

# حلول كيمياء 3

التعليم الثانوي

نظام المقررات

الفصل 1 الدرس 1-1

## مسائل تدريبية

1) احسب نسبة معدل التدفق لكل من النيتروجين  $N_2$  والنيون  $Ne$  .

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار } N_2}{\text{معدل انتشار } Ne} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } Ne}{\text{الكتلة المولية لـ } N_2}} = \sqrt{\frac{20.180 \text{ g/mol}}{28.014 \text{ g/mol}}} = 0.849$$

2. احسب نسبة معدل الانتشار لكل من أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون.

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار } Co}{\text{معدل انتشار } Co_2} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } Co_2}{\text{الكتلة المولية لـ } Co}} = \sqrt{\frac{44.009 \text{ g/mol}}{28.01 \text{ g/mol}}} = 1.25$$

3. ما معدل تدفق غاز كتلته المولية ضعف الكتلة المولية لغاز يتدفق بمعدل  $3.6 \text{ mol/min}$  ؟

$$\frac{\text{معدل انتشار الغاز 1}}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للغاز 1}}} \Rightarrow \frac{3.6 \text{ mol/min}}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{2 \times \text{الكتلة المولية للغاز 1}}{\text{الكتلة المولية للغاز 1}}}$$

$$2 \times \sqrt{2} = 3.6 \text{ mol/min} \Rightarrow \text{معدل انتشار الغاز 2} = 2.5 \text{ mol/min}$$

## مسائل تدريبية

4) احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين ، علماً بأن الضغط الكلي  $600 \text{ mm Hg}$  والضغط الجزئي للهيليوم يساوي  $439 \text{ mm Hg}$  .

$$P_{\text{total}} = P_{H_2} + P_{He} \Rightarrow P_{H_2} = P_{\text{total}} - P_{He} \\ = 600 \text{ mm Hg} - 439 \text{ mm Hg} = 161 \text{ mmHg}$$

5) أوجد الضغط الكلي لخليط مكوّن من أربعة غازات بضغط جزئية على النحو الآتي:

5.00 KPa و 4.56 KPa و 3.02 KPa و 1.20 KPa .

$$\text{الحل :} \quad P_{\text{total}} = \text{مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للخليط} \\ = 5.00 \text{ KPa} + 4.56 \text{ KPa} + 3.02 \text{ KPa} + 1.20 \text{ KPa} \\ = 13.78 \text{ KPa}$$

6) أوجد الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون في خليط من الغازات . علماً بأن ضغط الغازات الكلي يساوي  $30.4 \text{ KPa}$  والضغط

الجزئية للغازين الآخرين هما  $16.5 \text{ KPa}$  و  $3.7 \text{ KPa}$

$$\text{الحل :} \quad P_{CO_2} = 30.4 \text{ KPa} - 16.5 \text{ KPa} - 3.7 \text{ KPa} = 10.2 \text{ KPa}$$

(7) **تحفيز** الهواء خليط من الغازات يحتوي على غاز النيتروجين بنسبة 78% وغاز الأكسجين 21% وغاز الأرجون 1% (وهناك كميات ضئيلة من الغازات الأخرى) . فإذا علمت أن الضغط الجوي يساوي  $760 \text{ mm Hg}$  ، فما الضغوط الجزئية لكل من النيتروجين والأكسجين والأرجون في الهواء .

الحل : نحسب الضغط الجزئي للغاز عن طريق القانون :

الضغط الجزئي ( للغاز ) في الهواء = نسبة ( الغاز ) في الهواء  $\times$  الضغط الجوي

$$N_2 = 760 \text{ mm Hg} \times 0.78 = \mathbf{592.8 \text{ mm Hg}}$$

$$O_2 = 760 \text{ mm Hg} \times 0.21 = \mathbf{159.6 \text{ mm Hg}}$$

$$Ar = 760 \text{ mm Hg} \times 0.01 = \mathbf{7.6 \text{ mm Hg}}$$

## التقويم

(8) فسر سبب استخدام نظرية الحركة الجزيئية لتفسير سلوك الغازات .

- الغازات جميعها تتكون من جسيمات ، هذه الجسيمات لها طاقة حركية ، فهي تتحرك بصفة مستمرة و عشوائية وتتصادم التصادم المرن .

(9) صف كيف تؤثر كتلة جسيم الغاز في معدل انتشاره وتدفعه .

- تعتمد سرعة الانتشار بالدرجة الأولى على كتلة الجسيمات ، حيث تنتشر الجسيمات الخفيفة أسرع من الثقيلة .

(10) **وضح** كيف يمكن قياس ضغط الغاز .

- يقاس الضغط الجوي بالبارومتر ، بينما يقاس ضغط الغاز المحصور بالمانومتر .

(11) فسر لماذا ينكس وعاء الماء عند جمع الغاز بإحلاله محل الماء .

- لأن كثافة الغاز أقل من كثافة الماء فيتصاعد إلى الأعلى ، وفي حالة عدم تنكيس الإناء يتصاعد الغاز ويتسرب من الوعاء .

(12) احسب الضغط الجزئي لأحد الغازين المحصورين في وعاء إذا علمت أن الضغط الكلي  $1.20 \text{ atm}$

والضغط الجزئي لأحدهما هو  $0.75 \text{ atm}$

$$P_{total} = P_1 + P_2 \Rightarrow P_2 = P_{total} - P_1 =$$

$$= 1.20 \text{ atm} - 0.75 \text{ atm} = \mathbf{0.450 \text{ atm}}$$

(13) **استنتج** ما إذا كان لدرجة الحرارة تأثير في معدل انتشار الغاز ، فسر إجابتك .

- نعم ، بزيادة درجة الحرارة يزيد معدل انتشار الغاز ، حيث تزيد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز بزيادة درجة الحرارة مما يزيد من سرعة

انتشارها .

# حلول كيمياء 3

التعليم الثانوي

نظام المقررات

الفصل 1 الدرس 1-2



## التقويم 2-1

(14) فسر ما الذي يحدّد حالة المادة عند درجة حرارة معينة ؟

- تحدد القوى بين الجزيئات الحالة الفيزيائية للمادة . ففي الحالة الصلبة تكون القوى بين الجزيئات قويّة جداً وتبقى الجزيئات معاً ، وفي الحالة السائلة تصبح القوى أضعف ، أما في الحالة الغازية فلا تخضع الجزيئات لقوى تُذكر .

(15) قارن بين القوى بين الجزيئات ، ثم صف القوى الجزيئية .

- القوى بين الجزيئية : هي قوى بينية تربط بين جسيمات المادة ، ومن أنواعها : قوى التشتت ، والثنائية القطبية ، والروابط الهيدروجينية .  
القوى الجزيئية : هي قوى التجاذب التي تربط بين جسيمات المادة بروابط أيونية أو تساهمية أو فلزية .

(16) قوّم أيّ الجزيئات الآتية يستطيع تكوين روابط هيدروجينية ، وأيها يحتوي على قوى التشتت فقط بوصفها قوى بين الجزيئات ؟ فسر إجابتك

HF . d

HCl . c

H<sub>2</sub>S . b

H<sub>2</sub> . a

H<sub>2</sub> . a : قوى تشتت فقط , لأنه عبارة عن جزيئات غير قطبية .

H<sub>2</sub>S . b : قوى تشتت ، وقوى ثنائية القطبية .

HCl . c : قوى التشتت متفوقة على القوى الثنائية القطبية .

HF . d : روابط هيدروجينية , لأن الجزيئات قطبية وتحتوي ذرة ذات كهروسالبية عالية مرتبطة مع الهيدروجين .

(17) تفسير البيانات هناك أربع روابط تساهمية أحادية في جزيء الميثان CH<sub>4</sub> ، بينما يوجد 25 رابطة تساهمية أحادية في جزيء الأوكتان

C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> . كيف يؤثر عدد الروابط في قوى التشتت في كلا المركبين ؟ و أي المركبين يكون في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة ،

وأيهما في الحالة السائلة ؟

- إن وجود روابط أكثر يعني وجود إلكترونات أكثر لتكوين قطبية مؤقتة ، كما يعني أيضاً قوى تشتت أكبر .

فالميثان غاز في حين أن الأوكتان سائل .

**حلول كيمياء 3**

**التعليم الثانوي**

**نظام المقررات**

**الفصل 1 الدرس 3-1**

## التقويم 3-1

(18) قارن بين ترتيب الجسيمات في المواد الصلبة والسائلة .

- هناك نظام في حالة الصلابة اكثر منه في حالة السيولة ، حيث تكون جسيمات المادة الصلبة عموماً قريبة من بعضها البعض بسبب وجود قوى تجاذب قوية بين جسيماتها ، في حين تكون هذه القوى أقل في حالة السيولة .

(19) صف العوامل المؤثرة في اللزوجة .

- تتحد لزوجة السائل ب : نوع قوى التجاذب بين الجزيئات في السائل ، وحجوم الجسيمات وأشكالها ، ودرجة الحرارة .

(20) فسر سبب استخدام الماء والصابون معاً لتنظيف الملابس ، وليس الماء لوحده .

- للماء التوتر سطحي عالٍ ، يجعل جسيمات الأوساخ غير قادرة على اختراق سطح قطرات الماء .

ولكن عند استخدام المنظفات والصابون مع الماء يقل التوتر السطحي للماء بتكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته ، وعندها ينتشر الماء ويحمل الأوساخ بعيداً .

(21) قارن بين وحدة البناء والشبكة البلورية .

- وحدة البناء : هي أصغر ترتيب للذرات في الشبكة البلورية يحمل التماثل نفسه .

- الشبكة البلورية : مجسم ثلاثي الأبعاد يبين ترتيب الجسيمات ، وكل أيون موجب فيه يحاط بعدد من الأيونات السالبة ، وكل أيون سالب يحاط بعدد من الأيونات الموجبة ، ويعتمد شكل البلورة على حجم الأيونات وعددها .

(22) صف الفارق بين المواد الصلبة الجزيئية والمواد الصلبة التساهمية الشبكية .

- المواد الصلبة الجزيئية : - تتكون من جزيئات ترتبط معاً بواسطة قوى تجاذب جزيئية ، وهي أضعف من الروابط التساهمية .

- أما المواد الصلبة التساهمية الشبكية : - تتكون من جزيئات ترتبط معاً بواسطة روابط تساهمية .

(23) فسر سبب تكوين سطح الماء بشكل هلال في المخبر المدرج .

- لأن قوى التلاصق بين جزيئات الماء وثاني أكسيد السيليكون في الزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء .

لذا يصعد الماء على الحواف الداخلية للمخبر المدرج .

(24) استنتج سبب تكوين سطح الزئبق في المخبر المدرج على صورة سطح محدب .

- قوى التماسك بين ذرات الزئبق أكبر من قوى التلاصق بين الزئبق و ثاني أكسيد السيليكون في الزجاج .

25) توقع أيّ المواد الصلبة تكون غير متبلورة : المادة الصلبة التي يتم تبريد مصهورها ببطء شديد حتى درجة حرارة الغرفة ، أم المادة الصلبة التي يتم تبريد مصهورها بسرعة كبيرة في حوض من الثلج .  
- الذي يبرد أسرع في وعاء الثلج تكون المادة غير متبلورة ،  
حيث تتكون المواد غير المتبلورة في العادة من مواد منصهرة تبرد بسرعة كبيرة على أن تكوّن بلورات .

26) صمّم من الألعاب المشهورة للأطفال رمي الحجارة الصغيرة بقوة وبشكل موازٍ وملامس لسطح ماء البحر أو البحيرة وملاحظة أطول مسافة يقطعها الحجر قبل أن يغرق .

صمم تجربة تقارن فيها أطول مسافة يمكن أن يقطعها الحجر إذا استخدم الماء مرة و أيزوبروبيل الكحول مرة أخرى .  
الحل :

نقوم بإحضار مخبارين ونضع في أحدهما كمية من الماء ونضع في الآخر كمية مساوية من كحول أيزوبروبيل ثم نلقي في مخبار الماء حجر من على ارتفاع معين ونحسب القوت اللازم كي يصل الحجر إلى قاع المخبار , ثم نلقي بنفس الحجر مرة أخرى في مخبار الكحول من على نفس الارتفاع , ثم نحدد الوقت اللازم للوصول الحجر إلى قاع المخبار , ثم نسجل الملاحظات . نستنتج أن الحجر يستغرق وقت أكبر للوصول إلى قاع مخبار محول الأيزوبروبيل .

# حلول كيمياء 3

التعليم الثانوي

نظام المقررات

الفصل 1 (التقويم)

## إتقان المفاهيم

(34) ما التصادم المرن ؟

- تصادمات لا تفقد من خلالها الطاقة الحركية بل تنتقل من جسيم لآخر ولكن يبقى متوسط الطاقة الحركية ثابتاً .

(35) كيف تتغير الطاقة الحركية للجسيمات تبعاً لدرجات الحرارة ؟

- بزيادة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات ، أي أنها تتناسب طردياً معها .

