

المركبات الأيونية و الفلزات

Ionic compounds and Metals

3

العلم

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.

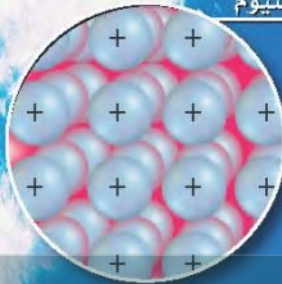
3-4 الروابط الفلزية وخواص الفلزات

الفكرة الرئيسية تُكوّن الفلزات شبكات بلورية يمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها "بحر" من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

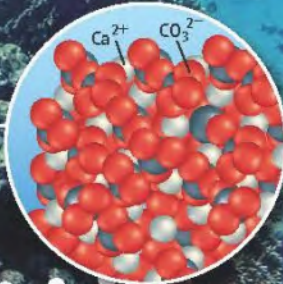
حقائق كيميائية

- 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)

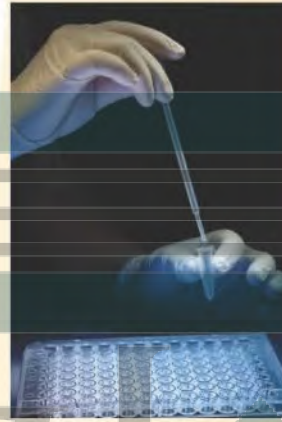


تجربة استهلاكية

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 ملاحظتك.
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 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ بدلاً من ملح الطعام.
7. أعد الخطوات 3-5 مستخدماً الماء المقطر بدلاً من ماء الصنبور.

التحليل

1. اعمل جدولاً ودوّن 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.

المركبات الأيونية اعمل
المطوية الآتية لتساعدك على
تنظيم المعلومات الخاصة
بالمركبات الأيونية.

المطويات

منظّمات 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 عنوان
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) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	لا
(محلول) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	لا
ماء مقطر	لا

٢ - يكون ملح الطعام أيونات (جسيمات مشحونة) عند ذوبانه في الماء.

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.

Positive Ion Formation تكوين الأيون الموجب

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).

Ne ذرة النيون $1s^2 2s^2 2p^6$

Na ذرة الصوديوم $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Na^+ أيون الصوديوم $1s^2 2s^2 2p^6$

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.

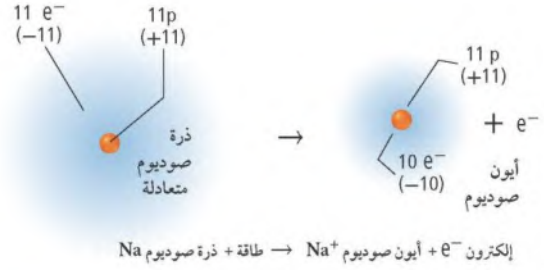
المفردات الجديدة

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 لذرّة 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 8 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	

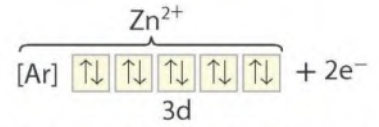
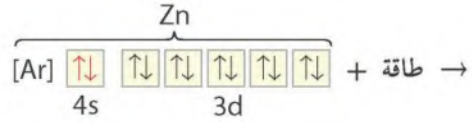
أيونات الفلزات الانتقالية

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 الثاني هو التوزيع الإلكتروني للذرة المستقرة، إلا أنه يوجد توزيعات أخرى للإلكترونات تزودها ببعض الاستقرار.

الشكل 2-3

عنصر من عناصر الخارصين مع اليود فإن 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.

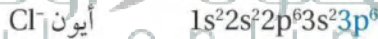
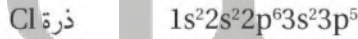


عند فقدان إلكترونات تكافؤ المستوى 4s يتكون توزيع إلكترونات من مستويات s, p, d مملوءة بالإلكترونات، يشبه التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

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

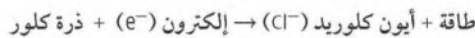
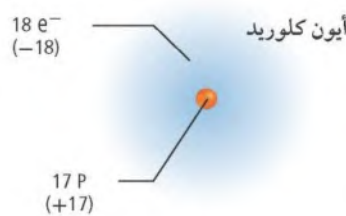
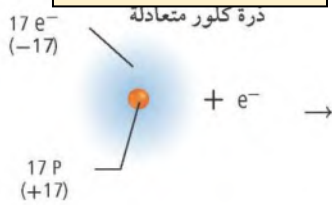
تميل عناصر اللافلزات الموجودة يمين الجدول الدوري إلى اكتساب إلكترونات بسهولة لتحصل على توزيع إلكتروني خارجي مستقر، كما في الشكل 3-3. وللحصول على توزيع إلكتروني مشابه للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل تكتسب ذرة الكلور إلكترونات لتكون أيوناً شحنته -1، ويصبح التوزيع الإلكتروني لأيون الكلوريد بعد اكتساب الإلكترون 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 و16 و17.

