بمعنى أنها تتكون من أكثر من ذرة. وتتفاعل الأيونات المتعددة الذرات معاً بوصفها وحدة واحدة ذات شحنة محددة.

حدد ما شحنة أيون الأمونيوم وأيون

الفوسفات على الترتيب؟



أيون الأمونيوم
 NH_4^+

اجابة سؤال الشكل 3-9 :

شحنة أيون الأمونيوم : +1

وشحنة أيون الفوسفات : -3

الأيونات العديدة الذرات

الاسم	الأيون	الاسم	الأيون
الأمونيوم	NH_4^+	البيرايونات	IO_4^-
النيتريت	NO_2^-	الأسيتات (الخلات)	CH_3COO^-
النترات	NO_3^-	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	H_2PO_4^-
الهيدروكسيد	OH^-	الكربونات	CO_3^{2-}
السيانيد	CN^-	الكبريتيت	SO_3^{2-}
البرمنجنات	MnO_4^-	الكبريتات	SO_4^{2-}
البكربونات	HCO_3^-	الثيوكبريتات	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
الهيپوكلوريت	ClO^-	البيروكسيد	O_2^{2-}
الكلوريت	ClO_2^-	الكرومات	CrO_4^{2-}
الكلورات	ClO_3^-	ثنائي الكرومات	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
البيركلورات	ClO_4^-	الفوسفات الهيدروجينية	PO_4^{2-}
البرومات	BrO_3^-	الفوسفات	O_4^{3-}
الأيودات	IO_3^-	الزرنخيخات	AsO_4^{3-}

اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الأيونية المتكوّنة من الأيونات الآتية:

19. اليود والبوتاسيوم KI
20. البروم والألومنيوم $AlBr_3$
21. الكلور والمغنسيوم $MgCl_2$
22. النيتروجين والسيزيوم Cs_3N

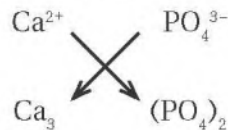
23. تحفيز اكتب الصيغة العامة للمركب الأيوني الذي يتكوّن من عنصري المجموعتين المُبيّتين في الجدول أدناه. استخدم الرمز X ليُمثّل عنصراً في المجموعة 2، والرمز Y ليُمثّل عنصراً في المجموعة 17.

الصيغة العامة للمركب هي XY_2 ؛ حيث تُمثّل X عنصر المجموعة 2، في حين تُمثّل Y عنصر المجموعة 17.

صيغة مركب أيوني متعدد الذرات يستعمل المركب المكون من أيونات الكالسيوم والفوسفات سهاذا. اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

1 تحليل المسألة

تعلم أن أيونات الكالسيوم والفوسفات تكون مركباً أيونياً وصيغة هذا المركب مجهولة. لذا نبدأ أولاً بكتابة رمز كل أيون مرفقاً بشحنته الكهربائية. ولأن الكالسيوم من المجموعة الثانية، لذا يكون أيوناً موجباً ثنائي الشحنة $+2$ ، في حين أن أيون الفوسفات عديد الذرات، فيتفاعل بوصفه وحدة واحدة، وتكون شحنته الكهربائية -3 .



2 حساب المطلوب

القاسم المشترك هو العدد الذي يقبل القسمة على مقدار شحنات الأيونات 2 و 3 وهو 6، لذا يتم نقل 6 إلكترونات. فيكون عدد الشحنات السالبة على أيونين من أيونات الفوسفات مساوياً لعدد الشحنات الموجبة على ثلاثة من أيونات الكالسيوم. وكتابة الصيغة نضع أيون الفوسفات بين قوسين، ونضيف الرقم السفلي الصغير 2 إلى يمين القوسين، فتصبح الصيغة الصحيحة للمركب هي: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

3 تقويم الإجابة

محصلة الشحنة الكهربائية في وحدة الصيغة لفوسفات الكالسيوم تساوي صفراً.

$$3 \text{ Ca-ion } \left(\frac{2+}{\text{Ca-ion}} \right) + 2 \text{ PO}_4\text{-ions } \left(\frac{3-}{\text{PO}_4\text{-ion}} \right) = 3(+2) + 2(-3) = 0$$

مسائل تدريبية

اكتب صيغ المركبات الأيونية المكونة من الأيونات الآتية:

26. الألومنيوم والكربونات

24. الصوديوم والنترات

25. الكالسيوم والكلورات

27. تحفيز اكتب صيغة المركب الأيوني المكون من أيونات عنصر من عناصر المجموعة 2 مع الأيون العديد الذرات المكون من الكربون والأكسجين فقط.

أسماء الأيونات والمركبات الأيونية Names for Ions and Ionic Compounds

يستخدم العلماء طرائق منظمة عند تسمية المركبات الأيونية، وبسبب احتواء المركبات الأيونية على أيونات موجبة وأخرى سالبة، يأخذ النظام تسمية هذه الأيونات بعين الاعتبار.

تسمية الأيون الأكسجيني السالب الأيون الأكسجيني السالب أيون عديد الذرات، يتكون غالباً من عنصر لا فلزي يرتبط مع ذرة أو أكثر من الأكسجين، وبعض اللافلزات لها أكثر من أيون أكسجيني، ومنها النيتروجين والكبريت. وتسمى هذه الأيونات باستخدام القواعد المبينة في الجدول 3-9.

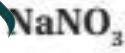
تسمية الأيونات الأكسجينية السالبة للكبريت والنيتروجين

الجدول 3-9

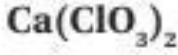
- عليك أن تعرف الأيون الذي يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين. ويشق اسم هذا الأيون من اسم اللافلز وإضافة المقطع (ات) إلى آخره.
- عليك أن تعرف الأيون الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين. ويشق اسم هذا الأيون من اسم اللافلز وإضافة المقطع (يت) إلى آخره.

NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}
نترات	نيتريت	كبريتات	كبريتيت

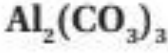
اكتب صيغ المركبات الأيونية المكوّنة من الأيونات الآتية:



24. الصوديوم والنترات



25. الكالسيوم والكلورات



26. الألومنيوم والكربونات

27. تحفيز اكتب صيغة المركب الأيوني المكوّن من أيونات

عنصر من عناصر المجموعة 2 مع الأيون العديد الذرات
المكوّن من الكربون والأكسجين فقط.

ستتنوع الإجابات؛ الأيون العديد الذرات هو الكربونات CO_3^{2-} .

الصيغة العامة للمركب الأيوني XCO_3 حيث يمثل الرمز X

عنصرًا من عناصر المجموعة 2، مثل: MgCO_3 .

طرائق التسمية

الأيونات
الأكسجينية التي
يكونها الكلور

الجدول
3-10

• يشتق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين بإضافة مقطع (بير) عند بداية الاسم، وإضافة مقطع (ات) إلى نهاية جذر اللافلز.

• يشتق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل ذرة واحدة بإضافة مقطع (ات) إلى نهاية جذر اللافلز.

• يشتق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل ذرتين بإضافة مقطع (يت) إلى نهاية جذر اللافلز.

• يشتق اسم الأيون السالب الأكسجيني الذي يحتوي على عدد من ذرات الأكسجين أقل من ثلاث ذرات بإضافة مقطع (هيو)، ثم المقطع (يت) إلى نهاية جذر اللافلز.



كلورات بيركلورات



هيوكلوريت كلوريت

يبين الجدول 10-3 كيف يكون الكلور أربعة أيونات أكسجينية سالبة يمكن تسميتها حسب عدد ذرات الأكسجين في كل منها. ويمكن تسمية الأيونات الأكسجينية السالبة التي تكونها الهالوجينات الأخرى بالطريقة نفسها المستخدمة في تسمية أيونات الكلور. فعلى سبيل المثال، يكون البروم أيون البرومات BrO_3^- ، ويكون اليود أيون البيرأيودات IO_4^- وأيون أيودات IO_3^- .

تسمية المركبات الأيونية تُسمى المركبات بطريقة منهجية، ولأنه أصبح الآن لديك معرفة بالصيغ الكيميائية، لذا يمكنك استعمال القواعد الخمس الآتية لتسمية المركبات الأيونية:

1. نذكر اسم الأيون السالب أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب. ولكن عند كتابة الصيغة الكيميائية يُكتب رمز الأيون الموجب أولاً، ثم يليه الأيون السالب.
2. استخدم اسم العنصر نفسه في تسمية أيونه الموجب الأحادي الذرة.
3. في حالة الأيونات السالبة الأحادية الذرة يشتق الاسم من اسم العنصر مضافاً إليه مقطع (يد).

4. في حالة وجود أكثر من عدد تأكسد لعنصر واحد يجب أن تشير الصيغة الكيميائية إلى عدد تأكسد الأيون الموجب. ويكتب عدد التأكسد بالأرقام الرومانية بين قوسين بعد اسم الأيون الموجب.

ملاحظة: تنطبق هذه القاعدة على الفلزات الانتقالية والفلزات في الجهة اليمنى من الجدول الدوري، انظر الجدول 7-3. ولا تنطبق هذه القاعدة على أيونات المجموعتين 1 و 2 الموجبة لأن لها عدد تأكسد واحداً.

أمثلة:

يكون أيون Fe^{2+} وأيون O^{2-} المركب FeO ، والمعروف باسم أكسيد الحديد II. ويكون أيون Fe^{3+} وأيون O^{2-} المركب Fe_2O_3 ، والمعروف باسم أكسيد الحديد III.

5. عندما يحتوي المركب على أيون عديد الذرات نقوم بتسمية الأيون السالب أولاً، ثم تسمية الأيون الموجب.

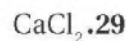
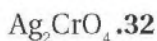
أمثلة:

تسمية NaOH هيدروكسيد الصوديوم

تسمية $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ كبريتيد الأمونيوم.

مسائل تدريبية

سمّ المركبات الآتية:



33. تحفيز يُعد المركب الأيوني NH_4ClO_4 من أهم المواد المتفاعلة الصلبة المستخدمة في وقود إطلاق مركبات الفضاء، ومنها تلك التي تحمل المحطات الفضائية إلى مداراتها. ما اسم هذا المركب؟

سَمُّ المركَّبات الآتية:

28. NaBr بروميد الصوديوم
29. CaCl_2 كلوريد الكالسيوم
30. KOH هيدروكسيد البوتاسيوم
31. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ نترات النحاس (II)
32. Ag_2CrO_4 كرومات الفضة

33. تحفيز يُعدّ المركَّب NH_4ClO_4 من أهمِّ المواد المتفاعلة

الصُّلبة المستخدمة في وقود إطلاق مركَّبات الفضاء، ومنها تلك التي تحمل المحطات الفضائية إلى مداراتها. ما اسم

هذا المركَّب؟

بيركلورات الأمونيوم.

الجلول اون لاين
hulul.online

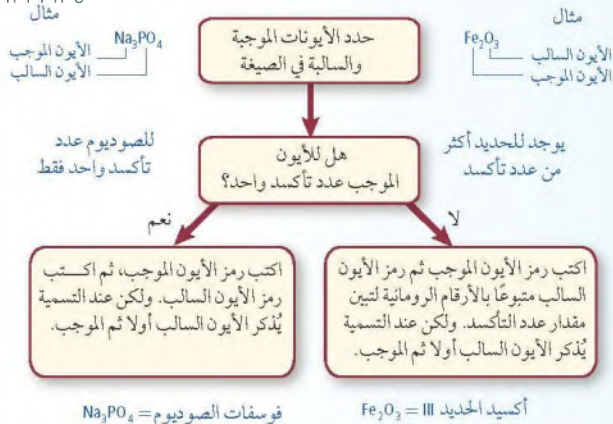
استراتيجيات حل المسألة

تسمية المركبات الأيونية

تسمية المركبات الأيونية عملية سهلة، إذا قمت باتباع المخطط المقابل.

طبق الاستراتيجية

سمّ المركبين KOH و Ag_2CrO_4 باستخدام المخطط.



توضّح استراتيجيات حل المسألة أعلاه الخطوات المتبعة عند تسمية المركب الأيوني إذا عرفت الصيغة الكيميائية. وتعد تسمية المركب الأيوني خطوة مهمة لمعرفة الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في البلورة الصلبة أو المحلول. اشرح كيف يمكن أن تغير المخطط السابق لكتابة الصيغة عند معرفة اسم المركب الأيوني؟

التقويم 3-3

الخلاصة

34. **الفكرة الرئيسة** صف ترتيب الأيونات عند كتابة صيغة المركب المكون من البوتاسيوم والبروم، وعند ذكر اسمه.
 35. صف الفرق بين الأيونات الأحادية الذرة والأيونات العديدة الذرات، وأعط مثلاً على كل منهما.
 36. طبّق شحنة الأيون X هي +2 وشحنة الأيون Y هي -1. اكتب صيغة المركب الذي يتكون من هذين الأيونين.
 37. اذكر اسم المركب المكون من Mg و Cl وصيغته.
 38. اكتب اسم المركب المكون من أيونات الصوديوم وأيونات النيتريت وصيغته.
 39. حلّل ما الأرقام السفلية المصغرة التي ستستعملها في كتابة صيغ المركبات الأيونية في الحالات الآتية:
 - a. فلز قلوي وهالوجين.
 - b. فلز قلوي ولا فلز من المجموعة 16.
 - c. فلز قلوي أرضي وهالوجين.
 - d. فلز قلوي أرضي ولا فلز من المجموعة 16.
- تبين وحدة الصيغة الكيميائية نسبة الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة في المركب الأيوني.
 - يتكون الأيون الأحادي الذرة من ذرة واحدة وتعبّر شحنته عن عدد تأكسده.
 - تعبّر الأرقام الرومانية عن عدد تأكسد الأيون الموجب الذي له أكثر من حالة تأكسد.
 - تتكون الأيونات العديدة الذرات من مجموعة ذرات.
 - تستخدم الأقواس حول الأيون وتوضع الأرقام المصغرة خارج الأقواس للإشارة إلى وجود أكثر من أيون عديد الذرات في الصيغة الكيميائية.

34. صف ترتيب الأيونات عند كتابة صيغة المركب المكوّن من البوتاسيوم والبروم، وعند ذكر اسمه.
 عند كتابة صيغة المركب KBr ؛ يُكتب رمز الأيون الموجب أولاً (K^+) ، ثمّ رمز الأيون السالب (Br^-) ، أمّا عند كتابة اسم المركب، فيُكتب اسم الأيون السالب (بروميد) أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب (البوتاسيوم). مثال: KBr (بروميد البوتاسيوم).

35. صف الفرق بين الأيونات الأحادية الذرة والأيونات العديدة الذرات، وأعطِ مثالا على كلّ منهما.

تتكوّن الأيونات الأحادية الذرة من ذرة واحدة فقط مثل Cl^- ، في حين تتكوّن الأيونات العديدة الذرات من ذرتين أو أكثر مرتبطين معاً، ولها شحنة محصلة ومنها ClO_3^- .

36. طبق شحنة الأيون X هي $+2$ وشحنة الأيون Y هي -1 .
 اكتب صيغة المركب الذي يتكوّن من هذين الأيونين.



37. اذكر اسم المركب المكوّن من Mg و Cl وصيغته.

كلوريد الماغنسيوم $MgCl_2$.

38. اكتب اسم المركب المكوّن من أيونات الصوديوم وأيونات النيتريت وصيغته.

نيتريت الصوديوم $NaNO_2$.

39. حلّ ما الأرقام السفلية المصغرة التي ستستعملها في كتابة صيغ المركبات الأيونية في الحالات الآتية (تقرأ النسب من اليمين إلى اليسار):

a. فلز قلوي مع هالوجين.

1, 1

b. فلز قلوي ولافلز من المجموعة 16.

2, 1

c. فلز قلوي أرضي وهالوجين.

1, 2

d. فلز قلوي أرضي ولافلز من المجموعة 16.

1, 1

الروابط الفلزية وخواص الفلزات Metallic Bonds and the Properties of Metals

الفكرة الرئيسية تكون الفلزات شبكات بلورية يمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها بحر من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

الربط مع الحياة تخيل سفينة عائمة تتأرجح في المحيط وهي محاطة بالماء من كل جانب. وعلى الرغم من بقاء السفينة عائمة في مكانها إلا أن الماء يتحرك بحرية من أسفلها. يمكن تطبيق هذا الوصف على ذرات الفلزات وإلكتروناتها بطريقة مشابهة نوعاً ما.

- تصف الرابطة الفلزية.
- تربط نموذج بحر الإلكترونات بالخواص الفيزيائية للفلزات.
- تعرف السبائك، وتذكر خواصها.

مراجعة المفردات

الخاصية الفيزيائية: خاصية المادة التي يمكن مشاهدتها وقياسها دون تغيير تركيب المادة.

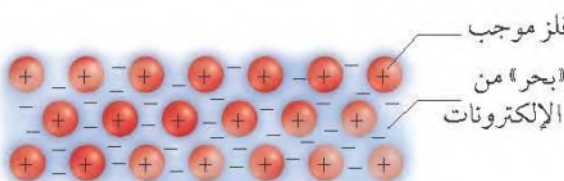
المفردات الجديدة

نموذج بحر الإلكترونات
الإلكترونات الحرة
الرابطة الفلزية
السيكة

الروابط الفلزية Metallic Bonds

على الرغم من أن الفلزات ليست مركبات أيونية إلا أنها تشترك مع المركبات الأيونية في عدة خواص؛ فالروابط في الفلزات والمركبات الأيونية تعتمد على التجاذب بين الجسيمات ذات الشحنات المختلفة. وفي العادة تكون الفلزات شبكات بلورية في الحالة الصلبة شبيهة بالشبكة البلورية الأيونية التي سبق ذكرها. وفي هذه الحالة تكون كل ذرة عنصر محاطة بـ 8-12 ذرة أخرى.

بحر من الإلكترونات رغم أن لذرات الفلزات إلكترون تكافؤ على الأقل، إلا أنها لا تشترك في إلكترونات التكافؤ مع الذرات المجاورة، ولا تفقدها. وبدلاً من ذلك تتداخل مستويات الطاقة الخارجية بعضها في بعض. ويعرف هذا التداخل بنموذج بحر الإلكترونات، حيث يفترض هذا النموذج أن ذرات الفلزات جميعها في الحالة الصلبة تساهم في تكوين بحر الإلكترونات الذي يحيط بأيونات الفلز الموجبة في الشبكة الفلزية. لا ترتبط الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية في الذرات الفلزية بأي ذرة محددة، ويمكنها الانتقال بسهولة من ذرة إلى أخرى. وتعرف هذه الإلكترونات الحرة بالحركة بالإلكترونات الحرة. وعندما تتحرك الإلكترونات الخارجية بحرية في الفلز، وهو في الحالة الصلبة، تتكون الأيونات الفلزية الموجبة. ترتبط هذه الأيونات مع الأيونات الفلزية الموجبة المجاورة جميعها من خلال بحر من إلكترونات التكافؤ، كما يبين الشكل 10-3. والرابطة الفلزية هي قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات الحرة في الشبكة الفلزية.



الشكل 10-3 تتوزع إلكترونات التكافؤ للفلزات (التي تبدو كسحابة زرقاء ذات إشارات سالبة) بانتظام حول الأيونات الفلزية الموجبة (التي تبدو باللون الأحمر). وتؤدي قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة وبحر الشحنات السالبة إلى ربط ذرات الفلز ببعضها مع بعض في الشبكة الفلزية.

فسر لماذا تعرف إلكترونات الفلزات بالإلكترونات الحرة؟

اجابة سؤال الشكل ١٠-٣ :

لأنها تتحرك بحرية داخل الفلز .

خواص الفلزات يفسر الترابط الفلزي الخواص الفيزيائية للفلزات، والتي تظهر قو

درجتا الغليان والانصهار تختلف درجات انصهار الفلزات على نحو كبير. فالزئبق سائل عند درجة حرارة الغرفة، مما يجعله يستخدم في بعض الأجهزة العلمية، ومنها مقاييس درجات الحرارة وأجهزة قياس الضغط الجوي. وفي المقابل، فإن درجة انصهار التنجستن W هي 3422°C ، ولذلك يُصنع منه فتيل المصباح الكهربائي، وبعض أجزاء السفن الفضائية. وتكون درجات انصهار وغليان الفلزات في العادة عالية كما بينها الجدول 3-11، إلا أن درجات الانصهار ليست مرتفعة جداً كدرجات الغليان؛ لأن الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة الحركة في الفلز ليست بحاجة إلى طاقة كبيرة جداً لجعلها تتحرك بعضها فوق بعض. إلا أنه في أثناء الغليان يجب فصل الذرات عن مجموعة الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة الأخرى، مما يتطلب طاقة كبيرة جداً.

قابلية الطرق والسحب الفلزات قابلة للطرق، أي أنها تتحول إلى صفائح عند طرقها، وهي أيضاً قابلة للسحب، أي يمكن تحويلها إلى أسلاك. ويوضح الشكل 3-11 كيف تتحرك الجسيمات الموجودة في الترابط الفلزي بواسطة الدفع أو الشد، بعضها عبر بعض. وتكون الفلزات عادة متينة للغاية. وعلى الرغم من حركة الأيونات الموجبة في الفلز إلا أنها ترتبط مع الإلكترونات المحيطة بها بصورة قوية، ولا يمكن فصلها بسهولة عن الفلز. توصيل الحرارة والكهرباء تجعل حركة الإلكترونات حول أيونات الفلزات الموجبة- الفلزات موصلات جيدة للحرارة والكهرباء؛ حيث تقوم الإلكترونات الحرة بنقل الحرارة من مكان إلى آخر بسرعة أكبر من توصيل المواد التي لا تحتوي على إلكترونات حرة. تتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة بوصفها جزءاً من التيار الكهربائي عند حدوث فرق جهد عبر الفلز. وتتفاعل هذه الإلكترونات الحرة مع الضوء من خلال امتصاصه وإطلاق الفوتونات مما ينتج عنه خاصية البريق واللمعان.

الصلابة والقوة لا تقتصر الإلكترونات الحرة الحركة في الفلزات الانتقالية على الإلكترونين الخارجيين في المستوى s، وإنما تشمل أيضاً الإلكترونات الداخلية في المستوى d. وكلما زادت أعداد الإلكترونات الحرة الحركة زادت خواص الصلابة والقوة.

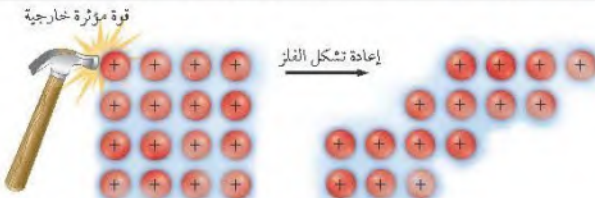
فعلى سبيل المثال، توجد الروابط الفلزية القوية في الفلزات الانتقالية، ومنها الكروم والحديد والنيكل، في حين أن الفلزات القلوية لينة؛ لأن لها إلكترونات واحداً حرة الحركة في المستوى ns^1 .

ماذا قرأت؟ قارن بين ما يحدث عند طرق كل من الفلزات والمركبات الأيونية بالطريقة؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تنتهي الفلزات عند طرقها، في حين تتفتت المركبات الأيونية إلى قطع صغيرة.

الشكل 3-11 تؤدي القوة المؤثرة الخارجية (كالمطرقة مثلاً) إلى جعل الأيونات تتحرك عبر الإلكترونات الحرة، مما يجعل الفلز قابلاً للطرق والسحب.





الشكل 12-3 تُصنع أجزاء الدراجات الهوائية في بعض الأحيان من سبيكة التيتانيوم، التي تحتوي على 3% من الألومنيوم و2.5% من الفانديوم.

المفردات

أصل الكلمة

السبيكة Alloy

جاءت من الكلمة اللاتينية alligare والتي تعني يثني.

السبائك الفلزية Metal Alloys

نظراً إلى طبيعة الرابطة الفلزية، يصبح من السهل إدخال عناصر مختلفة إلى الشبكة الفلزية لتكوين السبيكة. فالسبيكة خليط من العناصر ذات الخواص الفلزية الفريدة، لذا نجد لها الكثير من التطبيقات والاستخدامات التجارية. فالقلاذ والبرونز والحديد الزهر من السبائك الكثيرة المفيدة. كما تستعمل سبيكة التيتانيوم والفناديوم لبناء هياكل الدراجات الهوائية كالتي تظهر في الشكل 12-3.

خواص السبائك تختلف خواص السبائك قليلاً عن خواص عناصرها المكونة لها. فالقلاذ مثلاً حديد مخلوط بعنصر آخر على الأقل. تبقى بعض خواص الحديد فيه، ولكن للقلاذ خواص إضافية أخرى منها أنه أكثر قوة. وتتفاوت خواص بعض السبائك وتتغير باختلاف طرائق تصنيعها. وفي حالة بعض الفلزات تنتج بعض الخواص المختلفة اعتماداً على طريقة التسخين والتبريد. ويبين الجدول 12-3 أسماء بعض السبائك المهمة واستعمالاتها المتنوعة.

الاسم الشائع	التركيب	الاستعمالات
النيكو	50% Fe, 20% Al, 20% Ni, 10% Co	المغناطيسات
البراس (النحاس الأصفر)	67-90% Cu, 10-33% Zn	السبائك، والأدوات العامة، والإضاءة
البرونز (النحاس الأحمر)	70-95% Cu, 1-25% Zn, 1-18% Sn	الأجراس، الميداليات
الحديد الصلب	96-97% Fe, 3-4% C	القواب
الذهب - عيار 10 قرابط	42% Au, 12-20% Ag, 37.46% Cu	المجوهرات (الحلي الذهبية)
حببيات الرصاص	99.8% Pb, 0.2% As	حببيات الطلقات النارية
القلاذ المقاوم للصدأ	73-79% Fe, 14-18% Cr, 7-9% Ni	المغاسل، والأدوات
فضة التقود	92.5% Ag, 7.5% Cu	أدوات المائدة، والحلي

التقويم 3-4

الخلاصة

- تتكون الرابطة الفلزية عندما تجذب أيونات الفلز الموجبة إلكترونات التكافؤ الحرة الحرة.
- تتحرك الإلكترونات في نموذج بحر الإلكترونات عبر الشبكة الفلزية، ولا ترتبط مع أي ذرة محددة.
- يفسر نموذج بحر الإلكترونات الخواص الفيزيائية للفلزات.
- تتكون السبائك الفلزية عند دمج فلز مع عنصر آخر أو أكثر.

40. **الفكرة الرئيسة** قارن بين تركيب المركبات الأيونية والفلزات.

41. اشرح كيف يمكن تفسير كل من التوصيل الكهربائي وارتفاع درجة غليان الفلزات بواسطة الرابطة الفلزية؟

42. قارن بين أسباب قوى التجاذب في الروابط الأيونية والروابط الفلزية.

43. صمّم تجربة للتمييز بين المواد الأيونية الصلبة والمواد الفلزية الصلبة. بحيث تشمل على الأقل طريقتين مختلفتين للمقارنة بين المواد الصلبة. فسر إجابتك.

44. نموذج ارسن نموذجاً يوضح قابلية الفلزات للطرق، أو السحب إلى أسلاك، مستعيناً بنموذج بحر الإلكترونات كما في الشكل 10-3.

40. قارن بين تركيب المركبات الأيونية والفلزات.

تترتب الأيونات في المركبات الأيونية بأنماط متكررة وبالتناوب بين الشحنات، في حين تتألف الفلزات من أيونات موجبة محاطة ببحر من الإلكترونات الحرة الحركة أو غير المستقرة.

41. اشرح كيف يمكن تفسير كل من التوصيل الكهربائي وارتفاع درجة غليان الفلزات بواسطة الرابطة الفلزية؟

يمكن أن تتحرك الإلكترونات الحرة الحركة من خلال المادة الصلبة لتوصيل التيار الكهربائي، ويحدد عدد الإلكترونات الحرة الحركة وقوة الرابطة الفلزية مقدار درجة الغليان. قارن بين أسباب قوى التجاذب في الروابط الأيونية والروابط الفلزية.

تتكون الروابط الأيونية بواسطة قوى التجاذب الكهروستاتيكية بين الأيونات، في حين تتكون الرابطة الفلزية من قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات الحرة الحركة.

43. صمّم تجربة للتمييز بين المواد الأيونية الصلبة والمواد الفلزية الصلبة. بحيث تشتمل على الأقل على طريقتين مختلفتين للمقارنة بين المواد الصلبة. فسر إجابتك.

ربما تتضمن التجارب استعمال جهاز الموصلية الكهربائية؛ لفحص المواد الصلبة والمحاليل، واستعمال المطرقة لفحص القابلية للطرق والهشاشة.

تجربة نموذجية

1. افحص التوصيل الكهربائي.
 2. ضع المادة الصلبة في الماء لمعرفة إمكانية تكوين محلول.
 3. افحص قابلية المحلول للتوصيل الكهربائي.
 4. اطرق كليهما بالمطرقة ودون ملاحظاتك.
- توصل المواد الصلبة الفلزية الكهرباء في الحالة الصلبة في حين لا توصلها المواد الأيونية. ويمكن أن تتفاعل الفلزات مع الماء ولكنها لا تذوب؛ كما توصل محاليل المركبات الأيونية التيار الكهربائي. والفلزات قابلة للطرق والسحب، أما المركبات الأيونية فلا.

44. نموذج ارسم نموذجًا يوضح قابلية الفلزات للطرق، أو السحب إلى أسلاك، مستعينًا بنموذج بحر الإلكترونات، كما هو موضح في الشكل 10-3.



الشكل 10 - 3

يجب أن توضح النماذج حركة أيونات الفلز لمسافة أطول وأقل سمكًا خلال بحر الإلكترونات.

الكيمياء في واقع الحياة

الموضة القاتلة

السم المفيد كان للرصاص العديد من الاستخدامات قبل تعرف سميته العالية بخلاف ما هو مستخدم في صناعة الفخار والتمديدات الصحية. فقد استخدم الرصاص في صناعة الأصباغ والجازولين، حيث يقلل من احتمال احتراق الجازولين قبل الموعد المحدد في محرك السيارة.

عملية إزالة الرصاص Chelation الأطفال أكثر قابلية للتسمم بالرصاص؛ بسبب صغر أحجام أجسامهم ومعدلات نموهم المرتفعة. وفي الحالات الحرجة تصبح عملية إزالة الرصاص هي الطريقة الوحيدة لإنقاذ حياة الطفل. وفي هذه العملية يتم التخلص من أحد أهم التأثيرات السامة للرصاص، عن طريق إذلال الكالسيوم محل الرصاص السام في الجسم.

الكتابة في الكيمياء

الإحساس بالخطر تستطيع حاسة التذوق لدى الإنسان اكتشاف بعض السموم التي توجد بشكل طبيعي في النباتات. ابحث في السموم الحديثة الأخرى - ومنها الرصاص ومضاد التجمد (إيثيلين جلايكول) - لمعرفة لماذا لا تُظهر براعم التذوق لدينا استجابة سلبية لها؟

غالبًا ما تكون الحلي البراقة اللامعة والمزركشة الألوان رخيصة ومسلية. ولكن هل هي آمنة؟ الإجابة في العادة: نعم. ولكن قد تؤدي بعض الحلي السائدة - ولا سيما بعض الأنواع منخفضة الجودة بما لا تنطبق عليها مواصفات الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة، والتي تُصنع في بعض الدول كالصين والهند وهذا لا ينافي حقيقة أنها دول صناعية متقدمة في صناعات عدة - إلى مخاطر كثيرة لاحتوائها على عنصر الرصاص Pb السام بنسبة عالية.

السياسة السامة عندما يتبل الرصاص تذوب كمية محددة منه في الماء متحولاً إلى أيونات Pb^{2+} وعندما تدخل هذه الأيونات جسم الإنسان تحل محل أيونات الكالسيوم Ca^{2+} . ورغم تشابههما في الشحنات الكهربائية، فإن أيونات الرصاص أثقل كثيراً من أيونات الكالسيوم، مما قد يسبب الإعاقة في التعلم، والغيوبة، وقد يؤدي إلى الموت.

ومن المثير للدهشة أن الرومان قاموا باستخدام الرصاص في أنابيب المياه. وقد أخذ رمز الرصاص - Pb - في الحقيقة من الكلمة اللاتينية plumbum التي ما زالت تظهر في اللغة الإنجليزية كجذر لكلمة Plumber، وتعني السباك.

الفخار السام على الرغم من أن الرصاص لا يستخدم في التمديدات الصحية الحديثة، إلا أنه ما زال يستخدم في أمور أخرى. فالإناء الظاهر في الشكل 1 تم طلاؤه بالرصاص، ثم حرقه لإعطائه اللون الأسود المميز. وتولد مركبات الرصاص المستخدمة في الطلاء ألواناً زاهية عند حرقها في ظروف محددة.



الشكل 1 مركبات الرصاص المستخدمة في تلوين الفخار

تعطي الوعاء مظهره المتميز.

مختبر الكيمياء

تحضير مركب أيوني

10. التنظيف والتخلص من النفايات: تخلص من النفايات حسب تعليمات المعلم. نظف البوتقة بالماء، وأعد أدوات المختبر إلى أماكنها.



الخلاصة: ستقوم بتحضير مركبين كيميائيين وفحصهما لتحديد بعض خواصهما. واستناداً إلى الاختبارات التي ستقوم بها تقرر ما إذا كانت النواتج مركبات أيونية أم لا.

سؤال: هل يمكن لخواص المركب الفيزيائية أن تدل على وجود روابط أيونية؟

المواد اللازمة

شريط من الماغنسيوم (25cm) بوتقة
حامل الحلقة ومثبت مثلث خزفي

اجابة سؤال حل واستنتج :

١- ارجع إلى النتائج المتوقعة.

٢ - الضوء والحرارة. إنها أكثر استقراراً من المواد المتفاعلة.

٣- هناك زيادة في الكتلة من ٠,٢٩g الى ٠,٣٧g .

٤ - أكسيد الماغنسيوم MgO ، و نيتريد الماغنسيوم Mg_3N_2 .

٥ - MgO ، يظهر الناتج باللون الأبيض.

٦ - نعم؛ لأن المركبات الأيونية موصلة للتيار الكهربائي.

٧ - بعض المواد الناتجة ستتطاير، أو أن التفاعل لم يكتمأ،

6. ضع البوتقة على المثلث، وسخنها بواسطة اللهب (يجب أن يكون رأس اللهب قرب البوتقة).

7. أغلق لهب بنزن عندما يبدأ الماغنسيوم في الاشتعال والاحتراق

الاستقصاء :

كلما زاد تركيز المحاليل الأيونية زادت موصليتها بالمقارنة مع المحاليل ذات التركيز المنخفض.

حل واستنتج

1. حلل البيانات: احسب كتلة الشريط والناتج، وسجل قيم الكتل في جدول البيانات.

2. صنف أشكال الطاقة المنبعثة. ماذا تستنتج عن استقرار المواد الناتجة؟

3. استنتج: هل يتفاعل الماغنسيوم مع الهواء؟

4. توقع الصيغ الكيميائية للمادتين الناتجتين، واكتب اسميهما.

5. حلل واستنتج: لون ناتج تفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين أبيض، في حين أن لون ناتج تفاعل الماغنسيوم مع النيتروجين أصفر. أي هذين المركبين يشكل الجزء الأكبر من الناتج؟

6. حلل واستنتج: هل توصل محاليل مركبات الماغنسيوم التيار الكهربائي؟ وهل تؤكد النتائج أن المركبات أيونية؟

7. حلل مصادر الخطأ: إذا أظهرت النتائج أن الماغنسيوم فقد جزءاً من كتلته بدل أن يكتسب كتلة إضافية فاذكر الأسباب المحتملة لذلك.

الاستقصاء

صمم تجربة إذا كانت محاليل مركبات الماغنسيوم موصلة للتيار الكهربائي فهل تستطيع التأثير في جودة توصيلها للكهرباء؟ وإذا لم تكن موصلة للتيار فكيف تجعلها قادرة على ذلك؟ صمم تجربة لمعرفة ذلك.

الفكرة العامة ترتبط الذرات في المركبات الأيونية بروابط كيميائية تنشأ عن تجاذب الأيونات المختلفة الشحنات.

1-3 تكون الأيون

الفكرة الرئيسة تتكون الأيونات عندما تفقد الذرات إلكترونات التكافؤ أو تكسبها لتصل إلى التوزيع الإلكتروني الثبات الأكثر استقرارًا.

المضاهيم الرئيسة

- تكون بعض الذرات الأيونات للوصول إلى حالة الاستقرار. ويعني التوزيع الإلكتروني المستقر أن يكون مستوى الطاقة الخارجي مملوءاً بالإلكترونات. وفي العادة يتضمن ثمانية إلكترونات تكافؤ.
- تتكون الأيونات من خلال فقدان إلكترونات التكافؤ أو اكتسابها.
- يبقى عدد البروتونات في النواة ثابتاً في أثناء عملية تكوين الأيون.

المضردات

- الكاتيون
- الأنيون

3-2 الروابط والمركبات الأيونية

الفكرة الرئيسية تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة لتكوين مركبات أيونية متعادلة كهربائياً.

المفاهيم الرئيسة

- الرابطة الكيميائية قوة تربط بين ذرتين.
- تحتوي المركبات الأيونية على روابط أيونية ناتجة عن التجاذب بين الأيونات المختلفة الشحنات.
- تترتب الأيونات في المركبات الأيونية في صورة وحدات منتظمة متكررة تُعرف بالشبكة البلورية.
- ترتبط خواص المركبات الأيونية بقوة الرابطة الأيونية.
- المركبات الأيونية التي في صورة محاليل أو مصاهير توصل التيار الكهربائي.
- تعرف طاقة الشبكة البلورية بالطاقة اللازمة لفصل أيونات 1mol من المركب الأيوني.

المضردات

- الرابطة الأيونية
- الشبكة البلورية
- طاقة الشبكة البلورية

3-3 صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

الفكرة الرئيسة عند تسمية المركبات الأيونية يذكر

المضاهيم الرئيسة

- تبين وحدة الصيغة الكيميائية نسبة الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة في المركب الأيوني.
- يتكون الأيون الأحادي الذرة من ذرة واحدة وتعبّر شحنته عن عدد تأكسده.
- تعبّر الأرقام الرومانية عن عدد تأكسد الأيون الموجب الذي له أكثر من حالة تأكسد.
- تتكون الأيونات العديدة الذرات من مجموعة ذرات.
- تستخدم الأقواس حول الأيون وتوضع الأرقام المصغرة خارج الأقواس للإشارة إلى وجود أكثر من أيون عديد الذرات في الصيغة الكيميائية.

المضردات

- الأيون الأحادي الذرة • أيون عديد الذرات
- عدد التأكسد • أيون أكسجيني سالب
- وحدة الصيغة الكيميائية

3-4 الروابط الفلزية وخواص الفلزات

الفكرة الرئيسة تكون الفلزات شبكات بلورية، ويمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها بحر من الإلكترونات المتكافئة الحرة الحركة.

الفكرة الرئيسية

- تتكون الرابطة الفلزية عندما تجذب أيونات الفلز الموجبة إلكترونات التكافؤ الحرة الحرة.
- تتحرك الإلكترونات في نموذج بحر الإلكترونات عبر الشبكة الفلزية، ولا ترتبط مع أي ذرة محددة.
- يفسر نموذج بحر الإلكترونات الخواص الفيزيائية للملغزات.
- تتكون السبائك الفلزية عند دمج فلز مع عنصر آخر أو أكثر.

المضردات

- نموذج بحر الإلكترونات • الرابطة الفلزية
- الإلكترونات الحرة • الشبكة

3-1

إتقان المفاهيم

45. كيف تتكون الأيونات الموجبة والسالبة؟

46. متى تتكون الروابط الأيونية؟

47. لماذا تكوّن الهالوجينات والفلزات القلوية الأيونات؟ فسر إجابتك.

48. يوضح الشكل 13-3 العناصر التي يشار إليها بالأحرف من A إلى G، اذكر عدد إلكترونات تكافؤ كل عنصر، وتعرّف الأيون الذي يكونه.

الشكل 13-3

49. ناقش أهمية طاقة التأين عند تكوّن الأيونات.

50. يوضح الشكل 14-3 رسم مربعات مستويات الكبريت. اشرح كيف يكون الكبريت أيونه؟

الشكل 14-3

إتقان حل المسائل

51. ما عدد إلكترونات تكافؤ كل من العناصر الآتية؟

a. السيزيوم b. الخارصين

c. الروبيديوم d. الإستراتشيوم

e. الجاليوم

52. وضح لماذا لا تكوّن الغازات النبيلة روابط كيميائية؟

53. وضح كيف يتكون أيون الباريوم الموجب؟

54. وضح كيف يتكون أيون النيتروجين السالب؟

55. كلما زاد نشاط الذرة ارتفعت طاقة الوضع لها. فأيها له طاقة وضع أكبر: النيون أم الفلور؟ فسر إجابتك.

56. اشرح كيف تكوّن ذرة الحديد أيون حديد Fe^{2+} ، وأيون الحديد Fe^{3+} أيضًا؟

57. تنبأ بالنشاط الكيميائي لذرات العناصر الآتية استنادًا إلى توزيعها الإلكتروني:

a. البوتاسيوم b. الفلور c. النيون

58. اشرح تكوين أيون الإسكانديوم Sc^{3+} اعتمادًا على رسم مربعات المستويات الموضح في الشكل 15-3.

الشكل 15-3

3-2

إتقان المفاهيم

59. ماذا يعني مصطلح متعادل كهربائيًا عند مناقشة المركبات الأيونية؟

60. وضح كيف تتكون الروابط الأيونية؟

61. وضح لماذا لا يتحد البوتاسيوم والنيون لتكوين مركب؟

62. ناقش باختصار ثلاث خواص فيزيائية للمواد الصلبة الأيونية التي ترتبط في روابط أيونية.

63. صف البلورة الأيونية، وشرح لماذا تختلف أشكال بلورات المركبات الأيونية؟

64. يظهر في الشكل 13-3 الرمز B وهو للباريوم، والرمز E وهو لليود. اشرح لماذا لا يكون ناتج تفاعل هذين العنصرين يوديد الباريوم BaI؟

75. متى يستخدم الرقم السفلي في صيغ المركبات الأيونية؟
76. اشرح كيف تُسمي المركب الأيوني؟
77. اشرح باستخدام أعداد التأكسد، لماذا تكون الصيغة الكيميائية NaF_2 غير صحيحة؟
78. اشرح ماذا يعني اسم "أكسيد الإسكانديوم III" بلغة الإلكترونات المفقودة والمكتسبة؟ اكتب الصيغة الكيميائية الصحيحة له.

إتقان حل المسائل

79. اكتب صيغة كل من المركبات الأيونية الآتية:

- a. يوديد الكالسيوم
b. بروميد الفضة I
c. كلوريد النحاس II
d. بيرأيودات البوتاسيوم
e. أسيتات الفضة I

80. سمِّ كلًّا من المركبات الأيونية الآتية:

- a. K_2O
b. CaCl_2
c. Mg_3N_2
d. NaClO
e. KNO_3

81. أكمل الجدول 3-13 بالبيانات الناقصة.

الجدول 3-13 تعرّف المركبات الأيونية			
الصيغة الكيميائية	الاسم	الأيون (الأيون السالب)	الكاتيون (الأيون الموجب)
	كبريتات الأمونيوم		
PbF_2			
	بروميد الليثيوم		
Na_2CO_3			
		PO_4^{3-}	Mg^{2+}

إتقان حل المسائل

65. حدد نسبة الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة في كل مما يأتي:

- a. كلوريد البوتاسيوم، الذي يحل محل ملح الطعام.
b. فلوريد الكالسيوم، الذي يستخدم في صناعة الفولاذ.
c. أكسيد الكالسيوم، الذي يستخدم لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من عوادم محطات الطاقة.
d. كلوريد الإستراتشيوم، المستخدم في صناعة الألعاب النارية.

66. انظر الشكل 3-13، ثم صف المركب الأيوني الذي يكونه العنصران C و D.

67. وضح كيف تتكون الرابطة الأيونية بين الخارصين والأكسجين؟

68. وضح بالرسم تكوّن الرابطة الأيونية بين الألومنيوم والفلور مستخدماً رسم مربعات المستويات.

69. وضح بالرسم تكوّن الرابطة الأيونية بين الباريوم والنيترجين باستخدام التوزيع الإلكتروني.

70. الموصلات: توصّل المركبات الأيونية التيار الكهربائي في ظروف محددة. وضح هذه الظروف، وفسر لماذا لا توصّل المركبات الأيونية الكهرباء في جميع الحالات؟

71. أي المركبات الآتية لا يمكن توقع حدوثه: Na_2S ، CaKr ، MgF ، BaCl_3 ؟ فسر إجابتك.

72. استخدم الجدول 3-5 لتحديد المركب الأيوني الذي له أعلى درجة انصهار: MgO ، KI ، AgCl ، وفسر إجابتك.

73. أي المركبات الآتية له أكبر طاقة شبكية بلورية: CsCl أو CaO ، KCl أو K_2O ؟ فسر إجابتك.

3-3

إتقان المفاهيم

74. ما المعلومات التي تحتاج إليها لكتابة الصيغة الكيميائية الصحيحة للمركبات الأيونية؟

92. تبلغ درجة انصهار البريليوم 1287°C ، في حين تبلغ درجة انصهار الليثيوم 180°C . اشرح سبب هذا الاختلاف الكبير في درجات الانصهار.

93. تبلغ درجة غليان التيتانيوم 3297°C ، في حين تبلغ درجة حرارة غليان النحاس 2570°C . اشرح سبب الاختلاف في درجات غليان هذين الفلزين.

مراجعة عامة

94. ما عدد إلكترونات تكافؤ كل من ذرات الأكسجين والكبريت والزرنيخ والفسفور والبروم؟

95. اشرح لماذا يكون الكالسيوم أيون Ca^{2+} وليس أيون Ca^{3+} ؟

96. أي المركبات الأيونية الآتية له أكبر طاقة شبكة بلورية: NaCl أو MgCl_2 أو KCl ؟ فسر إجابتك.

97. ما صيغ المركبات الأيونية الآتية؟

a. كبريتيد الصوديوم

b. كلوريد الحديد III

c. كبريتات الصوديوم

d. فوسفات الكالسيوم

e. نترات الخارصين

98. يكون الكوبلت - وهو عنصر انتقالي - أيونات Co^{2+} وأيونات Co^{3+} أيضًا. اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة لأكاسيد الكوبلت التي تتكون من كلا الأيونين.

99. أكمل الجدول 3-15

الجدول 3-15 بيانات العنصر والإلكترون والأيون		
العنصر	إلكترونات التكافؤ	الأيون الناتج
السيليونيوم		
القصدير		
اليود		
الأرجون		

82. الكروم عنصر انتقالي يستخدم في الطلاء الكهربائي، ويكون الأيونات Cr^{2+} و Cr^{3+} . اكتب صيغ المركبات الأيونية الناتجة عن تفاعل هذه الأيونات مع أيونات الفلور والأكسجين.

83. أي الصيغ الأيونية الآتية صحيح؟ وإذا كانت الصيغة غير صحيحة فاكتب الصيغة الصحيحة، فسر إجابتك:

a. AlCl c. Ba(OH)_2

b. Na_2SO_4 d. Fe_2O

84. اكتب صيغ المركبات الأيونية جميعها التي قد تنتج عن تفاعل كل من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة الموجودة في الجدول 3-14، واذكر اسم كل مركب ناتج.

الجدول 3-14 قائمة الأيونات الموجبة والسالبة	
الأيون الموجب	الأيون السالب
K^+	SO_3^{2-}
NH_4^+	I^-
Fe^{3+}	NO_3^-

3-4

إتقان المفاهيم

85. صف الرابطة الفلزية.

86. اشرح باختصار لماذا تُصنع السبائك المعدنية؟

87. صف باختصار كيف تفسر الرابطة الفلزية قابلية الفلزات للطرق والسحب؟

88. فسر كيف تتشابه الرابطة الفلزية والرابطة الأيونية؟

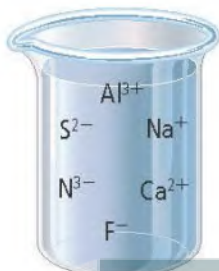
إتقان حل المسائل

89. كيف تختلف الرابطة الفلزية عن الرابطة الأيونية؟

90. الفضة اشرح باختصار لماذا يعد عنصر الفضة موصلاً جيداً للكهرباء؟

91. الفولاذ اشرح باختصار لماذا يستخدم الفولاذ - أحد سبائك الحديد - في دعائم هياكل العديد من المباني؟

- a. أسيتات النحاس b. أكسيد الصوديوم الثنائي
c. Pb_2O_5 d. Mg_2O_2
e. Al_2SO_{43}



الشكل 16-3

110. طبق تفحص الأيونات في الشكل 16-3، وحدد مركبين يمكن أن يتكونا من الأيونات الموجودة، وشرح كيف يحدث ذلك؟

111. طبق البراسيوديميوم Pr من فلزات اللانثانيدات التي تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك وتكون كلوريد البراسيوديميوم III. كما يتفاعل مع حمض النيتريك ليكون نترات البراسيوديميوم III. إذا علمت أن التوزيع الإلكتروني لعنصر البراسيوديميوم هو $[Xe] 4f^3 6s^2$ ،

- a. فتفحص التوزيع الإلكتروني، وشرح كيف يكون البراسيوديميوم الأيون $+3$ ؟
b. واكتب الصيغ الكيميائية لكلا المركبين اللذين يكونهما عنصر البراسيوديميوم.

112. كون فرضية تفحص موقع البوتاسيوم والكالسيوم في الجدول الدوري، وصغ فرضية تشرح فيها لماذا تكون درجة انصهار الكالسيوم أعلى كثيراً من درجة انصهار البوتاسيوم؟

113. قوم اشرح لماذا يعد اصطلاح الإلكترونات الحرة مناسباً لوصف إلكترونات الرابطة الفلزية؟

114. طبق تحتوي الذرات غير المشحونة على إلكترونات تكافؤ. اشرح لماذا لا تكون بعض العناصر ومنها اليود والكبريت روابط فلزية؟

100. الذهب اشرح باختصار لماذا يستخدم الذهب في صناعة الحلبي والموصلات الكهربائية في الأجهزة الإلكترونية؟
101. وضح كيف يتكون أيون النيكل الذي عدد تأكسده $+2$ ؟
102. ارسم نموذجاً يمثل الرابطة الأيونية بين البوتاسيوم واليود باستخدام التمثيل النقطي للإلكترونات.
103. عندما يشتعل الماغنسيوم في الهواء يكون كلاً من أكسيد ونتريد الماغنسيوم. ناقش كيف يتكون أكسيد ونتريد الماغنسيوم عند تفاعل الماغنسيوم مع ذرات الأكسجين وذرات النيتروجين على الترتيب.

104. يتغير شكل الصوديوم إذا أثرت فيه قوة خارجية، في حين يتفتت كلوريد الصوديوم عند طرقه بالقوة نفسها. ما سبب هذا الاختلاف في سلوك هاتين المادتين الصلبتين؟
105. ما اسم كل من المركبات الأيونية الآتية؟

- a. CaO b. $Ba(OH)_2$
c. BaS d. $Sr(NO_3)_2$
e. $AlPO_4$

التفكير الناقد

106. صمم خريطة مفاهيم تشرح الخواص الفيزيائية لكل من المركبات الأيونية والمواد الفلزية الصلبة.
107. توقع: تفحص كلاً من الأزواج الآتية، ثم بين المادة الصلبة التي لها درجة انصهار أعلى. فسر إجابتك.

- a. $NaCl$ أو $CsCl$
b. Ag أو Cu
c. Na_2O أو MgO

108. قارن بين الأيونين الموجب والسالب.

109. لاحظ ثم استنتج حدد الأخطاء في الأساء الكيميائية والصيغ الكيميائية غير الصحيحة، وصمم مخططاً توضيحياً لمنع حدوث مثل هذه الأخطاء:

تقويم إضافي

التقويم في الكيمياء

121. الجذور الحرة يعتقد الكثير من الباحثين أن الجذور الحرة هي المسؤولة عن الشيخوخة ومرض السرطان. ابحث في موضوع الجذور الحرة وتأثيراتها، والإجراءات التي يمكن اتخاذها لمنعها.

122. نمو البلورات يمكن تحضير بلورات المركبات الأيونية وزيادة حجمها في المختبر. ابحث في طريقة نمو هذه البلورات، وصمم تجربة لعمل ذلك في المختبر.

أسئلة المستندات

المحيطات قام العلماء في جزء من التحاليل الخاصة بالمحيطات، بتلخيص البيانات المتعلقة بالأيونات كما في الجدول 3-16.

الجدول 3-16 الأيونات الاثنا عشر الأكثر شيوعاً في البحر		
الأيون	التركيز (mg/dm ³)	% النسبة المئوية بالكتلة (من إجمالي المواد الصلبة الذائبة)
Cl ⁻	19,000	55.04
Na ⁺	10,500	30.42
SO ₄ ²⁻	2655	7.69
Mg ²⁺	1350	3.91
Ca ²⁺	400	1.16
K ⁺	380	1.10
CO ₃ ²⁻	140	0.41
Br ⁻	65	0.19
BO ₃ ³⁻	20	0.06
SiO ₃ ²⁻	8	0.02
Sr ²⁺	8	0.02
F ⁻	1	0.003

123. بين الأيونات الموجبة والسالبة الواردة في الجدول أعلاه.
124. مثل بيانياً بالأعمدة تركيز كل أيون، مبيّناً صعوبات القيام بهذا العمل.

125. لا يعد كلوريد الصوديوم المركب الوحيد الذي يتم الحصول عليه من مياه البحر. تعرّف أربعة مركبات أخرى للصوديوم يمكن الحصول عليها من ماء البحر، ثم اكتب اسم كل منها وصيغته.

115. حلّل اشرح لماذا تكون قيمة طاقة الشبكة البلورية ذات مقدار سالب؟

مسألة تحفيز

116. المركبات الأيونية يعد الكريستوبيرل من المعادن الشفافة أو شبه الشفافة، ويكون في بعض الأحيان متألّج اللون، ويتكون من أكسيد الألومنيوم والبريليوم BeAl₂O₄. حدد أعداد التأكسد لكل أيون في هذا المركب، وشرح طريقة تكوّنه.

مراجعة تراكمية

117. أي العنصرين له طاقة تأين أكبر: الكلور أم الكربون؟

118. قارن بين طريقة تكون أيونات الفلزات وأيونات اللافلزات، وشرح سبب هذا الاختلاف.

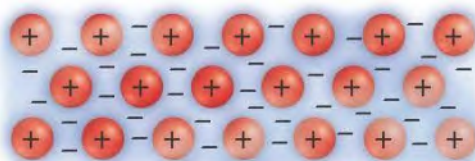
119. ما العناصر الانتقالية؟

120. اكتب اسم العنصر الذي تنطبق عليه الخواص الآتية ورمزه:

- هالوجين له ثاني أقل كتلة.
- شبه فلز له أقل رقم دورة.
- العنصر الوحيد في المجموعة 16 الموجود في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة.
- الغاز النبيل الذي له أكبر كتلة.
- لافلز في المجموعة 15 صلب عند درجة حرارة الغرفة.

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1



1. أي الأوصاف الآتية ينطبق على النموذج الذي يظهر في الشكل أعلاه؟

- الفلزات مواد لامعة وقادرة على عكس الضوء.
- الفلزات جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء.
- المركبات الأيونية قابلة للطرق.
- المركبات الأيونية جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء.

2. العبارة التي لا تنطبق على أيون Sc^{3+} هي أنه:

- له توزيع إلكتروني يشبه التوزيع الإلكتروني للأرجون Ar.
- عبارة عن أيون عنصر الإسكانديوم بثلاث شحنات موجبة.
- يعد عنصرًا مختلفًا عن ذرة Sc المتعادلة.
- تم تكوينه بإزالة إلكترونات التكافؤ من Sc.

3. أي الأملاح الآتية تحتاج إلى أكبر مقدار من الطاقة لكسر الروابط الأيونية فيها؟

- BaCl₂
- LiF
- NaBr
- KI

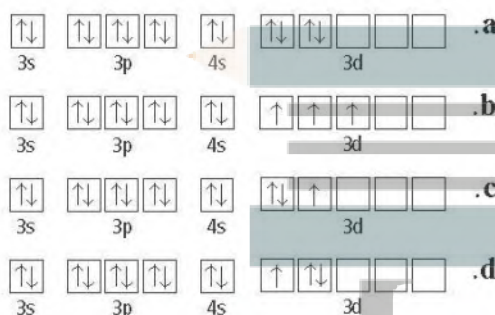
4. تتعلق جميع خواص كلوريد الصوديوم NaCl الآتية بقوة روابطه الأيونية ما عدا:

- صلابة البلورة.
- ارتفاع درجة الغليان.
- ارتفاع درجة الانصهار.
- انخفاض القابلية للذوبان.

5. ما الصيغة الكيميائية الصحيحة لمركب كبريتات الكروم III؟

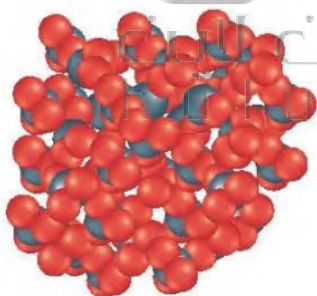
- Cr₃SO₄
- Cr₂(SO₄)₃
- Cr₃(SO₄)₂
- Cr(SO₄)₃

6. أي رسوم مربعات المستويات لعنصر الفناديوم في الشكل أدناه يعد صحيحًا؟



أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 7.



7. أي حالات المادة يمثلها هذا الشكل؟

- الصلبة؛ لأن الدقائق مترابطة جدًا.
- السائلة؛ لأن الدقائق تستطيع الحركة بسهولة وحرية.
- الصلبة؛ لأن للنموذج شكلًا ثابتًا محددًا.
- السائلة؛ لأن الدقائق تتحرك بعضها فوق بعض.

استعن بقائمة العناصر أدناه للإجابة عن الأسئلة 8 - 12.

a. صوديوم

b. كروم

c. بورون

d. أرجون

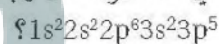
e. كلور

8. ما العنصر الذي ينتهي مداره الأخير بالمستوى الثانوي s؟

9. أي هذه العناصر له سبعة إلكترونات تكافؤ؟

10. أيها يعد عنصراً انتقالياً؟

11. أي العناصر له التركيب الإلكتروني الآتي:



12. أيها غاز نبيل؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

13. ما العلاقة بين التغير في نصف قطر الذرة والتغير في البناء الذري عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري؟

14. استعن بالرسوم أدناه للإجابة عن السؤال 14.



ذرة صوديوم Na
[Ne]3s¹

أيون صوديوم Na⁺
[Ne]

14. ما العلاقة بين التغير في نصف قطر الأيون والتغيرات التي تحدث عند تكوّن الأيون من ذرته المتعادلة عبر الجدول الدوري؟

hücul online

الشكل 3-13

49. ناقش أهمية طاقة التآين عند تكوّن الأيونات.

طاقة التأيّن المنخفضة ، تفقد الذرة الإلكترون بسهولة .

-

الشكل 14-3

يكتسب الكبريت الكترولين في المستوى 3p، مكوناً توزيع حالة الثمانية المكتمل أو الغاز النبيل.

إتقان حلّ المسائل

51. ما عدد إلكترونات تكافؤ كلٍّ من العناصر الآتية؟
- 1 a. السيزيوم
- 2 b. الحارصين
- 1 c. الروبيديوم

الفصل 3 مراجعة الفصل

3 - 1

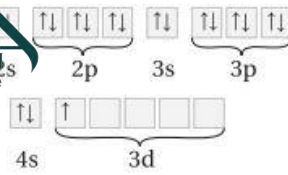
اتقان المفاهيم

45. كيف تتكوّن الأيونات الموجبة والسالبة؟

تكتسب الذرة الإلكترونات أو تفقدها للوصول الى التوزيع الإلكتروني المستقر.

46. متى تتكوّن الروابط الأيونية؟
عندما تجذب النواة الموجبة إلكترونات ذرة أخرى، أو عندما تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة.
47. لماذا تُكوّن الهالوجينات والفلزات القلوية الأيونات؟
فسّر إجابتك.
- تحتاج الهالوجينات إلى اكتساب إلكترون واحد فقط لتصل إلى التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة، أما الفلزات القلوية فتحتاج إلى فقد إلكترون واحد.

58. اشرح تكوين أيون الإسكانديوم Sc^{3+} مربعات المستويات الموضّح في الشكل



الشكل 3-15

التركيب الإلكتروني للإسكانديوم $[Ar]4s^23d^1$ ، حيث يفقد الإسكانديوم إلكترونات $4s^2$ و $3d^1$ ليكون أيوناً شحنته +3.

3-2

إتقان المفاهيم

59. ماذا يعني مصطلح متعادل كهربائياً عند مناقشة المركّبات الأيونية؟

عدد الإلكترونات المفقودة مساوٍ لعدد الإلكترونات المكتسبة.

60. وضح كيف تتكوّن الروابط الأيونية؟

يتجذب أيون موجب إلى أيون سالب وتنطلق طاقة الشبكة البلورية.

61. وضح لماذا لا يتّحد البوتاسيوم والنيون لتكوين مركّب؟

غاز النيون توزيع حالة الثمانية؛ لذا فهو مستقر.

62. ناقش باختصار ثلاث خواص فيزيائية للمواد الصلبة الأيونية التي ترتبط في روابط أيونية.

المركّبات الأيونية صلبة، بلورية، ودرجات حرارة الانصهار والغليان عاليتان بسبب قوة الرابطة الأيونية.

63. صف البلورة الأيونية، وشرح لماذا تختلف أشكال بلورات المركّبات الأيونية؟

ترتيب هندسي ثلاثي الأبعاد للأيونات. يختلف الشكل بسبب حجم الأيونات وعددها.

2

d. الإستراشيوم

3

e. الجاليوم

52. وضح لماذا لا تكوّن الغازات النبيلة روابط كيميائية؟ لأن جميعها مستوى طاقة خارجياً ممتلئاً.

53. وضح كيف يتكوّن أيون الباريوم؟

يفقد الباريوم Ba إلكترونين $2e^-$ ، ويكون Ba^{2+} الذي له التوزيع الإلكتروني المستقر للغاز النبيل Xe.

54. وضح كيف يتكوّن أيون النيتروجين السالب؟

يكسب النيتروجين N ثلاثة إلكترونات $3e^-$ ، ويكون N^{3-} ، الذي له التوزيع الإلكتروني المستقر للغاز النبيل Ne.

55. كلما زاد نشاط الذرة ارتفعت طاقة الوضع لها. فأيهما له طاقة وضع أكبر: النيون أم الفلور؟ فسّر إجابتك.

الفلور F؛ سيكسب إلكترونات إضافياً واحداً لملء مستوى الطاقة الخارجي.

56. اشرح كيف تُكوّن ذرة الحديد أيون الحديد Fe^{2+} ، وأيون الحديد Fe^{3+} أيضاً؟

للحديد التوزيع الإلكتروني $[Ar]4s^23d^6$ ، ويكون أيوناً شحنته +2، عندما تفقد ذرة الحديد إلكترونات $4s^2$. وعندما تتكوّن أيونات $3+$ فإن ذرة الحديد تفقد إلكترونات $4s^2$ وأحد إلكترونات $3d^6$.

57. تتبأ بالنشاط الكيميائي لذرات العناصر الآتية استناداً إلى توزيعها الإلكتروني.

a. البوتاسيوم

$[Ar]4s^1$ نشيط جداً، يفقد $1e^-$ ، ويكون أيوناً شحنته +1.

b. الفلور

$[He]2s^22p^5$ نشيط جداً، يكسب $1e^-$ ، ويكون أيوناً شحنته -1.

c. النيون

$1s^22s^22p^6$ غير نشيط، مستوى طاقته الخارجي ممتلئ بالإلكترونات.

يوديد الباريوم BaI؟

الشكل 3-13

I-، والمركب الناتج Bal وليس Bal .

كُلُّ مِمَّا يَأْتِي:

1:2 انظر الشكل 13-3، ثم صف المركب الأيوني الذي يُكوّنه

العنصران C و D.

الشكل 13 - 3

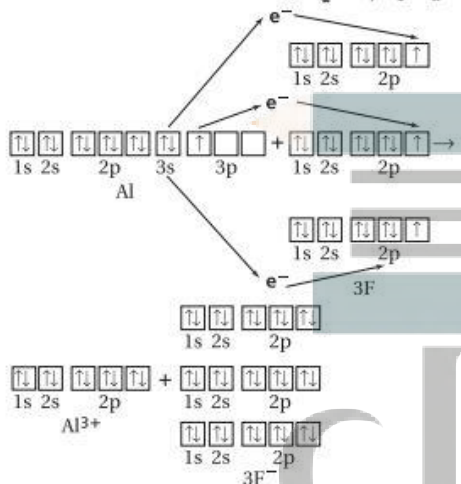
والأكسجين؟

فَتُكُونُ ZnO.

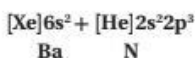
فتكون ZnO .

مستخدمًا رسم مربعات المستويات.

في الرسم الآتي:



باستخدام التوزيع الإلكتروني.



الباريوم الى ذرتين من النيتروجين، كما هو موضح فيما يأتي:

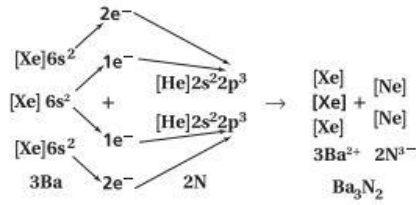
K₂O، يحتوي أيونين من K، بينما يحت

من K. المركب الذي يحتوي على عدد أيونات

شبكة بلورية سالبة أكبر.

3-3

إتقان المفاهيم



74. ما المعلومات التي تحتاج إليها لكتابة الصيغة الكيميائية الصحيحة للمركبات الأيونية؟
- الأيون الفلزّي والأيون اللافلزي وشحنتهما.
75. متى يُستخدم الرقم السفلي في صيغ المركبات الأيونية؟
- تُكتب هذه الأرقام حينما يوجد أكثر من وحدة من الأيون في أبسط نسبة للأيونات.
76. اشرح كيف تُسمّى المركب الأيوني؟
- يُكتب اسم الأيون السالب أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب، ويُستخدم اسم العنصر نفسه عند تسمية أيونه الموجب الأحادي الذرة، وفي حالة الأيونات السالبة أحادية الذرة يُشتق الاسم من اسم العنصر مضافاً إليه مقطع (يد)، وعند وجود أكثر من عدد تأكسد، يُكتب عدد التأكسد بالأرقام الرومانية بين قوسين بعد اسم الأيون الموجب، وعندما يحتوي المركب على أيون عديد الذرات يُسمى الأيون السالب أولاً ثم الموجب.
77. اشرح باستخدام أعداد التأكسد، لماذا تكون الصيغة الكيميائية NaF_2 غير صحيحة؟
- يجب أن تكون أيونات +1، و-1 بنسبة 1:1، فتكون الصيغة الصحيحة NaF وليس NaF_2 .
78. اشرح ماذا يعني اسم "أكسيد الإسكانديوم III" بلغة الإلكترونات والمفكّدة والمكتسبة؟ اكتب الصيغة الكيميائية الصحيحة له.
- يُشير الرمز III إلى أن الإسكانديوم Sc خسر ثلاثة إلكترونات، أما الأكسيد فيشير إلى أن ذرة الأكسجين O اكتسبت إلكترونين. والصيغة الكيميائية الصحيحة له هي Sc_2O_3 .

70. الموصلات، توصّل المركبات الأيونية التيار الكهربائي في ظروف محدّدة. وضح هذه الظروف، وفّر لماذا لا توصّل المركبات الأيونية الكهرباء في جميع الحالات؟

توصّل المركبات الأيونية الكهرباء وهي في حالة المصهور أو بوظيفها محاليل في الماء، ولكنها تكون غير موصلة للكهرباء في الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة.

71. أي المركبات الآتية لا يمكن توقّع حدوثه: Na_2S ، $CaKr$ ، MgF ، $BaCl_3$ ؟ فّر إجابتك.

$CaKr$ ؛ لأن Kr من الغازات النبيلة. $BaCl_3$ و MgF ؛ لأن الشحنت غير متساوية.

72. استخدم الجدول 3-5 لتحديد المركب الأيوني الذي له أعلى درجة انصهار: MgO ، KI ، $AgCl$ ، وفّر إجابتك.

الجدول 3-5 طاقات الشبكات البلورية لبعض المركبات الأيونية			
المركب	طاقة الشبكة البلورية / kJ/mol	المركب	طاقة الشبكة البلورية / kJ/mol
KI	632	KF	808
KBr	671	AgCl	910
RbF	774	NaF	910
NaI	682	LiF	1030
NaBr	732	SrCl ₂	2142
NaCl	769	MgO	3795

MgO له أعلى درجة انصهار؛ لأن له أعلى طاقة شبكة بلورية؛ لذا يحتاج إلى طاقة أكبر لكسر الروابط الأيونية.

73. أي المركبات الآتية له أكبر طاقة شبكة بلورية: $CsCl$ أو KCl أو CaO أو K_2O ؟ فّر إجابتك.

CaO ، أيون Ca له شحنة +2 بينما أيون Cs له شحنة +1 فكلما زادت شحنة الأيون زادت قيمة طاقة الشبكة البلورية السالبة.

إتقان حل المسائل

79. اكتب صيغة كل من المركبات الأيونية الآتية:

- يوديد الكالسيوم CaI_2
- بروميد الفضة I AgBr
- كلوريد النحاس II CuCl_2
- برأيودات البوتاسيوم KIO_4
- أسيات الفضة $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2$

80. سمّ كلًا من المركبات الأيونية الآتية:

- K_2O أكسيد البوتاسيوم
- CaCl_2 كلوريد الكالسيوم
- Mg_3N_2 نيتريد الماغنسيوم
- NaClO هيبوكلورات الصوديوم
- KNO_3 نترات البوتاسيوم

81. أكمل الجدول 13-3 بالبيانات الناقصة.

الجدول 13-3 تعرف المركبات الأيونية			
الكاتيون (الأيون الموجب)	الأنيون (الأيون السالب)	الاسم	الصيغة الكيميائية
NH_4^+	SO_4^{2-}	كبريتات الأمونيوم	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Pb^{2+}	F^-	فلوريد الرصاص (II)	PbF_2
Li^+	Br^-	بروميد الليثيوم	LiBr
Na^+	CO_3^{2-}	كربونات الصوديوم	Na_2CO_3
Mg^{2+}	PO_4^{3-}	فوسفات الماغنسيوم	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

82. الكروم عنصر انتقالي يُستخدم في الطلاء الكهربائي، ويكون الأيونات Cr^{2+} و Cr^{3+} . اكتب صيغ المركبات الأيونية الناتجة عن تفاعل هذه الأيونات مع أيونات الفلور والأكسجين.

- الفلور: CrF_3 , CrF_2
الأكسجين: Cr_2O_3 , CrO

83.

أي الصيغ الأيونية الآتية صحيحة؟

صحيحة فاكتمل الصيغة الصحيحة، وفُسّر إجابتك.

- AlCl غير صحيح، الصحيح AlCl_3 أيون Al^{3+} يرتبط مع ثلاثة أيونات Cl^- .
- Na_3SO_4 غير صحيح، الصحيح Na_2SO_4 أيونان Na^+ يرتبطان مع أيون واحد من SO_4^{2-} .
- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ الصيغة صحيحة.
- Fe_2O غير صحيح، الصحيح إما Fe_2O_3 الذي يرتبط فيه أيون واحد من Fe^{3+} مع ثلاثة أيونات من O^{2-} أو FeO الذي يرتبط فيه أيون واحد من Fe^{2+} مع أيون واحد من O^{2-} .

84. اكتب صيغ المركبات الأيونية جميعها التي قد تتُج عن تفاعل كل من الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في الجدول 14-3، واذكر اسم كل مركب ناتج.

الجدول 14-3 قائمة الأيونات الموجبة والسالبة	
الأيون الموجب	الأيون السالب
K^+	SO_3^{2-}
NH_4^+	I^-
Fe^{3+}	NO_3^-

K_2SO_3 كبريتيت البوتاسيوم، KI يوديد البوتاسيوم، KNO_3 نترات البوتاسيوم، $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ كبريتيت الأمونيوم، NH_4I يوديد الأمونيوم، NH_4NO_3 نترات الأمونيوم، $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ كبريتيت الحديد III، FeI_3 يوديد الحديد III، $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ نترات الحديد III.

3-4

إتقان المفاهيم

85. صف الرابطة الفلزية.

كل أيون فلزي موجب يجذب إلى إلكترونات تكافؤ حرة الحركة.

86. اشرح باختصار لماذا تُصنع السبائك المعدنية؟

للسبائك خواص مختلفة عن الفلزات النقية المكونة لها، فبعض السبائك أكثر قساوة وصلابة من الفلز النقي.

87. صف باختصار كيف تُفسر الرابطة الفلزية قابلية الفلزات للطرق والسحب؟

حينما تؤثر قوة في فلز صلب تتحرك الأيونات الفلزية، وكذلك تتحرك الإلكترونات حرة الحركة.

88. فسر كيف تتشابه الرابطة الفلزية والرابطة الأيونية؟

الروابط متشابهة؛ لأنها تتشكل نتيجة تجاذب جسيمات مختلفة الشحنة، وتتكون الروابط الأيونية بين أيونات مختلفة الشحنة، في حين تتكون الروابط الفلزية بين أيون الفلز والإلكترونات التكافؤ السالبة الحرة الحركة.

إتقان حل المسائل

89. كيف تختلف الرابطة الفلزية عن الرابطة الأيونية؟

الرابطة الفلزية تجاذب كهربائي بين أيون الفلز الموجب والإلكترونات التكافؤ الحرة الحركة، أما الرابطة الأيونية فهي تجاذب كهربائي بين أيون فلزي موجب وأيون لا فلزي سالب.

90. الفضة اشرح باختصار لماذا يُعدّ عنصر الفضة موصلًا جيدًا للكهرباء؟

بسبب وجود إلكترونات حرة الحركة.

91. الفولاذ اشرح باختصار لماذا يُستخدم الفولاذ -أحد سبائك الحديد- في دعائم هياكل العديد من المباني.

يكون الحديد الموجود في الفولاذ رابطة فلزية قوية؛ مما يعطيه قوة وصلابة.

92. تبلغ درجة انصهار البريليوم 1287°C ، في حين تبلغ درجة انصهار الليثيوم 180°C . اشرح سبب هذا الاختلاف الكبير في درجات الانصهار.

لكل ذرة Be إلكترونان قابلان للحركة بحرية، ولليثيوم إلكترون واحد، وكلما ازداد عدد الإلكترونات الحرة الحركة زادت طاقة

الشبكة البلورية، مما يرفع من درجة

93.

تبلغ درجة غليان التيتانيوم 3297°C ، في حين يبلغ غليان النحاس 2570°C . اشرح سبب هذا الاختلاف في درجات غليان هذين الفلزين.

لعنصر Ti أربعة إلكترونات الحرة الحركة، في حين أن لعنصر Cu اثنين من الإلكترونات الحرة الحركة؛ لذلك تكون الرابطة الفلزية في Ti أكبر.

مراجعة عامة

94. ما عدد إلكترونات تكافؤ كل من ذرات الأكسجين والكبريت والزرنيخ والفسفور والبروم؟

6, 5, 6, 7 على الترتيب.

95. اشرح لماذا يُكوّن الكالسيوم أيون Ca^{2+} وليس أيون Ca^{3+} ؟

التوزيع الإلكتروني لذرة الكالسيوم $[\text{Ar}]4s^2$ ، تفقد إلكترونين $2e^{-}$ من المستوى s، أما إذا فقدت إلكترونًا من المستوى الفرعي p فسوف تصبح غير مستقرة.

96. أي المركبات الأيونية الآتية له أكبر طاقة شبكة بلورية:

NaCl أو MgCl_2 أو KCl ؟ فسر إجابتك.

MgCl_2 ؛ تزداد طاقة الشبكة البلورية بازدياد الشحنة.

97. ما صيغ المركبات الأيونية الآتية؟

- كبريتيد الصوديوم Na_2S
- كلوريد الحديد III FeCl_3
- كبريتات الصوديوم Na_2SO_4
- فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- نترات الخارصين $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

98. يُكوّن الكوبلت -وهو عنصر انتقالي- أيونات Co^{2+} وأيونات Co^{3+} أيضًا. اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة لأكاسيد الكوبلت التي تتكوّن من كلا الأيونين.

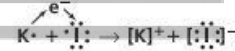
CoO ؛ أكسيد الكوبلت II، Co_2O_3 ؛ أكسيد الكوبلت III.

الجدول 15-3 بيانات العنصر والإلكترون والأيون		
العنصر	إلكترونات التكافؤ	الأيون الناتج
السيلينيوم	6	Se^{2-}
القصدير	4	Sn^{2+}
اليود	7	I^-
الأرجون	8	لا يوجد

100. الذهب اشرح باختصار لماذا يُستخدم الذهب في صناعة الحلبي والموصلات الكهربائية في الأجهزة الإلكترونية؟
 تسمح له الإلكترونات الحرة الحركة بتوصيل الكهرباء، وهو قابل للطرق والتشكيل.

101. وضح كيف يتكون أيون النيكل الذي عدد تأكسده +2؟
 التوزيع الإلكتروني للنikel $[\text{Ar}]3d^84s^2$ ، سوف يفقد النيكل إلكترونين المستوى الخارجي $4s^2$.

102. ارسم نموذجاً يمثل الرابطة الأيونية بين البوتاسيوم واليود باستخدام التمثيل النقطي للإلكترونات.



تفقد K إلكترونًا واحدًا وتكسب I إلكترونًا واحدًا لتكوين مركب KI.

103. عندما يشتعل الماغنسيوم في الهواء يُكوّن كلاً من أكسيد ونيتريد الماغنسيوم. ناقش كيف يتكوّن أكسيد ونيتريد الماغنسيوم عند تفاعل الماغنسيوم مع ذرات الأكسجين وذرات النيتروجين على الترتيب.
 تفقد ذرة Mg إلكترونين لتكوّن Mg^{2+} ، وتكسب ذرة الأكسجين 2 إلكترونين لتكوّن O^{2-} ، يجذب أيون Mg^{2+} أيون O^{2-} ليكونا MgO . ثلاث ذرات Mg كل منها تفقد إلكترونين وتكوّن Mg^{2+} ، وتكسب كل من ذرتي N ثلاثة إلكترونات لتكوّن N^{3-} ، تجذب أيونات Mg^{2+} أيونات N^{3-} ليكونا Mg_3N_2 .

104. يتغير شكل الصوديوم إذا أثرت قوة جاذبية، في حين يتفتت كلوريد الصوديوم عند طرده. اشرح هذا الاختلاف في سلوك هاتين المادتين السالبتين؟
 يحتوي فلز الصوديوم على رابطة فلزية، أما كلوريد الصوديوم فيكون هيدروكسيد صلباً تحتوي على روابط أيونية.

105. ما اسم كل من المركبات الآتية:

- a. CaO أكسيد الكالسيوم
 b. BaS كبريتيد الباريوم
 c. AlPO_4 فوسفات الألومنيوم
 d. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ هيدروكسيد الباريوم
 e. $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ نترات الإسترانسيوم

التفكير الناقد

106. صمّم خريطة مفاهيم تشرح الخواص الفيزيائية لكل من المركبات الأيونية والمواد الفلزية الصلبة.

ستتنوع خرائط المفاهيم.

107. توقع، تفحص كلاً من الأزواج الآتية، ثم بين المادة الصلبة التي لها درجة انصهار أعلى. فسر إجابتك.

- a. NaCl أو CsCl ؛ لأن حجم الأيون أصغر
 b. Cu أو Ag ؛ لأنه أصغر حجماً
 c. MgO أو Na_2O ؛ لأن شحنة Mg أكبر

108. قارن بين الأيون الموجب والسالب.

الأيون الموجب (الكاتيون)؛ ينتج عند فقد الإلكترونات وله شحنة موجبة. أما الأيون السالب (الأنيون) فينتج عند كسب الإلكترونات وله شحنة سالبة.

109. لاحظ ثم استنتج حدّد الأخطاء في الأسماء الكيميائية والصيغ الكيميائية غير الصحيحة، وصمّم مخططاً توضيحياً لمنع حدوث مثل هذه الأخطاء.

a. فضّص التوزيع الإلكتروني،
البراسيُوديُميوم الأيون $+3$ ؟

يجب أن يفقد البراسيُوديُميوم الإلكترونات الخارجية
 $6s^2$ ، وواحدًا من إلكترونات $4f$ ليُكوّن أيونًا مشحونًا $+3$

b. واكتب الصيغ الكيميائية لكلا المركبين الذين يكوّنها
عنصر البراسيُوديُميوم.

المركبان المتكوّنان هما: PrCl_3 ، و $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$.

112. كوّن فرضية تفسّص موقع البوتاسيوم والكالسيوم في
الجدول الدوري، وكوّن فرضية تشرح فيها لماذا تكون
درجة انصهار الكالسيوم أعلى كثيرًا من درجة انصهار
البوتاسيوم؟

للكالسيوم إلكترونان قابِلان للحركة، أمّا البوتاسيوم فله
إلكترون واحد حر الحركة؛ لذا للكالسيوم درجة انصهار أعلى.

113. قوّم اشرح لماذا يُعدّ اصطلاح الإلكترونات الحرة مناسبًا
لوصف إلكترونات الرابطة الفلزية؟

لأن الإلكترونات حرة الحركة، وهي ليست مرتبطة مع أي
ذرة على التحديد.

114. طبق تحتوي الذرات غير المشحونة على إلكترونات
تكافؤ. اشرح لماذا لا تكوّن بعض العناصر - ومنها اليود
والكبريت - روابط فلزية؟

لأنها تكسب إلكترونات؛ لذا فإن إلكتروناتها غير حرة الحركة.

115. حلّ اشرح لماذا تكون قيمة طاقة الشبكة البلورية ذات
مقدار سالب؟

لأن طاقة الشبكة البلورية هي الطاقة التي تنتج عند تكوين
الروابط الأيونية. ولذلك، فإن طاقة النواتج أقل من طاقة
المتفاعلات؛ وبذلك تكون قيمة الطاقة ذات مقدار سالب.

a. أسيتات النحاس

الفلز إما نحاس I أو نحاس II.

b. أكسيد الصوديوم الثاني

لا تُستخدم المقاطع الأولية في المركبات الأيونية.

c. Pb_2O_5

للمركبات حالة التأكسد +2، وحالة التأكسد +4.

ولا يمكن أن يكون له حالة التأكسد +5.

d. Mg_2O_2

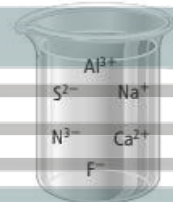
وحدة الصيغة ليست أبسط نسبة.

e. $\text{Al}_2\text{SO}_{43}$

إذا احتاج الأيون المتعدّد الذرات إلى رقم سفلي وجب

استعمال الأقواس.

110. طبق تفسّص الأيونات في الشكل 15-3. وحدّد مركبين
يمكن أن يتكوّنا من هذه الأيونات الموجودة، وشرح كيف
يحدث ذلك؟



الشكل 15-3

المركبات الممكنة تكونها هي:

CaF_2 , Ca_3N_2 , CaS , NaF , Na_3N , Na_2S , AlF_3 , AlN , Al_2S_3

يجب أن يشرح الطلاب كيفية انتقال الإلكترونات من الذرات
لتكوين الأيونات الموجبة، وكذلك الإلكترونات التي تكتسبها الذرات
لتكوين الأيونات السالبة. كما أن عليهم أيضًا مناقشة التجاذب
بين الأيونات الموجبة والسالبة لتكوين مركب متعادل الشحنة.

111. طبق البراسيُوديُميوم Pr من الفلزات اللانثانيدات التي

تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك وتكوّن كلوريد
البراسيُوديُميوم III. كما يتفاعل مع حمض النيتريك ليكون
نترات البراسيُوديُميوم III. إذا علمت أنّ التوزيع الإلكتروني
لعنصر البراسيُوديُميوم هو $[\text{Xe}]4f^6 6s^2$ ،

الكتابة في الكيمياء

116. المركبات الأيونية يُعدّ الكريستال من المعادن الشفافة

أو شبه الشفافة، ويكون في بعض الأحيان متلألئ اللون، ويتكوّن من أكسيد الألومنيوم والبريليوم BeAl_2O_4 . حدّد أعداد التأكسد لكل أيون في المركب، وشرح طريقة تكوّنه.

Be عنصر من المجموعة 2 يُكوّن أيوناً شحنته +2.

Al عنصر من المجموعة 13 يُكوّن أيوناً شحنته +3.

O عنصر من المجموعة 16 يُكوّن أيوناً شحنته -2.

هناك إلكترونان فقدّا من ذرة بريليوم واحدة، وستة إلكترونات فقدت من ذرتي ألومنيوم. 4 ذرات أكسجين اكتسبت 8 إلكترونات، إلكترونات لكل ذرة أكسجين. الأيونات الموجبة تتجاذب مع الأيونات السالبة لتكوّن مركباً متعادلاً الشحنة.

مراجعة تراكمية

117. أيّ العنصرين له طاقة تأين أكبر: الكلور أم الكربون؟

الكلور.

118. قارن بين طريقة تكوّن أيونات الفلزّات وأيونات اللافلزّات، وشرح سبب هذا الاختلاف.

تفقد الفلزّات الإلكترونات لتكوين الأيونات الموجبة، أمّا اللافلزّات فتكتسب الإلكترونات لتكوين الأيونات السالبة، وكلّتاها تُكوّن الأيونات للوصول إلى حالة الاستقرار.

119. ما العناصر الانتقالية؟

عناصر الفئة d من الجدول الدوري.

120. اكتب اسم العنصر الذي تنطبق عليه الخواص الآتية ورمزه:

- a. هالوجين له ثاني أقل كتلة. الكلور، Cl.
b. شبه فلز له أقل رقم ذرة. البورون، B.
c. العنصر الوحيد في المجموعة 16 الموجود في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة. الأكسجين، O.
d. الغاز النبيل الذي له أكبر كتلة. الرادون، Rn.
e. لافلز في المجموعة 15 صلب عند درجة حرارة الغرفة. الفوسفور، P.

121. الجذور الحرة يعتقد الكثير من الباحثين أن الجذور الحرة

هي المسؤولة عن الشيخوخة ومرض السرطان، البحث في موضوع الجذور الحرة وتأثيراتها، والإجراءات التي يمكن اتخاذها لمنعها.

ستتنوّع الإجابات، ولكن على الطلاب مناقشة أثر الأكسدة والاختزال (كسب الإلكترونات أو فقدّها) في تكوين الجذور الحرة (Free radicals) مثل مضادات الأكسدة، وفيتامين E، وفيتامين C.

122. نمو البلورات يمكن تحضير بلورات المركبات الأيونية وزيادة حجمها في المختبر. ابحث في طريقة نمو هذه البلورات، وصمّم تجربة لعمل ذلك في المختبر.

ستتنوّع الاجابات، ولكن على الطلاب التحدّث عن استخدام المحاليل فوق المشبعة، وأن تبخر الماء منها يسمح للبلورات أن تنمو بحجم أكبر مع الزمن.

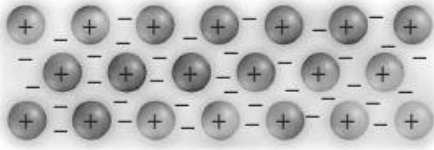
أسئلة المستندات

المحيطات قام العلماء في جزء من التحاليل الخاصة بالمحيطات، بتلخيص البيانات المتعلقة بالأيونات كما في الجدول 3-16.

الجدول 3-16 الأيونات الاثنا عشر الأكثر شيوعاً في البحار

الأيون	التركيز (mg/dm ³)	% النسبة المئوية بالكتلة (من إجمالي المواد الصلبة الذائبة)
Cl ⁻	19,000	55.04
Na ⁺	10,500	30.42
SO ₄ ²⁻	2655	7.69
Mg ²⁺	1350	3.91
Ca ²⁺	400	1.16
K ⁺	380	1.10
CO ₃ ²⁻	140	0.41
Br ⁻	65	0.19
BO ₃ ³⁻	20	0.06
SiO ₃ ²⁻	8	0.02
Sr ²⁺	8	0.02
F ⁻	1	0.003

أسئلة الاختيار من متعدد



1. أي الأوصاف الآتية ينطبق على النموذج الذي يظهر في الشكل السابق؟

- الفلزات مواد لامعة وقادرة على عكس الضوء.
- الفلزات جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء.
- المركبات الأيونية قابلة للطرق.
- المركبات الأيونية جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء.

2. العبارة التي لا تنطبق على أيون Sc^{3+} هي أنه:

- له توزيع إلكتروني يشبه التوزيع الإلكتروني للأرجون Ar.
- عبارة عن أيون الإسكانديوم بثلاث شحنات موجبة.
- يُعدّ عنصراً مختلفاً عن ذرة Sc المتعادلة.
- تمّ تكوينه بإزالة إلكترونات التكافؤ من Sc.

3. أي الأملاح الآتية يحتاج إلى أكبر مقدار من الطاقة لكسر الروابط الأيونية فيها؟

- $BaCl_2$
- LiF
- $NaBr$
- KI

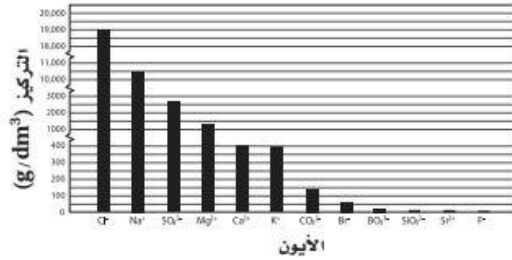
123. بين الأيونات الموجبة والسالبة الواردة في الجدول 16-3.

الأيونات (الأيونات السالبة): كلوريد Cl^- ، كبريتات SO_4^{2-} ، كربونات CO_3^{2-} ، بروميد Br^- ، بورات BO_3^{3-} ، سليكات SiO_3^{2-} ، فلوريد F^- .

الكاتيونات (الأيونات الموجبة): الصوديوم Na^+ ، الماغنسيوم Mg^{2+} ، الاسترانشيوم Sr^{2+} ، الكالسيوم Ca^{2+} ، البوتاسيوم K^+ .

124. مثل بيانياً بالأعمدة تركيز كل أيون، مبيّناً صعوبات القيام بهذا العمل.

تركيز الأيونات الشائعة في ماء البحر



يجب أن تستند مخططات الأعمدة إلى نتائج البيانات في الجدول 16-3. هناك صعوبة في رسم المنحنى البياني بسبب الفروق الكبيرة في النتائج، فبعض النتائج صغيرة جداً، وبعضها الآخر كبير جداً.

125. لا يُعدّ كلوريد الصوديوم المركّب الوحيد الذي يُحصل عليه من مياه البحار. تعرّف أربعة مركّبات أخرى للصوديوم يمكن الحصول عليها من ماء البحر، ثمّ اكتب اسم كل منها وصيغته.

على الطلاب تعرّف أربعة من المركّبات الآتية: كلوريد الصوديوم $NaCl$ ، كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ، كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ، بروميد الصوديوم $NaBr$ ، بورات الصوديوم Na_3BO_3 ، سليكات الصوديوم Na_2SiO_3 ، فلوريد الصوديوم NaF .

4. تتعلّق جميع خواص كلوريد الصوديوم NaCl الآتية بقوة روابطه الأيونية ما عدا:

a. صلابة البلورة

b. ارتفاع درجة الغليان

c. ارتفاع درجة الانصهار

d. انخفاض القابلية للذوبان

5. ما الصيغة الكيميائية الصحيحة لمركّب كبريتات الكروم III؟

a. Cr_3SO_4

b. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

c. $\text{Cr}_3(\text{SO}_4)_2$

d. $\text{Cr}(\text{SO}_4)_2$

6. أيّ رسوم مربعات المستويات لعنصر الفناديوم في الشكل أدناه يُعدّ صحيحاً؟

a.

b.

c.

d.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 7.

11. أيّ العناصر له التوزيع الإلكتروني الآتي؟

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

12. أيها غاز نبيل؟

استعن بقائمة العناصر أدناه للإجابة عن الأسئلة 8 - 12.

a. صوديوم

b. كروم

c. بورون

d. أرجون

e. كلور

8. ما العنصر الذي ينتهي مداره الأخير بالمستوى الثانوي s؟

a

9. أيّ هذه العناصر له سبعة إلكترونات تكافؤ؟

e

10. أيها يُعدّ عنصراً انتقالياً؟

b

e

d

13. ما العلاقة بين التغير في نصف قطر الذرة والتغير في الشغل الدوري.

الذري عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري.

يقل نصف القطر الذري عمومًا عند التدرج في الدورة الواحدة.

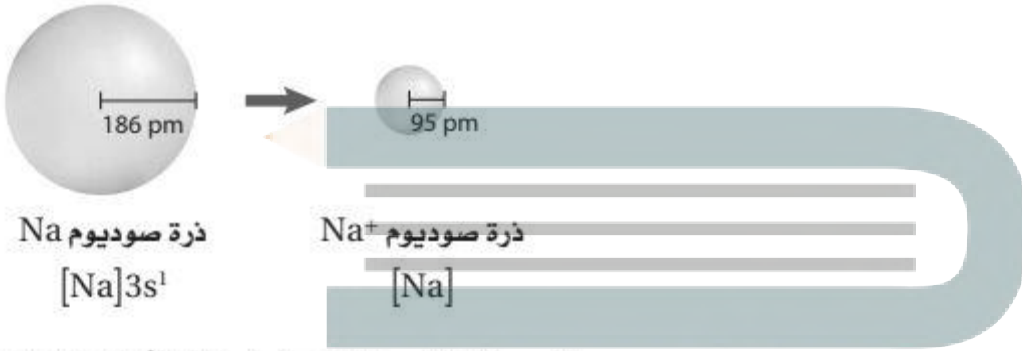
بسبب زيادة الشحنة الموجبة في النواة التي تعمل على جذب

إلكترونات المستوى الأخير، ويزداد نصف القطر الذري في المجموعة

الواحدة بسبب تكون مدار جديد حول النواة. زيادة الشحنة

الموجبة في النواة غير كافية للتغلب على هذا التأثير.

استعن بالرسوم أدناه للإجابة عن السؤال 14.



14. ما العلاقة بين التغير في نصف قطر الأيون والتغيرات التي

تحدث عند تكون الأيون من ذرته عبر الجدول الدوري؟

يتكون الأيون الموجب عندما تفقد الذرة المتعادلة إلكترونات

التكافؤ للوصول إلى التوزيع الإلكتروني المستقر المشابه للغاز

النبيل. نصف قطر الأيون أصغر من نصف قطر الذرة المتعادلة؛

لأن جميع إلكترونات التكافؤ قد فقدت.

الروابط التساهمية Covalent Bonding

4

4

الفكرة العامة تتكون الروابط التساهمية عندما تتشارك الذرات في إلكترونات تكافؤها.

4-1 الرابطة التساهمية

الفكرة الرئيسية تستقر ذرات بعض العناصر عندما تتشارك في إلكترونات تكافؤها لتكوين رابطة تساهمية.