(36) استخدم نظرية الحركة الجزيئية لتفسير قابلية الغازات للتمدد والانضغاط .

- يمكن أن تنضغط الغازات بسهولة في حجم صغير عندما يقع الضغط عليها ، وذلك نظراً للفراغات بين جسيماتها .  
وتساعد حركتها العشوائية على العودة للتمدد عند إزالة الضغط عنها .

(37) اذكر افتراضات نظرية الحركة الجزيئية .

- الحل : (1) تتكون المادة من جسيمات صغيرة .

(2) تتحرك الجسيمات باستمرار ويتصادم بعضها ببعض تصادماً مرناً .

(3) للجسيمات طاقة حركية ، ويمثل متوسط هذه الطاقة درجة الحرارة .

(38) صف الصفات العامة للغازات .

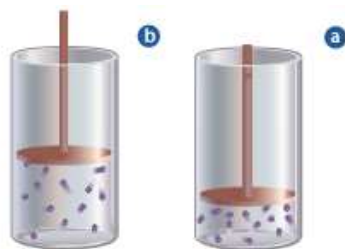
- للغازات كثافة منخفضة ، ولها قابلية للتمدد والانضغاط ، ولها قابلية للانتشار والتدفق .

(39) قارن بين الانتشار والتدفق ، ثم فسّر العلاقة بين سرعة هذه العمليات والكتلة المولية للغاز .

- كلاهما حركة جسيمات الغاز ، فالانتشار حركة تداخل المواد معاً ، أم التدفق فهو عملية ذات صلة بالانتشار ،  
ويحدث عندما يخرج الغاز من خلال ثقب صغير .

- يتناسب معدل سرعة انتشار أو تدفق الغاز عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية له .

(40) في الشكل 31-1 ، ماذا يحدث لكثافة جسيمات الغاز في الأسطوانة عندما يتحرك المكبس من الموقع a إلى الموقع b ؟



الشكل 31-1

الحل : تقل الكثافة ، بسبب زيادة الحجم ، حيث تتباعد جسيمات الغاز عن بعضها .

(41) صناعة الخبز فسّر لماذا تختلف تعليمات طريقة عمل الخبز الموجودة على علبة المكونات في المناطق المنخفضة والمرتفعة ؟ وهل تتوقع

أن يكون الزمن اللازم لعمل الخبز أطول أم أقصر عند الارتفاعات العالية ؟

- بسبب اختلاف ضغط الهواء نتيجة اختلاف الارتفاع .

يقل الضغط على المرتفعات العالية مؤدياً إلى انخفاض في درجة غليان الماء ، لذا يزداد زمن إعداد الخبز .

## إتقان المسائل

(42) ما الكتلة المولية لغاز يتدفق 3 مرات أبطأ من الهيليوم ؟

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ } He}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للـ } He}}$$

$$\frac{\cancel{\text{معدل انتشار الـ } He}}{(\cancel{\text{معدل انتشار الـ } He}) \times \frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{4.003 \text{ g/mol}}}$$

$$\text{الكتلة المولية للغاز 2} = 3^2 \times 4.003 = 36.027 \text{ g/mol}$$

(43) ما نسبة تدفق الكريبتون إلى النيون عند نفس درجة الحرارة والضغط ؟

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار } Kr}{\text{معدل انتشار } Ne} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } Ne}{\text{الكتلة المولية لـ } Kr}} = \sqrt{\frac{20.180 \text{ g/mol}}{83.798 \text{ g/mol}}} = 0.49$$

(44) احسب الكتلة المولية لغاز سرعة تدفقه أسرع 3 مرات من الأكسجين تحت الظروف نفسها .

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ } O_2}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للـ } O_2}}$$

$$\frac{\cancel{\text{معدل انتشار الـ } O_2}}{(\cancel{\text{معدل انتشار الـ } O_2}) \times 3} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{32 \text{ g/mol}}}$$

$$\text{الكتلة المولية للغاز 2} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 32 \text{ g/mol} = 3.56 \text{ g/mol}$$

(45) ما الضغط الجزئي لبخار الماء الموجود في عينة هواء ، إذا الضغط الكلي لها 1.00 atm والضغط الجزئي للنيتروجين 0.79 atm

وللأكسجين 0.20 atm وللغازات الأخرى المتبقية 0.0044 atm ؟

مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للخليط =  $p_{\text{total}}$

$$1.00 \text{ atm} = 0.79 \text{ atm} + 0.20 \text{ atm} + 0.0044 \text{ atm} + P_{H_2O}$$

$$P_{H_2O} = 1.00 \text{ atm} - 0.79 \text{ atm} - 0.20 \text{ atm} - 0.0044 \text{ atm} = 0.0056 \approx 0.01 \text{ atm}$$

(46) ما ضغط الغاز الكلي في دورق مغلق يحتوي على أكسجين له ضغط جزئي يساوي 0.41 atm

وبخار ماء له ضغط جزئي يساوي 0.58 atm ؟

$$P_{\text{total}} = P_{O_2} + P_{H_2O} = 0.41 \text{ atm} + 0.58 \text{ atm} = 0.990 \text{ atm}$$

(47) تبلغ قيمة الضغط عند أعلى جبل في العالم ، قمة إفرست 33.6 KPa تقريباً ، حوّل قيمة الضغط إلى وحدة ضغط جوي atm ،

ثم قارن بين هذا الضغط والضغط عند سطح البحر .

$$\frac{1 \text{ atm}}{101.3 \text{ KPa}} \times 33.6 \text{ KPa} = 0.332 \text{ atm}$$

الضغط عند سطح البحر = 1 atm < الضغط عند قمة إفرست هو ثلث الضغط عند سطح البحر .

(48) ارتفاعات عالية يساوي الضغط عند قمة أحد جبال المملكة  $80.4 \text{ KPa}$  تقريباً . ما قيمة الضغط بوحدي  $\text{atm}$  و  $\text{torr}$  ؟

$$84.0 \text{ KPa} \times \left( \frac{1 \text{ atm}}{101.325 \text{ KPa}} \right) = 0.829 \text{ atm}$$

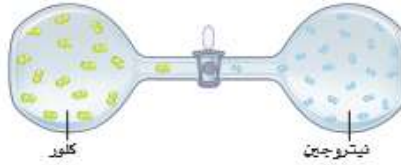
$$84.0 \text{ KPa} \times \frac{760 \text{ torr}}{101.325 \text{ KPa}} = 6.30 \times 10^2 \text{ torr}$$

(49) يساوي الضغط على عمق  $76.21 \text{ m}$  في المحيط  $8.4 \text{ atm}$  تقريباً . ما قيمة الضغط بوحدي  $\text{KPa}$  و  $\text{mmHg}$  ؟

$$8.4 \text{ atm} \times \frac{760 \text{ mmHg}}{1 \text{ atm}} = 6384 \text{ mm Hg}$$

$$8.4 \text{ atm} \times \frac{101.325 \text{ KPa}}{1 \text{ atm}} = 851 \text{ KPa}$$

(50) يمثل الشكل 32-1 تجربة , إذ يملأ الدورق الأيسر فيها بغاز الكلور , ويملأ الدورق الأيمن بغاز النيتروجين . صف ما يحدث عند فتح الصمام بينهما . افترض أن درجة الحرارة النظام ثابتة خلال التجربة .



الشكل 32-1

الحل : سوف تنتشر الغازات في الدورقين إلى أن يمتلئ الدورقين بنفس خليط الغازات .

## 1-2

### إتقان المفاهيم

(51) وضح الفرق بين القطبية المؤقتة والقطبية الدائمة .

- تتكون القطبية المؤقتة عندما يقترب جزيء من جزيء آخر ، وتتنافر الإلكترونات بعضها مع بعض منتجة كثافة إلكترونية أكبر على جانب واحد من الجزيء .

وتوجد القطبية الدائمة في الجزيئات القطبية التي يكون فيها دائماً بعض الأماكن في الجزيء ذات شحنة موجبة جزئية وأخرى سالبة جزئية .

(52) لماذا تعد قوى التشتت أضعف من القوى الثنائية القطبية ؟

- لأنه تكون قوى التشتت بين الأقطاب المؤقتة ، في حين تكون القوى ثنائية القطبية بين الأقطاب الدائمة .

(53) فسر لماذا تكون الروابط الهيدروجينية أقوى من معظم القوى الثنائية القطب ؟

- في الروابط الهيدروجينية يكون فرق الكهروسالبية كبير بين الذرتين المرتبطتين ، مما يجعل قوى التجاذب بينهما أكبر من تلك المتكونة في حالة قوى التشتت أو القوى الثنائية القطب .

(54) قارن بين قوى التجاذب بين الجزيئية وقوى التجاذب الجزيئية .

- تربط قوى التجاذب الجزيئية بين الذرات في الجزيء معاً ، في حين تربط قوى التجاذب بين الجزيئات المختلفة معاً .



- (55) لماذا تتجاذب الجزيئات الطويلة غير القطبية بعضها مع بعض أقوى من تجاذب الجزيئات الكروية غير القطبية التي لها التركيب نفسه ؟  
 - لأن الجزيئات الطويلة لها مساحة سطح أكبر ، لذا تزداد قوى التجاذب بين الجزيئات .

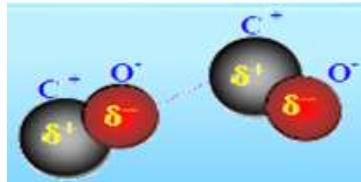
### إتقان المسائل

(56) الجزيئات القطبية استخدم الاختلاف في الكهرسلبية لتحديد الأطراف الموجبة والسالبة للجزيئات القطبية الآتية :



الحل :

(57) ارسم تجاذباً ثنائي القطبية بين جزيئين من  $CO$  .



(58) أي المواد الآتية تكوّن روابط هيدروجينية ؟

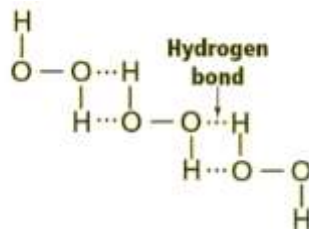


- جميع الجزيئات السابقة يمكنها تكوين روابط هيدروجينية .

(59) أي الجسيمات الآتية تكوّن روابط هيدروجينية ؟ ارسم عدة جسيمات منها موضحاً ترابطهما معاً بواسطة الروابط الهيدروجينية .



- يكوّن  $H_2O_2$  روابط هيدروجينية .



### 1-3

### إتقان المفاهيم

(60) ما التوتر السطحي ؟ وما الشروط الواجب توافرها لحدوثه ؟

- التوتر السطحي : هو الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار معين .  
 ولحدوث التوتر السطحي لا بد من وجود قوى تجاذب قوية بين جزيئات السائل .

(61) فسر سبب انحناء سطح الماء في المخبر المدرج ؟

- لأن قوى التلاصق بين جزيئات الماء وثاني أكسيد السيليكون في الزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء ، لذا يرتفع الماء على جدران المخبر المدرج .

(62) أي السائلين أكثر لزوجة عند درجة حرارة الغرفة : الماء أم الدبس ؟ فسر إجابتك .

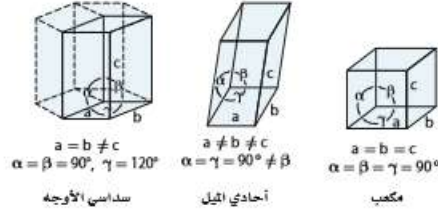
- الدبس أكثر لزوجة من الماء عند درجة حرارة الغرفة ، لأن قوى التجاذب بين جزيئاته يبطئ من حركته .

(63) فسر كيف تؤدي قوتان مختلفتان دوريهما في الخاصية الشعرية ؟

تنتج الخاصية الشعرية عن تعارض قوى التماسك والتلاصق . ولأن قوى التلاصق بين جزيئات الماء وجزيئات الزجاج في الأنبوب الشعري

أقوى من قوى التماسك بين جزيئات الماء ، لذا يرتفع الماء في الأنبوب الشعري .

(64) استعن بالشكل 33-1 للمقارنة بين البلورات المكعبة والأحادية الميل والسداسية الأوجه .



الشكل 33-1

الحل : المكعب : أطوال أضلاعه متساوية ، ، وكذلك زواياه جميعها = 90°

أحادي الميل : أطوال أضلاعه غير متساوية ، وله زاويتان متساويتان  $\alpha$  و  $\gamma$  كل منهما = 90° أما الزاوية الثالثة  $\beta$  فهي مختلفة .

سداسي الأوجه : له ضلعان متساويان في الطول  $a$  و  $b$  ، وضلع مختلف  $c$  .

وزاويتان متساويتان  $\alpha$  و  $\beta$  كل منهما = 90° و الزاوية الثالثة  $\gamma = 120°$

(65) ما الفرق بين المادة الصلبة الشبكية والمادة الصلبة الأيونية ؟

- تماسك الجسيمات بعضها مع بعض في المواد الصلبة الشبكية بروابط تساهمية ، أما المواد الأيونية الصلبة فتتماسك بقوى تجاذب كهربائية .