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

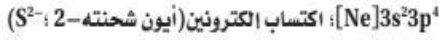
التقويم 3-1

الخلاصة

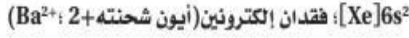
1. **الغرفة الزمنية** قارن بين استقرار ذرة الليثيوم وأيون الليثيوم Li^+ .
 2. صف سببين لوجود قوة تجاذب في الرابطة الكيميائية.
 3. طبق لماذا تكون عناصر المجموعة 18 غير قادرة على التفاعل نسبيًا، في حين تُعد عناصر المجموعة 17 شديدة التفاعل؟
 4. طبق اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من الذرات الآتية، ثم توقع التغير 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

ليتكوّن أيون الكالسيوم Ca^{2+} . بينما تكتسب ذرة البروم إلكترونًا

واحدًا ليتكوّن أيون البروميد Br^- . كما يجب أن يبيّن النموذجان

الطاقة المضافة عند تكوّن أيون الكالسيوم Ca^{2+} والطاقة

المفقودة عند تكوّن 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.

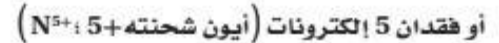
[الأنيون؛ اكتساب الإلكترونات]، [الكاتيون؛ فقد الإلكترونات]

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

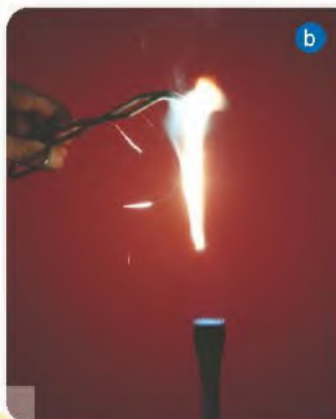
الرابطة الأيونية

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.

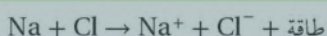
$$1 \text{ Ca ion} \left(\frac{2+}{\text{Ca ion}} \right) + 2 \text{ F ions} \left(\frac{1-}{\text{F ion}} \right) = (1) (+2) + (2)(-1) = 0$$

و يلخص الجدول 3-3 طرائق عدة تمثل تكوين المركبات الأيونية، ومنها كلوريد الصوديوم.

تكوين كلوريد الصوديوم

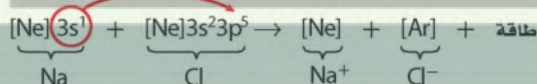
الجدول 3-3

المعادلة الكيميائية

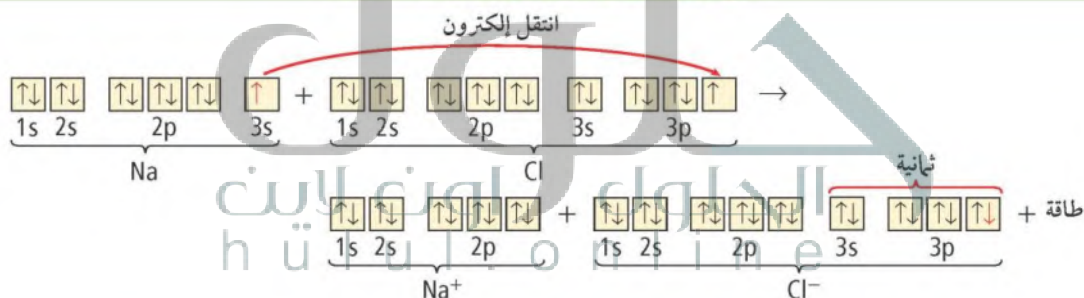


التوزيع الإلكتروني

انتقل إلكترون

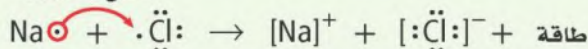


التوزيع الإلكتروني بطريقة رسم مربعات المستويات

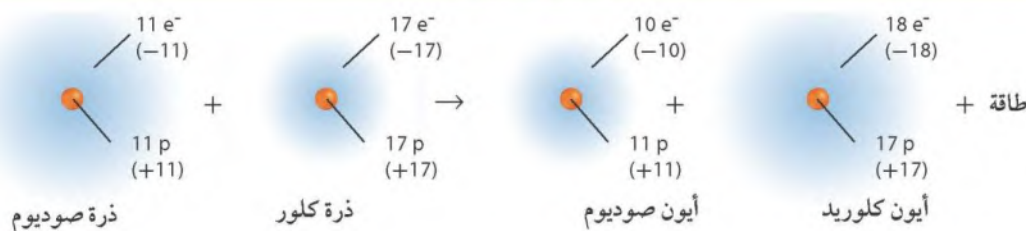


التمثيل النقطي للإلكترونات (تمثيل لويس)