4-2 تسمية الجزيئات

الفكرة الرئيسية تستعمل قواعد محددة في تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات، والأحماض الثنائية الذرات، والأحماض الأكسجينية.

4-3 التراكيب الجزيئية

الفكرة الرئيسية تبين الصيغ البنائية المواقع النسبية للذرات في الجزيء وطرائق ارتباطها معاً داخل الجزيء.

4-4 أشكال الجزيئات

الفكرة الرئيسية يستعمل نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR لتحديد شكل الجزيء.

4-5 الكهروسالبية والقطبية

الفكرة الرئيسية يعتمد نوع الرابطة الكيميائية على مقدار جذب كل ذرة للإلكترونات في الرابطة.

حقائق كيميائية

- يعود الشكل الكروي لقطرة الماء إلى قوة التوتر السطحي، بسبب القوى بين الجزيئات.
- تعمل قوة التوتر السطحي في الماء عمل غشاء مرن على السطح. وتستطيع بعض الحشرات المشي على سطح هذا الغشاء الذي يكونه الماء.
- الخواص الكيميائية والفيزيائية للماء تجعله سائلاً فريداً.

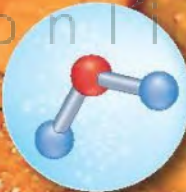
قطرة ماء كروية



النموذج في الفراغ



نموذج العصا والكرة



تركيب لويس



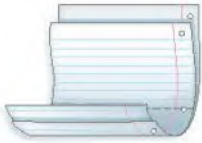
خواص الرابطة اعمل
المطوية الآتية لتساعدك
على تنظيم دراستك لأنواع
الروابط الرئيسة الثلاث.

المطويات

منظّمات الأفكار



خطوة 1 ضع ورقتين إحداهما
فوق الأخرى، ودع حافة
إحداهما العلوية أسفل الحافة
الأخرى بـ 2cm تقريباً.



خطوة 2 اطو حافتي صفحتي
الورق السفلية إلى الأعلى
لعمل ثلاثة أجزاء متساوية،
ثم اضغط على الشيات
لتثبيتها في أماكنها.

خطوة 3 ثبت المطوية بدبوس كما في الشكل،
واكتب عنواناً لكل جزء على النحو الآتي:

رابطة أيونية	0
رابطة قطبية	0
رابطة غير قطبية	0
خواص الرابطة	0

خواص الرابطة، رابطة
تساهمية غير قطبية، رابطة
تساهمية قطبية، رابطة أيونية.

المطويات استعمال هذه المطوية في القسم 1-4،

ولخص ما تعلمته عن خواص الروابط، وكيف يؤثر
ذلك في خواص المركب الكيميائي؟

استقصاء :

للسليكون 4 إلكترونات تكافؤ، أما الأكسجين
فله 6 إلكترونات تكافؤ. ولتكوين حالة الثمانية
يجب أن يكتسب السليكون 4 إلكترونات ويكتسب
الأكسجين إلكترونين. ولتشكيل الرابطة يجب أن
تتشارك هذه الذرات في الإلكترونات.

تجربة استهلاكية

ما نوع المركب المستخدم لعمل كرة مميزة؟
تُصنع هذه الكرات في الغالب من مركب يدعى أكسيد السليكون
العضوي $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2\text{O}$.



خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. غط الطاولة بالمناديل الورقية، وضع فوقها كوباً ورقياً،
والبس القفازين.
3. قس 20.0ml من محلول أكسيد السليكون العضوي.

تحليل النتائج :

1 - تفقد الكرة شكلها عند تركها فترة طويلة،
ولكنها ستكون قادرة على الارتداد عند تشكيلها
في صورة كرة، وعندما تجف الكرة تصبح هشة
وتفتت.

2 - تكون المركبات الأيونية بلورات تذوب في
الماء ولها درجات انصهار مرتفعة، بينما يتم
تصنيع الكرة من مادتين سائلتين عند درجة
حرارة الغرفة، وتكون قادرة على الارتداد، ولا
تذوب في الماء، وتفقد شكلها عند تركها فترة من
الزمن.

تحليل النتائج

1. صف خواص الكرة التي شاهدتها.
 2. قارن بين الخواص التي شاهدتها وخواص المركب الأيوني.
- استقصاء** ما عدد الإلكترونات التي يحتاج إليها كل من السليكون
والأكسجين للوصول إلى حالة الثمانية؟ وإذا كانت كلتا الذرتين
بحاجة إلى اكتساب الإلكترونات فكيف يكونان رابطة معاً؟

- تطبيق القاعدة الثانية على الذرات التي تكون روابط تساهمية.
- تصف كيفية تكون الرابطة التساهمية الأحادية، والثنائية والثلاثية.
- تقارن بين روابط سيجما وروابط باي.
- تربط بين قوة الرابطة التساهمية وطولها وطاقة تفككها.

The Covalent Bond

الرابطة التساهمية

الفكرة الرئيسية تستقر ذرات بعض العناصر عندما تتشارك في إلكترونات تكافؤها لتكوين رابطة تساهمية.

الربط مع الحياة لعلك أردت يوماً أن تشتري كرة تلعب بها أنت وأصدقاؤك، إلا أن المبلغ الذي معك لا يكفي لشرائها، وعندئذ شاركت أحد أصدقائك بالمبلغ المتبقي لشراء الكرة. إن هذا يشبه تشارك الذرات بالإلكترونات لتكوين مركبات تساهمية.

ما الرابطة التساهمية؟ What is a covalent bond

تشارك بعض الذرات بالإلكترونات ليستقر توزيعها الإلكتروني. فكيف يحدث ذلك؟ وهل هناك طرائق مختلفة تتيح المشاركة بالإلكترونات؟ وكيف تختلف خواص هذه المركبات عن المركبات التي تتكون من الأيونات؟

الإلكترونات المشتركة تشارك الذرات في المركبات غير الأيونية في الإلكترونات، كما في جزيئات قطرات الماء في الشكل 1-4. وتسمى الرابطة الكيميائية التي تنتج عن مشاركة كلا من الفرتين الداخلتين في تكوين الرابطة بزوج إلكتروني واحد أو أكثر من الأزواج الإلكترونية **الرابطة التساهمية**. ويتكون الجزيء عندما ترتبط ذرتان أو أكثر برابطة تساهمية. وتعد الإلكترونات المشتركة في تكوين الرابطة جزءاً من إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي لكلتا الذرتين المشتركتين. وعادة ما تتكون الروابط التساهمية بين ذرات اللافلزات المتجاورة في الجدول الدوري.

تكوين الروابط التساهمية تتكون الجزيئات الثنائية الذرات - ومنها الهيدروجين (H_2) والنيتروجين (N_2)، والأكسجين (O_2)، والفلور (F_2)، والكلور (Cl_2)، والبروم (Br_2)، واليود (I_2) - عندما تتشارك ذرتان من نفس العنصر في إلكترونات التكافؤ، حيث أن الجزيء المكون من ذرتين أكثر استقراراً من الذرة في حالتها الفردية.

مراجعة المفردات

الرابطة الكيميائية القوة التي تربط ذرتين معاً.

المفردات الجديدة

الرابطة التساهمية

الجزيء

تركيب لويس

رابطة سيجما σ

رابطة باي π

تفاعل ماص للطاقة

تفاعل طارد للطاقة



الشكل 1-4 تتكون كل قطرة ماء من جزيئات

يحتوي كل منها على ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين واحدة، وترتبط فيما بينها برابطة تساهمية.

وتتشكل القطرة بحسب القوى بين الجزيئية.



الشكل 2-4 تبين الأسهم في الأشكال أعلاه محصلة قوى التجاذب والتنافر بين ذرتي فلور عندما تقترب إحداهما من الأخرى. إن القوة الإجمالية بين الذرتين هي محصلة قوى التنافر بين إلكترون وإلكترون، والتنافر بين نواة ونواة، والتجاذب بين نواة وإلكترون. وتكون الرابطة التساهمية عندما تكون محصلة قوى التجاذب أعلى ما يمكن.

اربط كيف يرتبط استقرار الرابطة مع القوى التي تؤثر في الذرات؟

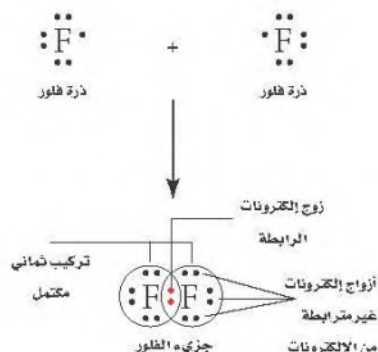
وباستعراض الفلور نجد أن له التوزيع الإلكتروني $1s^2 2s^2 2p^5$ ، حيث لكل ذرة فلور سبعة إلكترونات تكافؤ، وتحتاج إلى إلكترون واحد لتصل إلى الحالة الثمانية. وعندما تقترب ذرتا فلور تحت تأثير العديد من القوى - كما في الشكل 2-4 - تتولد قوتان تنافر تؤثران في الذرات، إحداهما بين إلكترونات الذرتين، والأخرى بين بروتونات الذرتين أيضاً. كما تنشأ أيضاً قوة تجاذب بين بروتونات إحدى الذرتين وإلكترونات الذرة الأخرى. وكلما اقتربت ذرات الفلور بعضها من بعض زادت قوة التجاذب بين بروتونات إحداهما مع إلكترونات الأخرى إلى أن تصل إلى نقطة تكون عندها محصلة قوى التجاذب أكبر من محصلة قوى التنافر، وعندئذ ترتبط الذرتان برابطة تساهمية، ويتكون الجزيء. أما إذا اقتربت الذرتان إحداهما من الأخرى أكثر من ذلك فسوف تغلب قوى التنافر على قوى التجاذب.

يحدث الترتيب الأكثر استقراراً والأفضل مسافة بين نواتي الذرتين. حيث تصبح محصلة قوى التجاذب عند هذه النقطة أكبر من محصلة قوى التنافر. يوجد الفلور على شكل جزيئات ثنائية الذرات؛ لأن مشاركة زوج من الإلكترونات يعطي كل ذرة فلور التوزيع الإلكتروني الشبيه بالتوزيع الخاص بالغاز النبيل. ويوضح الشكل 3-4 أن لكل ذرة فلور في جزيء الفلور زوجاً واحداً من الإلكترونات المشتركة، وثلاثة أزواج من الإلكترونات غير المترابطة التي لا تشارك في تكوين الرابطة.

جواب السؤال الشكل 2-4 :

تتكون رابطة مستقرة عندما تكون محصلة قوى التجاذب أكبر ما يكون.

الشكل 3-4 تتشارك ذرتا فلور في زوج من الإلكترونات لتكوين رابطة تساهمية. لاحظ أن زوج الإلكترونات المشتركة قد جعل إلكترونات المدار الأخير ثمانية إلكترونات.



مقارنة درجات الانصهار

7. كيف يمكن تحديد العلاقة بين نوع الرابطة ودرجة الانصهار؟
تعتمد خواص المركب على نوع الرابطة، إذا كانت أيونية أو تساهمية.
8. راقب المركبات في أثناء فترة التسخين، وسجل أيها ينصهر أولاً، ووفق أي ترتيب.
9. أغلق جهاز التسخين بعد انقضاء 5 دقائق، وارفع الطبق بالملاقط أو القفازات الخاصة بذلك.
10. دع الطبق حتى يبرد ثم تخلص منه بالطريقة الصحيحة.

تحليل النتائج

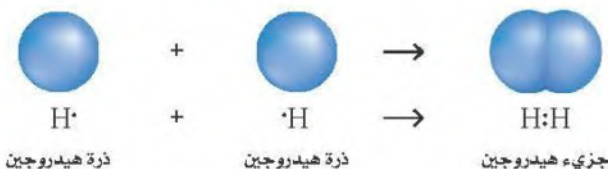
1. اذكر أي المركبات انصهر أولاً؟ وأيها لم ينصهر؟
2. طبق استناداً إلى النتائج والملاحظات، صف درجة انصهار كل مادة صلبة باستخدام أحد الخواص الآتية: منخفضة، متوسطة، مرتفعة، مرتفعة جداً.
3. استنتج أي المركبات يحتوي على روابط أيونية، وأيها يحتوي على روابط تساهمية؟
4. لخص كيف يؤثر نوع الرابطة في درجة انصهار المركبات؟

تحليل النتائج :

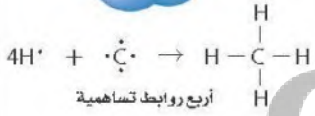
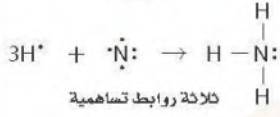
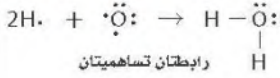
- ١- ينصهر البارافين أولاً ، أما بلورات الملح فلا تنصهر.
- ٢- البارافين: منخفضة، السكر: متوسطة، بلورات الملح: مرتفعة جداً.
- ٣ - روابط أيونية: الملح.
روابط تساهمية: البارافين والسكر.
- ٤ - درجات انصهار المركبات الأيونية أعلى من درجات انصهار المركبات التساهمية.

Single Covalent Bonds الروابط التساهمية الأحادية

عندما يشترك زوج واحد من الإلكترونات في تكوين رابطة، كما في جزيء الهيدروجين تعرف هذه الرابطة باسم الرابطة التساهمية الأحادية. وعادة ما يُشار إلى زوج الإلكترونات المشترك بزوج إلكترونات الرابطة. وفي حال جزيء الهيدروجين المبين في الشكل 4-4 تقوم كل ذرة هيدروجين بجذب زوج إلكترونات الرابطة بالمقدار نفسه. لذا ينتمي كلا الإلكترونين المشتركين إلى كل من الذرتين في الوقت نفسه، مما يعطي كل ذرة هيدروجين في الجزيء التوزيع الإلكتروني لغاز الهيليوم النابل $1s^2$ ، فيصبح جزيء الهيدروجين أكثر استقراراً من أي ذرة من ذرات الهيدروجين المنفردة. يوضح التمثيل النقطي للإلكترونات تركيب لويس Lewis structure ترتيب إلكترونات التكافؤ في الجزيء، حيث يمثل كل خط أو زوج من النقاط العمودية رابطة تساهمية واحدة. فعلى سبيل المثال، يمكن كتابة جزيء الهيدروجين هكذا $H-H$ أو $H:H$.



الشكل 4-4 عندما تتشارك ذرتا هيدروجين في زوج من الإلكترونات تحصل كل ذرة على مستوى طاقة خارجي ممتلئ بالإلكترونات، وتصبح مستقرة.



الشكل 4-5 توضح هذه المعادلات الكيميائية كيف تتشارك الذرات في الإلكترونات وتصبح مستقرة. كما يوضح نموذج لويس، كيف تحصل كل ذرة في الجزيء على مستوى طاقة خارجي ممتلئ.

صف كيف تصل الذرة المركزية للقاعدة الثمانية؟

المجموعة 17 والروابط التساهمية الأحادية

تضم الهالوجينات - عناصر المجموعة 17- ومنها الفلور سبعة إلكترونات تكافؤ، وتحتاج إلى إلكترون واحد للوصول إلى حالة الثمانية إلكترونات. لذا تكون ذرات عناصر المجموعة 17 رابطة تساهمية أحادية مع اللافلزات الأخرى، ومنها الكربون. وكما سبق، فقد قرأت أن ذرات عناصر المجموعة 17 تكون روابط تساهمية مع ذرات من النوع نفسه. فعلى سبيل المثال، يوجد الفلور على صورة F_2 ، والكلور على صورة Cl_2 .

المجموعة 16 والروابط التساهمية الأحادية

تستطيع ذرات عناصر المجموعة 16 أن تشارك بالإلكترونين وتكون رابطين تساهميتين. فالأكسجين أحد عناصر المجموعة 16 وتوزيعه الإلكتروني هو $1s^2 2s^2 2p^4$ ، حيث يدخل الأكسجين في تركيب الماء الذي يتكون من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين. ويصبح لكل ذرة هيدروجين التوزيع الإلكتروني لغاز الهيليوم النبيل نفسه عندما تشارك في إلكترون مع ذرة الأكسجين، كما يصبح لذرة الأكسجين التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل (نيون) عندما تشارك في إلكترون واحد مع كل ذرة هيدروجين. ويوضح الشكل 4-5a تركيب لويس لجزيء الماء. لاحظ أن لذرة الأكسجين رابطتين تساهميتين أحاديتين وزوجين من الإلكترونات غير المترابطة.

المجموعة 15 والروابط التساهمية الأحادية

تستطيع عناصر المجموعة 15 أن تكون ثلاث روابط تساهمية مع ذرات اللافلزات. فالنيتروجين من عناصر المجموعة 15 وتوزيعه الإلكتروني هو $1s^2 2s^2 2p^3$. ولغاز الأمونيا (النشادر) NH_3 ثلاث روابط تساهمية أحادية، حيث ترتبط ثلاثة إلكترونات من النيتروجين بثلاث ذرات من الهيدروجين تاركاً زوجاً وحيداً من الإلكترونات غير المشتركة على ذرة النيتروجين. ويوضح الشكل 4-5b نموذج لويس لجزيء الأمونيا. ويستطيع النيتروجين أيضاً تكوين مركبات مشابهة للأمونيا عند اتحادها بذرات عناصر المجموعة 17، مثل ثلاثي فلوريد النيتروجين وثلاثي كلوريد النيتروجين NCl_3 ، وثلاثي بروميد النيتروجين NBr_3 . وتشارك كل ذرة من عناصر المجموعة 17 مع ذرة نيتروجين من خلال زوج واحد من الإلكترونات.

المجموعة 14

تستطيع عناصر المجموعة 14 أن تكون أربع روابط تساهمية مع ذرات اللافلزات الأخرى، ومنها عناصر المجموعة 17. ولأن الهيدروجين ليس له إلكترونات تكافؤ، لذا فإن الهيدروجين لا يشكل رابطة تساهمية مع الكربون. ويوضح الشكل 4-5c نموذج لويس لجزيء الميثان CH_4 ، حيث ترتبط كل ذرة كربون بأربع ذرات هيدروجين.

اجابة سؤال الشكل 4-5 :

الماء: تحصل الذرة المركزية على إلكترونين من كل رابطة مع الهيدروجين وزوجين من الإلكترونات غير المرتبطة.

الأمونيا: إلكترونان من كل رابطة مع الهيدروجين وزوج واحد من الإلكترونات غير المرتبطة. الميثان: إلكترونان من كل رابطة مع الهيدروجين.

روابط تساهمية احادية مع اللافلزات الاخرى، ومنها عناصر المجموعة 17.

✓ ماذا قرأت؟ صف كيف يرمز تركيب لويس للرابطة التساهمية؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تُوضَّح الروابط التساهمية باستعمال الشرطة (-) أو النقطتين الرأسيتين (:).

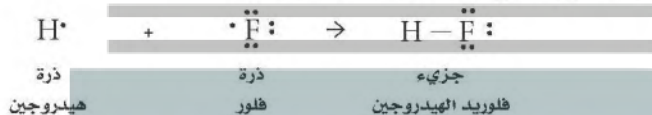
تركيب لويس للجزيء تم عمل الرسوم المبينة في الشكل 4-6 على الزجاج بالمعالجة الكيميائية (الحفر) لسطح الزجاج بواسطة فلوريد الهيدروجين HF. ارسم تركيب لويس لجزيء فلوريد الهيدروجين.

1 تحليل المسألة

لقد علمت أن جزيء فلوريد الهيدروجين مكون من الفلور والهيدروجين. ولأن ذرة الهيدروجين - وهو عنصر في المجموعة 1- لها إلكترون تكافؤ واحد فإنها تستطيع الاتحاد بأي من اللافلزات من خلال المشاركة بزواج واحد من الإلكترونات. كما أن ذرة الفلور من عناصر المجموعة 17 تحتاج إلى إلكترون لتصل إلى حالة الثمانية، لذلك تتكون رابطة تساهمية أحادية عند اتحاد الهيدروجين والفلور.

2 حساب المطلوب

لكي نرسم تركيب لويس نبدأ بالتمثيل النقطي للإلكترونات التكافؤ لكل ذرة، ثم نعيد كتابة الرموز الكيميائية ونرسم خطاً بينهما لتوضيح زوج الإلكترونات المشتركة. وأخيراً نضيف النقط لتوضيح أزواج الإلكترونات غير المترابطة.



3 تقويم الإجابة

لكل ذرة في الجزيء التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل، وتكون في حالة الاستقرار.

مسائل تدريبية

ارسم تركيب لويس لكل جزيء مما يأتي:

1. PH_3
2. H_2S
3. HCl
4. CCl_4
5. SiH_4

6. تحفيز ارسم تركيب لويس العام لجزيء ناتج عن اتحاد عنصرين أحدهما من عناصر المجموعة 1 والآخر من عناصر المجموعة 16.



الشكل 4-6 تم حفر الزجاج الخشن الظاهر في الشكل كيميائياً باستعمال فلوريد الهيدروجين HF، وهو حمض ضعيف، يتفاعل فلوريد الهيدروجين مع السليكا (أكسيد السليكون)، المكوّن الرئيس للزجاج وينتج عن ذلك SiF_4 والماء.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

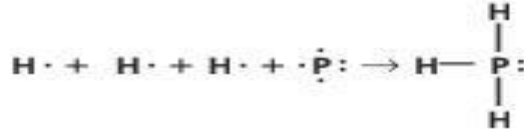
يمكن أن تتشكل روابط سيجما من التداخل بين مستوى s مع مستوى s آخر، أو مستوى s مع مستوى p، أو مستوى p مع مستوى p آخر.

الرابطة سيجما σ تسمى الروابط التساهمية الأحادية **روابط سيجما**، ويرمز إليها بالحرف الإغريقي σ . وتتكون رابطة سيجما عندما تتشارك ذرتان في الإلكترونات وتتداخل مستويات تكافؤهما تداخلاً رأسياً (رأساً مقابل رأس)، فتزداد الكثافة الإلكترونية في مستوى الربط بين الذرتين. ويقع مستوى الربط في المنطقة التي يكون احتمال وجود إلكترونات الرابطة فيها أكبر ما يكون. وتتكون رابطة سيجما عندما يتداخل مستوى s مع مستوى s آخر أو مستوى p، أو عند تداخل مستوى p مع مستوى p آخر. ولجزيئات الماء H_2O ، والأمونيا NH_3 والميثان CH_4 روابط سيجما، كما في الشكل 4-7.

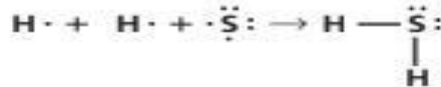
✓ **ماذا قرأت؟** كَوْن قائمة بالمستويات التي تكون رابطة سيجما في المركب التساهمي.

ارسم تركيب لويس لكل جزيء مما يأتي:

1. PH_3



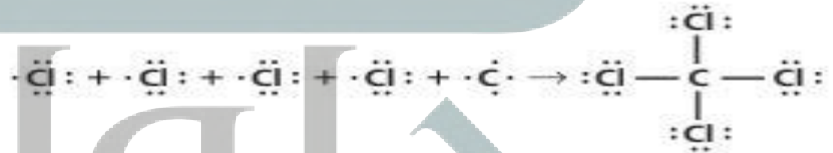
2. H_2S



3. HCl



4. CCl_4

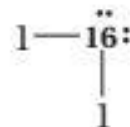


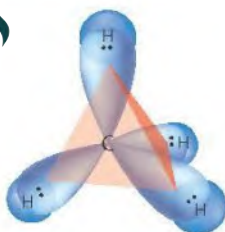
5. SiH_4



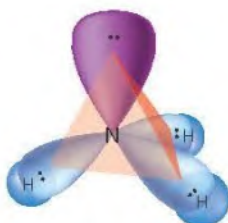
6. تحفيز ارسم تركيب لويس العام لجزيء ناتج عن اتحاد عنصرين أحدهما من عناصر المجموعة 1 والآخر من عناصر المجموعة 16.

باستعمال العددين 1 و 16 لتمثيل ذرات عناصر المجموعتين 1 و 16 على الترتيب، فإن الشكل المتكون هو:

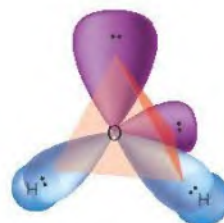




الميثان CH_4



الأمونيا NH_3



الماء H_2O

Multiple Covalent Bonds الروابط التساهمية المتعددة

الشكل 4-7 تكونت روابط

سيجما في كل من هذه الجزيئات عندما تداخلت مستويات ذرات الهيدروجين الذرية مباشرة (رأساً مقابل رأس) مع مستويات الذرة المركزية.

استنتج ما أنواع المستويات التي تتداخل لتكوين روابط سيجما في الميثان؟

اجابة سؤال الشكل 4-7 :

تتكون روابط سيجما عند تداخل مستوى من نوع s لذرة هيدروجين مع مستوى من نوع p لذرة الكربون.

تكتسب الذرات في بعض الجزيئات التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة عندما تشترك بأكثر من زوج من الإلكترونات مع ذرة أخرى أو أكثر. وينتج عن المشاركة بأكثر من زوج من الإلكترونات الروابط التساهمية المتعددة. فالروابط التساهمية الثنائية والثلاثية أمثلة على ذلك. وفي العادة تكون ذرات الكربون والنيتروجين والأكسجين والكبريت روابط تساهمية متعددة مع اللافلزات. فكيف تعرف متى تكون ذرتان رابطة متعددة؟ إن عدد إلكترونات التكافؤ التي تحتاج إليها ذرة العنصر للوصول إلى الحالة الثمانية يكون مساوياً لعدد الروابط التساهمية الممكن تكوينها.

الروابط الثنائية تتكون هذه الروابط عندما تشترك ذرتان بزوجين من الإلكترونات فيما بينهما. فعلى سبيل المثال، يوجد الأكسجين على شكل جزيئات ثنائية الذرات. ويوضح الشكل 4-8a أن لكل ذرة أكسجين ستة إلكترونات تكافؤ، وتحتاج إلى إلكترونين لتصل إلى التوزيع الإلكتروني الخاص بالغاز النبيل. لذا تتكون الرابطة التساهمية الثنائية عندما تقوم كل ذرة بالمشاركة بإلكترونين، ليصل المجموع إلى زوجين من الإلكترونات المشتركة بين الذرتين.

الروابط الثلاثية تتكون هذه الروابط عندما تشترك ذرتان في ثلاثة أزواج من الإلكترونات فيما بينهما. ويحتوي النيتروجين N_2 الثنائي الذرات على رابطة تساهمية ثلاثية. ويوضح الشكل 4-8b أن كل ذرة نيتروجين تشترك بثلاثة إلكترونات لتكون رابطة تساهمية ثلاثية مع ذرة نيتروجين أخرى.

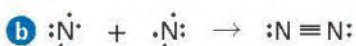
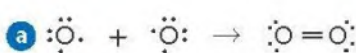
الرابطة باي π تتألف الرابطة التساهمية المتعددة من رابطة سيجما واحدة ورابطة باي واحدة على الأقل، ويرمز إليها بالرمز الإغريقي π . وتتكون هذه الرابطة عندما تتداخل مستويات p الفرعية المتوازية تداخلاً متوازيًا وتشترك في الإلكترونات. وتشغل أزواج الإلكترونات المشاركة لرابطة باي المكان أو الفراغ أعلى الخط الذي يمثل مكان الاتحاد الذرتين معاً وأسفله.

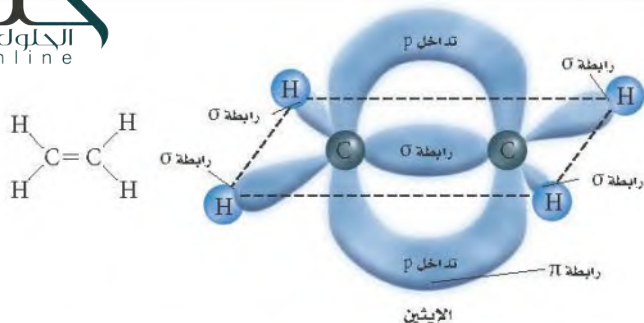
الشكل 4-8 تتكون الروابط التساهمية

المتعددة عندما تشترك ذرتان بأكثر من زوج من الإلكترونات:

a. تكون ذرتان من الأكسجين رابطة ثنائية.

b. تكون ذرتان من النيتروجين رابطة ثلاثية.





الشكل 9-4 لاحظ كيف تتكون الرابطة التساهمية المتعددة بين ذرتي الكربون في الإيثين C_2H_4 من رابطة سيجما ورابطة باي. تقترب ذرتان من الكربون إحداهما من الأخرى لدرجة تسمح بالتداخل بشكل متوازي (جنباً إلى جنب) بين مستويات P الفرعية، وينتج عن ذلك رابطة باي π .

من المهم أن نلاحظ أن الجزيئات التي لها روابط تساهمية متعددة تحتوي على روابط سيجما وروابط باي أيضاً. فالرابطة التساهمية الثنائية الموضحة في الشكل 9-4 تتألف من رابطة باي واحدة ورابطة سيجما واحدة. أما الرابطة التساهمية الثلاثية فتتكون من رابطتي باي ورابطة سيجما واحدة.

قوة الروابط التساهمية The Strength of Covalent Bonds

تذكر أن الرابطة التساهمية تتضمن قوى تجاذب وقوى تنافر. وفي الجزيء تتجاذب النوى مع الإلكترونات، وتتنافر النوى مع النوى الأخرى، كما تتنافر الإلكترونات مع الإلكترونات الأخرى أيضاً. وعندما يختل هذا التوازن بين قوى التجاذب والتنافر يمكن كسر الرابطة التساهمية. ولاختلاف الروابط التساهمية في قوتها يسهل كسر بعض الروابط أكثر من غيرها. وهناك عدة عوامل تؤثر في قوة الرابطة التساهمية.

طول الرابطة تعتمد قوة الرابطة التساهمية على المسافة بين النواتين. وتعرف المسافة بين نواتي الذرتين المترابطتين بطول الرابطة، كما في الشكل 10-4، حيث تعتمد قوة الرابطة على طول الرابطة وقوة التجاذب بين الذرتين، ويحدد ذلك بحجم الذرتين المترابطتين، وعدد أزواج الإلكترونات المشتركة. ويوضح الجدول 1-4 قائمة بأطوال الروابط لجزيئات الفلور F_2 والأكسجين O_2 والنيتروجين N_2 . لاحظ أنه كلما زاد عدد الإلكترونات المشتركة قصرت الرابطة. إن طول الرابطة وقوتها مرتبطان أحدهما مع الآخر؛ فكلما قصر طول الرابطة كانت أقوى. فالرابطة الأحادية للفلور F_2 أضعف من الرابطة الثنائية للأكسجين O_2 ، وكذلك الرابطة الثنائية للأكسجين أضعف من الرابطة الثلاثية للنيتروجين.

✓ **ماذا قرأت؟ حدد** العلاقة بين نوع الرابطة التساهمية وطولها.

الجدول 1-4	نوع وطول الرابطة التساهمية	
الجزيء	نوع الرابطة	طول الرابطة
F_2	تساهمية أحادية	$1.43 \times 10^{-10} \text{ m}$
O_2	تساهمية ثنائية	$1.21 \times 10^{-10} \text{ m}$
N_2	تساهمية ثلاثية	$1.10 \times 10^{-10} \text{ m}$

اجابة سؤال ماذا قرأت :

الرابطة التساهمية الثلاثية أقصر من الرابطة الرابطة التساهمية الثنائية، وهي أقصر كثيراً من الرابطة التساهمية الأحادية.

طول الرابطة



الشكل 11-4 يتطلب كسر رابطة C-C في الفحم النباتي وكسر رابطة O-O في أكسجين الهواء إلى إضافة طاقة. وعند احتراق الفحم في الأكسجين يتكون CO₂. ويصاحب ذلك إطلاق الطاقة على شكل حرارة وضوء. لذا يعد حرق الفحم في الأكسجين تفاعلاً طارداً للحرارة.

الجدول 2-4	طاقة تفكك الرابطة
الجزء	طاقة تفكك الرابطة
F ₂	159 kJ/mol
O ₂	498 kJ/mol
N ₂	945 kJ/mol

الطاقة والروابط يحدث تغير في الطاقة عند تكوّن أو تكسير الروابط بين ذرات الجزيئات. وتنبعث الطاقة عند تكوّن الرابطة، إلا أننا نحتاج إلى الطاقة لكسرها. وتعرف الطاقة اللازمة لكسر رابطة تساهمية معينة بـ "طاقة تفكك الرابطة" وهي مقدار موجب. ويبين الجدول 2-4 طاقة تفكك الروابط لجزيئات كل من الفلور والأكسجين والنيتروجين.

وتبين طاقة تفكك الرابطة قوة الرابطة الكيميائية؛ بسبب العلاقة العكسية بين طول الرابطة وطاقتها. ويشير الجدولان 1-4، و2-4، إلى أنه كلما قل طول الرابطة زادت طاقة تفكك الرابطة، وأن مجموع طاقات تفكك الروابط جميعها في جزيء من مركب ما يساوي مقدار الطاقة الكيميائية الكامنة في ذلك الجزيء. ويُحدّد إجمالي طاقة التفاعل الكيميائي بمقدار طاقة تفكك الروابط ومقدار طاقة تكوّنهما. ويحدث التفاعل الماص للطاقة عندما يكون مقدار الطاقة المطلوبة لتفكيك الروابط الموجودة في المواد المتفاعلة أكبر من مقدار الطاقة الناتجة عن تكوّن الروابط الجديدة في المواد الناتجة. أما التفاعل الطارد للطاقة فيحدث عندما تكون الطاقة المنبعثة في أثناء تكوّن روابط المواد الناتجة أكبر من الطاقة المطلوبة لتفكيك روابط المواد المتفاعلة. أنظر الشكل 11-4.

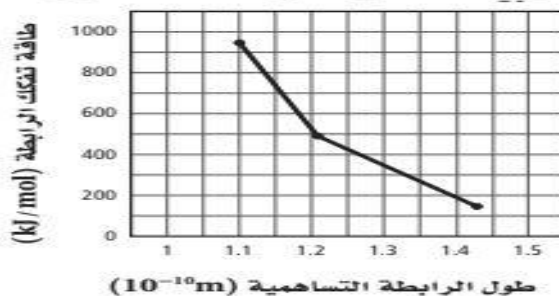
التقويم 4-1

الخلاصة

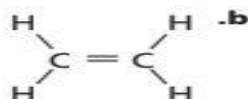
- الفكر: الرابطة
 - حدد نوع الذرات التي تكوّن في الغالب روابط تساهمية.
 - صف كيف تنطبق القاعدة الثنائية على الروابط التساهمية؟
 - اشرح باستخدام تركيب لويس كيف تتكون الرابطة التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية؟
 - قارن بين الرابطة الأيونية والرابطة التساهمية.
 - قارن بين روابط سيجمما وروابط باي.
 - طبق استعن بالجدولين 1-4 و2-4، لرسم منحنى بياني يمثل طاقة الرابطة مقابل طول الرابطة، ثم صف العلاقة بينهما.
 - توقع طاقة تفكك الروابط التساهمية نسبياً لكل مما يأتي:
- a. $H-C \equiv C-H$ b. $H-C=C-H$
- تتكون الروابط التساهمية عندما تشارك الذرات في زوج أو أكثر من الإلكترونات التكافؤ.
- ينتج عن المشاركة بزوج واحد أو زوجين أو ثلاثة أزواج من الإلكترونات روابط تساهمية أحادية أو ثنائية، أو ثلاثية على الترتيب.
- تتكوّن روابط سيجمما نتيجة تداخل الرأسي للمستويات. أما روابط باي فتتكون نتيجة تداخل المستويات المتوازية. وتتكون الرابطة التساهمية الأحادية من رابطة سيجمما، في حين تتكون الرابطة المتعددة من رابطة سيجمما ورابطة باي واحدة على الأقل.
- يُقاس طول الرابطة بالمسافة بين نواتي الذرتين المترابطتين. ونحتاج إلى طاقة لتفكيك الرابطة.

7. حدّد نوع الذرات التي تُكوّن في الغالب روابط تساهمية.
- تتكوّن معظم الروابط التساهمية بين العناصر اللافلزية.
8. صف كيف تنطبق قاعدة الثمانية على الروابط التساهمية؟
- تتشارك الذرات في إلكترونات التكافؤ، وتوصل الإلكترونات المشتركة كل ذرة إلى حالة الثمانية.
9. اشرح باستخدام تركيب لويس كيف تتكوّن الرابطة التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية؟
- يجب أن توضّح تراكيب لويس مشاركة زوج واحد من الإلكترونات، وزوجين، وثلاثة أزواج على الترتيب لكل من الرابطة التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية.
10. قارن بين الرابطة الأيونية والرابطة التساهمية.
- تُستخدم إلكترونات التكافؤ في كلتا الرابطين. ففي الروابط التساهمية تتشارك الذرات في الإلكترونات، في حين تنتقل الإلكترونات من ذرة إلى أخرى في الروابط الأيونية.
11. قارن بين روابط سيجما وروابط باي.
- رابطة سيجما تساهمية أحادية تتكوّن من التداخل المباشر (رأساً مع رأس) للمستويات، في حين تتكوّن رابطة باي من تداخل مستويات P بشكل متوازٍ (جنباً إلى جنب).

12. طبق استعن بالجدولين 1-4 و 2-4 من كتاب الطالب، لرسم منحنى بياني يُمثّل طاقة الرابطة مقابل طول الرابطة، ثمّ صف العلاقة بينهما.
- يجب أن توضّح الرسوم البيانية للطالب أنه كلما قصّر طول الرابطة ازدادت طاقة تفككها.
- طول الرابطة التساهمية مقابل طاقة تفكك الرابطة



13. توقّع طاقة تفكك الروابط التساهمية نسبياً لكلّ ممّا يأتي:



- d. تحتاج الرابطة C-H إلى طاقة أقل من الرابطة C≡C.
- e. تحتاج الرابطة C-H إلى طاقة أقل من الرابطة C=C.

Naming Molecules تسمية الجزيئات

• تترجم الصيغ الجزيئية إلى أسماء للمركبات الجزيئية الثنائية الذرات.

• تسمي المحاليل الحمضية.

مراجعة المفردات

الأيون الأكسجيني السالب؛ أيون يتكون من مجموعة من الذرات، وأحد عناصره في الغالب لا فلز متحد بذرة أو أكثر من الأكسجين.

المفردات الجديدة

الحمض الأكسجيني.

الفكرة الرئيسية تستعمل قواعد محددة في تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات، والأحماض الثنائية، والأحماض الأكسجينية.

الربط مع الحياة تعلم أن والددة والدتك هي جدتك، وأن أخت والدك هي عمك، بينما أخو والدتك يسمى خالك. وكما أن هذه العلاقات تحكمها قواعد في تسميتها فكذلك تحكم تسمية الجزيئات مجموعة من القواعد.

تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات

Naming Binary Molecular Compounds

هناك العديد من الأسماء الشائعة للمركبات الجزيئية، إضافة إلى أسمائها العلمية التي تبين تركيبها. فعند كتابة الصيغة الجزيئية وتسمية الجزيئات نستعمل خطوات شبيهة بتلك التي استخدمت في المركبات الأيونية.

لنبدأ أولاً بالمركبات الجزيئية الثنائية الذرات. لاحظ أن المركبات الجزيئية الثنائية الذرات تتكون من لافلزين فقط. فعلى سبيل المثال، توضح القواعد الآتية خطوات تسمية الغاز N_2O ، وهو غاز أكسيد ثنائي النيتروجين ويستخدم في التخدير، واسمه الأكثر شيوعاً الغاز المضحك.

1. يظهر اسم العنصر الثاني في الصيغة الجزيئية أولاً، ويظهر اسم العنصر الأول كاملاً. N هو رمز النيتروجين.

2. يُسمى العنصر الثاني في الصيغة الجزيئية باستخدام جذر الاسم مع إضافة مقطع (يد). O رمز الأكسجين ويظهر باسم أكسيد.

3. تُستخدم البادئات في التسمية لتحديد عدد ذرات كل عنصر في الصيغة الجزيئية، ويبين الجدول 3-4 قائمة بالبادئات الأكثر شيوعاً واستعمالاً. ونظراً إلى وجود ذرتي نيتروجين تُستخدم البادئة "ثنائي".

الجدول 3-4	بادئات أسماء المركبات التساهمية		
عدد الذرات	البادئة	عدد الذرات	البادئة
1	أول (أحادي)	6	سادس (سداسي)
2	ثاني (ثنائي)	7	سابع (سباعي)
3	ثالث (ثلاثي)	8	ثامن (ثماني)
4	رابع (رباعي)	9	تاسع (تساعي)
5	خامس (خماسي)	10	عاشر (عشاري)

تسمية مركبات الجزيئات الثنائية الذرات ما اسم المركب P_2O_5 الذي يُستخدم مادةً مجففة تمتص الماء؟

1 تحليل المسألة

المعطيات: الصيغة الجزيئية للمركب. تحتوي الصيغة على العناصر وعدد ذرات كل عنصر في الجزيء. ولأن العنصرين من اللافلزات لذا يمكن استخدام القواعد المتبعة عند تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات.

2 حساب المطلوب

أولاً سَمِّ عناصر المركب.

العنصر الأول يُسمى باسمه الكامل.

الفوسفور

العنصر الثاني يُضاف مقطع (يد) إلى أصل اسم العنصر

أكسيد

عند جمع الاسمين معاً.

أكسيد الفوسفور

والآن نضيف البادئات التي تعبر عن عدد ذرات كل عنصر.

خامس أكسيد ثنائي الفوسفور

3 تقويم الإجابة

يبين اسم المركب أنه يحتوي على ذرتين من الفوسفور، وخمس ذرات من الأكسجين. وهذا يتفق مع الصيغة الجزيئية P_2O_5 .

مسائل تدريبية

سَمِّ كلاً من المركبات الجزيئية الثنائية الذرات الآتية:

14. CO_2

15. SO_2

16. NF_3

17. CCl_4

18. تحفيز ما الصيغة الجزيئية لمركب ثالث أكسيد ثنائي الزرنيخ؟

أسماء شائعة لبعض المركبات الجزيئية هل استمتعت يوماً بكأس باردٍ من أكسيد ثنائي الهيدروجين؟ لقد فعلت ذلك مراراً، غير أنك استخدمت الاسم الشائع لذلك وهو الماء. تذكر أن الكثير من المركبات الأيونية لها أسماء شائعة بالإضافة إلى الاسم العلمي. فعلى سبيل المثال، صودا الخبز هي كربونات الصوديوم الهيدروجينية، وملح الطعام هو كلوريد الصوديوم.

عُرف الكثير من المركبات الجزيئية الثنائية الذرات، ومنها أكسيد النيتروز والماء، منذ زمن طويل، وأعطيت أسماء شائعة قبل تطوير النظام الحالي في تسمية المركبات. ومن المركبات التساهمية التي تعرف غالباً باسمها الشائع بدلاً من اسمها العلمي الأمونيا NH_3 والهيدرازين N_2H_4 وأكسيد النيتريك NO .

✓ **ماذا قرأت؟ طبق** ما الاسم العلمي لكل من الأمونيا والهيدرازين وأكسيد النيتريك؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

ثلاثي هيدريد النيتروجين،
رباعي هيدريد ثنائي
النيتروجين، أول أكسيد
النيتروجين.

سمِّ كلًّا من المركَّبات الجزيئية الثنائية الذرات الآتية:

14. CO_2 ثاني أكسيد الكربون

15. SO_2 ثاني أكسيد الكبريت

16. NF_3 ثلاثي فلوريد النيتروجين

17. CCl_4 رباعي كلوريد الكربون

18. تحفيز ما الصيغة الجزيئية لمركَّب ثالث أكسيد ثنائي الزرنيخ؟

As_2O_3

تسمية الأحماض Naming Acids

تكون المحاليل المائية لبعض الجزيئات حمضية، ويُسمى المركب حمضاً إذا أنتج أيونات الهيدروجين H^+ في المحلول. فعلى سبيل المثال، HCl ينتج H^+ في المحلول، لذا فهو حمض. وهناك نوعان من الأحماض، هما الأحماض الثنائية والأحماض الأكسجينية.

تسمية الأحماض الثنائية يحتوي الحمض الثنائي على الهيدروجين وعنصر آخر فقط. وتسمى الأحماض الثنائية الشائعة -ومنها حمض الهيدروكلوريك- وفق القواعد الآتية:

1. يستعمل المقطع "هيدرو" في الكلمة الثانية لتسمية الجزء الهيدروجيني من المركب. وتتألف بقية الكلمة من جذر اسم العنصر الثاني مضافاً إليها الحاتمة "يك". لذا فإن HCl (الهيدروجين والكلور) يصبحان معاً هيدروكلوريك.

2. تكون الكلمة الأولى دائماً كلمة حمض، لذا فإن محلول HCl في الماء يعرف باسم حمض الهيدروكلوريك. وعلى الرغم من أن تعبير ثنائي يشير إلى وجود عنصرين فقط، إلا أن بعض الأحماض التي تحوي أكثر من عنصرين تُسمى بالطريقة نفسها التي تسمى بها الأحماض الثنائية العناصر ما لم تحتوي صيغة الحمض على الأكسجين. ويكون جذر الجزء الثاني للاسم هو جذر الأيون المتعدد الذرات. فمثلاً HCN الذي يتألف من الهيدروجين وأيون السيانييد يعرف باسم حمض الهيدروسيانيك.

تسمية الأحماض الأكسجينية يعرف الحمض الذي يتألف من الهيدروجين وأيون أكسجيني باسم الحمض الأكسجيني. ولابد أنك تتذكر أن الأيون الأكسجيني السالب عبارة عن أيون عديد الذرات يحتوي على ذرة أو أكثر من ذرات الأكسجين. والقواعد الآتية تشرح طريقة تسمية حمض النيتريك HNO_3 وهو حمض أكسجيني.

1. أولاً: تعرّف الأيون الأكسجيني الموجود. إن الكلمة الثانية التي يتألف منها اسم الحمض الأكسجيني تأتي من مصدر الأيون الأكسجيني ومعها مقطع "بير" أو "هيو". أما إذا انتهى اسم الأنيون الأكسجيني بمقطع "ات" فيستبدل به مقطع "يك". وإذا انتهى اسم الأنيون الأكسجيني بمقطع "يت" فإنه يستبدل به مقطع "وز".، ويصبح أيون النترات نيتريك.

2. تكون الكلمة الأولى دائماً كلمة حمض، فجزء HNO_3 (المكون من الهيدروجين وأيون النترات) يصبح حمض النيتريك.

ويوضح الجدول 4-4 كيف تتفق أسماء عدة أحماض أكسجينية مع هذه القواعد. ولاحظ أن الهيدروجين لا يذكر في عمود "اسم الحمض".

تسمية الأحماض الأكسجينية			الجدول 4-4
اسم الحمض	المقطع	الأنيون الأكسجيني	المركب
حمض الكلوريك	- يك	كلورات	$HClO_3$
حمض الكلوروز	- وز	كلوريت	$HClO_2$
حمض النيتريك	- يك	نترات	HNO_3
حمض النيتروز	- وز	نيتريت	HNO_2

الجدول 4-5		صيغ بعض المركبات التساهمية وأسمائها
الصيغة الجزيئية	الاسم الشائع	اسم المركب الجزيئي
H ₂ O	ماء	أكسيد ثنائي الهيدروجين
NH ₃	أمونيا	ثالث هيدريد النيتروجين
N ₂ H ₄	هيدرازين	رابع هيدريد ثنائي النيتروجين
HCl	حمض الكلور	حمض الهيدروكلوريك

ويلخص الجدول 4-5 الصيغ الجزيئية وأسماء بعض المركبات التساهمية. لاحظ وجود أسماء شائعة للأحماض الثنائية والأحماض الأكسجينية بالإضافة إلى أسمائها العلمية.

مسائل تدريبية

سمِّ كلاً من الأحماض الآتية مفترضاً أن جميعها تذوب في الماء.

19. HI 20. HClO₃ 21. HClO₂ 22. H₂SO₄ 23. H₂S

24. تحفيز ما الصيغة الجزيئية لحمض البيرونيك؟

كتابة الصيغ الكيميائية من أسماء المركبات

Writing Chemical Formulas from Names

يُظهر اسم المركب الجزيئي تركيبه، ويُعدّ هذا مهماً لمعرفة طبيعة المركب الكيميائي؛ فعند إعطائك اسم أي جزيء ثنائي ينبغي أن تعرف كيف تكتب صيغته الجزيئية. فالمقاطع المستخدمة في الاسم تشير إلى عدد الذرات في الجزيء وتحدد الأرقام السفلية المستخدمة في الصيغة الجزيئية. ويمكن معرفة الصيغة الجزيئية للحمض أيضاً من اسم الحمض نفسه، ومن المفيد أن تتذكر أن كل الأحماض الثنائية تحتوي على الهيدروجين وعنصر آخر.

مسائل تدريبية

اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الآتية:

25. كلوريد الفضة.

26. أكسيد ثنائي الهيدروجين.

27. ثلاثي فلوريد الكلور.

28. ثلاثي أكسيد ثنائي الفوسفور.

29. عشاري فلوريد ثنائي الكبريت.

30. تحفيز ما الصيغة الكيميائية لحمض الكربونيك؟

سمّ كلّا من الأحماض الآتية مفترضاً أن جميعها تذوب في الماء:

19. HI حمض الهيدروبيودييك

20. HClO_3 حمض الكلوريك

21. HClO_2 حمض الكلوروز

22. H_2SO_4 حمض الكبريتيك

23. H_2S حمض الهيدروكبريتيك

24. تحفيز ما الصيغة الجزيئية لحمض البيروديك؟

HIO_4

اكتب الصيغ الكيميائية للمركبات الآتية:

25. AgCl كلوريد الفضة

26. H_2O أكسيد ثنائي الهيدروجين

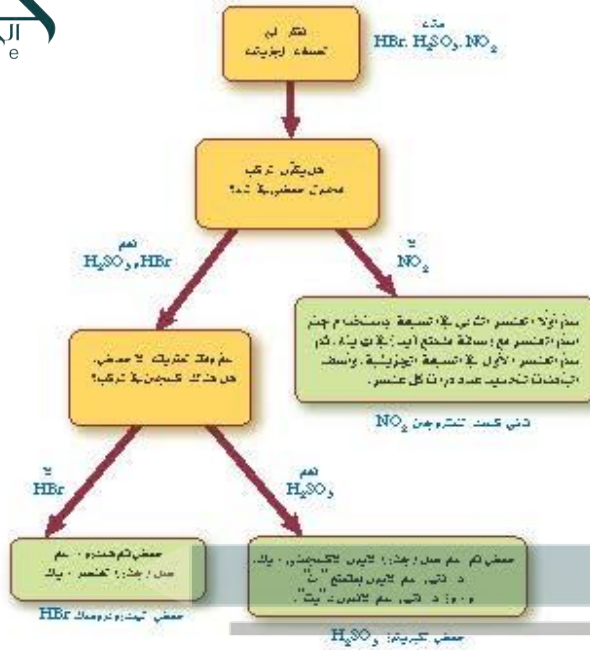
27. ClF_3 ثلاثي فلوريد الكلور

28. P_2O_3 ثلاثي أكسيد ثنائي الفوسفور

29. S_2F_{10} عشاري فلوريد ثنائي الكبريت

30. تحفيز ما الصيغة الكيميائية لحمض الكربونيك؟

H_2CO_3



الشكل 12-4 تستعمل خريطة المفاهيم هذه لتسمية المركبات انجز بنية في حال معرفة صيغها الكيميائية.

طبق أي المركبات في الشكل حمض أكسجيني، وأيها حمض ثنائي؟

اجابة سؤال الشكل 12-4 :

H_2SO_3 حمض أكسجيني ,
HBr حمض ثنائي .

ويتعين عليك لتسمية الأحماض الأكسجينية - وهي الأحماض التي تحتوي على أنيون الأكسجين - أن تعرف الأسماء الشائعة للأنيون الأكسجيني أولاً.

يساعد الشكل 12-4 على تحديد اسم المركب الجزئي التساهمي، ولإستخدام خريطة المفاهيم ابدأ من القمة و طبق الإرشادات الموجودة في الأشكال الملونة، حتى تحدد اسم المركب المطلوب.

التقويم 4-2

الخلاصة

31. النظر في القواعد المستخدمة في تسمية المركبات الجزئية الشائعة العناصر.

32. عرف المركب الجزئي الشائي.

33. صف الفرق بين الحمض الشائي والحمض الأكسجيني.

34. طبق اشرح كيف تسمي الجزئي N_2O_4 ، باستخدام قواعد تسمية المركب الجزئي الشائي.

35. طبق اكتب الصيغة الجزئية للمركبات الآتية: حمض الأيوديك، ثلاثي أكسيد ثنائي الكبريت، أكسيد ثنائي النيتروجين، حمض الهيدروفلوريك.

36. اكتب الصيغة الجزئية للمركبات الآتية:

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| a. ثلاثي أكسيد ثنائي النيتروجين | d. حمض الكلوريك |
| b. أكسيد النيتروجين | e. حمض الكبريتيك |
| c. حمض الهيدروكلوريك | f. حمض الكبريتوز |

- تحتوي أسماء الصيغ الجزئية للمركبات التساهمية على مقاطع للإشارة إلى عدد الذرات الموجودة في الصيغة الجزئية.
- تكون المركبات التي تنتج H^+ في محاليلها حمضية. وتحتوي الأحماض الثنائية على الهيدروجين وعنصر آخر، أما الأحماض الأكسجينية فتحتوي على الهيدروجين وأنيون أكسجيني.

31. لُخص القواعد المُستخدمة في تسمية المركّبات الجزيئية الثنائية العناصر.

سمّ أولاً العنصر الثاني في الصيغة باستخدام جذر اسم العنصر مع إضافة مقطع (يد) في نهايته، ثمّ سمّ العنصر الأول في الصيغة الجزيئية، وأضف البادئات لتحديد عدد ذرات كل عنصر. 32. عرّف المركّب الجزيئي الثنائي.

هو مركّب جزيئي يتكوّن من عنصرين لافلزيين فقط.

33. صِف الفرق بين الحمض الثنائي والحمض الأكسجيني. يتكوّن الحمض الثنائي من الهيدروجين وأحد العناصر الأخرى. أما الحمض الأكسجيني فيتكوّن من الهيدروجين، وعنصر آخر، والأكسجين.

34. طبق اشرح كيف تُسمّى الجزيء N_2O_5 ، باستخدام قواعد تسمية المركّب الجزيئي الثنائي؟

توجد ذرتان من النيتروجين؛ لذا نُسعمل بادئة (ثنائي) مع اسم النيتروجين، وأربع ذرات من الأكسجين؛ لذا نُسعمل مقطع (رابع) مضافاً إلى جذر اسم الأكسجين وينتهي بـ (يد). فيكون الاسم رابع أكسيد ثنائي النيتروجين.

35. طبق اكتب الصيغة الجزيئية للمركّبات الآتية:

حمض الأيوديك HIO_3
ثلاثي أكسيد ثنائي الكبريت S_2O_3
أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O
حمض الهيدروفلوريك HF

36. اكتب الصيغة الجزيئية للمركّبات الآتية:

a. ثلاثي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_3
b. أكسيد النيتروجين NO
c. حمض الهيدروكلوريك HCl
d. حمض الكلوريك $HClO_3$
e. حمض الكبريتيك H_2SO_4
f. حمض الكبريتوز H_2SO_3

- تطبيق الخطوات الرئيسية لرسم تركيب لويس.
- تحدد الجزيئات التي تحدث فيها ظاهرة الرنين.
- تحدد ثلاث حالات لجزيئات تشذ عن القاعدة الثانية، وتسمي هذه الجزيئات.

التركيب الجزيئية Molecular Structures

الفكرة الرئيسية تبين الصيغ البنائية المواقع التنسبية للذرات في الجزيء وطرائق ارتباطها معاً داخل الجزيء.

الربط مع الحياة لعلك - عندما كنت صغيراً - قد لعبت بقطع المكعبات التي تُركب بطرائق محددة. إن شكل الجسم الذي يبنته يعتمد على طرائق تركيب هذه المكعبات. بطريقة مشابهة يتم بناء الجزيئات من ذراتها.

الصيغ البنائية Structural Formulas

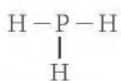
تخبرنا الصيغ الجزيئية للمركبات التساهمية عن أنواع ذرات العناصر وأعدادها في الجزيء فقط. ولمعرفة التركيب الجزيئية للمركبات التساهمية تستعمل النماذج في تمثيل الجزيء. وبين الشكل 13-4 وجود أكثر من نموذج يمكن استعماله لتمثيل الجزيء. وقد تم تمثيل ذرات كل عنصر في نموذج الكرة والعصا ونموذج ملء الفراغ الجزيئي بواسطة كرة ذات لون مختلف. وتستعمل الألوان لتعرف الذرات إذا لم يكتب عليها الرمز الكيميائي للعنصر.

وأكثر النماذج الجزيئية فائدة نموذج الصيغة البنائية الذي يستعمل الرموز والروابط لبيان مواقع الذرات. ويمكنك توقع الصيغة البنائية من خلال رسم تركيب لويس، فقد سبق أن رأيت بعض الأمثلة البسيطة على تركيب لويس. إلا أننا نحتاج إلى بناء أكثر من تركيب لتحديد أشكال الجزيئات.

اجابة سؤال الشكل 13-4 :

توضح النماذج جميعها نوع الذرات وعددها، أما نموذج لويس، والصيغ البنائية، ونموذج الكرة والعصا، ونموذج ملء الفراغ الجزيئي فتوضح الشكل الهندسي. ويوضح نموذج لويس توزيع الإلكترونات التكافؤ في صورة أزواج من الإلكترونات المترابطة، وأزواج من الإلكترونات غير المترابطة. ويبين نموذج ملء الفراغ الجزيئي الحجم النسبي للذرات.

نموذج ملء الفراغ الجزيئي



الصيغة البنائية



نموذج لويس
نموذج الكرة-العصا

مراجعة المفردات

الرابطية الأيونية : قوة كهروستاتيكية تربط الجسيمات ذات الشحنات المختلفة بعضها مع بعض في المركب الأيوني.

المفردات الجديدة

الصيغة البنائية

الرنين

الرابطية التساهمية التناسقية

تراكييب لويس على الرغم من سهولة رسم تراكييب لويس لمعظم المركبات المكونة من الذرات الجزيئية إلا أنه من المفيد أن نتبع خطوات منتظمة لعمل ذلك؛ فكلما أردت أن ترسم تركيب لويس اتبع الخطوات المبينة في استراتيجية حل المسألة.

استراتيجية حل المسألة

رسم تراكييب لويس

1. توقع موقع ذرات معينة.
تكون الذرة التي لها أقل جذب للإلكترونات المشتركة هي الذرة المركزية في الجزيء. ويكون هذا العنصر أقرب إلى الجهة اليسرى من الجدول الدوري، وفي الغالب يكون مكان الذرة المركزية في مركز الجزيء، كما أنه يحيط بها أكبر عدد من الذرات في الجزيء. وعليه فإن باقي الذرات في الجزيء هي ذرات جانبية.
يكون الهيدروجين دائماً ذرة جانبية؛ لأنه يشارك بإلكترون واحد من الإلكترونات، ويتصل بذرة واحدة فقط.
2. حدد عدد الإلكترونات المتوفرة لتكوين روابط؛ إذ يساوي هذا العدد الكلي للإلكترونات تكافؤ الذرات الموجودة في الجزيء.
3. حدد عدد أزواج إلكترونات الربط. ولتحديد هذا العدد اقسم عدد الإلكترونات المتوفرة للربط على 2.
4. حدد أماكن أزواج الربط. ضع زوج ترابط واحدًا (رابطة واحدة) بين الذرة المركزية وكل ذرة جانبية.
5. حدد عدد أزواج إلكترونات الترابط المتبقية. ولتحديد ذلك ا طرح عدد الأزواج المستخدمة في الخطوة الرابعة من العدد الكلي للأزواج في الخطوة الثالثة. حيث تبين الأزواج المتبقية عدد الأزواج غير المترابطة والأزواج المستخدمة في الروابط الثنائية والثلاثية، ثم ضع الأزواج غير المترابطة حول كل ذرة جانبية (ما عدا الهيدروجين) مرتبطة مع الذرة المركزية لتحقيق القاعدة الثانية، ثم ضع أي أزواج إضافية على الذرة المركزية.
6. حدد ما إذا كانت الذرة المركزية تحقق القاعدة الثانية.
هل الذرة المركزية محاطة بأربعة أزواج من الإلكترونات؟ إذا كان الجواب لا فلإنها لا تحقق القاعدة الثانية. ولتحقيق القاعدة الثانية حول زوجاً أو زوجين من الأزواج غير المترابطة في الذرات الجانبية إلى رابطة ثنائية أو ثلاثية بين الذرة الجانبية والذرة المركزية، فتبقى هذه الأزواج مرتبطة مع الذرة الجانبية، وكذلك مع الذرة المركزية. تذكر أن الكربون والنيتروجين والأكسجين والكبريت عادة ما تكون روابط ثنائية وثلاثية.

طبق الاستراتيجية

ادرس الأمثلة 3-4 و 4-4 لمعرفة كيف طبقت هذه الخطوات في حل المسائل.

تركيب لويس لمركب تساهمي له روابط أحادية. تستخدم الأمونيا بوصفها خامًا لصناعة العديد من المواد الأخرى، ومنها مواد التنظيف والأسمدة والمتفجرات. ارسم تركيب لويس للأمونيا NH_3 .

1 تحليل المسألة

يتكون جزيء الأمونيا من ذرة نيتروجين وثلاث ذرات هيدروجين، ولكون الهيدروجين ذرة جانبية فلا بد أن يكون النيتروجين الذرة المركزية.

2 حساب المطلوب

يجب أن نجد العدد الإجمالي للإلكترونات التكافؤ المتوفرة للترابط.

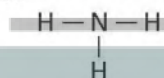
$$8 \text{ إلكترونات تكافؤ} = \frac{1 \text{ إلكترون تكافؤ}}{1 \text{ atom H}} \times 3 \text{ atom H} + \frac{5 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ atom N}} \times 1 \text{ atom N}$$

هناك 8 إلكترونات تكافؤ موجودة للترابط.

حدد عدد أزواج الترابط الكلي. وللتقيام بذلك اقسم عدد الإلكترونات المتوفرة للترابط على 2.

$$\frac{8 \text{ إلكترونات}}{2 \text{ إلكترون/زوج}} = 4 \text{ أزواج}$$

يتوافر أربعة أزواج من الإلكترونات للترابط.



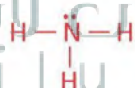
ضع زوجًا رابطًا من الإلكترونات بين ذرة النيتروجين المركزية وكل ذرة هيدروجين جانبية لتكوين رابطة أحادية.

حدد عدد الأزواج غير المرتبطة المتبقية.

اطرح عدد الأزواج المستخدمة في هذه الروابط من العدد الإجمالي للإلكترونات المتوفرة للترابط.

$$4 \text{ أزواج (المجموع الكلي)} - 3 \text{ أزواج مستخدمة} = \text{زوج واحد غير رابط}$$

يكون الزوج المتبقي هو زوج غير رابط، ويجب أن يضاف إلى الذرة المركزية أو إلى الذرات الجانبية. ولأن ذرات الهيدروجين تقبل رابطة واحدة فقط فإنها لا تستقبل زوجًا غير رابط من الإلكترونات.



ضع الزوج غير المرتبط المتبقي على ذرة النيتروجين المركزية.

3 تقويم الإجابة

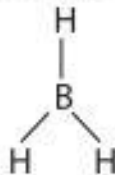
تشارك كل ذرة هيدروجين بزوج واحد من الإلكترونات. وتشارك ذرة النيتروجين المركزية بثلاثة أزواج من الإلكترونات، ولها زوج واحد غير رابط للحصول على حالة الثمانية المستقرة.

مسائل تدريبية

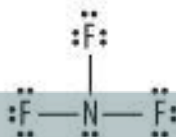
37. ارسم تركيب لويس لجزيء BH_3 .

38. تحفيز يحتوي جزيء ثلاثي فلوريد النيتروجين على عدد من الأزواج غير المرتبطة. ارسم تركيب لويس للجزيء.

37. ارسم تركيب لويس لجزيء BH_3 .



38. تحفيز يحتوي جزيء ثلاثي فلوريد النيتروجين على عدد من الأزواج غير المرتبطة. ارسم تركيب لويس للجزيء.



تركيب لويس لمركب تساهمي يحتوي روابط متعددة ثاني أكسيد الكربون هو ناتج عملية تنفس الخلايا في الجسم. ارسـم تركيب لويس لجزيء CO_2 .

1 تحليل المسألة

يحتوي جزيء ثاني أكسيد الكربون على ذرة كربون وذرتي أكسجين. ولأن الكربون أقل جذباً للإلكترونات المشتركة تصبح ذرة الكربون الذرة المركزية، وذرتا الأكسجين ذرات جانبية.

2 حساب المطلوب

لإيجاد العدد الكلي للإلكترونات التكافؤ الموجودة

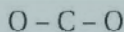
$$16 \text{ إلكترون تكافؤ} = \frac{6 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ atom O}} \times 2 \text{ atom O} + \frac{4 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ atom C}} \times 1 \text{ atom C}$$

لذا، فهناك 16 إلكترون تكافؤ متوافر للترابط.

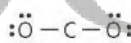
$$\text{حدد عدد أزواج الترابط الكلي بقسمة عدد الإلكترونات المتوافرة على 2.} \quad \frac{16 \text{ إلكترونات}}{2 \text{ إلكترون/زوج}} = 8 \text{ أزواج}$$

هناك 8 أزواج من الإلكترونات متوافرة للترابط.

ضع زوج رابط (رابطة أحادية) بين ذرة الكربون المركزية وذرتي الأكسجين الجانبيتين.



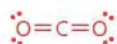
لتحديد عدد أزواج الترابط المتبقية، اطرح عدد الأزواج المستخدمة في الروابط من المجموع الكلي لأزواج الإلكترونات غير الرابطة. اطرح عدد الأزواج المستخدمة من العدد الكلي لأزواج الإلكترونات المتوافرة 8 أزواج (المجموع الكلي) - زوجين مستخدمين = 6 أزواج غير رابطة.



أضف ثلاثة أزواج غير مرتبطة إلى كل ذرة أكسجين جانبية.

اطرح الأزواج غير المرتبطة من الأزواج المتوافرة المتبقية. 6 أزواج (المجموع الكلي) - 6 أزواج مستخدمة = 0 أزواج غير رابطة.

تفحص التركيب غير المكتمل، وبين مواقع الأزواج غير الرابطة. لاحظ أن ذرة الكربون ليس لها ثمانية إلكترونات ولا توجد أزواج إلكترونات إضافية متاحة. ولحصول ذرة الكربون على ثمانية إلكترونات، يجب أن يكون الجزيء روابط ثنائية.



استخدم زوجاً غير مرتبط من كل ذرة أكسجين لتكوين رابطة ثنائية مع ذرة الكربون

3 تقويم الإجابة

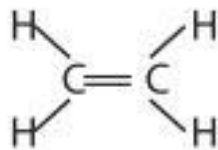
حقّق كل من الكربون والأكسجين القاعدة الثمانية.

مسائل تدريبية

39. ارسـم تركيب لويس للإثيلين C_2H_4 .

40. تحفيز يحتوي جزيء ثاني كبريتيد الكربون على أزواج غير مرتبطة وأزواج مرتبطة متعددة. ارسـم تركيب لويس للجزيء.

39. ارسم تركيب لويس للإيثيلين C_2H_4 .



40. تحفيز يحتوي جزيء ثاني كبريتيد الكربون على أزواج غير مرتبطة وأزواج مرتبطة متعددة. ارسم تركيب لويس للجزيء.

تركيب لويس للأيونات المتعددة الذرات على الرغم من أن الأيون المتعدد الذرات يُعامل كأنه أيون واحد إلا أن الذرات فيه تكون مرتبطة بروابط تساهمية. لذا تكون خطوات رسم تركيب لويس للأيونات المتعددة الذرات مشابهة لخطوات رسم الذرات المشابهة. ويتلخص الفرق الرئيس في إيجاد العدد الكلي للإلكترونات التكافؤ المتوفرة للترابط. وبالمقارنة مع عدد إلكترونات التكافؤ الموجودة في الذرات التي تكوّن الأيون، إذا كان الأيون مشحوناً بشحنة سالبة يكون هناك عدد أكبر من الإلكترونات، وإذا كان مشحوناً بشحنة موجبة يكون عدد الإلكترونات أقل.

ولإيجاد العدد الكلي للإلكترونات التكافؤ نجد أولاً العدد المتوافر لدى الذرات الموجودة في الأيون، ثم نطرح شحنة الأيون إن كان موجباً أو نجمع شحنته إن كان سالباً.

مثال 4-5

تركيب لويس للأيون المتعدد الذرات ارسم تركيب لويس الصحيح لأيون الفوسفات PO_4^{3-} المتعدد الذرات.

1 تحليل المسألة

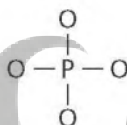
نعلم أن أيون الفوسفات يحتوي على ذرة فوسفور وأربع ذرات أكسجين وشحنة ثلاثية سالبة -3 . ولأن للفوسفور أقل قوة جذب للإلكترونات المشتركة تصبح ذرة الفوسفور هي الذرة المركزية، وذرات الأكسجين الأربع هي الذرات الجانبية.

2 حساب المطلوب

أوجد العدد الكلي للإلكترونات التكافؤ المتوفرة للترابط.

$$5 \text{ إلكترونات تكافؤ} \times 1 \text{ Atom P} + 6 \text{ إلكترونات تكافؤ} \times 4 \text{ Atom O} + 3 \text{ إلكترونات من الشحنة السالبة} = 32 \text{ إلكترون تكافؤ}$$

$$\text{حدد العدد الكلي لأزواج الترابط.} \quad 16 \text{ زوجا} = \frac{32 \text{ إلكترون تكافؤ}}{2 \text{ إلكترون / زوج}}$$

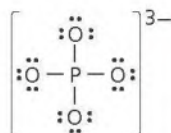


ارسم رابطة أحادية بين ذرة الفوسفور P المركزية وذرات الأكسجين O الجانبية.

16 زوجاً (المجموع الكلي) - 4 أزواج مستخدمة = 12
زوجاً غير رابطاً

ضع ثلاثة أزواج غير رابطة لكل ذرة أكسجين جانبية

12 زوجاً غير رابطاً - 12 زوجاً مستخدماً = 0



تبين عملية طرح الأزواج غير المرتبطة المستخدمة من الأزواج المتوفرة عدم وجود إلكترونات متوفرة لذرة الفوسفور. يبين الشكل الجانبي تركيب لويس لأيون الفوسفات.

3 تقويم الإجابة

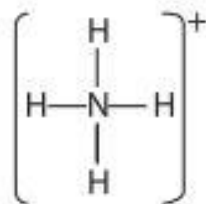
حققت الذرات حالة الثمانية إلكترونات، والشحنة الكلية للمجموعة هي -3 .

مسائل تدريبية

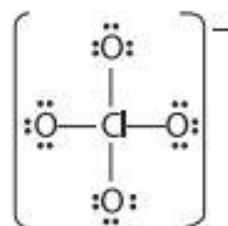
41. ارسم تركيب لويس لأيون NH_4^+ .

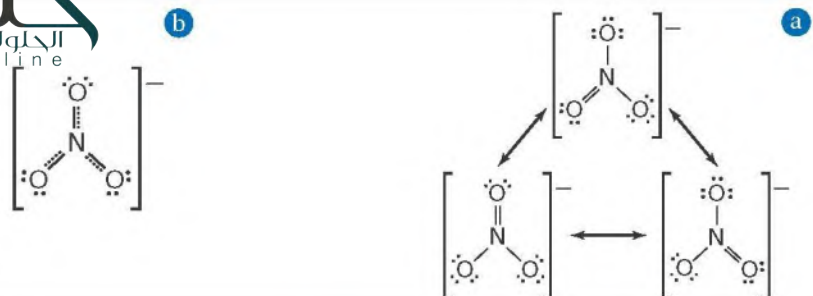
42. تحفيز يحتوي أيون ClO_4^- على عدد من الأزواج غير المرتبطة. ارسم تركيب لويس له.

41. ارسم تركيب لويس لأيون NH_4^+ .



42. تحفيزيحتوي أيون ClO_4^- على عدد من الأزواج غير المرتبطة. ارسم تركيب لويس له.





الشكل 14-4 أشكال الرنين
لأيون النترات NO_3^- .

a. تختلف أشكال الرنين هذه في
مكان الرابطة الثنائية فقط، ولا
تتغير أماكن ذرات النيتروجين
والأكسجين.

b. يكون أيون النترات الحقيقي هو
متوسط أشكال الرنين الثلاثة
في **a.**

تبين الخطوط المنقطعة أماكن
محتملة للرابطة الثنائية.

أشكال الرنين Resonance Structures

يمكن باستخدام مجموعة الذرات نفسها الحصول على أكثر من تركيب لويس صحيح، وذلك
حينما يكون للجزيء أو الأيون المتعدد الذرات روابط أحادية وثنائية في الوقت نفسه، ولأيون
النترات المتعدد الذرات المبين في الشكل **14a-4** ثلاث أشكال متكافئة، يمكن استعمالها
لتمثيل هذا الأيون.

الرنين حالة تحدث عندما يكون هناك احتمال لرسم أكثر من تركيب لويس لشكل الجزيء أو الأيون.
ويشار إلى تركيب لويس الصحيح الذي يمثل الجزيء نفسه أو الأيون بأشكال الرنين.
وتختلف أشكال الرنين في مكان وجود أزواج الإلكترونات لا في مكان وجود الذرة. لذا
تختلف أماكن الأزواج غير الرابطة وأزواج الروابط في الأشكال. ولجزيء O_3 والأيونات
المتعددة الذرات NO_3^- ، NO_2^- ، SO_3^{2-} ، CO_3^{2-} أشكال رنين.

ومن المهم معرفة أن كل جزيء أو أيون له رنين خاص به، يظهر كأن له بناءً واحدًا فقط.
انظر الشكل **14b-4**، أظهرت القياسات العملية أن أطوال الروابط لهذا الجزيء المحسوبة في
المختبر متماثلة، وتكون الروابط أقصر من الروابط الأحادية، ولكنها أطول من الروابط الثنائية.
وقد وجد أن الطول الحقيقي للرابطة هو المتوسط الحسابي لأطوال الروابط في أشكال الرنين.

مسائل تدريبية

ارسم أشكال الرنين للجزيئات الآتية:

43. NO_2^- **44.** SO_2 **45.** O_3

46. تحفيز ارسـم أشكال رنين لويس لأيون SO_3^{2-}

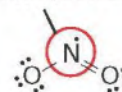
استثناءات القاعدة الثمانية Exceptions to the Octet Rule

عادة ما تحصل الذرات على ثمانية إلكترونات عندما تتحد بذرات أخرى. ولكن بعض
الأيونات والجزيئات لا تتبع القاعدة الثمانية. وهناك بعض الأسباب لهذه الاستثناءات.

العدد الفردي من إلكترونات التكافؤ يمكن أن يكون لمجموعة صغيرة من الجزيئات أعداد
فردية لإلكترونات التكافؤ، ولا تستطيع أن تكون ثمانية إلكترونات حول كل ذرة. فمثلاً: NO_2
له خمسة إلكترونات تكافؤ من النيتروجين و12 من الأكسجين، أي أن المجموع 17 إلكترون
تكافؤ، لذا لا يمكنه تكوين عدد صحيح من أزواج الإلكترونات. انظر الشكل **15-4**. وتعد
 NO ، ClO_2 أمثلة أخرى على جزيئات ذات إلكترونات تكافؤ فردية العدد.

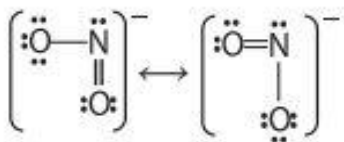
الشكل 15-4 لا تحقق ذرة
النيتروجين المركزية في جزيء
 NO_2 القاعدة الثمانية. فهي
تحتوي على سبعة إلكترونات فقط،
في مستوى الطاقة الخارجي.

القاعدة الثمانية غير مكتملة

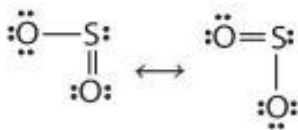


ارسم أشكال الرنين للجزيئات الآتية:

43. NO_2^-



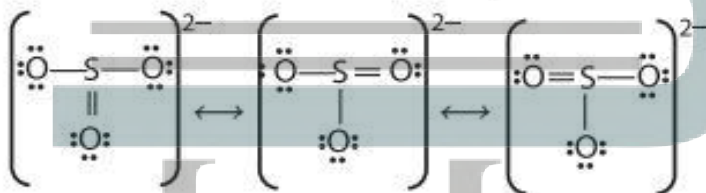
44. SO_2



45. O_3

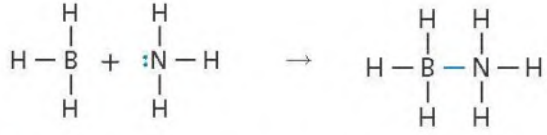


46. تحفيز ارسم أشكال رنين لويس للأيون SO_3^{2-} .



الشكل 16-4 في تفاعل ثلاثي هيدريد البورون والأمونيا

ذرة النيتروجين إلكترونين يتم مشاركتها بين البورون والأمونيا لتكوين رابطة تساهمية تناسقية.



فسّر هل تحقق الرابطة التساهمية التناسقية في هذا الجزيء القاعدة الثمانية؟

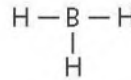
ليس لذرة البورون إلكترونات لتشارك بها. في حين أن لذرة النيتروجين إلكترونين للمشاركة.

تشارك ذرة النيتروجين بإلكتروناتها لتكوين رابطة تساهمية تناسقية.

اجابة سؤال الشكل ١٦-٤ :

نعم , كل ذرة مشاركة في الرابة لها ثمانية إلكترونات .

حالات الاستقرار بأقل من ثمانية إلكترونات والرابطة التساهمية التناسقية تُعزى الحالات الاستثنائية الأخرى للقاعدة الثمانية إلى وصول بعض المركبات إلى التركيب المستقر بأقل من ثمانية إلكترونات حول الذرة. وهذه المجموعة نادرة الوجود، ومن الأمثلة عليها BH_3 . يوجد البورون في المجموعة 13، وهو عنصر شبه فلزي، ويكون ثلاث روابط تساهمية مع ذرات لا فلزية أخرى.



تشارك ذرة البورون بستة إلكترونات فقط؛ أي لا تتبع القاعدة الثمانية. وتكون مثل هذه المركبات في الغالب قابلة للتفاعل، لأن لها القابلية لاستقبال زوج من الإلكترونات من ذرة أخرى. تتكون الرابطة التساهمية التناسقية عندما تقدم إحدى الذرات إلكترونين لتشارك بهما ذرة أخرى أو أيوناً آخر بحاجة إلى إلكترونين ليكونا ترتيباً إلكترونياً مستقرّاً بأقل طاقة وضع. انظر الشكل 16-4، عادة ما تكون الذرات، أو الأيونات ذات الأزواج غير الرابطة روابط تساهمية تناسقية مع ذرات أو أيونات تحتاج إلى إلكترونين إضافيين.

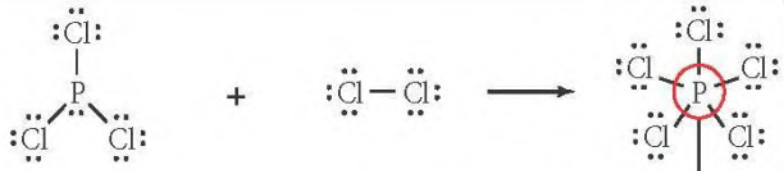
حالات الاستقرار بأكثر من ثمانية إلكترونات من المركبات التي لا تتبع القاعدة الثمانية ذرة مركزية تحتوي على أكثر من 8 إلكترونات تكافؤ. ويمكن تفسير ذلك بالأخذ بعين الاعتبار المستوى d الذي يوجد في مستويات طاقة عناصر الدورة الثالثة وما بعدها. وبين الشكل 17-4 كيف تصل ذرة الفوسفور في جزيء PCl_5 إلى حالة الاستقرار بأكثر من ثمانية إلكترونات؛ إذ تتكون خمس روابط من عشرة إلكترونات مشتركة في مستوى s واحد وثلاثة مستويات p ومستوى d واحد. والمثال الآخر هو جزيء SF_6 الذي يحتوي على ستة روابط تشارك في 12 إلكترونات في مستوى s وثلاثة مستويات p، واثنين من مستويات d.

وعندما نرسم بناء لويس لهذه المركبات فإما أن نضيف أزواج إلكترونات غير رابطة للذرة المركزية، أو أن يكون هناك أكثر من أربع ذرات ترتبط في الجزيء.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص الأسباب الثلاثة التي تجعل جزيئاً ما لا ينتمي إلى الجزيئات التي تحقق القاعدة الثمانية.

الشكل 17-4 قبل تفاعل PCl_3 و Cl_2

تتبع كل ذرة في المادة المتفاعلة القاعدة الثمانية. وبعد التفاعل ينتج PCl_5 الذي لا تتبع ذرة الفوسفور فيه القاعدة الثمانية.



تصل إلى الاستقرار بأكثر من ثمانية إلكترونات

تراكيب لويس: استثناءات القاعدة الثمانية الزينون غاز نبيل، يكون مركبات نادرة عند تفاعله مع اللافلزات الشديدة الجذب للإلكترونات. ارسم تركيب لويس الصحيح للجزيء XeF_4 .

1 تحليل المسألة

لديك الجزيء XeF_4 الذي يحتوي على ذرة Xe واحدة، وأربع ذرات F. ولأن جاذبية Xe للإلكترونات قليلة لذلك يكون الذرة المركزية.

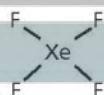
2 حساب المطلوب

يجب أن نجد العدد الكلي للإلكترونات التكافؤ.

$$36 \text{ إلكترون تكافؤ} = \frac{7 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ atom F}} \times 4 \text{ atom F} + \frac{8 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ atom Xe}} \times 1 \text{ atom Xe}$$

$$18 \text{ زوجا} = \frac{36 \text{ إلكترونات}}{2 \text{ إلكترون / زوج}}$$

حدد العدد الكلي لأزواج الرابطة.



استخدم أزواج الرابطة الأربعة لربط أربع ذرات F مع ذرة Xe المركزية.

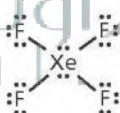
18 زوجا (المجموع الكلي) - 4 أزواج مستخدمة = 14 زوجا غير رابط

حدد عدد الأزواج غير الرابطة

أضف ثلاثة أزواج إلكترونات إلى كل ذرة F.

$$14 \text{ زوجا} - \frac{3 \text{ أزواج}}{1 \text{ atom F}} \times 4 \text{ atom F} = \text{زوجين غير رابطين}$$

وأوجد عدد الأزواج غير الرابطة.



ضع الزوجين المتبقين على ذرة Xe المركزية.

3 تقويم الإجابة

يعطي هذا التركيب ذرة الزينون 12 إلكترونًا. وهذا يعني أنها تصل إلى الاستقرار بأكثر من 8 إلكترونات. تعد مركبات الزينون - ومنها XeF_4 - سامة بسبب قدرتها العالية على التفاعل.

مسائل تدريبية

ارسم تراكيب لويس للجزيئات الآتية:

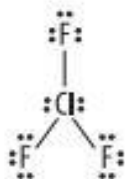
47. ClF_3

48. SO_3

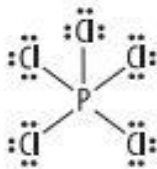
49. تحفيز ارسم تراكيب لويس للجزيء الناتج عن ارتباط 6 ذرات فلور مع ذرة كبريت بروابط تساهمية.

ارسم تراكيب لويس للجزيئات الآتية:

47. ClF_3

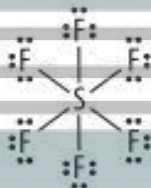


48. PCl_5



49. تحفيز ارسم تراكيب لويس للجزيء الناتج عن ارتباط 6

ذرات فلور مع ذرة كبريت بروابط تساهمية.



التقويم 4-3

الخلاصة

50. **الغرفة الرئيسية** صف المعلومات الموجودة في الصيغة البنائية للجزيء.

51. اذكر الخطوات الضرورية لرسم تراكيب لويس.

52. لخص استثناءات القاعدة الثمانية من خلال عمل أزواج من الجزيئات

والعبارات الآتية: PI_5 ، و ClO_2 ، و BF_3 ، عدد فردي من إلكترونات التكافؤ، أكثر من ثمانية إلكترونات، أقل من ثمانية إلكترونات.

53. قوم يزعم أحد الطلاب أن المركبات الثنائية التي تحتوي على روابط سيجما فقط يمكنها إظهار خاصية الرنين. هل هذه العبارة صحيحة؟

54. ارسم أشكال الرنين لجزيء أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O .

55. ارسم تراكيب لويس لكل من AsF_6^- ، HCO_3^- ، SiF_4 ، CN^- .

■ هناك أكثر من نموذج يمكن استعماله

لتمثيل الجزيئات.

■ يحدث الرنين عندما يكون هناك أكثر

من شكل لويس للجزيء الواحد.

■ لا تتبع بعض الجزيئات القاعدة الثمانية.

50. صف المعلومات الموجودة في الصيغة البنائية للجزيء.

عدد الذرات وأنواعها، وشكل تقريبي للجزيء.

51. اذكر الخطوات الضرورية لرسم تراكيب لويس.

تحديد الذرة المركزية والذرات الجانبية، وكذلك تحديد عدد إلكترونات وأزواج الإلكترونات المترابطة، ثم وصل الذرات الجانبية بالذرة المركزية بواسطة روابط أحادية. وتحديد عدد أزواج الربط المتبقية، ومن ثم تطبيق قاعدة الثمانية لتكون روابط ثنائية أو ثلاثية إذا اقتضت الضرورة.

52. لخص استثناءات قاعدة الثمانية من خلال عمل أزواج من

الجزيئات والعبارات الآتية: BF_3 ، ClO_2 ، PI_3 ، عدد فردي من إلكترونات التكافؤ، أكثر من ثمانية إلكترونات، أقل من ثمانية إلكترونات.

قاعدة الثمانية الممتدة (أكثر من ثمانية إلكترونات)؛ PI_3 ، عدد فردي من إلكترونات التكافؤ؛ ClO_2 ، أقل من ثمانية إلكترونات؛ BF_3 .

53. قوم يزعم أحد الطلاب أن المركبات الثنائية التي تحتوي

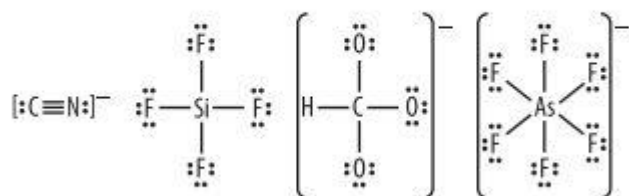
على روابط سيجما فقط يمكنها إظهار خاصية الرنين. هل هذه العبارة صحيحة؟

لا؛ يجب أن يكون للجزيء أو الأيون العديد الذرات رابطة أحادية (سيجما) ورابطة ثنائية (باي) لكي يظهر خاصية الرنين.

54. ارسم أشكال الرنين لجزيء أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O .



55. ارسم تراكيب لويس لكل من AsF_6^- ، HCO_3^- ، SiF_4 ، CN^- .



- **تلخص مفهوم نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR.**
- **تتوقع الشكل وزاوية الرابطة في الجزيء.**
- **تعرف التهجين.**

مراجعة المفردات

المستوى: منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تصف الموقع المحتمل لوجود إلكترون.

المفردات الجديدة

نموذج VSEPR
التهجين

أشكال الجزيئات Molecular Shapes

الفكرة الرئيسية يستعمل نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR لتحديد شكل الجزيء.

الربط مع الحياة لعلك يوماً دلت بالوين بشعرك وأنت تلعب. هل رأيت كيف يتنافر البالونان بسبب شحنتيهما المشابهتين، ويتبعد أحدهما عن الآخر؟ وكذلك الحال مع الشحنات؛ فإن أشكال الجزيئات تتأثر بقوة التنافر الإلكترونية.

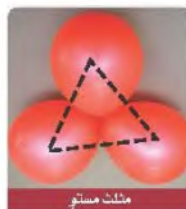
نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR Model

يُحدد شكل الجزيء الكثير من خواصه الفيزيائية والكيميائية، وتحدد الكثافة الإلكترونية الناجمة عن تداخل مستويات الإلكترونات المشتركة معاً شكل الجزيء. وقد طُورت أكثر من نظرية لشرح تداخل مستويات الترابط، ويمكن استخدامها في توقع شكل الجزيء. كما يمكن معرفة شكل الجزيء عندما نرسم تراكيب لويس له. ويُسمى النموذج المستخدم في تحديد شكل الجزيء **نموذج VSEPR** (التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ). ويعتمد هذا النموذج على الترتيب الذي من شأنه أن يقلل التنافر بين أزواج الإلكترونات الرابطة وغير الرابطة حول الذرة المركزية إلى أقصى درجة ممكنة.

زاوية الرابطة لفهم نموذج VSEPR على نحو أفضل تخيل بالونات منتفخة بحجم متماثلة ومربوطاً بعضها مع بعض كما في الشكل 4-18؛ حيث يمثل كل بالون منطقة كثافة إلكترونية، وتمنع قوة تنافر منطقة الكثافة الإلكترونية الأخرى من دخولها. وعندما تتصل مجموعة من البالونات بنقطة مركزية، وهي تمثل الذرة المركزية فمن الطبيعي أن تأخذ هذه البالونات شكلاً يقلل من التصادم بينها.

تتنافر أزواج الإلكترونات في الجزيء بطريقة مماثلة، وتعمل قوى التنافر هذه على تثبيت مواقع الذرات في الجزيء بحيث تصنع زوايا ثابتة بعضها مع بعض. وتعرف الزاوية بين ذرتين جانبيتين والذرة المركزية بزاوية الرابطة. وتكون قيم زوايا الروابط التي يمكن توقعها بنموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ مدعومة بأدلة تجريبية. وتؤثر أزواج الإلكترونات غير الرابطة أيضاً في تحديد شكل الجزيء؛ إذ تحتل هذه الإلكترونات مستويات أكبر قليلاً مقارنة بالإلكترونات المشتركة. لذا تضغط أزواج الإلكترونات غير الرابطة مستويات الترابط المشتركة بين الذرات.

الربط مع علم الأحياء يعد شكل جزيئات الطعام عاملاً مهماً في تحديد طعمها، حيث تغطي براعم التذوق سطح اللسان، ويحتوي كل برعم ما بين 50 إلى 100 من خلايا مستقبلات التذوق.



الشكل 4-18 تتباعد أزواج الإلكترونات في الجزيء بعضها عن بعض قدر ما أمكن ذلك، كما هو مبين في ترتيب البالونات. إذ يكون زوجان شكلاً خطياً، وتكون ثلاثة أزواج شكل مثلث مستوي، في حين تكون أربعة أزواج شكلاً رباعياً الأوجه منتظماً.

المفردات

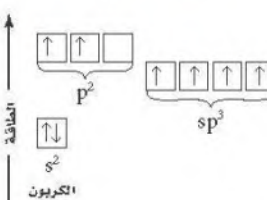
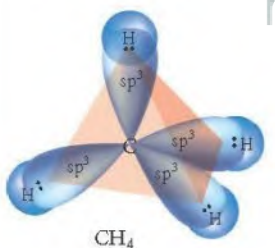
أصل الكلمة

مثلث مستوي Trilateral planner
من أصل لاتيني trigonum،
وتعني شكلاً له ثلاث زوايا في
سطح مستوي.

الشكل 19-4 تشغل

إلكترونات ذرة الكربون
الموجودة في المستويات 2s و 2p
مستويات مهجنة من نوع sp^3 .
لاحظ أن قيمة طاقة المستويات
المهجنة تعادل متوسط طاقة
وضع مستويات s و p الأصلية.
وتبعاً لنظرية VSEPR فإن الشكل
الرباعي الأوجه المنتظم يقلل التنافر
بين المستويات المهجنة في جزيء
 CH_4 .

حدد كم وجهاً يحتوي شكل جزيء
الميثان الناتج عن مستويات sp^3 .



وتحدد خلايا مستقبلات التذوق 5 نكهات، هي الحلو والمر والمالح والحامض ونكهة طعم
جلوتومات الصوديوم الأحادية MGS. وتستجيب كل خلية مستقبلية للتذوق نكهة واحدة فقط.
تحدد أشكال جزيئات الطعام اعتماداً على تركيبها الكيميائي. وحينما يدخل الجزيء نسيج
التذوق يجب أن يكون له الشكل الصحيح لتتمكن كل خلية عصبية من تمييزه، وإرسال
رسالة إلى الدماغ الذي يحللها بوصفها نكهة معينة. وعندما ترتبط هذه الجزيئات بمستقبلات
الطعم الحلو يكون مذاقها حلواً. وكلما ازداد عدد جزيئات الطعام المرتبطة بمستقبلات الطعم
الحلو زادت حلاوة الطعام. فالسكر والمحليات المصنعة ليست الجزيئات الحلوة الوحيدة؛
فبعض البروتينات الموجودة في الفاكهة جزيئات حلوة الطعم. ولقد تم إدراج بعض أشكال
الجزيئات المعروفة في الجدول 4-6.

التهجين Hybridization

يحدث التهجين عند دمج شيتين معاً، حيث يكون للشيء المهجن خواص كلا الشيتين معاً.
فالسيارات المهجنة مثلاً تستخدم الكهرباء والجازولين مصادر للطاقة. وخلال الترابط
الكيميائي يخضع العديد من المستويات الذرية لعملية التهجين. ولفهم ذلك، ادرس
رابطة جزيء الميثان CH_4 . فلذرة الكربون 4 إلكترونات تكافؤ، وتوزعها الإلكترونات في
 $[He]2s^2 2p^2$. وربما تتوقع أن يرتبط الإلكترونان المنفردان من p بذرات أخرى، وأن تبقى
إلكترونات 2s أزواجاً غير مرتبطة. ولكن يحصل لذرات الكربون عملية التهجين، حيث
تختلط المستويات الفرعية لتكوّن مستويات مهجنة جديدة متماثلة.