(66) فسر لماذا يمكن ثني الفلزات عند ضربها ، بينما تنكسر المواد الأيونية ؟

- عند تعريض الفلزات لقوة تتحرك الإلكترونات لتجعل الأيونات مترابطة في مواقعها الجديدة

بينما المواد الصلبة الأيونية عند طرقها تزااح الأيونات الموجبة والسالبة من مواقعها ، مما يؤدي إلى تنافر بين الشحنات المتشابهة وإلى تكسر

البلورة .

(67) عدّد أنواع المواد المتبلورة التي تعد موصلات جيدة للحرارة والكهرباء .

- المواد الصلبة الفلزية ، المواد الصلبة الأيونية عند انصهارها أو ذوبانها في محلول مائي .

(68) كيف تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئية في لزوجة المادة ؟

- تُنتج قوى التجاذب القوية بين الجزيئات لزوجة أعلى ، لأن القوى تمسك بالجسيمات بطريقة محكمة تمنعها من التدفق .

(69) فسر لماذا يكون التوتر السطحي للماء أكبر منه للجاذولين ذي الجسيمات غير القطبية ؟

- يزداد التوتر السطحي بزيادة القوى بين الجسيمات ، فجزيئات الماء يتماسك بعضها ببعض بروابط هيدروجينية قوية مما ينتج عنه توتراً سطحياً

عالياً جداً . في حين تنتج قوى التشتت الضعيفة بين جزيئات البنزين توتراً سطحياً منخفضاً .

(70) قارن بين عدد الجسيمات لكل وحدة بناء لكل مما يلي :

8 جسيمات

a. المكعب البسيط .

9 جسيمات

b. المكعب المركزي الجسم .

71) توقع أي المواد الصلبة من المرجح أن تكون غير متبلورة :

مادة تكونت من تبريد مصهورها عند درجة حرارة الغرفة خلال 4 ساعات ، أم مادة تكونت من تبريد مصهورها بسرعة في حوض من الثلج ؟  
- المادة التي تم تبريد مصهورها بسرعة في حوض من الثلج ، لأن المواد غير المتبلورة تنتج عن التبريد السريع لمصاهيرها .

72) التوصيل الكهربائي أي المواد الصلبة الآتية يمكن أن توصل محاليلها التيار الكهربائي أفضل : السكر أم الملح ؟

- الملح ، لأنه يتكون من أيونات (موجبة وسالبة) ، في حين أن السكر مادة صلبة جزيئية خالية من الأيونات .

73) فسر لماذا يطفو مكعب الثلج فوق الماء ، بينما يغرق مكعب البنزين في البنزين السائل ؟ أي السلوكين طبيعي أكثر ؟

- يطفو مكعب الثلج فوق الماء لأن كثافة الثلج أقل من كثافة الماء ،

بينما يغرق مكعب البنزين الصلب في البنزين السائل لأن كثافة البنزين الصلب أكبر من كثافة البنزين السائل . (البنزين أقرب إلى الواقع) .

74) إذا أعطيت أطوال الأضلاع وقيم زوايا الوجه ، فتوقع شكل كل بلورة مما يلي :

a.  $a = 3 \text{ nm} , b = 3 \text{ nm} , c = 3 \text{ nm} , \alpha = 90^\circ , \beta = 90^\circ , \gamma = 90^\circ$

b.  $a = 4 \text{ nm} , b = 3 \text{ nm} , c = 5 \text{ nm} , \alpha = 90^\circ , \beta = 100^\circ , \gamma = 90^\circ$

c.  $a = 3 \text{ nm} , b = 3 \text{ nm} , c = 5 \text{ nm} , \alpha = 90^\circ , \beta = 90^\circ , \gamma = 90^\circ$

d.  $a = 3 \text{ nm} , b = 3 \text{ nm} , c = 5 \text{ nm} , \alpha = 90^\circ , \beta = 90^\circ , \gamma = 120^\circ$

الحل : a. مكعب b. أحادي الميل .

c. رباعي الأوجه d. سداسي الأوجه .

### 1-3

#### إتقان المفاهيم

75) كيف يختلف التسامي عن الترسيب ؟

- يحدث التسامي عند تحول المادة الصلبة إلى غازية ، ويحدث الترسيب عند تحول المادة الغازية إلى صلبة . (فهما عمليتان متعاكستان) .

76) قارن بين التبخر والغليان .

- التبخر تحول المادة السائلة (جزيئات سطح السائل) إلى غاز ، أما الغليان فيحدث عندما يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي الخارجي ، ويحدث عند سطح السائل وداخله في المكان الذي تتكون فيه الفقاعات .

77) ما المقصود بدرجة الانصهار ؟

- درجة الانصهار : الدرجة التي تنكسر عندها القوى التي تربط بين البلورات في الشبكة البلورية للمادة البلورية فتتحول من الصلب إلى سائل .

78) فسر العلاقة بين كل من الضغط الجوي وضغط البخار للسائل ودرجة الغليان .

- درجة الغليان هي الدرجة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي .

79) فسر تكوّن الندى في الصباح البارد .

- عندما يلامس الهواء الجوي المحمل ببخار الماء سطح جسم بارد ، فإن بخار الماء يتكاثف على هذا الجسم .

80) ثلج فسر سبب تقلص كومة ثلج ببطء حتى في الأيام التي لا تزيد الحرارة فيها على درجة تجمد الماء .

- بعض جسيمات الثلج يحدث لها تسامي ( أي تتحول للحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة)

## إتقان المسائل

### إتقان المسائل



الشكل 1-34

81) انسخ الشكل 1-34 ثم حدد عليه منطقة الحالة الصلبة والسائلة والغازية ، والنقطة الثلاثية والنقطة الحرجة .



82) لماذا تكون الطاقة التي نحتاج إليها لغلي 10 g من الماء السائل أكبر من الطاقة اللازمة لصهر الكتلة نفسها من الثلج ؟

- لا يحتاج الانصهار إلى طاقة كبيرة ، لأن الجسيمات في المادة الصلبة يجب ألا تتحرك بعيدة بعضها عن بعض أو تكتسب حركة أكبر لتكوين السائل . بينما الغليان يحتاج إلى طاقة أكبر حتى تكتسب الجسيمات طاقة تجعلها تتغلب على القوى بين الجزيئية وتبتعد كثيراً وبسرعة أكبر من سرعة جسيمات السائل

## مراجعة عامة

83) استخدم نظرية الحركة الجزيئية لتفسير تصنيف السوائل والغازات من الموائع ؟

- تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع ، بسبب قابليتها للانتشار ، حيث تتماسك الجسيمات في الحالة السائلة والغازية بقوى تجاذب أضعف من تلك في الحالة الصلبة .

84) استخدم قوى التجاذب بين الجزيئية لتفسير سبب تواجد الأكسجين في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة ، بينما يوجد الماء في الحالة السائلة .

- جزيئات الأكسجين غير قطبية ، والقوى الوحيدة التي تربط بين جزيئاته هي قوى التشتت الضعيفة ، لذا يكون الأكسجين في الحالة الغازية ، بينما يوجد بين جزيئات الماء روابط هيدروجينية وهي أقوى من قوى التشتت ، لذا تتجاذب جزيئات الماء بقوة أكبر وتقترب من بعضها مكونة الحالة السائلة . وعليه فإن للماء درجة غليان أعلى .

85) استخدم نظرية الحركة الجزيئية لتفسير لماذا يمكن ضغط الغاز بينما لا يمكن ضغط السائل أو الصلب ؟

- لأن الجسيمات في الحالة الغازية ينفصل (يتباعد) بعضها عن بعض بصورة أكثر منها في الحالة الصلبة أو السائلة ، ولذا يوجد فراغ أكبر بين الجسيمات مما يمكن ضغطها .

86) تساوي كثافة الزيت عند درجة حرارة  $25^{\circ}C$  وضغط 760 mm Hg ( $13.5 \text{ g/ml}$ ) بينما تساوي كثافة الماء عند نفس درجة الحرارة والضغط ( $1.00 \text{ g/ml}$ ) . فسر هذا الاختلاف ، اعتماداً على قوى التجاذب بين الجزيئية ونظرية الحركة الجزيئية .

- الروابط الفلزية تربط ذرات الزيت معاً بقوة أكبر من الروابط الهيدروجينية التي تربط جزيئات الماء معاً ، ولذلك تكون ذرات الزيت أكثر تقارباً من بعضها أكثر من تقارب جزيئات الماء ، ولذلك تكون كثافة الزيت أعلى من كثافة الماء .

87) إذا كان هناك وعاءان متماثلان يحويان الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها ولكن الضغط في أحدهما ضعف الضغط في الآخر ، فما كمية الغاز الموجودة في كل وعاء ؟

- الوعاء الذي يوجد فيه ضعف الضغط نجد فيه ضعف عدد الجسيمات .

88) عدد ثلاثة أنواع من قوى التجاذب بين الجزيئية .

- الروابط الهيدروجينية ، قوى التشنت ، القوى الثنائية القطبية .

89) عندما تذوب بلورات صلبة من السكر في كوب من الماء يتكون محلول متجانس ، بحيث لا يمكن رؤية البلورات . وإذا ترك هذا

المحلول عند درجة حرارة الغرفة لعدة أيام فسنلاحظ تكون البلورات في القاع ، وعلى جوانب الكوب مرة أخرى . فهل هذا مثال على التجمد ؟  
- لا ، التغير الوحيد في الحالة الفيزيائية الذي يحدث هو تبخر الماء السائل لتكوين بخار الماء .

يظل السكر دائماً في الحالة الصلبة حتى عند عدم رؤيته . وتصبح البلورات كبيرة بدرجة كافية مع الزمن بحيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة .

## التفكير الناقد



الشكل 35-1

90) تفسير الرسوم البيانية ارجع إلى الشكل 35-1 الذي يوضح ضغط بخار كل من الماء والإيثانول مقابل درجة الحرارة للإجابة عما يأتي

a. ما درجة غليان الماء عند  $1 \text{ atm}$  ؟

b. ما درجة غليان الإيثانول عند درجة حرارة  $1 \text{ atm}$  ؟

c. إذا كان الضغط الجوي  $0.80 \text{ atm}$  ، فما درجة الحرارة التي يغلي عندها الماء ؟

الحل : a.  $100^{\circ}C$  . b.  $78.5^{\circ}C$  . c.  $94^{\circ}C$

91) فرضية أي نوع من المواد الصلبة المتبلورة تتوقع أن تتناسب مع الشروط الآتية بأفضل صورة ؟

a. مادة تتصهر ويعاد تشكيلها عند درجات حرارة منخفضة . المواد الصلبة الجزيئية .

b. مادة يمكن سحبها إلى أسلاك طويلة ورفيعة . المواد الصلبة الفلزية .

c. مادة توصل الكهرباء في الحالة السائلة . المواد الصلبة الأيونية .

d. مادة صلبة جداً وغير موصلة للكهرباء . المواد الصلبة التساهمية الشبكية .

92) قارن يستخدم ضاغط الهواء الطاقة لضغط جسيمات الهواء معاً ، وعندما يترك الهواء ليتمدد تستخدم الطاقة الناتجة في تنظيف السطوح بلطف دون استخدام مواد كاشطة سائلة أو صلبة إضافية . تعمل الأنظمة الهيدروليكية بالصورة نفسها ، ولكنها تضغط الموائع لنقل القوة . ما فوائد وعيوب استخدام هذين النوعين من التقنية في رأيك ؟

- ينتج ضاغط الهواء الطاقة بصورة سريعة ، لأن الغازات يمكن ضغطها بسهولة . بينما تتضمن الأنظمة الهيدروليكية السوائل التي لا يمكن ضغطها بهذه السهولة وهي أكثر فائدة لإنتاج طاقة ثابتة ببطء .

93) رسم بياني استخدم الجدول 6-1 لرسم مخطط الحالة الفيزيائية للألمونيا .

الجدول 6-1 مخطط الحالة الفيزيائية للألمونيا		
نقاط مختارة	ضغط (atm)	درجة حرارة ( $C^0$ )
النقطة الثلاثية	0.060	- 77.7
النقطة الحرجة	112	132.2
درجة الغليان الطبيعية	1.0	- 33.5
درجة التجمد الطبيعية	1.0	- 77.7

الحل :



94) طبق في أثناء تسخين مادة صلبة تبقى درجة حرارتها ثابتة حتى تنصهر كلياً . ماذا يحدث للطاقة الحرارية للنظام خلال الانصهار ؟

- تستهلك الطاقة الحرارية في إضعاف الروابط بين الجسيمات حتى تنصهر المادة تماماً .

95) تواصل أي العمليتين تجعلك قادراً على شم العطور من زجاجة مفتوحة وبعيدة عنك : الانتشار أم التدفق؟ فسر إجابتك .