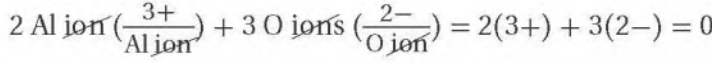
انتقل إلكترون



النماذج الذرية

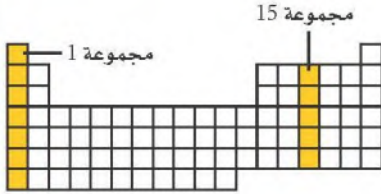


يتطلب تكوين أكسيد الألومنيوم فقدان كل ذرة ألومنيوم ثلاثة إلكترونات، واكتساب ستة إلكترونات. وبناءً على ذلك نحتاج إلى ثلاث ذرات من الأكسجين لتكسب 6 إلكترونات. تُفقد من ذرتي ألومنيوم لإنتاج مركب أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 المتعادل كهربائياً.



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.

hü l u l . o n l i n e

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.

7. الصوديوم والنيتروجين

$$3 \cancel{\text{Na}^+ \text{Ions}} \left(\frac{1+}{\cancel{\text{Na}^+ \text{Ion}}} \right) + 1 \cancel{\text{N}^3- \text{Ion}} \left(\frac{3-}{\cancel{\text{N}^3- \text{Ion}}} \right) \\ = 3(1+) + 1(3-) = 0$$

تفقد ثلاث ذرات من المجموعة I ثلاثة إلكترونات، إلكترونات

لكل منها، فتكون ثلاثة أيونات موجبة الشحنة X^+ ، وتكتسب كل ذرة من المجموعة 15 الإلكترونات الثلاثة $3e^-$ ، فتكون أيونا سالبا الشحنة Y^{3-} ؛ لتتجاذب الأيونات معا وتُنتج المركب الذي صيغته X_3Y ، حيث الشحنة الإجمالية للصيغة X_3Y تساوي صفرا.

$$3 \cancel{\text{X ions}} \left(\frac{1+}{\cancel{\text{X ion}}} \right) + 1 \cancel{\text{Y ion}} \left(\frac{3-}{\cancel{\text{Y ion}}} \right) = 3(1+) + 1(3-) = 0$$

$$1\cancel{\text{Li ions}}\left(\frac{2+}{\cancel{\text{Li ion}}}\right) + 2\cancel{\text{O ion}}\left(\frac{1-}{\cancel{\text{O ion}}}\right) = 1(2+) + 2(1-) = 0$$

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051

حدة إلكترونيين، فتكون أيوناً موجب
تأ فلور F الالكترين $2e^-$ ، واحداً
لبي الشحنة F^- ؛ لتجاذب الأيونات
2 SrF_2 ، حيث الشحنة الاجمالية

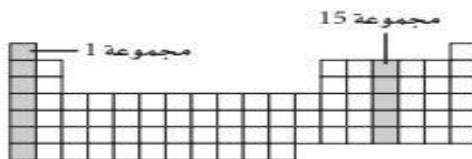
$$1 \text{ Sr Ion} \left(\frac{2+}{\text{Sr Ion}} \right) + 2 \text{ F Ion} \left(\frac{2-}{\text{F Ion}} \right)$$

$$= 1(2+) + 2(1-) = 0$$

تفقد ذرتا الألمنيوم 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



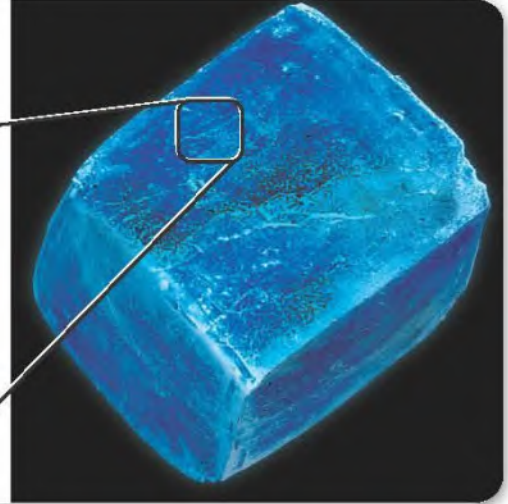
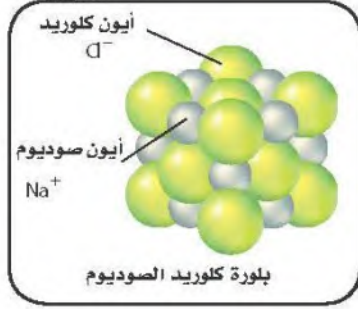
الشكل 6-3