يبين الشكل 19-4 المستويات المهجنة في ذرة الكربون، حيث يحتوي كل مستوى مهجن على إلكترون
واحد يمكن أن يشترك به مع ذرة أخرى، ويُسمى بالمستوى المهجن sp^3 لأنه يتكوّن من المستوى s وثلاثة
مستويات p. ويعد الكربون أشهر العناصر التي تخضع لعملية التهجين. وتكوّن المستويات المهجنة
تختلط معاً وتكوّن المستوى المهجن مساوياً لمجموع أعدادها. بالإضافة إلى ذلك يكون عدد المستويات المهجنة الناتجة
فعلياً سبيل المثال، $AlCl_3$ ثلاثة أزواج من الإلكترونات، ويتوقع نموذج VSEPR أن يكون
شكل الجزيء مثلثاً مستوياً. وينتج هذا الشكل عند تداخل المستوى الفرعي s مع مستويين
فرعيين من p في الذرة المركزية Al وتكوين ثلاثة مستويات هجينة متشابهة من نوع sp^2 .
تحتل الأزواج غير المرتبطة مستويات مهجنة أيضاً. قارن بين المستويات المهجنة في H_2O و $BeCl_2$
الموجودة في الجدول 4-6، حيث يحتوي كل من المركبين على ثلاث ذرات. فلماذا يحتوي جزيء
 H_2O على مستويات sp^3 ؟ هناك زوجان غير مرتبطين على ذرة الأكسجين المركزية في H_2O ،
لذا يجب أن يكون هناك أربعة مستويات مهجنة، اثنان للربط واثنان لأزواج غير مرتبطة.
تذكر أن الرابطة التساهمية المتعددة تتكوّن من رابطة سيجما واحدة، ورابطة باي أو أكثر.
تحتل إلكترونات رابطة سيجما فقط مستويات مهجنة مثل sp و sp^2 ، أما بقية مستويات p
غير المهجنة فتكوّن روابط باي (π). وإذا علمت أن الروابط التساهمية الأحادية والثنائية
والثلاثية تحتوي على مستوى مهجن واحد. لذا فإن CO_2 يحتوي على رابطتين ثنائيتين ويكون
المستوى المهجن من نوع sp .

✓ ماذا قرأت؟ اذكر عدد الإلكترونات المتوفرة للترابط في المستوى المهجن sp^3 .

اجابة سؤال ماذا قرأت :

واحد .

تمثل الكرات الذرات، مثل الناصب الروابط، وأما الفلقات (الفضاء) فتمثل أزواج الإلكترونات غير الرابطة.

الأشكال الفراغية للجزيئات

الجدول 4-6

الجزء	العدد الكلي لأزواج الإلكترونات	الأزواج المشتركة	الأزواج غير الرابطة	المستويات المهجنة	أشكال الجزيئات
BeCl_2	2	2	0	sp	خطي 180°
AlCl_3	3	3	0	sp^2	مثلث مستوي 120°
CH_4	4	4	0	sp^3	رباعي الأوجه منتظم 109.5°
PH_3	4	3	1	sp^3	مثلثي هرمي 107.3°
H_2O	4	2	2	sp^3	منحني 104.5°
NbBr_5	5	5	0	sp^3d	ثنائي الهرم مثلثي (السداسي الأوجه) 90° 120°
SF_6	6	6	0	sp^3d^2	ثماني الأوجه منتظم 90°

يحتوي جزيء BeCl_2 على زوجين فقط من الإلكترونات المرتبطة مع ذرة Be المركزية. لذا تكون الإلكترونات الرابطة على أبعد مسافة ممكنة بينها، وزاوية الرابطة 180° وشكل الجزيء خطيًا.

تكون أزواج الإلكترونات الثلاثة المكونة للروابط في المركب AlCl_3 على أكبر مسافة بينها عندما تكون على شكل مثلث مستوي والزوايا بين الروابط 120° .

عندما تحتوي الذرة المركزية في جزيء على أربعة أزواج من الإلكترونات الترابط كما في الميثان CH_4 يكون الشكل رباعي الأوجه منتظمًا والزوايا بين الروابط 109.5° .

لجزيء PH_3 ثلاث روابط تساهمية أحادية وزوج غير مرتبط. يأخذ الزوج غير المرتبط حيزًا أكبر من الرابطة التساهمية. وتوجد قوة تنافر أقوى بين هذا الزوج والأزواج الرابطة مقارنة بالأزواج الرابطة بعضها ببعض. لذا يكون الشكل الناتج مثلثي هرمي والزوايا بين الروابط 107.3° .

للساء رابطتان تساهميتان وزوجان غير رابطتين. ويصنع التنافر بين الأزواج غير الرابطة زاوية مقدارها 104° مما يجعل شكل جزيء الماء منحنياً.

لجزيء NbBr_5 خمسة أزواج من الإلكترونات الرابطة، لذا يقلل الشكل الثنائي الهرم الثلاثي من التنافر بين أزواج الإلكترونات المشتركة.

ليس لجزيء SF_6 أزواج إلكترونات غير رابطة مع الذرة المركزية، ومع ذلك فله ستة أزواج رابطة مرتبة حول الذرة المركزية لتكون شكلًا ثماني الأوجه.

ما شكل الجزيء؟ ثلاثي هيدريد الفوسفور غاز عديم اللون ينتج عن تعفن المواد العضوية، ومنها السمك. ما شكل جزيء ثلاثي هيدريد الفوسفور؟ حدّد مقدار زاوية الرابطة والمستويات المهجنة فيه.

1 تحليل المسألة

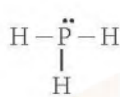
نعلم من المعطيات أن الجزيء ثلاثي هيدريد الفوسفور، وله 3 ذرات هيدروجين جانبية متصلة بذرة فوسفور مركزية.

2 حساب المطلوب

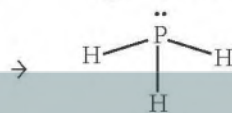
$$8 = \frac{1 \text{ إلكترون تكافؤ}}{1 \text{ Atom H}} \times 3 \text{ Atom H} + \frac{5 \text{ إلكترونات تكافؤ}}{1 \text{ Atom P}} \times 1 \text{ Atom P}$$

$$\frac{8 \text{ إلكترونات}}{2 \text{ إلكترون/زوج}} = 4 \text{ أزواج}$$

حدد العدد الكلي للأزواج المرتبطة



تركيب لويس



الشكل الجزيئي

ارسم شكل لويس باستخدام زوج من الإلكترونات بين كل ذرة هيدروجين وذرة فوسفور مركزية، وضع الزوج غير الرابط على ذرة الفوسفور.

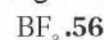
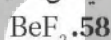
الشكل الجزيئي مثلث هرمي ويكون مقدار زاوية الرابطة 107° ، ونوع التهجين sp^3 في المستويات المهجنة.

3 تقويم الإجابة

كل أزواج الإلكترونات مستخدمة، وكل ذرة لها التوزيع الإلكتروني المستقر.

مسائل تدريبية

ما شكل الجزيء، ومقدار زاوية الرابطة، والمستويات المهجنة في كل مما يأتي:



60. تحفيز ما شكل أيون NH₄⁺ وقيمة زاوية الرابطة ونوع التهجين؟

التقويم 4-4

الخلاصة

- ينص نموذج VSEPR على أن أزواج الإلكترونات يتنافر بعضها مع بعض، وتحدد شكل الجزيء وزوايا الترابط فيه.
- يفسر التهجين أشكال الجزيئات المعروفة من خلال مستويات التهجين المتكافئة.

61. الفكرة الرئيسية: لخص فكرة نموذج VSEPR للترابط.

62. عرّف زاوية الرابطة.

63. اشرح كيف يؤثر وجود زوج إلكترونات غير رابطة في المسافات بين مستويات الروابط المشتركة؟

64. قارن بين حجم المستوى الذي يحتوي زوج إلكترونات مشتركاً وآخر يحتوي زوج إلكترونات غير رابط.

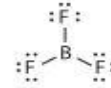
65. حدّد نوع المستويات المهجنة وزوايا الروابط في جزيء له شكل رباعي الأوجه منتظم.

66. قارن بين شكل الجزيء والمستويات المهجنة لكل من PF₃ و PF₅. و اشرح الفرق بين شكليهما.

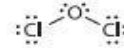
67. نظّم كلاً مما يأتي في جدول: تركيب لويس، شكل الجزيء وزاوية ربط المستويات المهجنة لكل من: NCl₃، و CCl₂F₂، و H₂Se، و CH₂O، و CS₂.

ما شكل الجزيء، ومقدار زاوية الرابطة، والمستويات المهجنة في كل مما يأتي؟

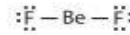
56. BF_3 مثلث مستو، 120° ، sp^2



57. OCl_2 منحن، 140.5° ، sp^3



58. BeF_2 خطي، 180° ، sp

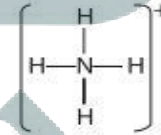


59. CF_4 رباعي الأوجه منتظم، 109° ، sp^3



60. تحفيز ما شكل أيون NH_4^+ ؟ وما قيمة زاوية الرابطة ونوع التهجين؟

رباعي الأوجه منتظم، 109° ، sp^3



التقويم 4-4

65. حدّد نوع المستويات المهجنة وزاوية الرابطة في جزيء CH_2O ، وشكل الجزيء، ونظم كلاً ممّا يأتي في جدول: تركيب لويس، شكل الجزيء، وزاوية ربط المستويات المهجنة لكل من: NCl_3 ، و CCl_2F_2 ، و H_2Se ، و CS_2 .

المستويات المهجنة	زاوية الربط	شكل الجزيء	تركيب لويس	الجزيء
sp^3	107°	مثلثي هرمي	$\begin{array}{c} \text{Cl:} \\ \\ \text{:Cl}-\text{N}-\text{Cl:} \\ \\ \text{Cl:} \end{array}$	NCl_3
sp^3	109°	رباعي الأوجه منتظم	$\begin{array}{c} \text{Cl:} \\ \\ \text{:Cl}-\text{C}-\text{F:} \\ \\ \text{F:} \end{array}$	CCl_2F_2
sp^3	104.5°	منحن	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{Se:} \\ \\ \text{H} \end{array}$	H_2Se
sp^2	120°	مثلث مستو	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C}=\text{O:} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	CH_2O
sp	180°	خطي	$\text{:S}=\text{C}=\text{S:}$	CS_2

61. لخص فكرة نموذج VSEPR للترابط.

تحدّد نظرية VSEPR شكل الجزيئات استناداً إلى طبيعة التناثر بين أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية.

62. عرّف زاوية الرابطة.

هي الزاوية المحصورة بين ذرتين جانبيتين والذرة المركزية.

63. اشرح كيف يؤثر وجود زوج إلكترونات غير مترابطة في المسافات بين مستويات الروابط المشتركة؟

يحتل زوج الإلكترونات غير المترابط مكاناً أكبر من زوج الإلكترونات المترابط؛ لذا يؤدي وجود زوج الإلكترونات غير المترابط إلى دفع أزواج الربط؛ ليقترّب بعضها من بعض.

64. قارن بين حجم المستوى الذي يحتوي على زوج إلكترونات مشترك وآخر يحتوي على زوج إلكترونات غير مترابط.

يحتل المستوى الذي يحتوي على زوج إلكترونات غير مترابط مكاناً أكبر من المستوى الذي يحتوي على زوج إلكترونات مترابط.

الجدول 4-7	فرق الكهروسالبية ونوع الرابطة
فرق الكهروسالبية	نوع الرابطة
> 1.7	أيونية غالباً
$0.4 - 1.7$	تساهمية قطبية
< 0.4	تساهمية غالباً
0	تساهمية غير قطبية

اجابة سؤال النص :

ما نسبة الصفة الأيونية
في رابطة بين ذرتين
فرق الكهروسالبية
بينهما ٢,٠٠ ؟ ٦٠%
تقريباً

أين يمكن رسم LiBr
على المنحنى البياني؟
عن يسار NaBr ، عند
فرق كهروسالبية ١,٩٨

اجابة سؤال ماذا قرأت :

٠% .

نوع الرابطة لا يمكن أن تكون الرابطة الكيميائية بين ذرات العناصر المختلفة رابطة أيونية أو تساهمية بالكامل. يعتمد نوع الرابطة على مقدار قوة جذب الذرات للإلكترونات الرابطة. ويبين الجدول 4-7 إمكانية توقع نوع الرابطة باستعمال فرق الكهروسالبية بين العناصر المكونة للرابطة. ويكون فرق الكهروسالبية للإلكترونات الرابطة بين ذرتين متماثلتين صفراً، وهذا يعني أن الإلكترونات موزعة بالتساوي بين الذرتين. وتعد هذه الرابطة تساهمية غير قطبية أو تساهمية نقية. وفي المقابل، ولأن العناصر المختلفة لها قيم كهروسالبية مختلفة لذا لا يتوزع زوج الإلكترونات الرابطة التساهمية بين ذرات العناصر المختلفة بالتساوي. وينتج عن عدم التساوي في التوزيع رابطة تساهمية قطبية. وعندما يكون هناك فرق كبير في الكهروسالبية بين الذرات المترابطة ينتقل الإلكترون من ذرة إلى أخرى، مما يؤدي إلى تكون رابطة أيونية.

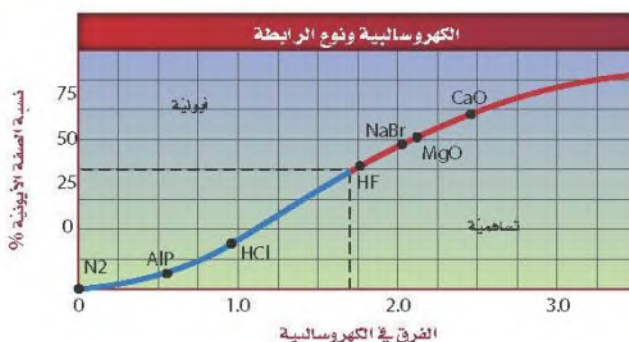
أحياناً تكون الرابطة غير واضحة ما إذا كانت أيونية أو تساهمية. فإذا كان الفرق في الكهروسالبية 1.7 فإن ذلك يعني أن الرابطة بنسبة 50% أيونية، وبنسبة 50% تساهمية.

وعادةً تتكون الرابطة الأيونية عندما يكون فرق الكهروسالبية أكبر من 1.7. ومع ذلك، لا يتفق هذا الحد الفاصل في بعض الأحيان مع التجارب العملية التي يرتبط فيها لافزان معاً. ويلخص الشكل 21-4 مدى الترابط الكيميائي بين ذرتين. ما نسبة الصفة الأيونية في الرابطة التي تنتج عن اتحاد ذرتين فرق الكهروسالبية بينهما ٢,٠٠؟ وأين سيكون مكان LiBr على الرسم البياني؟
✓ **ماذا قرأت؟ حلل** ما نسبة الصفة الأيونية في رابطة تساهمية نقية؟

الشكل 21-4 يوضح الرسم البياني أن فرق الكهروسالبية بين الذرات المترابطة يحدد نسبة الصفة الأيونية في الرابطة. تكون الرابطة أيونية إذا كانت نسبة الصفة الأيونية فيها أكثر من 50%.

اختبار الرسم البياني

حدد نسبة الصفة الأيونية للرابطة في أكسيد الكالسيوم.

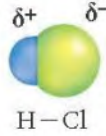


اجابة سؤال اختبار الرسم البياني :

٧٤% تقريباً .

$$\frac{H = 2.20}{= 0.96}$$

الكهروسالبية
الكهروسالبية
الفرق



الشكل 22-4 قيمة الكهروسالبية للكلور أعلى منها للهيدروجين، وذلك يقضي زوج الإلكترونات الرابط في جزيء HCl وقت أطول في جزيء Cl منه في جزيء H. وتستخدم الرموز لإبراز الشحنة الجزئية عند كل طرف (ذرة) من الجزيء لبيان عدم تساوي المشاركة في زوج الإلكترونات الرابط.

الروابط التساهمية القطبية Polar Covalent Bonds

تتكون الروابط التساهمية القطبية نتيجة عدم جذب الذرات للإلكترونات الرابطة المشتركة بالقوة نفسها. وتُشبه الرابطة التساهمية القطبية رياضة شد الحبل بين فريقين غير متساويين القوى، فعلى الرغم من إمساك كل منهما بالحبل إلا أن الفريق الأقوى يسحب الحبل إلى جهته. وعندما تتكون الرابطة القطبية تُسحب أزواج الإلكترونات المشتركة في اتجاه إحدى الذرات، لذا تضي الإلكترونات وقتاً أطول حول هذه الذرة، وينتج عن ذلك شحنة جزئية عند نهايتي الرابطة.

ويستخدم الحرف الإغريقي δ ليمثل الشحنة الجزئية في الرابطة التساهمية القطبية. وتمثل δ^- شحنة جزئية سالبة، في حين تمثل δ^+ شحنة جزئية موجبة. وتضاف δ^- و δ^+ إلى الشكل الجزيئي لتوضيح قطبية الرابطة التساهمية، كما في الشكل 22-4. تكون الشحنة الجزئية السالبة عند طرف الذرة ذات الكهروسالبية الأكبر. أما الشحنة الجزئية الموجبة فتكون عند طرف الذرة ذات الكهروسالبية الأقل. وتعرف الرابطة القطبية الناتجة بثنائية القطب.

القطبية الجزيئية تُكون الجزيئات ذات الروابط التساهمية قطبية أو غير قطبية، ويعتمد نوع الرابطة على مكان وطبيعة الروابط التساهمية في الجزيء. ومن الخواص المميزة للجزيئات غير القطبية أنها لا تنجذب للمجال الكهربائي، إلا أن الجزيئات القطبية تنجذب للمجال الكهربائي؛ ويعود السبب في ذلك إلى أن الجزيئات القطبية ثنائية الأقطاب، لها شحنات جزئية عند أطرافها، لذا تكون الكثافة الإلكترونية غير متساوية عند الطرفين. وينتج عن ذلك تأثر الجزيئات القطبية بالمجال الكهربائي والانتظام داخله.

القطبية وشكل الجزيء يمكنك معرفة سبب كون بعض الجزيئات قطبية وبعضها الآخر غير قطبي بمقارنة جزيء الماء H_2O وجزيء رباعي كلوريد الكربون CCl_4 ؛ حيث لكلا الجزيئين روابط تساهمية قطبية. وتبعاً لمعلومات الشكل 20-4. فإن الفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الهيدروجين والأكسجين يساوي 1.24، والفرق في الكهروسالبية بين ذرتي الكلور والكربون يساوي 0.61. وعلى الرغم من وجود اختلاف في فرق الكهروسالبية إلا أن رابطة H - O وروابط C - Cl جميعها روابط تساهمية قطبية.



واعتاداً على الصيغ الجزيئية نجد أن لكلا الجزيئين أكثر من رابطة تساهمية قطبية، ولكن جزيء الماء فقط قطبي.

✓ **ماذا قرأت؟ طبق** لماذا ينحني مجرى الماء البطيء من الصنبور عندما يقترب منه بالون مشحون بالكهرباء الساكنة؟

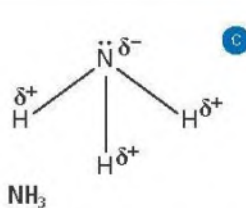
مهن في الكيمياء

كيميائيو التغذية يجب على كيميائي التغذية معرفة كيف تتفاعل المواد وتتغير تحت الظروف المتنوعة. يعمل معظم كيميائيي التغذية لدى الشركات الصانعة للكهات الطعام والشراب. ويتم تدريبهم مدة خمس سنوات في مختبرات التغذية، وعليهم اجتياز اختبار شفوي، ثم العمل تحت إشراف خبير آخر مدة سنتين.

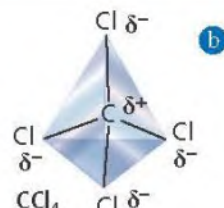
اجابة سؤال ماذا قرأت :

يمتلك الماء جزيئات تساهمية قطبية تتأثر بالمجال الكهربائي الناتج عن بالون مشحون.

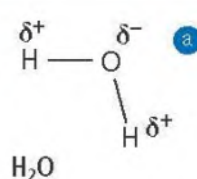
الشكل 23-4 الجزيء القطبيته.



يتبع عن شكل جزيء الأمونيا غير المتماثل عدم التساوي في توزيع الشحنة لذا يكون الجزيء قطبيًا.



يتبع عن تماثل جزيء CCl4 تساوي توزيع الشحنة، لذا يكون الجزيء غير قطبي.



يتمثل الشكل المنحني جزيء الماء قطبيًا.

يكون شكل جزيء H_2O ، كما هو محدد من خلال نموذج VSEPR منحنيًا بسبب وجود زوجين من الإلكترونات غير المرتبطة على ذرة الأكسجين المركزية كما يبين الشكل 23a-4. ولجزيء الماء طرفان دائمان، أحدهما موجب، والآخر سالب؛ لأن روابطه القطبية غير متماثلة، لذا فهو مركب قطبي. أما جزيء CCl_4 فهو رباعي الأوجه، أي متماثل، كما يظهر في الشكل 23b-4، لذا يكون مقدار الشحنة من أي مسافة عن المركز مساويًا لمقدار الشحنة عند المسافة نفسها من الجهة المقابلة. ويكون مركز الشحنة السالبة على كل ذرة كلور، في حين يكون مركز الشحنة الموجبة على ذرة الكربون. ولأن الشحنات الجزئية متساوية لذا يكون جزيء CCl_4 غير قطبي. وعادة ما تكون الجزيئات المتماثلة غير قطبية. أما الجزيئات غير المتماثلة فتكون قطبية إذا كانت الروابط قطبية. هل جزيء الأمونيا في الشكل 23c-4 قطبي؟ لهذا الجزيء ذرة نيتروجين مركزية وثلاث ذرات هيدروجين جانبية، وله شكل مثلثي هرمي بسبب أزواج الإلكترونات غير المرتبطة التي توجد على ذرة النيتروجين. وباستخدام الشكل 20-4 نجد أن الفرق في الكهروسالبية بين الهيدروجين والنيتروجين يساوي 0.84، مما يجعل روابط N-H تساهمية قطبية. إن توزيع الشحنة غير متساو؛ لأن الجزيء غير متماثل، لذا يكون الجزيء قطبيًا.

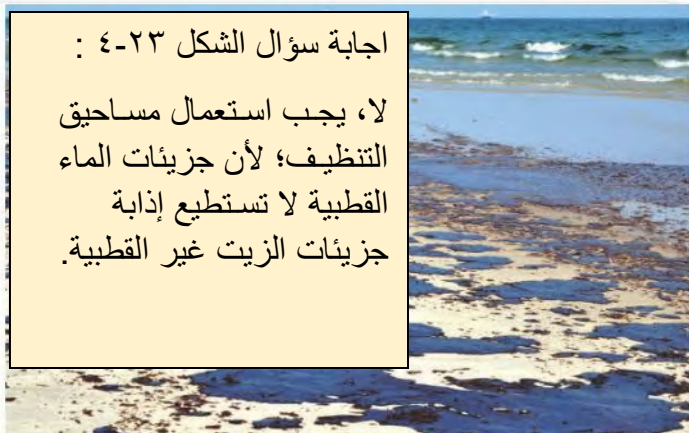
قابلية ذوبان الجزيئات القطبية تبين هذه الخاصية الفيزيائية قدرة مادة ما على الذوبان في مادة أخرى. ويحدد نوع الرابطة وشكل الجزيء مدى قابليته للذوبان. وعادة ما تكون الجزيئات القطبية والمركبات الأيونية قابلة للذوبان في المواد القطبية، أما الجزيئات غير القطبية فتذوب فقط في مواد غير قطبية، كما في الشكل 24-4.

الشكل 24-4 الجزيئات التساهمية المتماثلة -ومنها الزيت ومعظم المنتجات النفطية- مركبات غير قطبية. وتكون الجزيئات غير المتماثلة -ومنها الماء- قطبية. ولا تختلط المواد القطبية بغير القطبية.

استنتج هل يمكننا إزالة بقعة الزيت عن الأقمشة باستخدام الماء فقط؟

اجابة سؤال الشكل 23-4 :

لا، يجب استعمال مساحيق التنظيف؛ لأن جزيئات الماء القطبية لا تستطيع إذابة جزيئات الزيت غير القطبية.



خواص المركبات التساهمية Properties of Covalent Compounds

ملح الطعام مادة أيونية صلبة، والسكر مادة تساهمية صلبة، لهما المظهر نفسه، ولكنها يختلفان في خواصهما عند التسخين. فالمالح لا ينصهر، أما السكر فينصهر عند درجات حرارة منخفضة. هل يؤثر نوع روابط المركب في خواصه؟

القوى بين الجزيئات تعود الاختلافات في الخواص نتيجة الاختلاف في قوى الجذب. ففي المركبات التساهمية تكون الروابط التساهمية بين الذرات في الجزيئات قوية، في حين تكون قوى الجذب بين الجزيئات ضعيفة نسبياً. وتعرف قوى التجاذب الضعيفة هذه بالقوى بين الجزيئات أو قوى فاندرفال Van der Waals forces. وتختلف هذه القوى في قوتها، ولكنها أضعف من قوى الربط التي تربط بين الذرات في الجزيء أو بين الأيونات في المركب الأيوني.

هناك عدة أنواع من القوى بين الجزيئات، ومنها القوى الضعيفة بين الجزيئات غير القطبية التي تسمى قوى التشتت، وكذلك القوى بين الأطراف المشحونة بشحنات مختلفة في الجزيئات القطبية والتي تسمى قوى ثنائية القطب. وكلما زادت قطبية الجزيء زادت هذه القوى. أما القوة الثالثة فهي الرابطة الهيدروجينية، وهي أقوىها. وتتكون بين ذرة هيدروجين تقع في نهاية أحد الأقطاب وذرة نيتروجين أو أكسجين أو فلور في جزيء آخر.

مختبر حل المشكلات

تفسير النتائج

كيف تؤثر قطبية الطور المتحرك في نتائج تحليل بيانات الكروماتوجرام؟

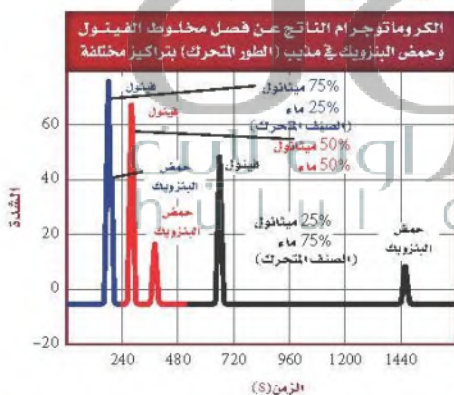
كروماتوجرافيا السائل العالية الكفاءة HPLC تقنية تستخدم لفصل ونقل مكونات مخلوط ما؛ حيث يذاب المخلوط في مذيب ما (الطور المتحرك)، ويمرر عبر أنبوب مبطن بمادة صلبة (الطور الثابت) التي ينجذب إليها بعض مكونات المخلوط أكثر من المكونات الأخرى، وبذلك تمر المكونات الأخرى التي لم تنجذب في الأنبوب وتظل ذائبة في الطور المتحرك، لتخرج أولاً. ويقاس مجس ذلك، بحيث تخرج النتائج على شكل مخطط (كروماتوجرام)، فتشير ارتفاعات قمم المخطط إلى كميات مكونات المخلوط المراد تحليله وفصله.

يستخدم العلماء مخلوط الميثانول مع الماء بوصفه مذيب فصل لمخلوط الفينول - حمض البنزويك.

التفكير الناقد

1. **فسر** اختلاف أزمنة البقاء في المحلول المبينة على الكروماتوجرام.

البيانات والملاحظات



2. **استنتج** اعتماداً على الرسم البياني، ما المادة التي كميتها كبيرة: الفينول أم حمض البنزويك؟ فسر إجابتك.
3. **استنتج** أي المواد في المخلوط لها جزيئات ذات قطبية أعلى؟
4. **حدد** تركيب مذيب الطور المتحرك الأكثر كفاءة لفصل الفينول عن حمض البنزويك؟ فسر إجابتك.

1. فسّر اختلاف أزمنة البقاء في المحلول المبيّنة على الكروماتوجرام.

إن فترة احتجاز الفينول في المحلول أقل من فترة احتجاز حمض البنزويك؛ لأن له قوة تجاذب أقل مع الماء.

2. استنتج اعتمادًا على الرسم البياني، ما المادة التي كميتها كبيرة: الفينول أم حمض البنزويك؟ فسّر إجابتك.

يتوافر الفينول بكميات كبيرة؛ لأن له أكبر ارتفاع قمة؛ فالمساحة المحصورة أسفل القمة تمثل كمية المادة الموجودة في المخلوط.

3. استنتج أي المواد في المخلوط لها جزيئات ذات قطبية أعلى؟

لحمض البنزويك جزيئات قطبية أقوى؛ لأنه يظهر قوة تجاذب أكبر مع الماء. وللفينول جزيئات قطبية أضعف.

4. حدّد تركيب مذيب الطور المتحرك الأكثر كفاءة لفصل الفينول عن حمض البنزويك؟ فسّر إجابتك.

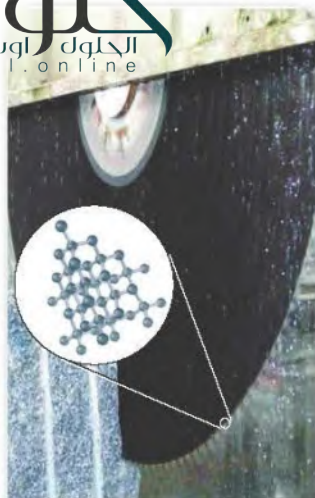
ستتنوع الإجابات. الطور المتحرك الأكثر كفاءة مكون من

50% من الميثانول، و 50% من الماء، ويستخلص كمية أكبر

من مكونات المخلوط (الفينول وحمض البنزويك) حيث تكون،

المسافة أكبر (الفصل أفضل) بين ارتفاعات القمم، ويحتاج

إلى وقت أقل.



الشكل 4-25 عادة ما تستخدم

المواد الصلبة التساهمية الشبكية

أدوات للقطع بسبب صلابتها

الشديدة، وتبين الصورة شفرة

منشار مغلفة بالأناس لقطع الحجر.

القوى والخواص تُعزى خواص المركبات الجزيئية التساهمية إلى القوى التي تربط الجزيئات معاً. ولأن هذه القوى ضعيفة لذا تكون درجات انصهار هذه المواد وغليانها منخفضة مقارنة بالمواد الأيونية. وهذا يفسر سبب انصهار السكر بالتسخين المعتدل في حين لا ينصهر الملح. كما تفسر القوى بين الجزيئات وجود الكثير من المواد الجزيئية في الحالة الغازية، عند درجة حرارة الغرفة. ومن أمثلة الغازات التساهمية الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. ولأن صلابة المواد تعتمد على القوى بين الجزيئات، لذا يكون الكثير من المركبات التساهمية ليناً في حالة الصلابة. والبرافين المستعمل في الشمع ومنتجات أخرى مثال شائع على المواد الصلبة التساهمية اللينة. وتترتب المركبات الجزيئية في الحالة الصلبة، لتكون شبكة بلورية شبيهة بالشبكة الأيونية الصلبة، إلا أن قوى الجذب بين جسيماتها أضعف. ويتأثر بناء الشبكة بشكل الجزيء ونوع القوى بين الجزيئات، ويمكن تحديد معظم المعلومات عن الجزيئات من خلال دراسة المواد الصلبة الجزيئية.

المواد الصلبة التساهمية الشبكية

Covalent Network Solids

هناك بعض المواد الصلبة تسمى بالمواد الصلبة التساهمية الشبكية؛ حيث ترتبط ذراتها بشبكة من الروابط التساهمية، ومن الأمثلة على هذه المواد الألماس والكوارتز.

تكون المواد الصلبة التساهمية الشبكية هشة وغير موصلة للحرارة والكهرباء وشديدة الصلابة، مقارنة بالمواد الصلبة الجزيئية. ويشرح تحليل بناء الألماس بعض هذه الخواص. ففي الألماس، ترتبط كل ذرة كربون بأربع ذرات كربون أخرى. وهذا الترتيب الرباعي الأوجه المنتظم في الشكل 4-25 يشكل نظاماً بلورياً شديد الترابط له درجة انصهار عالية جداً.

التقويم 4-5

الخلاصة

68. **الغرض من الدراسة** لخص كيف يؤثر الفرق في الكهروسالبية في خواص الرابطة؟
69. صف الرابطة التساهمية القطبية.
70. صف الجزيء القطبي.
71. عدد ثلاثاً من خواص المركبات التساهمية في الحالة الصلبة.
72. صنف أنواع الروابط مستخدماً الفرق في الكهروسالبية.
73. عَمِّم الخواص العامة الرئيسة للمواد الصلبة التساهمية الشبكية.
74. توقع نوع الرابطة التي ستتكون بين أزواج الذرات الآتية:

a. H و S	b. H و C	c. Na و S
----------	----------	-----------
75. تعرف أي مما يأتي يُعد جزيئاً قطبياً؟ وأيها يُعد غير قطبي: CF_4 ، و CS_2 ، و SCl_2 .
76. حدد ما إذا كان المركب المكون من الهيدروجين والكبريت قطبياً أو غير قطبي.
77. ارسم تركيب لويس لكل من SF_4 و SF_6 . وحلل كل شكل، وحدد ما إذا كان الجزيء قطبياً أو غير قطبي.

68. لخص كيف يؤثر الفرق في الكهروسالبية في خواص الرابطة؟
كلما زاد الفرق في الكهروسالبية زادت الخواص الأيونية في الرابطة.

69. صف الرابطة التساهمية القطبية.

تنشأ هذه الرابطة بسبب عدم جذب الذرات للإلكترونات المشتركة بالقوة نفسها؛ حيث تنجذب الإلكترونات نحو إحدى الذرات أكثر، مما يتولد عنه شحنات جزئية عند أطرافها.

70. صف الجزيء القطبي.

هو الجزيء الذي له كثافة إلكترونية أكبر على أحد جانبيه.

71. عدد ثلاثاً من خواص المركبات التساهمية في الحالة الصلبة.

تكون الحالة الصلبة للجزيء بلورية، وتكون المركبات التساهمية في الحالة الصلبة غير موصلة ولينة، ولها درجة انصهار منخفضة.

72. صنف أنواع الروابط مستخدماً الفرق في الكهروسالبية.

إذا كان الفرق صفرًا فإن الرابطة تعد تساهمية غير قطبية، وإذا كان الفرق ما بين صفر و 0.4 فتكون الرابطة تساهمية، أما إذا كان الفرق ما بين 0.4 و 1.7 فإن الرابطة تكون تساهمية قطبية، ولكن إذا كان الفرق أكبر من 1.7 فالرابطة أيونية.

73.

عمم الخواص العامة الرئيسة للشبكة.

هشة، غير موصلة للحرارة والكهرباء، وإسليطة جاذبات لايون

74. توقع نوع الرابطة التي ستتكوّن بين أزواج الذرات الآتية:

a. H و S الكهروسالبية $S = 2.58$ و $H = 2.20$

$0.38 =$ الفرق في الكهروسالبية

غالبًا تساهمية

b. H و C الكهروسالبية $C = 2.55$ و $H = 2.20$

$0.35 =$ الفرق في الكهروسالبية

غالبًا تساهمية

c. Na و S الكهروسالبية $S = 2.58$ و $Na = 0.93$

$1.65 =$ الفرق في الكهروسالبية

تساهمية قطبية

75. تعرّف أيّ مما يأتي يُعدّ جزيئًا قطبيًا، وأيّها يُعدّ غير قطبي؟

CF_4 ، CS_2 ، و SCl_2 .

CF_4 غير قطبي، CS_2 غير قطبي، SCl_2 قطبي.

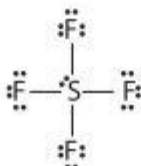
76. حدّد ما إذا كان المركّب المكوّن من الهيدروجين والكبريت

قطبيًا أو غير قطبي.

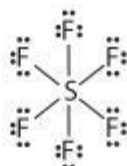
شكل المركّب H_2S متحن، فالمركب قطبي لأنه غير متماثل.

77. ارسم تركيب لويس لكلّ من SF_4 و SF_6 . وحلّل كلّ شكل،

وحّدّد ما إذا كان الجزيء قطبيًا أو غير قطبي.



قطبي



غير قطبي

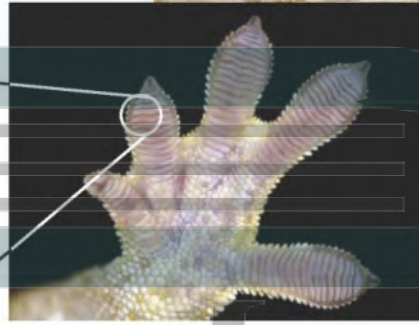
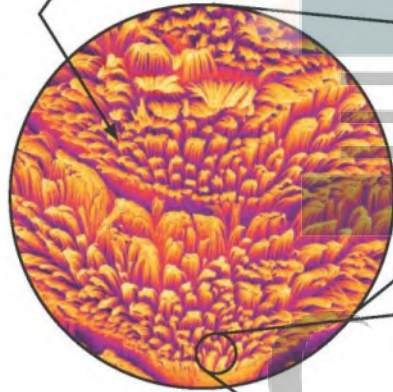
كيف تعمل الأشياء؟

الأقدام اللاصقة : كيف تلتصق السحلية؟

إن التصاق الوزغ على الحائط أو السقف ليس بالأمر الصعب، ويكمن سر قوة الالتصاق الباهرة في أصابعها. فقد وجد الباحثون أن قوة الالتصاق تعتمد على قوى تماسك الذرات.



2 أشواك قاسية بطانة أقدام السحلية عبارة عن بناء هيكلي معقد، له تفرعات مجهرية دقيقة تعرف بالشعيرات الدقيقة.



1 إصبع السحلية يغطي أسفل أصابع السحلية ملايين الأطراف تعرف بالشعيرات الدقيقة وتكون مرتبة في صفوف.



3 مساحة السطح تشكل الشعيرات الدقيقة الكثيرة العدد مساحة سطح واسعة.

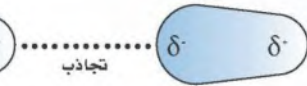
4 التلاصق تتكون قوى فان ديرفال بين المسطحات وشعيرات الأقدام الدقيقة. وتكون هذه القوى كثيرة جداً، تتغلب محصلة قوى فان ديرفال على قوة الجاذبية الأرضية وتبقى السحلية في مكانها.

شعيرة الأقدام



استقطاب مؤقت

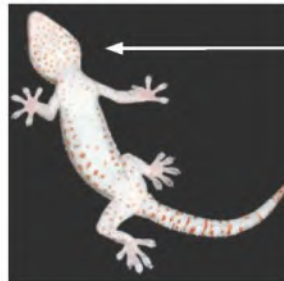
السطح



استقطاب مؤقت

الكتابة في الكيمياء

اختراع يقوم العلماء بتطوير تطبيقات لمواد لاصقة تستند إلى معلوماتهم عن قوى التلاصق التي تستعملها السحالي. ومن التطبيقات المحتملة تصميم روبوت قادر على تسلق الجدران، وأشرطة لاصقة تعمل تحت الماء. هل تتوقع أن تكون استخدامات المواد اللاصقة الجديدة كذلك التي لدى السحلية؟



5 الانتقال والحركة يحدثان عند قيام السحلية بثنى أصابع رجليها مما يقلل من مساحة الجزء اللاصق بالسطوح فتقل قوى فان ديرفال، وتقل قوة التماسك، فتنتقل من مكانها.

اجابة سؤال حل واستنتج :

١ - زيادة المرونة: ثلاثية، ثنائية، أحادية. زيادة القوة: أحادية، ثنائية، ثلاثية.

٢ - لجزيء H_2O رابطتان تساهميان وزوجان غير مرتبطين حول الذرة المركزية. تشغل أزواج الإلكترونات غير المرتبطة الفراغ حول الذرة المركزية وتتنافر مع أزواج إلكترونات الربط، فينتج شكل الزاوية. لجزيء CO_2 رابطتان ثنائيتان بدون أزواج غير مرتبطة. تتنافر إلكترونات الربط وتكوّن الشكل الخطي.

٣ - لجزيء SO_3 شكل رنين؛ لأن له ذرة S مركزية وثلاث ذرات O جانبية تكون إحداها رابطة ثنائية. هناك ثلاثة أشكال رنين، تعتمد على الموقع المحتمل للرابطة الثنائية.

٤ - الجزيئات الأتية قطبية : H_2O , PH , HCN , CO أما الجزيئات الأخرى فغير قطبية .

حل واستنتج

2. كوّن جدولاً لتدوين البيانات.

1. التفكير الناقد بناءً على النماذج الجزيئية التي شاهدتها في المختبر وبنيتها، رتب الروابط الأحادية، والثنائية والثلاثية، حسب ليونتها وقوتها.
2. شاهد واستنتج اشرح سبب الاختلاف بين شكل جزيء الماء H_2O وشكل جزيء ثاني أكسيد الكربون CO_2 .
3. حل واستنتج أحد الجزيئات في هذا النشاط له أشكال من الرنين. حدد أي هذه الجزيئات له ثلاثة أشكال رنين، وارسمها، ثم اشرح لماذا يحدث هذا الرنين؟
4. تعرّف السبب والنتيجة استخدم الفرق في الكهروسالبية لتحديد قطبية الجزيئات المستخدمة في الخطوات 9 - 11، اعتماداً على قيم قطبية الروابط، ونماذج الجزيئات التي نفذت في المختبر، حدد قطبية كل جزيء.
3. لاحظ ودوّن لون الكرات المستخدمة لتمثيل ذرات: الهيدروجين H، الأكسجين O، الفوسفور P، الكربون C، الفلور F، الكبريت S، النيتروجين N.
4. ارسم تراكيب لويس للجزيئات H_2 ، O_2 ، N_2 .
5. احصل على ذرتين (كرتين) من الهيدروجين وثبتهما بواسطة وصلة للحصول على نموذج جزيء H_2 . لاحظ أن النموذج يمثل جزيء هيدروجين ثنائي الذرة ذا رابطة أحادية.

اجابة سؤال حل الاستقصاء :

تجميع نموذجين، لكل نموذج ذرة أكسجين مركزية مرتبطة مع ذرتي أكسجين جانبيتين . إحدى الذرات الجانبية مرتبطة برابطة أحادية، والأخرى برابطة مزدوجة. ويحدد مكان هاتين

الرابطتين أشكال الرنين. يجب أن يوضح تركيب لويس إمكانية التحول بين أشكال الرنين من خلال تبادل موقع زوج الإلكترونات غير المرتبط والرابطة التساهمية.

استقصاء

استعمل الكرات والوصلات لبناء شكلي الرنين لجزيء الأوزون O_3 ، ثم استعن بأشكال لويس لشرح كيف يمكن أن يتحول الجزيء من شكل إلى آخر (الرنين) بأن يحل زوج من الإلكترونات غير المرتبطة محل رابطة تساهمية.

الفكرة العامة تتكون الروابط التساهمية عندما تتشارك الذرات في إلكترونات تكافؤها.

4-1 الرابطة التساهمية

المفاهيم الرئيسية

- تتكون الروابط التساهمية عندما تتشارك الذرات في زوج أو أكثر من إلكترونات التكافؤ.
- ينتج عن المشاركة بزوج واحد أو زوجين أو ثلاثة أزواج من الإلكترونات روابط تساهمية أحادية أو ثنائية، أو ثلاثية على الترتيب.
- تتكوّن روابط سيجما نتيجة التداخل الرأسي للمستويات. أما روابط باي فتتكون نتيجة تداخل المستويات المتوازية. وتتكون الرابطة التساهمية الأحادية من رابطة سيجما، في حين تتكون الرابطة المتعددة من رابطة سيجما ورابطة باي واحدة على الأقل.
- يُقاس طول الرابطة بالمسافة بين نواتي الذرتين المترابطتين. ونحتاج إلى طاقة لتفكيك الرابطة.

الفكرة الرئيسية تستقر ذرات بعض العناصر

عندما تتشارك في إلكترونات تكافؤها لتكوين رابطة تساهمية.

المصردات

- الرابطة التساهمية
- الجزيء
- تركيب لويس
- رابطة سيجما σ
- رابطة باي π
- تفاعل ماص للطاقة
- تفاعل طارد للطاقة

4-2 تسمية الجزيئات

المفاهيم الرئيسية

- تحتوي أسماء الصيغ الجزيئية للمركبات التساهمية على مقاطع للإشارة إلى عدد الذرات الموجودة في الصيغة الجزيئية.
- تكون المركبات التي تنتج H^+ في محاليلها حمضية. وتحتوي الأحماض الثنائية على هيدروجين وعنصر آخر، أما الأحماض الأكسجينية فتحتوي على الهيدروجين وأنيون أكسجيني.

الفكرة الرئيسية تستعمل قواعد محددة

في تسمية المركبات الجزيئية الثنائية الذرات، والأحماض الثنائية، والأحماض الأكسجينية.

المصردات

الحمض الأكسجيني

4-3 التراكيب الجزيئية

المفاهيم الرئيسية

- هناك أكثر من نموذج يمكن استعماله لتمثيل الجزيئات.
- يحدث الرنين عندما يكون هناك أكثر من شكل لويس للجزيء الواحد.
- لا تتبع بعض الجزيئات القاعدة الثمانية.

الفكرة الرئيسية تبين الصيغ البنائية المواقع

النسبية للذرات في الجزيء وطرائق ارتباطها معاً داخل الجزيء.

المصردات

الصيغة البنائية

الرنين

الروابط التساهمية التناسقية

4-4 أشكال الجزيئات

الفكرة الرئيسة

يستعمل نموذج التنافر

المفاهيم الرئيسة

- بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR لتحديد شكل الجزيء.
- ينص نموذج VSEPR على أن أزواج الإلكترونات يتنافر بعضها مع بعض، وتحدد شكل الجزيء وزوايا الترابط فيه.
- يفسر التهجين أشكال الجزيئات المعروفة من خلال مستويات التهجين المتكافئة.

المفردات

نموذج VSEPR

التهجين

4-5 الكهروسالبية والقطبية

الفكرة الرئيسة

يعتمد نوع الرابطة

المفاهيم الرئيسة

- الكيميائية على مقدار جذب كل ذرة للإلكترونات في الرابطة.
- يحدد فرق الكهروسالبية خواص الرابطة بين الذرات.
- تتكون الروابط القطبية عندما لا تكون الإلكترونات المرتبطة منجذبة بالتساوي إلى ذري الرابطة.
- يحدد نموذج VSEPR قطبية الجزيء.
- تجذب الجزيئات بعضها بعضًا بقوة ضعيفة . أما في الشبكة التساهمية الصلبة فتربط كل ذرة بذرات أخرى بروابط تساهمية.

المفردات

الرابطة التساهمية غير القطبية

الرابطة التساهمية القطبية

4-1

إتقان المفاهيم

78. ما القاعدة الثمانية؟ وكيف يمكن استخدامها في الروابط التساهمية؟
79. صف تكوين الرابطة التساهمية.
80. صف تكوين الترابط في الجزيئات.
81. صف قوى التجاذب والتنافر الناتجة عن اقتراب ذرتين إحداهما من الأخرى.
82. كيف يمكنك توقع وجود روابط σ أو باي π في الجزيء؟

إتقان حل المسائل

83. ما عدد إلكترونات التكافؤ لكل من N، As، و Br، و Se؟ وقع عدد الروابط التساهمية التي يحتاج إليها كل عنصر ليحقق قاعدة الثمانية.
84. حدد روابط σ و باي π في كل من الجزيئات الآتية:
- a. $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ b. $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
85. أي الجزيئات الآتية، CO، و CH_2O ، و CO_2 تكون فيها رابطة C-O أقصر، وأنها تكون فيها أقوى؟
86. أي رابطة من الروابط بين الكربون والنيتروجين في الجزيئات الآتية أقصر، وأنها أقوى؟
- a. $\text{C}\equiv\text{N}^-$ و $\text{H}-\text{C}-\text{N}-\text{H}$

87. رتب الجزيئات الآتية من حيث طول الرابطة بين الكبريت والأكسجين تصاعدياً؟
- a. SO_2 b. SO_3^{2-} c. SO_4^{2-}

4-2

إتقان المفاهيم

88. اشرح تسمية المركبات الجزيئية؟
89. متى يُسمى المركب الجزيئي حمضاً؟
90. اشرح الفرق بين سداسي فلوريد الكبريت ورباعي فلوريد ثنائي الكبريت.

91. الساعات: تتكون بلورات الكوارتز التي تستخدم في ساعات اليد من ثاني أكسيد السليكون. اشرح كيف يمكن استخدام الاسم لمعرفة أو تحديد صيغة ثاني أكسيد السليكون؟
92. أكمل الجدول 4-8 الآتي:

الجدول 4-8 أسماء الأحماض	
الصيغة	الاسم
HClO_2	
H_3PO_4	
H_2Se	
HClO_3	

93. سم الجزيئات الآتية:

a. NF_3 b. SO_3 c. NO d. SiF_4

94. سم الجزيئات الآتية:

a. SeO_2 b. SeO_3 c. N_2F_4 d. S_4N_4

95. اكتب صيغ الجزيئات الآتية:

- a. ثنائي فلوريد الكبريت c. رباعي فلوريد الكربون
- b. رباعي كلوريد السليكون d. حمض الكبريتوز

96. اكتب الصيغ الجزيئية للمركبات الآتية:

- a. ثنائي أكسيد السليكون
- b. حمض البروموز
- c. ثلاثي فلوريد الكلور
- d. حمض الهيدروبروميك

4-3

إتقان المفاهيم

97. ما الواجب معرفته لتتمكن من رسم تراكيب لويس لجزيء ما؟
98. عامل التنشيط يدرس علماء المواد خواص البوليمرات عندما يتم معالجتها بمادة AsF_5 . اشرح لماذا يخالف المركب AsF_5 قاعدة الثمانية؟
99. العامل المختزل يستخدم ثلاثي هيدريد البورون BH_3 عاملاً مختزلاً في الكيمياء العضوية. فسّر لماذا يكون BH_3 روابط تساهمية تناسقية مع جزيئات أخرى؟

إتقان حل المسائل

110. أكمل الجدول 9-4 من خلال تعريف التهجين المتوقع للذرة المركزية. (يساعدك رسم تراكيب لويس على الحل).

الجدول 9-4		
الصيغة الجزيئية	نوع التهجين	تراكيب لويس
XeF_4		
TeF_4		
KrF_2		
OF_2		

111. توقع الشكل الجزيئي لكل من المركبين الآتيين:
 CF_2Cl_2 .b COS .a
 112. توقع الشكل الجزيئي وزاوية الرابطة ونوع التهجين لكل مما يأتي. (يساعدك رسم تراكيب لويس على الحل).
 HOF .c SCL_2 .a
 BF_3 .d NH_2Cl .b

4-5

إتقان المفاهيم

113. فسر نمط التغير في الكهروسالبية في الجدول الدوري.
 114. وضح الفرق بين الجزيئات القطبية وغير القطبية.
 115. قارن بين أماكن الإلكترونات الترابط في الرابطة التساهمية القطبية والرابطة التساهمية غير القطبية، وفسر إجابتك.
 116. ما الفرق بين الجزيء التساهمي الصلب والجزيء التساهمي الشبكي الصلب؟ هل هناك اختلاف في الخواص الفيزيائية؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

117. بين الرابطة الأكثر قطبية في كل زوج مما يأتي بوضع دائرة حول نهاية القطب السالب فيها:
 P-H و P-Cl .c C-O و S-C .a
 C-F و C-N .b
 118. أشر إلى الذرة السالبة الشحنة في كل رابطة مما يأتي:
 C-S .c C-H .a
 C-O .d C-N .b

100. يمكن أن يُكوّن عنصر الأنتيمون والكلور مركب ثلاثي كلوريد الأنتيمون وخماسي كلوريد الأنتيمون، اشرح كيف يمكن هذين العنصرين أن يكونا مركبات مختلفة؟

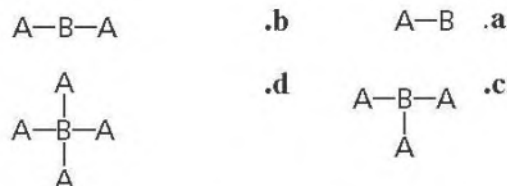
إتقان حل المسائل

101. ارسم ثلاثة أشكال رنين للأيون المتعدد الذرات CO_3^{2-} .
 102. ارسم تراكيب لويس للجزيئات الآتية التي يحتوي كل منها على ذرة مركزية، ولا تتبع قاعدة الثمانية:
 .a PCl_5 .b BF_3 .c ClF_5 .d BeH_2
 103. ارسم شكلي رنين الأيون المتعدد الذرات HCO_2^- .
 104. ارسم تراكيب لويس لكل من المركبات والأيونات الآتية:
 .a H_2S .b BF_4^- .c SO_2 .d SeCl_2
 105. أي العناصر الآتية يكون جزيئاً مستقرّاً تزيد عدد إلكتروناته الخارجية على ثمانية إلكترونات؟ اشرح إجابتك.
 .a B .b C .c P .d O .e Se

4-4

إتقان المفاهيم

106. ما الأساس الذي بني عليه نموذج VSEPR؟
 107. ما أقصى عدد للمستويات المهجنة التي يمكن لذرة الكربون أن تكونها؟
 108. ما الشكل الجزيئي لكل جزيء مما يأتي؟ وقدر زاوية الرابطة لكل جزيء، بافتراض عدم وجود إلكترونات غير مرتبطة.



109. المركب الأصل يستخدم PCl_5 بوصفه مركب أصل في تكوين مركبات أخرى كثيرة. اشرح نظرية التهجين، وحدد عدد مستويات التهجين الموجودة في جزيء PCl_5 .

129. وقود الصواريخ استخدم الهيدرازين وثلاثي فلوريد الكلور ClF_3 في عام 1950م وقوداً للصواريخ. ارسم شكل لويس لـ ClF_3 ، وبين نوع التهجين فيه.
130. أكمل الجدول 4-10 موضحاً عدد الإلكترونات المشتركة في الروابط التساهمية الأحادية، والثنائية، والثلاثية، وحدد مجموعة الذرات التي تكون كلاً من الروابط الآتية:

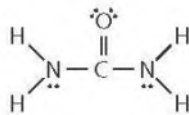
الجدول 4-10 الأزواج المشتركة		
نوع الرابطة	عدد الإلكترونات المترابطة	الغزرات التي تكون الرابطة
التساهمية الأحادية		
التساهمية الثنائية		
التساهمية الثلاثية		

التفكير الناقد

131. صمّم خريطة مفاهيم تربط بين نموذج VSEPR، ونظرية التهجين، وأشكال الجزيئات.
132. قارن بين المركبين التساهمين المعروفين باسم أكسيد الزرنيخ III وثلاثي أكسيد ثنائي الزرنيخ.
133. أكمل الجدول 4-11

الجدول 4-11 الخصائص والترابط			
الغالب	وصف الرابطة	خواص الصلب	مثال
أيوني			
جزيئي تساهمي			
فلزي			
تساهمي شبكي			

134. طبق اليوريا مركب يستخدم في تصنيع البلاستيك والأسمدة. بين روابط σ و π وأزواج الإلكترونات غير المرتبطة في هذا المركب المبين أدناه.



119. توقع أي الروابط الآتية أكثر قطبية

a. $\text{C}-\text{O}$.c. $\text{C}-\text{Cl}$
b. $\text{Si}-\text{O}$.d. $\text{C}-\text{Br}$

120. رتب الروابط الآتية تصاعدياً حسب زيادة القطبية:

a. $\text{C}-\text{H}$.b. $\text{N}-\text{H}$.c. $\text{Si}-\text{H}$
d. $\text{O}-\text{H}$.e. $\text{Cl}-\text{H}$

121. المبردات: تعرف المبردات المعروفة باسم فريون 14- بتأثيرها السلبى في طبقة الأوزون. وصيغة هذا المركب هي CF_4 ، فلماذا يُعد CF_4 جزيئاً غير قطبي مع أنه يحتوي على روابط قطبية؟

122. بين ما إذا كانت الجزيئات أو الأيونات الآتية قطبية، وفسر إجابتك

a. H_3O^+ .c. H_2S
b. PCl_5 .d. CF_4

123. استخدم تراكيب لويس لتنبأ بالقطبية الجزيئية لكل من ثنائي فلوريد الكبريت، ورباعي فلوريد الكبريت وسداسي فلوريد الكبريت.

مراجعة عامة

124. اكتب صيغ الجزيئات الآتية:

a. أول أكسيد الكلور .b. حمض الزرنيخيك
c. خماسي كلوريد الفوسفور .d. حمض كبريتيك الهيدروجين

125. سمّ الجزيئات الآتية:

a. PCl_3 .c. P_4O_6
b. Cl_2O_7 .d. NO

126. ارسم تراكيب لويس للجزيئات والأيونات الآتية:

a. SeF_2 .c. PO_3^{3-} .e. GeF_4
b. ClO_2^- .d. POCl_3

127. حدد أي الجزيئات الآتية قطبي، وفسر إجابتك.

a. CH_3Cl .b. ClF .c. NCl_3
d. BF_3 .e. CS_2

128. رتب الروابط الآتية تصاعدياً حسب القطبية:

a. $\text{C}-\text{O}$.b. $\text{Si}-\text{O}$.c. $\text{Ge}-\text{O}$
d. $\text{C}-\text{Cl}$.e. $\text{C}-\text{Br}$

تقويم إضافي

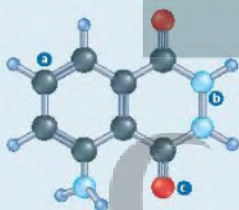
التقوية الكيميائية

140. مضاد التجمد Antifreeze ابحث عن المركب إيثلين جلايكول ethylene glycol لتعرف صيغته الكيميائية، واطرح كيف يساعد تركيب هذا المركب على استخدامه مبرداً.

141. المنظفات اكتب مقالة حول منظف غسل الملابس موضحاً تركيبه الكيميائي، واطرح كيف يزيل الدهون والأوساخ عن الأقمشة.

أسئلة المستندات

يستخدم المحققون الجنائيون عادة المركب التساهمي لومينول luminol للبحث عن بقع الدم؛ إذ تنتج طاقة ضوئية عند تفاعل بعض المواد الكيميائية واللومينول والهيموجلوبين في الدم. والشكل 4-26 يوضح نموذج الكرة والعصا لهذا المركب.

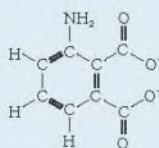


الشكل 4-26

142. حدد الصيغة الجزيئية لمركب اللومينول، وارسم تركيب لويس لهذا الجزيء.

143. بين تهيئ الذرات التي تقع عليها الأحرف a، b، و c في الشكل 4-25.

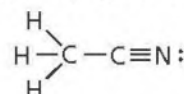
144. عندما يتصل اللومينول مباشرة بأيونات الحديد في الهيموجلوبين ينتج عن التفاعل مركب Na₂APA وماء ونيتروجين وطاقة ضوئية، والشكل 4-27 يبين الصيغة البنائية لأيون APA. اكتب الصيغة الكيميائية لأيون APA العديد الذرات.



أيون APA
الشكل 4-27

135. حلل حدد قطبية كل جزيء يتصف بالخواص الآتية:
- صلب في درجة حرارة الغرفة.
 - غاز في درجة حرارة الغرفة.
 - ينجذب إلى التيار الكهربائي.

136. طبق الصيغة البنائية لمركب أسيتونيتريل CH₃CN



تفحص هذه الصيغة، وحدد عدد ذرات الكربون، ونوع التهجين في كل ذرة من ذرات الكربون، وفسر إجابتك.

مسألة تحفيز

137. تفحص طاقات تفكك الروابط المبينة في الجدول 4-12.

الجدول 4-12 طاقات تفكك الروابط			
الرابطة	طاقة تفكك الرابطة (kJ/mol)	الرابطة	طاقة تفكك الرابطة (kJ/mol)
C-C	348	O-H	467
C=C	614	C-N	305
C≡C	839	O=O	498
N-N	163	C-H	416
N=N	418	C-O	358
N≡N	945	C=O	745

- ارسم تركيب لويس الصحيح لكل من C₂H₂ و HCOOH.
- ما قيمة الطاقة التي تحتاج إليها لتفكيك هذه الجزيئات؟

مراجعة تراكمية

138. اكتب الصيغة الجزيئية الصحيحة لكل مركب مما يأتي:

- كربونات الكالسيوم
- كلورات البوتاسيوم
- أسيئات (خلات) الفضة
- كبريتات النحاس II
- فوسفات الأمونيوم

139. اكتب الاسم الكيميائي الصحيح لكل مركب مما يأتي:

- CoCl₂
- NaI
- Mg(BrO₃)₂
- Fe(NO₃)₃
- Sr(OH)₂

أسئلة الاختيار من متعدد

1. الاسم الشائع للمركب SiH_4 هو رباعي أيودو

سيلان. ما الاسم العلمي له؟

a. رباعي يوديد السيلان.

b. رباعي يود السيلان.

c. يوديد السليكون.

d. رباعي يوديد السليكون.

2. أي المركبات الآتية يحتوي على رابطة باي واحدة على الأقل؟

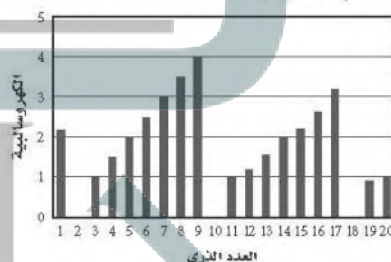
a. AsI_3

b. CO_2

c. BeF_2

d. $CHCl_3$

استخدم الرسم البياني في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.



3. ما كهروسالبية العنصر الذي عدده الذري 14؟

a. 1.5 b. 1.9 c. 2.0 d. 2.2

4. بين أي أزواج العناصر الآتية يكون رابطة أيونية؟

a. العدد الذري 3 و 4

b. العدد الذري 7 و 8

c. العدد الذري 4 و 18

d. العدد الذري 8 و 12

5. أي مما يأتي يمثل تركيب لويس لثنائي كبريتيد

السليكون؟

a. $S::Si::S$

b. $\cdot\ddot{S}::Si::\ddot{S}\cdot$

c. $\cdot\ddot{S}:Si:\ddot{S}\cdot$

d. $:\ddot{S}:\ddot{S}:\ddot{S}:$

6. تكون ذرة السيلينيوم المركزية في سداسي فلوريد

السيلينيوم القاعدة الثمانية. ما عدد أزواج الإلكترونات

التي تحيط بذرة Se المركزية؟

a. 4 b. 5 c. 6 d. 7

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و 8.

طاقة تفكيك الروابط عند 298k			
kJ/mol	الرابطة	kJ/mol	الرابطة
945	$N \equiv N$	242	$Cl-Cl$
467	$O-H$	345	$C-C$
358	$C-O$	416	$C-H$
745	$C=O$	305	$C-N$
498	$O=O$	299	$H-I$
		391	$H-N$

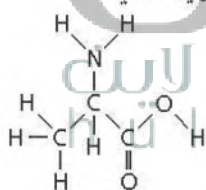
7. أي الغازات الثنائية الذرات فيما يأتي له أقصر رابطة

بين ذرتيه؟

a. HI b. O_2 c. Cl_2 d. N_2

8. ما مقدار الطاقة الضرورية لتفكيك الروابط جميعها

المبينة في الجزيء الآتي؟



a. 3024 kJ/mol c. 4621 kJ/mol

b. 4318 kJ/mol d. 5011 kJ/mol

9. أي المركبات الآتية ليس له شكل الجزيء المنحني؟

a. BeH_2 b. H_2S c. H_2O d. SeH_2

10. أي مما يأتي غير قطبي؟

a. H_2S b. CCl_4 c. SiH_3Cl d. AsH_3

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 14 و 15.

التمثيل النقطي للإلكترونات (تركيب لويس)							
الجموعة	1	2	13	14	15	16	17
	Li·	Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·
							Ne:

14. اعتماداً على تراكيب لويس المبينة أعلاه، أي الأزواج الآتية ترتبط بنسبة 3:2؟

- a. ليشيوم وكربون
b. بيريليوم وكلور
c. بيريليوم ونيتروجين
d. بورون وأكسجين
e. بورون وكربون

15. ما عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير في عنصر

- a. 0
b. 2
c. 4
d. 6
e. 8

16. تحتوي الأحماض الأكسجينية على عنصر الهيدروجين وأنيون الأكسجين، ويوجد منها نوعان يحتويان على الهيدروجين والنيتروجين والأكسجين. حدد هذين الحمضين، وكيف يمكن تعرفهما اعتماداً على أسمائهما وصيغتهما؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

ينتج الجزيء XY_2 عن اتحاد ذرة العنصر X مع ذرتين من العنصر Y. إذا علمت أن العدد الذري للعنصر X يساوي 8 والعدد الذري للعنصر Y هو 1، فأجب عما يأتي:

17. ارسم شكل لويس لهذا الجزيء.
18. هل الجزيء قطبي أم لا؟ فسر إجابتك.
19. وضح نوع المستوى المهجين في هذا الجزيء.
20. فسر لماذا تكون الزوايا بين الروابط في هذا الجزيء أقل من 109.5° درجة؟

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة 11 - 13.

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات المختارة			
المركب	نوع الرابطة	درجة حرارة الانصهار $^\circ\text{C}$	درجة حرارة الغليان $^\circ\text{C}$
F_2	تساهمية غير قطبية	-220	-188
CH_4	تساهمية غير قطبية	-183	-162
NH_3	تساهمية قطبية	-78	33
CH_3Cl	تساهمية قطبية	-64	61
KBr	أيونية	730	1435
Cr_2O_3	أيونية	?	4000

11. تم اكتشاف مركب درجة انصهاره -100°C . فأين مما يأتي ينطبق على هذا المركب؟

- a. روابطه أيونية
b. روابطه تساهمية قطبية
c. له رابطة تساهمية قطبية أو رابطة تساهمية غير قطبية
d. له رابطة تساهمية قطبية أو رابطة أيونية

12. أي مما يأتي لا يمكن أن يكون درجة انصهار Cr_2O_3 ؟

- a. 2375°C
b. 950°C
c. 148°C
d. 3342°C

13. أي المركبات الآتية تنطبق عليه البيانات الواردة في الجدول؟

- a. المركبات التساهمية القطبية لها درجة غليان مرتفعة.
b. المركبات التساهمية القطبية لها درجة انصهار مرتفعة.
c. المركبات الأيونية لها درجة انصهار منخفضة.
d. المركبات الأيونية لها درجة غليان مرتفعة.

4-1

إتقان المفاهيم

78. ما قاعدة الثمانية؟ وكيف يمكن استخدامها في الروابط التساهمية؟

تفقد الذرات الإلكترونات أو تكتسبها أو تشارك بها؛ لتحصل على ثمانية إلكترونات. وتكوّن الروابط التساهمية عندما تتشارك الإلكترونات للحصول على حالة الثمانية.

79. صف تكوين الرابطة التساهمية.

تجذب نواة إحدى الذرات إلكترونات الذرة الأخرى، وتتشاركان في إلكترون أو أكثر.

80. صف تكوين الترابط في الجزيئات.

ترتبط الجزيئات تساهمياً.

81. صف قوى التجاذب والتنافر الناتجة عن اقتراب ذرتين إحداهما من الأخرى.

تنتج قوى التجاذب بين نواة ذرة وإلكترونات الذرة الأخرى. وتنتج قوى التنافر بين أنوية الذرتين وإلكتروناتهما. عندما تقترب ذرتان إحداهما من الأخرى تزداد محصلة قوة التجاذب.

وتصل محصلة قوة التجاذب إلى قيمتها العظمى عند المسافة الحرجة بين الذرتين، وإذا اقتربت الذرتان مسافة أقل من المسافة الحرجة فإن قوى التنافر تصبح أكبر من قوى التجاذب.

انظر الشكل 2-4 صفحة 119 .

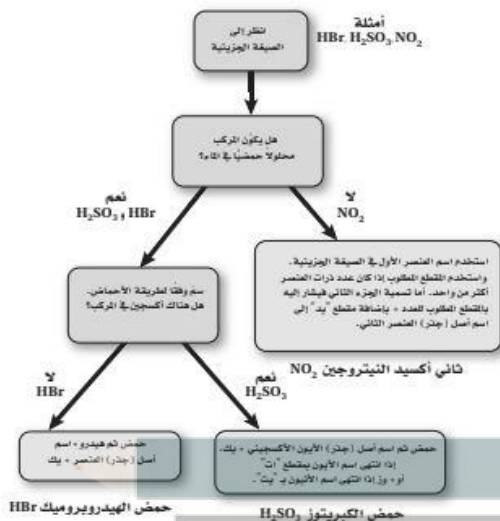
82. كيف يمكنك توقع وجود روابط سيجما σ أو باي π في الجزيء؟

رابطة تساهمية أحادية، رابطة سيجما، رابطة تساهمية ثنائية، رابطة سيجما ورابطة باي، رابطة تساهمية ثلاثية، رابطة سيجما واحدة ورابطتا باي.

إتقان المفاهيم

88. اشرح تسمية المركبات الجزيئية؟

يجب أن تتفق الإجابة مع الشكل 12-4 في صفحة 130.



89. متى يُسمَّى المركب الجزيئي حمضاً؟

عندما يُنتج أيونات H^+ في المحلول المائي.

90. اشرح الفرق بين سداسي فلوريد الكبريت ورباعي فلوريد ثنائي الكبريت.

سداسي فلوريد الكبريت SF_6 ، ذرة كبريت S واحدة ترتبط مع 6 ذرات فلور F، أما رباعي فلوريد ثنائي الكبريت S_2F_4 ذرتا كبريت S ترتبطان مع 4 ذرات فلور F.

91. الساعات، تتكون بلورات الكوارتز التي تُستخدم في ساعات اليد من ثاني أكسيد السليكون. اشرح كيف يمكن استخدام الاسم لمعرفة أو تحديد صيغة ثاني أكسيد السليكون؟

يُشير اسم السليكون إلى ذرة واحدة من Si، وتُشير البادئة (ثاني) إلى وجود ذرتي أكسجين؛ فتكون الصيغة الجزيئية الصحيحة هي SiO_2 .

83. ما عدد إلكترونات التكافؤ لكل من N، وBr، وAs، وSe؟ توقع عدد الروابط التساهمية التي يحتاج إليها كل عنصر ليحقق قاعدة الثمانية.

N: عدد إلكترونات التكافؤ 5، ويحتاج إلى 3 روابط تساهمية ليحقق قاعدة الثمانية.

As: عدد إلكترونات التكافؤ 5، ويحتاج إلى 3 روابط تساهمية ليحقق قاعدة الثمانية.

Br: عدد إلكترونات التكافؤ 7، ويحتاج إلى رابطة تساهمية واحدة ليحقق قاعدة الثمانية.

Se: عدد إلكترونات التكافؤ 6، ويحتاج إلى رابطتين اثنتين ليحقق قاعدة الثمانية.

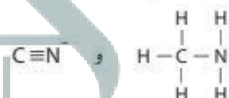
84. حدّد روابط سيجما σ وباي π في الجزيئات الآتية:

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
تمثل الروابط الأحادية روابط سيجما σ ، في حين تمثل الرابطة الثلاثية رابطة سيجما واحدة و رابطتي π واحدة.	تمثل الروابط الأحادية روابط سيجما σ ، في حين تمثل الرابطة الثنائية رابطة سيجما واحدة و رابطة π واحدة.

85. أي الجزيئات الآتية، CO ، CH_2O ، CO_2 تكون فيها رابطة C - O أقصر، وأنها تكون فيها أقوى؟

الرابطة الثلاثية في CO هي الأقصر والأقوى.

86. أي رابطة من الروابط بين الكربون والنيتروجين في الجزيئات الآتية أقصر، وأنها أقوى؟



الرابطة الثلاثية في $\text{C}\equiv\text{N}$ هي الأقصر والأقوى.

87. رتب الجزيئات الآتية من حيث طول الرابطة بين الكبريت والأكسجين تصاعدياً؟

a. SO_2 b. SO_3^{2-} c. SO_4^{2-}

a، ثم c، ثم b

الجدول 8-4 أسماء الأحماض	
الاسم	الصيغة
حمض الكلوروز	HClO ₂
حمض الفوسفوريك	H ₃ PO ₄
حمض الهيدروسلينييك	H ₂ Se
حمض الكلوريك	HClO ₃

93. سَمِّ الجزيئات الآتية:

- a. NF₃ ثلاثي فلوريد النيتروجين
b. SO₃ ثالث أكسيد الكبريت
c. NO أول أكسيد النيتروجين
d. SiF₄ رباعي فلوريد السليكون

94. سَمِّ الجزيئات الآتية:

- a. SeO₂ ثاني أكسيد السليونيوم
b. SeO₃ ثالث أكسيد السليونيوم
c. N₂F₄ رباعي فلوريد ثنائي النيتروجين
d. S₄N₄ رابع نتريد رباعي الكبريت

95. اكتب صيغ الجزيئات الآتية:

- a. ثنائي فلوريد الكبريت
b. رباعي كلوريد السليكون
c. رباعي فلوريد الكربون
d. حمض الكبريتوز

96. اكتب الصيغ الجزيئية للمركبات الآتية:

- a. ثنائي أكسيد السليكون
b. حمض البروموز
c. ثلاثي فلوريد الكلور
d. حمض البروميك

إتقان المفاهيم

97. ما الواجب معرفته لتتمكن من رسم تراكيب لويس لجزيء ما؟

عدد إلكترونات التكافؤ لكل ذرة عنصر في الجزيء.

98. عامل التنشيط يَدْرُس علماء المواد خواص البوليمرات عندما يتم معالجتها بمادة AsF₅. اشرح لماذا يُخالف المركب AsF₅ قاعدة الثمانية؟

للفرنغ خمسة أماكن للتربط، أي 10 إلكترونات للمشاركة. وهذا أكثر من ثمانية إلكترونات يتم شغلها في حالة الثمانية.

99. العامل المختزل يُستخدَم ثلاثي هيدريد البورون BH₃ عاملاً مختزلاً في الكيمياء العضوية. فسر لماذا يكون BH₃ روابط تساهمية تناسقية مع جزيئات أخرى؟

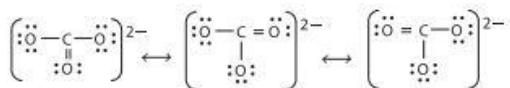
نُحَاط ذرة B في الجزيء BH₃ بستة إلكترونات؛ لذا لا يكون التوزيع الإلكتروني ذا طاقة وضع قليلة، مما يجعله يشارك زوجاً وحيداً من الإلكترونات مع جزيء آخر ليحصل على توزيع إلكتروني مستقر.

100. يمكن أن يكون عنصر الأنتيمون والكالور مركب ثلاثي كلوريد الأنتيمون وخماسي كلوريد الأنتيمون، اشرح كيف يمكن لهذين العنصرين أن يكونا مركبات مختلفة؟

لعنصر الأنتيمون خمسة إلكترونات تكافؤ، وزوج وحيد، وثلاثة أماكن يستطيع من خلالها الارتباط مع ثلاث ذرات كالور بإلكترون واحد مع كل ذرة فيشكل SbCl₃. كما يستطيع الأنتيمون أن يشارك بأكثر من ثمانية إلكترونات وتكوين SbCl₅.

إتقان حل المسائل

101. ارسم ثلاثة أشكال رنين للأيون المتعدد اللّارات CO₃²⁻.



105. أي العناصر الآتية يُكوّن جزيئاً مستقرّاً تزيد عدد إلكتروناته الخارجية على ثمانية إلكترونات؟ اشرح إجابتك.

- a. B
b. C
c. P
d. O
e. Se

P و Se: لأنهما في الدورة 3 وما بعدها، ولهما مستوى d الثانوي.

4.4

إتقان المفاهيم

106. ما الأساس الذي بُني عليه نموذج VSEPR؟

طبيعة تناظر أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية.

107. ما أقصى عدد للمستويات المهجنة التي يمكن لذرة الكربون أن تُكوّن بها؟

أربعة

102. ارسم تراكيب لويس للجزيئات الآتية التي يحتوي كلٌّ منها على ذرة مركزية، ولا تتبع قاعدة الثمانية:



a. PCl_5



b. BF_3

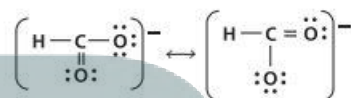


c. ClF_3



d. BeH_2

103. ارسم شكلي رنين الأيون المتعدد الذرات HCO_2^- .



104. ارسم تراكيب لويس لكلٍّ من المركّبات والأيونات الآتية.

108. ما الشكل الجزيئي لكلّ جزيء مما يأتي؟ قدّر زاوية الرابطة لكلّ جزيء، بافتراض عدم وجود إلكترونات غير مرتبطة.

الجزء	الشكل الجزيئي	زاوية الربط
a. $\text{A} \text{---} \text{B}$	خطي	180°
b. $\text{A} \text{---} \text{B} \text{---} \text{A}$	خطي	180°
c. $\begin{array}{c} \text{A} \text{---} \text{B} \text{---} \text{A} \\ \\ \text{A} \end{array}$	مثلث مستوي	120°
d. $\begin{array}{c} \text{A} \\ \\ \text{A} \text{---} \text{B} \text{---} \text{A} \\ \\ \text{A} \end{array}$	رباعي الأوجه منتظم	109°

الصيغة الجزيئية	تراكيب لويس
a. H_2S	$\begin{array}{c} \text{H} \text{---} \ddot{\text{S}} \text{:} \\ \\ \text{H} \end{array}$
b. BF_4^-	$\left(\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \\ \text{:F:} \text{---} \text{B} \text{---} \text{F:} \\ \\ \text{:F:} \end{array} \right)^-$
c. SO_2	$\begin{array}{c} \text{:O:} = \text{S} \text{:} \\ \\ \text{:O:} \end{array}$
d. SeCl_2	$\begin{array}{c} \text{:Cl:} \text{---} \ddot{\text{Se}} \text{:} \\ \\ \text{:Cl:} \end{array}$

112. توقع الشكل الجزيئي وزاوية الرابطة ونوع التهجين لكل مما يأتي. (يساعدك رسم تراكيب لويس على الحل).

الصيغة الجزيئية	الشكل الجزيئي	زاوية الرابطة	نوع التهجين
a. SCL_2	منحن	104.5°	sp^3
b. NH_2Cl	هرم ثلاثي	107°	sp^3
c. HOF	منحن	104.5°	sp^3
d. BF_3	مثلث مستو	120°	sp^2

109. المركب الأصل يُستخدم PCl_3 بوصفه مركب أصل في تكوين مركبات أخرى كثيرة. اشرح نظرية التهجين، وحدد عدد مستويات التهجين الموجودة في الجزيء PCl_3 .

تفسر نظرية التهجين أشكال الجزيئات من خلال تكوين مستويات تهجين متماثلة في الشكل والطاقة من المستويات الفرعية لذرات الجزيء. وهي في هذه الحالة خمس مستويات sp^3d متطابقة.

إتقان حل المسائل

110. أكمل الجدول 9-4 من خلال تعريف التهجين المتوقع للذرة المركزية. (يساعدك رسم تراكيب لويس على الحل).

الجدول 9-4		
الصيغة الجزيئية	نوع التهجين	تراكيب لويس
XeF_4	sp^3d^2	
TeF_4	sp^3d	
KrF_2	sp^3d	
OF_2	sp^3	

4-5

إتقان المفاهيم

113. فسر نمط التغير في الكهروسالبية في الجدول الدوري.

تتزايد من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتتناقص من أعلى

إلى أسفل عبر المجموعة.

114. وضح الفرق بين الجزيئات القطبية وغير القطبية.

للجزيء غير القطبي توزيع متماثل من الشحنات، في حين أن للجزيئات القطبية تركيزاً من الإلكترونات على طرف ما من الجزيء أكثر من الطرف الآخر.

115. قارن بين أماكن إلكترونات الترابط في الرابطة التساهمية القطبية والرابطة التساهمية غير القطبية، وفسر إجابتك.

تكون الإلكترونات في الرابطة القطبية أقرب إلى الذرة ذات الكهروسالبية الأعلى بسبب المشاركة غير المتساوية. أما الإلكترونات في الروابط غير القطبية فتكون المشاركة فيها متساوية.

111. توقع الشكل الجزيئي لكل من المركبين الآتيين:

- a. COS خطي
b. CF_2Cl_2 رباعي الأوجه منتظم

الفرق في الكهروسالبية $0.01 =$ ؛ غالباً تساهمية.

118. أشر إلى الذرة السالبة الشحنة في كل رابطة مما يأتي:

- C
N
S
O
- a. C-H
b. C-N
c. C-S
d. C-O

119. توقع أي الروابط الآتية أكثر قطبية:

- a. C-O
الكهروسالبية O = 3.44؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.89؛ تساهمية قطبية.
- b. Si-O
الكهروسالبية O = 3.44؛ الكهروسالبية Si = 1.90
الفرق في الكهروسالبية = 1.54؛ تساهمية قطبية.
- c. C-Cl
الكهروسالبية Cl = 3.16؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.61؛ تساهمية قطبية.
- d. C-Br
الكهروسالبية Br = 2.96؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.41؛ تساهمية قطبية.
- الرابط Si-O الأكثر قطبية؛ لأن لها فرقاً أكبر في الكهروسالبية من الروابط الأخرى.

120. رتب الروابط الآتية تصاعدياً بحسب زيادة القطبية:

- a. C-H
الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.35؛ غالباً تساهمية.
- b. N-H
الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية N = 3.04
الفرق في الكهروسالبية = 0.84؛ تساهمية قطبية.
- c. Si-H
الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية Si = 1.90
الفرق في الكهروسالبية = 0.30؛ غالباً تساهمية.

125. سمّ الجزيئات الآتية:

- a. PCl_3 ثالث كلوريد الفوسفور
b. Cl_2O_7 سابع أكسيد ثنائي الكلور
c. P_4O_6 سادس أكسيد رباعي الفوسفور
d. NO أول أكسيد النيتروجين

126. ارسم تراكيب لويس للجزيئات والأيونات الآتية:

116. ما الفرق بين الجزيء التساهمي الصلب والجزيء التساهمي الشبكي الصلب؟ هل هناك اختلاف في الخواص الفيزيائية؟ فسر إجابتك.

الجزيء التساهمي الصلب يكون ليناً وله درجة انصهار منخفضة بسبب القوى بين الجزيئية الضعيفة. أما الجزيء الصلب التساهمي الشبكي فله درجة انصهار مرتفعة، وشديد القساوة؛ بسبب قوة الروابط التساهمية الشبكية.

إتقان حل المسائل

117. بين الرابطة الأكثر قطبية في كل زوج مما يلي بوضع دائرة حول نهاية القطب السالب فيها:

- a. S-C و C-O
وضعت الدائرة حول O؛ لأن لها كهروسالبية أعلى، وتكون الرابطة C-O أكثر قطبية، لوجود فرق كبير في الكهروسالبية بين C و O.
- الكهروسالبية O = 3.44؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.89؛ تساهمية قطبية.
- الكهروسالبية S = 2.58؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.03؛ غالباً تساهمية.
- b. C-N و C-F
وضعت الدائرة حول F؛ لأن لها كهروسالبية أعلى، وتكون الرابطة C-F أكثر قطبية، لوجود فرق كبير في الكهروسالبية بين C و F.
- الكهروسالبية F = 3.98؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 1.43؛ تساهمية قطبية.
- الكهروسالبية N = 3.04؛ الكهروسالبية C = 2.55
الفرق في الكهروسالبية = 0.49؛ تساهمية قطبية.

c. P-H و P-Cl
وضعت الدائرة حول Cl؛ لأن لها كهروسالبية أعلى، وتكون الرابطة P-Cl أكثر قطبية، لوجود فرق كبير في الكهروسالبية بين Cl و P.

الكهروسالبية Cl = 3.16؛ الكهروسالبية P = 2.19
الفرق في الكهروسالبية = 0.97؛ تساهمية قطبية.

الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية P = 2.19

- d. O-H
الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية O = 3.44
الفرق في الكهروسالبية = 1.24؛ تساهمية قطبية.
- e. Cl-H
الكهروسالبية H = 2.20؛ الكهروسالبية Cl = 3.16
الفرق في الكهروسالبية = 0.96؛ تساهمية قطبية.
- الترتيب تصاعدياً، c، ثم a، ثم b، ثم e، ثم d.

الصيغة الجزيئية	تراكيب لويس
a. SeF_2	$\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \\ \text{:Se:} \\ \\ \text{:F:} \end{array}$
b. ClO_2^-	$\left[\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \\ \text{Cl:} \\ \\ \text{:O:} \end{array} \right]^-$
c. PO_3^{3-}	$\left[\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \\ \text{P:} \\ \\ \text{:O:} \end{array} \right]^{3-}$
d. POCl_3	$\begin{array}{c} \text{:Cl:} \\ \\ \text{:Cl:} - \text{P} - \text{:O:} \\ \\ \text{:Cl:} \end{array}$
d. GeF_4	$\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \\ \text{:F:} - \text{Ge} - \text{:F:} \\ \\ \text{:F:} \end{array}$

121. المبرّدات تُعرف المبرّدات المعروفة باسم فريون -14 بتأثيرها السلبّي في طبقة الأوزون. وصيغة هذا المركّب هي CF_4 ، فلماذا يُعدّ CF_4 جزيئاً غير قطبي مع أنّه يحتوي على روابط قطبية؟

بسبب التوزيع المتساوي للشحنة في الجزيء المتماثل.

122. بيّن ما إذا كانت الجزيئات أو الأيونات الآتية قطبية، وفسّر إجابتك.

a. H_3O^+	قطبي، غير متماثل
b. PCl_5	غير قطبي، متماثل
c. H_2S	قطبي، غير متماثل
d. CF_4	غير قطبي، متماثل

123. استخدّم تراكيب لويس لتنبأ بالقطبية الجزيئية لكلّ من ثنائي فلوريد الكبريت، ورباعي فلوريد الكبريت، وسداسي فلوريد الكبريت.

SF_2 و SF_6 مركّبان قطبيان، أما SF_4 فغير قطبي.

127. حدّد أيّ الجزيئات الآتية قطبي؟ وفسّر إجابتك.

- a. CH_3Cl
- b. ClF
- c. NCl_3
- d. BF_3
- e. CS_2

الجزيئات القطبية هي CH_3Cl ، ClF ، و NCl_3 . لأنّ كلّ جزيء غير متماثل والشحنة غير موزعة بالتساوي.

مراجعة عامة

124. اكتب صيغ الجزيئات الآتية:

- a. أول أكسيد الكلور ClO
- b. حمض الزرنيخيك H_3AsO_4
- c. خاسي كلوريد الفوسفور PCl_5
- d. حمض كبريتيد الهيدروجين H_2S

128. رتّب الروابط الآتية تصاعدياً بحسب القطبية:

a. C – O

الكهروسالبية J O = 3.44؛ الكهروسالبية J C = 2.55

الفرق في الكهروسالبية = 0.89؛ تساهمية قطبية.

b. Si – O

الكهروسالبية J O = 3.44؛ الكهروسالبية J Si = 1.90

الفرق في الكهروسالبية = 1.54؛ تساهمية قطبية.

c. Ge – O

الكهروسالبية J O = 3.44؛ الكهروسالبية J Ge = 2.01

الفرق في الكهروسالبية = 1.43؛ تساهمية قطبية.

d. C – Cl

الكهروسالبية J Cl = 3.16؛ الكهروسالبية J C = 2.55

الفرق في الكهروسالبية = 0.61؛ تساهمية قطبية.

e. C – Br

الكهروسالبية J Br = 2.96؛ الكهروسالبية J C = 2.55

الفرق في الكهروسالبية = 0.41؛ تساهمية قطبية.

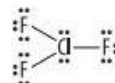
الترتيب تصاعدياً بحسب الخواص القطبية:

e، d، ثم a، c، ثم b.

129. وقود الصواريخ استُخدم الهيدرازين وثلاثي فلوريد الكلور

في عام 1950م وقوداً للصواريخ. ارسم شكل لويس

لـ ClF_3 ، وبيّن نوع التهجين فيه.



نوع التهجين sp^3d

130. أكمل الجدول 10-4 موضحاً عدد الإلكترونات المشتركة

في الروابط التساهمية الأحادية، والثنائية، والثلاثية، وحدّد مجموعة الذرات التي تُكوّن كلّاً من الروابط الآتية:

الجدول 10-4 الأزواج المشتركة

نوع الرابطة	عدد الإلكترونات المترابطة	الذرات التي تكون الرابطة
التساهمية الأحادية	إلكترونات مشتركة	أي هالوجين أو أي عنصر من عناصر المجموعة 17
التساهمية الثنائية	4 إلكترونات مشتركة	عناصر المجموعة 16
التساهمية الثلاثية	6 إلكترونات مشتركة	عناصر المجموعة 15

التفكير الناقد

131. نظم خريطة مفاهيم تربط بين نموذج VSEPR، ونظرية

التهجين، وأشكال الجزيئات.

ستتنوع خرائط المفاهيم.

132. قارن بين المركبين التساهمين المعروفين باسم أكسيد

الزرنينيك III وثلاثي أكسيد ثنائي الزرنينيك.

يُبين أكسيد الزرنينيك III أن عدد تأكسد الزرنين هو +3

وشحنة الأكسيد هي -2. والصيغة الجزيئية الصحيحة هي

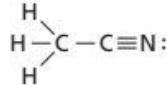
As_2O_3 . ويتضح من الاسم (ثلاثي أكسيد ثنائي الزرنينيك)

وجود ذرتي زرنين وثلاث ذرات أكسجين. على الرغم من أن

المادتين مختلفتان إلا أن لكتنهما الصيغة الجزيئية نفسها.

- a. صلب في درجة حرارة الغرفة. قطبي
 b. غاز في درجة حرارة الغرفة. غير قطبي
 c. ينجذب إلى التيار الكهربائي. قطبي

136. طبق الصيغة البنائية لمركب أستونتريل CH_3CN .



تفحص هذه الصيغة، وحدد عدد ذرات الكربون، ونوع التهجين في كل ذرة من ذرات الكربون، وفسر إجابتك.

ذرة الكربون الأولى (مرتبطة مع ثلاث ذرات هيدروجين وذرة كربون واحدة) مهجنة في sp^3 لأنها تحوي 4 أماكن ربط.
 ذرة الكربون الثانية (مرتبطة مع ذرة كربون واحدة وذرة نيتروجين واحدة) مهجنة في sp لأن لها مكانين اثنين للربط.

مسألة تحفيز

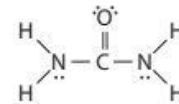
137. تفحص طاقات تفكك الروابط المبيّنة في الجدول 12-4.

الجدول 11-4 الخواص والترابط			
الصلب	وصف الرابطة	خواص الصلب	مثال
أيوني	قوة الجذب الكهروستاتيكية بين الأيون الموجب والأيون السالب.	صلب، قاس، هش، بلوري، درجة انصهاره مرتفعة، غير موصل في الحالة الصلبة.	NaCl
جزيئي تساهمي	مشاركة الإلكترونات بين الذرتين.	لين، درجة انصهاره منخفضة، غير موصل في الحالة الصلبة.	CO_2
فلزي	التجاذب بين الأيون الموجب والإلكترونات الحرة الحركة.	بلوري، له القدرة على توصيل الحرارة والكهرباء، قابل للثني، قابل للسحب، درجة انصهاره مرتفعة.	Ag
تساهمي شبكي	الذرات مرتبطة تساهمياً مع عدد كبير من الذرات في الشبكة البلورية.	بلوري، قاس، صلب، هش، غير موصل	الألماس

الجدول 12-4 طاقات تفكك الروابط			
الرابطة	طاقة تفكك الرابطة (kJ/mol)	الرابطة	طاقة تفكك الرابطة (kJ/mol)
C-C	348	O-H	467
C=C	614	C-N	305
C≡C	839	O=O	498
N-N	163	C-H	416
N=N	418	C-O	358
N≡N	945	C=O	745

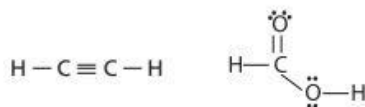
134. طبق البيوريا مركب يُستخدم في تصنيع البلاستيك والأسمدة.

بين روابط σ و π وأزواج الإلكترونات غير المرتبطة في هذا المركب المبيّن أدناه.



روابط سيجما هي روابط N-H، وروابط C-N، وأيضاً إحدى روابط C-O. الرابطة C-O الأخرى هي رابطة باي. الأزواج غير المرتبطة تكون على ذرتي N، وذرة O.

a. ارسم تركيب لويس الصحيح لكل من C_2H_2 و HCOOH .



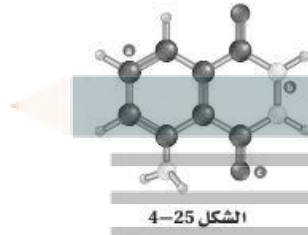
HO- يجعل الإيثيلين جلايكول قابلاً للمزج بالماء، ويساعد ذلك على رفع درجة الغليان نسبياً وخفض درجة التجمد.

141. المُنظّفات اكتب مقالة حول مُنظّف غسل الملابس موضّحاً تركيبه الكيميائي، وشرح كيف يزيل الدهون والأوساخ عن الأقمشة.

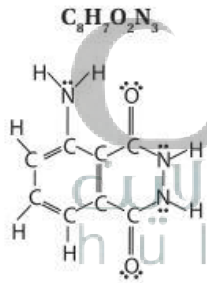
يجب أن تتضمّن الإجابات توضيح عدم قطبية طرف جزيء المُنظّف وقطبية الطرف الآخر للجزيء نفسه، ممّا يمكنه من جذب كلّ من الماء والزيت.

أسئلة المستندات

يستخدم المحققون الجنائيون عادة المركّب التساهمي لومينول luminal للبحث عن بقع الدم؛ إذ تُنتج طاقة ضوئية عند تفاعل بعض المواد الكيميائية مع اللومينول والهيموجلوبين في الدم. والشكل 4-25 يوضّح نموذج الكرة والعصا لهذا المركّب.



142. حدّد الصيغة الجزيئية لمركّب اللومينول، وارسم تركيب لويس لهذا الجزيء.



الصيغة الجزيئية

تركيب لويس

b. ما قيمة الطاقة التي نحتاج إليها لتفكيك هذه الجزيئات؟
 $C_2H_2: (416 \times 2) + 839 \text{ kJ/mol} = 1671 \text{ kJ/mol}$
 $HCOOH: 416 + 745 + 358 + 467 \text{ kJ/mol} = 1986 \text{ kJ/mol}$

مراجعة تراكمية

138. اكتب الصيغة الجزيئية الصحيحة لكل مركّب ممّا يأتي:

- a. كربونات الكالسيوم $CaCO_3$
- b. كلورات البوتاسيوم $KClO$
- c. أسيتات الفضة $AgC_2H_3O_2$
- d. كبريتات النحاس II $CuSO_4$
- e. فوسفات الأمونيوم $(NH_4)_3PO_4$

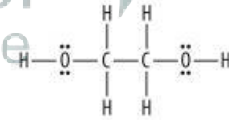
139. اكتب الاسم الكيميائي الصحيح لكلّ مركّب ممّا يأتي:

- a. NaI يوديد الصوديوم
- b. $Fe(NO_3)_3$ نترات الحديد III
- c. $Sr(OH)_2$ هيدروكسيد السترانشيوم
- d. $CoCl_2$ كلوريد الكوبلت II
- e. $Mg(BrO_3)_2$ بورات الماغنسيوم

تقويم إضافي

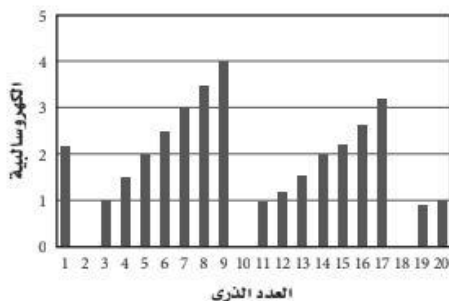
الكتابة في الكيمياء

140. مضاد التجمد Antifreeze ابحث عن المركّب إيثيلين جلايكول ethylene glycol لتعرف صيغته الكيميائية، وشرح كيف يساعد تركيب هذا المركّب على استخدامه مبرّداً.



ستتنوع الإجابات. ربما يلاحظ الطالب أن وجود مجموعة

استخدم الرسم البياني في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.