- الانتشار ، حيث حدث تداخل بين جسيمات العطر وجسيمات الهواء .

96) استنتج يتضمن عرض مختبري صبَّ بخار البروم ذي اللون الأحمر الغامق في دورق يحتوي على الهواء ، ثم يغلق الدورق بإحكام . يتحرك البروم في البداية نحو القاع ، وبعد عدة ساعات يتوزع اللون الأحمر بالتساوي في جميع أجزاء الدورق .

a. هل كثافة غاز البروم أكثر أم أقل من الهواء ؟

b. هل ينتشر البروم السائل أسرع أم أبطأ من البروم الغاز بعد صبه فوق سائل آخر ؟

الحل : a. كثافة البروم أكبر من كثافة الهواء .

b. ينتشر البروم السائل أبطأ من البروم الغاز .

97) **حلل** استخدم ما تعرفه عن قوى التجاذب بين الجزيئية لتحديد ما إذا كانت الأمونيا  $NH_3$  أم الميثان  $CH_4$  أكثر ذائبية في الماء .  
تذوب الأمونيا في الماء بصورة أكثر من الميثان ، لأن الأمونيا والماء يكوّنا قوى تجاذب بين جزيئاتها أقوى (روابط هيدروجينية) بين بعضهما ،  
في حين يكوّن الماء والميثان قوى تشتت فقط تكون أضعف من الروابط الهيدروجينية .

98) **قوّم** عدد ثلاث تغيرات تنتج طاقة ، وثلاثة أخرى تستهلكها .

- تستهلك طاقة : الانصهار والتسامي والتبخر .

- تنتج طاقة : التجمد و الترسيب و التكاثف .

99) **قوّم** سائل ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج يستخدم في الصناعات الغذائية لانتزاع الكافيين من الشاي والقهوة والمشروبات الغازية ،  
وكذلك في الصناعات الدوائية لتكوين جسيمات دقيقة تستخدم في أنظمة توزيع الدواء .

استعن بالشكل 36-1 لتحديد الظروف التي يجب توافرها لتكوين ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج .



الشكل 36-1

الحل : الضغط يجب أن يكون أعلى من 73 bar

درجة الحرارة يجب أن تكون أعلى من 31.1°C

### مسألة تحفيز

100) إذا كان لديك محلول يحتوي على 135.2 g KBr ذائبة في 2.3 L ماء ، فما حجم المحلول الذي تستخدمه لتحضير محلول

حجمه 1.5 L وتركيزه 0.1 mol/L من محلول KBr السابق ؟ وما درجة غليان المحلول الناتج ؟

الحل : نحسب كتلة KBr في 1L من محلول KBr المراد تحضيره من القانون :

$$\text{الكتلة بالجرام} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0.1 \times 119.002 = 11.9002 \text{ g}$$

$$1L \text{ من محلول KBr كتلتها } 11.9002 \text{ g} \Leftrightarrow 1.5 L \text{ من محلول KBr كتلتها } (17.8503)$$

$$\text{النسبة بين كتلة KBr في المحلول المراد تحضيره وكتلته في المحلول الأول} = \frac{17.8503 \text{ g}}{135.2 \text{ g}} = 0.132$$

$$\text{حجم المحلول الأول (L)} \times 0.132 = \text{حجم المحلول المستخدم (L)}$$

$$= 0.132 \times 2.3 L = 0.304 L = 304 \text{ ml}$$

## مراجعة تراكمية

101) صنف المواد الآتية إلى عنصر أو مركب أو مخلوط متجانس أو مخلوط غير متجانس :

- a. الهواء  
b. الدم  
c. أمونيا  
d. الخردل  
e. الماء

- a. مخلوط متجانس  
b. مخلوط غير متجانس  
c. مركب  
d. مخلوط غير متجانس  
e. مركب .

102) أعطيت محلولين مائيين شفافين صافيين ، وقد قيل لك إن أحد المحلولين يحتوي مركباً أيونياً ، ويحتوي الثاني على مركب تساهمي .

كيف تحدد أيهما أيوني ؟ وأيهما تساهمي ؟

- يمكن قياس مدى قدرتهما على إيصال التيار الكهربائي .

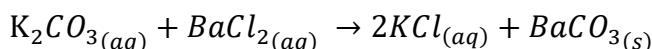
حيث يوصل محلول المركب الأيوني التيار الكهربائي ، في حين أن محلول المركب التساهمي غير موصل .

103) أي فروع الكيمياء يدرس المادة وحالاتها ؟

- a. الكيمياء الحيوية  
b. الكيمياء الفيزيائية  
c. الكيمياء العضوية  
d. كيمياء المبلمرات

الجواب : b. الكيمياء الفيزيائية .

104) ما نوع التفاعل الآتي ؟



- a. احتراق  
b. إحلال مزدوج  
c. إحلال بسيط  
d. تحضير .

الجواب : b. إحلال مزدوج .

105) من أول كيميائي وضع جدول دوري ، وكان أوسع استخداماً وأكثر قبولاً ؟

- a. ديمتري مندليف  
b. هنري موزلي  
c. جون نيولاندر  
d. لوثر ماير .

الجواب : a. ديمتري مندليف

## تقويم إضافي

### الكتابة في الكيمياء

106) المسك من المكونات الأساسية في الكثير من العطور والصابون والشامبو ، وحتى في الأطعمة ، ومنها الشوكولاتة وعرق السوس والحلوى الصلبة . تتكون مركبات المسك المحضرة صناعياً والطبيعية من جسيمات ذات كتلة كبيرة بالمقارنة بجسيمات المركبات الأخرى المكونة للعطور . ونتيجة لذلك تكون أبطأ في سرعة انتشارها للتأكيد على إطلاق العطر بصورة بطيئة ومستمرة . اكتب تقريراً عن كيمياء مكونات العطور ، مؤكداً على أهمية سرعة الانتشار ، بوصفها إحدى صفات العطر .

- معدل التدفق البطيء ينتج عنه سرعة انتشار قليلة ، وبالتالي استمرار أطول للرائحة .



107) غاز البروبان وقود شائع الاستخدام في مواقد الغاز وتدفئة البيوت ، إلا أنه لا يعياً في حالته الغازية ، بل يُسَيَّل ويطلق عليه اسم البروبان السائل . اعمل ملصق حائط لتوضيح فوائد ومساوئ تخزين ونقل البروبان سائلاً لا غازاً .  
- يحتاج السائل إلى وعاء أصغر من الغاز ، لذا يمكن أن يحتوي الوعاء على كمية وقود سائل أكثر من الغاز .

108) حالات المادة الأخرى ابحث في إحدى الموضوعات الآتية :

البلازما أو الميوعة الفائقة (superfluids) واكتب تقريراً عنها لتعرضه على بقية طلاب الصف .

- الميوعة الفائقة هي حالة من حالات المادة تأخذ فيها بعض السوائل خواصاً غريبة عن المألوف .

أول ما اكتشفت تلك الظاهرة كان في الهيليوم السائل عند درجة حرارة 2.17 كلفن . وهي تظهر في النظيرين هيليوم-4 و هيليوم-3 حيث يختفي الاحتكاك الداخلي للسائل تماماً وتصل لزوجة السائل إلى الصفر .

وقد اكتشف تلك الظاهرة العالم بيوتر كابيتسا، وجون آلان ، و دون ميسنر عام 1937.

فالمائع الفائق طور من أطوار المادة يتميز بغياب تام للزوجة فيه، وبالتالي وضعه في حلقة مغلقة يمكن ان يؤدي إلى سيلان غير منتهي نتيجة غياب الاحتكاك. ويمكن في حالة الميوعة الفائقة مشاهدة عدة خواص غريبة:

- الخاصة الشعرية تكون خالية تماماً من الاحتكاك وحتى في أضيق الانابيب .
- يصل التوصيل الحراري إلى حالة مثالية
- عند تدوير الوعاء لا يدور السائل ويبقى ثابتاً ، وعند تدوير الوعاء بسرعة كبيرة تظهر على سطح السائل موجات منتظمة في شكل سداسي .

## أسئلة المستندات

اليود يتسامى اليود إذا ترك عند درجة حرارة الغرفة من الصلب إلى الغاز ، ولكن إذا سخن بسرعة فإن ما يحدث له يختلف تماماً ، ويمكن وصفه كما يأتي : وضع  $1.0\text{ g}$  من اليود في أنبوب محكم الإغلاق ، وسُخن على سخان كهربائي ، فتكونت طبقة من الغاز الأرجواني في الأسفل ، وأصبح اليود سائلاً . وعند إمالة الأنبوب تحرك السائل على طول جانب الأنبوب في مجرى ضيق ، وتصلب بسرعة .

109) لماذا يتسامى اليود بسهولة ؟ فسر إجابتك باستخدام ما تعرفه عن قوى التجاذب بين الجزيئية .

- اليود مركب غير قطبي ، بين جزيئاته قوى تشتت ضعيفة ، لذا يكون من السهل تفكك هذه القوى وتحول اليود مباشرة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية .

110) لماذا لا يمكن ملاحظة اليود السائل عند تسخينه في الهواء ؟

- ينصهر اليود الصلب عند  $112.9^{\circ}\text{C}$  ويغلي عند  $183.0^{\circ}\text{C}$  وضغطه البخاري هو  $100\text{ mmHg}$  عند درجة حرارة  $116.5^{\circ}\text{C}$  وعند تسخينه بسرعة أو في أنبوب مغلق ينصهر . ويجب توافر ضغط بخاري مقداره  $100\text{ mmHg}$  للسماح لليود السائل بالتكون ومنع حدوث التسامي ، و في الأوعية المفتوحة البلورات في العادة تتسامى كاملة قبل أن تنصهر .

111) لماذا يجب استخدام أنبوب محكم الإغلاق في هذا الاستقصاء ؟

- إذا لم يكن الأنبوب مغلق بإحكام فإن بخار اليود سوف يتسرب إلى الغرفة .

112) استنتج لماذا يتصلب اليود عند إمالة الأنبوب ؟

- عند إمالة الأنبوب يلامس اليود الجدران التي تكون درجة حرارتها أقل منه ، فيفقد جزءاً من حرارته بسرعة ويتصلب ، حيث يتصلب اليود عند  $20^{\circ}\text{C}$  .

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

(1) ما نسبة انتشار أكسيد النيتروجين NO ورابع أكسيد النيتروجين  $N_2O_4$  ؟

a. 0.326      b. 0.571

c. 1.751      d. 3.066

الجواب : c. طريقة الحل :

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار NO}}{\text{معدل انتشار } N_2O_4} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } N_2O_4}{\text{الكتلة المولية لـ NO}}} = \sqrt{\frac{92.01 \text{ g/mol}}{30.006 \text{ g/mol}}} = 1.751$$

(2) أي الجمل الآتية لا تتفق مع فرضيات نظرية الحركة الجزيئية ؟

a. التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة .

b. جسيمات العينة جميعها لها السرعة نفسها .

c. لا تتجاذب جسيمات الغاز أو يتنافر بعضها مع بعض بصورة ملحوظة .

d. للغازات جميعها عند درجة حرارة معينة متوسط الطاقة الحركية نفسها .

الجواب : b

(3) يحتوي دورق مغلق بإحكام على غازات النيون والكربتون والأرجون ، فإذا كان الضغط الكلي داخل الدورق  $3.782 \text{ atm}$  ، وكان الضغط

الجزيئي لكل من Ne و Kr هو  $0.435 \text{ atm}$  و  $1.613 \text{ atm}$  على التوالي ، فما الضغط الجزيئي لغاز Ar ؟

a.  $2.048 \text{ atm}$       b.  $1.734 \text{ atm}$

c.  $1556 \text{ atm}$       d.  $1318 \text{ atm}$

الجواب : b . طريقة الحل :

$$P_{total} = P_{Ne} + P_{Kr} + P_{Ar}$$

$$P_{Ar} = P_{total} - P_{Ne} - P_{Kr} = 3.782 - 0.435 - 0.613 = 1.734 \text{ atm}$$

(4) أي مما يأتي لا يؤثر في لزوجة السائل

a. قوى التجاذب بين الجزيئية

b. حجم وشكل الجزيء .

c. درجة حرارة السائل .

d. الخاصية الشعرية .

الجواب : d

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 5 .

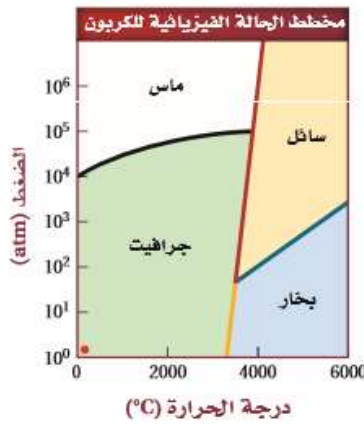


5) يتفاعل الهيدروجين مع النيتروجين كما هو موضح لتكوين الأمونيا . أي العبارات الآتية صحيحة في هذا التفاعل ؟

- a. يتكوّن 3 جزيئات أمونيا ولا يتبقى أي من جزيء ؟
- b. يتكوّن جزيئتي أمونيا ويتبقى جزيئاً هيدروجين .
- c. يتكون 6 جزيئات أمونيا ولا يتبقى أي جزيء .
- d. يتكوّن جزيئاً أمونيا ويتبقى جزيئاً نيتروجين .