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 الى 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 يحدّد نسبة الأيونات الموجبة الى الأيونات السالبة في المركب الكيميائي؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

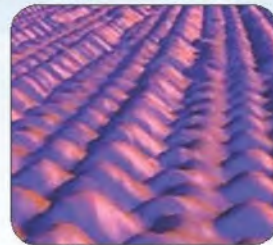
تعتمد على شحنات
الأيونات المكونة للمركب.

2004م طوّر العلماء سبيكة من النيكل والجادولينيوم لها القدرة على امتصاص النيوترونات المنبعثة من المخلفات النووية، وتستخدم عند نقل الوقود النووي الشديد الإشعاع.

1962م تم اكتشاف سبيكة النيكل والتيتانيوم التي لها القدرة على استعادة شكلها بعد تشكيلها "ذاكرة الشكل"، وتستخدم كثيرًا في تقويم الأسنان.



1981م أُنشأ 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 أيضًا 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 أيضًا 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.

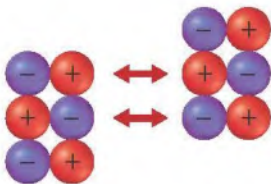
درجات انصهار و غليان بعض المركبات الأيونية		الجدول 3-4
درجة الغليان (°C)	درجة الانصهار (°C)	المركب
1304	660	NaI
1435	734	KBr
1390	747	NaBr
>1600	782	CaCl ₂
1413	801	NaCl
3600	2852	MgO

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 و غليانها مرتفعة، كما يبين الجدول 3-4. وتمتاز الكثير من البلورات - ومنها الأحجار الكريمة - بألوانها الزاهية؛ بسبب وجود فلزات انتقالية داخل الشبكة البلورية.

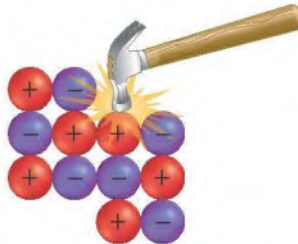
وتمتاز البلورات الأيونية أيضاً بالقوة والصلابة والهشاشة؛ بسبب قوة التجاذب التي تُثبت الأيونات في أماكنها. وعندما تؤثر قوة خارجية على الأيونات التي تشتمل عليها البلورة، وتكون هذه القوة قادرة على التغلب على قوى التجاذب بين الأيونات فإن البلورة تتشقق أو تنفقت إلى أجزاء كما في الشكل 3-8؛ لأن القوة الخارجية 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.



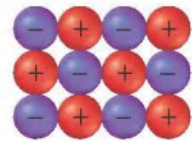
تؤدي قوة التنافر إلى كسر البلورة

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:

وصل 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 قوة 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.

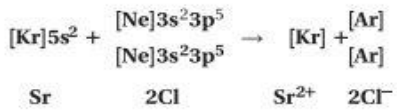
18. صمّم خريطة مفاهيم لتوضيح العلاقة بين قوة الرابطة الأيونية

والخواص الفيزيائية للمركبات الأيونية، وطاقة الشبكة البلورية واستقرارها.

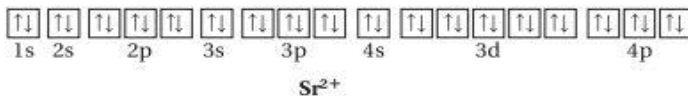
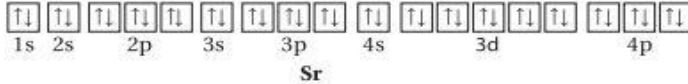
ستتوقع خرائط المفاهيم، ولكنها يجب أن توضح أن ازدياد قوة الرابطة يؤدي إلى زيادة استقرار المركبات الأيونية، ومن

ثم زيادة سلبية طاقة الشبكة البلورية. وتُعزى الخواص الفيزيائية مثل ارتفاع درجتي الانصهار والغليان والهشاشة والتوصيل الكهربائي إلى قوة الرابطة الأيونية.

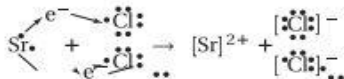
التوزيع الإلكتروني



مربعات المستويات



التمثيل النقطي للإلكترونات



12.

وضح كيف يمكن لمركب أيوني يتكون 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.