3. ما كهروسالبة العنصر الذي عدده الذري 14؟

- a. 1.5
b. 1.9
c. 2.0
d. 2.2

(c)

4. بين أي أزواج العناصر الآتية يكون رابطة أيونية؟

- a. العدد الذري 3 و 4
b. العدد الذري 7 و 8
c. العدد الذري 4 و 18
d. العدد الذري 8 و 12

(d)

5. أي مما يأتي يمثل تركيب لويس لثنائي كبريتيد السليكون؟

- a. :S::Si::S:
b. :S::Si::S:
c. :S::Si::S:
d. :S::Si::S:

(b)

6. تحقق ذرة السيلينيوم المركزية في سداسي فلوريد السيلينيوم قاعدة الثمانية. ما عدد أزواج الإلكترونات التي تحيط بذرة Se المركزية؟

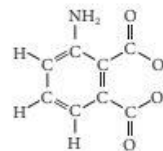
- a. 4
b. 5
c. 6
d. 7

(c)

143. بين تهجين الذرات التي تقع عليها الأحرف a، b، و c في الشكل 25-4.

- a. sp^2
b. sp^3
c. sp^2

144. عندما يتصل اللومينول مباشرة بأيونات الحديد في الهيموجلوبين ينتج عن التفاعل مركب Na_2APA وماء ونيتروجين وطاقة ضوئية، والشكل 26-4 يبين الصيغة البنائية لأيون APA. اكتب الصيغة الكيميائية لأيون APA العديد الذرات.



أيون APA

الشكل 26-4

الصيغة الكيميائية للمركب هي: $C_4H_5NO_4^{2-}$

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. الاسم الشائع للمركب SiH_4 هو رباعي أيودو سيلان. ما الاسم العلمي له؟

- a. رباعي يوديد السيلان.
b. رباعي يود السيلان.
c. يوديد السليكون.
d. رباعي يوديد السليكون.

(d)

2. أي المركبات الآتية يحتوي على رابطة باي واحدة على الأقل؟

- a. CO_2
b. $CHCl_3$
c. AsI_3
d. BeF_2

(a)

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و 8.

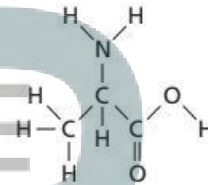
طاقة تفكيك الروابط عند 298K			
kJ/mol	الرابطة	kJ/mol	الرابطة
945	$N \equiv N$	242	Cl-Cl
467	O-H	345	C-C
358	C-O	416	C-H
745	C=O	305	C-N
498	O=O	299	H-I
		391	H-N

7. أي الغازات الثنائية الذرات فيما يأتي له أقصر رابطة بين ذرتيه؟

- a. HI
b. O₂
c. Cl₂
d. N₂

(d)

8. ما مقدار الطاقة الضرورية لتفكيك الروابط جميعها المبيّنة في الجزيء الآتي؟



- a. 3024 kJ/mol
b. 4318 kJ/mol
c. 4621 kJ/mol
d. 5011 kJ/mol

(d)

$$E_{\text{total}} = (2 \times E_{\text{HN}}) + E_{\text{CN}} + (4 \times E_{\text{CH}}) + (2 \times E_{\text{CC}}) + E_{\text{C=O}} + E_{\text{CO}} + E_{\text{OH}}$$

$$E_{\text{total}} = (2 \times 391) + 305 + (4 \times 416) + (2 \times 345) + 745 + 358 + 467$$

$$E_{\text{total}} = 5011 \text{ kJ/mol}$$

9. أي المركبات الآتية ليس له شكل الجزيء المنحني؟

- a. BeH₂
b. H₂S
c. H₂O
d. SeH₂

(a)

10. أي مما يأتي غير قطبي؟

- a. H₂S
b. CCl₄
c. SiH₃Cl
d. AsH₃

أسئلة الإجابات القصيرة

11. تم اكتشاف مركب درجة انصهاره 100 °C-. فأَي مما يأتي ينطبق على هذا المركب؟

- a. روابطة أيونية
b. روابطة تساهمية قطبية
c. له رابطة تساهمية قطبية أو رابطة تساهمية غير قطبية
d. له رابطة تساهمية قطبية أو رابطة أيونية

(c)

12. أي مما يأتي لا يمكن أن يكون درجة انصهار Cr₂O₃؟

- a. 2375 °C
b. 950 °C
c. 148 °C
d. 3342 °C

(c)

13. أي المركبات الآتية تنطبق عليه البيانات الواردة في الجدول؟

- a. المركبات التساهمية القطبية لها درجة غليان مرتفعة.
b. المركبات التساهمية القطبية لها درجة انصهار مرتفعة.
c. المركبات الأيونية لها درجة انصهار منخفضة.
d. المركبات الأيونية لها درجة غليان مرتفعة.

(d)

14. تحتوي الأحماض الأكسجينية على عنصر الهيدروجين وأنيون الأكسجين، ويوجد منها نوعان يحتويان على الهيدروجين والنيتروجين والأكسجين. حدّد هذين الحمضين، وكيف يمكن تعرّفهما اعتماداً على أسمائهما وصيغتهما؟

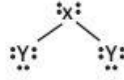
حمض النيتريك HNO₃، وحمض النيتروز HNO₂.

يشير مقطع (يك) إلى العدد الأكبر لذرات الأكسجين، أما المقطع (وز) فيشير إلى العدد الأقل لذرات الأكسجين. إضافة إلى

أسئلة الإجابات المفتوحة

يُتَّحَجَّ الجزئي XY_2 عن اتحاد ذرة العنصر X مع ذرتين من العنصر Y. فإذا علمت أن العدد الذري للعنصر X يساوي 8 والعدد الذري للعنصر Y هو 1، فأجب عما يلي:

19. ارسم شكل لويس لهذا الجزئي.



20. هل الجزئي قطبي أم لا؟ فسّر إجابتك.

الجزئي قطبي؛ بسبب وجود فرق في الكهروسالبية بين ذرات العناصر المكونة للروابط فيه، والروابط غير المتماثلة.

21. وضح نوع المستوى الهجين في هذا الجزئي.

التوزيع الذري $1s^2 2s^2 2p^4$ ، X

يحدث اندماج للمستويات الفرعية في $2p$ ويتكوّن أربع مستويات هجينة من نوع sp^3 .

22. فسّر لماذا تكون الزوايا بين الروابط في هذا الجزئي أقل

من 109.5° درجة؟

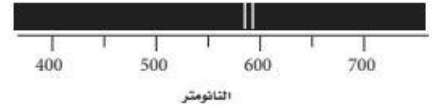
رغم أن التهجين في هذا الجزئي sp^3 إلا أن الزاوية أقل من

109.5° ؛ بسبب تناهر أزواج الإلكترونات غير المترابطة الموجودة

على الذرة المركزية.

أن الصيغة الجزيئية تُبين عدد ذرات كل عنصر.

استخدم طيف الانبعاث الذري أدناه للإجابة عن السؤالين 12 و 13.



15. قدّر طول موجة الفوتون المنبعث من هذا العنصر.

580 nm

16. احسب تردد الفوتون المنبعث من هذا العنصر.

$$c = \lambda \times \nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1})}{(580 \times 10^{-9} \text{ m})} = 5.2 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} \text{ or Hz}$$

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة 14 و 15.

التمثيل النقطي للإلكترونات (تركيب لويس)							
المجموعة	1	2	13	14	15	16	17
	Li	Be	B	C	N	O	F
	Ne						

17. اعتمادًا على تراكيب لويس المبينة أعلاه، أي الأزواج

الآتية ترتبط بنسبة 3 : 2؟

a. ليشيوم وكربون

b. بيريليوم وفلور

c. بيريليوم ونيتروجين

d. بورون وأكسجين

e. بورون وكربون

18. ما عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير في عنصر البريليوم

إذا أصبح أيونًا موجبًا؟

a. 0

b. 2

c. 4

d. 6

a

ثاني أكسيد الكربون والماء



بلاستيكية خضراء



الفكرة العامة تؤكد العلاقات بين كتل المواد المتفاعلة والنتيجة في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة.

5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسية تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المواد الناتجة.

5-2 الحسابات الكيميائية والمعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسية تتطلب مسائل الحسابات الكيميائية كتابة معادلة موزونة للتفاعل.

5-3 المادة المحددة للتفاعل

الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستهلك أي من المواد المتفاعلة تمامًا.

5-4 نسبة المردود المثوية

الفكرة الرئيسية نسبة المردود المثوية قياسٌ لفاعلية التفاعل الكيميائي.

حقائق كيميائية

- تصنع النباتات غذاءها من خلال البناء الضوئي.
- يحدث البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء في خلايا النبات.
- التفاعل الكيميائي الذي يوضح عملية البناء الضوئي:
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
- يُنتج فدان من الذرة في يوم صيفي من الأوكسجين (الناتج عن البناء الضوئي) ما يكفي حاجة 130 شخصًا للتنفس. الفدان = 4200m^2 .

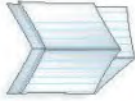
خطوات الحسابات
الكيميائية اعمل
المطوية الآتية؛ لتساعدك
على تلخيص خطوات
حل مسائل الحسابات
الكيميائية.

المطويات

منظومات الأفكار



خطوة 1 اثنِ الورقة طولياً من
النصف.



خطوة 2 اثنِ الورقة
من النصف، ثم اثنها من
النصف مرة أخرى.



خطوة 3 افتح الورقة
لتعود إلى الوضع الذي نتج بعد
الخطوة الأولى، ثم اقطع الجزء
الأمامي من أماكن الشئ حتى
تحصل على أربع قطع.



خطوة 4 سمِّ القطع
بأسماء خطوات الحسابات
الكيميائية.

استخدم هذه المطوية في القسم 3-5،

وعند قراءتك لهذا البند، لخص كل خطوة على قطعة، وأعط
مثالاً على كل منها.

تجربة استهلاكية

ما المؤشرات التي تدل على حدوث تفاعل كيميائي؟

تُستهلك المواد المتفاعلة خلال التفاعل الكيميائي، وتنتج مواد
جديدة. وغالباً ما يصاحب التفاعل أدلة تشير إلى حدوثه.

خطوات العمل

اجابة سؤال تحليل النتائج :

١ - عندما أضيف محلول كبريتيت الصوديوم
الهيدروجيني العديم اللون إلى محلول برمنجنات
البوتاسيوم الأرجواني لوحظ تغير اللون من
الأرجواني إلى عديم اللون.

٢ - يمكن أن تؤدي إضافة محلول NaHSO_3
جميعه مرة واحدة إلى خطأ في حجم المحلول الذي
يتطلبه تغيير اللون الأرجواني لمحلول KMnO_4
إلى محلول عديم اللون. ويمكن أن يكون الخطأ
بمقدار ٥ ml .

تحليل النتائج

١. حدد الدليل الذي لاحظته على حدوث تفاعل كيميائي.
٢. وضح لماذا تُعد إضافة محلول NaHSO_3 ببطء مع التحريك
أسلوباً تجريبياً أفضل من إضافته مرة واحدة؟

استقصاء هل يحدث شيء آخر إذا ما تابعنا إضافة
محلول NaHSO_3 إلى الكأس؟ وضح إجابتك.

اجابة سؤال الاستقصاء :

لا يحدث شيء آخر لأن المحلول
عديم اللون، مما يعني أنه لا توجد
برمنجنات البوتاسيوم لتتفاعل.

الأهداف

- تصف العلاقات من خلال معادلة كيميائية موزونة.
- تذكر النسب المولية في المعادلة الكيميائية الموزونة.

مراجعة المفردات

المواد المتفاعلة، المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المفردات الجديدة

الحسابات الكيميائية
النسبة المولية

المقصود بالحسابات الكيميائية

Defining Stoichiometry

الفكرة الرئيسية تحدّد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

الربط مع الحياة لعلك شاهدت شمعة تحترق. عندما تحترق الشمعة تمامًا، أو تُطفأ بالنفخ عليها، يتوقف تفاعل الاحتراق في كلتا الحالتين.

علاقة المول بالجسيمات Particle and Mole Relationships

هل فوجئت باختفاء اللون الأرجواني لبرمنجنات البوتاسيوم عندما أضفت كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني في أثناء التجربة الاستهلاكية؟ إذا استنتجت أن برمنجنات البوتاسيوم قد استهلك وأن التفاعل قد توقف فهذا صحيح. تتوقف التفاعلات الكيميائية عندما تستهلك إحدى المواد المتفاعلة. وعندما يخطط الكيميائي لتفاعل برمنجنات البوتاسيوم وكبريتيت الصوديوم الهيدروجيني فإنه يتساءل "كم جراماً من برمنجنات البوتاسيوم نحتاج لتفاعل تماماً مع كتلة محددة من كبريتيت الصوديوم الهيدروجيني؟". وقد تساءل عند تحليل تفاعل البناء الضوئي "ما الكمية التي نحتاج إليها من الماء وثاني أكسيد الكربون لتكوين كتلة محددة من السكر؟". إن الحسابات الكيميائية هي الطريقة الصحيحة للإجابة عن هذه الأسئلة.

الحسابات الكيميائية تُسمى دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي الحسابات الكيميائية. وتعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث في التفاعل الكيميائي إلا بقدره الله تعالى. وتساوي كمية المواد الناتجة عند نهاية أي تفاعل كيميائي كمية المواد المستخدمة في بداية التفاعل. لذا فإن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة. لاحظ تفاعل مسحوق الحديد Fe مع الأكسجين O_2 ، الموضح في الشكل 5-1 فعلى الرغم من تكون مركب جديد هو أكسيد الحديد Fe_2O_3 فإن كتلة هذا المركب الجديد لا تختلف عن كتلة مادتي التفاعل.



الشكل 5-1 تحدّد المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الحديد والأكسجين العلاقة بين كمية المواد المتفاعلة والناتجة.

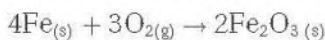
المفردات

أصل الكلمة

الحسابات الكيميائية

يعود أصل كلمة الحسابات الكيميائية Stoichiometry إلى الكلمة اليونانية "Stoichiometry" المكونة من كلمتين هما: (Stoikheion) وتعني العنصر، و (metron) وتعني القياس.....

تكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكيميائي الموضح في الشكل 1-5 على النحو الآتي:



تبين هذه المعادلة تفاعل أربع ذرات حديد مع ثلاثة جزيئات أكسجين لإنتاج وحدتي صيغة كيميائية من أكسيد الحديد III. تذكر أن المعامل في المعادلة يمثل عدد المولات. لذا، تستطيع القول إن أربعة مولات من الحديد قد تفاعلت مع ثلاثة مولات أكسجين لإنتاج مولين من أكسيد الحديد III.

ولا تعطي المعادلة الكيميائية معلومات مباشرة عن كتل المواد المتفاعلة والناجمة، إلا أنه بتحويل عدد المولات المعروفة إلى كتلة تصبح علاقات الكتلة واضحة. تذكر أنه يمكنك تحويل عدد المولات إلى كتلة بضربها في الكتلة المولية. لذا، فإن كتل المواد المتفاعلة هي على النحو الآتي:

$$4 \cancel{\text{mol Fe}} \times \frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \cancel{\text{mol Fe}}} = 223.4 \text{ g Fe}$$

$$3 \cancel{\text{mol O}_2} \times \frac{32.00 \text{ g O}_2}{1 \cancel{\text{mol O}_2}} = 96.00 \text{ g O}_2$$

ولذا، فالكتلة الكلية للمواد المتفاعلة هي: $223.4 \text{ g} + 96.00 \text{ g} = 319.4 \text{ g}$

وبطريقة مماثلة، فإن كتلة المواد الناتجة هي:

$$2 \cancel{\text{mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \cancel{\text{mol Fe}_2\text{O}_3}} = 319.4 \text{ g}$$

لاحظ تساوي كتل المواد المتفاعلة والناجمة.

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

$$319.4 \text{ g} = 319.4 \text{ g}$$

وكما هو متوقع من قانون حفظ الكتلة، فإن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة. ويلخص الجدول 1-5 العلاقات التي يمكن أن تحددها المعادلة الكيميائية الموزونة.

✓ **ماذا قرأت؟** سجل في قائمة أنواع العلاقات التي يمكن اشتقاقها من المعاملات في معادلة كيميائية موزونة.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تمثل المعاملات في المعادلة

الكيميائية الموزونة عدد

الجسيمات الممثلة وعدد

المولات أيضا. وعلى الرغم من

أنها لا تشير مباشرة إلى كتل

المواد المتفاعلة أو كتل

الجسيمات، إلا أنه يمكن اشتقاق

هذه الكتل من المعاملات بواسطة

تحويل عدد المولات إلى كتلة.

العلاقات المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة

الجدول 1-5

$4\text{Fe}_{(s)}$	+	$3\text{O}_{2(g)}$	→	$2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد III
4 atoms Fe	+	3 molecules O ₂	→	2 Formula units
4 mol Fe	+	3 mol O ₂	→	2 mol Fe ₂ O ₃
223.4 g Fe	+	96.00 g O ₂	→	319.4 g Fe ₂ O ₃
319.4 g مواد متفاعلة			→	319.4 g مواد ناتجة

تفسير المعادلات الكيميائية يزودنا احتراق البروبان C_3H_8 بالطاقة اللازمة لتدفئة البيوت، وطهو الطعام، ولحام الأجسام الفلزية. فسر معادلة احتراق البروبان باستخدام عدد الجسيمات وعدد المولات والكتلة، ثم وضع تطبيق قانون حفظ الكتلة.

1 تحليل المسألة

تمثل معاملات المعادلة الكيميائية الموضحة أدناه كلاً من المولات، والجسيمات الممثلة (في هذه الحالة الجزيئات). وسيتم إثبات قانون حفظ الكتلة إذا كانت كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.

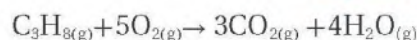
المطلوب

عدد الجزيئات = ؟

عدد المولات = ؟

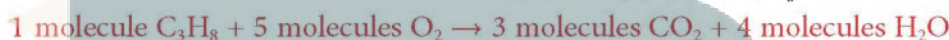
كتل المواد المتفاعلة والناتجة = ؟

المعطيات



2 حساب المطلوب

تحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد الجزيئات.



وتحدد المعاملات في المعادلة الكيميائية عدد المولات أيضاً.



وللتأكد من حفظ الكتلة، نحول أولاً عدد مولات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة إلى كتلة، وذلك بالضرب في معامل التحويل - الكتلة المولية، التي تربط بين الجرامات والمولات.

مولات المواد الناتجة أو المتفاعلة $\times \frac{\text{الكتلة المولية للمادة المتفاعلة أو الناتجة}}{1 \text{ مول مادة متفاعلة أو ناتجة}} = \text{جرامات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة.}$

$$1 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{44.09 \text{ g } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 44.09 \text{ g } C_3H_8 \quad \text{حساب كتلة } C_3H_8 \text{ المتفاعلة.}$$

$$5 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.00 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 160.0 \text{ g } O_2 \quad \text{حساب كتلة } O_2 \text{ المتفاعلة.}$$

$$3 \text{ mol } CO_2 \times \frac{44.01 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 132.0 \text{ g } CO_2 \quad \text{حساب كتلة } CO_2 \text{ الناتجة.}$$

$$4 \text{ mol } H_2O \times \frac{18.02 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 72.08 \text{ g } H_2O \quad \text{حساب كتلة } H_2O \text{ الناتجة.}$$

$$44.09 \text{ g } C_3H_8 + 160.0 \text{ g } O_2 = 204.1 \text{ g} \quad \text{اجمع كتل المواد المتفاعلة}$$

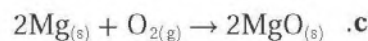
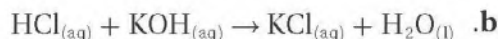
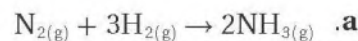
$$132.0 \text{ g } CO_2 + 72.08 \text{ g } H_2O = 204.1 \text{ g} \quad \text{اجمع كتل المواد الناتجة}$$

$$204.1 \text{ g} = 204.1 \text{ g} \quad \text{مواد ناتجة = مواد متفاعلة} \quad \text{تطبيق قانون حفظ الكتلة}$$

3 تقويم الإجابة

إن مجموع كتل المواد المتفاعلة تساوي مجموع كتل المواد الناتجة، كما هو متوقع من قانون حفظ الكتلة.

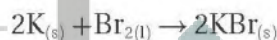
1. فسر المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية من حيث عدد الجسيمات و المولات والكتلة، آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



2. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثم فسرهما من حيث عدد الجسيمات الممثلة والمولات والكتلة آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



نسبة المولات لقد تعلمت أن المعاملات في المعادلة الكيميائية تظهر العلاقات بين مولات المواد المتفاعلة ومولات المواد الناتجة. وتستطيع أن تستخدم العلاقات بين المعاملات لاشتقاق عوامل التحويل المسماة النسب المولية. والنسبة المولية نسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة الكيميائية الموزونة. فعلى سبيل المثال، يوضح تفاعل الشكل 2-5 تفاعل البوتاسيوم K مع البروم Br_2 لتكوين بروميد البوتاسيوم KBr. ويستعمل الأطباء البيطريون الملح الأيوني الناتج عن التفاعل (بروميد البوتاسيوم) دواءً مضادًا للصرع عند الكلاب والقطط.



فأي نسب مولية يمكن كتابتها لهذا التفاعل؟ تستطيع بدءًا بالبوتاسيوم المتفاعل كتابة النسبة المولية التي تربط بين مولات البوتاسيوم وكل من المادتين الأخريين في المعادلة. ولذلك تربط إحدى النسب المولية بين مولات البوتاسيوم ومولات البروم المتفاعلة. في حين تربط النسبة الأخرى مولات البوتاسيوم المتفاعلة مع مولات بروميد البوتاسيوم الناتجة.

$\frac{2 \text{ mol K}}{2 \text{ mol KBr}}$ و $\frac{2 \text{ mol K}}{1 \text{ mol Br}_2}$

تُظهر النسبتان الآتيتان كيف ترتبط مولات البروم مع مولات المادتين الأخريين في المعادلة وهما: البوتاسيوم وبروميد البوتاسيوم.

$\frac{1 \text{ mol Br}_2}{2 \text{ mol KBr}}$ و $\frac{1 \text{ mol Br}_2}{2 \text{ mol K}}$

وترتبط بصورة ماثلة نسبتا مولات بروميد البوتاسيوم مع مولات البوتاسيوم والبروم.

$\frac{2 \text{ mol KBr}}{1 \text{ mol Br}_2}$ و $\frac{2 \text{ mol KBr}}{2 \text{ mol K}}$

وتحدد هذه النسب الست علاقات المول في هذه المعادلة؛ إذ تشكل كل مادة من المواد الثلاث في المعادلة نسبة مع المادتين الأخريين.

✓ **ماذا قرأت؟** حدد المصدر الذي تُشتق منه النسب المولية للتفاعل الكيميائي.

الشكل 2-5 يتفاعل فلز

البوتاسيوم وسائل البروم

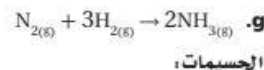
بشدة لتكوين المركب الأيوني

اجابة سؤال ماذا قرأت :

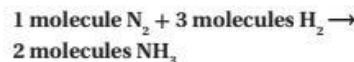
النسب المولية للتفاعل الكيميائي مشتقة من العلاقات بين المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة. والنسبة المولية هي النسبة بين أعداد المولات لأي مادتين في المعادلة.

مسائل تدريبية

1. فسر المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية من حيث عدد الجسيمات، والمولات، والكتلة، آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



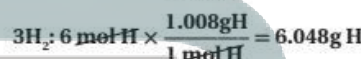
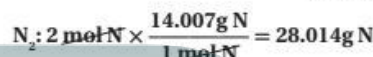
الجسيمات،



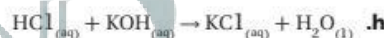
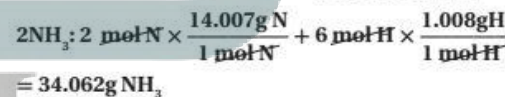
المولات،



كتلة المواد المتفاعلة،



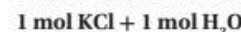
كتلة المواد الناتجة،



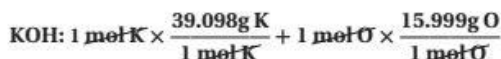
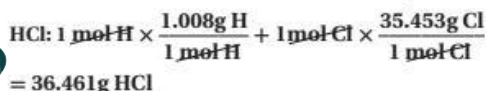
الجسيمات،



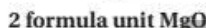
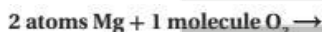
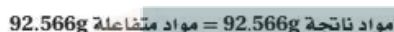
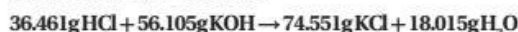
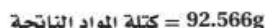
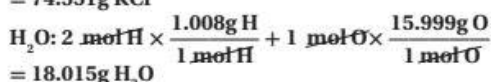
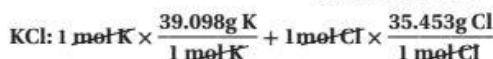
المولات،



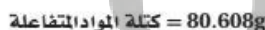
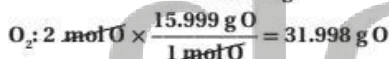
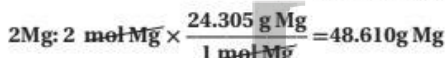
كتلة المواد المتفاعلة،



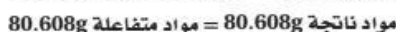
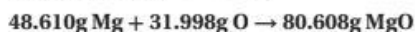
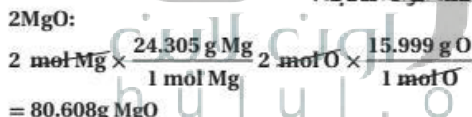
كتلة المواد الناتجة،



كتلة المواد المتفاعلة،



كتلة المواد الناتجة،



كتلة المواد المتفاعلة،

$$4\text{Zn}: 4 \text{ mol Zn} \times \frac{65.39 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 261.56 \text{ g Zn}$$

10HNO_3 :

$$10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 10 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} +$$

$$30 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 630.12 \text{ g HNO}_3$$

كتلة المواد المتفاعلة = 891.68g

كتلة المواد الناتجة،

$4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:

$$4 \text{ mol Zn} \times \frac{65.39 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} + 8 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} +$$

$$24 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 757.592 \text{ g Zn}(\text{NO}_3)_2$$

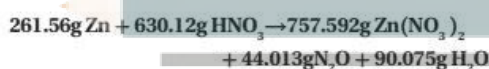
$$\text{N}_2\text{O}: 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} + 1 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

$$= 44.013 \text{ g N}_2\text{O}$$

$$5\text{H}_2\text{O}: 10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 5 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

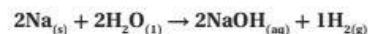
$$= 90.075 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المواد الناتجة = 891.68g

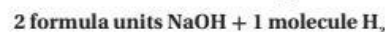
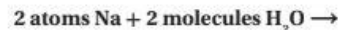


مواد ناتجة = 891.68g مواد متفاعلة = 891.68g

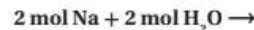
2. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثم فسرها من حيث عدد الجسيمات المُمثلة والمولات والكتلة، آخذًا بعين الاعتبار قانون حفظ الكتلة:



الجسيمات،



المولات،



كتلة المواد المتفاعلة،

$$2\text{Na}: 2 \text{ mol Na} \times \frac{22.990 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 45.980 \text{ g Na}$$

$$2\text{H}_2\text{O}: 4 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

$$= 36.030 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المواد المتفاعلة = 82.01g

كتلة المواد الناتجة،

2NaOH :

$$2 \text{ mol Na} \times \frac{22.990 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} + 2 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}$$

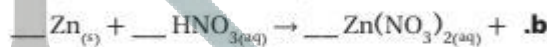
$$+ 2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 79.994 \text{ g NaOH}$$

$$\text{H}_2: 2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g H}_2$$

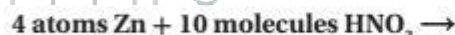
كتلة المواد الناتجة = 82.01g



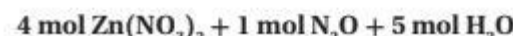
مواد ناتجة = 82.01g مواد متفاعلة = 82.01g



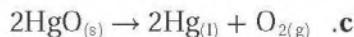
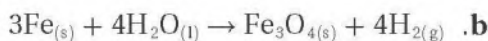
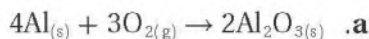
الجسيمات،



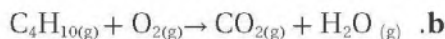
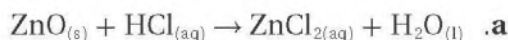
المولات،



3. حدد النسب المولية جميعها لكل من المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:



4. تحفيز وزن المعادلات الآتية، ثم حدد النسب المولية الممكنة:



لاحظ أن عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل يحوي (n) من المواد هي (n-1)n. لذا، فالتفاعلات التي فيها 4، 5 مواد يمكن كتابة 12 و 20 نسبة مولية منها على التوالي.

التفاعل الذي فيه 4 مواد: $4(4-1) = 12$

التفاعل الذي فيه 5 مواد: $5(5-1) = 20$

التقويم 5-1

الخلاصة

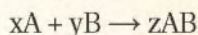
5. **الفكرة الرئيسة** قانون بين كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في

التفاعل الكيميائي، ووضح العلاقة بين هذه الكتل.

6. حدد عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل كيميائي يوجد فيه ثلاث مواد.

7. صنف طرائق تفسير المعادلة الكيميائية الموزونة.

8. طبق المعادلة العامة لتفاعل كيميائي:



حيث يمثل A و B عنصرين، وتمثل x و y و z المعاملات. حدد النسب المولية لهذا التفاعل.

9. طبق يتفكك فوق أكسيد الهيدروجين لينتج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثم حدد النسب المولية.

10. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

ارسم 6 جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد المناسب من جزيئات الأكسجين، ثم وضح عدد جزيئات الماء المتكونة.

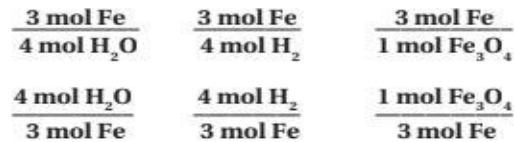
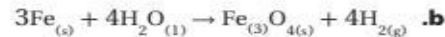
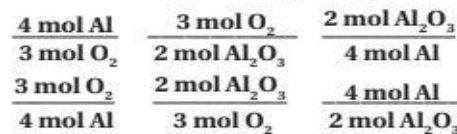
تفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على

أساس المولات والكتلة والجسيمات الممثلة (ذرات، جزيئات، وحدات صيغ كيميائية).

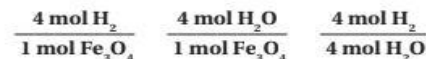
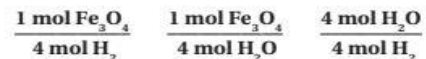
يطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية جميعها.

تشتق النسب المولية من معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة. وترمز كل نسبة مولية إلى نسبة عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة، لعدد مولات مادة أخرى متفاعلة أو ناتجة في التفاعل الكيميائي.

3. حدّد النسب المولية جميعها لكلّ من المعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:

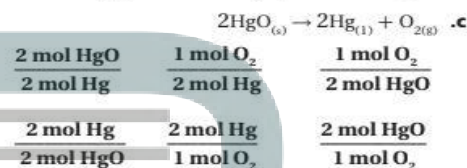


5-1 التقويم



5. قارن بين كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الكيميائي، ووضّح العلاقة بين هذه الكتل.

تُشير معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة إلى العلاقة المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، بحيث تكون كتل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة متساوية.



6. حدّد عدد النسب المولية التي يمكن كتابتها لتفاعل كيميائي يوجد فيه ثلاث مواد.

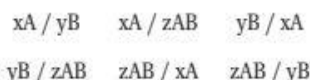
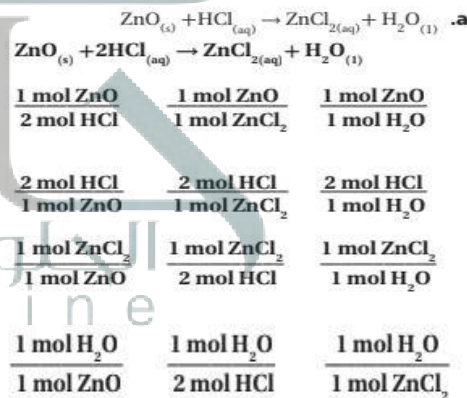
4. تحفيز زن المعادلات الكيميائية الآتية، ثمّ حدّد النسب المولية الممكنة:

نذا، n = 3

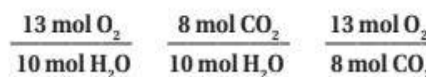
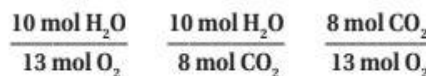
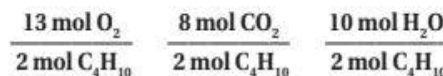
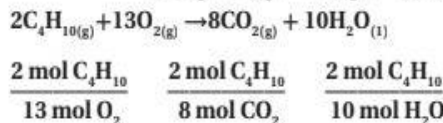
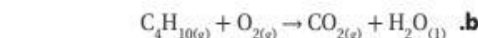
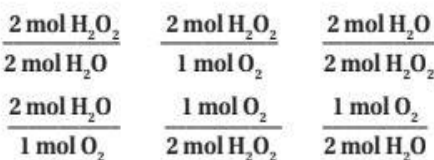
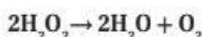
6 نسب مولية = (3)(2) = (n)(1-n)

7. صنّف طرائق تفسير المعادلة الكيميائية الموزونة. الجسيمات (الذرات، الجزيئات، وحدات الصيغة)، والمولات، والكتلة.

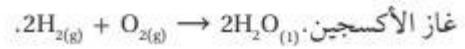
8. طبق المعادلة العامة لتفاعل كيميائي هي: $x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{AB}$ حيث يُمثّل A و B عنصريّن، و x و y و z المعاملات. حدّد النسب المولية لهذا التفاعل.



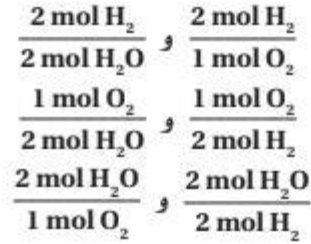
9. طبق يتفكّك فوق أكسيد الهيدروجين ليُنتج الماء والأكسجين. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل، ثمّ حدّد النسب المولية.



10. نمذج اكتب النسب المولية لتفاعل غاز الهيدروجين مع



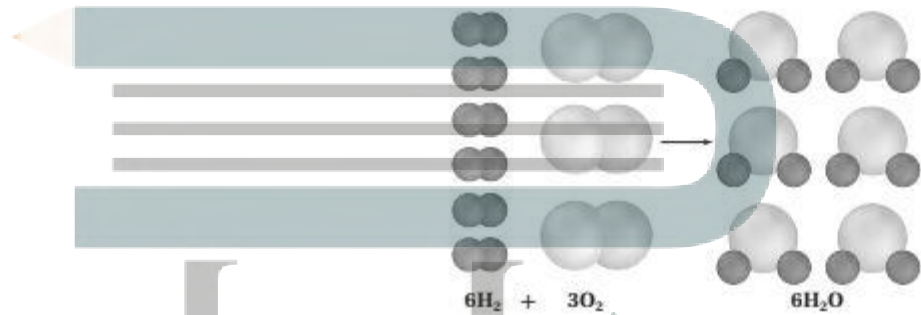
ارسم 6 جزيئات هيدروجين تتفاعل مع العدد المناسب من جزيئات الأكسجين، ثم وضح عدد جزيئات الماء المتكوّنة.



يجب أن يظهر الرسم التوضيحي للطلاب تفاعل 6 جزيئات

من الهيدروجين مع 3 جزيئات من الأكسجين لإنتاج 6 جزيئات

من الماء كما يلي:



- تكتب الخطوات المتتالية المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
- تحل مسائل الحسابات الكيميائية.

مراجعة المفردات

التفاعل الكيميائي، العملية التي يُعاد فيها ترتيب ذرات مادة أو أكثر لإنتاج مواد جديدة مختلفة.

حسابات المعادلات الكيميائية

Stoichiometric Calculations

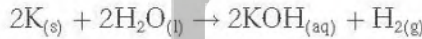
الفكرة الرئيسية يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

الربط مع الحياة تتطلب عملية الخبز مقادير دقيقة. لذا من الضروري اتباع وصفة معينة عند خبز الكعك. ماذا تفعل إذا أردت صنع كمية من الكعك أكبر مما تحدده الوصفة؟

استخدام الحسابات الكيميائية Using Stoichiometry

ما الخطوات اللازمة لإجراء الحسابات الكيميائية؟ تبدأ الحسابات الكيميائية جميعها بمعادلة كيميائية موزونة. وكذلك نحتاج إلى النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة بالإضافة إلى عوامل تحويل الكتلة-المول.

الحسابات الكيميائية: حساب المولات يتفاعل البوتاسيوم مع الماء بشدة، كما في الشكل 5-3، ويُمثل التفاعل بالمعادلة الآتية:



تبين المعادلة أن مولين من البوتاسيوم ينتجان مولاً من الهيدروجين. ولكن كم ينتج من الهيدروجين إذا تفاعل 0.0400 mol من البوتاسيوم فقط؟ للإجابة عن هذا السؤال حدد المادة المعطاة والمادة التي تحتاج إلى معرفتها. فمقدار المادة المعطاة هو 0.0400 mol من البوتاسيوم، والمطلوب حسابه هو عدد مولات الهيدروجين. ولأن كمية المادة المعروفة معطاة بالمول، لذا يجب تحديد المادة المطلوب حسابها بالمول أيضاً، ولذلك تتطلب هذه المسألة عامل تحويل مول - مول.

ولحل المسألة عليك معرفة العلاقة التي تربط عدد مولات الهيدروجين مع عدد مولات البوتاسيوم. لقد تعلمت سابقاً كيف تشتق النسبة المولية من المعادلة الكيميائية الموزونة. لذا تُتخذ النسبة المولية عاملاً لتحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المراد حسابها في التفاعل الكيميائي نفسه. ولأنه يمكن كتابة العديد من النسب المولية من هذه المعادلة الكيميائية، فكيف تعرف أي هذه النسب تختار؟

كما يظهر في الصفحة الآتية فإن النسبة المولية الصحيحة هي: 1 mol من H_2 إلى 2 mol من K، ويظهر الشكل أيضاً عدد مولات المادة المجهولة في البسط، وعدد مولات المادة المعروفة في المقام. وباستخدام هذه النسبة نُحول عدد مولات البوتاسيوم إلى عدد مولات الهيدروجين.

الشكل 5-3 يتفاعل فلز البوتاسيوم بشدة مع الماء مطلقاً كمية كبيرة من الحرارة كافية لإشعال غاز الهيدروجين الناتج واحتراقه.



$$\text{عدد مولات المادة المعروفة} \times \frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعروفة في المعادلة}} = \text{عدد مولات المادة المجهولة}$$

$$0.0400 \text{ mol K} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol K}} = 0.0200 \text{ mol H}_2$$

والأمثلة الآتية توضح خطوات الحسابات الكيميائية الضرورية للتحويل من مول إلى مول، ومن مول إلى كتلة، ومن كتلة إلى كتلة. كما يوضح الشكل الآتي استراتيجية حل المشكلة.

استراتيجية حل المسألة

إتقان الحسابات الكيميائية

يوضح المخطط الآتي الخطوات المستخدمة لحل مسائل الحسابات الكيميائية عند التحويل من مول إلى مول، ومن مول إلى كتلة، ومن كتلة إلى كتلة.

1. أكمل الخطوة الأولى بكتابة معادلة التفاعل الموزونة.
2. لمعرفة من أين تبدأ حساباتك، حدد الوحدة المستخدمة للمادة المعلومة.
3. تعتمد نهاية الحسابات على الوحدة المراد استخدامها للمادة المعلومة.
- فإذا كان المطلوب بالمولات فتوقف بعد الخطوة الثانية.
- إذا كانت الكتلة معطاة g، فابدأ حساباتك من الخطوة رقم 3.
- وإذا كان المطلوب بالجرامات فتوقف بعد إكمال الخطوة رقم 4.
- إذا كانت الكمية mol فابدأ حساباتك بالخطوة رقم 3.

تطبيق الاستراتيجية

طبق استراتيجية حل المسائل على الأمثلة 2-5، 3-5، 4-5.



حسابات المولات من سلبات احتراق غاز البروبان C_3H_8 إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، مما يزيد من تركيزه في الغلاف الجوي. ما عدد مولات CO_2 التي تنتج عن احتراق 10 mol من C_3H_8 في كمية وافرة من الأكسجين؟

1 تحليل المسألة

أنت تعرف عدد مولات المادة المتفاعلة C_3H_8 ، والمطلوب إيجاد عدد مولات المادة الناتجة من CO_2 . لذا اكتب معادلة التفاعل الموزونة أولاً، ثم حول مولات البروبان إلى مولات ثاني أكسيد الكربون باستعمال النسبة المولية المناسبة.

المطلوب
mol CO_2 = ?

المعطيات
mol C_3H_8 = 10 mol

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لاحتراق البروبان.
استخدم النسبة المولية الصحيحة لتحويل مولات المادة المعلومة C_3H_8 إلى مولات المادة المجهولة CO_2 .

10.0 mol ? mol



النسبة المولية = $\frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8}$

$$10.0 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 30.0 \text{ mol } CO_2$$

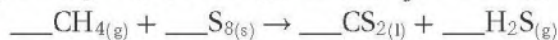
لذا يُنتج احتراق 10 mol من غاز البروبان 30 mol من CO_2 .

3 تقويم الإجابة

توضح المعادلة الكيميائية أن 1 mol من C_3H_8 أنتج 3 mol من CO_2 ، لذا 10 mol من C_3H_8 تنتج كمية أكبر من ثلاث مرات (يعني 30.0 mol) من مولات CO_2 .

مسائل تدريبية

11. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجاً ثاني كبريتيد الكربون CS_2 ، وهو سائل يستخدم غالباً في صناعة السلوفان.



a. اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. احسب عدد مولات CS_2 الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 .

c. ما عدد مولات H_2S الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 ؟

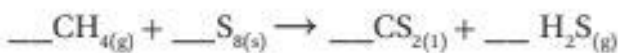
12. تحفيز يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

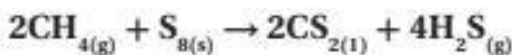
b. ما عدد مولات H_2SO_4 الناتجة عن تفاعل 12.5 mol من SO_2 ؟

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة لتفاعل 12.5 mol من SO_2 ؟

11. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت مُنتِجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2 ، وهو سائل يُستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.



a. اكتب معادلة التفاعل موزونة.



b. احسب عدد مولات CS_2 الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8 .

$$1.5 \text{ mol } S_8 \times \frac{2 \text{ mol } CS_2}{1 \text{ mol } S_8} = 3.00 \text{ mol } CS_2$$

c. ما عدد مولات H_2S الناتجة؟

$$1.5 \text{ mol } S_8 \times \frac{4 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } S_8} = 6.00 \text{ mol } H_2S$$

12. تحفيز يتكوّن حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.



b. ما عدد مولات H_2SO_4 الناتجة عن تفاعل 12.5 mol SO_2 ؟

$$12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } SO_2} = 12.5 \text{ mol } H_2SO_4$$

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل؟

$$12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } SO_2} = 6.25 \text{ mol } O_2$$

الحسابات الكيميائية: تحويل المول إلى كتلة والآن، افترض أنك تعرف إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة، وأنت ترغب في حساب كتلة مادة متفاعلة أو ناتجة أخرى. فيما يأتي مثال على التحويل من مول إلى كتلة.

مثال 3-5

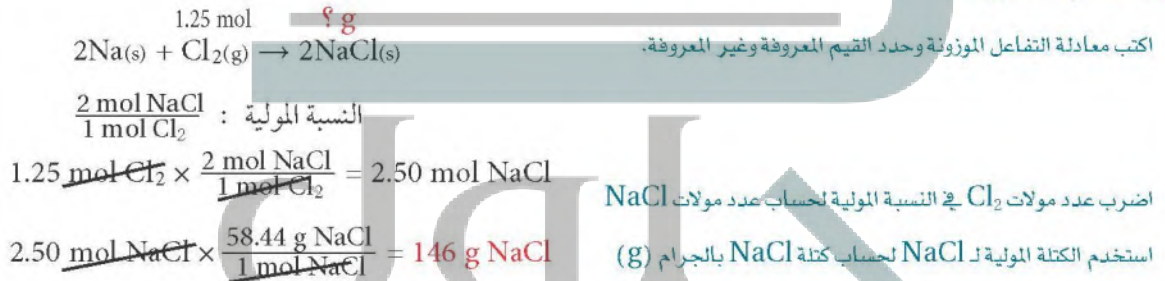
حسابات المول - الكتلة احسب كتلة كلوريد الصوديوم NaCl المعروف بملح الطعام، الناتجة عن تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور Cl₂ بشدة مع الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت مولات المادة المتفاعلة الكلور Cl₂، وطلب إليك تحديد كتلة المادة الناتجة NaCl، وتحويل عدد مولات الكلور Cl₂ إلى عدد مولات NaCl باستخدام النسبة المولية، ثم تحويل عدد مولات NaCl إلى جرامات NaCl باستخدام الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل.

المعطيات عدد مولات الكلور = 1.25 mol
المطلوب كتلة كلوريد الصوديوم (g) = ؟

2 حساب المطلوب



3 تقويم الإجابة

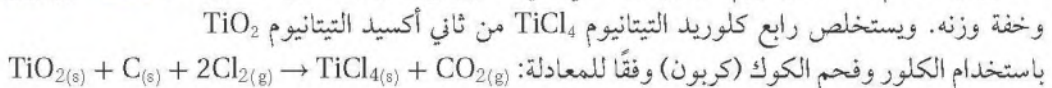
للتأكد من صحة كتلة NaCl المحسوبة، اعكس الحسابات، واقسم كتلة NaCl على الكتلة المولية لـ NaCl، ثم قسم الناتج على 2 لتحصل على عدد مولات Cl₂ المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

13. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية الكلور والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور، بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموضحة بالمخطط على اليسار؟



14. تحفيز، يستخدم معدن التيتانيوم - وهو فلز انتقالي - في الكثير من السبائك، لقوته العالية وخفة وزنه. ويستخلص رابع كلوريد التيتانيوم TiCl₄ من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO₂ باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقاً للمعادلة:

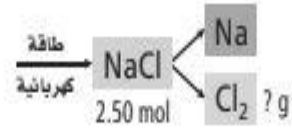


a. ما كتلة غاز Cl₂ اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

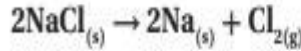
b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO₂؟

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO₂؟

13. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية؛ الكلور، والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموصَّحة؟



الخطوة 1: زن المعادلة الكيميائية.



الخطوة 2: احسب عدد مولات الكلور.

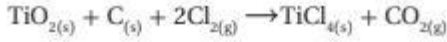
$$2.50 \text{ mol NaCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ mol NaCl}} = 1.25 \text{ mol Cl}_2$$

الخطوة 3: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 88.6 \text{ g Cl}_2$$



14. تحفيز يُستخدم معدن التيتانيوم -وهو فلز نقي- في الكثير من السبائك، لقوته العالية و-منه لا يمتزج مع- رابع كلوريد التيتانيوم TiCl_4 من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 باستخدام الكلور وفحم الكوك (الكربون) وفقاً للمعادلة:



a. ما كتلة غاز Cl_2 اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكلور.

$$1.25 \text{ mol TiO}_2 \times \frac{2 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol TiO}_2} = 2.50 \text{ mol Cl}_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$2.50 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 177 \text{ g Cl}_2$$

b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات الكربون.

$$1.25 \text{ mol TiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol TiO}_2} = 1.25 \text{ mol C}$$

الخطوة 2: احسب كتلة الكلور بالجرامات.

$$1.25 \text{ mol C} \times \frac{12.011 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 15.0 \text{ g C}$$

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO_2 ؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات TiO_2 المستهلكة.

$$1.25 \text{ mol TiO}_2 \times \frac{79.865 \text{ g TiO}_2}{1 \text{ mol TiO}_2} = 99.8 \text{ g TiO}_2$$

الخطوة 2: احسب كتلة المواد المتفاعلة جميعها بالجرامات.

$$99.8 \text{ g TiO}_2 + 15.0 \text{ g C} + 177 \text{ g Cl}_2 = 292 \text{ g}$$

$$\text{كتلة المواد المتفاعلة} = 292 \text{ g}$$

وبما أن الكتلة محفوظة:

$$\text{كتلة المواد الناتجة} = \text{كتلة المواد المتفاعلة}$$

$$\text{كتلة المواد الناتجة} = 292 \text{ g}$$

الحسابات الكيميائية: حساب الكتلة إذا كنت تستعد لإجراء تفاعل كيميائي في المختبر فسوف تحتاج إلى معرفة كمية كل من المواد المتفاعلة التي ستستخدمها في إنتاج الكتل المطلوبة من النواتج. يوضح المثال 4-5 كيف تستطيع استخدام كتلة محددة من مادة معروفة، والمعادلة الكيميائية الموزونة، والنسب المولية من المعادلة لإيجاد كتلة المادة المجهولة.

مثال 4-5

حساب الكتلة عندما تتحلل نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، والتي تعد أحد أهم الأسمدة، ينتج غاز أكسيد ثنائي النيتروجين (أكسيد النيتروز) والماء. حدد كتلة H_2O الناتجة عن تحلل 25.0 g من نترات الأمونيوم الصلبة NH_4NO_3 .

1 تحليل المسألة

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، ثم استخدم النسب المولية لإيجاد عدد مولات المواد الناتجة. وأخيراً استخدم الكتلة المولية لتحويل عدد مولات المواد الناتجة إلى كتلة بالجرامات.

المعطيات	المطلوب
كتلة نترات الأمونيوم $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 25.0 \text{ g}$	كتلة الماء $\text{H}_2\text{O} = ??$

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الموزونة وحدد قيم المواد المعروفة والمواد المطلوبة.	25.0 g	$?? \text{ g}$
اكتب عدد مولات NH_4NO_3 بالضرب في	$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	
مقلوب الكتلة المولية	$25.0 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{80.04 \text{ g NH}_4\text{NO}_3} = 0.312 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$	
احسب عدد مولات الماء بضرب عدد مولات نترات الأمونيوم في النسبة المولية.	النسبة المولية: $\frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}$	
احسب عدد جرامات H_2O بالضرب في الكتلة المولية.	$0.312 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} = 0.624 \text{ mol H}_2\text{O}$	
	$0.624 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 11.2 \text{ g H}_2\text{O}$	

3 تقويم الإجابة

لمعرفة ما إذا كانت كتلة الماء المحسوبة صحيحة أم لا، قم بإجراء الحسابات بطريقة معكوسة.

مسائل تدريبية

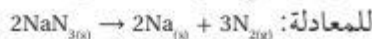


$100.0 \text{ g NaN}_3 \rightarrow ? \text{ g N}_{2(\text{g})}$

- أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقاً للمعادلة: $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_{2(\text{g})}$ احسب كتلة N_2 الناتجة عن تحلل NaN_3 ، كما يظهر في الرسم المجاور.
- تحفيز عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض الكبريتيك H_2SO_4 . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا تفاعل 2.5 g SO_2 مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة H_2SO_4 الناتجة بالجرامات؟

15. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية

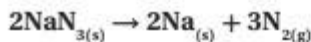
الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقاً



احسب كتلة N_2 الناتجة عن

تحلل NaN_3 ، كما يظهر في

الرسم المجاور.



الخطوة 1، احسب عدد مولات NaN_3 .

$$100 \text{ g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65.02 \text{ g NaN}_3} = 1.538 \text{ mol NaN}_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات N_2 .

$$1.538 \text{ mol NaN}_3 \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} = 2.307 \text{ mol N}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة N_2 بالجرامات.

$$2.307 \text{ mol N}_2 \times \frac{28.02 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 64.64 \text{ g N}_2$$

16. تحفيز عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد

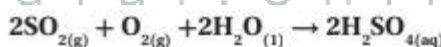
الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض

الكبريتيك H_2SO_4 . اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا

تفاعل 2.5 g SO_2 مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة

H_2SO_4 الناتجة بالجرامات؟

الخطوة 1، زن المعادلة الكيميائية.



الخطوة 2، احسب عدد مولات SO_2 .

$$2.50 \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64.07 \text{ g SO}_2} = 0.0390 \text{ mol SO}_2$$

الخطوة 3، احسب عدد مولات H_2SO_4 .

$$0.0390 \text{ mol SO}_2 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol SO}_2} = 0.0390 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

الخطوة 4، احسب كتلة H_2SO_4 بالجرامات.

$$0.0390 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \times \frac{98.09 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 3.83 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

5. ما كمية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الناتجة عن تحلل صودا الخبز؟
جهاز حاملاً مع حلقة، ومثلثاً من الصلصال لتسخين الجفنة.

6. يستخدم صودا الخبز - كربونات الصوديوم الهيدروجينية - في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تسبب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية.

مدة 7 - 8 min بلهب قوي، وسجل ملاحظاتك في أثناء التسخين.

١- كانت المادة الناتجة رطبة في أثناء التسخين وتظهر عليها بعض الفقاعات ولكنها جفت مع الوقت.

٣- على افتراض أن الكتلة المتوقعة والكتلة الفعلية هما ١,٩٧ g

و $1,90 \text{ g}$ على التوالي، فيكون الخطأ $= 0,07 \text{ g}$ ، ونسبة الخطأ تساوي $3,55\%$

٤- الأخطاء الناتجة عن قياس كل من الكتلتين، ووزن الرطوبة التي تمتصها الجفنة.

1. صف ما لاحظته في أثناء تسخين صودا الخبز.
2. قارن كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.
3. احسب افترض أن كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها في الخطوة رقم 4 هي الكتلة الصحيحة لنتائج التفاعل؛ احسب الخطأ ونسبته المئوية في ضوء نتيجة التجربة.
4. حدد مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

الخلاصة

تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب

كميات المواد المتفاعلة والنااتجة عن تفاعل معين.

تعد كتابه المعادلة الكيميائية الموزونة
الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات
الكيميائية .

تستخدم النسب المولية المشتقة من
المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات
الكيميائية.

17. **الغرفة الرئيسية** **فهم** لماذا تستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.

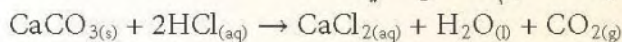
18. اذكر الخطوات الأربع المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية.

19. طبق كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كلياً مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.

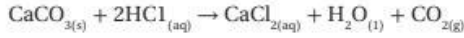
20. احسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 2.70 g من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة:

$$3\text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$$

21. صمم خريطة مفاهيم للفاعل الآتي:



يجب أن تفسر خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة CaCl_2 الناتجة عن تفاعل كمية معلومة من HCl .



يجب أن تُفسّر خريطة المفاهيم كيفية تحديد كتلة CaCl_2 الناتجة عن تفاعل كمية معلومة من HCl .

ستتنوع خرائط المفاهيم، ولكن يجب على الجميع بيان استعمالهم لمعاملات التحويل التالية: معكوس الكتلة المولية، والنسب المولية، والكتلة المولية.

17. فسّر لماذا تُستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة في حلّ مسائل الحسابات الكيميائية.

تُعبّر المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عن العلاقات المولية بين كل زوج من المواد المتفاعلة والناتجة.

18. اذكر الخطوات الأربع المُستخدمة في حلّ مسائل الحسابات الكيميائية.

1. زن المعادلة.

2. حوّل كتلة المادة المعروفة إلى عدد مولات.

3. استخدم النسبة المولية في تحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المجهولة.

4. حوّل عدد مولات المادة المجهولة إلى كتلة بالجرامات.

19. طبق كيف يمكن حساب كتلة البروم السائل الضرورية للتفاعل كليًا مع كتلة معروفة من الماغنسيوم.

اكتب معادلة موزونة، وحوّل الكتلة المعطاة للماغنسيوم Mg إلى عدد مولات. ثم استخدم النسبة المولية من المعادلة لتحويل عدد مولات Mg إلى عدد مولات Br . وأخيرًا حوّل عدد مولات Br إلى كتلة بالجرامات.

20. احسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 2.70 g من الهيدروجين مع كمية وافرة من النيتروجين حسب المعادلة:



الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2 .

$$2.70 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2.016 \text{ g H}_2} = 1.34 \text{ mol H}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات NH_3 .

$$1.34 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = 0.893 \text{ mol NH}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة NH_3 بالجرامات.

$$0.893 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17.030 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 15.2 \text{ g NH}_3$$

تحديد المادة المحددة للتفاعل في معادلة كيميائية.

تعرف المادة الفائضة، وتحسب كمية المتبقي منها عند انتهاء التفاعل.

تحسب كتلة الناتج عندما تُعطى كتلاً لأكثر من مادة متفاعلة.

مراجعة المفردات

الكتلة المولية: كتلة مول واحد من أي مادة بالجرام.

المفردات الجديدة

المادة المحددة للتفاعل
المواد الفائضة

المادة المحددة للتفاعل

Limiting Reactants

الفكرة الرئيسية يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستنفد أي من المواد المتفاعلة تمامًا.

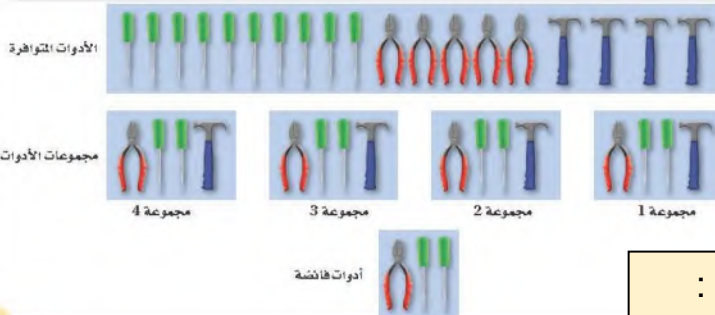
الربط مع الحياة إذا كان عدد الطلاب الراغبين في الجلوس أكبر من عدد المقاعد فإن عددًا من الطلاب سيبقى واقفًا. وهذا الموقف يشبه المواد المتفاعلة؛ إذ لا تشارك المواد الفائضة في التفاعل.

لماذا تتوقف التفاعلات؟ Why do reactions stop?

نادرًا ما توجد المواد المتفاعلة في الطبيعة بالنسب التي تحددها معادلة التفاعل الموزونة. وعادة ما تكون واحدة أو أكثر من المواد الفائضة. ويستمر التفاعل إلى أن يتم استنفاد إحدى المواد أو جميعها. وينطبق هذا المبدأ على التفاعلات في المختبر؛ إذ تكون إحدى المواد أو أكثر فائضة، في حين تكون مادة واحدة محددة للتفاعل. لذا فإن كمية المواد الناتجة تعتمد على كمية المادة المحددة للتفاعل.

المواد المحددة للتفاعل والمواد الفائضة بالرجوع إلى التجربة الاستهلاكية صفحة 161؛ وعند إضافة المزيد من كبريتيد الصوديوم الهيدروجيني إلى المحلول الشفاف الذي تكون لم يُلاحظ أي تغير؛ وذلك لعدم وجود برمنجنات بوتاسيوم للتفاعل معه. لذا فإن برمنجنات البوتاسيوم مادة محددة للتفاعل. والمادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك كليًا في التفاعل وتحدد كمية المادة الناتجة.

لذلك تبقى كميات من المواد المتفاعلة الأخرى بعد توقف التفاعل بدون استهلاك. وتسمى هذه المواد المتبقية **المواد الفائضة**. ولمساعدتك على فهم المواد المحددة للتفاعل والفائضة انظر الشكل 4-5. يمكننا بناءً على المواد المتوافرة تكوين أربع مجموعات تتألف من كاشية ومطرقة ومفكين. وقد حُدد عدد المجموعات بناءً على عدد المطارق، لذا تبقى الكاشيات والمفكات فائضة.



الشكل 4-5 يجب أن تحتوي كل مجموعة على مطرقة، لذا يمكن تشكيل أربع مجموعات. **فسر** كم مطرقة يتطلب إكمال المجموعة الخامسة؟

اجابة سؤال الشكل 4-5 :

تحتاج الى مطرقة اضافية .



الشكل 5-5 إذا أمعنت النظر في الذرات الموجودة قبل التفاعل وبعده فستجد أن بعض جزيئات النيتروجين لم تتغير. وتسمى هذه الجزيئات المادة الفائضة.

تعرف المادة المحددة للتفاعل بُنيت الحسابات التي أجريتها في الأمثلة السابقة على وجود المواد المتفاعلة بالنسبة التي تحددتها معادلة التفاعل الموزونة. وعندما لا تكون الحالة على هذا النحو فإن عليك معرفة المادة المحددة للتفاعل أولاً.

فلننظر إلى التفاعل في الشكل 5-5 الذي يصف تفاعل ثلاثة جزيئات من النيتروجين N₂ مع ثلاثة جزيئات من الهيدروجين H₂ لتكوين غاز الأمونيا NH₃؛ إذ تتحلل جزيئات النيتروجين والهيدروجين في بداية التفاعل إلى ذرات منفصلة تتفاعل معاً لتكوين جزيئات الأمونيا، كما هو الحال في مثال الأدوات في الشكل 4-5.

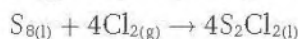
ما عدد جزيئات الأمونيا المتكوّنة؟ يمكن تكوين جزيئين من الأمونيا، وذلك بسبب وجود ستة ذرات هيدروجين، ترتبط كل ثلاث منها مع ذرة نيتروجين. ولذا يُعد الهيدروجين مادة محددة للتفاعل، في حين يُعد النيتروجين مادة فائضة. لذا من الضروري معرفة المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة؛ لأن كمية المادة الناتجة تعتمد على ذلك.

✓ **ماذا قرأت؟** توسع ما عدد جزيئات الهيدروجين التي تلزم للتفاعل مع جزيئات النيتروجين الفائضة في الشكل 5-5؟

حساب الناتج بناءً على المادة المحددة للتفاعل

Calculating the Product when a Reactant is Limiting

كيف يمكنك حساب كمية الناتج عندما تكون إحدى المواد محددة للتفاعل؟ لنأخذ مثلاً على ذلك مركب ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الذي يستخدم في صناعة جلفنة المطاط. يظهر الشكل 6-5 كيف تجعل الجلفنة المطاط صالحاً للاستعمالات الكثيرة، حيث يُحضّر هذا المركب بتفاعل مصهور الكبريت مع غاز الكلور حسب المعادلة:



ما مقدار ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت الناتج عن تفاعل 200.0 g من مصهور الكبريت مع 100.0 g من غاز الكلور؟

حساب المادة المحددة للتفاعل لقد أعطيت كتلتي المادتين المتفاعلتين، لذا عليك أن تحدد أولاً أيها المادة المحددة للتفاعل؛ لأن التفاعل سيتوقف عندما تستهلك هذه المادة تماماً.

المطلوبات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطوّيتك.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

ستة جزيئات .

الشكل 5-6 يكون المطاط الطبيعي ليناً ولزجاً، لذا يعالج بالجلفنة ليصبح أكثر صلابة. ترتبط الجزيئات في أثناء عملية الجلفنة معاً مكونة مادة ناعمة، صلبة، قليلة اللزوجة. لذا تجعل الجلفنة من المطاط الطبيعي مادة مثالية لصناعة بعض الأدوات، ومنها العجلة الظاهرة في الصورة.



الصيدني إن معرفة تركيب الدواء، وكيفية استعماله، والمضاعفات الضارة المحتملة من استعماله تجعل الصيدلي قادراً على نصيح المريض وإرشاده. كما يقوم الصيدلي بمزج المواد الكيميائية لصناعة المساحيق، والأقراص، والدهون والمحاليل. لمعرفة المزيد عن الكيمياء في المهن زر الموقع obeikaneducation.com

المفردات

الاستعمال العلمي والاستعمال

الشائع.

الناتج

الاستعمال العلمي. مادة جديدة تتكون في أثناء التفاعل الكيميائي. كان الناتج الوحيد عن التفاعل غازاً عديم اللون.

الاستعمال الشائع. شيء ينتج عند قسمة عددين أحدهما على الآخر...

مولات المواد المتفاعلة يتطلب تعرّف المادة المحددة للتفاعل إيجاد عدد مولات كل مادة متفاعلة؛ وذلك بتحويل كتل المواد إلى مولات. ويمكنك تحويل كتلة كل من الكلور والكبريت إلى مولات، بضرب كتلة كل مادة في عامل تحويل يساوي معكوس الكتلة المولية لكل منها.

$$100.0 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70.91 \text{ g Cl}_2} = 1.410 \text{ mol Cl}_2$$

$$200.0 \text{ g S}_8 \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{256.5 \text{ g S}_8} = 0.7797 \text{ mol S}_8$$

استعمال نسب المولات تتطلب الخطوة الآتية معرفة النسبة المولية الصحيحة التي تربط بين المادتين كما أعطيت في المعادلة الموزونة. تبين معاملات المعادلة الموزونة وجود 4 mol من Cl₂ لكل 1 mol من S₈، أي أن النسبة بينهما (4:1). ويتطلب تحديد النسب الصحيحة المقارنة بين النسبة (4:1) ونسب المولات الفعلية للمواد المتفاعلة. ولإجراء ذلك نقسم عدد مولات الكلور الفعلية على مولات الكبريت الفعلية أيضاً.

$$\frac{1.410 \text{ mol Cl}_2}{0.7797 \text{ mol S}_8} = \frac{1.808 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol S}_8}$$

تظهر الحسابات أن النسبة هي: 1.808 mol من Cl₂ لكل 1 mol من S₈ بدلاً من 4 mol من Cl₂ كما تظهر المعادلة. ولذلك يكون الكلور هو المادة المحددة للتفاعل.

حساب كمية الناتج المتكوّن يمكنك بعد حساب مولات المادة المحددة للتفاعل أن تحسب مولات المادة الناتجة عن طريق ضرب مولات المادة المحددة للتفاعل (1.410 mol) في نسبة مولات ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت، ثم تحويل مولات S₂Cl₂ إلى جرامات، وذلك بضرب عدد المولات في كتلتها المولية كما هو مبين أدناه:

$$1.410 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{4 \text{ mol S}_2\text{Cl}_2}{4 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{135.0 \text{ g S}_2\text{Cl}_2}{1 \text{ mol S}_2\text{Cl}_2} = 190.4 \text{ g S}_2\text{Cl}_2$$

وهذا يعني تكوّن 190.4 g من S₂Cl₂ عند تفاعل 1.410 mol من Cl₂ مع كمية فائضة من S₈. **المادة الفائضة** بعد أن حددت المادة المحددة للتفاعل وكمية الناتج المتكوّن قد ترغب في معرفة ما حدث للمادة الفائضة، والكمية التي تفاعلت من الكبريت؟

المولات المتفاعلة عليك تحويل المولات إلى كتلة لمعرفة كتلة الكبريت التي تلزم لتفاعل تماماً مع 1.410 mol من Cl₂، لذا ابدأ أولاً بحساب مولات الكبريت بضرب مولات الكلور بالنسبة المولية لـ Cl₂ / S₈.

$$1.410 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{4 \text{ mol Cl}_2} = 0.3525 \text{ mol S}_8$$

الكتلة المتفاعلة لحساب كتلة الكبريت، تضرب 0.3525 mol S₈ في الكتلة المولية لـ S₈

$$0.3525 \text{ mol S}_8 \times \frac{256.5 \text{ g S}_8}{1 \text{ mol S}_8} = 93.588 \text{ g S}_8$$

الكمية الفائضة يمكن حساب الكمية المتبقية بعد التفاعل من S₈ بطرح كتلة المادة المتفاعلة من كتلة المادة الكلية على النحو الآتي:

الكمية الفائضة = كتلة المادة - الكمية التي تفاعلت

$$200.0 \text{ g S}_8 - 93.588 \text{ g S}_8 = 106.4 \text{ g S}_8$$

المادة المحددة للتفاعل يتفاعل الفوسفور الصلب الأبيض P_4 مع الأكسجين لتكوين مركب صلب يُسمى عاشر أكسيد رابع الفوسفور P_4O_{10} ، ويطلق على هذا المركب أحياناً اسم خامس أكسيد ثنائي الفوسفور؛ لأن صيغته الأولية هي P_2O_5 .

a. احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة عن تفاعل 25.0 g من الفوسفور مع 50.0 g من الأكسجين.

b. ما مقدار المادة الفائضة بعد انتهاء التفاعل؟

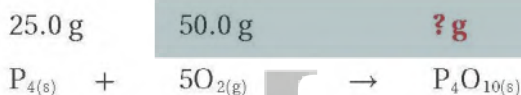
1 تحليل المسألة بما أن لديك كتلتي المادتين المتفاعلتين لذا يمكنك تعرف المادة المحددة للتفاعل، ثم حساب كتلة الناتج. ويمكن معرفة عدد مولات المادة الفائضة بناءً على معرفة مولات المادة المحددة للتفاعل، وحساب عدد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت وتحويلها إلى كتلة، ثم طرح هذه الكتلة من الكتلة المتوافرة قبل بدء التفاعل.

المطلوب
كتلة عاشر أكسيد رابع الفوسفور $P_4O_{10} = ?g$
كتلة المادة الفائضة $= ?g$

المعلوم
كتلة الفوسفور $= 25.0 g$
كتلة الأكسجين $= 50.0 g$

2 حساب المطلوب

حساب المادة المحددة للتفاعل



اكتب المعادلة الموزونة، وحدد المعطيات والمطلوب

احسب عدد مولات المواد المتفاعلة بضرب كتلة كل منها في عامل التحويل الذي يربط عدد المولات مع الكتلة معكوس الكتلة المولية لكل منها.

$$25.0 g P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4}{123.9 g P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4$$

احسب مولات P_4

$$50.0 g O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32.00 g O_2} = 1.56 \text{ mol } O_2$$

احسب مولات O_2

احسب النسبة المولية الفعلية لمولات P_4, O_2

$$\frac{1.56 \text{ mol } O_2}{0.202 \text{ mol } P_4} = \frac{7.72 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4}$$

احسب نسبة مولات O_2 إلى مولات P_4

حدد النسبة المولية للمواد المتفاعلة من المعادلة الموزونة:

$$\frac{5 \text{ mol } O_2}{\text{mol } P_4} = \text{النسبة المولية}$$

وبما أنه يتوافر 7.72 mol من الأكسجين، في حين أن التفاعل يحتاج إلى 5 mol من الأكسجين لتفاعل مع 1 mol من P_4O_{10} ، فالأكسجين هو المادة الفائضة، ويكون P_4 هو المادة المحددة للتفاعل. لذا تستعمل مولات P_4 لحساب مولات P_4O_{10} الناتجة.

اضرب عدد مولات P_4 في النسبة المولية $\frac{P_4O_{10}}{P_4}$

$$0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{1 \text{ mol } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4} = 0.202 \text{ mol } P_4O_{10}$$

احسب مولات P_4O_{10} الناتجة.

ولحساب كتلة P_4O_{10} نضرب مولات P_4O_{10} في عامل التحويل الذي يربط الكتلة بالمولات.

$$0.202 \text{ mol } P_4O_{10} \times \frac{283.9 \text{ g } P_4O_{10}}{1 \text{ mol } P_4O_{10}} = 57.3 \text{ g } P_4O_{10}$$

احسب كتلة P_4O_{10} الناتجة.

وبما أن O_2 هو المادة الفائضة فإن جزءاً منه فقط يتفاعل. لذا استخدم المادة المحددة للتفاعل P_4 لحساب عدد مولات O_2 الداخل في التفاعل وكتلته.

$$0.202 \text{ mol } P_4 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4} = 1.01 \text{ mol } O_2$$

اضرب عدد مولات المادة المحددة للتفاعل في النسبة المولية لتحديد مولات المادة الفائضة التي تفاعلت والتي بقيت.

حوّل مولات O_2 الداخلة في التفاعل إلى كتلة.

$$1.0 \text{ mol } O_2 \times \frac{32.0 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 32.3 \text{ g } O_2$$

اضرب عدد مولات O_2 في الكتلة المولية.

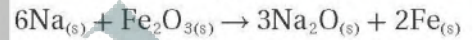
احسب كمية O_2 الفائضة.

$$32.3 \text{ g } O_2 - 50.0 \text{ g } O_2 = 17.7 \text{ g } O_2$$

3 تقويم الإجابة أعطيت جميع القيم بثلاث أرقام معنوية، وكذلك أعطيت قيمة P_4O_{10} . وينطبق ذلك على جميع الحسابات والأرقام الداخلة في المسألة. حسبت كتلة الأكسجين الفائضة (17.7g) بطرح رقمين في كل منهما منزلة عشرية واحدة. لذا فإن الكتلة الفائضة من الأكسجين صحيحة؛ لأنها تحتوي على منزلة عشرية واحدة.

مسائل تدريبية

22. يتفاعل الصوديوم مع أكسيد الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية:



إذا تفاعل 100 g من Na مع 100.0 g من Fe_2O_3 ، فاحسب كلّاً مما يأتي:

a. المادة المحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

23. تحفيز يستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج السكر $C_6H_{12}O_6$ ، وغاز الأكسجين.

فإذا توافر لبنته ما 88.0 g من ثاني أكسيد الكربون، و 64.0 g من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. وحدد المادة المحددة للتفاعل.

c. وحدد المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

22. يتفاعل الصوديوم مع أكسيد الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية:



إذا تفاعل 100g من Na مع 100.0g من Fe_2O_3 ، فاحسب كلاً مما يأتي:

a. المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Na.

$$100.0\text{g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{22.99 \text{ g Na}} = 4.350 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Fe_2O_3 .

$$100.0\text{g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159.7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} = 0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

الخطوة 3، قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ Na و Fe_2O_3

$$\frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{6 \text{ mol Na}} \text{ مقارنة بـ } \frac{0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{4.350 \text{ mol Na}}$$

b. وحدد المادة المُحددة للتفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات CO_2 .

$$88.0\text{g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.01\text{g CO}_2} = 2.00 \text{ mol CO}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2O .

$$64.0\text{g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0\text{g H}_2\text{O}} = 3.55 \text{ mol H}_2\text{O}$$

الخطوة 3، قارن بين النسبة المولية الفعلية واللازمة لـ CO_2 و H_2O .

$$\frac{6 \text{ mol CO}_2}{6 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \text{مقارنة بـ} \quad \frac{2.00 \text{ mol CO}_2}{3.55 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

النسبة المولية الفعلية 0.563 مقارنة بالنسبة المولية

اللازمة 1.00،

النسبة المولية الفعلية أقل من النسبة المولية اللازمة. لذا،

فإن ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو المادة المُحددة للتفاعل.

c. وحدد المادة الفائضة.

الماء هو المادة الفائضة.

d. واحسب كتلة المادة الفائضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2O اللازمة.

$$2.00 \text{ mol CO}_2 \times \frac{6 \text{ mol H}_2\text{O}}{6 \text{ mol CO}_2} = 2.00 \text{ mol H}_2\text{O}$$

الخطوة 2، احسب كتلة H_2O اللازمة بالجرامات.

$$2.00 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18.02\text{g H}_2\text{O}}{1.00 \text{ mol H}_2\text{O}} = 36.0 \text{ g H}_2\text{O}$$

كتلة المادة اللازمة - كتلة المادة المعطاة = كتلة المادة الفائضة

$$= 64.0\text{g H}_2\text{O} - 36.0\text{g H}_2\text{O}$$

$$= 28.0 \text{ g H}_2\text{O} \text{ فائضة}$$

e. واحسب كتلة السكر الناتج.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ الناتجة.

$$2.00 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{6 \text{ mol CO}_2} = 0.333 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

الخطوة 2، احسب كتلة $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ الناتجة بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{180.24\text{g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 60.0 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

النسبة المولية الفعلية 0.1439 مقارنة بالنسبة المولية

اللازمة 0.1667،

النسبة المولية الفعلية أقل من النسبة المولية اللازمة. لذا،

فإن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحددة للتفاعل.

b. المادة الفائضة.

بما أن أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 هو المادة المُحددة للتفاعل،

فإن الصوديوم هو المادة الفائضة.

c. كتلة الحديد الناتجة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Fe.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$= 1.252 \text{ mol Fe}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Fe بالجرامات.

$$1.252 \text{ mol Fe} \times \frac{55.85\text{g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 69.92\text{g Fe}$$

d. كتلة المادة الفائضة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Na اللازمة.

$$0.6261 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{6 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 3.757 \text{ mol Na}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Na اللازمة بالجرامات.

$$3.757 \text{ mol Na} \times \frac{22.9 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 86.37\text{g Na}$$

كتلة المادة اللازمة - كتلة المادة المعطاة = كتلة المادة الفائضة

$$= 100.0\text{g Na} - 86.37\text{g Na}$$

$$= 13.6\text{g Na} \text{ فائضة}$$

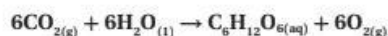
23. تحفيز يستعمل تفاعل البناء الضوئي في النباتات ثاني أكسيد

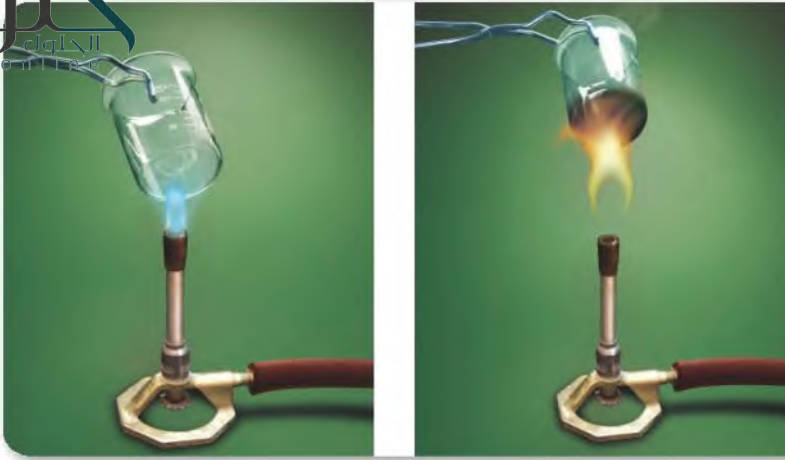
الكربون والماء لإنتاج السكر $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، وغاز الأكسجين.

فإذا توافر لنبته ما 88.0g من ثاني أكسيد الكربون، و64.0g

من الماء للقيام بعملية البناء الضوئي:

a. فاكتب معادلة التفاعل الموزونة.





الشكل 5-7 عندما لا يتوافر الأكسجين بكميات كافية يشتعل لهب بنزن بلهب أصفر مليء بالسناج، كما يظهر الشكل الأيمن. أما إذا توافرت كميات كافية فيشتعل موقد بنزن بلهب أزرق شديد الحرارة، خالٍ من السناج، كما في الشكل الأيسر.

لماذا نستخدم فائضاً من مادة متفاعلة؟

يتوقف كثير من التفاعلات عن الحدوث على الرغم من بقاء جزء من المواد المتفاعلة في خليط التفاعل. وقد يؤدي ذلك إلى هدر المواد الأولية. لذا وجد الكيميائيون أن استعمال مادة واحدة بكميات فائضة - وهي عادة المادة الأقل ثمنًا - يدفع التفاعل للاستمرار لحين نفاد المادة المحددة للتفاعل تمامًا، كما أن ذلك يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

يبين الشكل 5-7 كيف يؤدي التحكم في المادة المتفاعلة إلى زيادة فاعلية التفاعل. وكما تعلم فإن موقد بنزن يستعمل في المختبرات المدرسية، ويمكن التحكم في كمية الهواء الممزوجة بالغاز عن طريق فتحات الهواء الخاصة بذلك، مما يساعد على تعديل كمية الأكسجين الممزوج بغاز الميثان. وتعتمد فاعلية اللهب على نسبة غاز الأكسجين، فعندما تكون كمية الهواء محدودة يكون اللهب أصفر اللون بسبب عدم احتراق جزء من الغاز، مما يؤدي إلى تراكم السناج (الكربون) على الأدوات الزجاجية، فينتج عن ذلك هدر في استعمال الوقود؛ لأن الطاقة الناتجة أقل من الطاقة التي يمكن الحصول عليها.

وعند توافر الأكسجين بكميات فائضة يحترق المزيج منتجاً لهباً حاراً في صورة لهب أزرق باهت، ولكن لا يتكون السناج؛ بسبب احتراق الوقود تمامًا.

الربط مع علم الأحياء يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية والعناصر بكميات قليلة للمساعدة على حدوث التفاعلات الأيضية بيسر وسهولة. ويؤدي نقص هذه المواد إلى إعاقات في النمو، وخلل في وظائف خلايا الجسم. فالفوسفور على سبيل المثال ضروري جداً لعمل الأجهزة الحيوية، كما توجد مجموعة الفوسفات في المادة الوراثية DNA. ويحتاج الجسم إلى البوتاسيوم ليؤدي كل من الأعصاب وضغط الدم والعضلات عملها بصورة صحيحة. فإذا احتوت الوجبات الغذائية على كميات كبيرة من الصوديوم وكميات أقل من البوتاسيوم فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم. ولا يستطيع الجسم دون وجود فيتامين B-12 تكوين المادة الوراثية DNA على نحو صحيح، مما يؤثر في إنتاج خلايا كرات الدم الحمراء.

التقويم 3-5

الخلاصة

- المادة المحددة للتفاعل هي المادة التي تستهلك تمامًا في أثناء التفاعل الكيميائي. أما المادة التي لم تستهلك جميعها وتبقى بعد انتهاء التفاعل فتسمى «المادة الفائضة».
- ينبغي لتحديد المادة المحددة للتفاعل مقارنة النسبة المولية الفعلية للمواد المتفاعلة المتوافرة بالنسبة المولية لمعاملات المعادلة الموزونة.
- تعتمد الحسابات الكيميائية على المادة المحددة للتفاعل.

24.

الفكرة الرئيسة صف لماذا يتوقف التفاعل بين مادتين؟

25.

حدّد المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة في كل من التفاعلات الآتية:

a. احتراق الخشب.

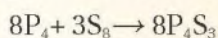
b. تفاعل كبريت الهواء مع ملعقة من الفضة لتكوين كبريتيد الفضة.

c. تحلل صودا الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون.

26.

حلّ استخدم ثالث كبريتيد رابع الفوسفور P_4S_3 في صناعة بعض أنواع

أعواد الثقاب. ويحضر هذا المركب بالتفاعل.



حدّد أي الجمل الآتية غير صحيحة، وأعد كتابتها لتصبح صحيحة:

a. يتفاعل 4 mol من P_4 مع 1.5 mol من S_8 لتكوين 4 mol من



b. عند تفاعل 4 mol من P_4 مع 4 mol من S_8 يكون الكبريت هو

المادة المحددة للتفاعل.

c. يتفاعل 6 mol من P_4 مع 6 mol من S_8 لتكوين 1320 g من



24. صف لماذا يتوقف التفاعل بين مادتين؟

إن استهلكت إحدى المواد المتفاعلة تماماً.

25. حدّد المادة المُحدّدة للتفاعل والمادة الفائضة في كلّ من التفاعلات الآتية.

a. احتراق الخشب.

يُحدّد الخشب التفاعل، والأكسجين هو المادة الفائضة، حيث يستمر الاحتراق بوجود الخشب فقط.

b. تفاعل كبريت الهواء مع ملعقة من الفضة لتكوين كبريتيد الفضة.

الفضة هي المادة المُحدّدة للتفاعل. والكبريت هو المادة الفائضة. فعندما يتأكسد سطح الفضة، يمنع الكبريت في الهواء من التفاعل.

c. تحلّل مسحوق الخبز في العجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون. يُنتج التحلل عادة من مادة متفاعلة واحدة. أمّا التفاعل فيتحدّد بكمية الخميرة الموجودة.

26. حلّ يُستخدم ثالث كبريتيد رباعي الفسفور P_4S_3 في صناعة بعض أنواع أعواد الثقاب. ويُحضّر هذا المركّب بالتفاعل:



حدّد أيّ الجمل الآتية غير صحيحة، وأعدّ كتابتها لتصبح صحيحة:

a. يتفاعل 4 mol من P_4 مع 1.5 mol من S_8 لتكوين 4 mol من P_4S_3 .

صحيحة.

b. عند تفاعل 4 mol من P_4 مع 4 mol من S_8 يكون الكبريت هو المادة المُحدّدة للتفاعل.

الفوسفور هو المادة المُحدّدة للتفاعل.

c. يتفاعل 6 mol من P_4 مع 6 mol من S_8 لتكوين 1320g من P_4S_3 .

صحيحة.

- تحسب المردود النظري للتفاعل الكيميائي من البيانات.
- تحدد المردود المئوي للتفاعل الكيميائي.

مراجعة المفردات

عملية، سلسلة من الأفعال أو الأعمال.

المفردات الجديدة

المردود النظري
المردود الفعلي
نسبة المردود المئوية

نسبة المردود المئوية Percent Yield

الفكرة الرئيسية

نسبة المردود المئوية قياس تفاعلية التفاعل الكيميائي.

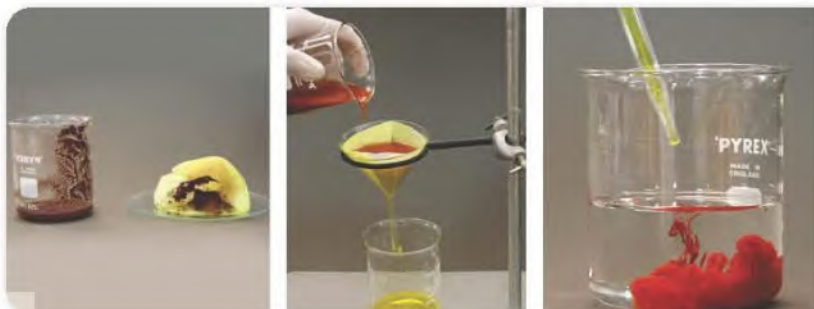
الربط مع الحياة افترض أنك تتدرب على الرماية الحرة في كرة السلة، وعليك القيام بمائة رمية. من الناحية النظرية يمكنك تحقيق مائة هدف، ولكن فعلياً قد لا تحقق هدفاً في كل رمية. للتفاعلات الكيميائية أيضاً نواتج نظرية وأخرى فعلية.

ما مقدار المادة الناتجة؟ How much product?

في أثناء حل مسائل هذا الفصل، لا بد أنك قد استنتجت أن التفاعل الكيميائي يجري في المختبر بناء على معادلة كيميائية موزونة، وتنتج عنه كمية من الناتج يتم حسابها مسبقاً. ولكن ذلك غير صحيح، فكما أنه ليس من المحتمل أن تدخل كرة السلة الهدف 100 مرة من خلال 100 رمية خلال التدريب، كذلك لا تنتج معظم التفاعلات كمية الناتج المتوقعة. ولأسباب متعددة تتوقف التفاعلات قبل الاكتمال، ولا تنتج كميات النواتج المتوقعة منها. فقد تلتصق المواد المتفاعلة والناتجة في الحالة السائلة - على سطوح الأوعية أو تبخر، وفي بعض الحالات قد تنتج مواد أخرى غير متوقعة بسبب تفاعلات التنافس التي تقلل من كمية الناتج المرغوب فيه، أو كما يوضح الشكل 5-8 قد تترك بعض كميات المواد الصلبة جانباً على ورقة الترشيح أو تُفقد بسبب عملية التنقية. ونتيجة هذه المشاكل فإن الكيميائيين بحاجة إلى معرفة كيفية تحديد كمية الناتج في التفاعل الكيميائي.

المردود النظري والمردود الفعلي في كثير من الحسابات السابقة، قمت بحساب كمية الناتج من كمية مادة متفاعلة معطاة. وتسمى كمية الناتج المحسوبة هذه المردود النظري للتفاعل. المردود النظري أكبر كمية من الناتج يمكن الحصول عليها من كمية المادة المتفاعلة المعطاة.

نادرًا ما ينتج عن التفاعل الكيميائي مردود فعلي مطابق للمردود النظري المتوقع. يحدد الكيميائي المردود الفعلي للتفاعل من خلال تجربة دقيقة يحسب من خلالها كتلة المادة الناتجة. لذا فالمردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة عند إجراء التفاعل الكيميائي عملياً.



الشكل 5-8 تتشكل كرومات الفضة عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى نترات الفضة. لاحظ أن بعضاً من المادة المترسبة قد ترك جانباً على ورقة الترشيح، كما أن كمية أخرى منها تفقد لأنها قد تعلق على جوانب الإناء.

نسبة المردود المثوية يحتاج الكيميائيون إلى معرفة فاعلية التفاعل في إنتاج النواتج المرغوب فيها. ومن طرائق قياس فاعلية التفاعل حساب نسبة المردود المثوية. لذا فإن نسبة المردود المثوية للنواتج هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري في صورته نسبة مئوية.

نسبة المردود المثوية

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

لذا تحسب نسبة المردود المثوية بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري مضروباً في مئة.

مثال 5-6

نسبة المردود المثوية تتكون كرومات الفضة الصلبة Ag_2CrO_4 عند إضافة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 إلى محلول يحتوي على 0.500 g من نترات الفضة AgNO_3 . احسب المردود النظري لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 ، واحسب نسبة المردود المثوية إذا كانت كتلة كرومات الفضة Ag_2CrO_4 الناتجة فعلياً عن التفاعل هي (0.455 g).

1 تحليل المسألة تعلم أن كتلة المواد المتفاعلة وكتلة المردود الفعلي من المعطيات. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، واحسب المردود النظري بتحويل جرامات AgNO_3 إلى مولات AgNO_3 ، ومن ثم تحويل مولات AgNO_3 إلى مولات Ag_2CrO_4 ، وأخيراً تحويل مولات Ag_2CrO_4 إلى جرامات Ag_2CrO_4 . ثم احسب نسبة المردود المثوية من المردود الفعلي والمردود النظري.

المعطيات

كتلة نترات الفضة = 0.500 g AgNO_3

المردود الفعلي = 0.455 g Ag_2CrO_4

المطلوب

المردود النظري = ؟ g Ag_2CrO_4

المردود المثوي = ؟ % Ag_2CrO_4

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وحدد

المعطيات والمطلوب

استخدم الكتلة المولية لتحويل جرامات

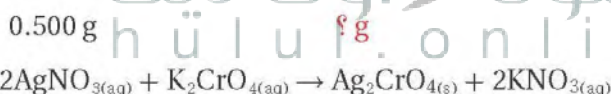
AgNO_3 إلى عدد مولات AgNO_3

استخدم النسبة المولية لتحويل عدد مولات

AgNO_3 إلى عدد مولات Ag_2CrO_4

احسب المردود النظري

احسب نسبة المردود المثوية.



$$0.500 \text{ g } \text{AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{AgNO}_3}{169.9 \text{ g } \text{AgNO}_3} = 2.94 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{AgNO}_3$$

$$2.94 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{2 \text{ mol } \text{AgNO}_3} = 1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4$$

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \times \frac{331.7 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 0.488 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4$$

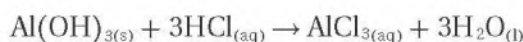
$$\frac{0.455 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{0.488 \text{ g } \text{Ag}_2\text{CrO}_4} \times 100 = 93.2\% \text{ Ag}_2\text{CrO}_4$$

3 تقويم المسألة

القيمة التي تحتوي أقل عدد من الأرقام المعنوية هي القيمة التي يوجد بها ثلاثة أرقام معنوية، لذا فالنسبة التي استخدمت للتعبير عن الجواب صحيحة. كما أن الكتلة المولية لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 هي ضعف الكتلة المولية لنترات الفضة $AgNO_3$ تقريباً. ولذلك نسبة عدد مولات نترات الفضة $AgNO_3$ إلى عدد مولات كرومات الفضة Ag_2CrO_4 في المعادلة هي (2:1). ولذلك يجب أن ينتج 0.500 g من $AgNO_3$ من الكتلة نفسها من كرومات الفضة تقريباً. فالمردود الفعلي لكرومات الفضة قريب من 0.500g، لذلك فنسبة المرذود المثوية معقولة.

مسائل تدريبية

27. تحتوي أقراص مضاد الحموضة على هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ لمعادلة حمض المعدة HCl . ويمكن وصف التفاعل الحادث في المعدة بالمعادلة:



احسب المرذود النظري لـ $AlCl_3$ إذا تفاعل قرص مضاد للحموضة يحتوي على 14.0 g من $Al(OH)_3$ تمامًا مع حمض المعدة HCl .

28. يتفاعل الزنك مع اليود حسب المعادلة: $Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2$

a. احسب المرذود النظري إذا تفاعل 1.912 mol من الزنك.

b. احسب نسبة المرذود المثوية إذا تم الحصول عملياً على 515.6 g من يوديد الزنك.

29. تحفيز عند وضع سلك من النحاس في محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تترسب بلورات الفضة، ويتكون محلول نترات النحاس $Cu(NO_3)_2$.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

b. إذا تفاعل 20.0 g من النحاس فاحسب المرذود النظري للفضة.

c. إذا نتج 60.0 g من الفضة فعلياً من التفاعل، فما نسبة المرذود المثوية للتفاعل؟

27. تحتوي أقراص مضاد الحموضة على هيدروكسيد الألومنيوم $\text{Al}(\text{OH})_3$ لمعادلة حمض المعدة HCl . ويمكن وصف التفاعل الحادث في المعدة بالمعادلة:



احسب المردود النظري لـ AlCl_3 إذا تفاعل قرص مضاد للحموضة يحتوي على 14.0g من $\text{Al}(\text{OH})_3$ تمامًا مع حمض المعدة HCl .

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{Al}(\text{OH})_3$.

$$14.0\text{g Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3}{78.0\text{g Al}(\text{OH})_3} = 0.179 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات AlCl_3 .

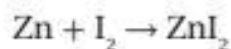
$$0.179 \text{ mol Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3} = 0.179 \text{ mol AlCl}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة AlCl_3 بالجرامات.

$$0.179 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{133.3\text{g AlCl}_3}{1 \text{ mol AlCl}_3} = 23.9\text{g AlCl}_3$$

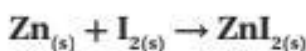
المردود النظري لـ AlCl_3 هو 23.9g.

28. يتفاعل الزنك مع اليود حسب المعادلة:



a. احسب المردود النظري إذا تفاعل 1.912 mol من الزنك.

الخطوة 1، اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة.



c. إذا نتج 60.0 g من الفضة فعلياً من التفاعل، فما نسبة المردود المثوية للتفاعل؟

$$\begin{aligned} \text{نسبة المردود المثوية} &= \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\% \\ &= \frac{60.0 \text{ g Ag}}{68.0 \text{ g Ag}} \times 100\% \\ &= 88.2\% \text{ Ag} \end{aligned}$$

نسبة المردود المثوية من Ag تساوي 88.2%.