الجواب : d

استخدم الرسم البياني الآتي للإجابة عن الأسئلة 6 – 8



6) ما الظروف التي يتكون فيها الألماس ؟

- a. درجة الحرارة  $5000 K <$  و الضغط  $100 atm >$
- b. درجة الحرارة  $6000 K <$  و الضغط  $25 atm >$
- c. درجة الحرارة  $3500 K >$  و الضغط  $10^5 atm >$
- d. درجة الحرارة  $4500 K >$  و الضغط  $10 atm >$

الجواب : c

7) ما النقطة التي يوجد عندها الكربون بثلاث حالات جرافيت صلب وألماس وكربون سائل ؟ موضحاً درجة الحرارة والضغط عندها ؟

b.  $3000 K$  و  $10^3 atm$

a.  $4700 K$  و  $10^6 atm$

d.  $3500 K$  و  $80 atm$

c.  $5100 K$  و  $10^5 atm$

الجواب : d

(8) ما الأشكال التي يوجد عليها الكربون عند  $6000\text{ K}$  و  $10^5\text{ atm}$

a. ألماس فقط

b. كربون سائل فقط

c. ألماس وكربون سائل

d. جرافيت وكربون سائل .

الجواب : b

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة 9 و 10

خصائص الرابط الأحادية		
الرابط	طاقة الرابطة (KJ /mol)	طول الرابطة (Pm)
$H - H$	435	74
$Br - Br$	192	228
$C - C$	347	154
$C - H$	393	104
$C - N$	305	147
$C - O$	356	143
$Cl - Cl$	243	199
$I - I$	151	267
$S - S$	159	208

(9) ارسم العلاقة بين طول الرابطة وطاقة الربط بيانيّاً ، واضعاً طاقة الربط على المحور السيني .





(10) لخص العلاقة بين طاقة الرابطة وطول الرابطة .

- العلاقة عكسية بين طول الرابطة وطاقة الربط . حيث بزيادة طاقة الربط يقل طول الرابطة .

## أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدام الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 11

الشكل الهندسي لـ $PCl_3$ و $AlCl_3$		
$PCl_3$	$AlCl_3$	المركب
		شكل الجزيء

11) ما أسماء أشكال الجسيمات لكلا المركبين ؟

فسر كيف يؤدي ترتيب الذرات في كل مركب إلى اختلاف أشكالها على الرغم من أن لهما الصيغة الكيميائية نفسها ؟

الحل :  $AlCl_3$  له شكل مثلث مسطح ، في حين أن  $PCl_3$  له شكل هرمي .

يعود السبب في اختلاف أشكالهما إلى اختلاف عدد أزواج الإلكترونات غير المرتبطة ،

وأن للألومنيوم ثلاثة إلكترونات تكافؤ تستخدم جميعها في الارتباط بالكلور ولا يتبقى أي منها غير مرتبط فإنه ينتج عنه شكل مثلث مسطح .

أما  $PCl_3$  فله شكل هرمي ، لأن للفوسفور 5 إلكترونات تكافؤ وتستخدم ثلاثة فقط منها في الارتباط مع ثلاث ذرات كلور

مما يترك زوجاً من الإلكترونات غير مرتبط ، ويتنافر مع الأزواج المرتبطة لتكوين شكل ثلاثي الأبعاد .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 2 الدرس 1-2**

## مسائل تدريبية

1) تحتوي حبة حلوى الفواكه و الشوفان على 142 Cal من الطاقة . ما مقدار الطاقة بوحدة cal ؟

الحل:  $142 \text{ Cal} = 142 \text{ Kcal}$

نحوّل من وحدة Kcal إلى وحدة cal :

$$142 \text{ Kcal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Kcal}} = 142000 \text{ cal}$$

2) يطلق تفاعل طارد للطاقة 86.5 KJ من الحرارة . ما مقدرا الحرارة التي أطلقت بوحدة kcal ؟

الحل: نحول من وحدة KJ إلى وحدة Kcal

$$86.5 \text{ KJ} \times \frac{1 \text{ Kcal}}{4.184 \text{ KJ}} = 20.7 \text{ Kcal}$$

3) تحفيز عرّف وحدة طاقة جديدة ، وسمّها باسمك ، واجعل قيمتها عُشر سُعر .

ما عوامل التحويل التي تربط هذه الوحدة الجديدة مع الجول J ، ومع السُعر الغذائي Cal ؟

$$X = 0.1 \text{ cal وحدة}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J} \Rightarrow X = (0.1 \text{ cal})(4.184 \text{ J/cal}) = 0.4184 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal} = 0.001 \text{ Cal} \Rightarrow X = (0.1 \text{ cal})(1 \text{ Cal}/1000 \text{ cal}) = 0.0001 \text{ Cal}$$

4) إذا ارتفعت درجة حرارة 34.4 g من الإيثانول من 25 °C إلى 78.8 °C ، فما كمية الحرارة التي امتصها الإيثانول ؟

ارجع إلى الجدول 2-2

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$\Delta t = T_f - T_i = 78.8 - 25 = 53.8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C = 2.44 \text{ (J/g} \cdot ^\circ\text{C) للإيثانول}$$

$$q = 2.44 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 34.4 \text{ g} \times 53.8 \text{ } ^\circ\text{C} = 4.52 \times 10^3 \text{ J}$$

5) سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من 25 °C إلى 40.0 °C فامتصت 5696 J من الطاقة .

ما الحرارة النوعية للمادة ؟ عيّن المادة بالرجوع إلى الجدول 2-2 .

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$C = \frac{q}{m \cdot \Delta t} = \frac{(5696 \text{ J})}{(155 \text{ g})(40.0^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C})} = 2.45 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$$

بالرجوع للجدول نجد أن المادة هي الإيثانول .

6) تحفيز قطعة من الذهب النقي كتلتها 4.50 g ، امتصت 276 J من الحرارة ، وكانت درجة حرارتها الأولية 25 °C .

ما درجة حرارتها النهائية ؟

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{q}{c \cdot m} = \frac{276 \text{ J}}{(0.129 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C})(4.5 \text{ g})} = 475^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = T_f - T_i \Rightarrow$$

$$T_f = \Delta t + T_i = 475 + 25 = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(7) **وضح** كيف تتغير الطاقة من شكل إلى آخر في التفاعل الطارد للطاقة والتفاعل الماص لها .

الحل : في التفاعل الطارد للحرارة تتحول طاقة الوضع المخزونة بين روابط الجزيئات المتفاعلة إلى طاقة حرارية أما في التفاعل الماص للحرارة فتتحول الطاقة الحرارية التي تمتصها الجزيئات إلى طاقة وضع كيميائية تخزن في الروابط بين الجزيئات.

(8) **ميّز** بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع في الأمثلة التالية : مغناطيسين منفصلين ، انهيار ثلجي ، كتب موضوعة على رفوف ، نهر ، سباق سيارات ، فصل الشحنات في بطارية .

- مغناطيسين منفصلين: عند وجود المغناطيسين على مسافة تكون طاقة الوضع كبيرة وعندما يتجاذب المغناطيسان تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة وتقل طاقة الوضع.

انهيار ثلجي: عند بداية الانهيار يوجد طاقة وضع وعند حدوث الانهيار تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة.  
كتب موضوعة على رف : طاقة وضع .

نهر: عند بداية المصب تكون طاقة الوضع ثم تتحول إلى طاقة حركة أثناء سير النهر.

سباق سيارات: عن بداية السباق تكون طاقة الوضع أعلى ما يمكن ثم تتحول إلى طاقة حركة حتى تسكن عند خط النهاية.

فصل الشحنات في بطارية: في البداية تكون طاقة الوضع أعلى ما يمكن ثم عند تحريك الشحنات تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة

(9) **وضح** علاقة الضوء والحرارة في شمعة محترقة بطاقة الوضع الكيميائية .

الحل : تتحول طاقة الوضع الكيميائية الموجودة في الشمعة إلى طاقة في صورة ضوء وحرارة ، وتنطلق هذه الطاقة عندما يحدث تفاعل احتراق كيميائي .

(10) **احسب** كمية الحرارة الممتصة عند تسخين 50.0 g ألومنيوم من درجة حرارة 25 °C إلى درجة 95.0 °C ، علماً أن الحرارة النوعية للألومنيوم 0.897 J/g °C .

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.897 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 50.0 \text{ g} \times (95.0 - 25.0 ^\circ\text{C}) = 3139 \text{ J}$$

(11) **تفسير البيانات** وضعت كتل متساوية من الألومنيوم والذهب والحديد والفضة تحت أشعة الشمس في الوقت نفسه ولفترة زمنية محددة .

استعمل الجدول 2-2 لترتيب الفلزات الأربعة وفق ازدياد درجات حرارتها من الأعلى إلى الأقل .

الحل : يتناسب تغير درجة الحرارة تناسباً عكسياً مع الحرارة النوعية ، ويكون ترتيب الفلزات على النحو الآتي :

ذهب ثم فضة ثم حديد ثم ألومنيوم .



**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 2 الدرس 2-2**

## مسائل تدريبية

(12) عينة من فلز كتلتها 90.0 g امتصت 25.6 J من الحرارة عندما ازدادت درجة حرارتها  $1.18^{\circ}\text{C}$  ما الحرارة النوعية للفلز ؟

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta t} = \frac{25.6 \text{ J}}{90.0 \text{ g} \times 1.18^{\circ}\text{C}} = 0.24 \text{ J/(g} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

(13) ارتفعت درجة حرارة عينة من الماء من  $20.0^{\circ}\text{C}$  إلى  $46.6^{\circ}\text{C}$  عند امتصاصها 5650 J من الحرارة . ما كتلة العينة ؟

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow m = \frac{q}{c \cdot \Delta t} = \frac{5650 \text{ J}}{4.184 \text{ J/(g} \cdot ^{\circ}\text{C)} \times 26.6^{\circ}\text{C}} = 50.8 \text{ g}$$

(14) ما كمية الحرارة التي تكتسبها صخرة من الجرانيت كتلتها  $2.00 \times 10^3 \text{ g}$  إذا ارتفعت درجة حرارتها من  $10.0^{\circ}\text{C}$  إلى  $29.0^{\circ}\text{C}$  ،

إذا علمت أن الحرارة النوعية للجرانيت  $0.803 \text{ J/(g} \cdot ^{\circ}\text{C)}$  ؟

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.803 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C} \times 200 \times 10^3 \text{ g} \times 19.0^{\circ}\text{C} = 30500 \text{ J}$$

(15) تحفيز إذا فقدت 335 g من الماء عند درجة حرارة  $65.5^{\circ}\text{C}$  كمية حرارة مقدارها 9750 J ، فما الحرارة النهائية للماء ؟

$$q = c \times m \times \Delta T = c \times m \times (T_f - T_i)$$

$$T_f = \frac{q}{c \cdot m} + T_i = \frac{9750 \text{ J}}{(4.184 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C})(335 \text{ g})} + 65.5^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_f = 7 + 65.5 = 72.5^{\circ}\text{C}$$

## التقويم 2-2

(16) صف كيف تحسب الحرارة المكتسبة أو المنطلقة من المادة عندما تتغير درجة حرارتها ؟

- الحرارة المكتسبة أو المنطلقة تساوي الحرارة النوعية مضروبة في كتلة المادة ومضروبة في التغير في درجة حرارتها .

(17) اشرح لماذا تكون إشارة  $\Delta H$  سالبة للتفاعل الطارد للحرارة ؟

$$\Delta H_{rxn} = H_{products} - H_{reactants} \quad -$$

في حالة التفاعل الطارد للحرارة تفقد الحرارة وتكون  $H_{products} < H_{reactants}$  لذا تكون الإشارة سالبة .

(18) اشرح لماذا يشكل الحجم المعلوم من الماء جزءاً مهماً من المسعر ؟

- حجم الماء يساوي كتلته نظراً لأن كثافة الماء  $1 \text{ g/ml}$

والماء يمتص الطاقة التي يفقدها الجسم الموضوع بداخله وفقاً للعلاقة  $q = c \times m \times \Delta t$

(19) اشرح لماذا يجب أن تعرف الحرارة النوعية للمادة حتى تحسب الحرارة المكتسبة أو المفقودة من المادة نتيجة تغير درجة الحرارة ؟

- الحرارة النوعية تبين لنا كم جولاً يفقدها أو يكتسبها كل واحد جرام من المادة لكل تغير في درجة الحرارة مقداره واحد درجة مئوية .

(20) صف معنى النظام في الديناميكا الحرارية ، و اشرح العلاقة بين النظام والمحيط والكون .