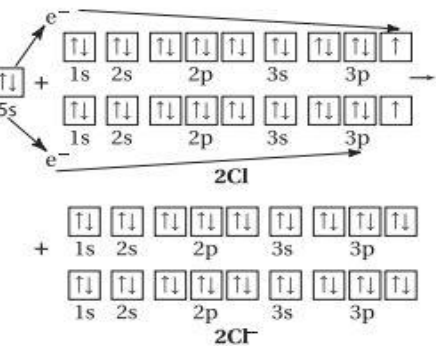
حدد ثلاث خواص فيزيائية للمركبات الأيونية تعتمد على الرابطة الأيونية، وبيّن علاقتها بقوة الرابطة.

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 تترتب 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+} : 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.

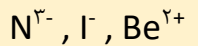
مراجعة المفردات

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 صفرًا.

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

تعلّم 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.

$$2 \text{ K ion } \left(\frac{1+}{\text{K-ion}} \right) + 1 \text{ O ions } \left(\frac{2-}{\text{O-ion}} \right) = 2(+1) + 1(-2) = 0$$

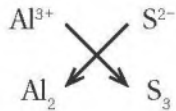
صيغة المركب الأيوني أوجد الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني المكوّن من أيونات الألومنيوم وأيونات الكبريتيد.

1 تحليل المسألة

تعلّم 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

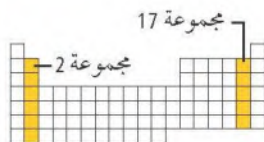
22. النيتريد والسيزيوم

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

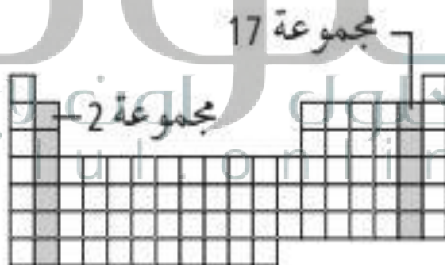
الأيونات العديدة الذرات

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-}
البيكربونات	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 ₃ N |

23. تحفيز اكتب الصيغة العامة للمركب الأيوني الذي يتكون من
عنصري المجموعتين المبيّنتين في الجدول أدناه. استخدم
الرمز X ليُمثّل عنصراً في المجموعة 2، والرمز Y ليُمثّل
عنصراً في المجموعة 17.

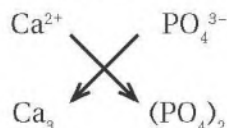


2. في حين تمثل Y عنصر المجموعة 17.

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.

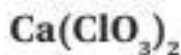
• عليك أن تعرف الأيون الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين. ويشق اسم هذا الأيون من اسم اللافلز وإضافة المقطع (يت) إلى آخره.

NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}
نترات	نيتريت	كبريتات	كبريتيت

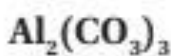
اكتب صيغ المركبات الأيونية المكوّنة من الأيونات الآتية:



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.

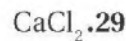
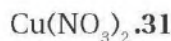
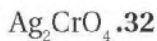
أمثلة:

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

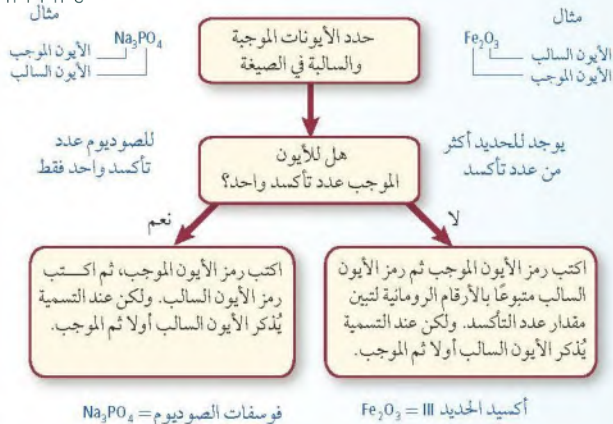
استراتيجيات حل المسألة

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 مثالاً 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^+) ، ثم رمز الأيون السالب (Br^-) ، أما 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.

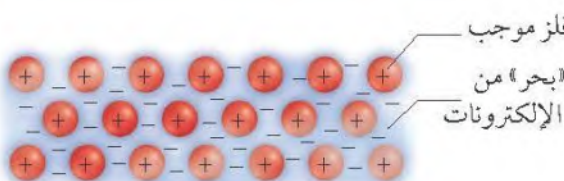
المفردات الجديدة

- 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 10-3 :

لأنها تتحرك بحرية داخل الفلز .

خواص الفلزات

يفسر الترابط الفلزي الخواص الفيزيائية للفلزات، والتي تظهر قوتها الروابط الفلزية.