الخطوة 2، احسب عدد مولات ZnI_2 .

$$1.912 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol ZnI}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 1.912 \text{ mol ZnI}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة ZnI_2 بالجرامات.

$$1.912 \text{ mol ZnI}_2 \times \frac{319.2 \text{ g ZnI}_2}{1 \text{ mol ZnI}_2} = 610.3 \text{ g ZnI}_2$$

المردود النظري لـ ZnI_2 هو 610.3 g.

b. احسب نسبة المردود المثوية إذا تم الحصول عملياً على 515.6 g من يوديد الزنك.

$$\begin{aligned} \text{نسبة المردود المثوية} &= \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\% \\ &= \frac{515.6 \text{ g ZnI}_2}{610.3 \text{ g ZnI}_2} \times 100\% \\ &= 84.48\% \text{ ZnI}_2 \end{aligned}$$

نسبة المردود المثوية من ZnI_2 تساوي 84.48%.

29. تحفيز عند وضع سلك من النحاس في محلول نترات الفضة AgNO_3 ، تترسب بلورات الفضة، ويتكون محلول نترات النحاس $\text{Cu(NO}_3)_2$.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.



b. إذا تفاعل 20.0 g من النحاس فاحسب المردود النظري للفضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Cu.

$$20.0 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu}} = 0.315 \text{ mol Cu}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Ag.

$$0.315 \text{ mol Cu} \times \frac{2 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Cu}} = 0.630 \text{ mol Ag}$$

الخطوة 3، احسب كتلة Ag بالجرامات.

$$0.630 \text{ mol Ag} \times \frac{107.9 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 68.0 \text{ g Ag}$$

المردود النظري للفضة Ag هو 68.0 g.

عدد المردود النظري للأكسجين في الأكاسيد
جودة في عينة كتلتها 1.00 Kg من تربة القمر.
سب استطاع العلماء باستخدام الأساليب
إفرة حاليًا استخراج 15 Kg من الأكسجين من
100 من تربة القمر. احسب نسبة المردود المثوية
العملية.

ت والملاحظات

بيانات الصخور	
النسبة الكتلية في التربة %	الأكسيد
47.3%	SiO ₂
17.8%	Al ₂ O ₃
11.4%	CaO
10.5%	FeO
9.6%	MgO
1.6%	TiO ₂
0.7%	Na ₂ O
0.6%	K ₂ O
0.2%	Cr ₂ O ₃
0.1%	MnO

اجابة سؤال التفكير الناقد :

1 - FeO : ١٠٥ g ; SiO₂ : ٤٧٣ g ; Al₂O₃ : ١٧٨ g ; TiO₂ : ١٦ g

٦ g ; K₂O : ٧ g ; Na₂O : ١١٤ g ; CaO : ٩٦ g ; MgO :

٢ g ; Cr₂O₃ : ١ g ; MnO :

٢ - O₂ : ٠,٨٣٨ kg ; Al₂O₃ : ٠,٠٠٦٤١ kg ; TiO₂ :

O₂ : ٠,٢٥٢ kg ; SiO₂ :

O₂ : ٠,٢٣٤ kg ; FeO : ٠,٣٨١ kg ; MgO :

O₂ : ٠,٠١٨١ kg ; Na₂O : ٠,٣٢٥ kg ; CaO :

O₂ : ٠,٠٠٩٨٨ kg ; K₂O : ٠,٠٠٢٢٥ kg ; MnO :

O₂ : ٠,٠٠٦٣٢ kg ; Cr₂O₃ :

٣ - SiO₂ هو المنتج الأكبر , أما المنتج الأقل هو MnO

٤ - ١,٠٠ kg of O₂ / ٠,٤٣٩ kg من تربة القمر .

٥ - ٣٤ % = ٠,٤٣٩ x ١٠٠ / ٠,١٥ kg

نسبة المردود المثوية والجلوى الاقتصادية

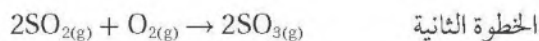
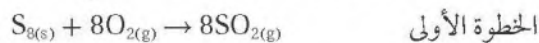
Percent Yield in the Marketplace

تلعب نسبة المردود المثوية دورًا مهمًا في تحديد التكلفة الاقتصادية لكثير من الصناعات.
وفي المثال الموضح بالشكل 5-9، يستخدم الكبريت لتحضير حمض الكبريتيك H₂SO₄،
وهو مادة كيميائية أولية مهمة تدخل في صناعة الكثير من المنتجات، ومنها الأسمدة
والمنظفات والمنسوجات والأصباغ.

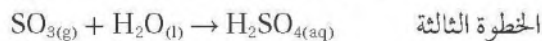


الشكل 5-9 الكبريت يتم
استخراج الكبريت من مننوجات
البتروك بواسطة عمليات كيميائية،
كما يستخرج بدفع الماء الساخن إلى
أماكن تجمعه تحت الأرض، فيُضخ
الكبريت السائل إلى السطح.

لذا تؤثر تكلفة إنتاج حمض الكبريتيك في تكلفة الكثير من المواد التي يستعملها المستهلك. إن الخطوتين الأوليين لعملية التصنيع هما:



وفي الخطوة الأخيرة يتحد ثالث أكسيد الكبريت SO_3 مع الماء لينتج حمض الكبريتيك.



الخطوة الأولى، ينتج عن حرق الكبريت ثاني أكسيد الكبريت بنسبة 100% تقريباً، كما ينتج ثالث أكسيد الكبريت في الخطوة الثانية أيضاً بنسبة عالية إذا استُخدم عامل محفز عند درجة حرارة (400°C). والعامل المحفز مادة تزيد من سرعة التفاعل أو دون أن تستهلك، ولا تظهر في المعادلة الكيميائية. لكن تحت هذه الظروف يكون التفاعل بطيئاً، ورفع درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل، ولكنها تقلل من الناتج.

ولزيادة الناتج وتقليل الوقت في الخطوة الثانية، طور العلماء نظاماً تمرر خلاله المواد المتفاعلة SO_2 و O_2 فوق عامل محفز عند درجة حرارة (400°C). ولأن التفاعل يصدر مقداراً كبيراً من الحرارة ترتفع درجة الحرارة بالتدريج، وتقل كمية الناتج. ولذلك، عندما تصل درجة الحرارة إلى 600°C تقريباً يتم تبريد المزيج، ومن ثم يمرر فوق العامل المحفز مرة أخرى. وبتكرار تمريره فوق العامل المحفز أربع مرات مع التبريد بين كل عملية وأخرى نحصل على ناتج أكبر من (98%).

التقويم 5-4

الخلاصة

- المردود النظري للتفاعل الكيميائي هو أكبر كمية من المادة الناتجة يمكن الحصول عليها من كميات معينة من المواد المتفاعلة، ويحسب بالاعتماد على المعادلة الكيميائية الموزونة.
- المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة التي يتم الحصول عليها عملياً من التفاعل.
- نسبة المردود المثوية هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري معبراً عنها بالنسبة المئوية. إن نسبة المردود المثوية المرتفعة مهمة في تقليل تكلفة كل مادة ناتجة عن العمليات الكيميائية.

30. حدد أي مما يأتي يعد أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي المردود النظري أم المردود الفعلي أم نسبة المردود المثوية؟
31. اذكر عدة أسباب لعدم تساوي المردود الفعلي والمردود النظري في التفاعل الكيميائي.
32. وضح كيف تحسب نسبة المردود المثوية؟
33. طبق إذا خلطت 83.77 g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقمت بتسخين المزيج للحصول على كبريتيد الحديد (III):
 $2Fe_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Fe_2S_{3(s)}$
فما المردود النظري (بالجرام) لكبريتيد الحديد (III)؟
34. احسب نسبة المردود المثوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية فائضة من الأكسجين.
 $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

بيانات التفاعل	
35.67g	كتلة الجفنة
38.06g	كتلة الجفنة - Mg
39.15g	كتلة الجفنة - MgO بعد التسخين

30. حدّد أيّ ممّا يلي يُعدّ أداة قياس فاعلية التفاعل الكيميائي: المردود النظري، أم المردود الفعلي، أم نسبة المردود المثوية؟ نسبة المردود المثوية.

31. اذكر عدة أسباب لعدم تساوي المردود الفعلي والمردود النظري في التفاعل الكيميائي.

لا تستمر التفاعلات جميعها حتى النهاية. ففي بعض التفاعلات تلتصق كمية من المواد المتفاعلة أو الناتجة بسطح الوعاء بحيث لا تُوزن أو تُنقل. كما أنه قد تُنتج مواد غير متوقّعة من بعض التفاعلات الجانبية.

32. وضح كيف تُحسب نسبة المردود المثوية؟

يكون ذلك بقسمة المردود الفعلي على المردود النظري والضرب في المئة.

33. طبّق إذا خلطت 83.77g من الحديد مع كمية فائضة من الكبريت، وقمت بتسخين المزيج للحصول على كبريتيد الحديد (III): $2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{S}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_{3(s)}$

فما المردود النظري (بالجرام) لكبريتيد الحديد (III)؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات Fe.

$$83.77\text{g-Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.845\text{g-Fe}} = 1.500 \text{ mol Fe}$$

الخطوة 2: احسب عدد مولات Fe_2S_3 .

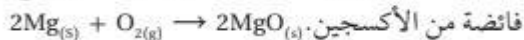
$$1.500 \text{ mol Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3}{2 \text{ mol Fe}} = 0.750 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3$$

الخطوة 3: احسب كتلة Fe_2S_3 بالجرامات.

$$0.750 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3 \times \frac{207.885 \text{ g Fe}_2\text{S}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{S}_3} = 155.9 \text{ g Fe}_2\text{S}_3$$

المردود النظري لـ Fe_2S_3 هو 155.9g.

34. احسب نسبة المردود المثوية لتفاعل الماغنسيوم مع كمية



بيانات التفاعل	
35.67g	كتلة الجفنة
38.06g	كتلة الجفنة + Mg
39.15g	كتلة الجفنة + MgO بعد التسخين

$$\text{كتلة (الجفنة)} - \text{كتلة (Mg+الجفنة)} = \text{كتلة (Mg)}$$

$$= 38.06\text{g} - 35.67 = 2.39\text{g}$$

$$\text{كتلة (الجفنة)} - \text{كتلة (MgO+الجفنة)} = \text{كتلة (MgO)}$$

$$\text{المردود الفعلي} = 39.15\text{g} - 35.67\text{g} = 3.48\text{g}$$

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Mg.

$$2.39 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24.31 \text{ g Mg}} = 0.0983 \text{ mol Mg}$$

الخطوة 2 ، احسب عدد مولات MgO.

$$0.0983 \text{ mol Mg} \times \frac{2 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mol Mg}} = 0.0983 \text{ mol MgO}$$

الخطوة 3 ، احسب كتلة MgO بالجرامات.

$$0.0983 \text{ mol MgO} \times \frac{40.31 \text{ g MgO}}{1 \text{ mol MgO}} = 3.96 \text{ g MgO}$$

المردود النظري لـ MgO هو 3.96 g.

$$\text{نسبة المردود المنوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.48 \text{ g MgO}}{3.96 \text{ g MgO}} \times 100\%$$

$$= 87.9 \% \text{ MgO}$$

نسبة المردود المنوية من MgO تساوي 87.9%.

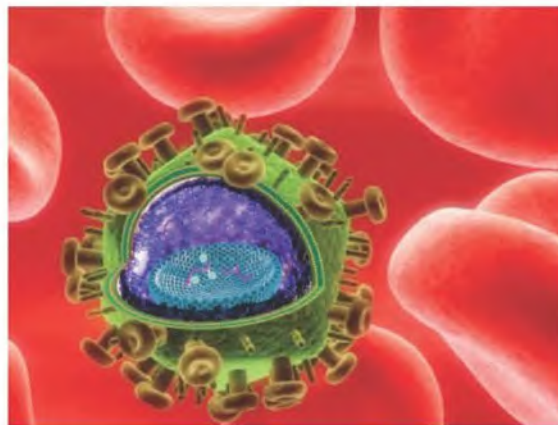
مهارية السلالات المقاومة

لقد تبين أن فيروس نقص المناعة عند الإنسان [HIV] الذي يسبب مرض الإيدز من ألد أعداء الطب الحديث، ولم يتم التوصل إلى علاجه حتى الآن. ويعود ذلك إلى قدرة هذا الفيروس الفائقة على التكيف؛ إذ تظهر السلالات المقاومة للأدوية من هذا الفيروس بسرعة؛ بحيث تصبح الأدوية الحديثة والمتطورة جميعها دون جدوى. وتُجرى بعض الأبحاث الآن باستخدام قدرة هذا الفيروس على التكيف لاتخاذ ذلك طريقة لمكافحته.

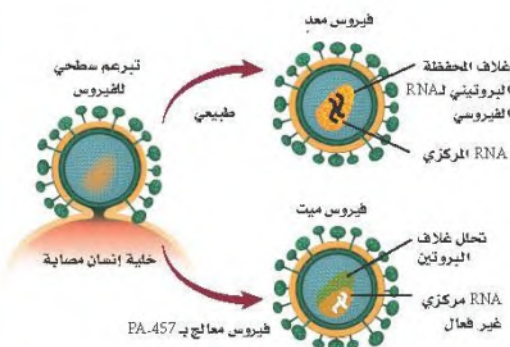
اختيار المقاومة إن 457 - PA علاج واعد ضد فيروس

[HIV]، وهو عبارة عن حمض البتيولينيك، المركب العضوي المستخرج من بعض النباتات، ومنها لحاء شجر السدر. ولعروفة ما يفعله PA-457 [HIV]، وهو ما يسمى آلية عمل الدواء، خطأ العلماء خطوة غريبة؛ إذ شجعوا عينات من [HIV] على بناء مقاومة ضد هذا الدواء PA-457.

وقد أخضع الباحثون عينات من [HIV] إلى جرعات قليلة من PA-457، مما يسمح ببقاء بعض الفيروسات حية وتبني مقاومة. ثم تُجمع الفيروسات التي بقيت حية بعد تعرضها لـ PA-457، ويُفحص تسلسل جيناتها. وقد وجد أن هذه الجينات مسؤولة عن قدرة الفيروسات على بناء ما يُسمى غلاف المناعة كما في الشكل 1.



الشكل 1 يشكل الغلاف طبقة حماية حول المادة الجينية لفيروس HIV العادي.



الشكل 2 عندما يتعرض HIV لـ PA - 457 يفقد هذا الغلاف شكله وينهار، مما يؤدي إلى موت الفيروس.

هجوم مفاجئ: يعد هذا الاكتشاف مفاجأة؛ لأنه عكس

معظم الأدوية، حيث أن PA-457 يهاجم بناء [HIV] بدلاً من الإنزيمات التي تساعد HIV على إعادة الإنتاج، كما في الشكل 2، مما يجعل PA-457 واحداً من أوائل سلسلة الأدوية الجديدة لـ HIV المعروفة بمعيقات النضج. إنه العلاج الذي يستطيع منع الفيروس من النضج خلال المراحل الأخيرة من نموه.

تقليل سرعة النمو الأمل المعقود على هذا الدواء، وغيره من

معوقات النضج، أن يهاجم بناء [HIV] ويجعل بناء مقاومته بطيئة. وتوصف معوقات النضج مع أدوية أخرى للإيدز التي تهاجم [HIV] في مراحل دورة حياته المختلفة. وتدعى هذه التجربة علاجًا متعدد الأدوية، ومن شأنها منع HIV من بناء مقاومة؛ لأن أي فيروس حي بحاجة إلى مناعة متعددة، على ألا تقل عن واحدة لكل دواء، ضد HIV. وهو غير محتمل الحدوث في الوقت نفسه.

الكتابة في الكيمياء بحث كيف يحدد العلماء

مستوى الجرعة الآمن لأي دواء؟ ناقش كيف يجب أن تكون فاعلية الدواء متوازنة مع درجة السُمِّية والأعراض الجانبية؟

مختبر الكيمياء

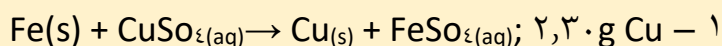
تحديد النسبة المولية

9. أضف 15 mL من الماء المقطر إلى فلز النحاس الصلب في الكأس (150 mL)، وحرك هذه الكأس لغسل النحاس، ثم صب السائل فقط في الكأس (400 mL).
10. كرر الخطوة 9 مرتين.
11. ضع الدورق الذي

- الخليقية النظرية: يتفاعل الحديد مع كبريتات النحاس (II) CuSO_4 . ويمكنك حساب النسبة المولية عملياً بقياس كتلة الحديد التي تفاعلت وكتلة فلز النحاس التي تكونت.
- سؤال: كيف تُقارن بين النسبة المولية العملية والنسبة المولية النظرية؟



اجابة سؤال حل واستنتج :



النسبة المولية = (Fe : Cu) = 1,02 : 1, نسبة المردود المئوية : 98,3%

3 - نسبة الحديد الى النحاس في المعادلة هي 1:1 , وهي قريبة من النسبة الناتجة عن التجربة العملية.

4 - لم يكن النحاس جافاً تماماً , كما أن بعض النحاس يتأكسد إذا سُخِّن كثيراً , وكان من الممكن خسارة بعض النحاس .

بعد أن يجف النحاس، باستخدام

س معا.

تفضلات ضع النحاس الجاف بل ما علق بالكأس، وجففها بمحلول كبريتات النحاس (II)،

ومحلول كبريتات الحديد، غير المتفاعلة، في كأس كبيرة، وأعد جميع أجهزة وأدوات المختبر إلى أماكنها الخاصة بها.

حل واستنتج

1. طبق اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل، ثم احسب كتلة النحاس التي يجب أن تتكون من كمية الحديد المستعملة، فتكون هذه الكتلة هي المردود النظري.
2. فسر البيانات حدد كتلة، وعدد مولات النحاس الناتجة واحسب عدد مولات الحديد المستعملة، وحدد النسبة المولية العددية الصحيحة (الحديد: النحاس)، ثم حدد نسبة المردود المئوية.

3. قارن بين النسبة المولية النظرية والنسبة المولية التي قمت بحسابها عملياً في الخطوة 2 (الحديد : للنحاس).

4. تحليل الخطأ حدد مصادر الخطأ التي تجعل النسبة المولية المعطاة في المعادلة الكيميائية الموزونة أكبر من الواقع.

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. قس كتلة كأس سعتها 150 mL نظيفة وجافة. وسجل جميع القياسات في جدول البيانات.
3. ضع 12 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في الكأس.
4. أضف 50 mL من الماء المقطر إلى $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في الكأس، وضع الكأس على السخان، ثم حرك المزيج حتى يذوب (لا تدع المزيج يصل إلى درجة الغليان)، ثم ارفع الكأس عن السخان باستخدام الملقط.
5. زن 2 g من برادة الحديد باستخدام ورق الوزن.
6. أضف البرادة ببطء إلى كبريتات النحاس (II) الساخنة في أثناء التحريك.
7. اترك المزيج مدة خمس دقائق.
8. استعن بساق التحريك كما في الصورة لصب المزيج في كأس سعتها 400 mL، من دون صب فلز النحاس الصلب.

الفكرة العامة تؤكد العلاقات بين كتل المواد في التفاعلات الكيميائية صحة قانون حفظ الكتلة .

5-1 المقصود بالحسابات الكيميائية

الفكرة الرئيسية

تحدد كمية كل مادة متفاعلة عند بداية التفاعل الكيميائي كمية المادة الناتجة.

المفردات

- المفاهيم الرئيسية
- تفسر المعادلة الكيميائية الموزونة على أساس المولات والكتلة والجسيمات الممثلة (ذرات، جزيئات، وحدات الصيغة الكيميائية).
- تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.
- تشتق النسب المولية من معاملات المعادلة الكيميائية الموزونة. وترمز كل نسبة مولية إلى نسبة عدد مولات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة لعدد مولات مادة أخرى متفاعلة أو ناتجة في التفاعل الكيميائي.
- الحسابات الكيميائية
- النسبة المولية

5-2 حسابات المعادلات الكيميائية Stoichiometric calculations

الفكرة الرئيسية

- يتطلب حل مسائل الحسابات الكيميائية
- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة عن تفاعل معين.
- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية.
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.
- تستخدم النسب المولية في مسائل الحسابات الكيميائية للتحويل بين الكتلة وعدد المولات.

5-3 المادة المحددة للتفاعل

الفكرة الرئيسية

يتوقف التفاعل الكيميائي عندما تُستنفذ أيُّ من المواد المحددة للتفاعل هي المادة التي تستنفذ تمامًا في التفاعل. والمادة الفائضة هي المادة التي يبقى جزء منها بعد انتهاء التفاعل.

المفردات

- ينبغي لتحديد المادة المحددة للتفاعل مقارنة النسبة المولية الفعلية للمواد المتفاعلة المتوافرة بالنسبة المولية لمعاملات المعادلة الموزونة.
- تعمد الحسابات الكيميائية على المادة المحددة للتفاعل.
- المادة المحددة للتفاعل
- المواد الفائضة

5-4 نسبة المردود المثوية

الفكرة الرئيسية

نسبة المردود المثوية قياس لفاعلية التفاعل الكيميائي هو أكبر كمية من المادة الناتجة يمكن الحصول عليها من كميات معينة من المواد المتفاعلة، ويحسب بالاعتماد على المعادلة الكيميائية الموزونة.

المفردات

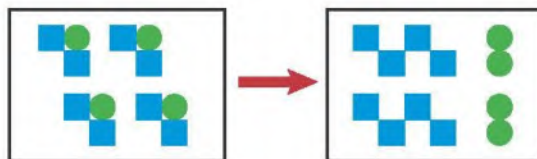
- المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة التي يتم الحصول عليها عمليًا من التفاعل.
- نسبة المردود المثوية هي نسبة المردود الفعلي إلى المردود النظري معبراً عنها بالنسبة المئوية. إن نسبة المردود المثوية المرتفعة مهمة في تقليل تكلفة كل مادة ناتجة عن العمليات الكيميائية.
- المردود الفعلي
- المردود النظري
- نسبة المردود المثوية

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100$$

5-1

إتقان المفاهيم

35. لماذا يشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تحدد النسب المولية؟
36. ما العلاقات التي تستطيع أن تحدد بها من المعادلة الكيميائية الموزونة؟
37. فسر لماذا تُعد النسب المولية أساس الحسابات الكيميائية؟
38. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟
39. لماذا تستخدم المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة لاشتقاق النسب المولية بدلاً من الأرقام الموجودة عن يمين الصيغ الكيميائية؟
40. فسر كيف يساعدك قانون حفظ الكتلة على تفسير معادلة كيميائية موزونة من خلال الكتلة؟
41. تتحلل ثنائي كرومات الأمونيوم عند التسخين وتنتج غاز النيتروجين وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.
$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$$
42. يمثل الشكل 5-10 معادلة، وتمثل المربعات العنصر M، كما تمثل الدوائر العنصر N. اكتب معادلة موزونة لتمثيل الصور الموضحة باستخدام أبسط نسب عددية صحيحة، ثم اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.



الشكل 5-10

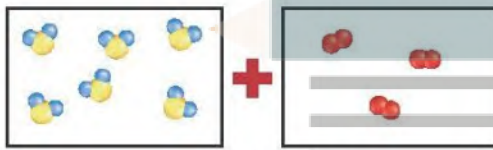
إتقان حل المسائل

43. يتفاعل أكسيد القصدير (IV) مع الكربون وفق المعادلة:
$$SnO_{2(s)} + 2C_{(s)} \rightarrow Sn_{(l)} + 2CO_{(g)}$$

فسر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات الممثلة، وعدد المولات، والكتلة.
44. تتكون نترات النحاس (II) وثاني أكسيد النيتروجين والماء عندما يضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.
45. عندما يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول نترات الرصاص (II) يترسب كلوريد الرصاص (II) وينتج محلول حمض النيتريك.
a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
b. فسر المعادلة من حيث الجسيمات الممثلة وعدد المولات والكتلة.
46. عندما يُخلط الألومنيوم مع أكسيد الحديد (III)، ينتج فلز الحديد وأكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة. فما النسبة المولية المستخدمة لتحديد عدد مولات الحديد إذا كان عدد مولات Fe_2O_3 معروفة؟
$$Fe_2O_{3(s)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + Al_2O_{3(s)} + \text{حرارة}$$
47. يتفاعل ثاني أكسيد السيليكون الصلب (السليكا) مع محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لينتج غاز رباعي فلوريد السيليكون والماء.
a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
b. اكتب ثلاث نسب مولية، وبيّن كيف تستخدمها في الحسابات الكيميائية.
48. الكروم أهم خام تجاري للكروم هو الكروميت $FeCr_2O_4$. ومن الخطوات المتبعة في استخلاص الكروم من خامه تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج الفيروكروم $FeCr_2$.
$$FeCr_2O_{4(s)} + 2C_{(s)} \rightarrow FeCr_{2(s)} + 2CO_{2(g)}$$

ما النسبة المولية التي تستخدم لتحويل مولات الكروميت إلى مولات الفيروكروم؟

49. تلوث الهواء يتم إزالة الملوث SO_2 من الهواء عن طريق تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين، والمواد الناتجة من هذا التفاعل هي كبريتات الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون. حدد النسبة المولية التي تستخدم في تحويل مولات SO_2 إلى مولات $CaSO_4$.
50. تتفاعل المادتان W و X لتنتج Y و Z. والجدول 5-2 يوضح عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة التي تم الحصول عليها عند التفاعل. استخدم البيانات لتحديد المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.
51. مضاد الحموضة يُعد هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.
52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟
53. ما المعلومات التي تقدمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟
54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟
55. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟
57. يمثل كل صندوق في الشكل 11-5 محتويات دورق. يحتوي أحدهما على كبريتيد الهيدروجين، ويحتوي الآخر على الأكسجين، وعند مزجها يحدث تفاعل وينتج بخار ماء وكبريت. تمثل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، في حين تمثل الدوائر الصفراء الكبريت، أما الدوائر الزرقاء فتمثل الهيدروجين.
- a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- b. مستخدماً الألوان نفسها، أعد رسم الورق بعد حدوث التفاعل.



الشكل 11-5

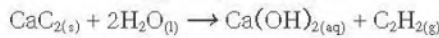
إتقان حل المسائل

58. الإيثانول يمكن تحضير الإيثانول C_2H_5OH ، (ويعرف بكحول الجيوب) من تخمر السكر. والمعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل هي:

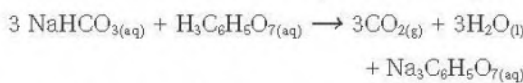


زن المعادلة الكيميائية، وحدد كتلة C_2H_5OH التي تتكون من تخمر 750 g من $C_6H_{12}O_6$.

59. اللحم إذا تفاعلت 5.50 mol من كبريد الكالسيوم مع كمية فائضة من الماء، فما عدد مولات غاز الأسيتيلين (غاز يستخدم في اللحام) الناتج؟



60. مضاد الحموضة عندما يذوب قرص مضاد الحموضة في الماء يصدر أزيزاً بسبب التفاعل بين كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ وحمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$ حسب المعادلات الآتية:



ما عدد مولات $Na_3C_6H_5O_7$ الناتجة عند إذابة قرص واحد يحتوي على 0.0119 mol $NaHCO_3$ ؟



الجدول 5-2 بيانات التفاعل

عدد مولات المواد المتفاعلة		عدد مولات المواد الناتجة	
W	X	Y	Z
0.90	0.30	0.60	1.20

51. مضاد الحموضة يُعد هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.
- a. زن معادلة التفاعل.
- b. اكتب النسب المولية التي تستخدم في تحديد عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة عن هذا التفاعل.

5-2

إتقان المفاهيم

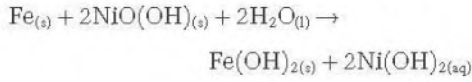
52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟
53. ما المعلومات التي تقدمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟
54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟
55. كيف تستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟

61. غاز الدفيئة يرتبط غاز ثاني أكسيد الكربون مع ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي للأرض. وهو ينطلق إلى الهواء عند احتراق الأوكتان في الجازولين. اكتب المعادلة الموزونة لعملية احتراق الأوكتان، ثم احسب كتلة الأوكتان المطلوبة لإطلاق 5.00 mol من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .
62. يتفاعل محلول كرومات البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص (II) لإنتاج راسب أصفر من كرومات الرصاص (II) ومحلول نترات البوتاسيوم.
- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- b. حدد كتلة كرومات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل 0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.
63. وقود الصاروخ يستخدم التفاعل المولد للطاقة الحرارية بين سائل الهيدرازين N_2H_4 وسائل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقوداً للصاروخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.
- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- b. ما مقدار الهيدرازين، بالجرام، اللازم لإنتاج 10.0 mol من غاز النيتروجين؟
64. الكلوروفورم CHCl_3 مذيب مهم ينتج عن تفاعل الميثان والكلور.
- $\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CHCl}_3(\text{g}) + 3\text{HCl}(\text{g})$
- ما مقدار CH_4 بالجرامات اللازم لإنتاج 50.0 g CHCl_3 ؟
65. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فوق أكسيد البوتاسيوم KO_2 لإنتاج الأكسجين في البدلات الفضائية.
- $4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \rightarrow 4\text{KHCO}_3 + 3\text{O}_2$
- أكمل الجدول 3-5.

الجدول 3-5 بيانات إنتاج الأكسجين

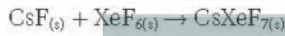
كتلة	كتلة	كتلة	كتلة	كتلة
O_2	KHCO_3	CO_2	H_2O	KO_2
380g				

74. بطارية نيكل - حديد اخترع توماس أديسون عام 1901 بطارية نيكل-حديد. وتمثل المعادلة الآتية التفاعل الكيميائي في هذه البطارية:



- ما عدد مولات $\text{Fe}(\text{OH})_2$ التي تنتج عن تفاعل 5.0 mol مع 8.0 mol $\text{NiO}(\text{OH})$ ؟

75. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكون هو سابع فلوريد زينون سيزيوم CsXeF_7 . ما عدد مولات CsXeF_7 التي يمكن إنتاجها من خلال تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سادس فلوريد الزينون.

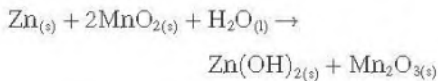


76. إنتاج الحديد يستخرج الحديد تجارياً من تفاعل الهيماتيت Fe_2O_3 مع أول أكسيد الكربون. ما مقدار الحديد، بالجرامات، الذي يمكن إنتاجه من تفاعل 25.0 mol هيماتيت Fe_2O_3 مع 30.0 mol من أول أكسيد الكربون؟



77. ينتج كلوريد الفسفور عن تفاعل غاز الكلور مع الفوسفور P_4 الصلب خالصي. وعند تفاعل 16.0g من الكلور مع 32.0g من الفوسفور، فأى المادتين المتفاعلتين مُحَدَّدة للتفاعل، وأيهما فائضة؟

78. البطارية القلوية تنتج البطارية القلوية الطاقة الكهربائية حسب المعادلة الآتية:



- a. ما المادة المُحدَّدة للتفاعل إذا تفاعلت 25.0 g Zn مع 30.0 g MnO_2 ؟
b. حدد كتلة $\text{Zn}(\text{OH})_2$ الناتجة من التفاعل.

5-3

إتقان المفاهيم

70. كيف تُستخدم النسبة المولية في إيجاد المادة المُحدَّدة للتفاعل؟
71. وضح لماذا تُعد العبارة الآتية غير صحيحة: (المادة المُحدَّدة للتفاعل هي المادة المتفاعلة ذات الكتلة الأقل).
72. تمثل المربعات في الشكل 5-12 M، العنصر، وتمثل الدوائر العنصر N.



الشكل 5-12

- a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
b. إذا كان كل مربع يمثل 1mol M، وتمثل كل دائرة 1mol N، فما عدد مولات كل من M و N التي كانت موجودة عند بداية التفاعل؟
c. ما عدد مولات المادة الناتجة؟ ما عدد مولات كل من العنصرين M و N التي لم تتفاعل؟
d. أي العنصرين مادة مُحدَّدة للتفاعل؟ وأيهما مادة فائضة؟

إتقان حل المسائل

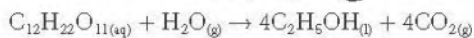
73. يوضح الشكل 5-13 التفاعل بين الإيثانين (C_2H_2) والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_6). ما المادة المُحدَّدة للتفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.



الشكل 5-13

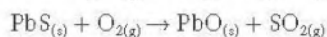
إتقان حل المسائل

87. الإيثانول (C_2H_5OH) ينتج عن تخمر السكرز $C_{12}H_{22}O_{11}$ مع وجود الإنزيمات.



حدد المردود النظري ونسبة المردود المئوية للإيثانول إذا تخمر 684 g من السكرز وكان الناتج 349 g إيثانول.

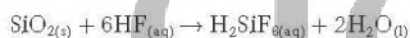
88. يستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا؛ كبريتيد الرصاص (II)، في الهواء.



a. زن المعادلة الكيميائية وحدد المردود النظري لـ PbO إذا سخن 200 g من كبريتيد الرصاص PbS .

b. ما نسبة المردود المئوية إذا نتج 70.0 g من PbO ؟

89. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية زجاجية؛ لأنه يتفاعل مع أكسيد السليكا في الزجاج لينتج حمض سداسي الفلوروسيليك H_2SiF_6 حسب المعادلة الآتية:



إذا تفاعل 40.0 g من SiO_2 مع 40.0 g من HF ونتج 45.8 g من H_2SiF_6 :

a. ما المادة المحددة للتفاعل؟

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة؟

c. ما المردود النظري لـ H_2SiF_6 ؟

d. ما نسبة المردود المئوية؟

90. تتحلل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ عند التسخين إلى أكسيد الكالسيوم CaO وثاني أكسيد الكربون CO_2 .

a. ما المردود النظري لـ CO_2 إذا تحلل 235.0 g من $CaCO_3$ ؟

b. ما نسبة المردود المئوية لـ CO_2 إذا نتج 97.5 g من CO_2 ؟

79. يتفاعل الليثيوم تلقائيًا مع البروم لإنتاج بروميد الليثيوم، اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل. وإذا تفاعل 25.0 g من الليثيوم مع 25.0 g من البروم معًا فما:

a. المادة المحددة للتفاعل.

b. كتلة بروميد الليثيوم الناتجة.

c. المادة الفائضة وكتلتها المتبقية.

5-4

إتقان المفاهيم

80. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

81. كيف يتم تحديد كل من المردود الفعلي والمردود النظري؟

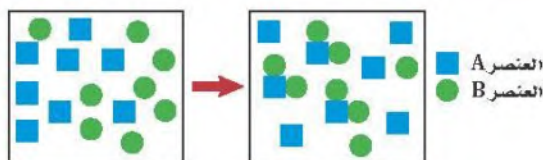
82. هل يمكن أن تكون نسبة المردود المئوية لأي تفاعل أكثر من 100%؟ وضح إجابتك.

83. ما العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب نسبة المردود المئوية للتفاعل الكيميائي؟

84. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل من المردود النظري ونسبة المردود المئوية لأي تفاعل كيميائي؟

85. يتفاعل أكسيد الفلز مع الماء لينتج هيدروكسيد الفلز. ما المعلومات الأخرى التي تحتاج إليها لتحديد نسبة المردود المئوية لهيدروكسيد الفلز في التفاعل؟

86. تفحص التفاعل الظاهر في الشكل 14-5. هل يستمر هذا التفاعل حتى النهاية؟ فسر إجابتك، ثم احسب نسبة المردود المئوية للتفاعل.



الشكل 14-5

مراجعة عامة

94. يتفاعل كبريتيد الأمونيوم مع نترات النحاس II من خلال تفاعل إحلال مزدوج. ما النسبة المولية التي يمكنك استخدامها لتحديد عدد مولات نترات الأمونيوم NH_4NO_3 الناتجة إذا عرفت عدد مولات كبريتيد النحاس II CuS ؟

95. عند تسخين أكسيد النحاس II مع غاز الهيدروجين ينتج عنصر النحاس والماء. ما كتلة النحاس الناتجة، إذا تفاعل 32.0 g من أكسيد النحاس II ؟

96. تلوث الهواء يتحول أكسيد النيتروجين الملوث والموجود في الهواء بسرعة إلى ثاني أكسيد النيتروجين عندما يتفاعل مع الأكسجين.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

b. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات أكسيد النيتروجين إلى مولات ثاني أكسيد النيتروجين؟

97. التحليل الكهربائي حدد المردود النظري ونسبة المردود المثوية لغاز الهيدروجين إذا تم تحليل 36.0 g من الماء كهربائياً لإنتاج 3.80 g من غاز الهيدروجين إضافة إلى الأكسجين.

التفكير الناقد

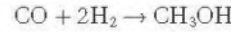
98. حلل واستنتج تم الحصول في إحدى التجارب على نسبة مردود مثوية 108%، فهل هذه النسبة ممكنة؟ وضع ذلك. افترض أن حساباتك صحيحة، فما الأسباب التي قد تفسر مثل هذه النتيجة؟

99. لاحظ واستنتج حدد ما إذا كان أي من التفاعلات الآتية يعتمد على المادة المحددة للتفاعل، ثم حدد تلك المادة.

a. تحلل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم والأكسجين.

b. تفاعل نترات الفضة مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الفضة وحمض النيتريك.

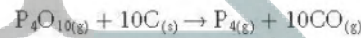
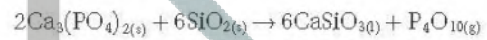
91. يتم إنتاج الميثانول، من تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



إذا تفاعل 8.50 g من أول أكسيد الكربون مع كمية فائضة من الهيدروجين وتنتج 8.52 g من الميثانول، فأكمل الجدول 4-5، واحسب نسبة المردود المثوية.

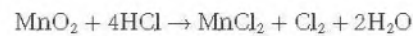
جدول 4-5 بيانات تفاعل الميثانول		
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	$\text{CO}(\text{g})$	
	8.50 g	الكتلة
32.05 g/mol	28.01 g/mol	الكتلة المولية
		عدد المولات

92. الفوسفور P_4 يُخَضَّر تجارياً بتسخين مزيج من فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ، والرمل SiO_2 ، وفحم الكوك C في فرن كهربائي وتتضمن العملية خطوتين هما:



يتفاعل P_4O_{10} الناتج عن التفاعل الأول مع الكمية الفائضة من الفحم في التفاعل الثاني. حدد المردود النظري لـ P_4 إذا سخن 250 g من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و 400.0 g من SiO_2 معاً، وحدد نسبة المردود المثوية لـ P_4 ، إذا كان المردود الفعلي لـ P_4 يساوي (45.0 g).

93. يتكون الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنجنيز وفقاً للمعادلة الموزونة الآتية:



احسب المردود النظري ونسبة المردود المثوية للكلور إذا تفاعل 96.9 g من MnO_2 مع 50.0 g من HCl ، وكان المردود الفعلي لـ Cl_2 هو (20.0 g).

102. طبق يمكنك إعادة اشعال النار في الخشب بعد خودها بتحرك الهواء الذي فوقها. وضح، اعتماداً على الحسابات الكيميائية، لماذا تشتعل النار من جديد عندما تحرك الهواء من فوقها؟

مسألة تحفيز

103. عند تسخين 9.59 g من أكسيد الفناديوم مع الهيدروجين، ينتج الماء وأكسيد فناديوم آخر كتلته (8.76 g). وعند تعريض أكسيد الفناديوم الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تتكون 5.38 g من الفناديوم الصلب.

- حدد الصيغ الجزيئية لكلا الأكسجين.
- اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.
- حدد كتلة الهيدروجين الضرورية لإكمال هذا التفاعل.

مراجعة تراكمية

104. لقد لاحظت أن ذوبان السكر في الشاي الساخن أسرع منه في الشاي البارد. لذا فقد قررت أن الارتفاع في درجة الحرارة يزيد من سرعة ذوبان السكر في الماء. فهل هذه العبارة فرضية أم نظرية؟

105. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر الآتية:

- الفلور
- التيتانيوم
- الألومنيوم
- الرادون

106. اشرح لماذا توجد اللافلزات الغازية على صورة جزيئات ثنائية الذرة، مع أن غازات العناصر الأخرى موجودة في صورة ذرة واحدة فقط.

107. اكتب معادلة موزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.

100. طبق أجرى الطلاب تجربة لملاحظة المواد المحددة والفائضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 إلى الكؤوس، ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ، وحركوا المحاليل، ثم تركوها في الكؤوس طوال اليوم. وفي اليوم التالي وجدوا أن كلاً منها يحتوي على راسب أرجواني. سكب الطلاب السائل الطافي من كل كأس على حدة، وقسموه إلى قسمين، ثم أضافوا نقطة من محلول فوسفات الصوديوم إلى القسم الأول، ونقطة من محلول نترات الكوبالت إلى القسم الثاني، وأدرجوا بياناتهم التي حصلوا عليها في الجدول 5-5 على النحو الآتي:

جدول 5-5 بيانات تفاعل Na_3PO_4 مع $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$				
التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	لا يوجد راسب
2	10.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني

- اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.
- حدد بناءً على النتائج، المادة المحددة للتفاعل والفائضة لكل تجربة.

101. صمم تجربة لتحديد نسبة المرود المثوية لكبريتات النحاس (II) اللامائية من خلال تسخين كبريتات النحاس (II) المائية لإزالة الماء.

تقويم إضافي

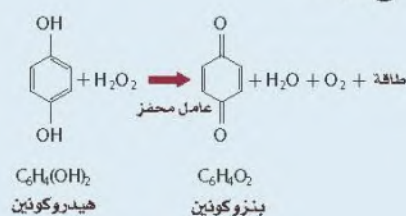
الكتابة في الكيمياء

108. تلوث الهواء ابحت في ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الجازولين في محرك السيارة، ناقش الملوثات الشائعة والتفاعل الذي ينتجها، موضعاً باستخدام الحسابات الكيميائية، كيف يمكن تخفيف نسبة كل ملوث إذا ازداد عدد الأشخاص الذين يستخدمون النقل الجماعي؟

109. عملية هابر تعد نسبة المردود المثوية للأمونوم الناتجة عن اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. إلا أن عملية هابر تؤدي إلى اتحاد الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُممت لكي تزيد النواتج. ابحت في الظروف المستخدمة في عملية هابر، وبين أهمية تطوير هذه العملية.

أسئلة المستندات

الدفاع الكيميائي تنتج الكثير من الحشرات فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والهيدروكوكوين $C_6H_4(OH)_2$. وقد استغلت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلاً كيميائياً طارداً للحرارة ورذاذاً كيميائياً ساخناً مهيجاً لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة. ويوضح الشكل 15-5 المعادلة الكيميائية غير المتوازنة التي تنتج الرذاذ.



الشكل 15-5

110. زن المعادلة الظاهرة في الشكل 15-5. وإذا كانت

خنفساء تحتزن 100 mg من الهيدروكوكوين مع 50 mg من فوق أكسيد الهيدروجين، فأَي المادتين محدّدة للتفاعل؟

111. ما المادة الفائضة؟ وما الكتلة المتبقية منها بالمعجم؟

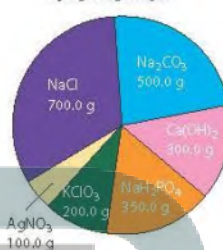
112. كم mg ينتج من البنزوكوكوين؟

أسئلة الاختيار من متعدد

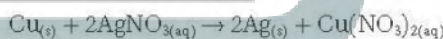
1. تعتمد الحسابات الكيميائية على:

- a. النسب المولية الثابتة c. ثابت أفوجادرو
b. قانون حفظ الطاقة d. قانون حفظ المادة
استعن بالرسم الآتي للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 4.

كميات المواد المتوافرة



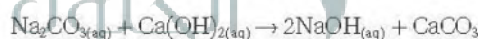
2. يحضر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:



ما كتلة فلز النحاس بالجرامات المطلوبة للتفاعل مع AgNO_3 تمامًا؟

- a. 18.7g b. 37.3g c. 74g d. 100.0g

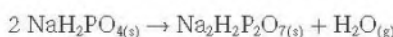
3. تعد طريقة لي بلانك الطريقة التقليدية لتصنيع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



ما الحد الأعلى لعدد المولات لـ NaOH الناتجة باستخدام كميات المواد الكيميائية المتوافرة.

- a. 4.050 mol b. 8.097 mol
c. 4.720 mol d. 9.430 mol

4. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفسفات الصوديوم $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، والمعروف بالاسم الشائع مسحوق الخبز - بتسخين $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:

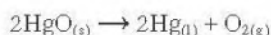


فإذا كانت الكمية المطلوبة 444.0 g من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، فكم

جراماً من NaH_2PO_4 يلزم شراؤها لإنتاج هذه الكمية من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ؟

- a. 0.000g b. 130.0g
c. 94.00g d. 480.0g

5. يتحلل أكسيد الزئبق الأحمر تحت تأثير الحرارة العالية ليكون فلز الزئبق وغاز الأكسجين حسب المعادلة الآتية:



فإذا تحللت 3.55 mol من HgO لتكوين 1.54 mol من O_2 و 618 g من Hg ، فما نسبة المردود المثوية لهذا التفاعل؟

- a. 13.2% b. 56.6%
c. 42.5% d. 86.8%

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.

النسبة المئوية لمكونات أكاسيد النيتروجين		
المركب	نسبة النيتروجين	نسبة الأكسجين
N_2O_4	30.4%	69.6%
N_2O_3	؟	؟
N_2O	63.6%	36.4%
N_2O_5	25.9%	74.1%

6. ما النسبة المئوية للنيتروجين في المركب N_2O_3 ؟

- a. 44.75% b. 46.7%
c. 28.1% d. 36.8%

7. تحتوي عينة من أكسيد النيتروجين على 1.29g من النيتروجين، و 3.71g من الأكسجين. أي الصيغ الآتية يحتمل أن تمثل المركب؟

- a. N_2O_4 b. N_2O_3
c. N_2O d. N_2O_5

11. أي الأشكال يمثل جزيئات لها أربعة أزواج مرتبطة من الإلكترونات ولا تحتوي أي زوج من الإلكترونات غير المرتبطة؟
12. أي الأشكال يُعرف بالشكل الهرمي؟
13. أي الأشكال يمثل ثاني أكسيد الكربون؟
14. أي الأشكال يمثل جزيئاً فيه مجالات مهجنة من نوع sp^2 ؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.

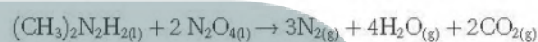
طاقة التأيين الأولى لعناصر الدورة الثالثة		
المتنصر	العدد الذري	طاقة التأيين الأولى kJ/mol
الصوديوم	11	496
الماغنسيوم	12	736
الألمنيوم	13	578
السليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

15. مثل البيانات السابقة بيانياً وضع العدد الذري على المحور السيني.
16. وضح الخط الذي تتغير فيه طاقة التأيين، وكيف ترتبط إلكترونات تكافؤ العنصر؟

8. ما عدد مولات تيتانيت الكوبلت Co_2TiO_4 الموجودة في 7.13 g من المركب؟
- a. $2.39 \times 10^1 \text{ mol}$
- b. $3.10 \times 10^{-2} \text{ mol}$
- c. $3.22 \times 10^1 \text{ mol}$
- d. $4.17 \times 10^{-2} \text{ mol}$
- e. $2.28 \times 10^{-2} \text{ mol}$

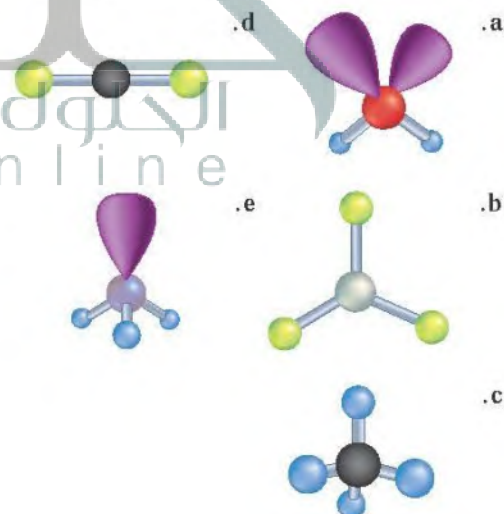
أسئلة الإجابات القصيرة

9. يشتعل $(CH_3)_2N_2H_2$ عند ملاسته لرابع أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 .



ولأن هذا التفاعل ينتج كمية هائلة من الطاقة عن كمية قليلة من المواد المتفاعلة، فقد استعمل لنقل الصواريخ في رحلات أبولو للقمر. فإذا استهلك 18.0 mol من رابع أكسيد ثنائي النيتروجين في هذا التفاعل، فما عدد مولات غاز النيتروجين الناتجة؟

استخدم الأشكال الآتية للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 14.



10. أي الأشكال أعلاه يمثل جزيء كبريتيد الهيدروجين؟

إتقان المفاهيم

35. لماذا يُشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة قبل أن تحدّد النسب المولية؟

تحدّد النسب المولية بين المواد المتفاعلة والنواتج من المعاملات في المعادلة الموزونة. ولا يمكن تحديد هذه النسب إذا لم تكن المعادلة موزونة.

36. ما العلاقات التي تستطيع أن تحددها من المعادلة الكيميائية الموزونة؟

العلاقات بين عدد المولات، والكتل، وعدد الجسيمات، لكل من المواد المتفاعلة والنواتج.

37. فسّر لماذا تُعدّ النسب المولية أساس الحسابات الكيميائية؟

تسمح النسب المولية بتحويل عدد مولات مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة لعدد مولات مادة أخرى في المعادلة نفسها.

38. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات المادة A إلى مولات المادة B؟

عدد مولات B

عدد مولات A

39. لماذا تُستخدم المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة

لإشتقاق النسب المولية بدلاً من الأرقام الموجودة عن يمين الصيغ الكيميائية؟

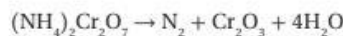
توضّح المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة عدد الجسيمات المُمثلة المُشتركة في التفاعل، في حين توضّح الأرقام التي إلى الجانب الأيمن من الصيغ الكيميائية عدد الذرات لكل نوع من العناصر في الجزيء.

إتقان حل المسائل

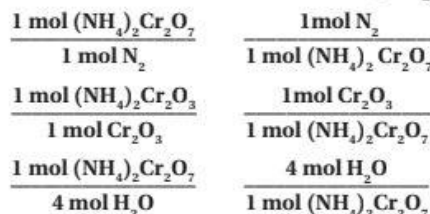
40. فسّر كيف يساعدك قانون حفظ الكتلة على تفسير معادلة كيميائية موزونة من خلال الكتلة؟

مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة دائماً.

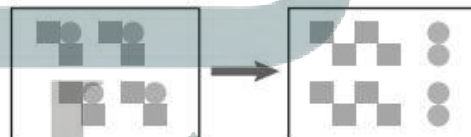
41. تحلل ثنائي كرومات الأمونيوم عند التسخين، وتنتج غاز النيتروجين وأكسيد الكروم (III) الصلب وبخار الماء.



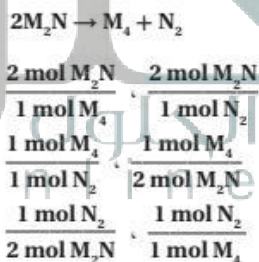
اكتب النسبة المولية لهذا التفاعل التي تربط ثنائي كرومات الأمونيوم مع المواد الناتجة.



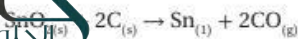
42. يُمثل الشكل 5-10 معادلة، وتُمثل المربعات العنصر M، كما تُمثل الدوائر العنصر N. اكتب معادلة موزونة لتمثيل الصور الموضحة باستخدام أبسط نسب عددية صحيحة، ثم اكتب النسب المولية لهذه المعادلة.



الشكل 5-10

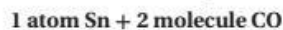


43. يتفاعل أكسيد القصدير IV مع الكربون وفق المعادلة:

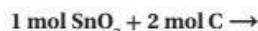


فسّر المعادلة الكيميائية من حيث الجسيمات المُمثلة، وعدد المولات، والكتلة.

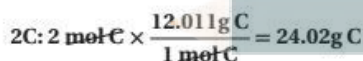
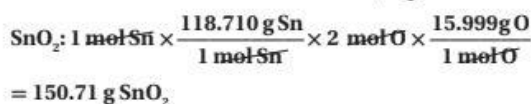
الجسيمات:



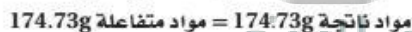
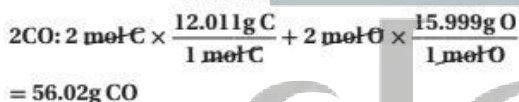
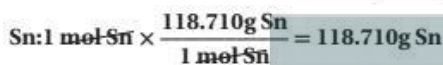
المولات:



كتلة المواد المتفاعلة:



كتلة المواد الناتجة:



44. تتكوّن نترات النحاس (II) وثنائي أكسيد النيتروجين والماء

عندما يُضاف النحاس الصلب إلى حمض النيتريك. اكتب

معادلة كيميائية موزونة للتفاعل، ثم اكتب ست نسب مولية.



$$1 \text{ mol Pb} \times \frac{207.2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} + 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} + 6 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 331.2 \text{ g Pb(NO}_3)_2$$

كتلة المواد المتفاعلة = 404.1g

كتلة المواد الناتجة :

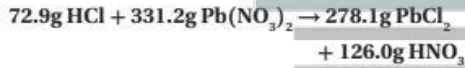
PbCl₂:

$$1 \text{ mol Pb} \times \frac{207.2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} + 2 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 278.1 \text{ g PbCl}_2$$

2HNO₃:

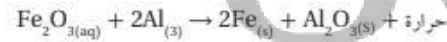
$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol N} \times \frac{14.007 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} + 6 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 126.0 \text{ g HNO}_3$$

كتلة المواد الناتجة = 404.1g



مواد ناتجة 404.1g = مواد متفاعلة 404.1g

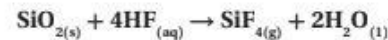
46. عندما يُخلط الألومنيوم مع أكسيد الحديد (III)، يُنتج فلز الحديد وأكسيد الألومنيوم، مع كمية كبيرة من الحرارة. فما النسبة المولية المُستخدمة لتحديد عدد مولات الحديد إذا كان عدد مولات Fe₂O₃ معروفة؟



$$\frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

47. يتفاعل ثاني أكسيد السليكون الصُّلب (السليكا) مع محلول حمض الهيدروفلوريك HF، لِيُنتج غاز رباعي فلوريد السليكون والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



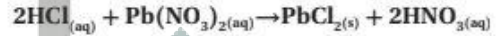
يجب أن تتضمن الإجابة أي ست نسب مولية من الآتية :

$$\begin{array}{l} \frac{1 \text{ mol Cu}}{4 \text{ mol HNO}_3} \quad \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \quad \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Cu}} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \quad \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{4 \text{ mol HNO}_3} \\ \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{2 \text{ mol NO}_2} \quad \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \\ \frac{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Cu(NO}_3)_2} \\ \frac{2 \text{ mol NO}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \quad \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol NO}_2} \end{array}$$

45. عندما يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول

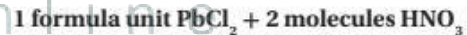
نترات الرصاص (II) يترسب كلوريد الرصاص (II) ويُنتج محلول حمض النيتريك.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

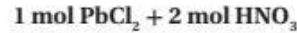
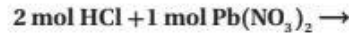


b. فسر المعادلة من حيث الجسيمات المُمثلة وعدد المولات والكتلة.

الجسيمات :



المولات :



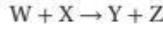
كتلة المواد المتفاعلة :

2HCl:

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} + 2 \text{ mol Cl} \times \frac{35.453 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 72.9 \text{ g HCl}$$

50. تتفاعل المادتان W و X لتُنتج Y و Z. والجدول 2-5 يوضح

عدد مولات المواد المتفاعلة والنواتج التي أُنتجت في التفاعل. استخدم البيانات لتحديد المعاملات التي تجعل المعادلة موزونة.



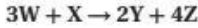
الجدول 2-5 بيانات التفاعل

عدد مولات المواد المتفاعلة		عدد مولات المواد الناتجة	
W	X	Y	Z
0.90	0.30	0.60	1.20

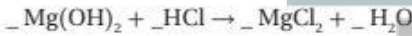
قسم كل كمية مولية على 0.30 mol وهو أقل مقام في الجدول.

$$X: \frac{0.30 \text{ mol}}{0.30} = 1 \quad W: \frac{0.90 \text{ mol}}{0.30 \text{ mol}} = 3$$

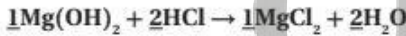
$$Z: \frac{1.20 \text{ mol}}{0.30 \text{ mol}} = 4 \quad Y: \frac{0.60 \text{ mol}}{0.30} = 2$$



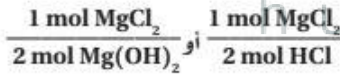
51. مضاد الحموضة يُعدّ هيدروكسيد الماغنسيوم أحد مكونات أقراص مضاد الحموضة؛ إذ تتفاعل مضادات الحموضة مع حمض الهيدروكلوريك الفائض في المعدة للمساعدة على عملية الهضم.



a. زن معادلة التفاعل.



b. اكتب النسب المولية التي تُستخدم في تحديد عدد مولات MgCl_2 الناتجة عن هذا التفاعل.



5-2

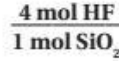
إتقان المفاهيم

52. ما الخطوة الأولى في جميع الحسابات الكيميائية؟

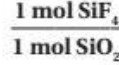
كتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

b. اكتب ثلاث نسب مولية، وبين كيف تُستخدمها في الحسابات الكيميائية.

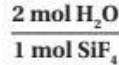
يمكن أن يكتب الطلاب أي (3) نسب من 12 نسبة المولية، والأمثلة تكون على النحو الآتي،



تُستخدم لإيجاد كمية حمض الهيدروفلوريك HF الذي سيتفاعل مع كمية معروفة من السليكا SiO_2 .



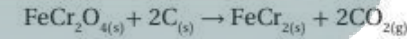
وتُستخدم لإيجاد كمية SiF_4 التي يمكن أن تُنتج من كمية معروفة من SiO_2 .



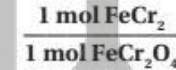
وتُستخدم لإيجاد كمية الماء H_2O التي يمكن أن تُنتج مع تكون SiF_4 .

48. الكروم أهم خام تجاري للكروم هو الكروميت FeCr_2O_4 .

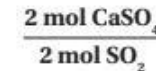
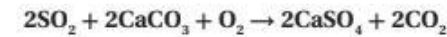
ومن الخطوات المتبعة في استخلاص الكروم من خامه تفاعل الكروميت مع الفحم (الكربون) لإنتاج الفيروكروم FeCr_2 .



ما النسبة المولية التي تُستخدم لتحويل مولات الكروميت إلى مولات الفيروكروم؟



49. تلوث الهواء تتم إزالة الملوث SO_2 من الهواء عن طريق تفاعله مع كربونات الكالسيوم والأكسجين، والمواد الناتجة من هذا التفاعل هي كبريتات الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون. حدّد النسبة المولية التي تُستخدم في تحويل مولات SO_2 إلى مولات CaSO_4 .

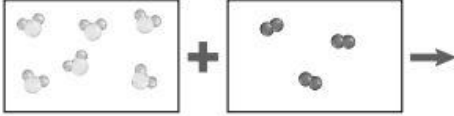


$$\frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180.16 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 8.4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ بالجرامات.

$$8.4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{46.07 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 390 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

58. يُمثّل كل صندوق في الشكل 11-5 محتويات دوري. يحتوي أحدهما على كبريتيد الهيدروجين، ويحتوي الآخر على الأكسجين. وعند مزجهما يحدث تفاعل وينتج بخار ماء وكبريت. تُمثّل الدوائر الحمراء في الشكل الأكسجين، في حين تُمثّل الدوائر الصفراء الكبريت، أما الدوائر الزرقاء فتُمثّل الهيدروجين.



الشكل 11-5

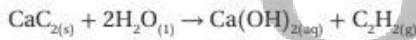
a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.



b. مُستخدماً الألوان نفسها، أعِدْ رسم الورق بعد حدوث التفاعل.

يجب أن تُظهر رسوم الطلاب ستة جزيئات ماء وست ذرات كبريت.

59. اللحم إذا تفاعلت 5.50 mol من كربيد الكالسيوم مع كمية فائضة من الماء، فما عدد مولات غاز الأسيتيلين (غاز يستخدم في اللحام) الناتج؟



النسبة المولية لـ C_2H_2 ، C_2H_2 هي 1، 1. ولهذا، فإن 5.50 mol من C_2H_2 سوف تنتج 5.50 mol من CaC_2 .

53. ما المعلومات التي تُقدّمها المعادلة الموزونة للتفاعل؟

تُعبّر المعادلة الموزونة عن العلاقة بين المواد المتفاعلة والنتيجة. وتُستخدم المعادلات في المعادلة لكتابة النسب المولية التي تربط بين المواد المتفاعلة والنتيجة.

54. ما القانون الذي تركز عليه الحسابات الكيميائية، وكيف تدعمه؟

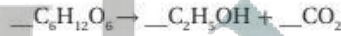
تعتمد الحسابات الكيميائية على قانون حفظ الكتلة. وتُستخدم الحسابات لتحديد كتل المواد المتفاعلة والنتيجة. إذ يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة مجموع كتل المواد الناتجة، لتحقيق قانون حفظ الكتلة.

55. كيف تُستخدم النسب المولية في الحسابات الكيميائية؟ الكتلة المولية هي عامل التحويل من عدد مولات مادة مُعطاة إلى كتلة والعكس صحيح.

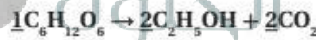
56. ما المعلومات التي يجب أن تتوافر لك لتحسب كتلة المادة الناتجة عن التفاعل الكيميائي؟

يجب أن تتوافر لديك المعادلة الكيميائية الموزونة، وكمية مادة واحدة في التفاعل. إضافة إلى معرفة المادة الناتجة التي تريد حساب كتلتها.

57. الإيثانول يمكن تحضير الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ، (ويعرف بكحول الحبوب) من تخمّر السكر. والمعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل هي:



زن المعادلة الكيميائية، وحدد كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ التي تتكوّن من 750 g من $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.



الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

$$750 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180.16 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 4.2 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

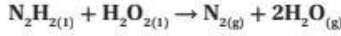
الخطوة 2، احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

$$0.250 \text{ mol PbCrO}_4 \times \frac{323.2 \text{ g PbCrO}_4}{1 \text{ mol PbCrO}_4} = 80.8 \text{ g PbCrO}_4$$

63. وقود الصاروخ يُستخدم التفاعل المولّد للطاقة الحرارية بين

سائل الهيدرازين N_2H_2 وسائل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقودًا للصواريخ. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي غاز النيتروجين والماء.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. ما مقدار الهيدرازين، بالجرام، اللازم لإنتاج 10.0 mol من غاز النيتروجين؟

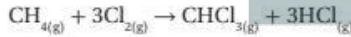
الخطوة 1، احسب عدد مولات N_2H_2 .

$$10.0 \text{ mol } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_2}{1 \text{ mol } N_2} = 10.0 \text{ mol } N_2H_2$$

الخطوة 2، احسب كتلة N_2H_2 بالجرامات.

$$10.0 \text{ mol } N_2H_2 \times \frac{30.03 \text{ g } N_2H_2}{1 \text{ mol } N_2H_2} = 3.00 \times 10^2 (300) \text{ g } N_2H_2$$

64. الكلوروفورم $CHCl_3$ مذيب مهم يُشجّع عن تفاعل الميثان والكلور.



ما مقدار CH_4 بالجرامات اللازم لإنتاج 50.0g $CHCl_3$ ؟

الخطوة 1، احسب عدد مولات $CHCl_3$.

$$50.0 \text{ g } CHCl_3 \times \frac{1 \text{ mol } CHCl_3}{119.37 \text{ g } CHCl_3} = 0.419 \text{ mol } CHCl_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CH_4 .

$$0.419 \text{ mol } CHCl_3 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{1 \text{ mol } CHCl_3} = 0.419 \text{ mol } CH_4$$

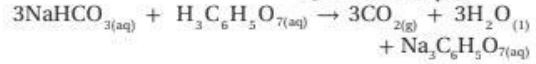
الخطوة 3، احسب كتلة CH_4 بالجرامات.

$$0.419 \text{ mol } CH_4 \times \frac{16.04 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 6.72 \text{ g } CH_4$$

60. مضاد الحموضة عندما يذوب قرص مضاد الحموضة في

الماء يُصدر أزيًا بسبب التفاعل بين كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ ، وحمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$

حسب المعادلة الآتية:



ما عدد مولات $Na_3C_6H_5O_7$ الناتجة عند إذابة قرص واحد

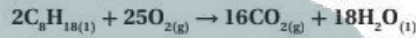
يحتوي على 0.0119 mol $NaHCO_3$ ؟

$$0.0119 \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{1 \text{ mol } Na_3C_6H_5O_7}{3 \text{ mol } NaHCO_3}$$

$$= 0.00397 \text{ mol } Na_3C_6H_5O_7$$

61. غاز الدفينة يرتبط غاز ثاني أكسيد الكربون مع ارتفاع

درجات حرارة الغلاف الجوي للأرض. وهو ينطلق إلى الهواء عند احتراق الأوكتان في الجازولين. اكتب المعادلة الموزونة لعملية احتراق الأوكتان، ثم احسب كتلة الأوكتان المطلوبة لإطلاق 5.00 mol من ثاني أكسيد الكربون.



الخطوة 1، احسب عدد مولات C_8H_{18} .

$$5.00 \text{ mol } CO_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_8H_{18}}{16 \text{ mol } CO_2} = 0.625 \text{ mol } C_8H_{18}$$

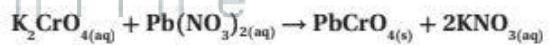
الخطوة 2، احسب كتلة C_8H_{18} بالجرامات.

$$0.625 \text{ mol } C_8H_{18} \times \frac{114.28 \text{ g } C_8H_{18}}{1 \text{ mol } C_8H_{18}} = 71.4 \text{ g } C_8H_{18}$$

62. يتفاعل محلول كرومات البوتاسيوم مع محلول نترات

الرصاص (II) لإنتاج راسب أصفر من كرومات الرصاص (II) ومحلول نترات البوتاسيوم.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. حدّد كتلة كرومات الرصاص (II) الناتجة عن تفاعل

0.250 mol من كرومات البوتاسيوم.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $PbCrO_4$.

$$0.250 \text{ mol } K_2CrO_4 \times \frac{1 \text{ mol } PbCrO_4}{1 \text{ mol } K_2CrO_4}$$

$$= 0.250 \text{ mol } PbCrO_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$15.833 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{44.01 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 696.825 \text{ g } \text{CO}_2$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات KHCO_3 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{KHCO}_3}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{KHCO}_3$$

الخطوة 3، احسب كتلة KHCO_3 بالجرامات.

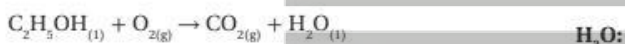
$$15.833 \text{ mol } \text{KHCO}_3 \times \frac{100.12 \text{ g } \text{KHCO}_3}{1 \text{ mol } \text{KHCO}_3}$$

$$= 1585.233 \text{ g } \text{KHCO}_3$$

66. وقود gasohol عبارة عن مزيج من الجازولين والإيثانول.

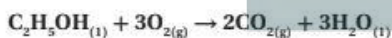
زن المعادلة الكيميائية الآتية وحدد كتلة CO_2 الناتجة عن

احتراق 100.0 g من الإيثانول.



H_2O :

زن المعادلة الكيميائية،



$$100.0 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46.08 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$$

$$= 2.170 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

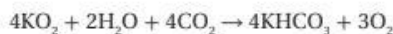
$$2.170 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{2 \text{ mol } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 4.340 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

$$4.340 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{44.01 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 191.0 \text{ g } \text{CO}_2$$

65. إنتاج الأكسجين تستخدم وكالة الفضاء الروسية فائق أكسيد

البوتاسيوم KO_2 لإنتاج الأكسجين في البدلات الفضائية.



أكمل الجدول 3-5.

الجدول 3-5 بيانات إنتاج الأكسجين				
كتلة O_2	كتلة KHCO_3	كتلة CO_2	كتلة H_2O	كتلة KO_2
380g	1585.233g	696.825g	142.658g	1125.75g

KO_2 :

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات KO_2 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{KO}_2}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{KO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة KO_2 بالجرامات.

$$15.833 \text{ mol } \text{KO}_2 \times \frac{71.1 \text{ g } \text{KO}_2}{1 \text{ mol } \text{KO}_2} = 1125.75 \text{ g } \text{KO}_2$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 7.917 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2O بالجرامات.

$$7.917 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} \times \frac{18.02 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}} = 142.658 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات O_2 .

$$380 \text{ g } \text{O}_2 \times \frac{1 \text{ mol } \text{O}_2}{32.00 \text{ g } \text{O}_2} = 11.875 \text{ mol } \text{O}_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

$$11.875 \text{ mol } \text{O}_2 \times \frac{4 \text{ mol } \text{CO}_2}{3 \text{ mol } \text{O}_2} = 15.833 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة Au بالجرامات.

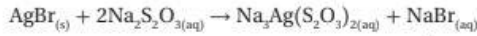
$$\text{mol Au} \times \frac{196.97 \text{ g Au}}{1 \text{ mol Au}} = 50.2 \text{ g Au}$$

b. إذا كانت كتلة خام الذهب 150.0g، فما النسبة المئوية للذهب في الخام؟

$$\% \text{Au} = \frac{\text{كتلة الذهب}}{\text{كتلة الخام}} \times 100\%$$

$$\% \text{Au} = \frac{50.02 \text{ g Au}}{150.0 \text{ g ore}} \times 100\% = 33.5\% \text{ Au}$$

69. الأفلام، تحتوي أفلام التصوير على بروميد الفضة مذاباً في الجلاتين. وعند تعرض هذه الأفلام للضوء يتحلل بعض بروميد الفضة مُنتِجاً حبيبات صغيرة من الفضة. وتتم إزالة بروميد الفضة من الجزء الذي لم يتعرض للضوء بمعالجة الفيلم في ثيوكبريتات الصوديوم.



حدّد كتلة $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ الناتجة عن إزالة 572 g من بروميد الفضة AgBr .

الخطوة 1، احسب عدد مولات AgBr .

$$572 \text{ g AgBr} \times \frac{1 \text{ mol AgBr}}{187.77 \text{ g AgBr}} = 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol AgBr}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$.

$$1.46 \times 10^{-3} \text{ mol AgBr} \times \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2}{1 \text{ mol AgBr}} = 1.46 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ بالجرامات.

$$1.46 \times 10^{-3} \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 \times \frac{401.12 \text{ g Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2}{1 \text{ mol Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2} = 1221 \text{ g Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$$

67. بطارية السيارة تُستخدم في بطارية السيارة الرصاص وأكسيد الرصاص IV ومحمول حمض الكبريتيك لإنتاج التيار الكهربائي. والمواد الناتجة عن هذا التفاعل هي محلول كبريتات الرصاص II والماء.

a. اكتب معادلة موازنة لهذا التفاعل.



b. حدّد كتلة كبريتات الرصاص II الناتجة عن تفاعل 25.0g رصاص مع كمية فائضة من أكسيد الرصاص IV وحض الكبريتيك.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Pb .

$$25.0 \text{ g Pb} \times \frac{1 \text{ mol Pb}}{207.2 \text{ g Pb}} = 0.121 \text{ mol Pb}$$

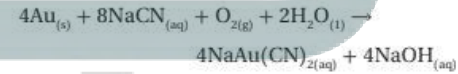
الخطوة 2، احسب عدد مولات PbSO_4 .

$$0.121 \text{ mol Pb} \times \frac{2 \text{ mol PbSO}_4}{1 \text{ mol Pb}} = 0.242 \text{ mol PbSO}_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة PbSO_4 بالجرامات.

$$0.242 \text{ mol PbSO}_4 \times \frac{303.23 \text{ g PbSO}_4}{1 \text{ mol PbSO}_4} = 73.2 \text{ g PbSO}_4$$

68. يُستخلص الذهب من الخام بمعالجته بمحلول سيانيد الصوديوم في وجود الأكسجين والماء.



a. حدّد كتلة الذهب المُستخلص إذا استُخدم 25.0 g من سيانيد الصوديوم.

الخطوة 1، احسب عدد مولات NaCN .

$$25.0 \text{ g NaCN} \times \frac{1 \text{ mol NaCN}}{49.01 \text{ g NaCN}} = 0.510 \text{ mol NaCN}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Au .

$$0.510 \text{ mol NaCN} \times \frac{4 \text{ mol Au}}{8 \text{ mol NaCN}} = 0.255 \text{ mol Au}$$

إتقان المفاهيم

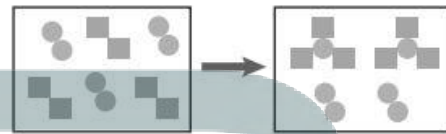
70. كيف تُستخدم النسبة المولية في إيجاد المادة المُحددة للفاعل؟

تتم مقارنة النسب المولية من المعادلة مع النسب المولية المحسوبة من الكميات المعطاة.

71. وضح لماذا تُعدّ العبارة التالية غير صحيحة: (المادة المُحددة للفاعل هي المادة المتفاعلة ذات الكتلة الأقل).

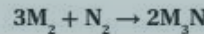
الكتلة لا تحدد المادة المُحددة للفاعل وإنما عدد المولات فقط، فالمادة المُحددة هي المادة التي تُنتج أقل عدد من مولات الناتج.

72. تُمثّل المربعات في الشكل 5-12 العنصر M، وتُمثّل الدوائر العنصر N.



الشكل 5-12

a. اكتب معادلة كيميائية متوازنة لهذا التفاعل.



b. إذا كان كل مربع يُمثّل 1 mol M، وتُمثّل كل دائرة 1 mol N، فما عدد مولات كل من M و N التي كانت موجودة عند بداية التفاعل؟

6 mol من ذرات العنصر M (في صورة 3 mol من M_2)، وكذلك 6 mol من ذرات العنصر N (في صورة 3 mol من N_2).

c. ما عدد مولات المادة الناتجة؟ ما عدد مولات كل من العنصرين M و N التي لم تتفاعل؟

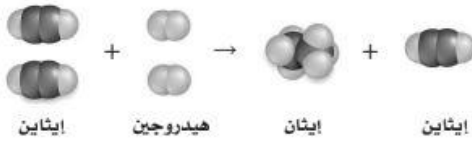
نتج 2 mol من M_3N ، وتبقى 2 mol من N_2 غير متفاعلة (ما مجموعه 4 mol من ذرات العنصر N).

d. أيّ العنصرين مادة مُحددة للفاعل؟ وأيهما ما

M_2 المادة المُحددة للفاعل، N_2 المادة الفائضة.

إتقان حل المسائل

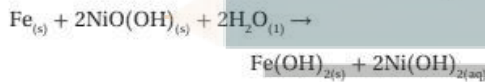
73. يوضح الشكل 5-13 التفاعل بين الإيثانين (C_2H_6) والهيدروجين، والمادة الناتجة هي الإيثان (C_2H_4) . ما المادة المُحددة للفاعل وما المادة الفائضة؟ وضح ذلك.



الشكل 5-13

الهيدروجين هو المادة المُحددة للفاعل؛ الإيثانين هو المادة الفائضة. تبقى مول واحد من الإيثانين لم يتفاعل.

74. بطارية نيكول-حديد، اخترع توماس أديسون عام 1901 بطارية نيكول-حديد. وتُمثّل المعادلة التالية التفاعل الكيميائي في هذه البطارية:



ما عدد مولات $Fe(OH)_2$ التي تُنتج عن تفاعل 5.0 mol Fe مع 8 mol $NiO(OH)$ ؟

وفقاً للمعادلة الكيميائية المتوازنة، يتفاعل 2 mol من $NiO(OH)$ مع كل 1 mol من Fe، لذا سيتفاعل 4 mol من Fe مع 8 mol من $NiO(OH)$ تاركة 1 mol من Fe الفائض. وكل 1 mol من Fe المتفاعل يُنتج 1 mol من $Fe(OH)_2$ ، وذلك لأن 4 mol من Fe قد تفاعلت، فسيُنتج 4 mol من $Fe(OH)_2$.

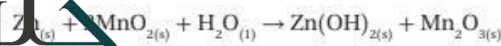
75. أحد مركبات الزينون القليلة التي تتكوّن هو سابع فلوريد زينون سيزيوم $CsXeF_7$ ، ما عدد مولات $CsXeF_7$ التي يمكن إنتاجها من خلال تفاعل 12.5 mol من فلوريد السيزيوم مع 10.0 mol من سداس فلوريد الزينون.



$$10.0 \text{ mol } XeF_6 \times \frac{1 \text{ mol } CsXeF_7}{1 \text{ mol } XeF_6} = 10.0 \text{ mol } CsXeF_7$$

78. البطارية القلوية ، تُنتج البطارية القلوية الطويلة العمر ، الكيمياء

حسب المعادلة التالية:



a. ما المادة المُحددة للتفاعل إذا تفاعلت 25.0g Zn مع

30.0 mol MnO₂ ؟

احسب عدد مولات Zn.

$$25.0\text{g Zn} \times \frac{1\text{mol Zn}}{65.3\text{g Zn}} = 0.380\text{ mol Zn}$$

احسب عدد مولات MnO.

$$30.0\text{g MnO}_2 \times \frac{1\text{mol MnO}_2}{86.92\text{g MnO}_2} = 0.345\text{ mol MnO}_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، تتفاعل 2 mol MnO₂ مع

1 mol Zn، وفي التفاعل فالنسبة هي 1 mol من MnO₂ مع

1.1 mol Zn، أو 0.345/0.380. لذا، MnO₂ هي المادة المُحددة

للتفاعل.

b. حدّد كتلة Zn(OH)₂ الناتجة من التفاعل.

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Zn(OH)₂.

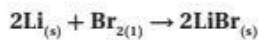
$$0.345\text{ mol MnO}_2 \times \frac{1\text{mol Zn}(\text{OH})_2}{2\text{mol MnO}_2} = 0.173\text{ mol Zn}(\text{OH})_2$$

الخطوة 2 ، احسب كتلة Zn(OH)₂ بالجرامات.

$$0.173\text{ mol Zn}(\text{OH})_2 \times \frac{99.39\text{g Zn}(\text{OH})_2}{1\text{mol Zn}(\text{OH})_2} = 17.1\text{g Zn}(\text{OH})_2$$

79. يتفاعل الليثيوم تلقائياً مع البروم لإنتاج بروميد الليثيوم،

اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل. وإذا تفاعل 25.0g من الليثيوم مع 25.0g من البروم معاً فما:



a. المادة المُحددة للتفاعل.

احسب عدد مولات Li.

$$25.0\text{g Li} \times \frac{1\text{mol Li}}{6.94\text{g Li}} = 3.60\text{ mol Li}$$

احسب عدد مولات Br₂.

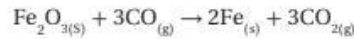
$$25.0\text{g Br}_2 \times \frac{1\text{mol Br}_2}{159.80\text{g Br}_2} = 0.156\text{ mol Br}_2$$

76. إنتاج الحديد يُستخرج الحديد تجارياً من تفاعل الهيماتيت

Fe₂O₃ مع أول أكسيد الكربون. ما مقدار الحديد بالجرامات،

الذي يمكن إنتاجه من تفاعل 25.0 mol هيماتيت Fe₂O₃

مع 30.0 mol من أول أكسيد الكربون؟



وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 1 mol من الهيماتيت

Fe₂O₃ مع 3 mol من أول أكسيد الكربون CO. لذا، يحتاج

25.0 mol من الهيماتيت Fe₂O₃ إلى 75.0 mol من CO

حتى يتفاعل كلياً، ولكن الكمية المتوافرة منها مقدارها

30 mol فقط، لذا تعدّ CO المادة المُحددة للتفاعل.

الخطوة 1 ، احسب عدد مولات Fe.

$$30.0\text{ mol CO} \times \frac{2\text{mol Fe}}{3\text{mol CO}} = 20.0\text{ mol Fe}$$

الخطوة 2 ، احسب كتلة Fe بالجرامات.

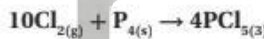
$$20.0\text{ mol Fe} \times \frac{55.85\text{g Fe}}{1\text{mol Fe}} = 1117\text{g Fe}$$

77. يُنتج خماسي كلوريد الفوسفور الصلب عن تفاعل غاز

الكلور مع الفسفور P₄ الصلب. وعند تفاعل 16g من الكلور

مع 32.0g من الفسفور، فأَيّ المادتين المتفاعلتين مُحددة

للتفاعل، وأيهما فائضة؟



احسب عدد مولات Cl₂.

$$16.0\text{g Cl}_2 \times \frac{1\text{mol Cl}_2}{70.90\text{g Cl}_2} = 0.226\text{ mol Cl}_2$$

احسب عدد مولات P₄.

$$32.0\text{g P}_4 \times \frac{1\text{mol P}_4}{123.88\text{g P}_4} = 0.258\text{ mol P}_4$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل 10 mol من Cl₂

مع 1 mol من P₄.

احسب عدد مولات P₄ اللازمة للتفاعل.

$$0.226\text{ mol Cl}_2 \times \frac{1\text{mol P}_4}{10\text{mol Cl}_2} = 0.0226\text{ mol P}_4$$

لذا، Cl₂ هو المادة المُحددة للتفاعل، في حين أن P₄ هو المادة

الفائضة.

82. هل يمكن أن تكون نسبة المردود المثوية لأ تفاعل أكبر من 100%؟ وضح إجابتك.
لا، لا يمكن أن ينتج أكثر من المردود النظري والتي تحد من خلال المواد المتفاعلة.

83. ما العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب نسبة المردود المثوية للتفاعل الكيميائي؟

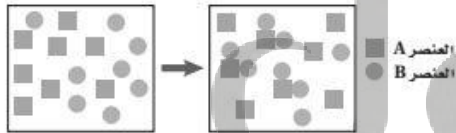
$$100\% \times \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} = \text{نسبة المردود المثوية}$$

84. ما البيانات التجريبية التي تحتاج إليها لحساب كل من المردود النظري ونسبة المردود المثوية لأي تفاعل كيميائي؟ كمية إحدى المواد المتفاعلة والمردود الفعلي لمادة ناتجة.

85. يتفاعل أكسيد الفلز مع الماء لينتج هيدروكسيد الفلز. ما المعلومات الأخرى التي تحتاج إليها لتحديد نسبة المردود المثوية لهيدروكسيد الفلز في التفاعل؟

كتلة إحدى المواد المتفاعلة، والكتلة الفعلية لهيدروكسيد الفلز الناتج.

86. تفحص التفاعل الظاهر في الشكل 14-5. هل يستمر هذا التفاعل حتى النهاية؟ فسر إجابتك، ثم احسب نسبة المردود المثوية للتفاعل.



الشكل 14-5

لا يستمر التفاعل حتى النهاية. وباستخدام مربعات لتمثيل العنصر A، ودوائر لتمثيل العنصر B. بداية ينتج 4 جسيمات من AB_2 . لكن حقيقة ما نتج هو ثلاثة جسيمات فقط. فهناك جسيمات غير متفاعلة من A و B لإنتاج جسيم آخر من AB_2 . لذا، فنسبة المردود المثوية تساوي 75%.

النسبة الفعلية لمولات الليثيوم إلى مولات البروم هي، $\frac{3.60 \text{ mol Li}}{0.156 \text{ mol Br}_2}$ أو 1 mol Br_2 ، 23 mol Li . ولكن فعلياً يلزم 2 mol Li من فقط لكل 1 mol Br_2 . لذا، Br_2 هي المادة المحددة للتفاعل.

b. كتلة بروميد الليثيوم الناتجة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات LiBr.

$$0.156 \text{ mol Br}_2 \times \frac{2 \text{ mol LiBr}}{1 \text{ mol Br}_2} = 0.312 \text{ mol LiBr}$$

الخطوة 2، احسب كتلة LiBr بالجرامات.

$$0.312 \text{ mol LiBr} \times \frac{86.84 \text{ g LiBr}}{1 \text{ mol LiBr}} = 27.1 \text{ g LiBr}$$

c. المادة الفائضة وكتلتها المتبقية.

Li هي المادة الفائضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات Li المتفاعلة.

$$0.156 \text{ mol Br}_2 \times \frac{2 \text{ mol Li}}{1 \text{ mol Br}_2} = 0.312 \text{ mol Li}$$

عدد مولات Li المتبقية

عدد مولات Li المتفاعلة - عدد مولات Li جميعها =

$$= 3.60 \text{ mol} - 0.312 \text{ mol}$$

$$= 3.29 \text{ mol.}$$

الخطوة 2، احسب كتلة Li المتبقية بالجرامات.

$$0.329 \text{ mol Li} \times \frac{6.94 \text{ g Li}}{1 \text{ mol Li}} = 22.8 \text{ g Li}$$

5-4

إتقان المفاهيم

80. ما الفرق بين المردود الفعلي والمردود النظري؟

المردود الفعلي هو كمية المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي عملياً، أما المردود النظري فهو الكمية المتوقعة الحصول عليها من خلال الحسابات الكيميائية.

81. كيف يتم تحديد كل من المردود الفعلي والمردود النظري؟

يُحدد المردود الفعلي من خلال التجربة، أما المردود النظري فيتم حسابه من خلال مادة متفاعلة معطاة أو المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 2، احسب عدد مولات PbO.

$$\text{PbS} \times \frac{2 \text{ mol PbO}}{2 \text{ mol PbS}} = 0.84 \text{ mol PbO}$$

الخطوة 3، احسب كتلة PbO بالجرامات.

$$0.84 \text{ mol PbO} \times \frac{223.19 \text{ g PbO}}{1 \text{ mol PbO}} = 186.6 \text{ g PbO}$$

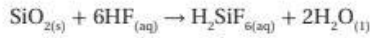
b. ما نسبة المردود المثوية إذا نتج 70.0 g من PbO ؟

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{70}{186.6} \times 100\% = 37.5\% \text{ PbO}$$

89. لا يمكن حفظ محاليل حمض الهيدروفلوريك في أوعية

زجاجية؛ لأنه يتفاعل مع أكسيد السليكا في الزجاج ليُنتج حمض سداسي الفلوروسيليسك H_2SiF_6 حسب المعادلة التالية:



إذا تفاعل 40.0 g من SiO_2 مع 40.0 g من HF ونتاج 45.8 g من H_2SiF_6 .

a. ما المادة المُحددة للتفاعل ؟

احسب عدد مولات SiO_2 .

$$40.0 \text{ g SiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60.09 \text{ g SiO}_2} = 0.666 \text{ mol SiO}_2$$

احسب عدد مولات HF.

$$40.0 \text{ g HF} \times \frac{1 \text{ mol HF}}{20.01 \text{ g HF}} = 2.00 \text{ mol HF}$$

النسبة الفعلية لمولات HF إلى مولات SiO_2 في المعادلة الكيميائية الموزونة هي 1 mol SiO_2 : 6 mol HF، ولكن فعلياً، $\frac{2.00 \text{ mol HF}}{0.666 \text{ mol SiO}_2}$ يلزم 3 mol من HF فقط لكل 1 mol SiO_2 .

لذا HF هي المادة المُحددة للتفاعل.

b. ما الكتلة المتبقية من المادة الفائضة ؟

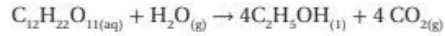
SiO_2 هي المادة الفائضة.

الخطوة 1، احسب عدد مولات SiO_2 المتفاعلة.

$$2.00 \text{ mol HF} \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{6 \text{ mol HF}} = 0.333 \text{ mol SiO}_2$$

إتقان حل المسائل

87. الإيثانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)، يُنتج عن تخمُّر السكر $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ مع وجود الإنزيمات.



حدّد المردود النظري ونسبة المردود المثوية للإيثانول إذا تخمّر 684 g من السكر وكان الناتج 349 g إيثانول.

المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

$$684 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342.23 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$$

$$= 2.0 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

$$2.0 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{4 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$$

$$= 8.0 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ بالجرامات.

$$8.0 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{46.07 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 369 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

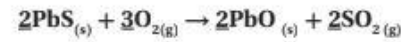
$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{349}{369} \times 100\% = 94.6\% \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

88. يُستخلص أكسيد الرصاص (II) بتحميص الجالينا؛ كبريتيد الرصاص (II)، في الهواء.



a. زن المعادلة الكيميائية وحدّد المردود النظري لـ PbO إذا سُخِّن 200 g من كبريتيد الرصاص PbS .



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات PbS .

$$200.0 \text{ g PbS} \times \frac{1 \text{ mol PbS}}{239.27 \text{ g PbS}} = 0.84 \text{ mol PbS}$$

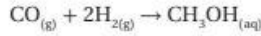
$$2.35 \text{ mol } \text{CO}_2 \times \frac{43.99 \text{ g } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 103.3 \text{ g } \text{CO}_2$$

b. ما نسبة المردود المثوية لـ CO_2 إذا نتج $97.5 \text{ g } \text{CO}_2$ ؟

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{97.5}{103.3} \times 100\% = 94.4\% \text{ CO}_2$$

91. يتم إنتاج الميثانول، من تفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين.



إذا تفاعل 8.50 g من أول أكسيد الكربون مع كمية فائضة من الهيدروجين ونُتج 8.52 g من الميثانول، فأكمل الجدول 4-5، واحسب نسبة المردود المثوية.

جدول 4-5 بيانات تفاعل الميثانول		
$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{CO}_{(g)}$	
9.73 g	8.50 g	الكتلة
32.05 g/mol	28.01 g/mol	الكتلة المولية
0.303 mol	0.303 mol	عدد المولات

الخطوة 1، احسب عدد مولات CO .

$$8.50 \text{ g } \text{CO} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CO}}{28.01 \text{ g } \text{CO}} = 0.303 \text{ mol } \text{CO}$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CH_3OH .

$$0.303 \text{ mol } \text{CO} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol } \text{CO}} = 0.303 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}$$

الخطوة 3، احسب كتلة CH_3OH بالجرامات.

$$0.303 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH} \times \frac{32.05 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}} = 9.71 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH}$$

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{8.52}{9.71} \times 100\% = 87.7\% \text{ CH}_3\text{OH}$$

عدد مولات SiO_2 المتبقية

عدد مولات SiO_2 المتفاعلة - عدد مولات SiO_2 جميعها

$$= 0.666 \text{ mol} - 0.333 \text{ mol}$$

$$= 0.333 \text{ mol}$$

الخطوة 2، احسب كتلة SiO_2 المتبقية بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol } \text{SiO}_2 \times \frac{60.09 \text{ g } \text{SiO}_2}{1 \text{ mol } \text{SiO}_2} = 20.0 \text{ g } \text{SiO}_2$$

c. ما المردود النظري لـ H_2SiF_6 ؟

المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2SiF_6 المتفاعلة.

$$2.00 \text{ mol } \text{HF} \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6}{6 \text{ mol } \text{HF}} = 0.333 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6$$

الخطوة 2، احسب كتلة H_2SiF_6 بالجرامات.

$$0.333 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6 \times \frac{144.11 \text{ g } \text{H}_2\text{SiF}_6}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SiF}_6} = 48.0 \text{ g } \text{H}_2\text{SiF}_6$$

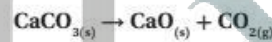
d. ما نسبة المردود المثوية؟

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{45.8}{48} \times 100\% = 95.4\% \text{ H}_2\text{SiF}_6$$

90. تتحلل كربونات الكالسيوم CaCO_3 عند التسخين إلى أكسيد الكالسيوم CaO وثاني أكسيد الكربون CO_2 .

a. ما المردود النظري لـ CO_2 إذا تحلل 235.0 g من CaCO_3 ؟



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات CaCO_3 .

$$235.0 \text{ g } \text{CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{CaCO}_3}{100.06 \text{ g } \text{CaCO}_3} = 2.35 \text{ mol } \text{CaCO}_3$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات CO_2 .

$$2.35 \text{ mol } \text{CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CaCO}_3} = 2.35 \text{ mol } \text{CO}_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة CO_2 بالجرامات.

ثم احسب نسبة المردود المثوية.

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{45.0}{49.92} \times 100\% = 90.1\% P_4$$

93. يتكوّن الكلور من تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أكسيد المنجنيز وفقاً للمعادلة الموزونة التالية:



احسب المردود النظري ونسبة المردود المثوية للكلور إذا تفاعل 96.9 g من MnO_2 مع 50.0 g من HCl ، وكان المردود الفعلي لـ Cl_2 هو (20.0 g).

الخطوة 1، ادرس المعادلة الكيميائية الموزونة وهي:



الخطوة 2، احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة.

احسب عدد مولات MnO_2 .

$$86.0 \text{ g MnO}_2 \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{86.94 \text{ g MnO}_2} = 0.989 \text{ mol MnO}_2$$

احسب عدد مولات HCl .

$$50.0 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.34 \text{ g HCl}} = 1.37 \text{ mol HCl}$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل MnO_2 مع HCl بنسبة 1 mol MnO_2 : 4 mol HCl ، والنسبة المولية الفعلية

في هذا التفاعل هي، $\frac{0.989 \text{ mol MnO}_2}{1.37 \text{ mol HCl}}$ أو 1 mol MnO_2 : 1.37 mol HCl

لذا، 1.38 mol HCl هي المادة الفائضة و HCl هي المادة المحددة للتفاعل.

الخطوة 3، احسب عدد مولات Cl_2 .

$$1.37 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{4 \text{ mol HCl}} = 0.343 \text{ mol Cl}_2$$

الخطوة 4، احسب كتلة Cl_2 بالجرامات.

$$0.343 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{70.90 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 24.3 \text{ g Cl}_2$$

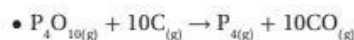
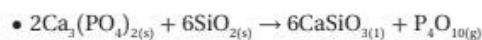
ثم احسب نسبة المردود المثوية.

$$\text{نسبة المردود المثوية} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{20.0}{24.3} \times 100\% = 82.3\%$$

92. الفوسفور P_4 يُحضّر تجارياً بتسخين مزيج من فوسفات

الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ والرمل SiO_2 وفحم الكوك C في فرن كهربائي. وتتضمن العملية خطوتين هما:



يتفاعل P_4O_{10} الناتج عن التفاعل الأول مع الكمية الفائضة من الفحم في التفاعل الثاني. حدّد المردود النظري لـ P_4 إذا سُخّن 250 g من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ مع 400 g من SiO_2 معاً، وحدّد نسبة المردود المثوية لـ P_4 ، إذا كان المردود الفعلي لـ P_4 يساوي (45.0 g).

الخطوة 1، احسب كمية المادة الفائضة من المعادلة الأولى.

احسب عدد مولات SiO_2 .

$$400.0 \text{ g SiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60.08 \text{ g SiO}_2} = 6.657 \text{ mol SiO}_2$$

احسب عدد مولات $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

$$250.0 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{310.17 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}$$

$$= 0.8060 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ مع SiO_2 بنسبة 1، 3، وتكون SiO_2 في هذا التفاعل هي المادة

الفائضة، والكمية 0.8060 mol من $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ هي الكمية المتفاعلة.