النظام هو جزء معين من الكون يحتوي على التفاعل أو العملية التي نريد دراستها ، في حين يعد المحيط كل شيء في الكون ما عدا النظام .  
إذاً الكون هو النظام ومحيطه .

(21) احسب الحرارة النوعية  $J/(g.^\circ C)$  لمادة مجهولة ، إذ تطلق عينة كتلتها  $2.50\text{ g}$  منها  $12.0\text{ Cal}$

عندما تتغير درجة حرارتها من  $25^\circ C$  إلى  $20.0^\circ C$  .

الحل : نحول أولاً  $q$  من وحدة  $Cal$  إلى وحدة  $J$  باستخدام العلاقة التالية :

$$q = 12.0\text{ Cal} = 12.0\text{ Cal} \times 1\text{ Kcal} = 12000\text{ cal}$$

$$q = 12000\text{ cal} \times 4.184\text{ J} = 50208$$

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta t} = \frac{50208\text{ J}}{2.50\text{ g} \times 5.0^\circ C} = 4016.64\text{ J}/(g.^\circ C)$$

(22) صمم تجربة صف خطوات العمل التي يمكنك أن تتبعها لإيجاد الحرارة النوعية لقطعة فلز كتلتها  $45.0\text{ g}$

الحل : نضع كتلة معروفة من الماء في المسعر ، ونغير درجة حرارة الماء الابتدائية .

- نسخن عينة الفلز  $45.0\text{ g}$  إلى  $100$  درجة مئوية في الماء المغلي .

- نضع عينة الفلز الساخنة في الماء في مسعر ، وننتظر حتى تثبت درجة حرارة الماء .

- نعين درجة الحرارة النهائية للماء .

- نحسب الحرارة النوعية للفلز مفترضين أن الحرارة لا تُفقد من قبل الفلز إلى المحيط .

- يمكن حساب الحرارة النوعية للمعدن عن طريق المساواة بين كمية الحرارة التي اكتسبها الماء وكمية الحرارة المفقودة بواسطة المعدن .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 2 الدرس 2-3**

## مسائل تدريبية

(23) احسب الحرارة اللازمة لصهر  $25.7\text{ g}$  من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره . استعن بالجدول 4-2

$$\text{الحل : بدايةً نحسب عدد مولات الميثانول : عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{25.7\text{ g}}{32.04\text{ g/mol}} = 0.80\text{ mol CH}_3\text{OH}$$

ثانياً : نضرب عدد مولات الميثانول في المحتوى الحراري للاحتراق :

$$0.80\text{ mol} \times 3.22\text{ KJ/mol} = \mathbf{2.58\text{ KJ}}$$

(24) ما كمية الحرارة المنطلقة عن تكثف  $275\text{ g}$  من غاز الأمونيا إلى سائل عند درجة غليانه ؟ استعن في الجدول 4-2 لتحديد  $\Delta H_{comb}$ .

$$\text{الحل : بدايةً نحسب عدد مولات الأمونيا : عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{275\text{ g}}{17.03\text{ g/mol}} = 16.15\text{ mol NH}_3$$

ثانياً : نضرب عدد مولات الأمونيا في المحتوى الحراري للاحتراق :

$$16.15\text{ mol} \times 23.3\text{ KJ/mol} = \mathbf{376\text{ KJ}}$$

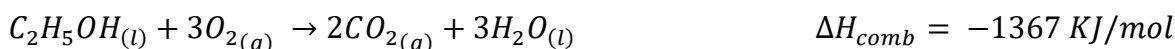
(25) تحفيز ما كتلة الميثان  $\text{CH}_4$  التي يجب احتراقها لإطلاق  $12.880\text{ kJ}$  من الحرارة ؟ استعن في الجدول 3-2

$$\text{الحل : يمكننا حساب عدد المولات كالتالي : } 0.0145\text{ mol} = \frac{12.88\text{ kJ}}{891\text{ KJ/mol}} = \frac{q}{\Delta H_{comb}} = \text{عدد مولات الميثان}$$

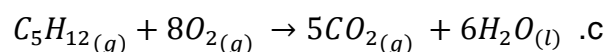
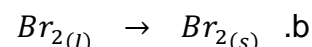
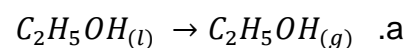
$$\text{الكتلة بالجرام (m) = عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0.0145\text{ mol} \times 16.003\text{ g/mol} = 0.232\text{ g CH}_4$$

## التقويم 3-2

(26) اكتب معادلة كيميائية حرارية كاملة لاحتراق الإيثانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  إذا علمت أن  $\Delta H_{comb} = -1367\text{ KJ/mol}$



(27) حدد أي العمليات الآتية طاردة للحرارة ، وأيها ماصة لها ؟



الحل : التفاعل (a) ماص للحرارة . بينما التفاعلين (b, c) طاردين للحرارة .

(28) اشرح كيف يمكنك حساب الحرارة المنطلقة عند تجمد  $0.25\text{ mol}$  ماء .

الحل : نضرب  $0.250\text{ mol}$  في حرارة الانصهار لكل  $\text{mol}$  من الماء في  $6.01\text{ KJ/mol}$

(29) احسب كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 206 g من غاز الهيدروجين ؟  $\Delta H_{comb} = -286 \text{ KJ/mol}$

$$102.5 \text{ mol } H_2 = \frac{206 \text{ g}}{2.01 \text{ g/mol}} = \text{عدد المولات}$$

ثانياً : نضرب عدد مولات الهيدروجين في المحتوى الحراري للاحتراق :

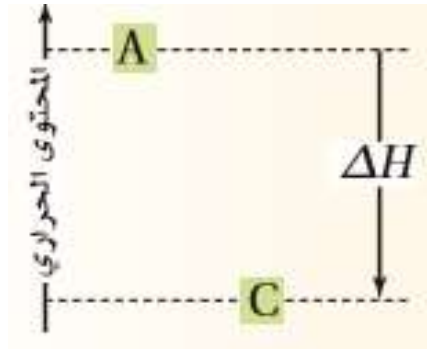
$$102.5 \text{ mol} \times 286 \text{ KJ/mol} = 29315 \text{ KJ}$$

(30) طبق إذا كانت حرارة التبخر المولارية للأمونيا هي  $23.3 \text{ KJ/mol}$  فما مقدار حرارة التكثف المولارية للأمونيا ؟

$$\text{الحل : حرارة التكثف المولارية للأمونيا} = -23.3 \text{ KJ/mol}$$

(31) تفسير الرسوم العلمية يبين الرسم المجاور المحتوى الحراري للتفاعل  $A \rightarrow C$

هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟ فسر إجابتك .

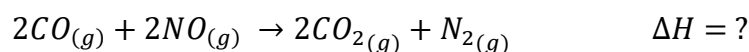


الحل : التفاعل طارد للحرارة : لأن المحتوى الحراري للنواتج (C) أقل من محتوى الحراري للمتفاعلات (A) .

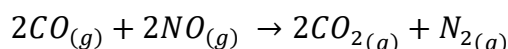
**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 2 الدرس 2-4**

## مسائل تدريبية

(32) استعمل المعادلتين  $a$  و  $b$  لإيجاد  $\Delta H$  للتفاعل الآتي :

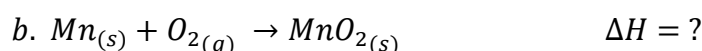
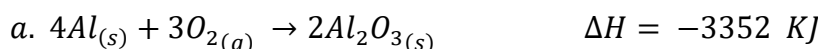
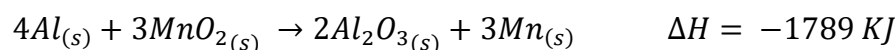


الحل : نجمع المعادلة  $a$  إلى مقلوب المعادلة  $b$  :

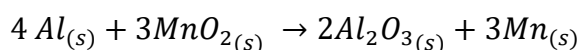
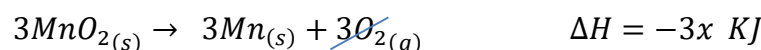
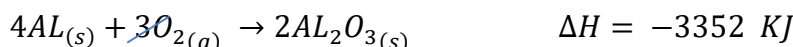


$$\Delta H = -566.0 \text{ KJ} + (+180.6 \text{ KJ}) = -385.4 \text{ KJ}$$

(33) تحفيز إذا كانت قيمة  $\Delta H$  للتفاعل الآتي  $-1789 \text{ KJ}$  ، فاستعمل ذلك مع المعادلة  $a$  لإيجاد  $\Delta H$  للتفاعل  $b$



الحل : من المعادلة النهائية نلاحظ أنه يجب عكس المعادلة  $b$  ، ونضربها في 3 ، ثم نجمعها مع المعادلة  $a$

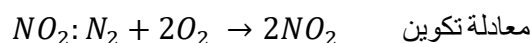


$$\Delta H = -3352 - 3x \Rightarrow -1789 = -3352 - 3x$$

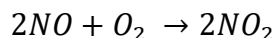
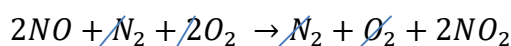
$$b \text{ للتفاعل } \Delta H = x = \frac{-3352+1789}{3} = -521 \text{ KJ}$$

## مسائل تدريبية

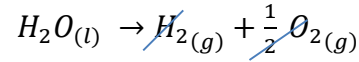
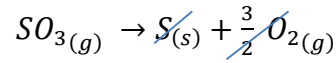
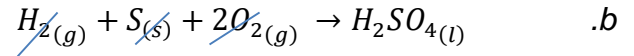
(34) بين كيف أن مجموع معادلات حرارة التكوين يعطي كلاً من التفاعلات الآتية ، دون البحث عن قيم  $\Delta H$  واستعمالها في الحل :



تعد  $NO$  مادة متفاعلة في المسألة ، لذا نجمع معادلة تكوين  $NO$  المعكوسة إلى معادلة تكوين  $NO_2$

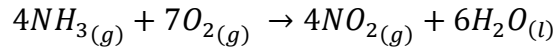






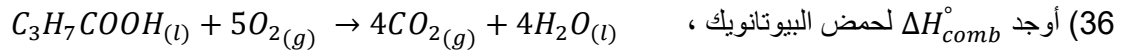
بجمع معادلات التكوين الثلاثة ينتج :  $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(l)}$

(35) مستعيناً بجدول قيم حرارة التكوين القياسية ، احسب  $\Delta H_{rxn}^\circ$  للتفاعل الآتي :

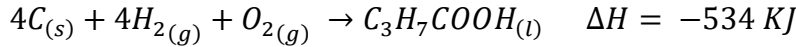


$$\Delta H_{rxn}^\circ = \{ 4H_f^\circ(NO_2) + 6H_f^\circ(H_2O) - 4H_f^\circ(NO_3) \}$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = \{ 4(33.18) + 6(-285.83) - 4(-46.11) = -1398 \text{ KJ} \}$$



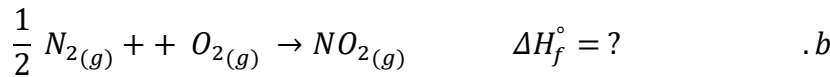
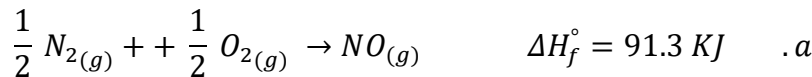
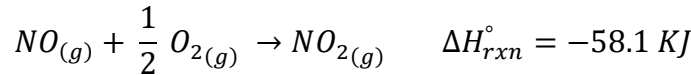
مستعيناً بجدول قيم حرارة التكوين والمعادلة الكيميائية أدناه :



$$\Delta H_{comb}^\circ = [4H_f^\circ(H_2O) + 4H_f^\circ(CO_2) - H_f^\circ(C_3H_7COOH)]$$

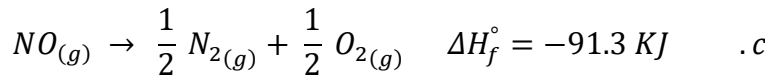
$$\Delta H_{comb}^\circ = [4(-286) + 4(-394) - (-534)] = -2186 \text{ KJ}$$

(37) تحفيز بدمج معادلتين حرارة التكوين  $a$  و  $b$  تحصل على معادلة تفاعل أكسيد النيتروجين مع الأكسجين ، الذي ينتج عنه ثاني أكسيد النيتروجين .