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 يبينها 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 واحدة حرة الحركة في المستوى ns¹. **✓ ماذا قرأت؟** قارن بين ما يحدث عند طرق كل من الفلزات والمركبات الأيونية بالطريقة؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :
تتفكك 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	القوالب
الذهب - عيار 10 قراريط	42% Au, 12-20% Ag, 37.46% Cu	المجوهرات (الحلي الذهبية)
حبيبات الرصاص	99.8% Pb, 0.2% As	حبيبات 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. صمم 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 ارسن 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 (إيثلين 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 الرئيسة **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 الشافي الأكثر استقراراً.

المفردات

- الكاتيون
- الأيون

المفاهيم الرئيسية

- تكون بعض الذرات الأيونات للوصول إلى حالة الاستقرار. ويعني التوزيع الإلكتروني المستقر أن يكون مستوى الطاقة الخارجي مملوئاً 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.

2-3 الروابط والمركبات الأيونية

الفكرة الرئيسة

تجاذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة لتكون مركبات أيونية متعادلة كهربائياً.

المفردات

- الرابط الأيونية
- الشبكة البلورية
- طاقة الشبكة البلورية

المفاهيم الرئيسية

- الرابط 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 باللازمة لفصل أيونات 1mol من المركب الأيوني.

3-3 صيغ المركبات الأيونية وأسمائها

الفكرة الرئيسة

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.

المفردات

- الأيون الأحادي الذرة
- عدد التأكسد
- وحدة الصيغة الكيميائية

المفاهيم الرئيسية

- 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.

4-3 الروابط الفلزية وخواص الفلزات

الفكرة الرئيسة

تكون الفلزات شبكات بلورية، ويمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها بحر من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

المفردات

- نموذج بحر الإلكترونات
- الرابط الفلزية
- الإلكترونات الحرة
- السبيكة

المفاهيم الرئيسية

- تتكون الرابطة الفلزية عندما تجذب أيونات الفلز الموجبة إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.
- 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.

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 كلاً 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
السيليเนียม		
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؟

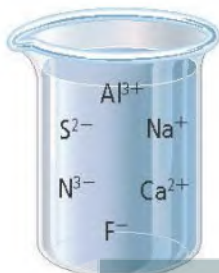
إتقان حل المسائل

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. كوّن 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

اكتساب 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، وصمّم 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، واطرح طريقة تكوّنه.

مراجعة تراكمية

117. أي العنصرين له طاقة تأين أكبر: الكلور أم الكربون؟

118. قارن بين طريقة تكون أيونات الفلزات وأيونات اللافلزات، واطرح سبب هذا الاختلاف.

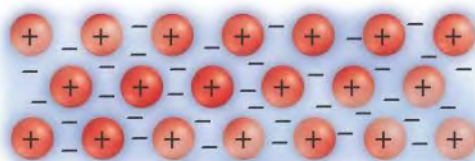
119. ما العناصر الانتقالية؟

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

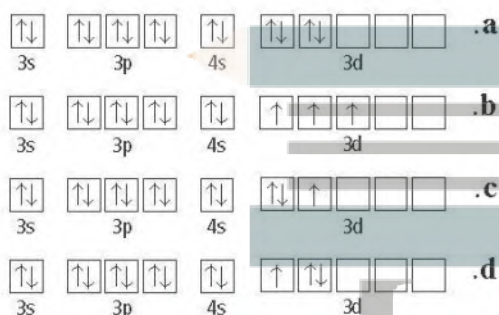
4. تتعلق جميع خواص كلوريد الصوديوم NaCl الآتية بقوة روابطه الأيونية ما عدا:

- صلابة البلورة.
- ارتفاع درجة الغليان.
- ارتفاع درجة الانصهار.
- انخفاض القابلية للذوبان.

5. ما الصيغة الكيميائية الصحيحة لمركب كبريتات الكروم III؟

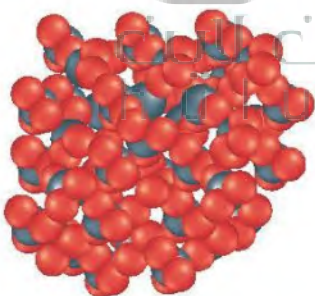
- Cr₃SO₄
- Cr₂(SO₄)₃
- Cr₃(SO₄)₂
- Cr(SO₄)₃

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 متراصة 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

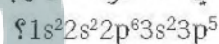
e. كلور

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؟

[illegible]

A. ثلاثة إلكترونات تكافؤ، Al^{3+} .

B. إلكترونات تكافؤ، Ba^{2+} .

C. إلكترون تكافؤ واحد، Rb^+ .

D. خمسة إلكترونات تكافؤ، N^{3-} .

E. سعة إلكترونات تكافؤ، -I.

F. ثمانية إلكترونات تكافؤ، لا يتكون أيون.

G. ستة إلكترونات تكافؤ، Se^{2-} .

49. ناقش أهمية طاقة التآين عند تكوّن الأيونات.