الخطوة 2، احسب عدد مولات P_4O_{10} الناتجة.

$$0.8060 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}}{2 \text{ mol Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 0.4030 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}$$

الخطوة 3، احسب عدد مولات P_4 الناتجة من الخطوة 2.

$$0.4030 \text{ mol P}_4\text{O}_{10} \times \frac{1 \text{ mol P}_4}{1 \text{ mol P}_4\text{O}_{10}} = 0.4030 \text{ mol P}_4$$

الخطوة 4، احسب كتلة P_4 بالجرامات.

$$0.4030 \text{ mol P}_4 \times \frac{123.88 \text{ g P}_4}{1 \text{ mol P}_4} = 49.92 \text{ g P}_4$$

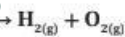
المردود النظري = 49.92 g

التحليل الكهربائي، حدّد المردود النظري ونسبة المردود الفعلية

المثوية لغاز الهيدروجين إذا تم تحليل 6.0g من غاز الهيدروجين

كهربائيًا لإنتاج 3.80g من غاز الهيدروجين إضافة إلى

الأكسجين.



المردود النظري،

الخطوة 1، احسب عدد مولات H_2O .

$$36.0g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.02g H_2O} = 2.00 \text{ mol } H_2O$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$2.00 \text{ mol } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } H_2O} = 1.00 \text{ mol } H_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرمات.

$$1.00 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.02g H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 2.04g H_2$$

$$\text{نسبة المردود الفعلي} = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.80}{4.04} \times 100\% = 94.1\% H_2$$

التفكير الناقد

98. حلّ واستنتج، تم الحصول في إحدى التجارب على نسبة

مردود مثوية 108%، فهل هذه النسبة ممكنة؟ وضح ذلك.

افترض أن حساباتك صحيحة، فما الأسباب التي قد تفسّر

مثل هذه النتيجة؟

لا، لا يمكن أن تكون نسبة المردود المثوية أكبر من 100%،

وإذا كانت النتائج كبيرة فذلك يعني أن النواتج لم تجفّف

بصورة تامة، أو أنها ملوثة بمواد أخرى.

99. لاحظ واستنتج، حدّد ما إذا كان أيّ من التفاعلات التالية

يعتمد على المادة المُحلّدة للتفاعل، ثم حدّد تلك المادة.

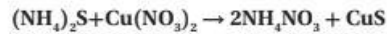
a. تحلّل كلورات البوتاسيوم لإنتاج كلوريد البوتاسيوم

والأكسجين.

لا، وذلك بسبب وجود مادة متفاعلة واحدة.

94. يتفاعل كبريتيد الأمونيوم مع نترات النحاس II من خلال

تفاعل إحلال مزدوج. ما النسبة المولية التي يمكنك

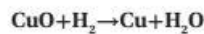
استخدامها لتحديد مولات نترات الأمونيوم NH_4NO_3 الناتجة إذا عرفت عدد مولات كبريتيد النحاس II CuS ؟

$$\frac{2 \text{ mol } NH_4NO_3}{1 \text{ mol } CuS}$$

95. عند تسخين أكسيد النحاس II مع غاز الهيدروجين

يُنتج عنصر النحاس والماء. ما كتلة النحاس الناتجة،

إذا تفاعل 32.0g من أكسيد النحاس II؟

الخطوة 1، احسب عدد مولات CuO .

$$32.0g CuO \times \frac{1 \text{ mol } CuO}{79.55g CuO} = 0.402 \text{ mol } CuO$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات Cu .

$$0.402 \text{ mol } CuO \times \frac{1 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } CuO} = 0.402 \text{ mol } Cu$$

الخطوة 3، احسب كتلة Cu بالجرمات.

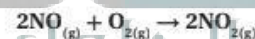
$$0.402 \text{ mol } Cu \times \frac{63.55g Cu}{1 \text{ mol } Cu} = 25.6g Cu$$

96. تلوث الهواء يتحوّل أكسيد النيتروجين الملوّث والموجود

في الهواء بسرعة إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين عندما

يتفاعل مع الأكسجين.

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. ما النسبة المولية التي يمكن استخدامها لتحويل مولات

أكسيد النيتروجين إلى مولات ثاني أكسيد النيتروجين.

$$\frac{2 \text{ mol } NO_2}{1 \text{ mol } NO}$$

التجارب 4-2: $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ هي المادة المُحددة المتفاعلة في

حين أن Na_3PO_4 هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

إلى التفاعل سببت تفاعلاً إضافياً.

101. صمّم تجربة لتحديد نسبة المردود المئوية لكبريتات النحاس (II)

النحاس (II) اللامائية من خلال تسخين كبريتات النحاس (II) المائية لإزالة الماء.

أحضروا ماء تبخير وحسب كتلته، وأضف 2.00g من كبريتات النحاس (II) خماسية الماء وسجل كتلة الوعاء والكبريتات المائية معاً. سخن الوعاء على لهب خافت مدة 5 min، ثم بشدة مدة 5 min أخرى، وذلك لطرد وتبخير الماء. دع الوعاء يبرد، ثم سجل الكتلة الجديدة. احسب كتلة الكبريتات اللامائية مستخدماً المعادلة التالية: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$. إضافة إلى كتلة الكبريتات المائية قبل التسخين، ثم جد المردود النظري لكبريتات النحاس. احسب كذلك المردود الفعلي لكبريتات اللامائية كذلك. اقسّم المردود النظري على المردود العملي (الفعلي)، واضرب خارج القسمة في 100% لحساب نسبة المردود المئوية لكبريتات النحاس اللامائية.

102. طبق، يمكنك إعادة إشعال النار في الخشب بعد خمودها

بتحريك الهواء الذي فوقها. وضح، اعتماداً على الحسابات الكيميائية، لماذا تشتعل النار من جديد عندما تحرك الهواء من فوقها؟

عندما يتحرك الهواء فوق اللهب، تزداد كمية الأكسجين

المضافة ومن ثم يحترق الفحم.

مسألة تحفيز

103. عند تسخين 9.59g من أكسيد الفناديوم مع الهيدروجين، يتسج الماء وأكسيد فناديوم آخر كتلته (8.76g). وعند تعريض أكسيد الفناديوم الثاني لحرارة إضافية مع وجود الهيدروجين تتكون 5.38g من الفناديوم الصلب.

a. حدّد الضيغ الجزيئية لكل الأكسجين.

الأكسيد الأول،

الخطوة 1، احسب عدد المولات.

$$\text{V: } 5.38\text{g-V} \times \frac{1\text{mol V}}{50.94\text{g-V}} = 0.106\text{ mol v}$$

$$\text{O: } 4.21\text{g-O} \times \frac{1\text{mol O}}{15.999\text{g-O}} = 0.263\text{ mol}$$

b. تفاعل نترات الفضة مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الفضة وحمض النيتريك.

نعم، وذلك بسبب وجود مادتين متفاعلتين، ولكن لا تتوافر

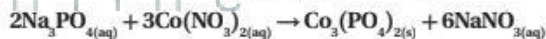
معلومات كافية لمعرفة المادة المُحددة.

100. طبق، أجرى الطلاب تجربة لملاحظة المواد المُحددة

والفائضة، فأضافوا كميات مختلفة من محلول فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 إلى الكؤوس، ثم أضافوا كمية ثابتة من محلول نترات الكوبالت (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ، وحركوا المحاليل، ثم تركوها في الكؤوس طوال اليوم. وفي اليوم التالي وجدوا أن كلاً منها يحتوي على راسب أرجواني. سكب الطلاب السائل الطافي من كل كأس على حدة، وقسموه إلى قسمين، ثم أضافوا نقطة من محلول فوسفات الصوديوم إلى القسم الأول، ونقطة من محلول نترات الكوبالت إلى القسم الثاني، وأدرجوا بياناتهم التي حصلوا عليها في الجدول 5-5 على النحو التالي:

جدول 5-5 بيانات تفاعل $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ مع Na_3PO_4				
التجربة	حجم Na_3PO_4	حجم $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	التفاعل مع قطرة Na_3PO_4	التفاعل مع قطرة $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
1	5.0 mL	10.0 mL	راسب أرجواني	لا يوجد راسب
2	10.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
3	15.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني
4	20.0 mL	10.0 mL	لا يوجد راسب	راسب أرجواني

a. اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



b. حدّد بناءً على النتائج، المادة المُحددة للتفاعل والفائضة لكل تجربة.

التجربة رقم 1، Na_3PO_4 هي المادة المُحددة للتفاعل.

في حين أن $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ هي المادة الفائضة؛ لأن إضافة Na_3PO_4 إلى التفاعل سببت تفاعلاً إضافياً.

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرامات.

$$0.053 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.016 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.106 \text{ g } H_2$$

التفاعل الثاني،

الخطوة 1، احسب عدد مولات VO_2 .

$$8.76 \text{ g } VO_2 \times \frac{1 \text{ mol } VO_2}{82.94 \text{ g } VO_2} = 0.106 \text{ mol } VO_2$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$0.106 \text{ mol } VO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } VO_2} = 0.212 \text{ mol } H_2$$

الخطوة 3، احسب كتلة H_2 بالجرامات.

$$0.212 \text{ mol } H_2 \times \frac{2.016 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.426 \text{ g } H_2$$

$$0.106 \text{ g} + 0.426 \text{ g} = 0.532 \text{ g } H_2$$

مراجعة تراكمية

104. لقد لاحظت أن ذوبان السكر في الشاي الساخن أسرع

منه في الشاي البارد. لذا فقد قرّرت أن الارتفاع في درجة

الحرارة يزيد من سرعة ذوبان السكر في الماء. فهل هذه

العبارة فرضية أم نظرية؟

الخطوة 2، اقسم عدد المولات على عدد المولات الأقل.

$$\frac{0.106 \text{ mol } V}{0.106 \text{ mol}} = 1 \text{ mol } V$$

$$\frac{0.236 \text{ mol } O}{0.106 \text{ mol}} = 2.5 \text{ mol } O$$

النسبة المولية هي 1 mol V ، 2.5 mol O

الخطوة 3، اضرب النسبة المولية في العدد 2.

$$2 (1 \text{ mol } V : 2.5 \text{ mol } O) = V_2O_5$$

الأكسيد الثاني،

الخطوة 1، احسب عدد المولات.

$$V: 5.38 \text{ g } V \times \frac{1 \text{ mol } V}{50.94 \text{ g } V} = 0.106 \text{ mol } V$$

$$O: 3.38 \text{ g } O \times \frac{1 \text{ mol } O}{15.999 \text{ g } O} = 0.211 \text{ mol } O$$

الخطوة 2، اقسم عدد المولات على عدد المولات الأقل.

$$\frac{0.106 \text{ mol } V}{0.106 \text{ mol}} = 1 \text{ mol } V$$

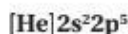
$$\frac{0.211 \text{ mol } O}{0.106 \text{ mol}} = 2 \text{ mol } O$$

النسبة المولية هي 1 mol V ، 2 mol O

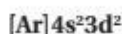
VO_2

إنها فرضية، لأنها مبنية على الملاحظة فقط لا على البيانات.

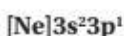
105. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر التالية:



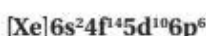
a. الفلور



b. التيتانيوم

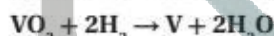


c. الألومنيوم



d. الرادون

b. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل خطوة من خطوات التفاعل.



c. حدّد كتلة الهيدروجين الضرورية لإكمال هذا التفاعل.

التفاعل الأول،

الخطوة 1، احسب عدد مولات V_2O_5 .

$$9.59 \text{ g } V_2O_5 \times \frac{1 \text{ mol } V_2O_5}{181.88 \text{ g } V_2O_5} = 0.053 \text{ mol } V_2O_5$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات H_2 .

$$0.053 \text{ mol } V_2O_5 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } V_2O_5} = 0.053 \text{ mol } H_2$$

106. اشرح لماذا توجد اللافلزات الغازية على صورة جزيئات

ثنائية الذرة، مع أن غازات العناصر الأخرى موجودة في

صورة ذرة واحدة فقط.

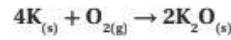
تصل جزيئات اللافلزات الغازية للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل

بتكوين روابط تساهمية بين ذرتين، أما الغازات الأحادية

الذرة فلديها التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

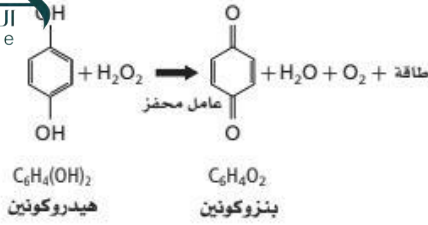
ويوضح الشكل 15-5 المعادلة الكيميائية غير المتوازنة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.

107. اكتب معادلة موزونة لتفاعل البوتاسيوم مع الأكسجين.



تقويم إضافي

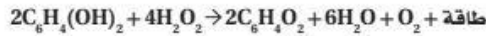
الكتابة في الكيمياء



الشكل 5-15

110. زن المعادلة الظاهرة في الشكل 15-5. وإذا كانت خنفساء

تختزن 100 mg من الهيدروكينون مع 50 mg من فوق أكسيد الهيدروجين، فأَي المادتين مُحددة للتفاعل؟



100 mg 50 mg ?mg

$C_6H_5(OH)_2$ ، حوّل إلى وحدة الجرام.

$$100.0 \text{ mg } C_6H_5(OH)_2 \times \frac{1 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 0.10 \text{ g } C_6H_5(OH)_2$$

احسب عدد مولات $C_6H_5(OH)_2$.

$$0.10 \text{ g } C_6H_5(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_5(OH)_2}{110.00 \text{ g } C_6H_5(OH)_2}$$

$$= 9.08 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_5(OH)_2$$

H_2O_2 ، حوّل إلى وحدة الجرام.

$$50.0 \text{ mg } H_2O_2 \times \frac{1 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 0.05 \text{ g } H_2O_2$$

احسب عدد مولات H_2O_2 .

$$0.05 \text{ g } H_2O_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2O_2}{34.02 \text{ g } H_2O_2} = 1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2$$

احسب النسبة المولية لكل مادة،

$$\frac{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_5(OH)_2}{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 1 \text{ mol } C_6H_5(OH)_2$$

$$\frac{1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2}{9.08 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 1.618 \text{ mol } H_2O_2$$

108. تلوث الهواء ابحت في ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق

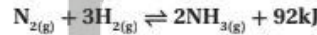
الجازولين في محرك السيارة. ناقش الملوثات الشائعة والتفاعل الذي يُستجها، موضّحاً باستخدام الحسابات الكيميائية، كيف يمكن تخفيف نسبة كل ملوث إذا ازداد عدد الأشخاص الذين يستخدمون النقل الجماعي؟

ستتنوع الإجابات، فالملوثات الشائعة هي NO ، NO_2 ، و SO_3 ، و O_3 . تحقّق من الحسابات الكيميائية، وأنها تسبب انخفاضاً في الملوثات.

109. عملية هابر تُعد نسبة المردود المثوية للأمونيوم الناتجة عن

اتحاد الهيدروجين مع النيتروجين تحت الظروف العادية قليلة للغاية. إلا أن عملية هابر تؤدي إلى اتحاد الهيدروجين والنيتروجين تحت مجموعة ظروف صُممت لكي تزيد النواتج. ابحت في الظروف المُستخدمة في عملية هابر، وبيّن أهمية تطوير هذه العملية.

ستتنوع الإجابات، تأكد من وجود المعادلة التالية،



كان هدف عملية هابر التحكم في التفاعل. لذا، فإن كمية كبيرة من النواتج المفيدة أُنتجت بسرعة. وكان للعملية أهمية كبيرة؛ لأنه أمكن التوصل من خلال ذلك إلى مركب نيتروجيني يمكن إنتاجه بكميات كبيرة.

أسئلة المستندات

الدفاع الكيميائي تُنتج الكثير من الحشرات فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 والهيدروكينون $C_6H_5(OH)_2$. وقد استغلّت بعض أنواع الخنافس هذه القدرة وقامت بخلط هذه المواد الكيميائية بعامل مساعد، فكانت النتيجة تفاعلاً كيميائياً طارداً للحرارة ورذاذاً كيميائياً ساخناً مهيجاً لأي مفترس. يأمل الباحثون في استخدام طريقة مماثلة لإشعال المحركات التوربينية للطائرة.

الخطوة 2، احسب كتلة $C_6H_4O_2$ الناتجة بالـ

$$7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4O_2 \times \frac{108.09 \text{ g } C_6H_4O_2}{1 \text{ mol } C_6H_4O_2} = 7.94 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4O_2$$

الخطوة 3، حوّل إلى وحدة الملجرام.

$$7.94 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4O_2 \times \frac{1 \text{ mg}}{1 \times 10^{-3} \text{ g}} = 79.4 \text{ mg } C_6H_4O_2$$

اختبار مُقنّن

الصفحتان 46 - 47

أسئلة الاختيار من متعدد

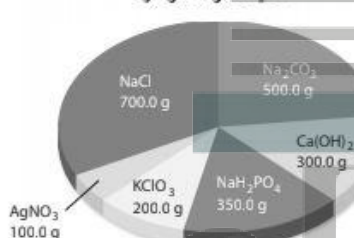
1. تعتمد الحسابات الكيميائية على:

- a. النسب المولية الثابتة
- b. قانون حفظ الطاقة
- c. ثابت أفوجادرو
- d. قانون حفظ المادة

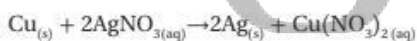
(d)

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 4.

كميات المواد المتوافرة



2. يُحضّر فلز الفضة النقي باستخدام التفاعل الآتي:



ما كتلة فلز النحاس، بالجرامات، المطلوبة للتفاعل مع $AgNO_3$ تمامًا؟

- a. 18.0g
- b. 37.3g
- c. 74g
- d. 100.0g

(a)

نضرب النسب المولية في العدد 2.

$$\frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{3.24 \text{ mol } H_2O_2} = 2$$

وفقًا للمعادلة الكيميائية الموزونة، يتفاعل $C_6H_4(OH)_2$ مع H_2O_2

وبنسبة مولية $\frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$ ولكن فعليًا يتفاعلان

$$\text{بنسبة } \frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{3.24 \text{ mol } H_2O_2} \text{ مولية}$$

المادة المُحددة للتفاعل هي H_2O_2 .

111. ما المادة الفائضة؟ وما الكتلة المتبقية منها بالملجرام؟

المادة الفائضة هي $C_6H_4(OH)_2$.

الخطوة 1، احسب عدد مولات $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة.

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 2، احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتفاعلة بالجرامات.

$$7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4(OH)_2 \times \frac{110.12 \text{ g } C_6H_4(OH)_2}{1 \text{ mol } C_6H_4(OH)_2}$$

$$= 8.09 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 3، حوّل إلى وحدة الملجرام.

$$8.09 \times 10^{-2} \text{ g } C_6H_4(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mg}}{1 \times 10^{-3} \text{ g}}$$

$$= 80.9 \text{ mg } C_6H_4(OH)_2$$

الخطوة 4، احسب كتلة $C_6H_4(OH)_2$ المتبقية بالملجرام.

$$\text{كتلة } C_6H_4(OH)_2 \text{ المتفاعلة} - \text{كتلة } C_6H_4(OH)_2 \text{ الكلية} = 100 \text{ mg} - 80.9 \text{ mg} = 19.1 \text{ mg } C_6H_4(OH)_2$$

112. كم mg يُنتج من البنزوكونين؟

الخطوة 1، احسب عدد مولات $C_6H_4O_2$ الناتجة.

$$1.47 \times 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_6H_4O_2}{4 \text{ mol } H_2O_2}$$

$$= 7.35 \times 10^{-4} \text{ mol } C_6H_4O_2$$

احسب عدد مولات NaOH الناتجة .

$$4.049 \text{ mol Ca(OH)}_2 \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}$$

$$= 8.097 \text{ mol NaOH}$$

4. يتم تحضير مركب ثنائي الهيدروجين بيروفوسفات الصوديوم $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، والمعروف بالاسم الشائع مسحوق الخبز، بتسخين NaH_2PO_4 إلى درجة حرارة عالية حسب المعادلة الآتية:



فإذا كانت الكمية المطلوبة $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ، 444.0g، فكم جراماً من NaH_2PO_4 يلزم شراؤها لإنتاج هذه الكمية من $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ؟

- a. 0.000 g c. 94.00 g
b. 130.0 g d. 480.0 g

(b)

الخطوة 1، احسب عدد مولات $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

$$444.0 \text{ g Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}{221.94 \text{ g Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}$$

$$= 2.00 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$$

الخطوة 2، احسب عدد مولات NaH_2PO_4 .

$$2.00 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times \frac{2 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7}$$

$$= 4.00 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4$$

الخطوة 3، احسب كتلة NaH_2PO_4 بالجرامات.

$$4.00 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4 \times \frac{119.99 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ mol NaH}_2\text{PO}_4}$$

$$= 480.0 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4$$

الكمية المتوافرة - الكمية الكلية = الكمية التي يلزم شراؤها

$$= 350.0 \text{ g (من الرسم)} - 480.0 \text{ g (الحسوبة)} = 130.0 \text{ g}$$

الخطوة 1، احسب عدد مولات AgNO_3 .

$$100.0 \text{ g AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{169.88 \text{ g AgNO}_3} = 0.589 \text{ mol AgNO}_3$$

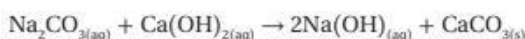
الخطوة 2، احسب عدد مولات Cu.

$$0.589 \text{ mol AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol AgNO}_3} = 0.294 \text{ mol Cu}$$

الخطوة 3، احسب كتلة Cu بالجرامات.

$$0.294 \text{ mol Cu} \times \frac{63.55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 18.70 \text{ g Cu}$$

3. تُعد طريقة لي بلانك الطريقة التقليدية لتصنيع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:



ما الحد الأعلى لعدد المولات لـ NaOH الناتجة باستخدام كميات المواد الكيميائية المتوافرة؟

- a. 4.050 mol c. 4.720
b. 8.097 mol d. 9.430 mol

(b)

حدد المادة المحددة للتفاعل.

احسب عدد مولات Na_2CO_3 .

$$500.0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106.00 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}$$

$$= 4.717 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

احسب عدد مولات Ca(OH)_2 .

$$300.0 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2}$$

$$= 4.049 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية الموزونة يتفاعل Ca(OH)_2 مع

Na_2CO_3 بنسبة 1 mol Na_2CO_3 : 1 mol Ca(OH)_2

وتكون Ca(OH)_2 في هذا التفاعل هي المادة المحددة للتفاعل.

والكمية 4.049 mol من Ca(OH)_2 هي الكمية المتفاعلة.

7. أي مجالات الطاقة الفرعية الآتية توجد فيها الروابط تكافؤ العناصر المُصنّفة (W)؟
a. s b. p c. d d. f

5. يتحلّل أكسيد الزئبق الأحمر تحت تأثير الحرارة العالية ليكون فلز الزئبق وغاز الأكسجين حسب المعادلة الآتية:
 $2\text{HgO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$

فإذا تحلّلت 3.55 mol HgO لتكوين 1.54 mol O₂ و 618 g Hg، فما نسبة المردود المثوية لهذا التفاعل؟

- a. 13.2%
b. 56.6%
c. 42.5%
d. 86.8%

(d)

المردود النظري،

احسب عدد مولات O₂،

$$3.55 \text{ mol HgO} \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol HgO}} = 1.775 \text{ mol O}_2$$

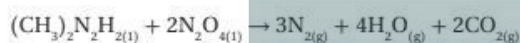
احسب نسبة المردود المثوية،

$$100\% = \frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود النظري}} \times \text{نسبة المردود المثوية}$$

$$= \frac{1.54 \text{ mol}}{1.775 \text{ mol}} \times 100\% = 86.8\% \text{ O}_2$$

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.

9. يشتعل (CH₃)₂N₂H₂ عند ملامسته لرابع أكسيد ثنائي النيتروجين N₂O₄.



ولأن هذا التفاعل يُنتج كمية هائلة من الطاقة عن كمية قليلة من المواد المتفاعلة، فقد استُعمل لنقل الصواريخ في رحلات أبولو للقمر. فإذا استُهلك 18.0 mol من رابع أكسيد ثنائي النيتروجين في هذا التفاعل، فما عدد مولات غاز النيتروجين الناتجة؟

احسب النسبة المولية،

$$\text{النسبة المولية} = \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol N}_2\text{O}_4}$$

احسب عدد مولات N₂،

$$18 \text{ mol N}_2\text{O}_4 \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol N}_2\text{O}_4} = 27 \text{ mol N}_2$$

الجدول الدوري																	
1	2											13	14	15	16	17	18
Y	Y											W	W	W	W	W	W
Y	Y											W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z								W	W	W	W	W	W
Y	Y	Z	Z	Z								X	X	X	X	X	X
												X	X	X	X	X	X

6. أي العناصر له أكبر نصف قطر ذري في دورته؟

- a. W
b. X
c. Y
d. Z

(c)

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.

العنصر	العدد الذري	طاقة التأين الأولى (kJ/mol)
الصوديوم	11	496
المغنسيوم	12	736
الألومنيوم	13	578
السليكون	14	787
الفوسفور	15	1012
السيلينيوم	16	1000
الكلور	17	1251
الأرجون	18	1521

15. مثل البيانات السابقة بيانيًا، وضع العدد الذري على المحور السيني.

يجب أن تمثل البيانات علاقة خطية تقريبًا مع قليل من الجواف المتعرجة كما في الشكل الآتي:



16. وضح الخط الذي تتغير فيه طاقة التأين، وكيف ترتبط الإلكترونات تكافؤ العنصر؟

تزداد طاقة التأين عند الانتقال عبر الدورة (من اليسار إلى اليمين) أو من الأسفل إلى الأعلى عبر المجموعة في الجدول الدوري. فعناصر المجموعة 1 تمتلك إلكترون تكافؤ واحد، وعناصر المجموعة 2 تمتلك إلكترونين تكافؤين وهي نسبيًا سهلة الفقد؛ لأن ذلك يُنتج غلافًا خارجيًا مكتملاً. أما عناصر الجانب الأيمن من الجدول الدوري فلها طاقة تأين مرتفعة؛ لأن الغلاف الخارجي لها ممتلئ تقريبًا مما يجعلها أكثر قدرة على اكتساب عدد من الإلكترونات بدلا من فقدائها.



10. أي الأشكال أعلاه يُمثل جزيء كبريتيد الهيدروجين؟

11. أي الأشكال يُمثل جزيئات لها أربعة أزواج مرتبطة من الإلكترونات ولا تحتوي على أي زوج من الإلكترونات غير المرتبطة؟

12. أي الأشكال يُعرف بالشكل الهرمي؟

13. أي الأشكال يُمثل ثاني أكسيد الكربون؟

14. أي الأشكال يُمثل جزيئات في مجالات مهجنة من نوع sp^2 ؟

الفكرة العامة تختلف الهيدروكربونات، وهي مركبات عضوية، باختلاف أنواع الروابط فيها.

6.1 مقدمة إلى الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسية الهيدروكربونات مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط وتعد مصدراً للطاقة والمواد الخام.

6.2 الألكانات

الفكرة الرئيسية الألكانات هيدروكربونات تحتوي فقط على روابط أحادية.

6.3 الألكينات والألكاينات

الفكرة الرئيسية الألكينات هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية واحدة على الأقل. أما الألكاينات فهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

6.4 مشتكلات الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسية لبعض الهيدروكربونات الصيغة الجزيئية نفسها، لكنها تختلف في صيغها البنائية.

6.5 الهيدروكربونات الأروماتية

الفكرة الرئيسية تتصف الهيدروكربونات الأروماتية بدرجة عالية من الثبات، بسبب بنائها الحلقي حيث تشارك الإلكترونات في عدد من الذرات.

حقائق كيميائية

- المصدر الرئيس للهيدروكربونات هو النفط (البترول).
- يتم ضخ حوالي 75 مليون برميل نفط يومياً من جوف الأرض.
- تُستخدم الهيدروكربونات في الوقود، كما تعد مواد خاماً لكثير من المنتجات، ومنها اللدائن (البلاستيك)، والألياف الصناعية، والمذيبات، والمواد الكيميائية الصناعية.

تجربة استهلاكية

كيف يمكنك نمذجة الهيدروكربونات البسيطة؟

تتكون الهيدروكربونات من ذرات كربون وهيدروجين. وتحتوي ذرة الكربون على أربعة إلكترونات تكافؤ، لذا فإنها تستطيع أن تكون أربع روابط تساهمية.

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.

2. استخدم مجموعات

النماذج الجزيئية (الكرات والوصلات) لعمل نموذج بنائي من ذرتي كربون مرتبطتين برابطة أحادية، على أن تمثل كل ذرة كربون بكرة فيها أربعة ثقوب، وكل ذرة هيدروجين بكرة فيها ثقب واحد.

3. صل ذرة هيدروجين في كل ثقب من الثقوب الشاغرة على الكرات التي تمثل ذرات الكربون، على أن يبلغ مجموع روابط كل ذرة كربون أربعاً.

4. كرر الخطوات 2، 3 لعمل نماذج من ثلاث وأربع وخمس ذرات كربون في كل مرة، على أن ترتبط كل ذرة كربون مع ذرتي كربون كحد أقصى.

تحليل النتائج

1. أعد جدولاً وأدرج فيه عدد ذرات الكربون والهيدروجين في كل نموذج بنائي.

2. صف كل نموذج بنائي بكتابة صيغته الجزيئية.

3. حلل النمط الذي تتغير فيه نسبة اتحاد عدد ذرات الكربون إلى عدد ذرات الهيدروجين في كل صيغة جزيئية، ثم ضع صيغة عامة للهيدروكربونات ذات الروابط الأحادية.

استقصاء كيف تتأثر الصيغة الجزيئية عندما ترتبط ذرات الكربون بروابط ثنائية أو ثلاثية؟

المطويات

منظّمات الأفكار

المركبات الهيدروكربونية
اعمل المطوية الآتية لتساعدك
على تنظيم المعلومات حول
المركبات الهيدروكربونية باتباع
الخطوات الآتية:

خطوة 1 اثن ثلاث أوراق

من منتصفها بصورة أفقية، ثم
أمسك بورقتين معاً، واقطع خط
الثنى بطول 3 cm.

خطوة 2 أمسك الورقة الثالثة،

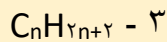
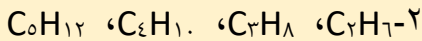
واقطع على طول خط الثني،
واترك آخر 3 cm دون قطع.

خطوة 3 أدخل أول

ورقتين خلال القطع في
الورقة الثالثة، لعمل
سجلاً من 12 صفحة،

اجابة سؤال تحليل النتائج :

ذرات C	ذرات H
2	6
3	8
4	10
5	12



اجابة سؤال الاستقصاء :

سيقول عدد ذرات الهيدروجين في الجزيء،
وستعكس الصيغة عدد ذرات هيدروجين أقل.

مقدمة إلى الهيدروكربونات

Introduction to Hydrocarbons

الفكرة الرئيسية الهيدروكربونات مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط وتعد مصدراً للطاقة والمواد الخام.

الربط مع الحياة عندما تركب سيارة أو حافلة فإنك تستخدم الهيدروكربونات. فالجازولين والديزل اللذان يستخدمان في تسيير السيارات والشاحنات والحافلات من الهيدروكربونات.

المركبات العضوية Organic Compounds

عرف الكيميائيون في بداية القرن التاسع عشر أن المخلوقات الحية. ومنها - النباتات والحيوانات - في الشكل 1-6 تنتج قدرًا هائلاً ومتنوعاً من مركبات الكربون. وأشار الكيميائيون إلى هذه المركبات بالمركبات العضوية؛ لأنها ناتجة عن مخلوقات حية (عضوية). عندما قبلت نظرية دالتون في بداية القرن التاسع عشر بدأ الكيميائيون يفهمون حقيقة أن المركبات - بما فيها تلك المصنعة من المخلوقات الحية - تتألف من ذرات مرتبة ومرتبطة معاً بتركييب محددة. وقد تمكنوا أيضاً من تصنيع الكثير من المواد الجديدة والمفيدة. ولكن، لم يتمكن العلماء من تصنيع المركبات العضوية. وبناءً على ذلك، استنتج الكثير من العلماء - خطأً - أن عدم مقدرتهم على تصنيع المركبات العضوية عائد إلى القوة الحيوية (أو الحيائية Vitalism). ووفقاً لهذا المبدأ، فإن المخلوقات الحية (العضوية) لها "قوة حيوية" غامضة، تمكنها من تركيب مركبات الكربون.

دحض فكرة القوة الحيوية كان فريدريك فوهلر Friedrich Wöhler (1800-1882م) عالماً كيميائياً ألمانياً أول من قام بتحضير مركب عضوي في المختبر. ولم تدحض تجربة فوهلر على الفور فكرة القوة الحيوية، ولكنها حثت كيميائيين أوروبيين آخرين على القيام بسلسلة من التجارب المشابهة. وأخيراً ثبت بطلان الفكرة القائلة بأن تحضير المركبات العضوية يحتاج إلى قوة حيوية، وأدرك العلماء أن باستطاعتهم تحضير المركبات العضوية.

- توضح المقصود بكل من المركب العضوي والكيمياء العضوية.
- تعين الهيدروكربونات والنماذج المستخدمة لتمثيلها.
- تفرّق بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.
- تصف مصدر الهيدروكربونات وكيفية فصلها.

مراجعة المفردات

مخلوق حي دقيق (microorganism): مخلوق حي صغير جداً لا يمكن رؤيته دون استعمال الميكروسكوب، ومن ذلك البكتيريا والأوليات.

المفردات الجديدة

المركب العضوي
الهيدروكربونات
الهيدروكربون المشبع
الهيدروكربون غير المشبع
التقطير التجزيئي
التكسير الحراري



الشكل 1-6 خلق الله تعالى أجسام

المخلوقات الحية من مجموعة مختلفة من المركبات العضوية، ووهب لها القدرة أن تنتجها أيضاً.

حدّد مركبين عضويين درستهما سابقاً.

اجابة سؤال الشكل 1-6 :

جلوكوز , سكروز , ميثان .

الشكل 2-6
في المجموعة 14 من الجدول
الدوري، ويستطيع أن يكون
أربع روابط تساهمية لتشكيل
الآلاف من المركبات المختلفة.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

يكون الكربون الكثير من
المركبات لأنه قادر على تكوين
4 روابط مشتركة مع الذرات
الأخرى، بما في ذلك ذرات
كربون أخرى.

32 Ge 72.61
Tin 50 Sn 118.710

اجابة سؤال ماذا قرأت :

استخدامه في تدفئة المنازل، وفي
طبخ الطعام.

الكيمياء العضوية يطلق مصطلح المركب العضوي اليوم على المركبات التي تحتوي على الكربون ما عدا أكاسيد الكربون، والكربيدات والكربونات؛ حيث تعد مركبات غير عضوية. ونظراً إلى وجود الكثير من المركبات العضوية، تُخصص فرع كامل من فروع الكيمياء - سُمي الكيمياء العضوية - لدراسة هذه المركبات. تذكر أن الكربون عنصر يقع في المجموعة 14 من الجدول الدوري، كما في الشكل 2-6. ويظهر من التوزيع الإلكتروني للكربون $1s^2 2s^2 2p^2$ أنه يشارك دائماً بالكتروناته، ويكون أربع روابط تساهمية. في المركبات العضوية تتحد ذرات الكربون مع ذرات الهيدروجين، أو ذرات عناصر أخرى تقع قريبة من الكربون في الجدول الدوري، وخصوصاً النيتروجين والأكسجين والكبريت والفوسفور والهالوجينات.

تتحد ذرات الكربون أيضاً مع ذرات كربون أخرى، وتكون سلاسل تتراوح أطوالها بين ذرتين إلى آلاف الذرات من الكربون. ولأن الكربون يكون أيضاً أربع روابط فإنه يكون مركبات في صورة تراكيب معقدة: سلاسل متفرعة، وتراكيب حلقة، وتراكيب شبيهة بأفصاص العصافير أيضاً. وعلى الرغم من احتمالات الربط هذه، فقد تعرف الكيميائيون ملايين المركبات العضوية المختلفة، وما زالوا يتعرفون ويحضرون المزيد منها كل يوم.

✓ ماذا قرأت؟ فسّر لماذا يكون الكربون الكثير من المركبات؟

الهيدروكربونات Hydrocarbons

تُعد الهيدروكربونات التي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط أبسط المركبات العضوية. تُرى ما عدد المركبات المختلفة التي يمكن تكوينها من هذين العنصرين؟ قد تظن أن عدداً قليلاً محتملاً يمكن تكوينه، لكن هناك آلاف الهيدروكربونات المعروفة والتي تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط. وبعد جزيء غاز الميثان CH_4 أبسط جزيء هيدروكربوني، يتكون من ذرة كربون واحدة متحدة بأربع ذرات هيدروجين، وهو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، ومن أجود أنواع الوقود، كما يبين الشكل 3-6.

✓ ماذا قرأت؟ اذكر استخدامين للميثان أو للغاز الطبيعي في بيتك أو مجتمعتك.

الشكل 3-6 الميثان - أبسط هيدروكربون موجود في الغاز الطبيعي.

حدد بالإضافة إلى الهيدروجين، العناصر الأخرى التي تتحد بسهولة مع الكربون.

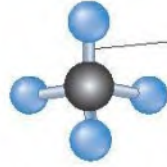


اجابة سؤال الشكل 3-6 :

النيتروجين ، والأكسجين ، والكبريت ،
والفوسفور ، والهالوجينات .

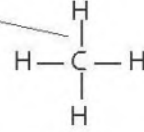


النموذج الفراغي



نموذج الكرة والعصا

رابطة تساهمية
أحادية



الصيغة البنائية

نماذج جزيء الميثان



الصيغة الجزيئية

الشكل 6-4 يستخدم الكيميائيون أربعة نماذج مختلفة لتمثيل جزيء الميثان (CH_4).

النماذج والهيدروكربونات يمثل الكيميائيون جزيئات المركبات العضوية بطرائق مختلفة. وبين الشكل 6-4 أربع طرائق مختلفة لتمثيل جزيء الميثان، حيث تمثل الرابطة المشتركة (التساهمية) بخط واحد مستقيم يرمز إلى تشارك إلكترونين. ويستخدم الكيميائيون في معظم الأحيان النموذج الذي يوضح المعلومات المراد إلقاء الضوء عليها. فلا تعطي الصيغ الجزيئية أي معلومات عن الشكل الهندسي للجزيء كما في الشكل 6-4، في حين تُظهر الصيغة البنائية الترتيب العام للذرات في الجزيء، ولكن لا تعطي الشكل الهندسي (الثلاثي الأبعاد) الدقيق. ويظهر الشكل الهندسي للجزيء بوضوح في نموذج الكرة والعصا. ولكن النموذج الفراغي يُعطي صورة أكثر واقعية عن الكيفية التي يبدو فيها الجزيء لو أمكن رؤيته حقيقة. لذا عليك أن تتذكر وأنت تنظر إلى هذه النماذج أن الذرات متصلة معاً بروابط تشترك فيها الإلكترونات.

الروابط المتضاعفة بين ذرات الكربون ترتبط ذرات الكربون بعضها مع بعض ليس فقط بروابط تساهمية أحادية، بل أيضاً بروابط تساهمية ثنائية وثلاثية، كما في الشكل 6-5. وقبل أن يتمكن الكيميائيون في القرن التاسع عشر من فهم الروابط والبناء الكيميائي للمواد العضوية، قاموا بإجراء اختبارات على الهيدروكربونات الناتجة عن تسخين الدهون الحيوانية والزيوت النباتية، وصنّفوا هذه الهيدروكربونات بناءً على اختبار كيميائي يُخلط فيه الهيدروكربون بالبروم، ثم يُقاس مقدار البروم الذي تتفاعل مع الهيدروكربون. فقد تتفاعل بعض الهيدروكربونات مع كمية قليلة من البروم، وبعضها مع كمية أكبر، وقد لا يتفاعل بعضها مع أي كمية من البروم. لذا أطلق الكيميائيون على الهيدروكربونات التي تتفاعل مع البروم اسم الهيدروكربونات غير المشبعة متأثرين بمفهوم أن المحلول المائي

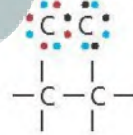
اجابة سؤال ماذا قرأت :

قام الكيميائيون في بدايات القرن التاسع عشر باختبار الدهون الحيوانية والزيوت النباتية لمعرفة هل تتفاعل مع البروم. وقد سميت الهيدروكربونات التي تتفاعل مع البروم بالهيدروكربونات غير المشبعة، في حين سميت تلك التي لم تتفاعل مع الهيدروكربونات المشبعة.

الشكل 6-5 تستطيع ذرة

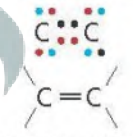
الكربون أن ترتبط مع ذرة كربون أخرى برابطة ثنائية أو ثلاثية. وتوضّح أشكال لويس والصيغ البنائية الآتية طريقتين من طرائق الإشارة إلى الروابط الثنائية والثلاثية.

زوج مشترك واحد



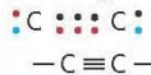
رابطة تساهمية أحادية

زوجان مشتركان



رابطة تساهمية ثنائية

ثلاثة أزواج مشتركة



رابطة تساهمية ثلاثية

•+ إلكترونات ذرة الكربون
• إلكترون من ذرة أخرى

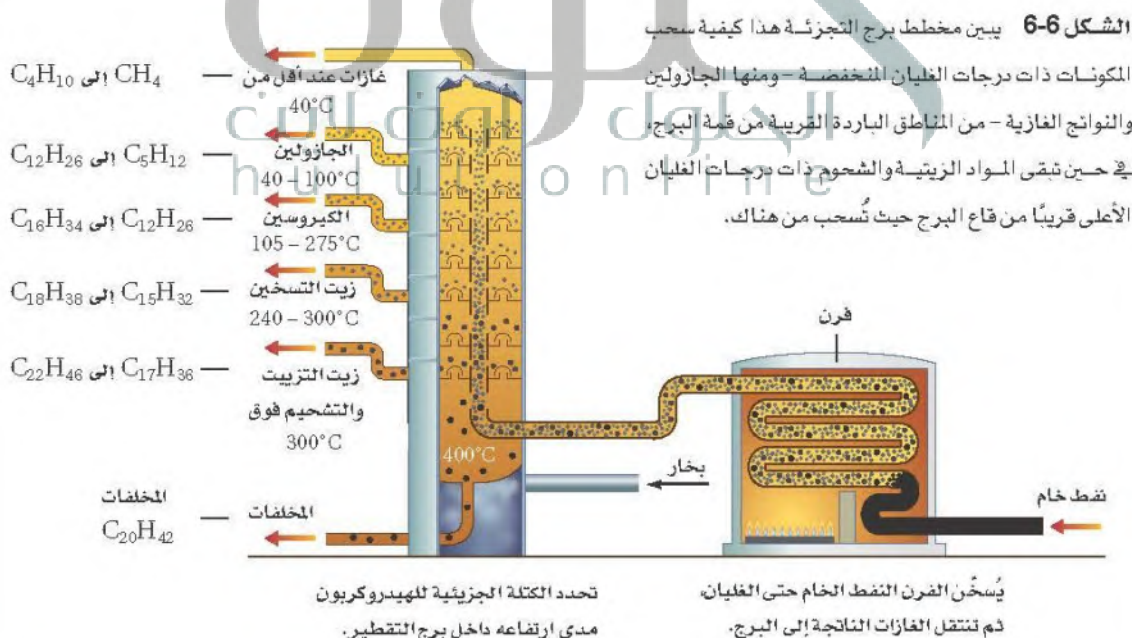
✓ ماذا قرأت؟ هُسر ما أصل مصطلحي الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة؟

تنقية الهيدروكربونات Purification of Hydrocarbons

ينتج اليوم الكثير من الهيدروكربونات من الوقود الأحفوري المسمى النفط (البترول). وقد تشكل النفط من بقايا المخلوقات الحية التي عاشت في المحيطات منذ ملايين السنين. ومع مرور الزمن كوتت بقايا هذه المخلوقات في قاع المحيط طبقات سميكة من ترسبات شبه طينية، تحولت بفعل الحرارة المنبعثة من باطن الأرض والضغط الهائل من الرواسب الكثيرة إلى صخر زيتي وغاز طبيعي. وينفذ النفط من خلال أنواع معينة من الصخور ذات مسامات، ويتجمع في أعماق القشرة الأرضية في صورة برك. وعادة ما يوجد الغاز الطبيعي مصاحباً للترسبات النفطية، حيث يتشكلان معاً في الوقت نفسه وبالطريقة نفسها. ويتكون الغاز الطبيعي بصورة أساسية من الميثان، ولكنه يحتوي أيضاً على كميات ضئيلة من أنواع أخرى من الهيدروكربونات تحتوي على ذرتي كربون إلى خمس ذرات.

التقطير التجزيئي يعد النفط - على العكس من الغاز الطبيعي - خليطاً معقداً يحتوي على أكثر من ألف مركب من المركبات المختلفة. لذا فإن النفط قليلاً ما يُستخدم في صورته الخام، فهو أكثر فائدة للإنسان عندما يفصل إلى مكونات أو أجزاء أبسط. ويحدث هذا الفصل من خلال عملية **التقطير التجزيئي**، التي تتضمن تبخير النفط عند درجة الغليان، ثم تجمع المشتقات أو المكونات المختلفة في أثناء تكثفها عند درجات حرارة متباينة. ويجري التقطير التجزيئي في أبراج للتجزئة شبيهة بما في الشكل 6-6.

ويتم التحكم في درجة الحرارة داخل برج التجزئة، فتكون قريبة من 400°C في أسفل البرج، وهو المكان الذي يغلي فيه النفط، وتنخفض تدريجياً في اتجاه أعلى البرج. وعموماً تنخفض درجات حرارة تكثف المواد (درجات الغليان) مع انخفاض الكتلة الجزيئية لها. لذا تتكثف الهيدروكربونات وتُسحب في أثناء تصاعد الأبخرة المختلفة داخل البرج، كما في الشكل 6-6.



مهن في الكيمياء

فني التفتيش عن النفط يستخدم هذا الفني أدوات لقياس وتسجيل معلومات فيزيائية وجيولوجية حول آبار النفط والغاز. فعلى سبيل المثال، قد يقوم باختبار عينة جيولوجية لتحديد محتواها من النفط، وتركيب العناصر والمعادن فيها.

الرابط مع رؤية 2030



رؤية
2030
المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

٣٠٢٣ تطوير الصناعات المرتبطة بالنفط والغاز

الشكل 6-7 تقوم أبراج التقطير

التجزئي بفصل كميات كبيرة من النفط إلى مكونات (مشتقات) قابلة للاستعمال. فآلاف المنتجات التي نستخدمها في منازلنا وفي النقل والصناعة ناتجة عن عملية تكرير (تنقية) النفط.

استنتج ما نوع المواد المنبعثة من مصافي النفط التي يجب التحكم فيها لحماية البيئة؟

اجابة سؤال الشكل ٦-٧ :

ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، ومركبات الرصاص.



يبين الشكل 6-6 أساء المشتقات أو المكونات الأساسية التي تُفصل مصحوبة بدرجة غليانها، والمدى الذي يتراوح فيه حجم الهيدروكربون واستخدماته الشائعة. وقد يكون بعض هذه المشتقات أو المكونات مألوفاً لديك؛ حيث إنك تستخدمها يومياً، إلا أن أبراج التقطير التجزيئي المبنية في الشكل 6-7 لا تُنتج المكونات بالنسب التي نحتاج إليها من هذه المكونات. فعلى سبيل المثال، نادراً ما يُنتج التقطير الكمية المرغوب فيها من الجازولين، ولكنه يُنتج في المقابل الزيوت الثقيلة بكميات تفوق حاجة السوق.

لقد طوّر الكيميائيون والمهندسون العاملون في قطاع النفط قبل سنوات عديدة عملية تساعد على مواءمة العرض مع الطلب، وأُطلق على هذه العملية التي تحول فيها المكونات الثقيلة إلى جازولين عن طريق تكسير الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر عملية **التكسير الحراري**. وتحدث عملية التكسير الحراري عند غياب الأكسجين ووجود عامل مساعد. وبالإضافة إلى تكسير الهيدروكربونات الثقيلة إلى جزيئات بالحجم المطلوب في الجازولين فإن هذه العملية تنتج أيضاً المواد الأولية لصناعة الكثير من المنتجات المختلفة، ومنها المنتجات البلاستيكية وأفلام التصوير والألياف الصناعية.

ماذا قرأت؟ صف العملية التي يحدث من خلالها تكسير الهيدروكربونات

اجابة سؤال ماذا قرأت :

التكسير الحراري عملية يحدث خلالها تكسير الهيدروكربونات ذات السلاسل الكبيرة إلى هيدروكربونات ذات سلاسل أصغر. وتحدث هذه العملية بوجود عامل محفز وفي غياب الأكسجين.

خلال ضبط تركيبه وإضافة مواد تؤدي إلى تحسين أدائه في محرك المركبات، وتؤدي أيضاً إلى تقليل التلوث الناتج عن عوادم السيارات.

لذا فمن الضروري جداً أن يحدث اشتعال خليط الجازولين والهواء في أسطوانة محرك المركبة في اللحظة المناسبة، وأن يجري احتراقه تماماً. فإذا حدث الاشتعال قبل الموعد المناسب أو بعده فإن ذلك يؤدي إلى خسارة الكثير من الطاقة، وانخفاض فاعلية الوقود، وفقدان كفاءة المحرك. لا تحترق معظم الهيدروكربونات ذات السلاسل المستقيمة (غير المتفرعة) تماماً، وتميل بفعل الحرارة والضغط إلى الاشتعال المبكر قبل أن يصبح المكبس في الموضع الصحيح، وقبل اشتعال شمعة الاحتراق؛ إذ يكون هذا الاحتراق المبكر مصحوباً بفرقة (knocking).



الشكل 6-8 تستخدم تصنيفات الأوكتان لإعطاء قيم منع الفرقة (antiknock) فالتصنيف لجازولين السيارات المتوسط الدرجة 89، أما 91 و 95 وأكثر يصنف على أنه ممتاز. وفي المملكة العربية السعودية هناك نوعين من الجازولين. كما في الصورة. ويتم التعرف على النوع المناسب 91 أو 95 للسيارة من دليل السيارة. والرقم الأوكتاني لوقود الطائرات 100، أما وقود سيارات السباق فرقمه الأوكتاني 110.

أنشئ نظام تصنيف رقم الأوكتان (منع الفرقة)، للجازولين في أواخر العشرينات، مما أدى إلى إدراج رقم الأوكتان على مضخات الجازولين كما في الشكل 8-6. فللجازولين المتوسط الدرجة رقم أوكتان يقارب 89، في حين للجازولين الممتاز قيمة أعلى تصل 91 أو أكثر. وتحدد كثير من العوامل التصنيف الأوكتاني الذي تحتاج إليه السيارة، فمنها ضغط المكبس على خليط الوقود والهواء، ودفع السيارة أيضاً. وفي المملكة العربية السعودية تم تصنيف رقم الأوكتان على مضخات الجازولين 91، 95.

الربط مع علم الأرض وجد الناس منذ أقدم العصور أن النفط يسيل من الشقوق الموجودة في الصخور. وتشير السجلات التاريخية إلى أن النفط قد استخدم منذ أكثر من 5000 سنة. وفي القرن التاسع عشر عندما دخل العالم عصر الآلات وازداد عدد سكانه، فازداد الطلب على منتجات النفط وبخاصة الكيروسين لاستخدامه في الإنارة وتشحيم الآلات. قام إدوين دريك Edwin Drake - في محاولة منه للعثور على مخزون دائم من النفط - بحفر أول بئر نفط في الولايات المتحدة في ولاية بنسلفانيا عام 1859 م. وازدهرت صناعة النفط لفترة من الزمن، ولكن حين اكتشف توماس أديسون Thomas Edison المصباح الكهربائي في عام 1882 م، خشي المستثمرون من القضاء على هذه الصناعة. غير أن اختراع السيارات في العقد الأخير من القرن التاسع عشر أنعش هذه الصناعة كثيراً.

التقويم 6-1

الخلاصة

1. **الفكرة الرئيسية** اذكر ثلاثة تطبيقات للهيدروكربونات؟
2. **سَمِّ** مركباً عضوياً، ووضح ما يدرسه عالم الكيمياء العضوية.
3. **حدِّد** المعلومات التي تركز عليها كل من النماذج البنائية الجزئية الأربعة.
4. **قارن** بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.
5. **صف** عملية التقطير التجزيئي.
6. **استنتج** توصف بعض المنتجات الدهنية بأنها زيوت نباتية مُهْدَرَجَة، وهي زيوت تفاعلت مع الهيدروجين بوجود عامل محفز. ما سبب تفاعل الهيدروجين مع هذه الزيوت؟
7. **فسِّر** البيانات اعتماداً على الشكل 6-6. ما تأثير أعداد ذرات الكربون في الهيدروكربونات - في لزوجة أي مكوّن نفطي عندما يُبرَد إلى درجة حرارة الغرفة؟

1-6 مقدمة إلى الهيدروكربونات

1-8 التقويم

6. استنتج توصف بعض المنتجات الدهنية بأنها زيوت مُهذَرَجَة، وهي زيوت تفاعلت مع الهيدروجين بوجود عامل مُحفَظ. ما سبب تفاعل الهيدروجين مع هذه الزيوت؟
فرضية محتملة، تتفاعل الزيوت مع الهيدروجين عندما تنكسر الروابط الثنائية أو الثلاثية، وترتبط ذرات الهيدروجين بالجزء.

7. فسر البيانات اعتمادًا على الشكل 6-8. ما تأثير أعداد ذرات الكربون في الهيدروكربونات - في لزوجة أي مكوّن نفطي عندما يُبرّد إلى درجة حرارة الغرفة؟
كلما ازداد عدد ذرات الكربون في سلسلة الجزيء، ازدادت لزوجة المكوّن.

1. اذكر ثلاثة تطبيقات للهيدروكربونات؟

تطبيقات محتملة، وقود لتدفئة المنازل، ومواد أولية لتصنيع المنتجات البلاستيكية، والأفلام، والأنسجة الصناعية.

2. سمّ مركّبًا عضويًا، ووضّح ما يدرّسه عالم الكيمياء العضوية.

إجابة محتملة، ميثان؛ يدرّس عالم الكيمياء العضوية المركّبات

المحتوية على الكربون جميعها باستثناء أكاسيد الكربون، والكربيدات، والكربونات.

3. حدّد المعلومات التي تُركّز عليها كلٌّ من النماذج البنائية الجزيئية الأربعة.

توضّح الصيغة الجزيئية نوع الذرات في الجزيء، أما الصيغة البنائية فتوضّح الترتيب العام للذرات. في حين يوضّح نموذج الكرة والعصا شكل الجزيء. وأخيرًا، يوضّح النموذج الفراغي صورة واقعية عن الهيئة التي يبدو عليها الجزيء.

4. قارن بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

الهيدروكربونات المشبعة هي هيدروكربونات تحتوي، فقط، على روابط أحادية بين ذرات الكربون. أما الهيدروكربونات غير المشبعة فهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة بين ذرات الكربون على الأقل.

5. صف عملية التقطير التجزيئي.

هي عملية فصل النفط إلى مكوناته استنادًا إلى اختلاف درجات الغليان بوصفها طريقة للفصل.

الأهداف

- تُسمى الألكانات من خلال تفحص صيغها البنائية.
- تكتب الصيغة البنائية للألكان إذا أعطيت اسمه.
- تصف خصائص الألكانات.

مراجعة المفردات

الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية أيوباك (IUPAC)

International Union of Pure and Applied Chemistry,

منظمة دولية تساعد على التواصل بين الكيميائيين من خلال وضع قواعد ومعايير لبعض المجالات مثل التسمية الكيميائية، والمصطلحات، والطرائق المعيارية.

المفردات الجديدة

الألكان

السلسلة المتتالية

السلسلة الرئيسية

المجموعة البديلة

الهيدروكربون الحلقي

الألكان الحلقي

الألكانات Alkanes

الفكرة الرئيسية الألكانات هيدروكربونات تحتوي فقط على روابط أحادية.

الربط مع الحياة هل سبق أن استخدمت لهب بنزن أو شواية غاز؟ إذا فعلت ذلك تكون قد استخدمت ألكاناً. فالغاز الطبيعي والهروبان هما الغازان الأكثر استخداماً، وكلاهما ألكان.

الألكانات ذات السلاسل المستقيمة

Straight-Chain Alkanes

يُعدّ الميثان أصغر مركب في سلسلة الهيدروكربونات المعروفة بالألكانات. ويتخذ وقوداً في المنازل ومختبرات العلوم، وهو ينتج عن الكثير من العمليات الحيوية. وتحتوي الألكانات، وهي هيدروكربونات، على روابط أحادية فقط بين الذرات. انظر إلى النماذج البنائية للميثان التي درستها سابقاً. كما يبين الجدول 1-6 النماذج البنائية للإيثان C_2H_6 المركب الثاني في سلسلة الألكانات. ويتألف الإيثان من ذرتي كربون مرتبطتين معاً برابطة أحادية، وست ذرات هيدروجين تشارك في إلكترونات التكافؤ المتبقية لذرتي الكربون. ويتكون المركب الثالث في سلسلة الألكانات، الهروبان، من ثلاث ذرات كربون وثلاثي ذرات هيدروجين، مما يعطيه الصيغة الجزيئية C_3H_8 . أما مركب البيوتان فيتكون من أربع ذرات كربون وصيغته C_4H_{10} . فارن بين الصيغ البنائية لكل من الإيثان، والهروبان، والبيوتان، المبينة في الجدول 1-6.

الألكانات البسيطة			
النموذج الفراغي	نموذج الكرة والعصا	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	الإيثان (C_2H_6)
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	الهروبان (C_3H_8)
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	البيوتان (C_4H_{10})

الجدول 2-6		أسماء الألكانات العشرة الأولى ذات السلاسل المستقيمة
الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية المكثفة
ميثان	CH_4	CH_4
إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3
بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
بنتان	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
هكسان	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
هبتان	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
أوكتان	C_8H_{18}	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
نونان	C_9H_{20}	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
ديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3(CH_2)_8CH_3$

يُباع البروبان - والمعروف أيضاً بغاز (البروبان المُسال) (LP) Liquified Propan - في صورة وقود للطبخ والتسخين. ويستخدم البيوتان في القداحات الصغيرة، وفي بعض المشاعل، كما يستخدم أيضاً في تصنيع المطاط الصناعي.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المستقيمة لقد لاحظت على الأغلب أن أسماء الألكانات تنتهي بـ "ان"، وأن الألكانات التي تحوي خمس ذرات كربون أو أكثر تبدأ أسماؤها بمقاطع مشتقة من أرقام يونانية أو لاتينية تمثل عدد ذرات الكربون في كل سلسلة. فالبتان مثلاً له خمس ذرات كربون، تماماً كالشكل الخمس ذي الأوجه الخمسة، والأوكتان يحتوي على ثمانية ذرات كربون مثل الأخطبوط (octopus) ذي المجسّات الثمانية. أما مركبات الميثان، والإيثان، والبروبان، والبيوتان فقد سُميت قبل معرفة بناء (تركيب) الألكانات، لذا فإن المقاطع الأولى من أسماؤها ليست مشتقة من بادئة رقمية. ويُظهر الجدول 2-6 أسماء الألكانات العشرة الأولى وصيغها. لاحظ أن المقطع الأول المخطوط تحته يمثل عدد ذرات الكربون في الجزيء.

وبين الجدول 2-6 أن الصيغ البنائية قد كُتبت بطريقة مختلفة عما هي عليه في الجدول 1-6. وتُسمى هذه الصيغ بالصيغ البنائية المكثفة، حيث توفر الحيز لكونها لا تظهر تفرع ذرات الهيدروجين من ذرات الكربون. ويمكن كتابة الصيغ المكثفة بطرائق عدة. ففي الجدول 2-6 حذف الخطوط التي بين ذرات الكربون لتوفير المساحة.

وتستطيع أيضاً في هذا الجدول 2-6، ملاحظة أن $-CH_2-$ هي الوحدة المتكررة في السلسلة الكربونية. فعلى سبيل المثال، يزيد البنتان عن البيوتان بوحدة $-CH_2-$ واحدة.

وتستطيع زيادة تكثيف الصيغ البنائية بكتابة وحدة CH_2 يتبعها رقم سفلي يمثل عدد هذه الوحدات، كما هو الحال مع الألكان، والنونان، والديكان.

وتسمى سلسلة المركبات التي يختلف بعضها عن بعض في عدد الوحدة المتكررة **السلسلة المتماثلة**. وهذه السلسلة صيغة رقمية ثابتة بين أعداد الذرات. ففي الألكانات يمكن كتابة الصيغة العامة التي تربط بين عدد ذرات الكربون والهيدروجين على النحو الآتي $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ؛ حيث n عدد ذرات الكربون. **اجابة سؤال ماذا قرأت :** كتابة الصيغة الجزيئية لأي ألكان $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ هي C_7H_{16} أو $\text{C}_7\text{H}_{2(7)+2}$ هي صيغة الجزيئية.

✓ **ماذا قرأت؟** اكتب الصيغة الجزيئية لألكان يحتوي على 13 ذرة كربون في صيغته الجزيئية.

الألكانات ذات السلاسل المتفرعة

تسمى الألكانات التي ناقشناها حتى الآن الألكانات ذات السلاسل المستقيمة؛ لأن ذرات الكربون فيها ترتبط معاً بخط واحد. والآن انظر إلى الصيغتين في الشكل 9-6، فإذا عدت ذرات الكربون والهيدروجين فستكتشف أن كليهما لها الصيغة الجزيئية نفسها C_4H_{10} ، فهل هما المادة نفسها؟

فإذا اعتقدت أن البنائيتين تمثلان مادتين مختلفتين فأنت على صواب. إذ تمثل الصيغة البنائية في الجانب السفلي البيوتان، في حين يمثل البناء في الجانب العلوي ألكاناً متفرعاً يعرف بالأيزوبيوتان، وهي مادة لها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة عن البيوتان تماماً. وتستطيع أن تربط ذرة الكربون مع ذرة أو ذرتين أو ثلاث أو حتى أربع ذرات كربون أخرى، مما ينجم عن هذه الخاصية وجود مجموعة متنوعة من الألكانات ذات السلاسل المتفرعة.

اجابة سؤال ماذا قرأت : البيوتان هو هيدروكربون ذو سلسلة مستقيمة، أما الأيزوبيوتان فهو هيدروكربون ذو سلسلة متفرعة.

✓ **ماذا قرأت؟** صف الفرق بين الصيغة البنائية لكل من البيوتان والأيزوبيوتان.

المفردات

أصل الكلمة

متماثل Homologous

جاءت من الكلمة الإغريقية (homologos) وتعني مُتَّفِقٌ...



بيوتان (سلسلة مستقيمة)
الصيغة الجزيئية: C_4H_{10}



أيزوبيوتان (سلسلة متفرعة)
الصيغة الجزيئية: C_4H_{10}



الشكل 9-6 تستخدم البيوتان وقوداً في القداحات، أما الأيزوبيوتان فيستخدم في منتجات مثل جل الحلاقة.

الألكيلات البسيطة					الجدول 3-6
البيوتيل	الأيزوبرويل	البروبيل	الإيثيل	الميثيل	الاسم
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	CH_3CHCH_3 	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	CH_3CH_2-	CH_3-	الصيغة البنائية المكثفة
<pre> H H - C - H H - C - H H - C - H H - C - H </pre>	<pre> H H - C - H - C - H H - C - H H </pre>	<pre> H H - C - H H - C - H H - C - H </pre>	<pre> H H - C - H H - C - H </pre>	<pre> H H - C - H </pre>	الصيغة البنائية

المفردات

أصل الكلمة

المفردات الأكاديمية

البديل (Substitute)

هو الشخص أو الشيء الذي يحل محلّ غيره.

مثال: يُتخذ الحرير الصناعي بديلاً عن الحرير الطبيعي.

مجموعات الألكيل لقد رأيت أن الألكانات المتفرعة والمستقيمة لها الصيغة الجزيئية نفسها. وتوضح هذه الحقيقة مبدأً أساسياً في الكيمياء العضوية "يحدد تنظيم الذرات وترتيبها في الجزيء العضوي هويته". لذا يجب أن يصف اسم المركب العضوي التركيب البنائي للمركب بدقة.

يطلق على أطول سلسلة كربونية متصلة (مستمرة) عند تسمية الألكانات المتفرعة السلسلة الرئيسية. وتُسمى كل التفرعات الجانبية المجموعات البديلة؛ لأنها تظهر كأنها بديلة لذرة الهيدروجين في السلسلة المستقيمة (غير المتفرعة). ويُنسب اسم المجموعة البديلة المشتقة من الألكان، والتي تتفرع من السلسلة الرئيسية، إلى اسم الألكان الذي يحتوي على عدد ذرات الكربون نفسها، ويتم تغيير المقطع الأخير من "ان" إلى "يل". وتُسمى المجموعة البديلة المشتقة من الألكان بمجموعة الألكيل. ويُبين الجدول 3-6 بعض مجموعات الألكيل.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة استخدم الكيميائيون القواعد النظامية الآتية المتفق عليها من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية أيوباك، (IUPAC) في تسمية مركبات الكيمياء العضوية.

الخطوة 1. حدد عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متصلة، مستخدماً اسم الألكان الذي يحتوي على هذا العدد من ذرات الكربون على أنه اسم للسلسلة الرئيسية في الصيغة البنائية.

الخطوة 2. رُقم كل ذرة كربون في السلسلة الرئيسية، مبتدئاً الترقيم من طرف السلسلة الأقرب إلى المجموعة البديلة؛ إذ تُعطي هذه الخطوة مواقع جميع المجموعات البديلة أصغر أرقام ممكنة.

الخطوة 3. سم كل مجموعة الأكيل بديلة. وضع اسم المجموعة قبل
الرئيسية.

الخطوة 4. إذا تكررت مجموعة الأكيل نفسها أكثر من مرة بوصفها تفرعاً عن
السلسلة الرئيسية فاستخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا...) قبل اسم
المجموعة للدلالة على عدد المرات التي تظهر فيها، واستخدم رقم ذرة الكربون
التي تتصل بها المجموعة للدلالة على موقعها.

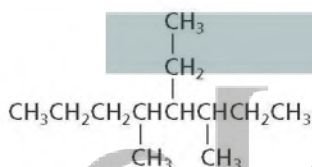
الخطوة 5. عندما تتصل مجموعات ألكيل مختلفة على السلسلة الرئيسية نفسها ضع
أسماءها بالترتيب الهجائي باللغة الانجليزية. ولا تؤخذ البادئات (ثنائي، ثلاثي،
وهكذا) في الحسبان عند تحديد الترتيب الهجائي.

الخطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، مُستخدماً الشروط لفصل الأرقام عن الكلمات،
والفواصل للفصل بين الأرقام. ولا تترك فراغاً بين اسم المجموعة واسم السلسلة
الرئيسية.

مثال 1-6

تسمية الألكانات ذات السلسلة المتفرعة

سم الألكان المبين في الشكل أدناه.



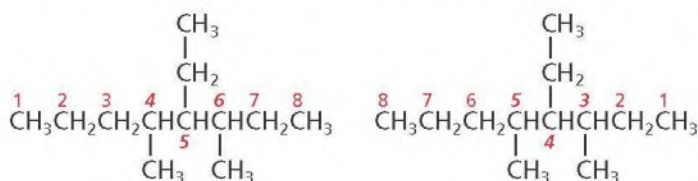
1 تحليل المسألة

أعطيت الصيغة البنائية. اتبع قواعد نظام التسمية الأيوباك IUPAC لتحديد اسم السلسلة الرئيسية وأسماء التفرعات
ومواقعها في الشكل المعطى.

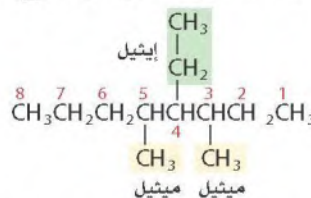
2 حساب المطلوب

الخطوة 1. حدّد عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متصلة. يُمكن توجيه السلسلة في الصيغ البنائية بطرائق عديدة؛ لذا
عليك الانتباه خلال البحث عن أطول سلسلة كربونية. وفي هذه الحالة يكون الوضع سهلاً؛ حيث إن أطول سلسلة تحتوي
على ثماني ذرات كربون، لذا فإن الاسم الرئيس هو أوكتان.

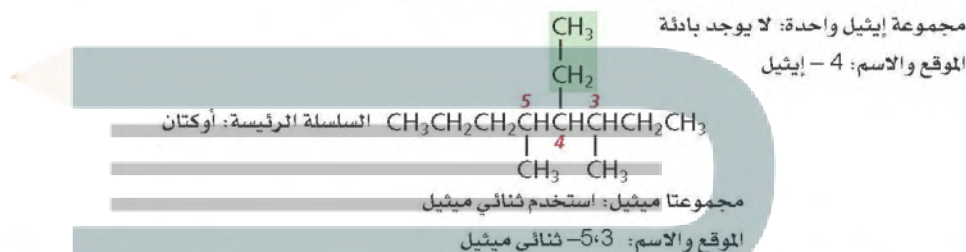
الخطوة 2. رَقِّم كل ذرة كربون في السلسلة الرئيسية. ورَقِّم السلسلة في كلا الاتجاهين، كما هو موضح أدناه مبتدئاً من اليسار
بوضع مجموعات الألكيل على المواقع 4 و 5 و 6، ثم من اليمين بوضع مجموعات الألكيل على المواقع 3 و 4 و 5. ولأن أرقام
المواقع 3 و 4 و 5 هي الأصغر لذا يجب استخدامها في الاسم.



الخطوة 3. عيّن مجموعات الألكيل المتفرعة عن السلسلة الرئيسة وسمّها. هناك مجموعتان ميثيل - موجودتان على الموقع 4 و 5، ومجموعة إيثيل على الموقع 4.



الخطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة بوصفها فرعاً على السلسلة الرئيسة فاستخدم البادئات (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا...) قبل اسم المجموعة للدلالة على عدد المرات التي تظهر فيها، وابحث عن مجموعات الألكيل التي تكررت أكثر من مرة وأحص عددها. ثم حدّد البادئة التي تُظهر عدد المرات التي تظهر فيها كل مجموعة واستخدمها. وسوف تضاف في هذا المثال البادئة "ثنائي" إلى الاسم ميثيل؛ لأن هناك مجموعتي ميثيل. ولا يتطلب ذلك إضافة أي بادئة إلى مجموعة الإيثيل الوحيدة. بين الآن موقع كل مجموعة باستخدام الرقم المناسب.



الخطوة 5. عندما تتصل مجموعات ألكيل مختلفة بالسلسلة الرئيسة ضع أسماءها حسب الترتيب الهجائي، وضع أسماء تفرعات الألكيل حسب الترتيب الهجائي باللغة الإنجليزية مع تجاهل البادئات؛ حيث يضع الترتيب الهجائي الاسم إيثيل قبل ثنائي ميثيل (E قبل M).

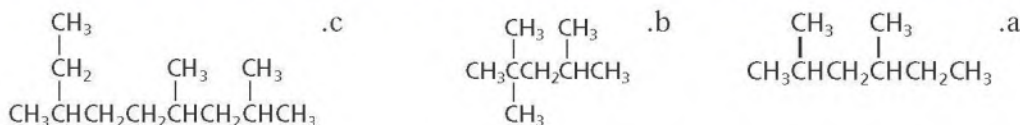
الخطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، واستخدم الشروط لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل للفصل بين الأرقام، وكتب اسم الشكل (المركب) مستخدماً الشروط والفواصل حسب الحاجة. ويتعين كتابة الاسم على النحو الآتي:
4 - إيثيل - 3، 5 - ثنائي ميثيل أوكتان.

3 تقويم الإجابة

تم إيجاد وترقيم أطول سلسلة كربونية متصلة بصورة صحيحة، وتمّ تعيين جميع التفرعات بالبادئات، وأسماء مجموعات ألكيل الصحيحة. الترتيب الهجائي وعلامات الترقيم صحيحان.

مسائل تدريبية

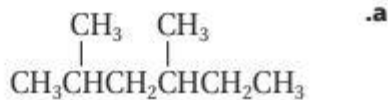
8. استخدم قواعد نظام التسمية الأيوباك IUPAC لتسمية الصيغة البنائية للمركبات الآتية:



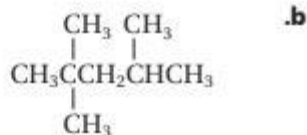
9. تحفيز اكتب الصيغ البنائية للمركبات الآتية:

- a. 3، 2 - ثنائي ميثيل - 5 - برويل ديكان
b. 3، 4، 5 - ثلاثي إيثيل أوكتان

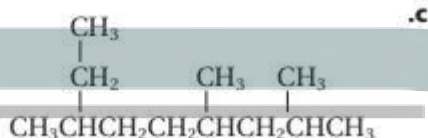
8. استخدم قواعد نظام التسمية الأيوكا IUPAC لتسمية المركبات الآتية:



2، 4-ثنائي ميثيل هكسان



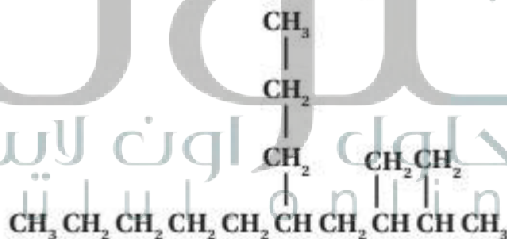
2، 2، 4-ثلاثي ميثيل بنتان



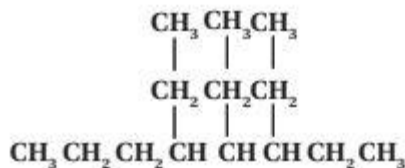
2، 4، 7-ثلاثي ميثيل نونان

9. تحفيز اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية:

d. 2، 3-ثنائي ميثيل -5-بروبيل ديكان



e. 3، 4، 5-ثلاثي إيثيل أوكتان



الألكانات الحلقية Cycloalkanes

تُعد قدرة ذرة الكربون على تكوين تراكيب بنائية حلقية من أسباب وجود هذا التنوع في المركبات العضوية. ويُسمى المركب العضوي الذي يحتوي على حلقة هيدروكربونية الهيدروكربون الحلقية. وتُستخدم البادئة حلقية (cyclo) مع اسم الهيدروكربون للإشارة إلى احتواء الهيدروكربون على بناء حلقية. لذا فإن الهيدروكربونات الحلقية المحتوية على روابط أحادية فقط تُسمى **الألكانات الحلقية**. وتتكون الحلقات في الألكانات الحلقية من ثلاث، أو أربع، أو خمس، أو ست ذرات كربون أو أكثر. إن اسم الألكان الحلقية ذي الذرات الست من الكربون هو هكسان حلقية. ويستخدم الهكسان الحلقية المستخرج من البترول في مُزيلات الدهان، واستخلاص الزيوت الطيارة لتحضير العطور. ولاحظ أن الهكسان الحلقية C_6H_{12} يقل عن الهكسان C_6H_{14} غير المتفرع بذرتي هيدروجين؛ وذلك لأن إلكترون تكافؤ واحدًا من كل من ذرتي الكربون في الألكان الحلقية يكون رابطة كربون-كربون عوضًا عن رابطة كربون-هيدروجين.

✓ **ماذا قرأت؟** قوم إذا وجدت (حلقية) في اسم الألكان، فما الذي ستعرفه

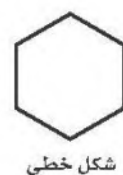
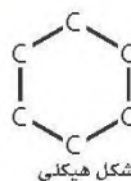
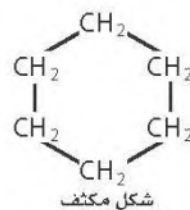
عن هذا الألكان؟

تمثل الهيدروكربونات الحلقية، كما في الشكل 10-6 الهكسان الحلقية بأشكال مكثفة وهيكلية وخطية عديدة؛ وتُظهر الأشكال الخطية الروابط بين ذرات الكربون فقط، وتُفسر الزوايا في الشكل على أنها مواقع ذرات الكربون. أما بالنسبة لذرات الهيدروجين فيفترض أنها تحتل بقية مواقع الربط إلا إذا وُجدت الفروع (المجموعات البديلة). ولا تظهر ذرات الهيدروجين في الشكل الهيكلية.

تسمية الألكانات الحلقية المحتوية على مجموعات بديلة يمكن أن يكون للألكانات الحلقية مجموعات بديلة كسائر الألكانات الأخرى. وتتم تسميتها باتباع قواعد نظام الأيوباك (IUPAC) المستخدمة في تسمية الألكانات غير المتفرعة نفسها، ولكن بإجراء تعديل محدود؛ فليس هناك حاجة إلى إيجاد أطول سلسلة؛ إذ تعد الحلقة دائمًا السلسلة الرئيسة. ولأن الشكل الحلقية ليس له أطراف لذا يبدأ الترقيم من ذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة البديلة. وعند وجود أكثر من مجموعة بديلة تُرقم ذرات الكربون حول الحلقة، على أن تحصل المجموعات البديلة على أصغر مجموعة أرقام ممكنة. وإذا كان هناك مجموعة بديلة واحدة متصلة بالحلقة فلا ضرورة عندئذٍ للترقيم. ويُوضح المثال الآتي عملية تسمية الألكانات الحلقية.

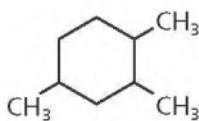
الشكل 10-6 يمكن تمثيل التركيب

البنائي للهكسان الحلقية بطرائق عدة .



اجابة سؤال ماذا قرأت :

يحتوي الألكان على حلقة هيدروكربونية.



تسمية الألكانات الحلقية

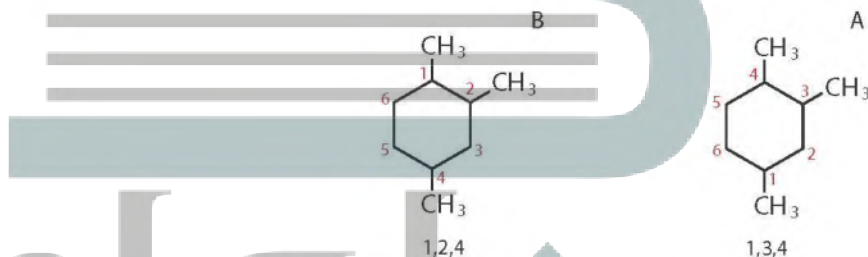
سم الألكان الحلقي المجاور.

1 تحليل المسألة

أعطيت الصيغة البنائية. عليك اتباع قواعد نظام الأيوباك لتحديد الشكل الحلقي الرئيس ومواقع المجموعات البديلة (التفرعات) للشكل المعطى.

2 حساب المطلوب

الخطوة 1. حدّد عدد ذرات الكربون في الحلقة، واستخدم اسم الهيدروكربون الحلقي الرئيس. حيث تتألف الحلقة في هذه الحالة، من ست ذرات كربون. لذا فإن الاسم الرئيس هو هكسان حلقي.
الخطوة 2. رَقِّم الحلقة ابتداءً من أحد تفرّعات $(-CH_3)$ ، وجد الترقيم الذي يعطي أقل مجموعة أرقامًا ممكنة للتفرعات. وفيما يأتي طريقتان لترقيم الحلقة هما:



يضع الترقيم بدءاً من ذرة الكربون في أسفل الحلقة مجموعات $-CH_3$ على المواقع 1 و 3 و 4 في الشكل A، في حين يضع الترقيم بدءاً من ذرة الكربون في أعلى الحلقة مجموعات CH_3 على المواقع 1 و 2 و 4. وتضع طرائق الترقيم الأخرى مجموعات $-CH_3$ على مواقع ذات أرقام أعلى. لذا فإن 1 و 2 و 4 هي أقل أرقام ممكنة. لذلك تُستخدم في الاسم.

الخطوة 3. سم المجموعات البديلة. علماً بأن المجموعات الثلاث جميعها مجموعات ميثيل.

الخطوة 4. أضف البادئة لإظهار عدد المجموعات الموجودة، حيث توجد ثلاث مجموعات ميثيل، لذا فإن البادئة (ثلاثي) تُضاف إلى اسم المجموعة ميثيل، فتصبح ثلاثي ميثيل.

الخطوة 5. يمكن تجاهل الترتيب الهجائي بسبب وجود نوع واحد من المجموعات.

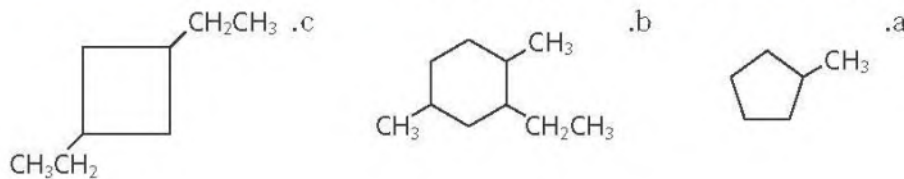
الخطوة 6. جَمّع الاسم باستخدام اسم الألكان الحلقي الرئيس، مستخدماً الفواصل للفصل بين الأرقام، والشرطات للفصل بين الأرقام والكلمات. وكتب الاسم على النحو الآتي:

1، 2، 4 - ثلاثي ميثيل هكسان حلقي

3 تقويم الإجابة

يُرقِّم الشكل الحلقي الرئيس على أن يعطي التفرعات أقل مجموعة أرقام ممكنة. وتشير البادئة (ثلاثي) إلى وجود ثلاث ذرات كربون. ولأن التفرعات كلها هي مجموعات ميثيل، لذا فلا ضرورة للترتيب الهجائي.

10. استخدم قواعد نظام الأيوباك لتسمية الصيغ البنائية الآتية:



11. تحفيز اكتب الصيغ البنائية للألكانات الآتية:

- a. 1- إيثيل - 3- بروبيل بتان حلقي.
b. 1,2,4,4- رباعي ميثيل هكسان حلقي.

خصائص الألكانات

عرفت سابقاً أن بناء الجزيء يؤثر في خصائصه. فمثلاً رابطة O-H الموجودة في الماء رابطة قطبية، ولأن جزيء H-O-H له شكل هندسي منحني فإن الجزيء نفسه قطبي، لذا تنجذب جزيئات الماء بعضها إلى بعض، وتكوّن روابط هيدروجينية معاً. لذا فإن درجات الغليان والانصهار للماء أعلى كثيراً من سائر المواد المشابهة له في الكتلة الجزيئية وفي الحجم.

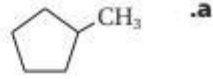
تري، ما خصائص الألكانات؟ تتكون جميع الروابط في الهيدروكربونات من ذرة كربون وذرة هيدروجين، أو ذرتي كربون. ويتعذر أن تكون الرابطة بين ذرتين من النوع نفسه - مثل الكربون - رابطة قطبية. لذا تُعد جزيئات الألكانات غير قطبية؛ لأن روابطها جميعاً غير قطبية، مما يجعلها مذيبات جيدة لمواد أخرى غير قطبية، كما في الشكل 6-11.

الخصائص الفيزيائية للألكانات كيف تُقارَن خصائص المركب القطبي بخصائص المركب غير القطبي؟ انظر إلى الجدول 4-6. ولاحظ أن الكتلة الجزيئية للميثان (16 amu) قريبة من الكتلة الجزيئية للماء (18 amu)، كذلك فإن جزيئات الماء والميثان متقاربة في الحجم. وعلى الرغم من ذلك، عندما تُقارَن درجات الغليان والانصهار للميثان



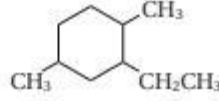
الشكل 6-11 الكثير من المذيبات-التي تستخدم مادة مرققة في الدهانات، والطلاء، والمواد الشمعية، وأحبار آلات النسخ، والمواد اللاصقة وأحبار الطابعات- تحتوي على الألكانات والألكانات الحلقية.

10. استخدم قواعد نظام الأيوباك لتسمية الصيغ البنائية الآتية:



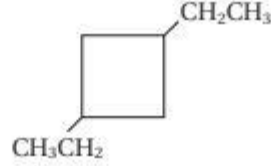
ميثل بنتان حلقي

b.



2-إيثيل -1، 4-ثنائي ميثل هكسان حلقي

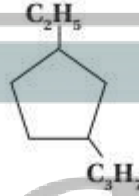
c.



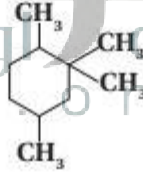
1، 3-ثنائي إيثيل بيوتان حلقي

11. تحفيز اكتب الصيغ البنائية للألكانات التالية:

a. 1-إيثيل -3-بروبيل بنتان حلقي



b. 1، 2، 2، 4-رباعي ميثل هكسان حلقي.



مقارنة الخصائص الفيزيائية

الجدول 6-4

المادة والصفة	الماء	الميثان
الكتلة الجزيئية	18 amu	16 amu
حالة المادة عند درجة حرارة الغرفة	سائل	غاز
درجة الغليان	100°C	-162°C
درجة الانصهار	0°C	-182°C

بما للماء ترى دليلاً على أن الجزيئات تختلف اختلافاً واضحاً وجوهرياً. ويعود سبب الاختلاف الكبير في درجات الحرارة إلى أن التجاذب بين جزيئات الميثان ضعيف مقارنة بالتجاذب بين جزيئات الماء. ويمكن تفسير هذا الاختلاف في التجاذب إلى أن جزيئات الميثان غير قطبية، ولا تُكوّن روابط هيدروجينية بينها، أما جزيئات الماء فقُطبية وتُكوّن روابط هيدروجينية.

يفسر الفرق في القطبية والروابط الهيدروجينية أيضاً عدم امتزاج أو اختلاط الألكانات والهيدروكربونات الأخرى بالماء. فإذا حاولت إذابة ألكانات - مثل زيوت التشحيم - في الماء ينفصل السائلان فوراً إلى طبقتين. ويحدث هذا الانفصال لأن قوى التجاذب بين جزيئات الألكان أقوى من قوى التجاذب بين جزيئات الألكان والماء. لذا فإن الألكانات تذوب في المذيبات المكوّنة من جزيئات غير قطبية.

الخصائص الكيميائية للألكانات إن الخاصية الكيميائية الرئيسة للألكانات هي ضعف نشاطها الكيميائي. وكما عرفت سابقاً فإن الكثير من التفاعلات الكيميائية تحدث عندما تنجذب مادة متفاعلة ذات شحنة كهربائية كاملة، مثل الأيون، أو ذات شحنة جُزئية، مثل جزيء قطبي، إلى مادة متفاعلة أخرى ذات شحنة معاكسة. الجزيئات التي تكون فيها الذرات مرتبطة بروابط غير قطبية - كما في الألكانات - تكون غير قطبية. لذا يكون انجذاب هذه الجزيئات نحو الأيونات أو الجزيئات القطبية ضعيفاً جداً. ويمكن إرجاع ضعف نشاط الألكانات إلى روابط C - C و C - H القوية نسبياً.

المعطيات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

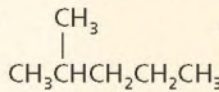
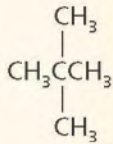
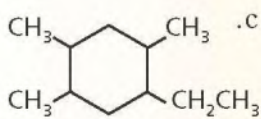
التقويم 6-2

الخلاصة

- تحتوي الألكانات على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- تعد الصيغ البنائية أفضل تمثيل للألكانات والمركبات العضوية الأخرى. ويمكن تسمية هذه المركبات باستخدام قواعد نظامية حُدّدت من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).
- تسمى الألكانات المحتوية على حلقات هيدروكربونية الألكانات الحلقيّة.

12. **الفكرة الرئيسة** صف الميزات البنائية الرئيسة لجزيئات الألكانات.

13. سمّ الصيغ البنائية الآتية باستخدام قواعد نظام الأيوباك.



14. صف الخصائص العامة للألكانات.

15. اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

c. 1-إيثيل-4-ميثيل حلقي هكسان

a. 3,4-ثنائي ميثيل هبتان

d. 1,2-ثنائي ميثيل حلقي بروبان

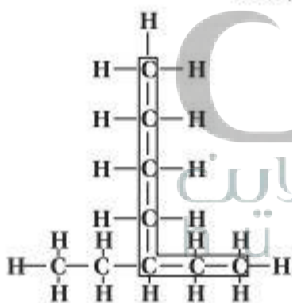
b. 4-أيزوبروبيل-3-ميثيل ديكان

16. تفسّر الصيغ البنائية لماذا يعد الاسم 3-بيوتيل بنتان غير صحيح؟

اكتب بناءً على هذا الاسم، الصيغة البنائية للمركب. ما الاسم النظامي (الأيوباك) الصحيح للمركب 3-بيوتيل بنتان؟

$$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$$
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{CHCH}_3 \end{array}$$
CC1CCC(CC1)CCCC1(C)CC1

غير صحيح؟ اكتب بناءً على هذا الاسم، الصيغة البنائية للمركب. ما الاسم النظامي (الأيوباك) الصحيح للمركب 3- يوتيل بتان؟



12. صف المميزات البنائية الرئيسة لجزيئات الألكانات.

الألكانات سلاسل أو حلقات من الهيدروكربونات تحتوي على روابط تساهمية مفردة، فقط، بين ذرات الكربون.

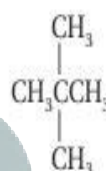
13. سَمِّ الصَّيْغَ الْبَنَائِيَّةَ التَّالِيَةَ بِاسْتِخْدَامِ قَوَاعِدِ نِظَامِ الْيُوبَاك:

.a



2- میثیل بنتان

.b



2,2-ثنائي ميثيل بروبان

CC1CCC(CC1)CC

1- ایٹیل-2،4،5- ثلاثی میٹیل هكسان حلقي

14. صف الخصائص العامة للألكانات.

إن روابط $C - H$ و $C - C$ غير قطبية؛ مما يجعل الألكانات غير ذائبة في الماء؛ المذيب القطبي. حيث تُعد الألكانات مذيباً مناسباً للمركبات غير القطبية. وهذه الروابط قوية وثابتة. أيضاً، مما يجعل الألكانات غير نشطة كيميائياً، بصورة نسبية.

الألكينات والألكاينات

Alkenes and Alkynes

الفكرة الرئيسية الألكينات هيدروكربونات تحتوي على الأقل على رابطة ثنائية واحدة. أما الألكاينات فهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

الربط مع الحياة تُنتج النباتات الإيثين في صورة هرمون نُضج طبيعي. وعادةً ما تُقطف الفواكه والخضراوات قبل تمام نضجها، فتُعرض للإيثين حتى تنضج.

الألكينات Alkenes

تذكر أن الألكانات هيدروكربونات مشبعة؛ لأنها تحتوي على روابط تساهمية أحادية بين ذرات الكربون، وأن الهيدروكربونات غير المشبعة لها على الأقل رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة بين ذرات الكربون. وتسمى الهيدروكربونات غير المشبعة المحتوية على رابطة تساهمية ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون **بالألكينات**. ولأن الألكين يجب أن يحتوي على رابطة ثنائية بين ذرات الكربون، لذا لا يوجد ألكين بذرة كربون واحدة. وعليه فإن أبسط ألكين يحتوي على ذرتي كربون ترتبطان برابطة ثنائية. والإلكترونات الأربعة المتبقية - اثنان من كل ذرة كربون - تشترك مع أربع ذرات هيدروجين لتعطي جزيء الإيثين C_2H_4 .

تكون الألكينات المحتوية على رابطة ثنائية واحدة سلاسل متماثلة. وللسلسلة المتماثلة صيغة رقمية ثابتة بين أعداد الذرات. فإذا درست الصيغ البنائية للمواد الظاهرة في الجدول 5-6 فسوف ترى أن عدد ذرات الهيدروجين لكل منها هو ضعف عدد ذرات الكربون. لذا تكون الصيغة العامة للألكينات هي C_nH_{2n} . يقل كل ألكين عن الألكان المناظر له بذرتي هيدروجين؛ لأن إلكترونين اثنين يكونان الرابطة التساهمية الثانية، وهما غير متوافرين للربط بذرات الهيدروجين. ما الصيغ الجزيئية للألكينات ذات ذرات الكربون الست والتسع؟

تصف الصيغ البنائية للألكينات والألكاينات.

تُسمَّى الألكين أو الألكاين اعتماداً على صيغته البنائية.

تكتب الصيغة البنائية للألكين أو الألكاين إن أعطيت اسمه.

تقارن خصائص الألكينات والألكاينات بخصائص الألكانات.

مراجعة المفردات

الهرمون: مادة كيميائية تُنتج في جزء من المخلوق الحي وتُنقل إلى جزء آخر، وتؤدي إلى تغير فسيولوجي فيه.

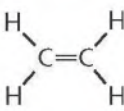
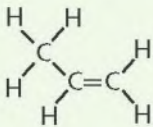
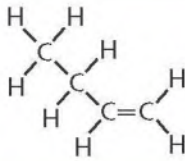
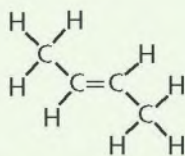
المفردات الجديدة

الألكين

الألكاين

اجابة سؤال النص :

C_6H_{12} و C_9H_{18}

الاسم	إيثين	بروبين	1- بيوتين	2- بيوتين
الصيغة الجزيئية	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8	C_4H_8
الصيغة البنائية				
الصيغة البنائية المكتفة	$CH_2=CH_2$	$CH_3CH=CH_2$	$CH_3CH_2CH=CH_2$	$CH_3CH=CHCH_3$

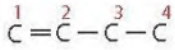
الشكل 6-12

الألكينات ذات السلاسل المتفرعة

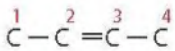
أو المستقيمة يجب ترقيمها باستخدام قواعد نظام الأيوبالك.

a. ألكينات ذات سلاسل

مستقيمة (غير متفرعة).



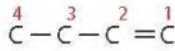
1 - بيوتين



2 - بيوتين

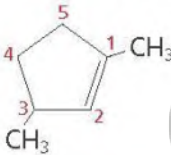


3 - بيوتين



1 - بيوتين

b. ألكينات حلقية



تسمية الألكينات تُسمى الألكينات بالطريقة المتبعة في تسمية الألكانات نفسها تقريباً. حيث تكتب أسماؤها بتغيير المقطع الأخير (ان) للألكان المناظر إلى المقطع (ين). ويُسمى الألكان الذي يتكون من ذرتي كربون الإيثان، في حين يسمى الألكين الذي يحتوي على ذرتي كربون الإيثين. وبطريقة مماثلة، فالألكين الذي يحتوي ثلاث ذرات كربون يسمى بروبين، ولالإيثين والبروبين إسمان قديمان أكثر شيوعاً، هما الإيثيلين والبروبيلين.

يتعين تحديد موقع الرابطة الثنائية لتسمية الألكينات ذات ذرات الكربون الأربع أو أكثر في السلسلة، كما في الأمثلة في الشكل 6-12a. ويتم هذا بترقيم ذرات الكربون في السلسلة الرئيسية ابتداءً من طرف السلسلة الذي يعطي أصغر رقم لأول ذرة كربون في الرابطة الثنائية. ثم يُستخدم هذا العدد في الاسم.