ما قيمة  $\Delta H_f^\circ$  للتفاعل  $b$  ؟

الحل : نعكس المعادلة  $a$  ونغيّر إشارة  $\Delta H_f^\circ$  لها لنحصل على المعادلة  $c$  الآتية :



نجمع المعادلتين  $b$  و  $c$  فنحصل على المعادلة الآتية :  $NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = -58.1 = \Delta H_f^\circ(c) + \Delta H_f^\circ(b)$$

$$-58.1 = -91.3 + \Delta H_f^\circ(b)$$

$$\Delta H_f^\circ(b) = -58.1 + 91.3 = 33.2 \text{ KJ}$$

## التقويم

(38) **وضح** المقصود بقانون هس ، وكيف يستعمل لإيجاد  $\Delta H_{rxn}^\circ$  ؟

- قانون هس : تغير الطاقة في تفاعل كيميائي يساوي مجموع التغيرات في طاقة التفاعلات الفردية المكونة له .
- يمكن تحديد  $\Delta H_{rxn}^\circ$  للتفاعل عن طريق اختيار المعادلات التي تحتوي على المواد الموجودة في المعادلة الشاملة ، ويتم عكس اتجاه المعادلات إذا لزم الأمر أو ضربها وضرب  $\Delta H_f^\circ$  لها بأي عوامل ضرورية . ثم يجمع  $\Delta H_f^\circ$  للمعادلات للحصول على القيمة الإجمالية لهذه المعادلة .

(39) **اشرح** بالكلمات الصيغة التي يمكن استعمالها لإيجاد  $\Delta H_{rxn}^\circ$  عند استعمال قانون هس .

$$\Delta H_{rxn}^\circ = \Sigma \Delta H_f^\circ(\text{products}) - \Sigma \Delta H_f^\circ(\text{reactants})$$

- المحتوى الحراري للتفاعل في الظروف القياسية ( ضغط جوي واحد و  $298K$  ) يساوي مجموع حرارة التكوين القياسية للنواتج مطروحاً منه مجموع حرارة التكوين القياسية للمواد المتفاعلة .

(40) **صف** كيف تعرّف العناصر في حالتها القياسية على تدرج حرارة التكوين القياسية ؟

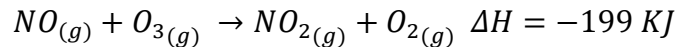
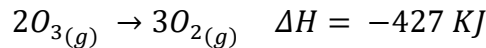
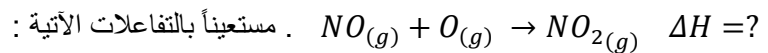
- تعطى لهم حرارة تكوين تساوي الصفر .

(41) **تفحص** البيانات في الجدول 5-2 . ماذا يمكن أن تستنتج عن ثبات أو استقرار المركبات المذكورة مقارنةً بالعناصر في حالتها القياسية ؟

تذكر أن الثبات أو الاستقرار يرتبط مع الطاقة المنخفضة .

- المركبات الموجودة في الجدول 5-2 جميعها أكثر ثباتاً من العناصر التي تكوّنت منها .

(42) **احسب** استعمال قانون هس لإيجاد  $\Delta H$  للتفاعل أدناه : للتفاعل أدناه :



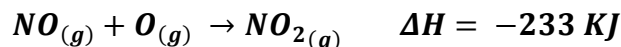
الحل : نضرب المعادلة الثالثة في 2 :  $2 NO_{(g)} + 2 O_{3(g)} \rightarrow 2 NO_{2(g)} + 2 O_{2(g)} \quad \Delta H = -398 \text{ KJ}$

نعكس المعادلة الثانية ونغير إشارة  $\Delta H$  :  $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)} \quad \Delta H = +427 \text{ KJ}$

نعكس المعادلة الأولى ، ونغير إشارة  $\Delta H$  :  $2O_{(g)} \rightarrow O_{2(g)} \quad \Delta H = -495 \text{ KJ}$

نجمع المعادلات الثلاث ، وقيم  $\Delta H$  لها :  $2NO_{(g)} + 2O_{(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)} \quad \Delta H = -466 \text{ KJ}$

تمثل المعادلة الناتجة وقيمة  $\Delta H$  ل  $2 \text{ mol NO}$  ، لذا نقسم المعادلة وقيمة  $\Delta H$  لها على 2 :



(43) تفسير الرسوم العلمية استعمل البيانات أدناه لعمل رسم لحرارة التكوين القياسية مشابه للشكل 14-2 ، واستعمله في إيجاد حرارة تبخر

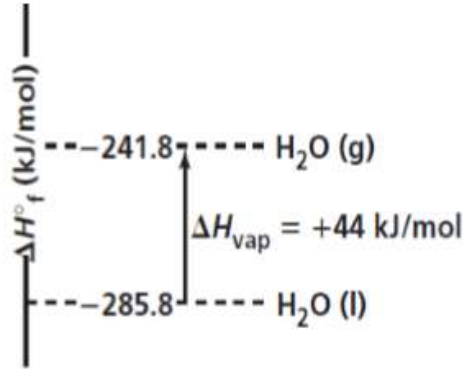
الماء عند درجة حرارة  $298K$  .

الماء السائل :  $\Delta H_f^\circ = -285.8 \text{ KJ/mol}$

الماء في الحالة الغازية :  $\Delta H_f^\circ = -241.8 \text{ KJ/mol}$

الحل : حرارة التبخر هي فرق الطاقة بين الخطين :

$$\Delta H_{vap} = -241.8 - (-285.8) = +44 \text{ KJ/mol}$$



**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 2 التقويم**

## إتقان المفاهيم

(44) قارن بين درجة الحرارة والحرارة .

- الحرارة : شكل من أشكال الطاقة ، تنتقل من جسم دافئ إلى جسم أبرد (أقل دفئاً )  
درجة الحرارة : قياس لمعدل الطاقة الحركية للجسيمات الموجودة في عينة من المادة .

(45) كيف تتغير طاقة الوضع الكيميائية لنظام خلال تفاعل ماص للحرارة ؟

- تزداد طاقة الوضع الكيميائية .

(46) صف تطبيقات عملية تبين فيها كيف تتغير طاقة الوضع إلى طاقة حركية ؟

- تتحول طاقة الوضع للثلج الموجود على ارتفاع أعلى في أثناء الانهيار الثلجي إلى طاقة حركية عندما يسقط الثلج إلى أسفل الجبل .

(47) السيارات كيف تتحول الطاقة في الجازولين ؟ وما الطاقة الناتجة عن احتراقه في محرك السيارة ؟

- يتحول بعضها إلى شغل يُحرك المكابس داخل المحرك ، والكثير منها يتحول إلى حرارة .

(48) التغذية قارن بين السعرات الغذائي و السعرة . ما العلاقة بين السعرات الغذائي والكيلو سعر ؟

- يساوي السعرات الغذائي الواحد  $1000\text{ cal}$  أي  $1\text{ Cal} = 1000\text{ cal}$  ،

في حين يساوي كل  $1\text{ Cal}$  غذائي  $1\text{ Kcal}$

(49) ما الكمية التي تقاس بوحدة  $\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  ؟

- الحرارة النوعية .

(50) صف ما يمكن أن يحدث في الشكل 2-16 عندما يكون الهواء فوق سطح البحيرة أبرد من الماء .



الشكل 2-16

الحل : إذا كان الهواء بارداً لدرجة كافية ، فقد يتكاثف بخار الماء الصاعد من البحيرة مكوناً الضباب . وتنتقل الحرارة من الماء الأدفأ إلى الهواء الأبرد ، وسيكون الهواء الموجود فوق الماء مباشرةً أدفأ قليلاً من الهواء المحيط ، وسيبدو الضباب وهو يرتفع من البحيرة كأنه بخار .

(51) الحرارة النوعية للإيثانول هي  $2.44\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  . ماذا يعني ذلك ؟

- يعني ذلك أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة  $1\text{ g}$  من الإيثانول درجة سيليزية واحدة ( $1^\circ\text{C}$ ) هي  $2.44\text{ J}$

(52) اشرح كيف تحدد كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة شيء ما ؟

- كمية الحرارة المطلوبة تساوي حاصل ضرب الحرارة النوعية للجسم في كتلته في التغير في درجة الحرارة . ( $q = c \times m \times \Delta T$ )

## إتقان حل المسائل

(53) التغذية يحتوي أحد أصناف الطعام على 124 Cal . كم cal يوجد في هذا الصنف من الطعام ؟

$$124 \text{ Kcal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Kcal}} = 124000 \text{ cal}$$

(54) كم جولاً J من الطاقة يتم امتصاصه في عملية يمتص خلالها 0.5720 Kcal من الطاقة ؟

الحل : نحول من Kcal إلى cal بالضرب ب 1000 ثم إلى J من العلاقة  $1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$

$$0.5720 \times 1000 \times 4.184 = 2393 \text{ J}$$

(55) المواصلات يستعمل الإيثانول بوصفه مادة مضافة إلى البنزين . ينتج عن احتراق 1 mol من الإيثانول 1367 KJ من الطاقة .

ما مقدار هذه الطاقة ب Cal ؟

الحل : نحول من KJ إلى J ، ثم إلى cal ، ومن ثم إلى Cal

$$1367 \text{ KJ} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}} \times \frac{1 \text{ cal}}{4.184 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ Cal}}{1000 \text{ cal}} = 327 \text{ Cal}$$

(56) لتبخير 2.00 g من الأمونيا يلزم 656 Cal من الطاقة . كم KJ تلزم لتبخير الكتلة نفسها من الأمونيا ؟

الحل : نحول من cal إلى J ، ثم إلى KJ :

$$656 \text{ Cal} \times \frac{4.184 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \times \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}} = 2.74 \text{ KJ}$$

(57) احتراق 1 mol من الإيثانول يطلق 326.7 Cal من الطاقة . ما مقدار هذه الكمية ب KJ ؟

الحل : نحول من Kcal إلى cal ، ثم إلى J ، ومن ثم إلى KJ

$$326.7 \text{ Kcal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Kcal}} \times \frac{4.184 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \times \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}} = 1367 \text{ KJ}$$

(58) التعدين برغي كتلته 25g مصنوع من سبيكة امتصت 250 J من الحرارة فتغيرت درجة حرارتها من 25°C إلى 78°C .

ما الحرارة النوعية للسبيكة ؟

الحل : نحسب التغير في درجة الحرارة :  $\Delta T = (78.0 - 25.0) = 53.0^\circ\text{C}$

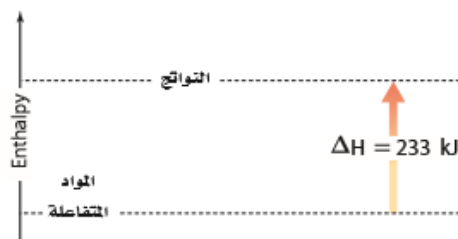
$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{250 \text{ J}}{25.0 \text{ g} \times 53.0^\circ\text{C}} = 0.189 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

## إتقان المفاهيم

(59) لماذا يستخدم كوب البوليسترين مسعراً بدلاً من الكأس الزجاجية ؟

- لأن البوليسترين عازل حراري أفضل من الزجاج ، ولذلك تكون الحرارة المفقودة في حالة مسعر البوليسترين أقل ما يمكن .

(60) هل التفاعل المبين في الشكل 2-17 ماصّ أم طارد للحرارة ؟ كيف عرفت ذلك ؟



الشكل 2-17

الحل : التفاعل ماص للحرارة ، لأن المحتوى الحراري للنواتج أعلى من المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة .

(61) أعط مثالين على أنظمة كيميائية وعرف مفهوم الكون في هذين المثالين .

الحل : الكون = النظام + المحيط

مثال 1 : الكأس الذي يحدث فيه التفاعل (النظام) ، كل شيء يحيط بالكأس (المحيط)

مثال 2 : جسم الانسان (النظام) ، كل شيء يحيط بجسم الانسان (المحيط) .

(62) متى تكون كمية الحرارة (q) الناتجة أو الممتصة في تفاعل كيميائي مساوية للتغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  ؟

- عندما يتم التفاعل في وعاء معزول تحت ضغط ثابت .

(63) إذا كانت قيمة التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  لتفاعل سالبة . فبم يوحي لك ذلك عن الطاقة الكامنة الكيميائية للنظام قبل التفاعل وبعده ؟

- إن الطاقة الكيميائية الكامنة قبل التفاعل أكبر منها بعد التفاعل حيث أنها تحولت إلى طاقة حرارية فأصبحت النواتج أقل طاقة من المتفاعلات .

(64) ما إشارة  $\Delta H$  لتفاعل طارد للحرارة ؟ ولتفاعل ماص للحرارة ؟

-  $\Delta H$  لتفاعل طارد للحرارة تكون إشارتها سالبة

$\Delta H$  لتفاعل ماص للحرارة تكون إشارتها موجبة .

## إتقان حل المسائل

(65) كم جولا (J) من الحرارة تفقدها 3580 Kg من الجرانيت عندما تبرد درجة حرارتها من 41.2°C إلى 12.9°C - ؟

الحرارة النوعية للجرانيت هي 0.803 J/g.°C .