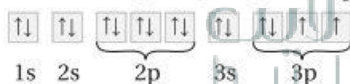
طاقة التأيّن المنخفضة ، تفقد الذرة الإلكترون بسهولة .

49. ناقش أهمية طاقة التأين عند تكون الأيونات.

طاقة التأين المنخفضة ، تفقد الذرة الإلكترون بسهولة .

50. يُوضَّح الشكل 14-3 رسم مبيعات مستويات الكميات.

اشرح كيف يُكوّن الكبريت أيونه؟



الشكل 14-3

يكتسب الكبريت إلكترونين في المستوى 3p، مكوناً توزيع حالة

الثمانية المكتمل أو الغاز النبيل.

إتقان حل المسائل

51. ما عدد إلكترونات تكافؤ كلٍّ من العناصر الآتية؟

1 **a.** السيزيوم

2 **b. الخارصين**

c. الروبيديوم

الفصل 3 مراجعة الفصل

3 - 1

إتقان 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 تُكْمِنُ الهاله حجنات و الفلزات القلوية الأيونات؟

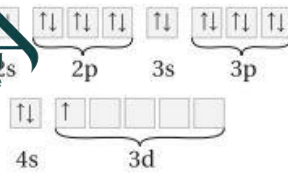
فسر إجابتك.

تحتاج الهاالوجينات إلى اكتساب إلكترون واحد فقط لتصل

إلى التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة، أما الفلزات القلوية

فتحتاج الى فقد الكترون 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 الى 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، ودرجتا 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 لجميعها 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_2 وليس Bal .

كُلُّ مِمَّا يَأْتِي:

1:2
انظر الشكل 13-3، ثم صف المركب الأيوني الذي يكونه
العنصران C و D.

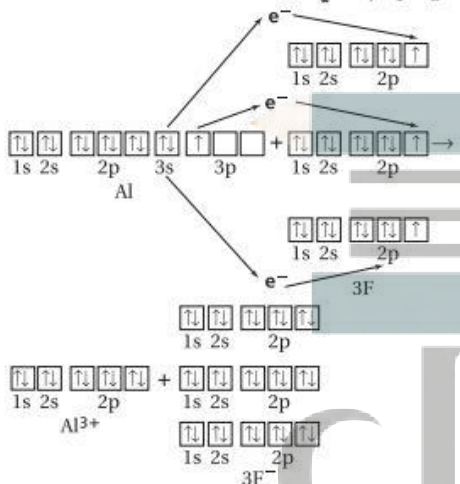
الشكل 3-13

والأكسجين؟

فُتُكُونُ ZnO.

مستخدمًا رسم مربعات المستويات.

في الرسم الآتي:


$$\begin{array}{cc} [\text{Xe}]6s^2 + [\text{He}]2s^22p^3 \\ \text{Ba} & \text{N} \end{array}$$

الباريوم الى ذرتين من النيتروجين، كما هو موضح فيما يأتي:

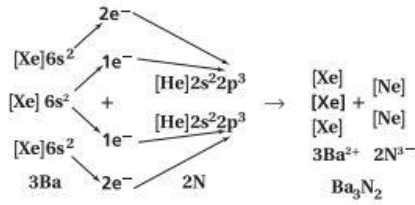
K₂O، يحتوي أيونين من K، بينما يحت

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 اللافلزّي 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 المفقودة 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
- أسيئات 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_2 , CrF_3 .

الأكسجين: CrO , Cr_2O_3 .

83.

أي الصيغ الأيونية الآتية صحيحة؟

صحيحة فكتب الصيغة الصحيحة، وفسّر إجابتك.

a. AlCl غير صحيح، الصحيح AlCl_3 أيون Al^{3+} يرتبط مع ثلاثة أيونات Cl^- .

b. Na_3SO_4 غير صحيح، الصحيح Na_2SO_4 أيونان Na^+ يرتبطان مع أيون واحد من SO_4^{2-} .

c. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ الصيغة صحيحة.

d. 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 لافلزي 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.

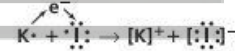
CoO ؛ أكسيد الكوبلت II، Co_2O_3 ؛ أكسيد الكوبلت III.