لاحظ أن البناء الثالث ليس "3-بيوتين" لأنه مطابق للبناء الأول، 1-بيوتين. لذا من الضروري أن تدرك أن 1-بيوتين و 2-بيوتين مادتان مختلفتان، لكل منهما صفاته الخاصة. وتُسمى الألكينات الحلقية تقريباً بالطريقة نفسها التي تُسمى بها الألكانات الحلقية، على أن تكون ذرة الكربون رقم 1 هي إحدى ذرتي الكربون المرتبطتين بالرابطة الثنائية. لاحظ ترقيم المركب في الشكل 6-12b. إن اسم هذا المركب هو 1،3-ثنائي ميثيل بنتين حلقية.

✓ **ماذا قرأت؟** استنتج لماذا يعد من الضروري تعيين موقع الرابطة الثنائية في اسم الألكين؟

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة اتبع عند تسميتها قواعد نظام الأيوبالك المستخدمة في تسمية الألكانات المتفرعة، على أن يؤخذ في الحسبان أمران، أولهما أن تكون السلسلة الرئيسية في الألكينات دائماً أطول سلسلة تحتوي على الرابطة الثنائية، سواء أكانت أطول سلسلة من ذرات الكربون أم لم تكن. وثانيهما أن يحدد موقع الرابطة الثنائية - وليس التفرعات - كيفية ترقيم السلسلة. لاحظ وجود سلسلتين من 4 - ذرات كربون في الجزء المبين في الشكل 6-13a، إلا أن السلسلة المحتوية على الرابطة الثنائية استخدمت وحدها أساساً للتسمية. إن هذا الألكين المتفرع هو 2-ميثيل بيوتين.

تحتوي بعض الهيدروكربونات غير المشبعة على أكثر من رابطة ثنائية أو ثلاثية. ويظهر عدد الروابط الثنائية في جزيئات من هذا النوع باستخدام البادئة (داي، تري، تيترا، وهكذا) قبل المقطع (ين). وترقم مواقع الروابط على أن تُنتج أصغر مجموعة من الأرقام. أي نظام ترقيم ستستخدم في المثال في الشكل 6-13b؟ ستستخدم البادئة (هبتا)؛ لأن الجزء يحتوي على سلسلة كربونية سباعية. ولأنها تحتوي على رابطتين ثنائيتين فإنك تستخدم البادئة (ثنائي) قبل المقطع (ين)، تُعطي الاسم هبتادايين. وبإضافة الرقمين 2 و 4 لتعيين مواقع الروابط الثنائية يصبح الاسم 4،2-هبتادايين.

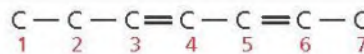
الشكل 6-13

ترقم مواقع الروابط الثنائية

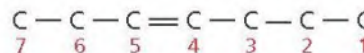
في الألكينات بطريقة تعطي أصغر مجموعة من

الأرقام. وينطبق هذا على الألكينات المستقيمة

والمتفرعة.

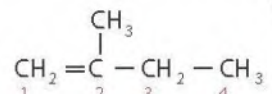


أو



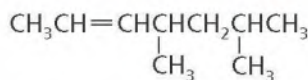
4،2 - هبتادايين

b. رابطتان ثنائيتان



2-ميثيل بيوتين

a. رابطة ثنائية واحدة



تسمية الألكينات المتفرعة

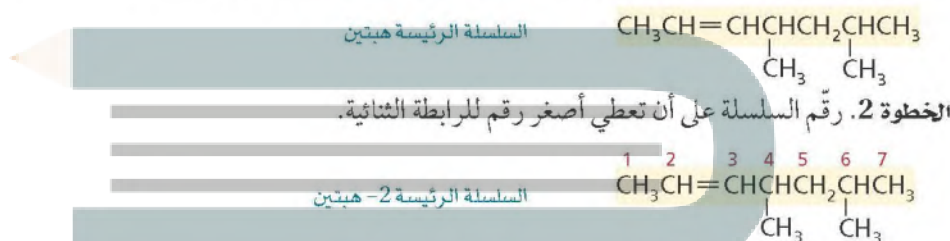
سمّ الألكين المجاور.

1 تحليل المسألة

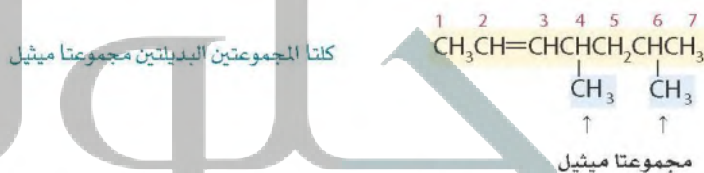
لقد أعطيت ألكيناً ذا سلسلة متفرعة تحتوي على رابطة ثنائية واحدة ومجموعتي ألكيل. اتبع قواعد نظام الأيوباك لتسمية المركب العضوي.

2 حساب المطلوب

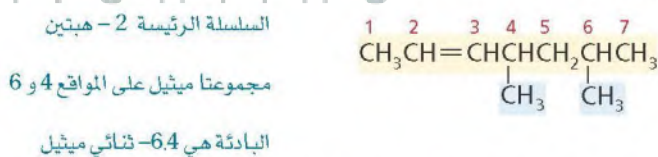
الخطوة 1. تحتوي أطول سلسلة كربونية متصلة توجد فيها الرابطة الثنائية على سبع ذرات كربون. ويسمى الألكان ذو ذرات الكربون السبع "هبتان"، ولكن يتغير الاسم إلى هبتين بسبب وجود الرابطة الثنائية.



الخطوة 3. سمّ كل مجموعة بديلة.



الخطوة 4. حدّد عدد كل مجموعة بديلة، وعين البادئة الصحيحة لتمثيل هذا العدد، ثمّ أدخل أرقام المواقع لتحصل على البادئة كاملة.

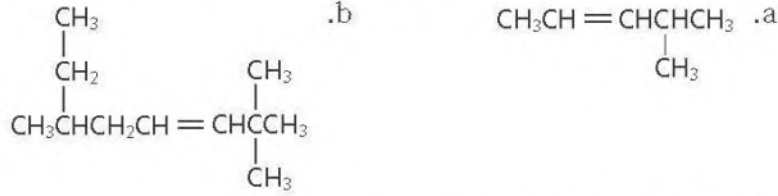


الخطوة 5. ليس هناك حاجة إلى كتابة أسماء التفرعات بالترتيب الهجائي؛ لأنها متماثلة. لذا أدخل البادئة الكاملة إلى اسم سلسلة الألكين الرئيسية، واستخدم الفواصل بين الأرقام، والشرطات بين الأرقام والكلمات، ثم اكتب الاسم: 6،4-ثنائي ميثيل 2-هبتين.

3 تقويم الإجابة

تحتوي أطول سلسلة كربونية على الرابطة الثنائية، وموقع الرابطة الثنائية له أصغر رقم ممكن. واستعملت البادئات الصحيحة وأسماء مجموعات الألكيل لتعيين التفرعات.

17. استخدم قواعد نظام الأيوباك لتسمية الصيغ البنائية IUPAC الآتية:



18. تحفيز ارسـم الصيغة البنائية للجزيء 1،3- بنتا ديين.

خصائص الألكينات واستخداماتها الألكينات، مثل الألكانات، مواد غير قطبية، لذا فإن ذائبيتها قليلة في الماء، وتكون درجات انصهارها وغلbianها منخفضة. لكن الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات؛ حيث إن الرابطة المشتركة الثانية تزيد من الكثافة الإلكترونية بين ذرتي الكربون، مهينةً بذلك موقعاً جيداً للنشاط الكيميائي. وهذا يجعل المواد المتفاعلة قادرة على جذب إلكترونات الرابطة باي بعيداً عن الرابطة الثنائية. ينتج العديد من الألكينات بصورة طبيعية في المخلوقات الحية. فالإيثين، على سبيل المثال، هرمون تُنتجه النباتات على نحو طبيعي، وهو المسؤول عن عملية النضج في الفواكه، ويؤدي دوراً في عملية تساقط أوراق الأشجار إيداناً بدخول فصل الشتاء. تنضج الفواكه الظاهرة في الشكل 14-6 وغيرها من المنتجات التي تُباع في محلات البقالة صناعياً عند تعريضها للإيثين. ويُعد الإيثين من المواد الأولية المستخدمة في تصنيع مادة بولي إيثيلين البلاستيكية المستخدمة في صناعة الكثير من المنتجات، ومنها الحقائق البلاستيكية والحبال وعلب الحليب. وهناك ألكينات أخرى مسؤولة عن روائح الليمون الأصفر، والليمون الأخضر، وأشجار الصنوبر.

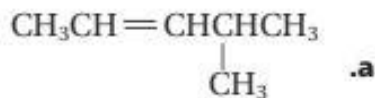
الشكل 14-6 استخدام الإيثين في إنضاج الثمر يسمح للمزارعين بجني الفواكه والخضراوات قبل أن تنضج. **فسر** لماذا يعد هذا نافعاً ومناسباً للمزارعين؟



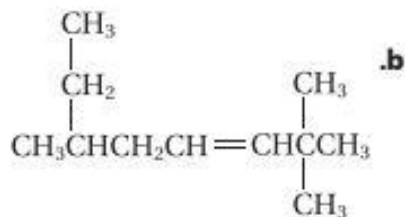
اجابة سؤال الشكل ١٤-٦ :

يمكن قطف المنتج الزراعي، ونقله إلى السوق، وبيعه كله في الوقت نفسه، مما يزيد من الأرباح.

17. استخدم قواعد نظام الأيوباك IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية:



4- ميثيل -2- بنتين



2, 2, 6- ثلاثي ميثيل -3- أوكتين

18. تحفيز ارسم الصيغة البنائية للجزيء 1، 3- بتادايين



أو



الشكل 6-15 تمثّل هذه النماذج البنائية الثلاثة الإيثاين.



نماذج الإيثاين (الأسيتيلين)

الألكينات Alkynes

تُسمى الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون الألكينات. وتشترك في الرابطة الثلاثية ثلاثة أزواج من الإلكترونات أحدها يكون رابطة سيجما

اجابة سؤال ماذا قرأت :

لرابطة الثلاثية كثافة إلكترونية عالية، ويُحفّز تجمع الإلكترونات فيها تكوين أقطاب في الجزيئات المجاورة، بحيث تجعل الجزيئات المجاورة غير متساوية الشحنة وذات نشاط كيميائي عالٍ.

✓ **ماذا قرأت؟** استنتج، اعتماداً على طبيعة روابط الإيثاين، لماذا يتفاعل بسرعة عالية مع الأكسجين؟

الجدول 6-6 أمثلة على الألكينات			
الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الصيغة البنائية المختصرة
إيثاين	C_2H_2	$H-C \equiv C-H$	$CH \equiv CH$
بروباين	C_3H_4	$H-C \equiv C-\overset{\overset{H}{ }}{C}-H$	$CH \equiv CCH_3$
1- بيوتاين	C_4H_6	$H-C \equiv C-\overset{\overset{H}{ }}{C}-\overset{\overset{H}{ }}{C}-H$	$CH \equiv CCH_2CH_3$
2- بيوتاين	C_4H_6	$H-\overset{\overset{H}{ }}{C}-C \equiv C-\overset{\overset{H}{ }}{C}-H$	$CH_3C \equiv CCH_3$

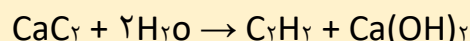
تحضير الإيثاين وملاحظة خصائصه

لماذا يستخدم الإيثاين في مشاغل اللحام؟

اجابة سؤال تحليل النتائج :

١ - الكثافة أقل من الهواء قليلاً .

٢ - المادة ذات تأثير قاعدي قد نتجت .
الأيون الموجب Ca^{2+} موجود في المحلول ،
وبالتالي المادة غير الذائبة هي $Ca(OH)_2$.



غبارها جلدك فافسله بالماء فوراً. وضعها في المحلول الذي في الكأس.

5. استخدم عود ثقاب لإشعال قطعة الخشب، وأنت تمسك بالمسطرة من الطرف المقابل. وقرب قطعة الخشب المشتعلة حالاً من انفقايع الناتجة عن التفاعل الحاصل في الكأس. ثم أطفئ قطعة الخشب بعد ملاحظة التفاعل.

6. استخدم ساق التحريك لطرد بعض فقائيع الإيثاين. هل تطفو في الهواء أم تغرق؟

7. اغسل الكأس الزجاجية جيداً، ثم أضف 25 mL ماء مقطراً وقطرة من محلول فينول فتالين. وضع قطعة صغيرة من CaC_2 في المحلول باستخدام الملقط، ثم لاحظ النتائج.

التحليل

1. استنتج ما الذي يمكنك أن تستنتجه حول كثافة الإيثاين مقارنة بكثافة الهواء؟

2. توقع يَتَجَّ تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء مادتين، الأولى: غاز الإيثاين C_2H_2 . فما المادة الثانية؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

خصائص الألكاينات واستعمالاتها للألكاينات خصائص فيزيائية وكيميائية شبيهة

بالألكينات. وتخضع الألكاينات لكثير من التفاعلات التي تخضع لها الألكينات، إلا أن الألكاينات أكثر نشاطاً من الألكينات عموماً؛ وذلك لأن الرابطة الثلاثية في الألكاينات تُشكّل كثافة إلكترونية أكبر مما في رابطة الألكينات الثنائية. إن هذا التجمع من الإلكترونات فعال في تحفيز تكوين الأقطاب في الجزئيات المجاورة، مما يجعلها غير متماثلة الشحنة، لذا تكون أكثر نشاطاً.

إن الإيثاين - المعروف بالأسيتيلين - ناتج ثانوي عن تنقية البترول، وينتج أيضاً بكميات كبيرة عن تفاعل كربيد الكالسيوم CaC_2 مع الماء. عندما يرد الإيثاين بكمية كافية من الأكسجين يحترق منتجاً لهباً ذا حرارة عالية جداً قد تصل إلى $3000^\circ C$ ، وتستعمل مشاعل الأسيتيلين عادةً في لحام الفلزات، كما في الشكل 6-16. ولأن الرابطة الثلاثية تجعل الألكاينات أكثر نشاطاً فإن الألكاينات البسيطة كالإيثاين تُتخذ مواد أولية في صناعة البلاستيك وغيرها من المواد الكيميائية العضوية المستخدمة في الصناعة.

الشكل 6-16 يتفاعل الإيثاين، أو الأسيتيلين، مع الأكسجين وفق المعادلة:



وتنتج كمية كافية من الحرارة تستعمل في لحام الفلزات.



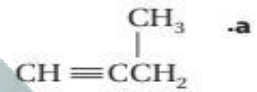
19. صف كيف تختلف الصيغ البنائية للألكينات والألكانات عن الصيغة البنائية للألكانات.

تحتوي الألكانات على روابط أحادية في بنائها، وتحتوي الألكينات على رابطة ثنائية واحدة على الأقل، في حين تحتوي الألكينات على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل في بنائها.

20. حدد كيف تختلف الخصائص الكيميائية للألكينات والألكانات مما تتصف به الألكانات.

تعد الألكينات والألكانات على درجة عالية من النشاط مقارنة بالألكانات؛ لأنها تحتوي على مناطق من الكثافة الإلكترونية المركزة التي تجذب المواد المتفاعلة ذات الشحنة المعاكسة.

21. سم الصيغ البنائية أدناه مُستخدمًا قواعد نظام الأيوباك.

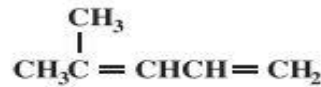


1-بيوتين

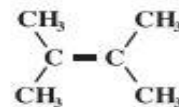


5-ميثيل-3-هبتين

22. اكتب الصيغة البنائية لـ 4-ميثيل-3، 1-بتاداين و 3، 2-ثنائي ميثيل-2-بيوتين



4-ميثيل-1، 3-بتاداين



3، 2-ثنائي ميثيل-2-بيوتين

23. استنتج كيف تقارن بين درجات الانصهار والتجمد لكل من الألكينات والألكانات التي تملكها على التوالي. اشرح الكربون نفسها؟ فسر إجابتك.

لأن الألكينات أكثر قطبية قليلاً من الألكانات، فإن درجات انصهارها وجليانها تكون أعلى. تدعم البيانات هذه الفرضية.

24. توقع ما الترتيبات الهندسية التي تتوقع أن تكونها الروابط المحيطة بذرة الكربون في الألكانات، والألكينات، والألكانات؟

تتوقع فرضية VSEPR الأشكال الهندسية التالية للروابط. ألكان، شكله رباعي الأوجه؛ ألكين، شكله مثلث مستو (مثلث مسطح)؛ ألكاين، شكله خطي.

متشكلات الهيدروكربونات

Hydrocarbon Isomers

الفكرة الرئيسية لبعض الهيدروكربونات الصيغة الجزيئية نفسها، لكنها تختلف في صيغها البنائية.

الربط مع الحياة هل قابلت يوماً توأمين متماثلين؟ للتوأمين المتماثلين التكوين الجيني نفسه، ومع ذلك فهما فردان مستقلان لكل منهما شخصيته. والمتشكلات شبيهة بالتوائم؛ إذ لها الصيغة الجزيئية نفسها، ولكنها تختلف في شكلها البنائي وخصائصها.

المتشكلات البنائية Structural Isomers

تفحص نماذج الألكانات الثلاثة في الشكل 6-17 لتحديد أوجه التشابه والاختلاف؛ إذ يحتوي كل من النماذج الثلاثة على 5 ذرات كربون و12 ذرة هيدروجين، لذا فإن لها الصيغة الجزيئية C_5H_{12} . ومع ذلك تمثل هذه النماذج ثلاثة تركيبات (ترتيبات) مختلفة من الذرات، وثلاثة مركبات مختلفة: بنتان، و-2-ميثيل بيوتان، و-2-ثنائي ميثيل بروبان. إن هذه المركبات الثلاثة هي متشكلات isomers. والمتشكلات عبارة عن اثنان أو أكثر من المركبات، لها الصيغة الجزيئية نفسها، إلا أنها تختلف في صيغها البنائية. لاحظ أن البنتان الحلقي والبنتان العادي ليسا متشكليين؛ لأن الصيغة الجزيئية للأول هي C_5H_{10} .

هناك فئتان رئيسيتان من المتشكلات. ويبين الشكل 6-17 مركبات تعد أمثلة على المتشكلات البنائية. وللمتشكلات البنائية الصيغة الجزيئية نفسها، إلا أن مواقع (ترتيب) الذرات فيها تختلف. وعلى الرغم من اشتراك المتشكلات البنائية في الصيغة الجزيئية نفسها إلا أنها تختلف في خصائصها الكيميائية والفيزيائية. وتلعب هذه الملاحظة أحد أهم مبادئ الكيمياء الذي ينص على أن "بناء المادة يحدد خصائصها". كيف يرتبط نمط تغير درجات غليان متشكلات C_5H_{12} بصيغها البنائية؟

كلما زاد عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون ازداد عدد المتشكلات البنائية المحتملة. فعلى سبيل المثال، هناك 9 ألكانات ذات الصيغة الجزيئية C_7H_{16} . وهناك أكثر من 300,000 متشكل بنائي يحمل الصيغة الجزيئية $C_{20}H_{42}$.

- تمييز بين الفئتين الرئيسيتين للمتشكلات البنائية والفراغية.
- تفرّق بين المتشكلات الهندسية ذات البادئة سيس والبادئة ترانس.
- تصف الاختلاف البنائي في الجزيئات التي تنتج عن المتشكلات الضوئية.

مراجعة المفردات

الإشعاع الكهرومغناطيسي؛

أمواج مستعرضة تحمل الطاقة خلال الفراغ.

المفردات الجديدة

المتشكلات

المتشكلات البنائية

المتشكلات الفراغية

المتشكلات الهندسية

الكيرالية

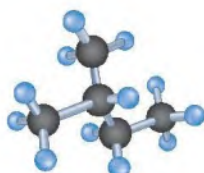
ذرة الكربون في الثلاثة

اجابة سؤال النص :

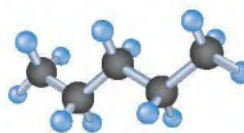
درجة الغليان تزداد كلما قل التفرع في الجزيء وأصبح أقرب إلى الشكل الخطي.



2,2-ثنائي ميثيل بروبان
درجة الغليان = 9°C

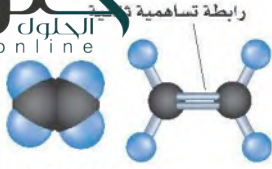


2-ميثيل بيوتان
درجة الغليان = 28°C



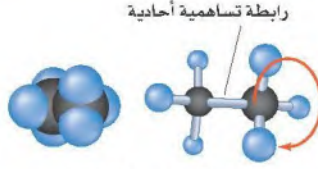
بنتان
درجة الغليان = 36°C

الشكل 6-17 إن هذه المركبات المشتركة في الصيغة الجزيئية متشكلات بنائية. لاحظ الاختلاف في درجات غليانها.



رابطه تساهمية ثنائية
ذرات الكربون ثابتة في موقعها
احتمالية الدوران معدومة

إيثين



رابطه تساهمية أحادية
ذرات الكربون حرة الدوران

إيثان

الشكل 6-18 تكون ذرتا الكربون المرتبطتان برابطة

تساهمية أحادية في الإيثان حرة الدوران حول الرابطة، في حين تقاوم ذرتا الكربون الثنائيتا الرابطة في الإيثين عملية الدوران.

فسر كيف يؤثر اختلاف القدرة على الدوران في الذرات أو مجموعات الذرات المرتبطة بذرات الكربون ذات الرابطة الأحادي أو الثنائي.

اجابة سؤال الشكل 6-18 :

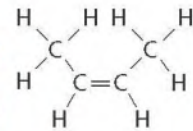
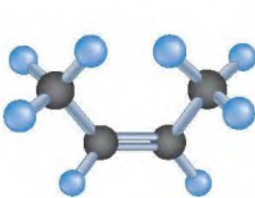
إن مجموعات الذرات المرتبطة مع ذرات كربون أحادية الربط غير ثابتة في الفراغ؛ حيث تدور مع ذرات الكربون. إلا أن مجموعات الذرات المرتبطة مع ذرات الكربون ثنائية الربط ثابتة في الفراغ بالنسبة إلى بعضها بعضاً؛ لأن الرابطة الثنائية تمنع ذرات الكربون من الدوران.

متشكلات ترتبط فيها الذرات بالترتيب نفسه، ولكنها تختلف في ترتيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ). وهناك نوعان من المتشكلات: أحدهما في الألكانات، التي تحتوي على روابط أحادية، حيث تكون ذرتا الكربون المرتبطتان برابطة أحادية قادرتين على الدوران بسهولة إحداهما حول الأخرى. والثانية في الألكينات عند وجود رابطة تساهمية ثنائية، حيث لا يسمح للذرات بالدوران، وتبقى ثابتة في مكانها، كما في الشكل 6-18.

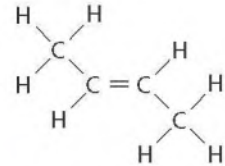
قارن بين الصيغتين البنائيتين المحتملتين لـ 2-بيوتين في الشكل 6-19. إن التركيب الذي تكون فيه مجموعتا الميثيل في الجهة نفسها من الجزيء يُشار إليه بالبائدة (سيس)، في حين يُشار إلى التركيب الذي تكون فيه مجموعتا الألكيل في جهتين متقابلتين من الجزيء بالبائدة (ترانس). وهذه المصطلحات مشتقة من اللغة اللاتينية: (سيس) تعني الجهة نفسها، و(ترانس) تعني الجهة الأخرى. ولأن ذرات الكربون الثنائية الربط غير قادرة على الدوران فإن التركيب سيس لا يستطيع التحول بسهولة إلى التركيب ترانس.

الشكل 6-19 يختلف هذان المتشكلاتان لـ 2-بيوتين في الترتيب الفراغي لمجموعتي الميثيل عند الأطراف، لا تستطيع ذرات الكربون الثنائية

الربط الدوران بعضهما حول بعض، فتبقى مجموعتا الميثيل ثابتتين في أحد هذه الترتيبات.



سيس-2-بيوتين (C_4H_8)
درجة الانصهار = $-139^\circ C$
درجة الغليان = $3.7^\circ C$



ترانس-2-بيوتين (C_4H_8)
درجة الانصهار = $-106^\circ C$
درجة الغليان = $0.8^\circ C$

واقع الكيمياء في الحياة

الدهون غير المشبعة



المتشكلات في الغذاء تسمى الدهون ذات متشكلات ترانس بدهون ترانس. ونحضر الكثير من الأطعمة المغلفة باستخدام دهون ترانس؛ لأن لها فترة حفظ أطول. وتشير الدلائل إلى أن هذه الدهون تزيد من نوع الكوليسترول الضار، وتقلل من النوع النافع، مما يزيد من احتمالية الإصابة بأمراض القلب.

اجابة سؤال ماذا قرأت :

للمتشكلات البنائية الصيغة الكيميائية نفسها، ولكن ذراتها مرتبطة بترتيبات مختلفة. أما المتشكلات الهندسية فهي متشكلات بنائية لها ترتيبات مختلفة للمجموعات حول الرابطة الثنائية.

الشكل 20-6 إن انعكاس يديك اليمنى في المرآة يبدو تمامًا مثل يديك اليسرى.



وتسمى المتشكلات الناتجة عن اختلاف ترتيب المجموعات واتجاهها حول الرابطة الثنائية بالمتشكلات الهندسية. لاحظ أن اختلاف الترتيب الهندسي يؤثر في الخصائص الفيزيائية للمتشكلات الهندسية، ومنها درجات الانصهار والغليان. وتختلف المتشكلات الهندسية أيضًا في بعض خصائصها الكيميائية. وإذا كان المركب نشطًا بيولوجيًا، كما هو الحال في مركبات الأدوية، كان لمتشكلات سيس و ترانس عادة تأثيرات مختلفة وواضحة جدًا.

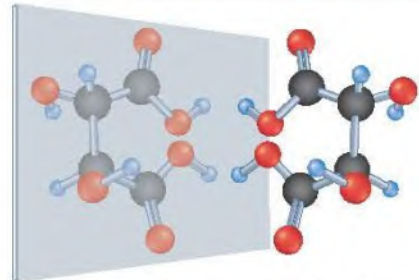
✓ ماذا قرأت؟ فسّر كيف تختلف المتشكلات البنائية عن المتشكلات الهندسية؟

الكيرالية Chirality

الربط مع علم الأحياء في عام 1848م، أعلن الكيميائي الفرنسي الشاب لويس باستور (1822-1895م) عن اكتشافه وجود بلورات المركب العضوي حمض الطرطريك، في صورتين، العلاقة بينهما كعلاقة جسم وصورة في المرآة. ولأن يدي الإنسان كل منهما صورة للأخرى في المرآة، كما في الشكل 20-6، لذا سُميت أشكال البلورات نموذج اليد اليمنى ونموذج اليد اليسرى. ولشكلي حمض الطرطريك الخصائص الكيميائية نفسها، وكذلك لها درجة الانصهار، والكثافة، والذائبية في الماء نفسها، غير أن شكل اليد اليسرى نتج عن عملية التخمر، ويسبب تكاثر البكتيريا بعد تغذيتها عليه.

يظهر الشكلان البلوريان لحمض الطرطريك في التركيبين في الشكل 21-6. ويُطلق اليوم على هذين الشكلين D - حمض الطرطريك، و L - حمض الطرطريك. ويرمز الحرفان D و L إلى البادئين اللاتينيين (dextro) وتعني

الشكل 21-6 تمثل هذه النماذج شكلي حمض الطرطريك اللذين درسهما باستور. إذا انعكس النموذج الأيمن لحمض الطرطريك (D - حمض الطرطريك) في المرآة تصبح صورته نموذجًا لحمض الطرطريك الأيسر (L - حمض الطرطريك).



L- حمض الطرطريك

D- حمض الطرطريك

جهة اليمين، و (levo) وتعني جهة اليسار. وتُسمى الخاصية التي يملكها الجزيء في صورتين إحداهما تشبه صورة اليد اليمنى والأخرى تشبه صورة اليد اليسرى الكيرالية. وتتمتع الكثير من المواد الموجودة في المخلوقات الحية - ومنها الحموض الأمينية المكوّنة للبروتينات - بهذه الكيرالية. وتستفيد المخلوقات الحية عمومًا من تركيب كيرالي واحد فقط من المادة؛ لأن هذا الشكل وحده يتلاءم مع الموقع النشط في الإنزيم.

المتشكلات الضوئية Optical Isomers

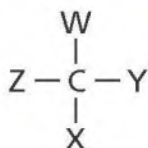
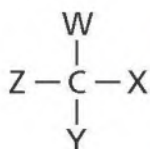
أدرك الكيميائيون في العقد السادس من القرن التاسع عشر 1860م وجود خاصية الكيرالية في المركب الذي يحتوي على ذرة كربون غير متماثلة. وذرة الكربون غير المتماثلة هي تلك التي ترتبط بأربع ذرات أو مجموعات ذرات مختلفة. إذ يمكن دائمًا ترتيب المجموعات الأربع بطريقتين مختلفتين. فمثلاً، افترض أن المجموعات W و X و Y و Z مرتبطة مع ذرة الكربون نفسها في التركيبين المبيينين في الشكل 22-6، فستلاحظ أن سبب الاختلاف بين التركيبين هو تبديل مواقع المجموعتين X و Y. ولا تستطيع تدوير الشكلين بأي طريقة ليصبحا متطابقين تمامًا.

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

والآن افترض أنك بنيت نماذج لهذين الشكلين، فهل توجد أي طريقة تستطيع بها تحويل أحد هذين الشكلين ليبدو مثل الآخر تمامًا؟ (بغض النظر عن بروز الأحرف إلى الأمام أو الخلف). ستكتشف أنه ليس هناك طريقة لإنجاز هذه المهمة دون إزالة X و Y من ذرة الكربون وتبديل موقعيهما. لذا فإن الجزيئين مختلفان حتى لو كانا يبدوان متشابهين كثيرًا.

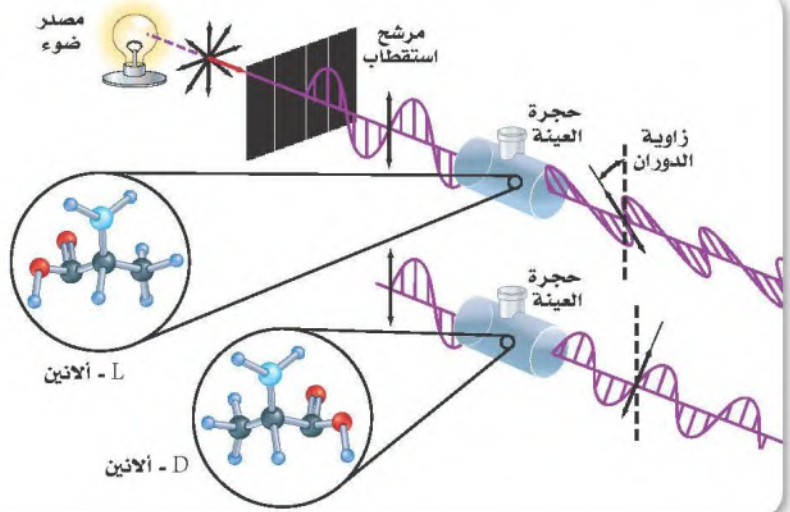
المتشكلات الضوئية متشكلات فراغية ناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات الأربع المختلفة والموجودة على ذرة الكربون نفسها لها الخصائص الفيزيائية والكيميائية نفسها إلا أن تفاعلاتها الكيميائية تعتمد على الكيرالية. ما عدا التفاعلات الكيميائية التي تكون فيها الكيرالية مهمة، ومنها التفاعلات المحفزة



الشكل 22-6 تمثل هذه النماذج جزيئين مختلفين، جرى تبديل مواقع المجموعتين X و Y فيهما.

الشكل 6-23

يُنْتِج الضوء المستقطب بتمرير الضوء العادي من خلال مرشح (فلتر) يبت فقط الموجات الضوئية التي تقع في مستوى واحد. تقع الموجات الضوئية المرشحة (المفلترة) في مستوى عمودي قبل أن تمر خلال العينة. ويؤدي التشكلان إلى دوران الضوء في اتجاهين مختلفين.



بالإنزيمات في الأنظمة البيولوجية. فخلايا بشرية مثلاً تسمح بدخول الحموض الأمينية من نوع (L) فقط في بناء البروتينات. كما أن النوع (L) من حمض الإسكوريك فعال بوصفه فيتامين C. وتعد الكيرالية في جزيء الدواء مهمة أيضاً. فمثلاً يكون متشكل واحد فقط في بعض الأدوية فعالاً في حين قد يكون الآخر ضاراً.

الدوران الضوئي إن التشكلات التي يكون كل منها صورة مرآة للآخر تُسمى التشكلات الضوئية؛ لأنها تؤثر في الضوء المار خلالها. عادةً تتحرك الأمواج الضوئية في حزمة الضوء الصادرة عن الشمس أو المصباح في المستويات المحتملة جميعها، ولكن يمكن تصفية الضوء أو عكسه بطريقة تجعل الأمواج الناتجة جميعها تقع في المستوى نفسه. ويُسمى هذا النوع من الضوء الناتج الضوء المستقطب.

عندما يمر الضوء المستقطب خلال مجلول يحتوي على متشكل ضوئي فإن مستوى الاستقطاب يدور إلى اليمين (مع عقارب الساعة، عندما تنظر إلى مصدر الضوء) بتأثير متشكل D، أو إلى اليسار (عكس عقارب الساعة) بتأثير متشكل L، مُنتجاً التأثير المُسمى **الدوران الضوئي**. ويظهر هذا التأثير في الشكل 6-23.

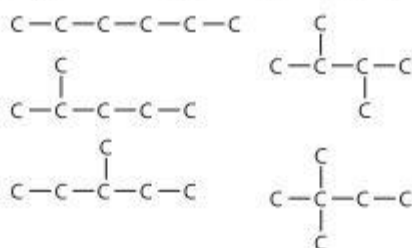
قد يكون L- ميثول أحد التشكلات الضوئية التي تستخدمها في حياتك. ولهذا المتشكل الطبيعي نكهة النعناع الحادة، وله تأثير منعش أيضاً. أمّا المتشكل الآخر (صاحب صورة المرأة) D- ميثول فليس له التأثير المنعش الخاص بـ L- ميثول نفسه.

التقويم 4-6

الخلاصة

25. **الفكرة الرئيسية** اكتب المتشكلات البنائية المحتملة للألكان ذي الصيغة الجزيئية C_6H_{14} جميعها، على أن تظهر فقط سلاسل الكربون.
26. **هَسْر** الفرق بين المتشكلات البنائية والمتشكلات الفراغية.
27. **ارسم** أشكال كل من سيس-3-هكسين وترانس-3-هكسين.
28. **استنتج** لماذا تستفيد المخلوقات الحية من شكل كيرالي واحد فقط من المادة؟
29. **قَوِّم** يُنتج تفاعل معين 80% ترانس-2-بنتين و 20% سيس-2-بنتين. ارسم شكل هذين المتشكلين الهندسيين، وكون فرضية لتفسير سبب تكون المتشكلين بهذه النسبة.
30. **اعمل نماذج** ابتداءً بذرة كربون واحدة، ارسم متشكلين ضوئيين يربط الذرات أو المجموعات الآتية مع ذرة الكربون:
 $-H$, $-CH_3$; $-CH_2CH_3$; $-CH_2CH_2CH_3$.
- المتشكلات مركبان أو أكثر لها الصيغة الجزيئية نفسها، ولكنها تختلف في صيغها البنائية.
- تختلف المتشكلات البنائية في الترتيب الذي ترتبط به الذرات معًا.
- ترتبط الذرات جميعها في المتشكلات الفراغية بالترتيب نفسه، ولكنها تختلف في تركيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ).

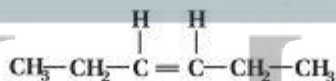
25. اكتب المتشكلات البنائية المحتملة للألكان ذي الصيغة C_6H_{14} جميعها، على أن تظهر فقط سلاسل الكربون.



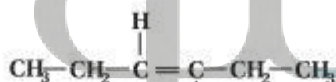
ستتضمن الإجابات 5 متشكلات بنائية هي، 2- ميثيل بنتان، 3- ميثيل بنتان، 2، 3 ثنائي ميثيل بيوتان، 2، 2- ثنائي ميثيل بيوتان، وهكسان.

26. فسّر الفرق بين المتشكلات البنائية والمتشكلات الفراغية. تختلف المتشكلات البنائية بعضها عن بعض في الترتيب الذي ترتبط به ذراتها معاً؛ ففي الوقت الذي تكون فيه الذرات في المتشكلات الفراغية مرتبطة بالترتيب نفسه فإنها تكون مختلفة في ترتيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ).

27. ارسم أشكال كل من سيس-3-هكسين وترانس-3-هكسين.



سيس-3-هكسين



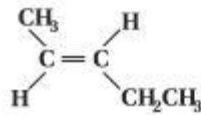
ترانس-3-هكسين

لرسم الصيغ البنائية. تقع ذرات الهيدروجين المرتبطة مع ذرات الكربون الثنائية الربط في سيس-3-هكسين على الجهة نفسها من السلسلة الكربونية. أما في تركيب ترانس فتقع ذرات الهيدروجين على جهات متعاكسة من السلسلة الكربونية.

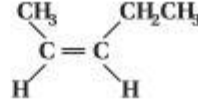
28. استنتج لماذا تستفيد المخلوقات الحية من شكل كيرالي واحد فقط من المادة؟

تستفيد المخلوقات الحية عمومًا من تركيب كيرالي واحد فقط في المادة؛ لأن هذا التركيب وحده يتلاءم مع الموقع النشط في الإنزيم.

29. قوّم يُنتج تفاعل معين 80% ترانس-2-بنتين و20% سيس-2-بنتين. ارسم شكل هذين المتشكّلين الهندسيين، وكوّن فرضية لتفسير سبب تكون المتشكّلين بهذه النسبة.



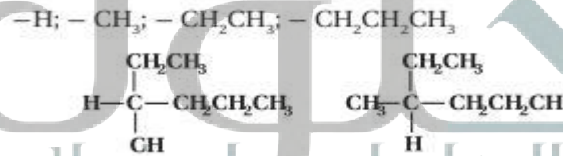
ترانس-2-بنتين



سيس-2-بنتين

يوضح الرسم الصيغ البنائية. يُنتج متشكل ترانس بنسبة أعلى؛ لأن بناءه يسمح لمجموعتي الميثيل والإيثيل الكبيرتين بالتباعد بعضهما عن بعض أكثر من تركيب سيس.

30. اعمل نماذج ابتداءً بذرة كربون واحدة، ارسم متشكّلين ضوئيين بربط الذرات أو المجموعات التالية مع ذرة الكربون:



يجب أن تظهر الأشكال المجموعات المعطاة مرتبطة مع ذرة كربون واحدة. كما يجب أن تختلف في كون اثنتين من المجموعات المرتبطة في الفراغ قد عكس مكان كل منهما.

- تقارن بين خواص الهيدروكربونات الأروماتية والأليفاتية.
- توضح المقصود بالمادة المسرطنة وتذكر بعض الأمثلة عليها.
- تسمي المركبات الهيدروكربونية الأروماتية.

مراجعة المفردات

المجالات المهجنة: دمج المجالات الإلكترونية المختلفة في الشكل والطاقة للحصول على مجالات إلكترونية متباعدة الشكل والطاقة.

المضردات الجديدة

المركب الأروماتي
المركب الأليفاتي

الهيدروكربونات الأروماتية

Aromatic Hydrocarbons

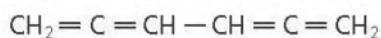
الفكرة الرئيسية تتصف الهيدروكربونات الأروماتية بدرجة عالية من الثبات بسبب بنائها الحلقي، حيث الأزواج الإلكترونية غير متمركزة.

الربط مع الحياة ما الشيء المشترك بين الأنسجة ذات الألوان الزاهية والزيوت العطرية (الطيارة) المستخدمة في العطور؟ كل منهما يحتوي على هيدروكربونات أروماتية.

الصيغة البنائية للبنزين The Structure of Benzene

إن الأصباغ الطبيعية - ومنها تلك الموجودة في الأنسجة الظاهرة في الشكل 24-6 - والزيوت العطرية، تحتوي على صيغ بنائية ذات حلقة كربون سداسية. وقد عرفت هذه المركبات واستخدمت منذ قرون. فقد كان لدى الكيميائيين في منتصف القرن التاسع عشر معرفة ودراية أساسية بأشكال الهيدروكربونات البنائية ذات الروابط المشتركة الأحادية والثنائية والثلاثية. ومع ذلك بقيت بعض التركيب الحلقية غامضة.

إن أبسط مثال على هذه الفئة من الهيدروكربونات هو البنزين، الذي عُزل أول مرة عام 1825م على يد الفيزيائي البريطاني مايكل فاراداي Michael Faraday (1791-1867م) من الغازات المنبعثة عند تسخين زيوت الحيتان أو الفحم. ورغم قيام الكيميائيين بتحديد صيغة البنزين الجزيئية بـ C_6H_6 إلا أنه كان من الصعب عليهم تحديد البناء الهيدروكربوني الذي يعطي هذه الصيغة. فصيغة الهيدروكربون المشبع ذي ذرات الكربون الست هي C_6H_{14} . ولأن جزيء البنزين ينقصه القليل من ذرات الهيدروجين، فقد استنتج الكيميائيون أن من الضروري أن يكون غير مشبع؛ وهذا يعني أن لديه بعض الروابط الثنائية أو الثلاثية أو كليهما معاً. واقترحوا الكثير من الصيغ البنائية المختلفة، ومنها الصيغة أدناه التي اقترحت عام 1860م.



الشكل 24-6 استعملت الأصباغ لإنتاج الأنسجة

ذات الألوان الزاهية على مر العصور.

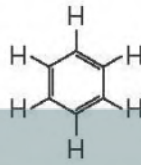
قَسْر ما الشيء المشترك بين الأصباغ الطبيعية والزيوت الطيارة (العطرية) المستخدمة في العطور؟

اجابة سؤال الشكل ٢٤-٦ :

تحتوي على صيغ بنائية ذات حلقة سداسية من ذرات الكربون.

وعلى الرغم من أن الصيغة الجزيئية لهذه الصيغة البنائية هي C_6H_6 الهيدروكربون غير مستقر وشديد التفاعل؛ لوجود العديد من الروابط الثنائية، إلا أن البنزين مادة غير نشطة كيميائياً، ولا تتفاعل بالطرائق التي تتفاعل بها الألكينات والألكينات عادة. ولهذا السبب استنتج العلماء أن مثل هذه الصيغة البنائية غير صحيحة.

حلم كيكولي في عام 1865م اقترح الكيميائي الألماني فريدريك أوجست كيكولي Friedric August Kekulé (1829-1896م) صيغةً بنائيةً مختلفةً للبنزين - وهي شكل سداسي يتكون من ذرات الكربون تتناوب فيه الروابط الأحادية والثنائية. فكيف تُقارَن الصيغة الجزيئية لهذا الشكل بالصيغة الجزيئية للبنزين؟



ادّعى كيكولي أنه رأى الصيغة البنائية للبنزين في المنام عندما غلبه النعاس أمام الموقد في مدينة "جنت"، ببلجيكا، إذ قال إنه حلم بـ "أوروبوروس، Ouroboros"، وهو شعار مصري قديم تظهر فيه أفعى تفترس ذيلها، مما جعله يفكر في الشكل الحلقي. ويفسر الشكل السداسي المسطح الذي اقترحه كيكولي بعض خصائص البنزين، ولكنه لا يفسر ضعف نشاطه الكيميائي.

نموذج البنزين الحديث أكدت الأبحاث منذ اقتراح كيكولي أن الصيغة البنائية للبنزين هي فعلاً الشكل السداسي. وعلى الرغم من ذلك لم يُفسر ضعف النشاط الكيميائي للبنزين حتى 1930م، عندما اقترح لينوس باولينج نظرية المجالات المهيجنة، وعند تطبيقها على البنزين تبأت هذه النظرية أن أزواج الإلكترونات المكونة لروابط البنزين الثنائية لا تتجمع بين ذرتي كربون محدّتين كما هو الحال في الألكينات. وعوضاً عن ذلك تكون أزواج الإلكترونات غير متمركزة (متحركة) delocalized، مما يعني أنها تشترك في جميع ذرات الكربون الست في الحلقة.

والشكل 25-6 يوضح أن عدم التمرکز هذا يجعل جزيء البنزين ثابتاً كيميائياً؛ لأن الإلكترونات المشتركة مع ست نوى كربون يصعب سحبها بعيداً مقارنة بالإلكترونات الثابتة حول نواتين فقط. ولا تُكتب ذرات الهيدروجين الست عادةً في الشكل، ولكن من الضروري أن تذكر أنها موجودة. وفي هذا التمثيل ترمز الدائرة في منتصف الشكل السداسي إلى الغيمة المكونة من أزواج الإلكترونات الثلاثة.



الشكل 25-6 تتوزع إلكترونات البنزين الرابطة بالتساوي في صورة كعكة ثنائية حول الحلقة بدلاً من البقاء قريبة من الذرات المنفردة.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال

الشائع

أروماتي (Aromatic)

الاستعمال العلمي: مركب عضوي ثابت التركيب بسبب عدم بقاء الإلكترونات في مكان واحد.

كأن نقول مثلاً: البنزين مركب أروماتي

الاستعمال الشائع: لها رائحة قوية.

كأن نقول مثلاً: هذا العطر ذو رائحة قوية.

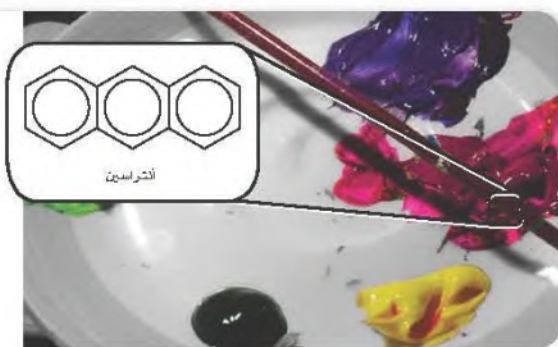
اجابة سؤال النص :

كلتا الصيغتين الجزيئيتين

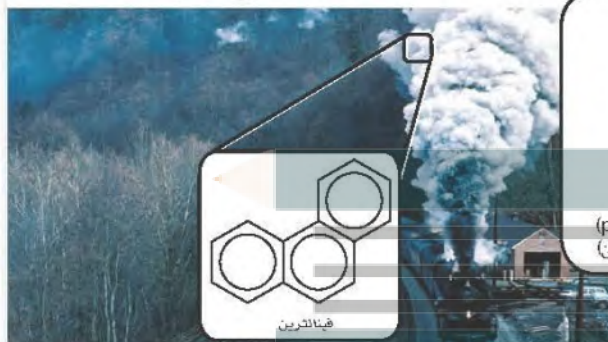
متطابقتان , C_6H_6



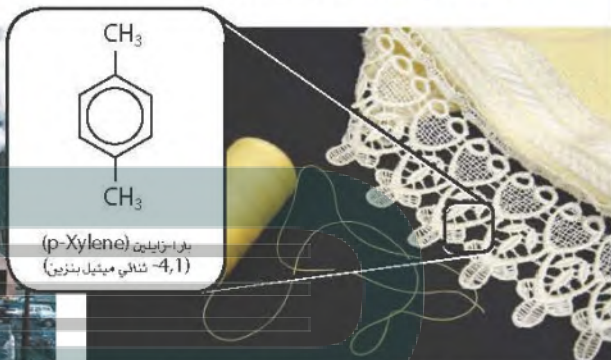
يستخدم النفثالين في عمل الأصباغ ويتخذ طارداً للعث.



يستخدم الأنثراسين في إنتاج الأصباغ والدهان.



يكثر الفينانثرين في الجو بسبب الاحتراق غير الكامل للهيدروكربونات.



يستخدم الزايلين في عمل ألياف البوليستر والأنسجة.

المركبات الأروماتية Aromatic Compounds

الشكل 26-6 توجد الهيدروكربونات الأروماتية في البيئة بسبب الاحتراق غير الكامل للهيدروكربونات وتستخدم في صناعة الكثير من المنتجات.

اجابة سؤال النص :

الدهن البقري , دهن الخروف , دهن الدجاج .

اجابة سؤال ماذا قرأت :

استخدمت هذه المصطلحات باستمرار على مر السنين، وأصبحت جزءاً من اللغة .

تُسمى المركبات العضوية التي تحتوي على حلقات البنزين جزءاً من بنائها المركبات الأروماتية. استخدم المصطلح أروماتي (aromatic) في الأصل لأن الكثير من المركبات المرتبطة مع البنزين والمعروفة في القرن التاسع عشر، وُجدت في الزيوت ذات الرائحة الطيبة الموجودة في البهارات، والفواكه، وغيرها من أجزاء النباتات. وتسمى الهيدروكربونات مثل الألكانات، والألكينات والألكاينات المركبات الأليفاتية لتمييزها عن المركبات الأروماتية. وكلمة أليفاتي (aliphatic) يونانية الأصل، تعني الدهن. وذلك أن الكيميائيين القدامى حصلوا على المركبات الأليفاتية بتسخين دهون الحيوانات وشحومها. ما الأمثلة على الدهون الحيوانية التي قد تحتوي على مركبات أليفاتية؟

✓ **ماذا قرأت؟** استنتج لماذا استمر الكيميائيون في استخدام مصطلحي المركبات الأروماتية والمركبات الأليفاتية إلى الآن؟

تظهر الصيغة البنائية لبعض المركبات الأروماتية في الشكل 26-6. لاحظ أن الصيغة البنائية للنفتالين تبدو كحلقتي بنزين متلاصقتين جنباً إلى جنب. وبعد النفثالين مثلاً على نظام الحلقات المتحممة (fused)، بحيث يحتوي المركب العضوي على حلقتين أو أكثر تشتركان في الضلع نفسه. وتشارك ذرات الكربون المكونة للحلقات بالإلكترونات كما في البنزين.

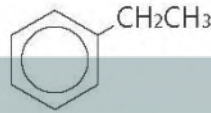
تسمية المركبات العضوية الأروماتية للمركبات الأروماتية القادرة على الاحتفاظ

مجموعات مختلفة مرتبطة مع ذرات الكربون فيها كبقية الهيدروكربونات. فمثلاً، يتألف ميثيل البنزين، المعروف أيضاً بـ (التولوين toluene)، من مجموعة ميثيل مرتبطة مع حلقة البنزين بدلاً من ذرة هيدروجين واحدة. ومتى وجدت مجموعة بدلية مرتبطة مع حلقة البنزين تذكر أن ذرة الهيدروجين لم تعد هناك.

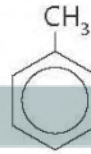
وتسمى مركبات البنزين ذات المجموعات البديلة بطريقة الألكانات الحلقية نفسها. فعلى سبيل المثال، يحتوي إيثيل بنزين على مجموعة إيثيل، المكوّنة من ذرتي كربون متصلة بالحلقة، ويحتوي 1،4-ثنائي ميثيل بنزين، para - xylene، على مجموعتي ميثيل متصلتين بالموقعين 1 و 4.



1، 4-ثنائي ميثيل بنزين



إيثيل بنزين



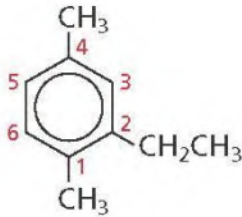
ميثيل بنزين
(تولوين)

وترقّم حلقات البنزين المتفرعة تماماً مثل الألكانات الحلقية المتفرعة بطريقة تعطي أصغر أرقام ممكنة لمواقع المجموعات البديلة أو (التفرعات)، كما في الشكل 27-6. إن ترقيم الحلقة - كما هو مبين - يعطي الأرقام 1، 2، و 4 لمواقع المجموعات البديلة. ولأن كلمة إيثيل تأتي قبل ميثيل في الترتيب الهجائي، لذا فإنها تكتب أولاً على الصورة: 2-إيثيل - 1، 4-ثنائي ميثيل بنزين.

✓ **ماذا قرأت؟** فسر ماذا تعني الدائرة داخل الحلقة السداسية الظاهرة في الشكل 27-6؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تشارك الإلكترونات ذرات الكربون الست في الحلقة جميعها .

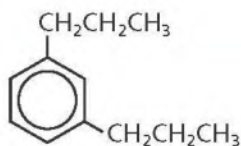


2 - إيثيل - 1، 4 - ثنائي ميثيل بنزين

الشكل 27-6 تسمى حلقات البنزين ذات

التفرعات بطريقة تسمية الألكانات الحلقية نفسها.

تسمية المركبات الأروماتية سم المركب الأروماتي الآتي.

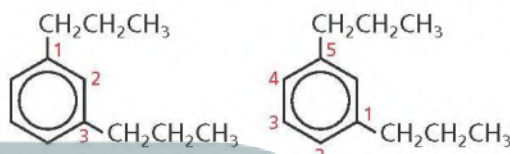


1 تحليل المسألة

لقد أعطيت مركباً أروماتياً، اتبع القواعد لتسميته.

2 حساب المطلوب

الخطوة 1. رقم ذرات الكربون لإعطاء أصغر أرقام ممكنة.



إن الرقمين 1 و 3 كما ترى أصغر من الرقمين 1 و 5.

لذا فإن الأرقام التي يجب استخدامها لترقيم الهيدروكربون هي 1 و 3.

الخطوة 2. حدّد أسماء المجموعات البديلة. إذا تكررت المجموعة نفسها أكثر من مرة فأضف البادئة الدالة على عدد المجموعات الموجودة.

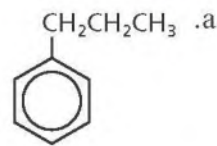
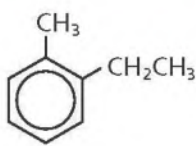
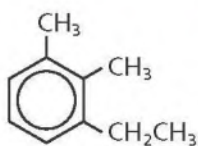
الخطوة 3. جمع الاسم، ورتب المجموعات البديلة هجائياً، مستخدماً الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات، ثم اكتب الاسم على الصورة 1، 3- ثنائي بروبيل بنزين.

3 تقويم الإجابة

رُقمّت حلقة البنزين لتعطي الفترات أصغر مجموعة ممكنة من الأرقام، وحددت أسماء المجموعات البديلة على نحو صحيح.

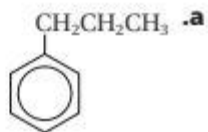
مسائل تدريبية

31. سم الصيغ البنائية الآتية:

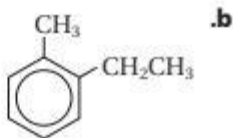


32. تحفيز ارسم الصيغة البنائية للمركب 1، 4- ثنائي ميثيل بنزين.

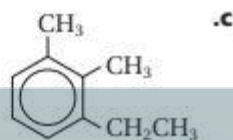
31. سمِّ الصيغ البنائية التالية:



بروبيل بنزين



1- إيثيل -2- ميثيل بنزين



1- إيثيل -2، 3- ثنائي ميثيل بنزين

32. تحفيز ارسم الصيغة البنائية للمركب 1، 4- ثنائي ميثيل بنزين.





بنزوباييرين

المواد المسرطنة شاع سابقاً استخدام الكثير من المركبات الأروماتية، وبخاصة البنزين والتولوين والإكزايلين، بوصفها مذيبيات صناعية ومختبرية، إلا أن الاختبارات أظهرت ضرورة الحد من استخدام هذه المركبات؛ لأنها تؤثر في صحة الأشخاص المعرضين لها بصورة متكررة. وتشمل المخاطر الصحية المرتبطة مع المركبات الأروماتية أمراض الجهاز التنفسي، والمشاكل المتعلقة بالكبد، وتلف الجهاز العصبي. وبالإضافة إلى هذه المخاطر فإن بعض المركبات الأروماتية مواد مسرطنة، أي تسبب مرض السرطان.

إن أول مادة مسرطنة تمّ تعرّفها هي مادة أروماتية اكتشفت في القرن العشرين في سناج المداخن. وقد عُرف منظفو المداخن في بريطانيا بإصابتهم بالسرطان بمعدلات عالية جداً. واكتشف العلماء أن السبب في ذلك يعود إلى المركب الأروماتي بنزوباييرين الظاهر في الشكل 28-6، وهو ناتج ثانوي عن احتراق المخالط المعقدة من المواد العضوية، ومنها الخشب والفحم. وعُرفت أيضاً بعض المركبات الأروماتية الموجودة في الجازولين على أنها مسرطنة.

الشكل 28-6 بنزوباييرين مادة كيميائية مسببة للسرطان، توجد في الرماد، وفي دخان السجائر وعوادم السيارات.

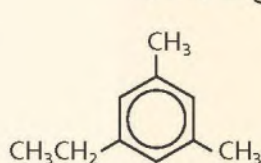
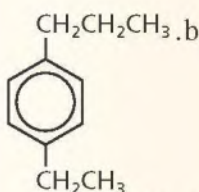
المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

التقويم 5-6

الخلاصة

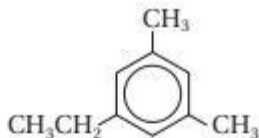
33. **الفكرة الرئيسية** هُسر الشكل البنائي للبنزين، وكيف يجعله عالي الاستقرار أو الثبات؟
34. هُسر كيف تختلف الهيدروكربونات الأروماتية عن الهيدروكربونات الأليفاتية؟
35. صف خواص البنزين التي جعلت الكيميائيين ينفون احتمالية كونه ألكيناً ذا روابط ثنائية متعددة.
36. سمّ الصيغ البنائية الآتية:
37. هُسر لماذا كانت العلاقة بين البنزوباييرين، والسرطان وطيدة؟



- تحتوي الهيدروكربونات الأروماتية على حلقات بنزين بوصفها جزءاً من صيغها البنائية.
- تتوزع الإلكترونات في الهيدروكربونات الأروماتية على الحلقة كاملة بالتساوي.

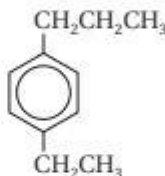
36. سَمِّ الصِّغِ البنائية التالية:

a.



1-إيثيل-3,5-ثنائي ميثيل بنزين

b.



1-إيثيل-4-بروبيل بنزين

33. فسّر الشكل البنائي للبنزين، وكيف يجعله عالي الاستقرار أو الثبات؟

تتوزع أزواج الإلكترونات في البنزين وتشارك في ذرات الكربون الست جميعها الموجودة في الحلقة. إن البنزين غير نشط كيميائياً؛ لأن من الصعب سحب الإلكترونات بعيداً عن ذرات الكربون الست.

34. فسّر كيف تختلف الهيدروكربونات الأروماتية عن الهيدروكربونات الأليفاتية؟

تحتوي الهيدروكربونات الأروماتية على حلقات في صيغها البنائية، في حين تحتوي الهيدروكربونات الأليفاتية على سلاسل مستقيمة أو متفرعة.

35. صف خواص البنزين التي جعلت الكيميائيين ينفون احتمالية كونه ألكيناً ذا روابط ثنائية متعلّدة.

النشاط الكيميائي للبنزين أقل كثيراً منه للألكينات ذات الروابط الثنائية المتعددة، والتي تكون عادة غير ثابتة كيميائياً. فعندما يتفاعل البنزين، فإن تفاعلاته ستختلف عن تفاعلات الألكينات.

37. فسّر لماذا كانت العلاقة بين البنزوبايرين، والسرطان وطيدة؟

كان البنزوبايرين أول مادة مسرطنة معروفة، وكان التعرض لها مرتبطاً مع نوع المهنة. وبعد أن اكتُشف أنها مادة مسرطنة، أخذت الاحتياطات والإجراءات المناسبة لحماية العمال. وقد دفع هذا الاكتشاف العلماء والمختصين في مجال الطب إلى البحث عن مواد أخرى قد تكون ذات أخطار محتملة على العمال.

كيف تعمل الأشياء؟

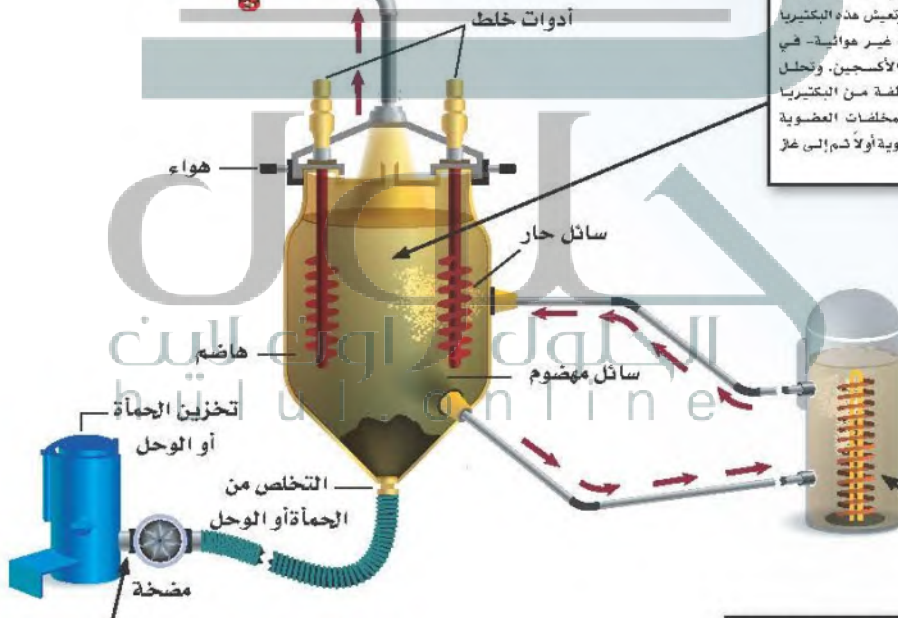
تحويل المخلفات إلى طاقة : كيف يعمل جهاز هضم الميثان؟

يأمل المتخصصون أن يساهم مربو الحيوانات الأليفة في تقديم المخلفات العضوية لحيواناتهم لمشروع تجريبي يحول المواد العضوية إلى طاقة مفيدة؛ إذ يحول جهاز هضم الميثان المخلفات العضوية إلى غاز بيولوجي (حيوي) - وهو خليط من الميثان وثنائي أكسيد الكربون، وحرق الميثان يزود بالطاقة اللازمة.



4 الغاز يُجمع الغاز ويضغط، فإذا أن يُستخدم فوراً، أو يُخزن. ويمكن استعمال غاز الميثان لتدفئة المنازل أو توليد الكهرباء.

1 البكتيريا تُخلط فضلات الحيوانات بالبكتيريا المُنتجة للميثان في جهاز الهضم. وتعيش هذه البكتيريا فقط في ظروف غير هوائية - في بيئة خالية من الأكسجين. وتُحلل ثلاثة أنواع مختلفة من البكتيريا غير الهوائية المخلفات العضوية إلى أحماض عضوية أولاً ثم إلى غاز الميثان.



2 درجة الحرارة تؤثر درجة الحرارة في إنتاج الميثان كما هو الحال في أي تفاعل كيميائي. ومن ذلك البكتيريا في أجسامنا. إن البكتيريا في الجهاز أسلاء تكون أكثر فاعلية بين 35°C و 37°C . ويساعد جهاز التدفئة الخارجي، بالإضافة إلى العزل الحراري حول حجرة الهضم، على إبقاء درجة الحرارة ثابتة وضمن الحدود المثالية.

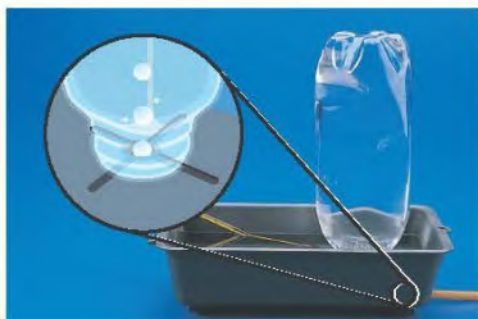
3 الحماية لا تستطيع البكتيريا تحويل المخلفات العضوية للحيوانات بنسبة 100% إلى ميثان. فالمادة المتبقية غير القابلة للهضم المسماة بالحماة أو الفضلات تكون غنية بالسماد النباتي، ويمكن خلطها مع التربة.

التعاقب في الكيمياء

ابحث اعمل كتيبتين فيه كيفية إنتاج الغاز من المخلفات العضوية.

مختبر الكيمياء

الغازات الهيدروكربونية لموقد بنزن



الخلفية النظرية دعت الحاجة إلى تغيير أحد صيغ الغاز في المختبر. فقال محضر المختبر إن الغاز المستعمل هو غاز الميثان، على حين قال المعلم إن الغاز هو الغاز الطبيعي أو

اجابة سؤال ماذا قرأت :

١ - كتلة الهواء = الكثافة x الحجم .

٢ - عند درجة الحرارة 25°C ، تقريباً ٣٠% من حجم القارورة يكون بخار الماء لأنه تم جمع الغاز فوق الماء. ويمكن إهمال حجم بخار الماء في مثل دقة هذه التجربة. لذا يتم تعويض القيم في معادلة الغاز المثالي

لإيجاد قيمة n ، ويتم حساب ما يأتي:

الكتلة المولية = كتلة الغاز / عدد مولات الغاز.

٣ - تركيب الغاز .

٤ - تتضمن الاحتمالات الماء الزائد المحصور في القارورة، تقنيات القياس الضعيفة أو غير الصحيحة، الأخطاء الحسابية. قد ينتج المخلوط كتلة مولية لا تساوي أيّاً من الكتل المولية لمكونات المخلوط.

جمع العارات. تم امتلاء القارورة بالماء وفتح صمام الغاز

اجابة سؤال الاستقصاء :

الضغط ودرجة الحرارة يتغيران قليلاً في المختبر من يوم إلى آخر غير أن ذلك لن يؤثر في نتائج مثل هذه التجربة. فالقياسات ليست دقيقة بدرجة كافية لإظهار الفرق. وعلى أية حال، إذا حصل تغير في درجات الحرارة والضغط، يكون بمقدورنا تبيان الفرق في النتائج.

٥ - أصبح محضر المختبر يلاحظ أن درجة حرارة الماء،

الصمام وسجل درجة حرارة الماء.

٧. أغلق القارورة بالغطاء وهي في وضع مقلوب، ثم أخرجها من الماء وجففها في الخارج.

٨. سجل كتلة القارورة المملوءة بالغاز.

الحجم	بيانات كتلة وحجم عينة
٣٠,٤٩g	كتلة القارورة والهواء
٠,٨٢g	كتلة الهواء
٢٩,٦٧g	كتلة القارورة الفارغة
٣٠,٣٠g	كتلة الغاز
٠,٦٣g	كتلة القارورة والغاز
١,٠١ atm	الضغط
٢٩٧K	درجة الحرارة
٢٩٧K	درجة الحرارة
٠,٦٣٠L	حجم الغاز

والمولية للغاز.

٣. استنتج كيف تقارن بين الكتلة المولية المحسوبة والكتلة المولية للميثان، الإيثان، والهروبان؟ استنتج نوع الغاز في القارورة.

٤. تحليل الخطأ. اقترح مصادر للأخطاء في هذه التجربة.

الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار تأثير متغير واحد مثل درجة الحرارة أو الضغط الجوي في نتائج تجربتك.

الفكرة العامة: تختلف الهيدروكربونات، وهي مركبات عضوية، باختلاف أنواع الروابط فيها.

6-1 مقدمة إلى الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة

الهيدروكربونات مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط وتعد مصدراً للطاقة والمواد الخام.

المفاهيم الرئيسة

- تحتوي المركبات العضوية على الكربون؛ إذ يمكنه تكوين سلاسل مستقيمة وأخرى متفرعة.
- الهيدروكربونات مواد عضوية تتألف من الكربون والهيدروجين.
- المصدران الرئيسان للهيدروكربونات هما النفط والغاز الطبيعي.
- يمكن فصل النفط إلى مكوناته عن طريق عملية التقطير التجزيئي.

المفردات

- المركب العضوي
- الهيدروكربون المشبع
- الهيدروكربون غير المشبع
- التكسير الحراري
- التقطير التجزيئي
- الهيدروكربون

6-2 الألكانات

الفكرة الرئيسة

الألكانات هيدروكربونات تحتوي فقط على روابط أحادية.

المفاهيم الرئيسة

- تحتوي الألكانات على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- تعد الصيغ البنائية أفضل تمثيل للألكانات والمركبات العضوية الأخرى. ويمكن تسمية هذه المركبات باستخدام قواعد نظامية حُدِّدت من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (إيوباك IUPAC).
- تسمى الألكانات المحتوية على حلقات هيدروكربونية بالألكانات الحلقية.

المفردات

- السلسلة المتشائلة
- السلسلة الرئيسة
- المجموعة البديلة
- الألكان
- الهيدروكربون الحلقى
- الألكان الحلقى

6-3 الألكينات والألكاينات

الفكرة الرئيسة

الألكينات هيدروكربونات تحتوي على الأقل على رابطة ثنائية واحدة، وأما الألكاينات فهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

المفاهيم الرئيسة

- الألكينات والألكاينات هيدروكربونات تحتوي على الأقل على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة، على التوالي.
- تُعد الألكينات والألكاينات مركبات عضوية غير قطبية ذات نشاط كيميائي أعلى من الألكانات، ولها خصائص أخرى مشابهة لخصائص الألكانات.

المفردات

- الألكاين
- الألكين

6-4 متشكلات الهيدروكربونات

الفقرة الرئيسة المفاهيم الرئيسية

الصيغة الجزيئية نفسها، لكنها تختلف في صيغها البنائية.

- المتشكلات مركبان أو أكثر لها الصيغة الجزيئية نفسها، ولكنها تختلف في صيغها البنائية.
- تختلف المتشكلات البنائية في الترتيب الذي ترتبط به الذرات معًا.
- ترتبط الذرات جميعها في المتشكلات الفراغية بالترتيب نفسه، ولكنها تختلف في ترتيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ).

المفردات

- المتشكلات
- المتشكلات البنائية
- المتشكلات الفراغية
- المتشكلات الهندسية
- الكيرالية
- ذرة الكربون غير المتماثلة
- المتشكلات الضوئية
- الدوران الضوئي

6-5 الهيدروكربونات الأروماتية

الفقرة الرئيسة المفاهيم الرئيسية

الأروماتية بدرجة عالية من الثبات بسبب بنائها الحلقي، حيث الأزواج الإلكترونية البنائية غير متمركزة.

- تحتوي الهيدروكربونات الأروماتية على حلقات بنزين بوصفها جزءاً من صيغها البنائية.
- تتوزع الإلكترونات في الهيدروكربونات الأروماتية على الحلقة كاملة بالتساوي.

المفردات

- المركب الأروماتي
- المركب الأليفاتي

6-1

إتقان المفاهيم

38. الكيمياء العضوية لماذا أدى اكتشاف فوهرلر إلى تطوير الكيمياء العضوية؟

39. ما الخاصية الرئيسة للمركب العضوي؟

40. ما خاصية الكربون المسؤولة عن التنوع الهائل في المركبات العضوية؟

41. سمّ مصدرين طبيعيين للهيدروكربونات.

42. فسر الخصائص الفيزيائية لمركبات النفط التي تستعمل لفصلها في أثناء عملية التقطير التجزيئي.

43. فسر الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

إتقان حل المسائل

44. انتقظي رتب المركبات المدرجة في الجدول 6-7 حسب الترتيب الذي تخرج به خلال تقطيرها من الخليط.

الجدول 6-7 درجات غليان الألكانات	
المركب	درجة الغليان (°C)
الهكسان	68.7
الميثان	-161.7
الأوكتان	125.7
البيوتان	-0.5
البروبان	-42.1

45. ما عدد الإلكترونات المشتركة بين ذرتي الكربون في كل من روابط الكربون الآتية؟

a. رابطة أحادية

b. رابطة ثنائية

c. رابطة ثلاثية

46. يبين الشكل 6-29 نموذجين لليوريا، وهو جزيء حضّره فريدريك فوهرلر لأول مرة عام 1828م.



الشكل 6-29

a. حدّد نوع كل من النموذجين.

b. هل اليوريا مركب عضوي أم غير عضوي؟ فسر إجابتك.

47. تمثّل الجزيئات باستخدام الصيغ الجزيئية، والصيغ البنائية، ونموذج الكرة والعصا، والنموذج الفراغي. ما مزايا ومساوئ كل نموذج؟

6-2

إتقان المفاهيم

48. صف خصائص السلاسل المتماثلة للهيدروكربونات.

49. الوقود سمّ ثلاثة ألكانات تتخذ وقوداً، ثم اذكر استخداماً آخر لكل منها.

50. اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

a. الإيثان

b. الهكسان

c. البروبان

d. الهبتان

51. اكتب الصيغ البنائية المكثفة لكل من الألكانات في السؤال السابق.

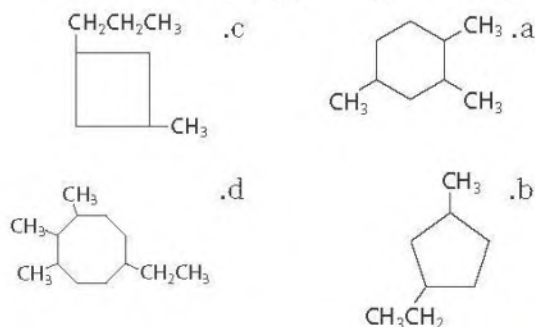
52. اكتب مجموعة الألكيل المقابلة لكل من الألكانات الآتية، واكتب اسمها:

a. الميثان

b. البيوتان

c. الأوكتان

58. سمّ المركبات التي لها الصيغ البنائية الآتية:



6-3

إتقان المفاهيم

59. فسّر كيف تختلف الألكينات عن الألكانات، وكيف تختلف

الألكينات عن كل من الألكينات والألكانات؟

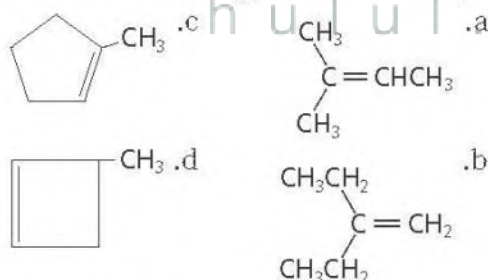
60. يُبنى اسم الهيدروكربون على أساس اسم السلسلة الرئيسة.

فسّر كيف تختلف طريقة تحديد السلسلة الرئيسة عند تسمية

الألكينات عنها عند تسمية الألكانات؟

إتقان المسائل

61. سمّ المركبات المُمثلة بالصيغ البنائية المكثفة الآتية:



62. اكتب صيغاً بنائية مكثفة للمركبات الآتية:

- a. 1،4-ثنائي إيثيل هكسين حلقي
b. 1،4-ثنائي ميثيل-1-أوكتين
c. 2،2-ثنائي ميثيل-3-هكساين

53. كيف يختلف بناء الألكان الحلقي عن بناء الألكانات

المستقيمة أو المتفرعة؟

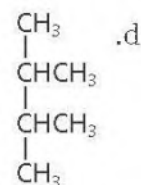
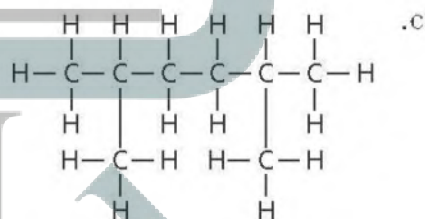
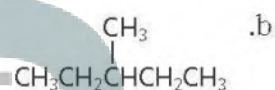
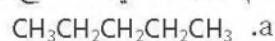
54. درجات التجمد والتغليان استخدم الماء والميثان لتفسير

كيف تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئية في درجة غليان

ودرجة تجمد المادة.

إتقان حل المسائل

55. سمّ المركبات التي لها الصيغ البنائية الآتية:



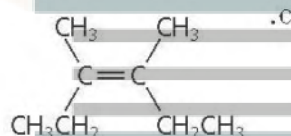
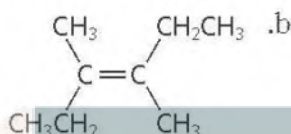
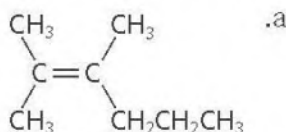
56. اكتب الصيغ البنائية الكاملة للمركبات الآتية:

- a. هبتان
b. 2-ميثيل هكسان
c. 2،3-ثنائي ميثيل بتان
d. 2،2-ثنائي ميثيل بروبان

57. اكتب الصيغ البنائية المكثفة للمركبات الآتية:

- a. 1،2-ثنائي ميثيل بروبان حلقي
b. 1،1-ثنائي إيثيل-2-ميثيل حلقي بتان

71. عيّن زوج المتشكلات الهندسية من بين الأشكال الآتية، مبيّناً سبب اختيارك، ثم فسّر علاقة الصيغة البنائية الثالثة بالصيغتين الآخرين:



72. اكتب متشكّلين سيس وترانس للعجزء المُمثّل بالصيغة المكثفة الآتية، وميّز بينهما:



6-5

إتقان المفاهيم

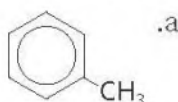
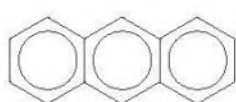
73. ما الخاصية البنائية التي تشترك فيها الهيدروكربونات الأروماتية جميعها؟

74. ما المقصود بالمواد المُسرطنة؟

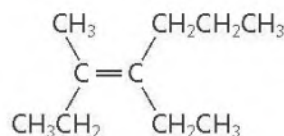
إتقان حل المسائل

75. اكتب الصيغة البنائية لـ 1، 2-ثنائي ميثيل بنزين.

76. سمّ المركبات المُمثّلة بالصيغ البنائية الآتية:



63. سمّ المركب المُمثّل بالصيغة البنائية الآتية:



6-4

إتقان المفاهيم

64. فيم تتشابه المتشكلات؟ وفيم تختلف؟

65. صف الاختلاف بين متشكلات سيس وترانس من حيث الترتيب الهندسي.

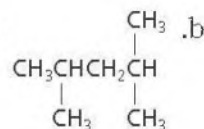
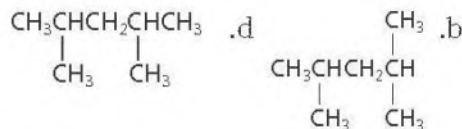
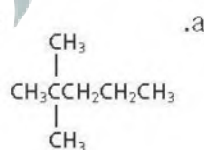
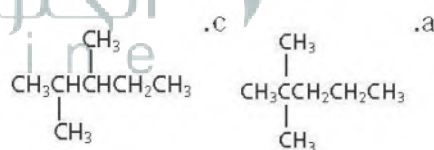
66. ما خصائص المادة الكيرالية؟

67. الضوء كيف يختلف الضوء المستقطب عن الضوء العادي، ومن ذلك ضوء الشمس؟

68. كيف تؤثر المتشكلات الضوئية في الضوء المستقطب؟

إتقان حل المسائل

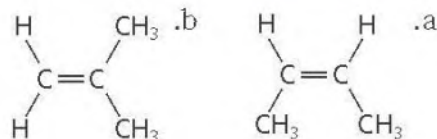
69. عيّن زوج المتشكلات البنائية في مجموعة الصيغ البنائية المكثفة الآتية:



70. اكتب صيغاً بنائية مكثفة لأربعة متشكلات مختلفة تحمل الصيغة الجزيئية C_4H_8 .

مراجعة عامة

77. هل تمثل الصيغتان البنائيتان الآتيتان الجزئيء نفسه؟ فسّر إجابتك.



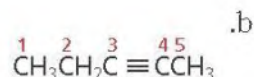
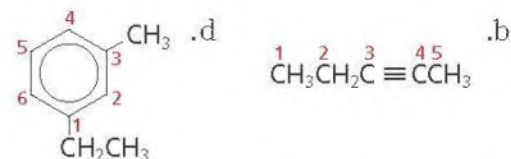
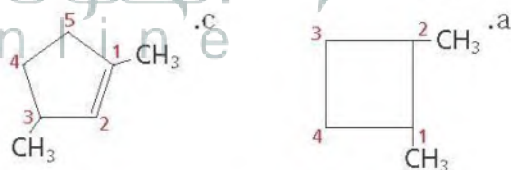
78. ما عدد ذرات الهيدروجين في جزئيء ألكان يحتوي على تسع ذرات كربون؟ وما عددها في ألكين يحتوي على تسع ذرات كربون ورابطة ثنائية واحدة؟

79. إذا كانت الصيغة العامة للألكانات هي C_nH_{2n+2} ، فحدد الصيغة العامة للألكانات الحلقية.

80. الصناعة لماذا تُعدّ الهيدروكربونات غير المشبعة بوصفها مواد أولية أكثر فائدة في الصناعة الكيميائية من الهيدروكربونات المشبعة؟

81. هل يُعد البنتان الحلقي متشكلاً للبنتان؟ فسّر إجابتك.

82. حدّد ما إذا كان كل من الصيغ البنائية الآتية تُظهر الترقيم الصحيح. فإذا لم يكن كذلك فأعد كتابتها بالترقيم الصحيح:

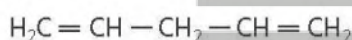


83. لماذا يستخدم الكيميائيون الصيغ البنائية للمركبات العضوية بدلاً من الصيغ الجزيئية مثل C_5H_{12} ؟

84. أيهما تتوقع أن يكون له خصائص فيزيائية متشابهة، زوج من المتشكلات البنائية أم زوج من المتشكلات الفراغية؟ فسّر استنتاجك.

85. فسّر لماذا نحتاج إلى الأرقام في أسماء أيوباك للعديد من الألكينات والألكينات المستقيمة، في حين أننا لسنا بحاجة إلى كتابتها في أسماء الألكانات المستقيمة.

86. يُسمّى المركّب المحتوي على رابطتين ثنائيتين بالدايين، والصيغة البنائية المكثفة أدناه تمثل المركب 1، 4-بنتاديين. استعن بمعرفتك بأسماء الأيوباك على كتابة الصيغة البنائية للمركب 1، 3-بنتاديين.



التفكير الناقد

87. حدّد اثنين من الأسماء الآتية لا يمكن أن يكونا صحيحين:

- a. 2-إيثيل-2-بيوتين
b. 1، 4-ثنائي ميثيل هكسين حلقي
c. 1، 5-ثنائي ميثيل بنزين

88. استنتج يطلق الديكستروز dextrose؛ في بعض الأحيان على سكر الجلوكوز؛ لأن مجلول الجلوكوز عُرف بأنه dextrorotatory. حلل هذه الكلمة، وحدد ما تعنيه.

89. تفسّر التصورات العلمية ارسـم بناء كيكولي للبنزين، وفسّر لماذا لا يمثل الصيغة البنائية الفعلية؟

90. السبب والنتيجة فسّر السبب وراء كون الألكانات، مثل الهكسان والهكسان الحلقي، فعّالة في إذابة الشحم أو المواد الدهنية، على عكس الماء.

91. فسّر اكتب عبارة تفسر العلاقة بين عدد ذرات الكربون ودرجة غليان الألكانات.

تقويم إضافي

الكتابة 2- الكيميائية

96. الجازولين كان المركب "رباعي إيثيل الرصاص" لسنوات كثيرة، مكوناً أساسياً في الجازولين لمنع الفرقعة. ابحث عن الصيغة البنائية لهذا المركب وتاريخ تطويره واستعماله والأسباب الكامنة وراء توقف استعماله. وهل مازال يتخذ مادة تُضاف إلى البنزين في أماكن من العالم؟

97. العطور يتكون المسك المستعمل في العطور من الكثير من المركبات التي تشمل ألكانات حلقية كبيرة. ابحث عن مصادر مركبات المسك الطبيعي والصناعي في هذه المنتجات، واكتب تقريراً موجزاً حولها.

أسئلة المستندات

الهيدروكربونات الأروماتية المتعددة الحلقات

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) وهي مركبات طبيعية، ولكن قد يزيد النشاط الإنساني من تركيزها في البيئة. ولدراسة مركبات PAH تجمعت عينات من التربة، وجرى تحليلها باستعمال نوى مشعة لمعرفة متى ترسب كل مكون رئيس فيها. الشكل 30-6 يبين تركيز الهيدروكربونات الأروماتية المتعددة الحلقات (PAH) التي عُثِر عليها في سنترال بارك في مدينة نيويورك. البيانات مأخوذة من:

2005. Environmental science technology 39(18): 7012-7019



الشكل 30-6

98. قارن بين معدلات تراكيز PAH قبل 1905 م وبعد 1925 م.
99. تنتج بعض النباتات والحيوانات مركبات PAH بكميات قليلة، ولكن معظمها يأتي من النشاطات البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري. استنتج السبب وراء الانخفاض النسبي في مستويات PAH في العقد الأخير من القرن التاسع عشر وبدايات العقد الأول من القرن العشرين.

مسألة تحفيز

92. ذرات الكربون الكيرالية تحتوي الكثير من المركبات العضوية على أكثر من ذرة كربون كيرالية واحدة. ولكل ذرة كربون كيرالية في المركب زوج من المتشكلات الفراغية. والمجموع الكلي للمتشكلات المحتملة للمركب مساوٍ لـ 2^n ، حيث تشير n إلى عدد ذرات الكربون الكيرالية. اكتب الصيغ البنائية للمركبات أدناه، وحدّد عدد المتشكلات الفراغية الممكنة لكل منها.

a. 3، 5-ثنائي ميثيل نونان

b. 3، 7-ثنائي ميثيل 5-إيثيل ديكان.

مراجعة تراكمية

93. ما العنصر الذي له التوزيع الإلكتروني $[Ar]3d^64s^2$ الأقل طاقة؟

94. ما شحنة الأيون المتكوّن من المجموعات الآتية؟

a. الفلزات القلوية.

b. الفلزات القلوية الأرضية.

c. الهالوجينات.

95. اكتب المعادلات الكيميائية لتفاعلات الاحتراق الكامل للإيثان، والإيثين، والإيثانين المنتجة للماء وثنائي أكسيد الكربون.

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 4 إلى 6.

بيانات عن هيدروكربونات متعددة				
الاسم	عدد ذرات C	عدد ذرات H	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
هبتان	7	16	-90.6	98.5
1- هبتين	7	14	-119.7	93.6
1- هبتاين	7	12	-81	99.7
أوكتان	8	18	-56.8	125.6
1- أوكتين	8	16	-101.7	121.2
1- أوكتاين	8	14	-79.3	126.3

4. ما نوع الهيدروكربون الذي يتحول إلى غاز عند أقل

درجة حرارة بناءً على المعلومات في الجدول السابق؟

a. ألكان

b. ألكين

c. ألكاين

d. أروماتي

5. إذا رمز n إلى عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون،

فما الصيغة العامة للألكاين المحتوي على رابطة ثلاثية

واحدة؟

a. C_nH_{n+2}

b. C_nH_{2n+2}

c. C_nH_{2n}

d. C_nH_{2n-2}

6. تتوقع اعتباراً على الجدول السابق أن تكون درجة

انصهار النونان:

a. أعلى مما للأوكتان.

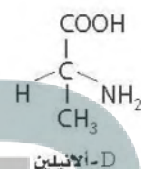
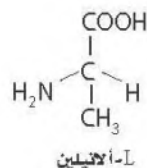
b. أقل مما للهبتان.

c. أعلى مما للديكان.

d. أقل مما للهكسان.

أسئلة الاختيار من متعدد

1. يوجد الأنيولين، مثل جميع الأحماض الأمينية، في صورتين:



توجد الأحماض الأمينية جميعها تقريباً على هيئة (L). فأَي المصطلحات الأتية يصف بدقة L-أنيولين و D-أنيولين أحدهما بالنسبة إلى الآخر؟

a. متشكلات بنائية

b. متشكلات هندسية

c. متشكلات ضوئية

d. متشكلات فراغية

2. أي مما يأتي لا يؤثر في سرعة التفاعل؟

a. العوامل المساعدة

b. مساحة سطح المتفاعلات

c. تركيز المتفاعلات

d. نشاط النواتج الكيميائي

3. ما مولالية محلول يحتوي على 0.25 g من ثنائي

الكلوروبنزين $C_6H_4Cl_2$ المذاب في 10.0 g من الهكسان

الحلقي (C_6H_{12})؟

a. 0.17 mol/kg

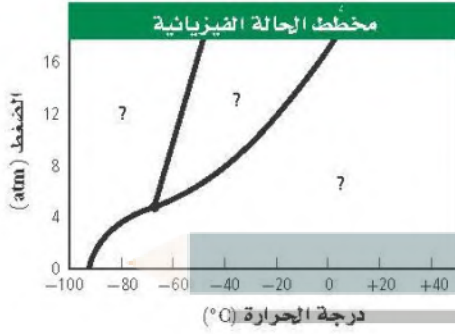
b. 0.00017 mol/kg

c. 0.025 mol/kg

d. 0.014 mol/kg

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الرسم البياني المبين أدناه للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.



10. ما حالة المادة الواقعة عند درجة حرارة 80°C وضغط

10 atm ؟

11. ما درجة الحرارة والضغط عندما تكون المادة عند نقطتها الثلاثية؟

12. صف التغيرات التي تحدث في الترتيب الجزيئي عند زيادة الضغط من 8 atm إلى 16 atm، مع بقاء درجة الحرارة ثابتة عند 0°C .

أسئلة الإجابات المفتوحة

13. إذا احترق 5.00 L من غاز الهيدروجين عند درجة حرارة 20.0°C وضغط مقداره 80.1 Kpa مع كمية فائضة من الأكسجين لتكوين الماء، فما كتلة الأكسجين المستهلك؟ افترض أن كلا من درجة الحرارة والضغط ثابتان.

7. عند ضغط 1.00 atm ودرجة حرارة 20°C ، يذوب CO_2 1.72 g في 1L ماء. فما كمية CO_2 الذائبة إذا ارتفع الضغط إلى 1.35 atm مع بقاء درجة الحرارة نفسها؟

a. 2.32 g/L

b. 1.27 g/L

c. 0.785 g/L

d. 0.431 g/L

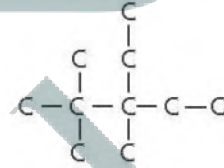
8. أي العبارات الآتية لا يصف ما يحدث عندما يغلي السائل؟

a. ترتفع درجة حرارة النظام.

b. يمتص النظام الطاقة.

c. يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي.

d. يدخل السائل في طور الغاز.



9. ما اسم المركب ذي الصيغة الهيكلية المبينة أعلاه؟

a. 2، 2، 3 - ثلاثي ميثيل - 3 - إيثيل بنتان

b. 3 - إيثيل - 3، 4، 4 - ثلاثي ميثيل بنتان

c. 2 - بيوتيل - 2 - إيثيل بيوتان.

d. 3 - إيثيل - 2، 2، 3 - ثلاثي ميثيل بنتان.

إتقان المفاهيم

38. الكيمياء العضوية لماذا أدى اكتشاف فوهرل إلى تطوير الكيمياء العضوية؟

أدرك الكيميائيون أن بالإمكان تحضير المركبات العضوية من دون قوة حيوية.

39. ما الخاصية الرئيسة للمركب العضوي؟

احتواء المركبات العضوية على عنصر الكربون.

40. ما خاصية الكربون المسؤولة عن التنوع الهائل في المركبات العضوية؟

تستطيع ذرة الكربون تكوين أربع روابط مشتركة قوية، بما في ذلك الروابط مع ذرات كربون أخرى.

41. سمّ مصدرين طبيعيين للهيدروكربونات.

النفط والغاز الطبيعي.

42. فسّر الخصائص الفيزيائية لمركبات النفط التي تُستعمل لفصلها في أثناء عملية التقطير التجزيئي.

الاختلاف في درجة الغليان.

43. فسّر الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

تحتوي الهيدروكربونات المشبعة على روابط كربون - كربون

أحادية فقط. في حين تحتوي الهيدروكربونات غير المشبعة

على رابطة كربون - كربون ثنائية أو ثلاثية واحدة أو أكثر.

44. التقطير رتب المركبات المدرجة في الجدول 7-8 حسب الترتيب الذي تخرج به خلال تقطيرها من الخليط.

الجدول 7-8 درجات غليان الألكانات	
المركب	درجة الغليان (°C)
الهكسان	68.7
الميثان	- 161.7
الأوكتان	125.7
البيوتان	- 0.5
البروبان	- 42.1

ميثان، بروبان، بيوتان، هكسان، أوكتان (وفق درجات غليانها، من الأدنى إلى الأعلى)

45. ما عدد الإلكترونات المشتركة بين ذرتي الكربون في كل من روابط الكربون الآتية؟

- a. رابطة أحادية
b. رابطة ثنائية
c. رابطة ثلاثية

46. يبين الشكل 29-8 نموذجين لليوريا، وهو جزيء حضره فريدريك فوهلر لأول مرة في عام 1828م.



الشكل 29-8

a. حدّد نوع كل من النموذجين.

الصيغة البنائية والنموذج الفراغي.

b. هل اليوريا مركب عضوي أم غير عضوي؟ فسّر إجابتك. تعدّ اليوريا مركباً عضوياً لأنها تحتوي على الكربون، وهي ليست من المجموعات المستثناة - أكسيد الكربون، كربيدات، أو كربونات.

47. تمثّل الجزيئات باستخدام الصيغ الجزيئية، والصيغ البنائية ونموذج الكرة والعصا، والنموذج الفراغي، ما مزايا ومساوى كل نموذج؟

توضّح النماذج الجزيئية نوع الذرات في الجزيء، ولكنها تظهر هندسة الجزيء. في حين تُبيّن النماذج البنائية نوع الذرات في الجزيء، والترتيب العام للذرات، ولكنها لا تُبيّن الشكل الهندسي الدقيق. أما نموذج الكرة والعصا فيُبيّن نوع الذرات في الجزيء، والترتيب العام، ولكنه لا يوضّح الشكل الهندسي الدقيق. في حين يُبيّن الشكل الفراغي صورة واقعية عن الجزيء، ولكن من الصعب تحديد نوع الروابط في الجزيء. وإذا كان الجزيء ضخماً، فسيكون من الصعب رؤية الذرات جميعها في الجزيء.

8-2

إتقان المفاهيم

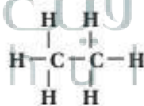
48. صف خصائص السلاسل المُتماثلة للهيدروكربونات. هي سلاسل من المركبات التي يختلف بعضها عن بعض في عدد وحدات البناء، ولها علاقة رقمية ثابتة بين أعداد الذرات.

49. الوقود سمّ ثلاثة ألكانات تتخذ وقوداً، ثم اذكر استخداماً آخر لكل منها.

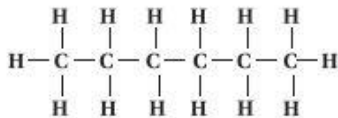
ميثان، وقود للطبخ والتدفئة؛ بروبان، وقود للطبخ والتدفئة؛ بيوتان، في الولاعات الصغيرة وبعض المشاعل.

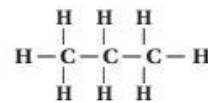
50. اكتب الصيغة البنائية لكل ممّا يأتي:

a. الإيثان

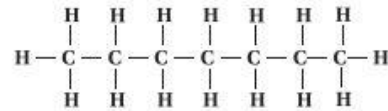


b. الهكسان





d. الهبتان

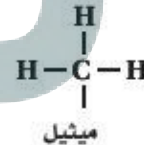


51. اكتب الصيغ البنائية المكثفة لكل من الألكانات في السؤال السابق.

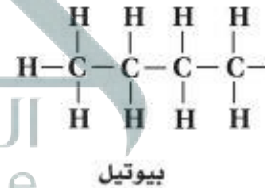
- a. الإيثان CH_3CH_3
 b. الهكسان $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
 c. البروبان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
 d. الهبتان $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$

52. اكتب مجموعة الألكيل المقابلة لكل من الألكانات الآتية، واكتب اسمها:

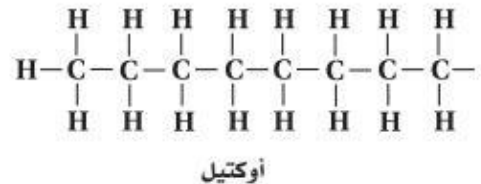
a. الميثان



b. البيوتان



c. الأوكتان



53. كيف يختلف بناء الألكان الحلقي عن بناء الألكان المستقيمة أو المتفرعة؟

يحتوي الألكان الحلقي على حلقة من ذرات الكربون، حيث ترتبط كل ذرة كربون في الحلقة بذرتي هيدروجين، في حين ترتبط ذرات الكربون التي تقع على أطراف الألكانات المستقيمة بثلاث ذرات هيدروجين. ونتيجة لذلك، تحتوي جزيئات الألكانات الحلقية على عدد أقل من ذرات الهيدروجين بمقدار ذرتين من جزيئات الألكانات الأخرى التي لديها العدد نفسه من ذرات الكربون.

54. درجات التجمد والغليان استخدم الماء والميثان لتفسير كيف تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئية في درجة غليان ودرجة تجمد المادة.

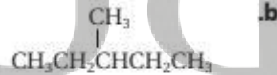
جزيئات الميثان غير قطبية، ولا تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات ميثان أخرى. في حين أن جزيئات الماء قطبية، وتكون روابط هيدروجينية مع جزيئات ماء أخرى. وبسبب قوة الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء، فإن للماء درجتي غليان وانصهار أعلى من الميثان.

إتقان حل المسائل

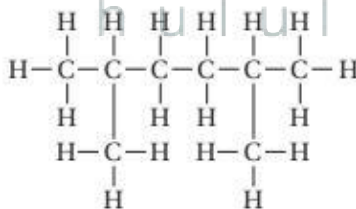
55. سمِّ المركبات التي لها الصيغ البنائية التالية:



بنتان

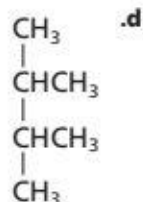
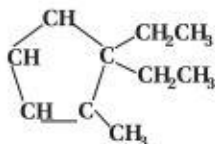


3-ميثيل بنتان



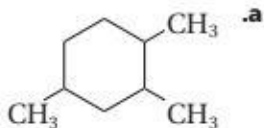
2، 5-ثنائي ميثيل هكسان

b. 1، 1-ثنائي إيثيل -2- ميثيل بنتان حلقي

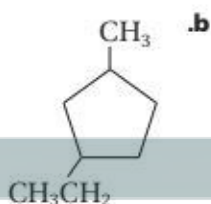


2، 3-ثنائي ميثيل بيوتان

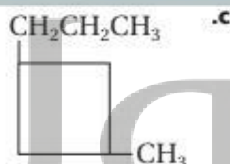
58. سمِّ المركَّبات التي لها الصيغ البنائية الآتية:



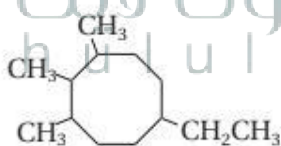
1، 2، 4-ثلاثي ميثيل هكسان حلقي



1-إيثيل -3- ميثيل بنتان حلقي



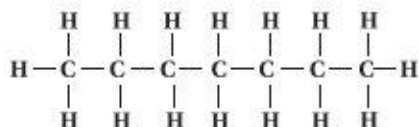
1-إيثيل -3- ميثيل بيوتان حلقي



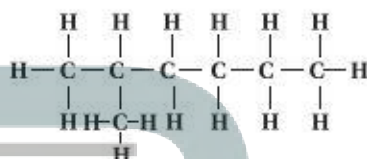
6-إيثيل -1، 2، 3-ثلاثي ميثيل أوكتان حلقي

56. اكتب الصيغ البنائية الكاملة للمركَّبات الآتية:

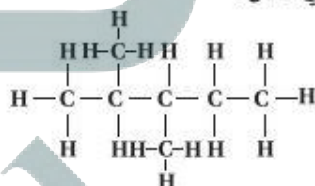
a. هبتان



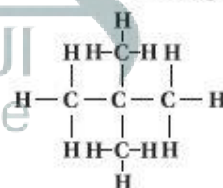
b. 2- ميثيل هكسان



c. 2، 3-ثنائي ميثيل بنتان

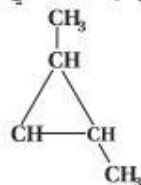


d. 2، 2-ثنائي ميثيل بروبان



57. اكتب الصيغ البنائية المكثَّفة للمركَّبات الآتية:

a. 1، 2-ثنائي ميثيل بروبان حلقي



59. فسّر كيف تختلف الألكينات عن الألكانات، وكيف تختلف الألكينات عن كلٍّ من الألكينات والألكانات؟

تحتوي الألكانات على روابط أحادية، فقط، بين ذرات الكربون في الجزيء. في حين تحتوي الألكينات على رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في الجزيء. أما الألكينات فتحتوي على رابطة ثلاثية واحدة بين ذرات الكربون في الجزيء على الأقل.

60. يُبنى اسم الهيدروكربون على أساس اسم السلسلة الرئيسة. فسّر كيف تختلف طريقة تحديد السلسلة الرئيسة عند تسمية الألكينات عنها عند تسمية الألكانات؟

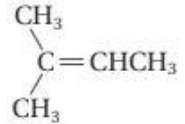
عند تسمية الألكانات، تكون السلسلة الرئيسة هي أطول سلسلة كربونية متصلة. وعند تسمية الألكينات، تكون السلسلة الرئيسة هي أطول سلسلة كربونية متصلة تشمل

ذرات الكربون المرتبطة برابطة ثنائية.

إتقان حل المسائل

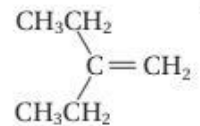
61. سمِّ المركبات المُمثلة بالصيغ البنائية المكثفة الآتية:

a.



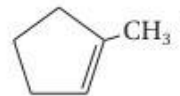
2- ميثيل -2- بيوتين

b.

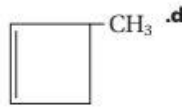


2- إيثيل -1- بيوتين

c.



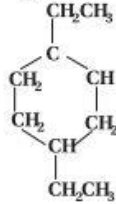
1- ميثيل بنتين حلقي



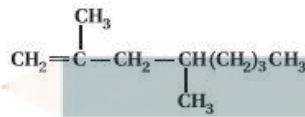
3- ميثيل بيوتين حلقي

62. اكتب صيغاً بنائية مكثفة للمركبات الآتية:

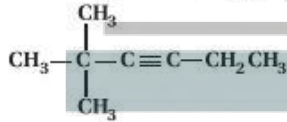
a. 1، 4- ثنائي إيثيل هكسين حلقي



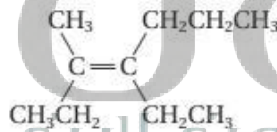
b. 2، 4- ثنائي ميثيل -1- أوكسين



c. 2، 2- ثنائي ميثيل -3- هكسين



63. سمِّ المركب المُمثل بالصيغة البنائية الآتية:



4- إيثيل -3- ميثيل -3- هبتين

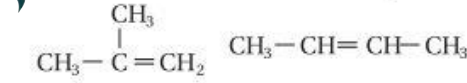
8-4

إتقان المفاهيم

64. فيم تشابه المتشكلات؟ وفيم تختلف؟

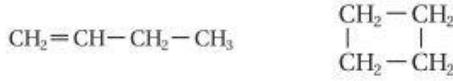
للمتشكلات الصيغة الجزيئية نفسها، ولكنها تختلف في الصيغ البنائية. وقد يكون لها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة.

70. اكتب صيغاً بنائية مكثفة لأربعة متشكلات مختلفة تحم
الصيغة الجزيئية C_4H_8 .



2-ميثيل-1-بروبين

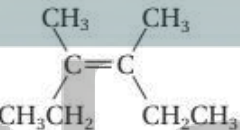
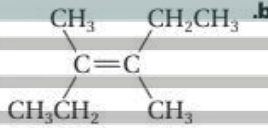
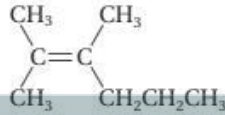
2-بيوتين



1-بيوتين

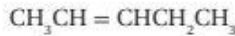
بيوتان حلقي

71. عيّن زوج المتشكلات الهندسية من بين الأشكال الآتية،
مبيّناً سبب اختيارك، ثمّ فسّر علاقة الصيغة البنائية الثالثة
بالصيغتين الأخريين:



b و c متشكّلتان هندسيّتان، يُمثّلان زوج متشكلات سيس / ترانس.
أما a فهو متشكّل بنائي لكل من b و c.

72. اكتب متشكّلي سيس و ترانس للجزيء المُمثّل بالصيغة
المكثفة الآتية، وميّز بينهما:



ذرتا الهيدروجين المرتبطتان بذرتي الكربون ثنائيتي الربط
تقعان على الجهة نفسها من السلسلة الكربونية في متشكّل
سيس وعلى جهات متقابلة من السلسلة الكربونية في متشكّل
ترانس كما هو موضّح فيما يلي:

65. صف الاختلاف بين متشكلات سيس و ترانس من حيث
الترتيب الهندسي.

تقع أكبر المجموعات في متشكلات سيس على ذرات الكربون
في الرابطة الثنائية على الجهة نفسها من الرابطة، في حين
تقع على الجهات المتعاكسة في متشكلات ترانس.

66. ما خصائص المادة الكيرالية؟

المادة الكيرالية (غير المتماثلة) لها متشكّلات يشابه أحدهما
اليدين اليمنى والآخر اليد اليسرى على سبيل المثال. حيث تحتوي
المواد الكيرالية على ذرة واحدة من الكربون مرتبطة بأربع
مجموعات مختلفة على الأقل. لذا، فهي غير متماثلة.

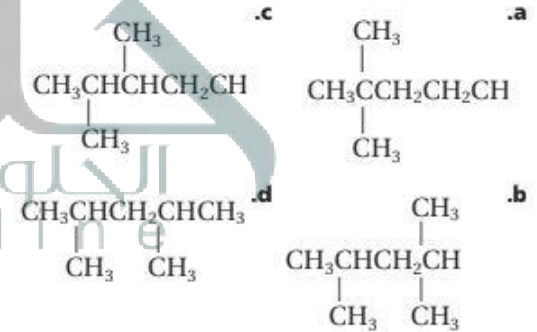
67. الضوء كيف يختلف الضوء المستقطب عن الضوء العادي،
ومن ذلك ضوء الشمس؟

تهتز موجات الضوء المستقطب في مستوى واحد، أما في الضوء
العادي فتتهتز في المستويات المحتملة جميعها.

68. كيف تؤثر المتشكلات الضوئية في الضوء المستقطب؟
تُسبّب دوران الضوء المستقطب من جهة إلى أخرى.

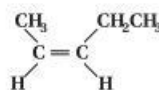
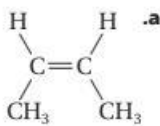
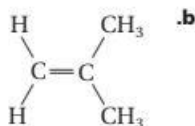
إتقان حل المسائل

69. عيّن زوج المتشكلات البنائية في مجموعة الصيغ البنائية
المكثفة الآتية:

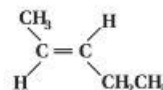


قد تشمل إجابات الطلاب أي شكلين باستثناء b و d لأنهما
متماثلان (الشكل نفسه).

77. هل تُمثّل الصيغتان البنائيتان الآتيتان الجزيء نفسه؟ فسّر إجابتك.



سيس



ترانس

8.5

إتقان المفاهيم

73. ما الخاصية البنائية التي تشترك فيها الهيدروكربونات الأروماتية جميعها؟

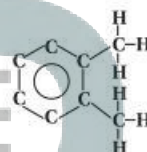
تحتوي جميعها على بناء حلقي في الجزيء.

74. ما المقصود بالمواد المُسرّطنة؟

هي مواد قادرة على التسبب في السرطان.

إتقان حل المسائل

75. اكتب الصيغة البنائية لـ 1، 2-ثنائي ميثيل بنزين



79. إذا كانت الصيغة العامة للألكانات هي C_nH_{2n+2} ، فحدّد

الصيغة العامة للألكانات الحلقية؟



80. الصناعة لماذا تُعدّ الهيدروكربونات غير المشبعة،

بوصفها مواد أولية، أكثر فائدة في الصناعة الكيميائية من الهيدروكربونات المشبعة؟

لأن الهيدروكربونات غير المشبعة لها درجة عالية من النشاط الكيميائي.

81. هل يُعدّ البنّان الحلقي متشكّلاً للبنّان؟ فسّر إجابتك.

لا؛ فالصيغة الجزيئية للبنّان الحلقي هي (C_5H_{10}) ، في حين أن الصيغة الجزيئية للبنّان هي (C_5H_{12}) ؛ أي أن لهما

صيغتين جزيئيتين مختلفتين.

76. سمّ المركّبات المُمثّلة بالصيغ البنائية الآتية:



ميثيل بنزين (تولوين)

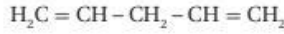


أنثراسين

85. فسّر لماذا نحتاج إلى الأرقام في أسماء أيوباك للعديد من الألكينات والألكانات المستقيمة، في حين أننا لسنا بحاجة إلى كتابتها في أسماء الألكانات المستقيمة.

الأرقام ضرورية لتحديد مواقع الروابط الثنائية والثلاثية

86. يُسمى المركب المحتوي على رابطتين ثنائيتين بالدايين، والصيغة البنائية المكثفة أدناه تُمثل المركب 1، 4-بنتاداين. استعن بمعرفتك بأسماء الأيوباك على كتابة الصيغة البنائية للمركب 1، 3-بنتاداين.

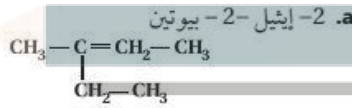


تُمثل الصيغة البنائية التالية المركب 1، 3-بنتاداين،



التفكير الناقد

87. حدّد اثنين من الأسماء الآتية لا يمكن أن يكونا صحيحين:



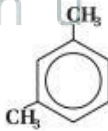
الاسم غير صحيح. أما الاسم الصحيح فهو: 3-ميثيل -2-بنتين.

b. 1، 4-ثنائي ميثيل هكسين حلقي



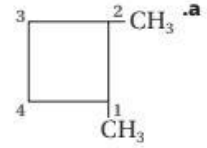
الاسم صحيح.

c. 1، 5-ثنائي ميثيل بنزين

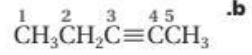


الاسم غير صحيح. أما الاسم الصحيح فهو: 1، 3-ثنائي ميثيل بنزين

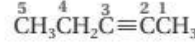
82. حدّد ما إذا كان كلٌّ من الصيغ البنائية الآتية تُظهر الترقيم الصحيح. فإذا لم يكن كذلك فأعد كتابتها بالترقيم الصحيح:



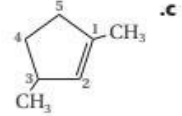
الترقيم صحيح



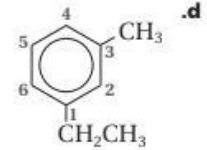
يجب ترقيمه كما يلي،



الترقيم غير صحيح



الترقيم صحيح



الترقيم صحيح

83. لماذا يستخدم الكيميائيون الصيغ البنائية للمركبات العضوية بدلاً من الصيغ الجزيئية مثل C_3H_{12} ؟

لا تستطيع التمييز بين المتشكلات من خلال الصيغ الجزيئية؛

لأن مركبات عديدة مختلفة تكون لها الصيغة C_3H_{12} .

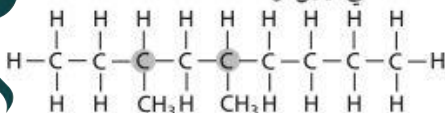
84. أيهما تتوقع أن يكون له خصائص فيزيائية متشابهة، زوج من المتشكلات البنائية أم زوج من المتشكلات الفراغية؟ فسّر استنتاجك.

قد تختلف المتشكلات البنائية إلى حد كبير في خصائصها الفيزيائية؛ لأن لها ترتيبات مختلفة كلياً للهيكل الكربوني.

للمتشكلات الفراغية (الهندسية والضوئية) الهيكل الكربوني نفسه، ولكن اتجاهاتها مختلفة في الفراغ. وللمتشكلات الهندسية خصائص مختلفة، أما المتشكلات الضوئية فتختلف فقط في

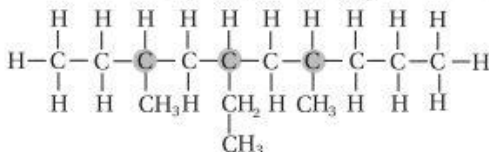
اتجاه دوران الضوء المستقطب، وفي التفاعلات الكيميائية التي تميز بين المتشكلات. لذا، فإن للمتشكلات الضوئية خصائص متشابهة أكثر من غيرها من المتشكلات.

a. 3، 5-ثنائي ميثيل نونان.



عدد ذرات الكربون الكيرالية في المركب أعلاه يساوي 2.
عدد التشكلات المحتملة له يساوي، $2^n = 2^2 = 4$

b. 3، 7-ثنائي ميثيل -5-إيثيل ديكان



عدد ذرات الكربون الكيرالية في المركب أعلاه يساوي 3.
عدد التشكلات المحتملة له يساوي، $2^n = 2^3 = 8$

مراجعة تراكمية

93. ما العنصر الذي له التوزيع الإلكتروني $[\text{Ar}]3d^64s^2$ الأقل طاقة؟

الحديد Fe

94. ما شحنة الأيون المتكوّن من المجموعات الآتية؟

a. الفلزات القلوية. $1+$

b. الفلزات القلوية الأرضية. $2+$

c. الهالوجينات. $1-$

95. اكتب المعادلات الكيميائية لتفاعلات الاحتراق الكامل للإيثان، والإيثين، والإيثان، والإيثانين المُستجّة للماء وثاني أكسيد الكربون.

إيثان: $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

إيثين: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

إيثانين: $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

88. استنتج يُطلَق الديكستروز dextrose؛ في بعض الأحيان على سكر الجلوكوز؛ لأن محلول الجلوكوز عُرف بأنه dextrorotatory. حلّل هذه الكلمة، وحدّد ما تعنيه.

البادئة dextro - "تُلفّظ ديكسترو" وتعني إلى جهة اليمين، واللاحقة rotatory "وتُلفّظ روتاتوري" وتعني يُدَوِّر. لذا، فإن الشكل الطبيعي من الجلوكوز كيرالي يؤدي إلى دوران مستوى الضوء المستقطب إلى اليمين.

89. تفسير التّصوُّرات العلمية ارسم بناء كيكولي للبنزين، وفَسِّر لماذا لا يُمثّل الصيغة البنائية الفعلية؟



يُظهر الشكل أعلاه الإلكترونات المتمركزة الموجودة في الروابط الثنائية عوضاً عن الإلكترونات غير المتمركزة الموزعة على الذرات (delocalized).

90. السبب والنتيجة فُسِّر السبب وراء كون الألكانات، مثل الهكسان والهكسان الحلقي، فعالة في إذابة الشحم أو المواد الدهنية، على عكس الماء.

الدهون والشحوم مواد غير قطبية مثل الألكانات، أما الماء فهو قطبي. إذن، فالمواد المتشابهة يذوب بعضها في بعض.

91. فُسِّر اكتب عبارة تفسّر العلاقة بين عدد ذرات الكربون ودرجة غليان الألكانات.

كلما ازداد عدد ذرات الكربون في السلسلة، ازدادت درجة الغليان.

مسألة تحفيز

92. ذرات الكربون الكيرالية يحتوي الكثير من المركّبات العضوية على أكثر من ذرة كربون كيرالية واحدة. ولكل ذرة كربون كيرالية في المركّب زوج من التشكلات الفراغية. والمجموع الكلي للمتشكلات المحتملة للمركّب مساوٍ لـ 2^n ، حيث تُشير n إلى عدد ذرات الكربون الكيرالية. اكتب الصيغ البنائية للمركّبات أدناه، وحدّد عدد التشكلات الفراغية الممكنة لكل منها.



الشكل 30-8

98. قارن بين معدلات تراكيز PAH قبل 1905م وبعد 1925م.

المتوسط 3 تقريباً قبل 1905م؛ و13 تقريباً بعد 1925م.

99. تُنتج بعض النباتات والحيوانات مركبات PAH بكميات قليلة، ولكن معظمها يأتي من النشاطات البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري. استنتج السبب وراء الانخفاض النسبي في مستويات PAH في العقد الأخير من القرن التاسع عشر وبداية العقد الأول من القرن العشرين.

الوقود الرئيس الذي استخدمه البشر في هذا الوقت هو الخشب. وقد بدأت مستويات PAH في التزايد عندما حلّ الوقود الأحفوري محلّ الخشب بوصفه مصدراً للوقود.

96. الجازولين كان المركّب "رباعي إيثيل الرصاص" لسنوات كثيرة، مكوّناً أساسياً في الجازولين لمنع الفرقة. ابحث عن الصيغة البنائية لهذا المركّب وتاريخ تطويره واستعماله والأسباب الكامنة وراء توقف استعماله. وهل ما زال يُتخذ مادة تُضاف إلى البنزين في أماكن من العالم؟

يجب أن تشمل إجابات الطلاب على رسم الصيغة البنائية لرباعي إيثيل الرصاص، $Pb(CH_2CH_3)_4$ ، وعلى نقاش حول بداية استخدامه، ومضاره الصحية، وقائمة بأسماء بعض دول العالم التي لا تزال تُضيفه إلى البنزين.

97. العطور يتكوّن المسك المُستعمل في العطور من الكثير من المركّبات التي تشمل ألكانات حلقية كبيرة. ابحث عن مصادر مركّبات المسك الطبيعي والصناعي في هذه المنتجات، واكتب تقريراً موجزاً حولها.

المصدر الطبيعي للمسك المُستخدم في صناعة العطور هو مسك ذكر الغزال. والمركّب العطري الرئيس فيه هو 3-ميثيل بنتااديكانون الحلقى، الذي يتمّ تحضيره في صناعات العطور والكولونيا.

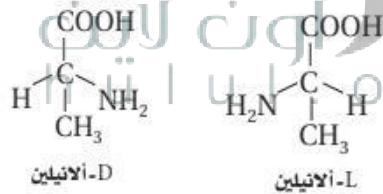
اختبار مُقنّن

أسئلة المستندات

أسئلة الاختيار من متعدد

الهيدروكربونات الأروماتية المتعددة الحلقات

1. يوجد الأنيلين، مثل جميع الأحماض الأمينية، في صورتين:



توجد الأحماض الأمينية جميعها تقريباً على هيئة (L). فأَي المصطلحات الآتية يصف بدقة L - أنيلين و D - أنيلين أحدهما بالنسبة إلى الآخر؟

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) هي مركّبات طبيعية، ولكن قد يزيد النشاط الإنساني من تركيزها في البيئة. ولدراسة مركّبات PAH جُمعت عينات من التربة، وجرى تحليلها باستعمال نوى مشعّة لمعرفة متى ترسّب كل مكوّن رئيس فيها.

الشكل 30-8 يُبيّن تركيز الهيدروكربونات الأروماتية المتعددة الحلقات (PAH) التي عُثِر عليها في سترال بارك في مدينة نيويورك. البيانات مأخوذة من:

2005. Environmental science technology 39 (18): 7012 – 7019

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بوحدة kg}} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{kg solvent}}$$

$$m = \frac{1.7 \times 10^3 \text{ mol C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2}{0.01 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}} = 0.17 \text{ mol/kg}$$

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة 4 - 6.

بيانات عن هيدروكربونات متعددة				
الاسم	عدد ذرات C	عدد ذرات H	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
هبتان	7	16	-90.6	98.5
1- هبتين	7	14	-119.7	93.6
1- هبتاين	7	12	-81	99.7
أوكتان	8	18	-56.8	125.6
1- أوكتين	8	16	-101.7	121.2
1- أوكتاين	8	14	-79.3	126.3

4. مانع الهيدروكربون الذي يتحول إلى غاز عند أقل درجة حرارة بناءً على المعلومات في الجدول السابق؟

- a. ألكان
 b. ألكين
 c. أروماتي

(b)

5. إذا رمزنا n إلى عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، فما الصيغة العامة للألكاين المحتوي على رابطة ثلاثية واحدة؟

- a. C_nH_{n+2}
 b. C_nH_{2n+2}
 c. C_nH_{2n}
 d. C_nH_{2n-2}

(d)

6. نتوقع اعتماداً على الجدول السابق أن تكون درجة انصهار النونان:

- a. أعلى مما للأوكتان.
 b. أقل مما للهبتان.
 c. أعلى مما للديكان.
 d. أقل مما للهكسان.

(a)

a. متشكلات بنائية

b. متشكلات هندسية

c. متشكلات ضوئية

d. متشكلات فراغية

(c)

2. أي مما يلي لا يؤثر في سرعة التفاعل؟

a. العوامل المساعدة

b. مساحة سطح المتفاعلات

c. تركيز المتفاعلات

d. نشاط النواتج الكيميائي

(d)

3. ما مولالية محلول يحتوي على 0.25g من ثنائي الكلوروبنتين $C_6H_4Cl_2$ المذاب في 10.0g من الهكسان الحلقي (C_6H_{12}) ؟

a. 0.17 mol/kg

b. 0.00017 mol/kg

c. 0.025 mol/kg

d. 0.014 mol/kg

الحل،

المولالية،

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بوحدة kg}} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{kg solvent}}$$

المذاب، $C_6H_4Cl_2$

$$(C_6H_4Cl_2) \text{ الكتلة المولية} = 146.99 \text{ g/mol}$$

المذيب، C_6H_{12}

احسب كتلة المذيب،

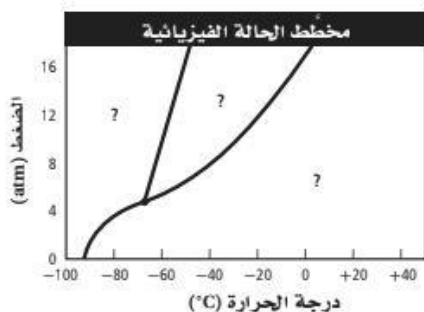
$$10.0 \text{ g C}_6\text{H}_{12} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.01 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}$$

احسب عدد مولات المذاب،

$$0.25 \text{ g C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2}{146.99 \text{ g C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2} = 1.7 \times 10^{-3} \text{ mol C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$$

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الرسم البياني المُبين أدناه للإجابة عن الأسئلة 10-12.



10. ما حالة المادة الواقعة عند درجة حرارة -80°C وضغط

10 atm ؟

الصلابة

11. ما درجة الحرارة والضغط عندما تكون المادة عند نقطتها

الثلاثية ؟

درجة الحرارة -65°C ، والضغط 4.8 atm تقريباً.

12. صف التغيرات التي تحدث في الترتيب الجزيئي عند زيادة

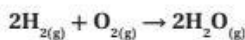
الضغط من 8 atm إلى 16 atm، مع بقاء درجة الحرارة ثابتة عند 0°C .

تتغير المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة كلما ازداد الضغط؛ فعندما تصبح الجسيمات أكثر تراصاً تفقد طاقتها الحركية، وتصبح أكثر ترتيباً وقرباً بعضها إلى بعض.

أسئلة الإجابات المفتوحة

13. إذا احترق 5.00 L من غاز الهيدروجين عند درجة حرارة 20.0°C وضغط مقداره 80.1 kPa مع كمية فائضة من الأكسجين لتكوين الماء، فما كتلة الأكسجين المستهلك؟ افترض أن كلاً من درجة الحرارة والضغط ثابتان.

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة،



من المعادلة الموزونة،
 $\frac{1 \text{ L O}_2}{2 \text{ L H}_2}$

7. عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة 20°C ، يذوب 1.72g CO_2 في 1 L ماء. فما كمية CO_2 الذائبة إذا ارتفع الضغط إلى 1.35 atm مع بقاء درجة الحرارة نفسها؟

a. 2.32 g/L

b. 1.27 g/L

c. 0.785 g/L

d. 0.431 g/L

a

$$\frac{\text{الذائبة النهائية}}{\text{الضغط النهائي}} = \frac{\text{الذائبة الابتدائية}}{\text{الضغط الابتدائي}}$$

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \Rightarrow S_2 = S_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 1.72 \text{ g/L} \left(\frac{1.35 \text{ atm}}{1.00 \text{ atm}} \right) = 2.32 \text{ g/L}$$

وبما أن حجم الماء يساوي 1L، سيدوب 2.32 g من CO_2 .

8. أيّ العبارات الآتية لا يصف ما يحدث عندما يغلي السائل ؟

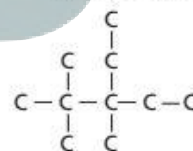
a. ترتفع درجة حرارة النظام.

b. يمتص النظام الطاقة.

c. يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي.

d. يدخل السائل في طور الغاز.

a



9. ما اسم المركب ذي الصيغة الهيكلية المُبيّنة أعلاه ؟

a. 2، 3-، 2 ثلاثي ميثيل -3- إيثيل بنتان.

b. 3- إيثيل -3، 4، 4- ثلاثي ميثيل بنتان.

c. 2- بيوتيل -2- إيثيل بيوتان.

d. 3- إيثيل -2، 2، 3- ثلاثي ميثيل بنتان.

d

احسب حجم O_2 ،

$$V_{O_2} = 5.00 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ L O}_2}{2 \text{ L H}_2} = 2.50 \text{ L O}_2$$

احسب درجة الحرارة بوحدة K ،

$$T = 20.0^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ K}$$

احسب عدد مولات غاز O_2 ،

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(80.1 \text{ kPa})(2.50 \text{ L O}_2)}{(8.314 \frac{\text{L.kPa}}{\text{mol.K}})(293 \text{ K})} = 0.0822 \text{ mol O}_2$$

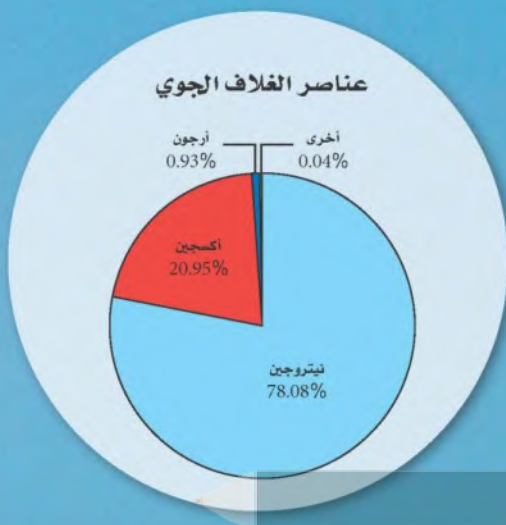
$$n_{(O_2)} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{32.00 \text{ g/mol}}$$

$$n = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

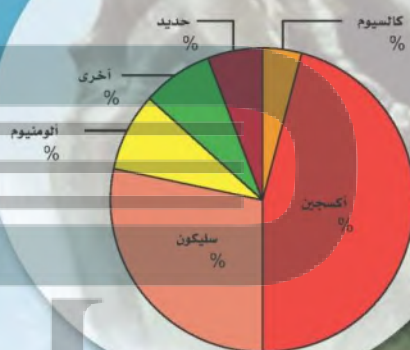
$$\text{الكتلة} = n (\text{الكتلة المولية})$$

$$= 0.0822 \text{ mol O}_2 \times \frac{32.00 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 2.63 \text{ g O}_2$$

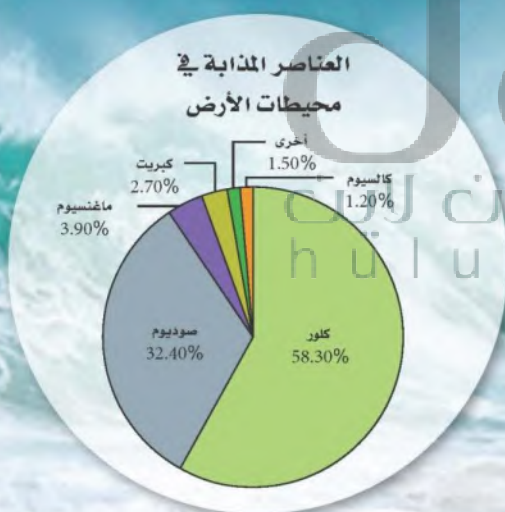
عناصر الغلاف الجوي



عناصر القشرة الأرضية



العناصر المذابة في محيطات الأرض



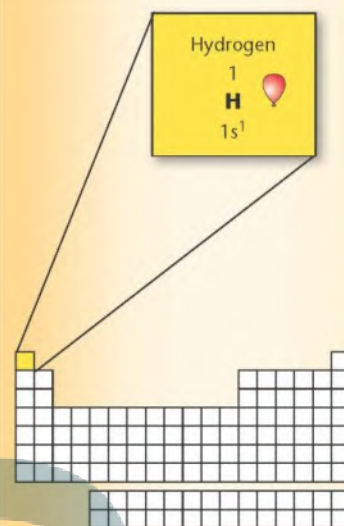
الخواص الفيزيائية والذرية

- لغاز الهيدروجين H_2 كثافة أقل من الغازات الأخرى عند درجة حرارة وضغط ثابتين.
- يمكن أن يوجد الهيدروجين في الحالة الصلبة عند تعرضه للضغط الشديد كما في باطن كوكب المشتري.
- يوضع الهيدروجين في المجموعة الأولى من الجدول الدوري؛ لاحتوائه على إلكترون تكافؤ واحد.
- يتشارك الهيدروجين مع فلزات المجموعة 1 في بعض الخواص؛ فهو يفقد إلكترونًا واحدًا لتكوين أيون الهيدروجين الموجب H^+ .
- يتشارك الهيدروجين في بعض الخواص أيضًا مع عناصر المجموعة 17 اللافلزية؛ فهو يستطيع اكتساب إلكترون واحد لتكوين أيون الهيدريد السالب H^- .

- للهيدروجين ثلاثة نظائرشائعة، هي: البروتيوم وهو الأكثر شيوعًا، حيث يحتوي بروتونًا واحدًا وإلكترونًا واحدًا، ولا يحتوي نيوترونات. والديوتيريوم الذي يدعى أيضًا الهيدروجين الثقيل حيث يحتوي بروتونًا واحدًا ونيوترونًا واحدًا، وإلكترونًا واحدًا.

الخواص الفيزيائية والذرية للهيدروجين	
-259°C	درجة الانصهار
-253°C	درجة الغليان
$8.98 \times 10^{-5} \text{ g/ml}$	الكثافة
78 pm	نصف القطر الذري
1312 kJ/mol	طاقة التأين الأولى
2.2	الكهرسالية

- التريتيوم وهو مشع ويحتوي على نيوترونين وإلكترون واحد، وبروتون واحد.



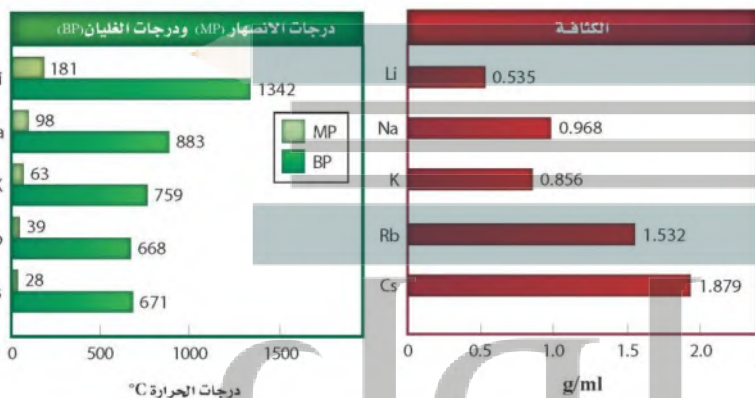
يمكن أن تكون المواد الكيميائية المستخدمة في تنظيف المنازل حمضية أو قلوية حسب تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة، وكلما كان تركيزها أكبر كانت درجة الحموضة أقل.

الاختبارات التحليلية

يعد الرقم الهيدروجيني pH مقياسًا لدرجة تركيز أيونات الهيدروجين H^+ في محلول مائي، فإذا عبّرنا عن تركيز أيونات الهيدروجين بوحدة mol/l فإن الرقم الهيدروجيني pH هو سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين $-\log[H^+]$. فمثلاً: إذا كان تركيز أيون الهيدروجين $1 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، فيكون الرقم الهيدروجيني pH يساوي 2.

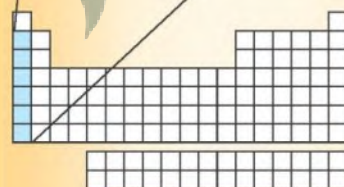
الخواص الفيزيائية

- للفلزات القلوية مظهر فضي لامع.
- تكون الفلزات القلوية الصلبة لينة لدرجة يمكن قطعها بالسكين.
- لمعظم الفلزات القلوية كثافة منخفضة مقارنة بالعناصر الصلبة التابعة للمجموعات الأخرى. فعلى سبيل المثال، تكون كثافة كل من الصوديوم والليثيوم والبوتاسيوم أقل من كثافة الماء.
- للفلزات القلوية درجات انصهار منخفضة، مقارنة بالفلزات الأخرى، ومنها الفضة والذهب.



Lithium 3 Li [He]2s ¹
Sodium 11 Na [Ne]3s ¹
Potassium 19 K [Ar]4s ¹
Rubidium 37 Rb [Kr]5s ¹
Cesium 55 Cs [Xe]6s ¹
Francium 87 Fr [Rn]7s ¹

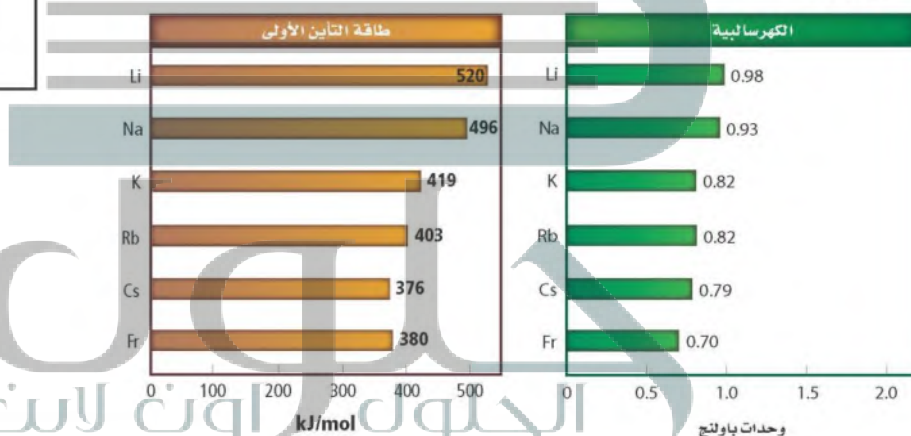
دليل العناصر الكيميائية



الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 1 إلكترون تكافؤ واحد وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^1 .
- تفقد عناصر المجموعة 1 إلكترون التكافؤ الخاص بها لتكون أيوناً ذا شحنة موجبة +1.
- تزداد أنصاف أقطار الذرات وأنصاف أقطار الأيونات كلما انتقلنا في المجموعة 1 من أعلى إلى أسفل.
- تقل الكهروسالبية كلما انتقلنا في المجموعة 1 من أعلى إلى أسفل.
- لا توجد الفلزات القلوية في الطبيعة بشكل حر؛ لأنها نشطة جداً.
- لكل عنصر من عناصر الفلزات القلوية نظير واحد مشع على الأقل.
- بسبب ندرة عنصر الفرانسيوم، ولأنه يضمحل بسرعة كبيرة جداً فإن خواصه غير معروفة إلى الآن.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
Li 152	Li^{+1} 76
Na 186	Na^{+1} 102
K 227	K^{+1} 138
Rb 248	Rb^{+1} 152
Cs 265	Cs^{+1} 167
Fr 270	



الاختبارات التحليلية

يمكن تعرف الفلزات القلوية من خلال اختبارات اللهب؛ فالليثيوم ينتج لهباً أحمر اللون، والصوديوم ينتج لهباً برتقالياً، بينما ينتج كل من البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم لهباً بنفسجياً.



الليثيوم



الصوديوم



البوتاسيوم



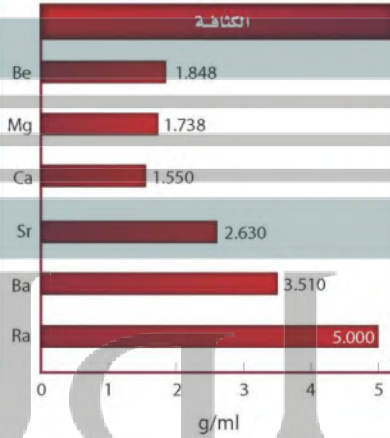
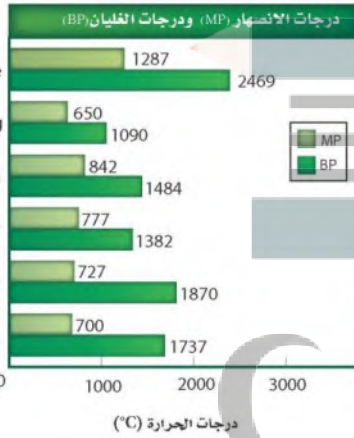
الروبيديوم



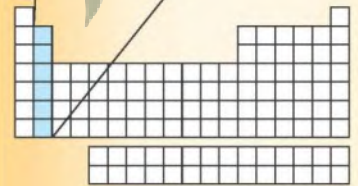
السيزيوم

الخواص الفيزيائية

- لمعظم الفلزات القلوية الأرضية مظهر فضي لامع، وتتكون طبقة رقيقة عليها عند تفاعلها مع الأكسجين.
- تعد الفلزات القلوية الأرضية أصعب وأكثر كثافة وأقوى من العديد من عناصر المجموعة 1، ولكنها تبقى أقل صلابة من الكثير من الفلزات.
- لمعظم الفلزات القلوية الأرضية درجات انصهار ودرجات غليان أكبر من الفلزات القلوية.
- تزداد الكثافة بشكل عام كلما انتقلنا من أعلى إلى أسفل في المجموعة.



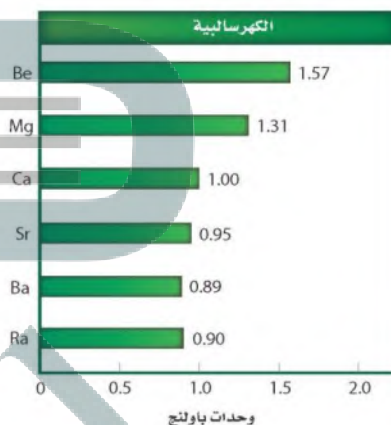
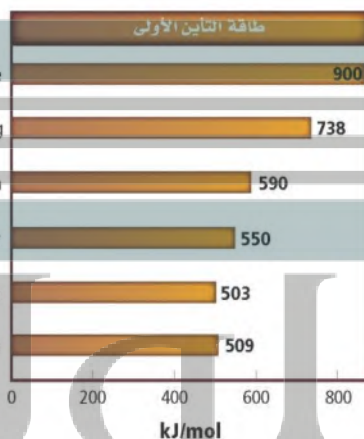
Beryllium 4 Be [He]2s ²
Magnesium 12 Mg [Ne]3s ²
Calcium 20 Ca [Ar]4s ²
Strontium 38 Sr [Kr]5s ²
Barium 56 Ba [Xe]6s ²
Radium 88 Ra [Rn]7s ²



الخواص الذرية

- لكل عنصر من المجموعة 2 إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^2 .
- تفقد عناصر الفلزات القلوية الأرضية إلكترونات التكافؤ الخاصين بها لتكون أيونات ذات شحنة ثنائية موجبة $+2$.
- يزداد نصف قطر الذرة ونصف قطر الأيون كلما انتقلنا في المجموعة 2 من أعلى إلى أسفل، ولكنها تبقى أصغر من أنصاف أقطار ذرات المجموعة 1 وأنصاف أقطار أيوناتها.
- تقل الكهروسالبية وطاقة التأين كلما انتقلنا في المجموعة 2 من أعلى إلى أسفل، ولكنها يكونان أكبر من عناصر المجموعة 1.

نصف القطر الأيوني (pm)	نصف القطر الذري (pm)
Be ²⁺ 31	Be 112
Mg ²⁺ 72	Mg 160
Ca ²⁺ 100	Ca 197
Sr ²⁺ 118	Sr 215
Ba ²⁺ 135	Ba 222
	Ra 220



الاختبارات التحليلية

يمكن تعرّف ثلاثة من الفلزات القلوية الأرضية من خلال اختبارات اللهب؛ فالكالسيوم ينتج لهباً قرمزي اللون أقرب إلى اللون البرتقالي، بينما ينتج الإسترانشيوم لهباً قرمزيّاً أقرب إلى اللون البنفسجي، أما الباريوم فينتج لهباً أصفر مخضراً.



الكالسيوم



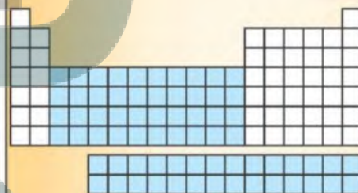
الإسترانشيوم



الباريوم

الخواص الفيزيائية

- تشمل العناصر الانتقالية الرئيسة أربع سلاسل من الفئة d، والتي تتراوح أعدادها الذرية بين (104 - 109)، (72 - 80)، (39 - 48)، (21 - 30). أما العناصر الانتقالية الداخلية فتشمل عناصر الفئة f (وهي عناصر نادرة)، ضمن سلسلة اللانثانيدات، والتي تتراوح أعدادها الذرية بين (71 - 57)، وسلسلة الأكتينيدات التي تتراوح أعدادها الذرية بين (103 - 89)، وجميعها فلزات.
- تعد العناصر الانتقالية -بغیرها من الفلزات- جيدة التوصيل للكهرباء والحرارة، وهي قابلة للسحب، مما يعني أنه من الممكن سحبها على شكل أسلاك، وهي أيضا مرنة قابلة للطرق، مما يعني إمكانية طرقها وسحبها على شكل صفائح.
- للعناصر الانتقالية عامة كثافة مرتفعة، ودرجات انصهار مرتفعة، وضغط بخاري منخفض. وتكون جميع العناصر الانتقالية صلبة عند درجة حرارة الغرفة ما عدا الرئبق، الذي يكون في الحالة السائلة.
- صلابة العناصر الانتقالية، وتوافرها بكثرة -ومنها الحديد- تجعلها تستخدم بوصفها مواد بناء.
- العديد من العناصر الانتقالية تعكس الضوء المرئي عند أطوال موجية محددة، مما يجعل بعض مركباتها تظهر ملونة ولامعة.
- غالبا ما يكون للعناصر الانتقالية خواص مغناطيسية، مما يعني أنها تنجذب إلى مجال مغناطيسي قريب منها. وتعد العناصر الانتقالية الثلاثة (الحديد والكوبلت والنيكل) ذات خواص مغناطيسية، حيث يمكن لهذه العناصر تكوين مجالها المغناطيسي الخاص بها.



عند تعرض برادة الحديد إلى مغناطيس تصبح مغناطيسًا، وتنجذب إلى المغناطيس وينجذب بعضها إلى بعض.

الخواص الذرية

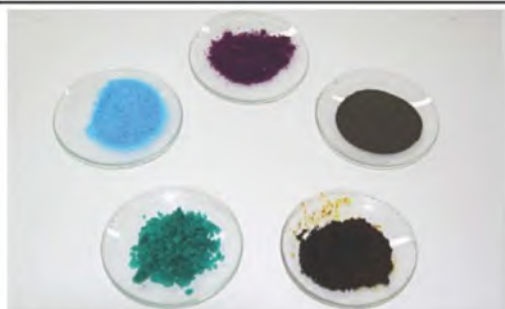
- للعناصر الانتقالية الرئيسية مجالات ثانوية d غير مكتملة.
- تتضمن العناصر الانتقالية الداخلية سلسلة اللانثانيدات وسلسلة الأكتينيدات، وهذه العناصر مجالات ثانوية f غير مكتملة.
- يساعد التركيب الإلكتروني للعناصر الانتقالية على تعرّف خواصها الكيميائية؛ فكلما كان عدد الإلكترونات غير المرتبطة في المجال الثانوي d أكبر كان العنصر أكثر صلابة وكانت درجات الانصهار والغليان أعلى.
- تسبب الإلكترونات غير المرتبطة في مجالات f و d الخواص المغناطيسية للعناصر الانتقالية.
- يساعد التركيب الإلكتروني للعناصر الانتقالية على تكوين المركبات الملونة؛ إذ تستطيع المركبات التي تحتوي إلكترونات غير مرتبطة في المجال d امتصاص الضوء المرئي.
- يوجد اختلاف يسير بين العناصر الانتقالية في الحجم الذري، والكهروسالبية، وطاقة التأين، عند الانتقال في الدورة الواحدة من اليسار إلى اليمين.

أعداد تأكسد الدورة الأولى للعناصر الانتقالية								
				+3				Sc
			+4	+3	+2	+1		Ti
		+5	+4	+3	+2	+1		V
	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	Cr
+7	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	Mn
	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	Fe
		+5	+4	+3	+2	+1	0	Co
			+4	+3	+2	+1		Ni
				+3	+2	+1		Cu
					+2			Zn

الواحدة من اليسار إلى اليمين.

- تستطيع العناصر الانتقالية تكوين أيونات من خلال أعداد تأكسد مختلفة.

الاختبارات التحليلية

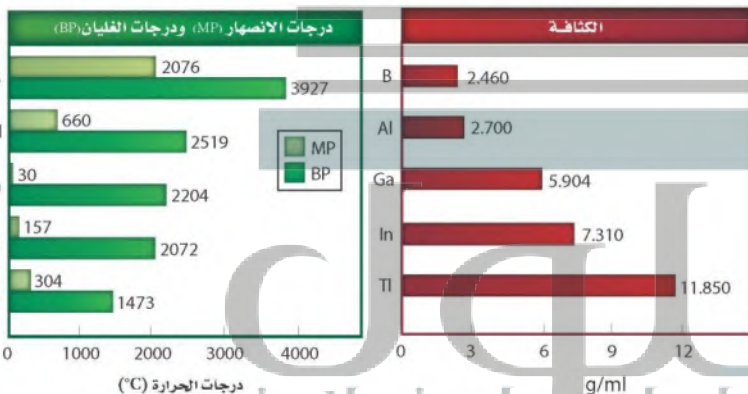


لاحظ ألوان مركبات العناصر الانتقالية في الشكل المجاور، تمتص هذه العناصر أطوالاً موجية مختلفة من الضوء عند وضعها في المحاليل. يستخدم الطيف المرئي عملية امتصاص الضوء عند أطوال موجية محددة لقياس تركيز المركبات الملونة في المحلول. تستخدم هذه الطريقة في التحليل التفاعلي الذي يحدث بين إلكترونات التكافؤ للعناصر الانتقالية، والضوء المرئي. ولأن الكثير من مركبات العناصر الانتقالية ذات ألوان فإنه يصبح من الممكن استخدام هذه التقنية في تحليل العناصر الانتقالية.

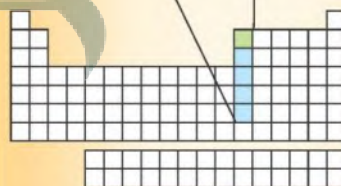
لعناصر المركبات الانتقالية ألوان بسبب الامتلاء الجزئي للمجال d، وتستطيع الإلكترونات فيها امتصاص الضوء المرئي لأطوال موجية محددة، أما المركبات التي تحتوي مجالاً ممتلئاً أو فارغاً تماماً من الإلكترونات فإنها لا تكون ألواناً براقاً.

الخواص الفيزيائية

- لمعظم عناصر المجموعة 13 من الفلزات مظهر فضي لامع، ما عدا البورون الذي له لون أسود، والثاليوم ذو لون فضي غير لامع، ولكنه يتأكسد بسرعة.
- يعد البورون من أشباه الفلزات، بينما باقي عناصر المجموعة 13 من الفلزات.
- عناصر هذه المجموعة خفيفة الوزن نسبياً، وطرية، ما عدا البورون الذي يعد صلباً جداً كالماس.
- تكون عناصر المجموعة 13 صلبة عند درجة حرارة الغرفة، وينصهر الجاليوم عند ارتفاع درجة حرارة الغرفة عن معدلها قليلاً.
- لعناصر المجموعة 13 درجة غليان أعلى من درجة غليان عناصر مجموعة الفلزات القلوية الأرضية، ودرجتا غليان وانصهار أقل من عناصر مجموعة الكربون.



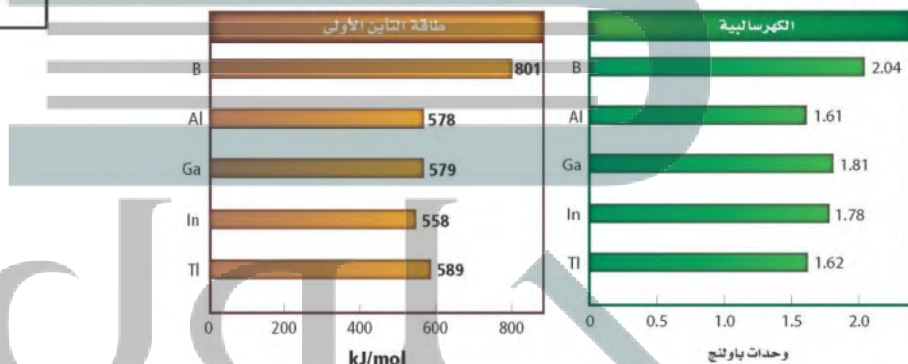
Boron
5
B
[He]2s ² 2p ¹
Aluminum
13
Al
[Ne]3s ² 3p ¹
Gallium
31
Ga
[Ar]4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹
Indium
49
In
[Kr]5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹
Thallium
81
Tl
[Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ¹



الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 13 ثلاثة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^1$.
- تفقد عناصر المجموعة 13 - ما عدا البورون - إلكترونات تكافؤها الثلاث لتكون أيوناً ذا شحنة ثلاثية موجبة $+3$. ولبعض العناصر - ومنها (Ga, In, Tl) - القدرة على فقد إلكترون واحد فقط من إلكترونات تكافؤها لتكون أيوناً ذا شحنة أحادية موجبة $+1$.
- يتشارك البورون فقط في الروابط التساهمية.
- يزداد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني لعناصر المجموعة 13 كلما انتقلنا من أعلى إلى أسفل، وحجوم عناصرها مشابهة لحجوم عناصر المجموعة 14.
- تقل طاقة التأين لعناصر المجموعة 13 كلما انتقلنا من أعلى إلى أسفل.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
B 85	B^{3+} 20
Al 143	Al^{3+} 50
Ga 135	Ga^{3+} 62
In 167	In^{3+} 81
Tl 170	Tl^{3+} 95



نتائج اختبار اللهب	العنصر
لون اللهب	البورون
وميض أخضر ساطع	الإنديوم
لون أزرق نيلي	الثاليوم
أخضر	

الاختبارات التحليلية

معظم عناصر مجموعة البورون - ما عدا الألومنيوم، الذي يعد واحداً من العناصر الأكثر وفرة في قشرة الأرض - نادرة ولا يمكن العثور عليها حرة في الطبيعة. ويمكن تعرّف ثلاثة منها باختبارات اللهب، كما هو موضّح في الجدول. فينتج البورون اللون الأخضر الساطع، في حين ينتج الإنديوم اللون الأزرق النيلي. وينتج الثاليوم اللون الأخضر. وتتضمن أكثر الأساليب دقة في تعرّف العناصر تقنيات الطيف وتقنيات التصوير المتقدمة.

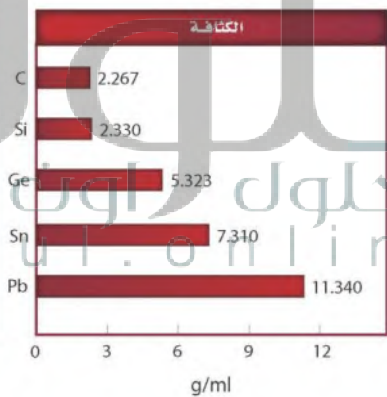
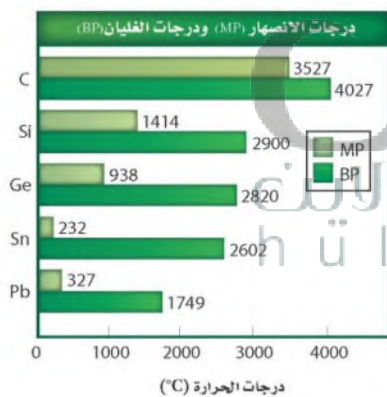


الإنديوم

تمت تسمية عنصر الإنديوم بهذا الاسم بعد أن لاحظ العلماء اللون الأزرق النيلي في خطوط الطيف.

الخواص الفيزيائية

- تزداد الخواص الفلزية لعناصر مجموعة الكربون كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة. فالكربون لافلز. بينما السليكون والجرمانيوم أشباه فلزات. أما القصدير والرصاص ففلزات.
- يمكن أن يوجد الكربون على شكل مسحوق أسود؛ أو مادة طرية، أو مادة صلبة زلقة رمادية اللون؛ أو مادة صلبة شفافة؛ أو مادة صلبة ذات لون برتقالي قريب إلى الأحمر.
- يمكن للسليكون أن يكون مسحوقاً بنيًا أو مادة صلبة رمادية لامعة.
- الجرمانيوم شبه فلز صلب ولامع، لونه رمادي- أبيض، يمكن أن يكسر بسهولة.
- للقصدير أيضا شكلان؛ حيث يوجد على شكل فلز صلب فضي اللون مائل إلى اللون الأبيض، كما يوجد أيضًا على شكل فلز صلب رمادي لامع. وكلاهما قابل للطرق والسحب والتشكيل.
- الرصاص مادة فلزية لامعة رمادية، ليّنة، قابلة للطرق والسحب.
- تقل درجات الانصهار والغليان، وتزداد الكثافة كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة.



Carbon 6 C [He]2s ² 2p ²
Silicon 14 Si [Ne]3s ² 3p ²
Germanium 32 Ge [Ar]4s ² 3d ¹⁰ 4p ²
Tin 50 Sn [Kr]5s ² 4d ¹⁰ 5p ²
Lead 82 Pb [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ²

الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 14 أربعة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^2$.
- تشارك عناصر مجموعة الكربون في الروابط التساهمية بعدد تأكسد +4. ويمكن للقصدير والرصاص أيضاً أن يكون لهما عدد تأكسد +2. و للكربون والسليكون في بعض المركبات عدد تأكسد -4.
- يوجد كل من الكربون والسليكون والقصدير بأشكال بلورية مختلفة.
- يزداد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة، ولكنها تتشابه مع أنصاف أقطار عناصر المجموعة 13.
- لعناصر المجموعة 14 - ما عدا الكربون - طاقات تأين متماثلة، وليس هناك تباين في الكهروسالبية بين هذه العناصر.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
C 77	C ⁴⁺ 15
Si 118	Si ⁴⁺ 41
Ge 122	Ge ⁴⁺ 53
Sn 140	Sn ⁴⁺ 71
Pb 146	Pb ⁴⁺ 84



الاختبارات التحليلية

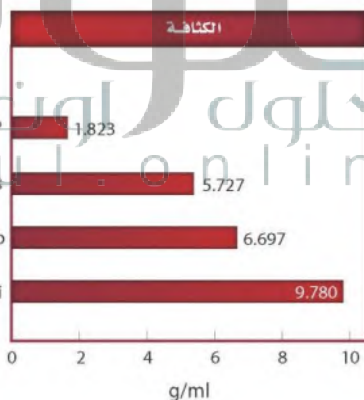
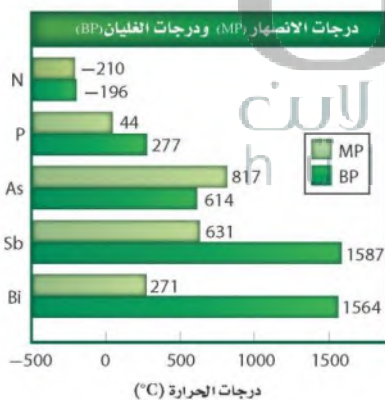


لا يمكن تعرّف عناصر المجموعة 14، من خلال اختبارات اللهب؛ لأن هذه العناصر ترتبط مع غيرها من خلال الروابط التساهمية، ما عدا الرصاص الذي ينتج ضوءاً أزرق اللون. ويمكن تعرّف عناصر مجموعة الكربون من خلال تحليل خواصها الفيزيائية، ومنها درجة الانصهار ودرجة الغليان والكثافة، و من خلال طيف الانبعاث، أو من خلال تفاعلها مع غيرها من المواد الكيميائية، فمثلاً يكون الرصاص والقصدير رواسب عند إضافتهما إلى محاليل محددة.

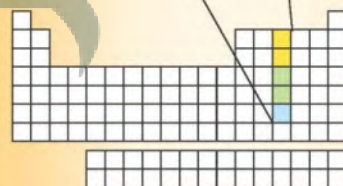
عند إضافة نترات الرصاص إلى
يوديد البوتاسيوم ينتج راسب
أصفر من يوديد الرصاص.

الخواص الفيزيائية

- تزداد الخواص الفلزية - تمامًا كعناصر المجموعة 14- كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة؛ فالنيتروجين والفوسفور لافلزات، بينما الزرنيخ والأنتيمون أشباه فلزات. أما البزموت ففلز.
- تختلف أشكال عناصر مجموعة النيتروجين تمامًا كعناصر المجموعة 14.
- يكون النيتروجين على شكل غاز عديم اللون والرائحة .
- يوجد الفوسفور على ثلاثة أشكال بلورية جميعها صلب، وتكون هذه الأشكال بيضاء أو حمراء أو سوداء.
- يكون الزرنيخ صلبًا ولامعًا، ولونه رمادي مائل إلى اللون الأبيض، وهش. ويمكن أن يكون صلبًا ذا لون أصفر باهت تحت ظروف محددة. ويتسامى الزرنيخ عند تسخينه.
- الأنتيمون صلب، فضي- رمادي اللون، لامع، هش.
- البزموت صلب ذو لون رمادي لامع أقرب إلى اللون الوردي. وهو أقل الفلزات في الجدول الدوري توصيلًا للكهرباء، وهو هش أيضًا.
- تزداد درجات غليان العناصر، وتزداد الكثافة أيضًا كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة 15.



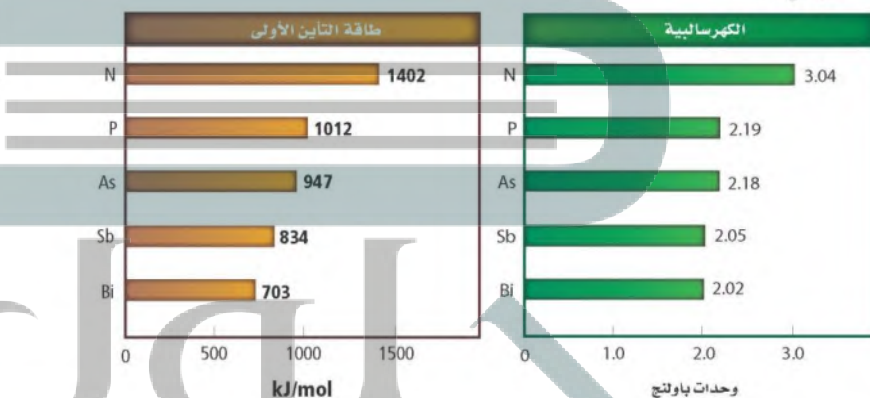
<p>Nitrogen</p> <p>7</p> <p>N</p> <p>[He]2s²2p³</p>
<p>Phosphorus</p> <p>15</p> <p>P</p> <p>[Ne]3s²3p³</p>
<p>Arsenic</p> <p>33</p> <p>As</p> <p>[Ar]4s²3d¹⁰4p³</p>
<p>Antimony</p> <p>51</p> <p>Sb</p> <p>[Kr]5s²4d¹⁰5p³</p>
<p>Bismuth</p> <p>83</p> <p>Bi</p> <p>[Xe]6s²4f¹⁴5d¹⁰6p³</p>



الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 15 خمسة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^3$.
- النيتروجين ضعيف النفاذية المغناطيسية، مما يعني أنه لا يجذب إلى المجال المغناطيسي، وهذا يدل على أن إلكتروناته جميعها مرتبطة.
- للنيتروجين عدد تأكسد يتراوح بين -3 و +5.
- للفوسفور والزرنيخ والأنتيمون أعداد تأكسد -3 و +3 و +5.
- للبزموت أعداد تأكسد +3 و +5.
- تقل طاقات التأين الأولى والكهروسالبة، ويزداد نصف القطر الذري كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
N 75	N^{3-} 146
P 110	P^{3-} 212
As 120	As^{3-} 222
Sb 140	Sb^{5+} 62
Bi 150	Bi^{5+} 74



الاختبارات التحليلية




لا يمكن تعرّف عناصر المجموعة 15 من خلال اختبارات اللهب؛ لأن معظم هذه العناصر لافلززية وترتبط بغيرها من خلال الروابط التساهمية، ما عدا الأنتيمون الذي يصدر ضوءاً أخضر خافتاً أو أزرق عند تعريضه للهب، والبزموت الذي يصدر ضوءاً أزرق مائلاً إلى البنفسجي.


يمكن تعرّف عناصر مجموعة النيتروجين من خلال تحليل خواصها الفيزيائية، ومنها درجة الانصهار ودرجة الغليان والكثافة، ومن خلال طيف الانبعاث، أو من خلال تفاعلها مع غيرها من المواد الكيميائية، فمثلاً يتكون راسب من أيونات البزموت عند إضافتها إلى هيدروكسيد القصدير وهيدروكسيد الصوديوم. ويمكن تعرّف مركبات الأمونيوم التي تحتوي على النيتروجين من خلال الرائحة المميزة التي تصدر عند إضافتها إلى هيدروكسيد الصوديوم، ومن خلال تغير اللون الحاصل لورقة تباع الشمس الحمراء الموضوعة على فوهة أنبوب الاختبار.


الخواص الفيزيائية


- في درجة حرارة الغرفة يكون الأكسجين غازاً نقيّاً ، عديم الرائحة، بينما يكون باقي عناصر المجموعة 16 مواد صلبة.
- لبعض عناصر المجموعة 16 أشكال بلورية عديدة شائعة. فيمكن أن يوجد الأكسجين على شكل O_2 أو O_3 (الأوزون). وللكبريت أيضاً الكثير من الأشكال البلورية. أما السيلينيوم فله ثلاثة أشكال بلورية شائعة: رمادي غير متبلور، وبلوري أحمر، أو على شكل مسحوق ذي لون أحمر مائل إلى الأسود.
- يعدُّ كل من الأكسجين والكبريت والسيلينيوم لافلزات، بينما التيرونيوم والبولونيوم أشباه فلزات.
- للأكسجين خواص مغناطيسية، وهذا يعني أنه يمكن لمغناطيس قوي أن يجذب جزيئات الأكسجين.
- تزداد درجات الغليان والانصهار لعناصر المجموعة 16 ما عدا البولونيوم مع زيادة العدد الذري. وتزداد الكثافة لجميع عناصر المجموعة 16 بزيادة العدد الذري لها.




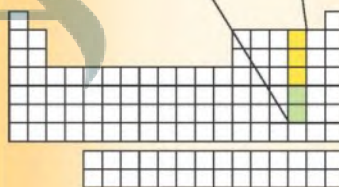
Oxygen
8

$[He]2s^2 2p^4$

Sulfur
16

$[Ne]3s^2 3p^4$

Selenium
34

$[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^4$

Tellurium
52

$[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^4$

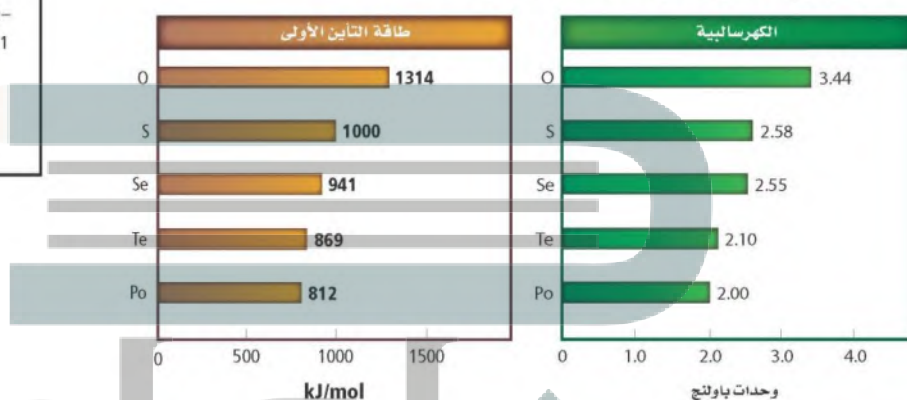
Polonium
84

$[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$



الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 16 ستة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^4$.
- يمكن لعناصر المجموعة 16 أن يكون لها أعداد تأكسد مختلفة، فمثلاً للأكسجين أعداد تأكسد -2 و -1، وللكبريت أعداد تأكسد +6 و +4 و +2.
- تقل طاقات التأين الأولى والكهروسالبية، كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة.
- للبولونيوم 27 نظيراً معروفاً، وجميعها نظائر مشعة.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
O 73	O^{2-} 140
S 103	S^{2-} 184
Se 119	Se^{2-} 198
Te 142	Te^{2-} 221
Po 168	



الاختبارات التحليلية

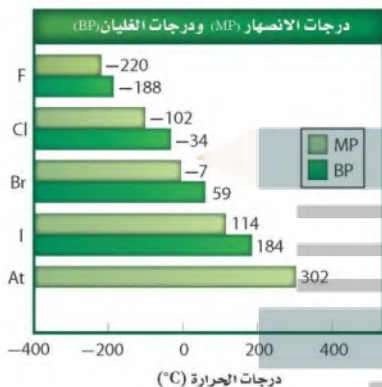
يمكن قياس نسبة وجود الأكسجين بطرائق عدة، وفي بيئات مختلفة؛ فمثلاً يمكن لجهاز قياس ذائبية الأكسجين أن يقيس نسبة الأكسجين المذاب في عينة من الماء، حيث يستخدم هذا الجهاز التفاعلات الكهروكيميائية التي تعمل على تحويل جزيئات الأكسجين إلى أيونات الهيدروكسيد. ويقيس هذا الجهاز التيار الكهربائي الناتج خلال هذا التفاعل، فكلما كان تركيز الأكسجين أكبر كان التيار أكبر.



فحص ذائبية الأكسجين أحد
تحاليل مراقبة جودة الماء.

الخواص الفيزيائية

- عند درجة حرارة الغرفة يكون الفلور والكلور في الحالة الغازية. ويكون البروم - بالإضافة إلى الزئبق - سائلاً. أما اليود فمادة صلبة تتسامى بسهولة.
- الفلور غاز أصفر باهت. والكلور غاز أصفر مائل إلى اللون الأخضر. أما البروم فسائل أحمر مائل إلى البني، بينما اليود صلب، لونه أزرق غامق.
- تزداد درجة غليان ودرجة انصهار عناصر المجموعة 17 كلما زاد العدد الذري.



عند درجة حرارة الغرفة يتسامى اليود، وتظهر بلوراته بلون أزرق غامق، وتتصاعد أبخرة بنفسجية.

Fluorine

9

F

[He]2s²2p⁵

Chlorine

17

Cl

[Ne]3s²3p⁵

Bromine

35

Br

[Ar]4s²3d¹⁰4p⁵

Iodine

53

I

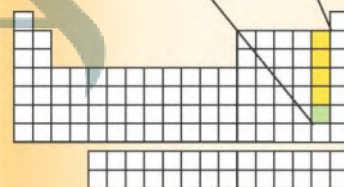
[Kr]5s²4d¹⁰5p⁵

Astatine

85

At

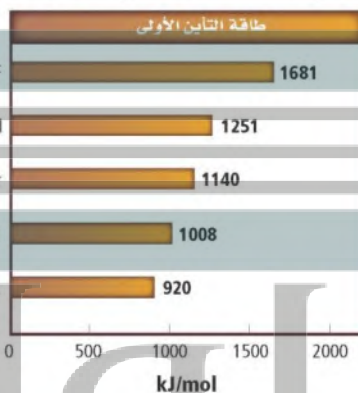
[Xe]6s²4f¹⁴5d¹⁰6p⁵



الخواص الذرية

- لكل عنصر من عناصر المجموعة 17 سبعة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^5$.
- تقل طاقات التأين الأولى والكهروسالبية، كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة 17.
- يعدّ الفلور العنصر الأكثر كهروسالبية في الجدول الدوري. لذلك لديه ميل أكبر لجذب الإلكترونات.
- الأستاتين عنصر مشع، ولكن استخداماته غير معروفة.
- يزداد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
F 72	F ⁻ 133
Cl 100	Cl ⁻ 181
Br 114	Br ⁻ 195
I 133	I ⁻ 220



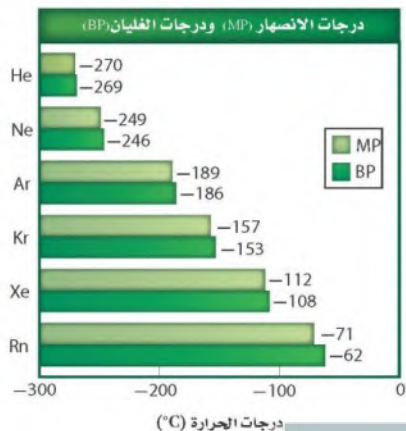
الاختبارات التحليلية



يمكن تعرّف ثلاثة من الهالوجينات من خلال تفاعلات الترسيب، فيتفاعل كل من الكلور والبروم واليود مع نترات الفضة ليكونوا رواسب مميزة لكل منهم. فكلوريد الفضة راسب أبيض وبروميد الفضة راسب حليبي اللون، أما يوديد الفضة فراسب أصفر. ويمكن تعرّف الكلور والبروم واليود أيضاً من خلال ذوبانهم في الهكسان الحلقي. فكما هو مبين في الشكل، يتحول المحلول إلى اللون الأصفر في حالة الكلور، والبرتقالي عند إضافة البروم، والبنفسجي عند إضافة اليود.

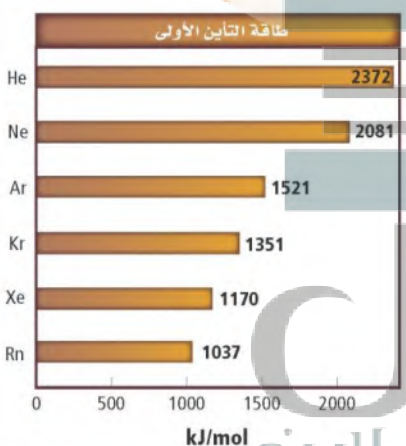
تذوب الهالوجينات قليلاً في الماء (لاحظ الطبقة السفلى). ولكن في الهكسان الحلقي (الطبقة العليا)، يذوب كل من الكلور (الأصفر) والبروم (البرتقالي) واليود (البنفسجي).

الخواص الفيزيائية



- تتأاز عناصر المجموعة 18 بأنها غازات عديمة اللون والرائحة.
- جميعها لافلزات.
- تزداد درجتا الغليان والانصهار لعناصر المجموعة كلما انتقلنا إلى أسفل المجموعة، ولكنها تبقى أقل من باقي عناصر الجدول الدوري.

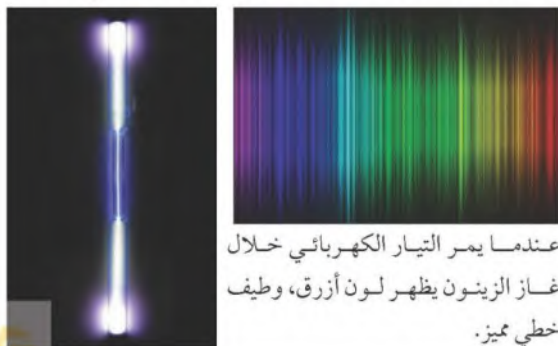
الخواص الذرية



- لكل عنصر من عناصر المجموعة 18 ثمانية إلكترونات تكافؤ في مجاله الأخير. وتوزيع إلكترونات ينتهي بـ $ns^2 np^6$ ما عدا الهيليوم، الذي له إلكترونات فقط.
- جميع عناصر الغازات النبيلة وحيدة الذرة، وتوجد في صورة غير مرتبطة.
- للغازات النبيلة طاقات تأين أولى أكبر من عناصر الجدول الدوري جميعها.

الآختبارات التحليلية

لأن الغازات النبيلة عديمة اللون والرائحة، وتكون عموماً غير نشطة، فإن العديد من التجارب التحليلية المستخدمة في تعرف هذه العناصر ليست مفيدة. ومع ذلك، فإن الغازات النبيلة تصدر ضوءاً ذا ألوان محددة ينبعث عندما تتعرض لتيار كهربائي، ويظهر لها طيف خطي.



عندما يمر التيار الكهربائي خلال غاز الزينون يظهر لون أزرق، وطيف خطي مميز.

Helium 2 He $1s^2$
Neon 10 Ne $[He]2s^2 2p^6$
Argon 18 Ar $[Ne]3s^2 3p^6$
Krypton 36 Kr $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^6$
Xenon 54 Xe $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^6$
Radon 86 Rn $[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$



(أ)

- أشباه الفلزات Metalloids** العناصر التي لها الخواص الفيزيائية والكيميائية لكل من الفلزات واللافلزات.
- الألكان Alkane** هيدروكربون يحتوي روابط مفردة بين الذرات.
- الألكان الحلقي Cycloalkane** هيدروكربون حلقي يحتوي على روابط تساهمية مفردة فقط، ويتكون من حلقات فيها ثلاثة ذرات كربون أو أكثر.
- الألكاين Alkyne** مركب هيدروكربوني غير مشبع كالأيثاين (C_2H_2) يحتوي على رابطة ثلاثية أو أكثر.
- إلكتروليت Electrolyte** المركب الأيوني الذي يوصل محلوله المائي التيار الكهربائي.
- إلكترونات التكافؤ Valence Electrons** الإلكترونات في مجال الطاقة الأخير في الذرة، والتي تحدد الخواص الكيميائية لهذه الذرة.
- الإلكترونات الحرة Delocalized Electrons** الإلكترونات التي تكون الرابطة الفلزية، وتكون حرة الحركة من ذرة إلى أخرى في الفلز، ولا تكون منجذبة نحو ذرة بعينها.
- الأنيون Anion** الأيون الذي له شحنة سالبة.
- الألكين Alkene** هيدروكربون غير مشبع كالأيثين (C_2H_2) يحتوي رابطة تساهمية ثنائية أو أكثر.
- الأيون Ion** ذرة أو مجموعة ذرات مترابطة لها شحنة موجبة أو سالبة.
- الأيونات الأحادية الذرة Monatomic Ions** الأيونات التي تتكون من ذرة واحدة فقط.
- الأيون العديد الذرات Polyatomic Ion** الأيون الذي يتكون من ذرتين أو أكثر ويسلك سلوك الأيون الواحد الذي يحمل شحنة موجبة أو سالبة.

(ت)

- تدرج خواص العناصر Periodic Law** ترتيب العناصر وفق تزايد أعدادها الذرية، بحيث يؤدي إلى تدرج في خواص هذه العناصر.
- تركيب لويس Lewis Structure** نموذج يتم فيه تمثيل إلكترونات التكافؤ فقط على شكل نقاط أو خطوط للإلكترونات المرتبطة.
- التفاعل الطارد للطاقة Exothermic** التفاعل الكيميائي الذي يرافقه انبعاث طاقة أكبر من الطاقة اللازمة لكسر الروابط في جزيئات المواد المتفاعلة.
- التفاعل الماص للطاقة Endothermic** التفاعل الكيميائي الذي يحتاج إلى كمية من الطاقة لكسر الروابط الموجودة في المواد المتفاعلة أكبر من الطاقة التي تنبعث عندما تتكون روابط جديدة في جزيئات المواد الناتجة.

التقطير التجزيئي Fractional Distillation عملية فصل مكونات البترول إلى مكونات أبسط منها من خلال تكثفها عند درجات حرارة مختلفة.

التمثيل النقطي للإلكترونات Electron-Dot Structure طريقة تمثيل إلكترونات التكافؤ حول رمز العنصر باستعمال النقط.

التهجين Hybridization الطريقة التي يتم فيها خلط المجالات الفرعية لتكوين مجالات جديدة مهجنة ومتماثلة.

التوزيع الإلكتروني Electron Configuration ترتيب الإلكترونات في الذرة وفقاً لثلاث قواعد، هي مبدأ أوفباو، ومبدأ باولي، وقاعدة هوند.

(ج)

الجزيء Molecule أصغر جزء في المركب يحمل صفاته.

(ح)

حالة الاستقرار Ground State حالة الذرة في أدنى مجال للطاقة.

الحسابات الكيميائية Stoichiometry دراسة العلاقات الكمية بين كميات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعلات الكيميائية وذلك اعتماداً على قانون حفظ الكتلة.

الحمض الأكسجيني Oxyacid أي حمض يتكون من الهيدروجين وأنيون أكسجيني.

(د)

الدورات Periods الصفوف الأفقية في الجدول الدوري الحديث للعناصر.

الدوران الضوئي Optical Rotation ما يحدث عند مرور ضوء مستقطب في محلول يحتوي مصاوغات بصرية؛ إذ ينحرف اتجاه الضوء المستقطب نحو اليمين من خلال المصاوغ (D) أو نحو اليسار من خلال المصاوغ (L).

(ذ)

ذرة كربون غير متماثلة Asymmetric Carbon ذرة كربون متصلة بأربع ذرات أو مجموعات ذرات مختلفة في المركبات الكيرالية.

(ر)

الرابطة الأيونية Ionic Bond الرابطة التي تنتج عندما يتحد فلز ولافلز.



رابطة باي π Bond الرابطة المتكونة من تداخل المجالات المتوازية بهدف التشارك بالإلكترونات.

الرابطة التساهمية Covalent Bond الرابطة التي تنتج عن التشارك بالإلكترونات التكافؤ.

الرابطة التساهمية التناسقية Coordinate Covalent Bond الرابطة التساهمية التي تقدم فيها إحدى الذرات زوجاً من الإلكترونات لذرة أخرى أو أيون بحاجة إلى زوج الإلكترونات للوصول إلى حالة الاستقرار.

الرابطة التساهمية القطبية Polar Covalent Bond الرابطة التي تنشأ عندما لا تكون المشاركة بالإلكترونات متساوية.

رابطة سيجما σ Bond الرابطة التساهمية الأحادية الناتجة عن اشتراك زوج من الإلكترونات نتيجة التداخل المباشر لمجالات الذرات.

الرابطة الفلزية Metallic Bond قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة في الفلز والإلكترونات الحرة الحركة.

الرنين Resonance الحالة التي تحدث عند وجود أكثر من تركيب لويس واحد للمركب أو الأيون.

(س)

سرعة الموجة Wave speed المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة أثناء انتشارها في الفراغ.

السبيكة Alloy مخلوط من عدة عناصر لها خواص فلزية، وتتكون عادة من عناصر متماثلة الحجم، أو يكون أحد العناصر أصغر كثيراً من العنصر الآخر.

سلسلة الأكتينيدات Actinide Series عناصر الفئة f في الجدول الدوري من الدورة 7 التي تلي عنصر الأكتينيوم.

السلسلة الرئيسية Parent Chain أطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون في الألكانات والألكينات والألكينات المتفرعة.

السلسلة المتماثلة Homologous Series مجموعة من المركبات تختلف عن بعضها بتكرار عدد وحدات البناء.

سلسلة اللانثانيدات Lanthanide Series عناصر الفئة f في الجدول الدوري من الدورة 6 التي تلي عنصر اللانثانيوم.

(ش)

الشبكة البلورية Crystal Lattice تركيب ثلاثي الأبعاد يتكون من جسيمات بحيث يحيط الأيون الموجب عدد من الأيونات السالبة، ويحيط الأيون السالب عدد من الأيونات الموجبة، وتختلف البلورات في شكلها وفقاً لاختلاف حجم الأيونات وأعدادها.

الإشعاع الكهرومغناطيسي شكل من أشكال الطاقة الذي يسلك السلوك الموجي في أثناء انتقاله في الفضاء.

(ص)

الصيغة الأولية Empirical Formula الصيغة التي تبين أصغر نسبة مولات بين أعداد الذرات النسبية في المركب،

وقد تمثل أو لا تمثل الصيغة الجزيئية (الفعلية) لهذا المركب.

الصيغة البنائية Structural Formula النموذج الجزيئي الذي يستخدم الرموز والروابط لتوضيح المواقع النسبية للذرات، ويمكن التنبؤ بالعديد من الصيغ البنائية للجزيئات بعد رسم تركيب لويس لها.

الصيغة الجزيئية Molecular Formula الصيغة التي تبين العدد الفعلي لكل عنصر في المركب.

(ط)

طاقة البلورة Lattice Energy الطاقة اللازمة لفصل 1mol من الأيونات من مركب أيوني، والتي تعتمد على مقدار حجم الأيون وشحنته.

طاقة التأين Ionization Energy الطاقة اللازمة لانتزاع أبعد إلكترون تكافؤ من ذرة عنصر في الحالة الغازية.

الطيف الكهرومغناطيسي سلسلة من الموجات المتصلة التي تسير بسرعة الضوء والتي تختلف في التردد، والطول الموجي فقط.

(ع)

عدد التأكسد Oxidation Number الشحنة الموجبة أو السالبة التي يحملها أيون أحادي الذرة.

عدد الكم الرئيسي Principal Quantum Number (n) عدد يتم تعيينه في ضوء النموذج الكمي ليبدل على الحجم النسبية وطاقات المجالات.

العدد الكمي Quantum Number العدد المخصص لوصف الإلكترون في مجالات الطاقة الرئيسة.

العناصر الانتقالية Transition Elements العناصر التي توجد في المجموعات من 3 - 12 من الجدول الدوري، وتقسم إلى فلزات انتقالية، وفلزات انتقالية داخلية.

العناصر الممثلة Representative Elements العناصر التي تنتمي إلى المجموعات 1 و 2 و 13 - 18 في الجدول الدوري الحديث، وتتمثل فيها بشكل واضح الخواص الكيميائية والفيزيائية.

(ف)

الفلزات Metals العناصر التي تكون في الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة، وهي موصلة جيدة للحرارة والكهرباء، وتكون بشكل عام لامعة وقابلة للطرق والسحب.

الفلزات الانتقالية Transition metals العناصر التي توجد في المجموعات 3 - 12، وتنتمي إلى الفئة d في الجدول الدوري، مع وجود بعض الاستثناءات التي تتعلق بامتلاء المجال s من مجال الطاقة n، وامتلاء أو نصف امتلاء مجالات d من مجال الطاقة n-1.

الفلزات الانتقالية الداخلية Inner Transition Metals العناصر الانتقالية التي تنتمي إلى الفئة f في الجدول

الدوري، وتتميز بأن مجالات 4f، و5f تكون ممتلئة او ممتلئة جزئيًا.

الفلزات القلوية Alkali Metals عناصر المجموعة 1 ما عدا الهيدروجين، وهي عناصر نشطة كيميائيًا، وتوجد عادة متحدة مع عناصر أخرى على شكل مركبات.

الفلزات القلوية الأرضية Alkaline Earth Metals عناصر المجموعة 2 في الجدول الدوري الحديث، وهي عناصر نشطة كيميائيًا.

الضوتون جسيم لا كتلة له يحمل كمًا من الطاقة.

(ق)

قاعدة الثمانية Octet Rule تنص على أن الذرات تسعى إلى اكتساب الإلكترونات أو خسارتها أو المشاركة بها؛ لكي تصل للتركيب الإلكتروني للغاز النبيل.

قاعدة هوند Hund's Rule تنص على أن تعبئة الإلكترونات في المجالات المتساوية الطاقة يتم بشكل فردي قبل البدء بإضافة الإلكترون الثاني للمجال نفسه؛ إذ لا يمكن لإلكترونين لهما نفس اتجاه الحركة أن يشغلا المجال نفسه.

(ك)

الكاتيون Cation الأيون الذي يحمل شحنة موجبة.

الكهروسالبية Electronegativity خاصية تشير إلى قدرة ذرات العناصر على جذب الإلكترونات عند تكوين الرابطة الكيميائية.

الكيرالية Chirality خاصية المركب الذي يحتوي على ذرة كربون غير متماثلة.

(ل)

اللافلزات Nonmetals عناصر تكون عمومًا إما غازات أو مواد صلبة معتمدة أو لامة، وضعيفة التوصيل للحرارة والكهرباء.

(م)

المادة المتفاعلة الفائضة Excess Reactant المادة المتفاعلة المتبقية بعد انتهاء التفاعل.

المادة المحددة للتفاعل Limiting Reactant المادة المتفاعلة التي تستهلك تمامًا خلال التفاعل ومن ثم تحدد كمية النواتج.

مبدأ أوفباو Aufbau Principle ينص على أن كل إلكترون يسعى لأن يكون في المجال الأقل طاقة.

مبدأ باولي Pauli Exclusion Principle ينص على أن المجال لا يمكن أن يتسع لأكثر من إلكترونين، على أن لا يكون لهما نفس اتجاه الحركة.

مبدأ هايزنبرج للشك Heisenberg Uncertainty Principle ينص على أنه لا يمكن معرفة مكان الجسيم وسرعته في الوقت نفسه.

المتشكلات Isomers مركبان أو أكثر لها الصيغة الجزيئية نفسها ولكنهما يختلفان في صيغتهما البنائية.

المتشكلات الضوئية Optical Isomers مصاوغات فراغية ناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات الأربع المختلفة والموجودة على ذرة الكربون نفسها لها الخصائص الفيزيائية والكيميائية نفسها إلا أن تفاعلاتها الكيميائية تعتمد على الكيرالية.

المتشكلات البنائية Structural Isomers مصاوغات بنائية تترتب فيها الذرات بتسلسلات مختلفة، مما يؤدي إلى اختلاف مركباتها في الخصائص الكيميائية والفيزيائية، رغم امتلاكها الصيغة الجزيئية نفسها.

المتشكلات الفراغية Stereoisomers نوع من المصاوغات لها التركيب نفسه ولكنها تترتب بشكل مختلف في الفراغ.

المتشكل الهندسي Geometric Isomers نوع من المصاوغات الناتجة عن ترتيب المجموعات أو الذرات في الفراغ

مجال الطاقة الرئيس Principal Energy Level أحد مجالات الطاقة الرئيسة في الذرة.

مجال الطاقة الثانوي Energy Sublevel تكون مجالات الطاقة الثانوية مجال الطاقة الرئيس.

المجال الفرعي Atomic Orbital منطقة ذات ثلاثة أبعاد، توجد حول نواة الذرة، وهي تصف الموقع المحتمل لوجود الإلكترونات.

المجموعات Groups العناصر الموجودة في الأعمدة الرأسية في الجدول الدوري مرتبة حسب تزايد أعدادها الذرية.

المردود الفعلي Actual Yield مقياس كمية ناتج التفاعل.

المردود النظري Theoretical Yield القيمة القصوى لنواتج التفاعل.

المركبات الأروماتية (العطرية) Aromatic Compounds مركبات عضوية تحتوي على حلقة بنزين أو أكثر.

المركبات الأليفاتية Aliphatic Compounds مركب هيدروكربوني غير أروماتي كالألكان والألكين والألكاين.

المركبات الأيونية Ionic Compounds المركبات التي تحتوي روابط أيونية.

المركبات العضوية Organic Compounds جميع المركبات التي تحتوي الكربون ما عدا أكاسيد الكربون والكربيدات والكربونات فهي غير عضوية.

المستوى يصف الموقع المحتمل لوجود إلكترون.



(ن)

نسبة المردود المئوية Percent Yield النسبة بين الناتج الفعلي (من التجربة) والناتج النظري (من الحسابات الكيميائية) في صورة نسبة مئوية.

نموذج بحر الإلكترونات Electron Sea Model يقترح هذا النموذج تشارك جميع الذرات في الفلز الصلب بالإلكترونات التكافؤ مكونة بحرًا من الإلكترونات، وهي يفسر الخواص الفلزية لهذه الذرات.

نموذج التنافر بين أزواج إلكترونات التكافؤ VSEPR Model نموذج التنافر بين إلكترونات التكافؤ والذي يعتمد على ترتيب الإلكترونات المرتبطة وغير المرتبطة حول الذرة المركزية.

النموذج الكمي للذرة Quantum Model of the Atom النموذج الذي يتم فيه التعامل مع الإلكترونات على أنها موجات.

(هـ)

الهالوجينات Halogens عناصر نشطة كيميائيًا توجد في المجموعة 17 في الجدول الدوري.

الهيدروكربون Hydrocarbon أبسط المركبات العضوية، ويتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط.

الهيدروكربونات الحلقية Cyclic Hydrocarbon مركب هيدروكربوني يحتوي على حلقة هيدروكربونية.

الهيدروكربون غير المشبع Unsaturated Hydrocarbon مركب هيدروكربوني يحتوي على الأقل رابطة تساهمية ثنائية أو ثلاثية بين ذرات الكربون.

الهيدروكربون المشبع Saturated Hydrocarbon هيدروكربون يحتوي روابط تساهمية أحادية فقط.

(و)

وحدة الصيغة الكيميائية Formula Unit أبسط نسبة يمكن أن تمثل الأيونات في المركب الأيوني.

الجدول الدوري للعناصر



يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزًا أو شبه فلز أو لا فلز.

فلز			شبه فلز					لا فلز		18		
10			11		12		13	14	15	16	17	
Nickel 28 Ni 58.693			Copper 29 Cu 63.546		Zinc 30 Zn 65.409		Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Helium 2 He 4.003
Palladium 46 Pd 106.42			Silver 47 Ag 107.868		Cadmium 48 Cd 112.411		Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Neon 10 Ne 20.180
Platinum 78 Pt 195.078			Gold 79 Au 196.967		Mercury 80 Hg 200.59		Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Argon 18 Ar 39.948
Darmstadtium 110 Ds (269)			Roentgenium 111 Rg (272)		Copernicium 112 Cn (277)		Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Krypton 36 Kr 83.798
* 113 Uut (Unknown)			* 114 Fl (289)		* 115 Uup (Unknown)		Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Xenon 54 Xe 131.293	Radon 86 Rn (222)
* 117 Uup (Unknown)			* 118 Uuo (Unknown)				Ununtrium * 113 Uut (Unknown)	Flerovium 114 Fl (289)	Ununpentium * 115 Uup (Unknown)	Livermorium 116 Lv (298)	Ununseptium * 117 Uus (Unknown)	Ununoctium * 118 Uuo (Unknown)

* أسماء ورموز العناصر 113، 115، 117، 118 مؤقتة، وسيتم اختيار رموز وأسماء نهائية لها فيما بعد من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

- غاز
- سائل
- جامد
- مُصنَّع

العنصر
العدد الذري
الرمز
الكتلة الذرية

حالة المادة

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.

1	2							3	4	5	6	7	8	9
Hydrogen 1 H 1.008														
Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012													
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305													
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933						
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906						
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217						
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)						

صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

سلسلة اللانثانيدات

سلسلة الأكتينيدات

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)