الجدول 15-3 بيانات العنصر والإلكترون والأيون		
العنصر	إلكترونات التكافؤ	الأيون الناتج
السيليونيوم	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 يكون كلاً من أكسيد ونيتريد الماغنسيوم. ناقش كيف يتكون أكسيد ونيتريد الماغنسيوم عند تفاعل الماغنسيوم مع ذرات الأكسجين وذرات النيتروجين على الترتيب.
 تفقد ذرة Mg إلكترونين لتكوين Mg^{2+} ، وتكسب ذرة الأكسجين 2 إلكترونين لتكوين O^{2-} ، يجذب أيون Mg^{2+} أيون O^{2-} ليكونا MgO . ثلاث ذرات Mg كل منها تفقد إلكترونين وتكون Mg^{2+} ، وتكسب كل من ذرتي N ثلاثة إلكترونات لتكوين 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 هيدروكسيداً 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. صمم خريطة مفاهيم تشرح الخواص الفيزيائية لكل من المركبات الأيونية والمواد الفلزية الصلبة.

ستتوقع 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 $4f$ ليُكون أيونًا شحنته $+3$

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

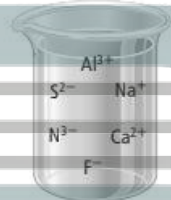
وحدة الصيغة ليست أبسط نسبة.

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 تكوّنوها 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 فتكسب 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 أنّ الجذور الحرة هي المسؤولة عن الشيخوخة ومرض السرطان، ابحث 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

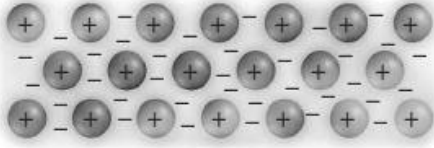
المحيطات قام العلماء في جزء من التحاليل الخاصة بالمحيطات، بتلخيص البيانات المتعلقة بالأيونات كما في الجدول 3-16.

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

استعن بالشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.



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

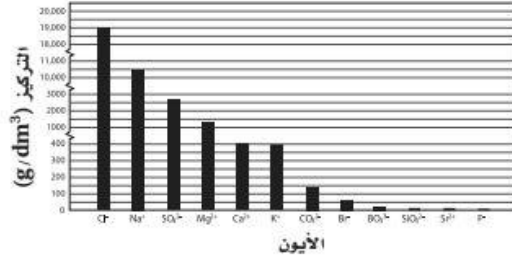
123. بين الأيونات الموجبة والسالبة الواردة في الجدول 16-3.

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 .

(a)

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. $Cr_2(SO_4)_3$

c. $Cr_3(SO_4)_2$

b. $Cr(SO_4)_2$

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؟

7. أيّ حالات المادة يُمثّلها هذا الشكل؟
a. الصلبة؛ لأن الدقائق مترابطة جداً.
b. السائلة؛ لأن الدقائق تستطيع الحركة بحرية.
c. الصلبة؛ لأن للنموذج شكلاً ثابتاً محدداً.
d. السائلة؛ لأن الدقائق يتحرك 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؟

a.

9. أيّ هذه العناصر له سبعة إلكترونات تكافؤ؟

e.

10. أيها يُعدّ عنصراً ثقالياً؟

b.

e.

d.



13. ما العلاقة بين التغير في نصف قطر الذرة والتغير في الشحنة

الذري عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري.

يقل نصف القطر الذري عمومًا عند التدرج في الدورة الواحدة

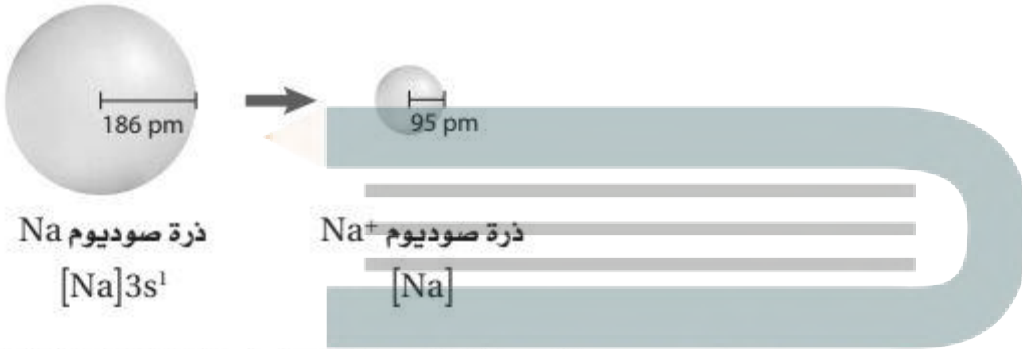
بسبب زيادة الشحنة الموجبة في النواة التي تعمل على جذب

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.