الحل : أولاً نحسب الفرق في درجة الحرارة  $\Delta T$  :  $\Delta T = 41.28 - 12.9 = 54.1^\circ\text{C}$

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.803 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (3.58 \times 10^6 \text{ g}) \times (54.1^\circ\text{C}) = 1.56 \times 10^8 \text{ J}$$

66) حوض السباحة ملئ حوض سباحة  $20\text{ m} \times 12.5\text{ m}$  بالماء إلى عمق  $3.75\text{ m}$  . إذا كانت درجة حرارة ماء الحوض

الابتدائية  $18.4^\circ\text{C}$  ، ما كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارته إلى  $29.0^\circ\text{C}$  ؟ كثافة الماء هي  $1.000\text{ g/ml}$

الحل : لحساب كتلة الماء : نحسب حجم الماء :

$$\text{حجم الماء} = (2.00 \times 10^3\text{ cm})(1.25 \times 10^3\text{ cm})(3.75 \times 10^2\text{ cm}) = 9.38 \times 10^8\text{ cm}^3 = 9.38 \times 10^8\text{ mL}$$

$$m = (9.38 \times 10^8\text{ mL})(1.000\text{ g/mL}) = 9.38 \times 10^8\text{ g} \quad \Leftarrow \text{نحسب كتلة الماء} = \text{الكثافة} \times \text{الحجم}$$

$$\Delta T = (29.0 - 18.4) = 10.6^\circ\text{C} \quad \text{نحسب الفرق في درجة الحرارة :}$$

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$q = (4.184\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}) \times (9.38 \times 10^8\text{ g}) \times (10.6^\circ\text{C}) = 4.16 \times 10^{10}\text{ J}$$

67) ما كمية الحرارة التي تمتصها قطعة رصاص كتلتها  $44.7\text{ g}$  إذا ازدادت درجة حرارتها بمقدار  $65.4^\circ\text{C}$  ؟

الحل :

$$q = c \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.129\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 44.7\text{ g} \times 65.4^\circ\text{C} = 377\text{ J}$$

68) إعداد الطعام وضع  $10.2\text{ g}$  من زيت الكانولا في مقلاة ، ولزم  $3.34\text{ KJ}$  لرفع درجة حرارته من  $25.0^\circ\text{C}$  إلى  $196.4^\circ\text{C}$  .

ما الحرارة النوعية لزيت الكانولا ؟

الحل : نحول من KJ إلى J نضرب ب 1000 :  $3340\text{ J} = 1000 \times 3.34\text{ KJ}$

$$\Delta T = T_f - T_i = (196.4^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C}) = 171.4^\circ\text{C} \quad \text{نحسب الفرق في درجة الحرارة :}$$

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \frac{3340\text{ J}}{(10.2\text{ g})(171.4^\circ\text{C})} = 1.91\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

69) السبائك إذا وضعت سبيكة كتلتها  $58.8\text{ g}$  في  $125\text{ g}$  من الماء البارد في مسعر ، فنقصت درجة حرارة السبيكة بمقدار  $106.1^\circ\text{C}$  ،

بينما ارتفعت درجة حرارة الماء  $10.5^\circ\text{C}$  ، فما الحرارة النوعية للسبيكة ؟

الحل : كمية الحرارة المكتسبة للماء = كمية الحرارة المفقودة من السبيكة  $\Leftarrow q(\text{الماء}) = q(\text{السبيكة})$

$$m \times c \times \Delta T = m \times c \times \Delta T \quad \text{سبيكة}$$

$$58.8\text{ g} \times c_{\text{سبيكة}} \times 106.1^\circ\text{C} = 125\text{ g} \times 4.184\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 10.5^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{سبيكة}} = \frac{125\text{ g} \times 4.184\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 10.5^\circ\text{C}}{58.8\text{ g} \times 106.1^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{سبيكة}} = 0.880\text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

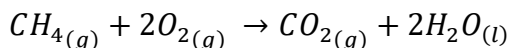


## إتقان المفاهيم

(70) حرارة الانصهار المولارية للميثانول هي  $3.22 \text{ KJ/mol}$  . ماذا يعني ذلك ؟

- هذا يعني أن الحرارة اللازمة لصهر  $1 \text{ mol}$  من الإيثانول  $= 3.22 \text{ KJ}$

(71) اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لاحتراق الميثان .

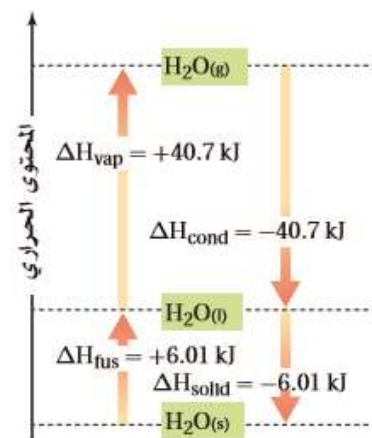


$$\Delta H = -891 \text{ KJ}$$

الحل :

## إتقان حل المسائل

(72) استعن بالمعلومات الواردة في الشكل 2-18 لحساب كمية الحرارة اللازمة لتبخّر  $4.33 \text{ mol}$  من الماء عند درجة حرارة  $100^\circ\text{C}$  .



الشكل 2-18

$$q = \text{mol} \times \Delta H_{\text{vap}}$$

الحل :

$$q = 4.33 \text{ mol} \times 40.7 \text{ KJ/mol} = 176 \text{ KJ}$$

(73) الشواء ما كتلة البروبان  $\text{C}_3\text{H}_8$  التي يجب حرقها في مشواة لكي تطلق  $4560 \text{ KJ}$  من الحرارة ؟

إذا علمت أن  $\Delta H_{\text{comb}}$  للبروبان تساوي  $-2219 \text{ KJ/mol}$  .

الحل : نحسب عدد مولات البروبان  $\text{C}_3\text{H}_8$  ، ثم نحسب كتلته :

$$q = \text{mol} \times \Delta H_{\text{comb}}$$

$$\text{mol} = \frac{q}{\Delta H_{\text{comb}}} \Rightarrow \text{moles } \text{C}_3\text{H}_8 = \frac{4560 \text{ KJ}}{2219 \text{ KJ/mol}} = 2.055 \text{ mol}$$

$$m = 2.055 \text{ mol} \times 44.09 \text{ g/mol} = 90.60 \text{ g}$$

الكتلة بالجرام = عدد المولات × الكتلة المولية :

74) التدفئة باستعمال الفحم ما كمية الحرارة التي تنطلق عند احتراق 5.0 Kg من الفحم إذا كانت نسبة كتلة الكربون فيه 96.2 % والمواد

الأخرى التي يحتويها الفحم لا تتفاعل ؟  $\Delta H_{comb}$  للكربون يساوي  $-394 \text{ KJ/mol}$  .

الحل :  $96.2 \% = \frac{\text{كتلة الكربون}}{\text{كتلة الفحم}} \Rightarrow m_{\text{كربون}} = m_{\text{فحم}} \times 0.962 = 5.0 \text{ Kg} \times 0.962 = 4.81 \text{ Kg}$

نحول من Kg إلى g نضرب ب 1000 :  $m_{\text{كربون}} = 4.81 \text{ Kg} \times 1000 = 4810 \text{ g}$

نحسب عدد مولات الكربون ، ثم نحسب الحرارة المنطلقة :

عدد المولات =  $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{4810 \text{ g}}{12.0 \text{ g/mol}} = 401 \text{ mol}$

$q = \text{mol} \times \Delta H_{comb} = 401 \text{ mol} \times (-394 \text{ KJ/mol}) = -158000 \text{ KJ}$

75) ما كمية الحرارة المنطلقة من تكثف 1255g بخار الماء إلى ماء سائل عند درجة حرارة  $100^\circ \text{C}$  ؟

الحل : نحسب عدد مولات بخار الماء ، ثم نحسب الحرارة المنطلقة :

عدد المولات =  $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{1255 \text{ g}}{18.02 \text{ g/mol}} = 69.64 \text{ mol}$

$q = \text{mol} \times \Delta H_{comb} = 69.64 \text{ mol} \times (40.7 \text{ KJ/mol}) = 2834 \text{ KJ}$

76) إذا أطلقت عينة من الأمونيا 5.66 KJ من الحرارة عندما تصلبت عند درجة انصهارها . فما كتلة العينة ؟

الحل : الكتلة = كتلة 1 mol من  $\text{NH}_3 = 17.03 \text{ g}$

## 2-4

### إتقان المفاهيم

77) بم تصف حرارة التكوين القياسية لمركب معين ؟

- تتصف حرارة التكوين القياسية التغير في محتوى الطاقة ، عندما يتكوّن مول واحد من المركب في الظروف القياسية من عناصره في حالاتها القياسية .

78) كيف تتغير  $\Delta H$  في معادلة كيميائية حرارية إذا تضاعفت كميات المواد جميعها ثلاث مرات وعكست المعادلة ؟

- تتضاعف قيمة  $\Delta H$  ثلاث مرات وتتغير إشارة  $\Delta H$  .

## إتقان حل المسائل

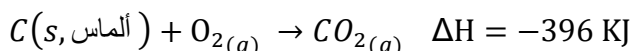
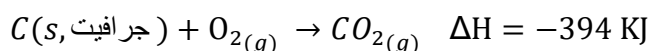
(79) استعمل حرارة التكوين القياسية لحساب  $\Delta H^\circ_{rxn}$  للتفاعل الآتي :  $P_4O_{6(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \sum \Delta H^\circ_{f(products)} - \sum \Delta H^\circ_{f(reactants)}$$

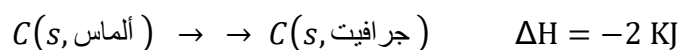
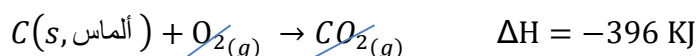
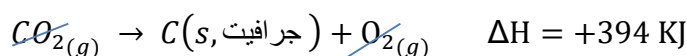
$$\Delta H^\circ_{rxn} = [1(-2984.0 \text{ KJ})] - [1(-1640.1 \text{ KJ})] = -1343.9 \text{ KJ}$$

(80) استعمل قانون هس والمعادلتين الكيميائيتين الحراريتين الآتيتين لإيجاد المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل :

(جرافيت،  $C(s)$ )  $\rightarrow$  (ألماس،  $C(s)$ ) . ما مقدار  $\Delta H$  للتفاعل ؟



الحل : نعكس المعادلة a ، ثم نجمعها مع المعادلة b :



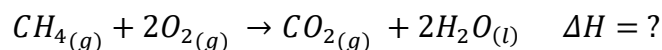
## مراجعة عامة

(81) إذا أردت أن تحفظ الشاي ساخناً فإنك تضعه في ترمس . وضّح لماذا قد تغسل الترمس بالماء الساخن قبل حفظ الشاي الساخن به ؟

- سينقل الماء الساخن جزءاً من الطاقة إلى الترمس ويرفع درجة حرارته .

ولذلك فإن الشاي لن يفقد الكثير من حرارته عند وضعه داخل الترمس.

(82) فرّق بين حرارة تكوين  $H_2O(l)$  و  $H_2O(g)$  . لماذا من الضروري تحديد الحالة الفيزيائية للماء في المعادلة الكيميائية الحرارية الآتية :



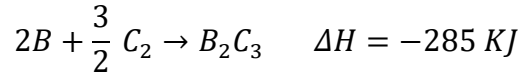
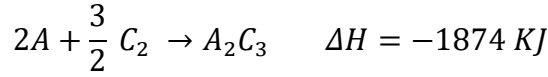
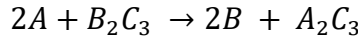
الحل : حرارة تكوين  $H_2O(l)$  : هي التغير في المحتوى الحراري الذي يرافقه تكوين مول واحد من الماء السائل.

حرارة تكوين  $H_2O(g)$  : هي التغير في المحتوى الحراري الذي يرافقه تكوين مول واحد من بخار الماء .

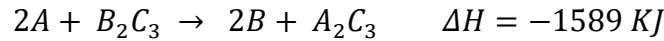
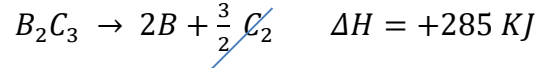
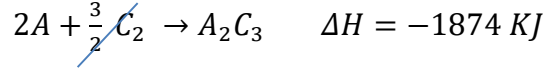
وتختلف العملية التي يتكون عندها الماء السائل عن تلك التي يتكون عندها بخار الماء ولذلك يتغير المحتوى الحراري أو حرارة التكوين لكل من

$H_2O(l)$ ،  $H_2O(g)$  ولا بد من تحديد الحالة الفيزيائية للماء في هذه المعادلة حتى نستطيع حساب التغير في المحتوى الحراري للمعادلة الناتجة.

(83) استعمال قانون هس والتغيرات في المحتوى الحراري للتفاعلين الآتيين لحساب  $\Delta H$  للتفاعل :

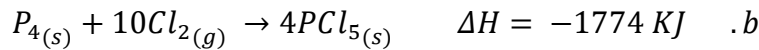
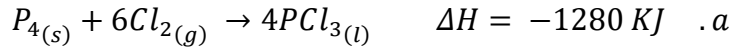


الحل : نعكس المعادلة الثانية ونغير إشارة  $\Delta H$  لها ، ثم نجمعها مع المعادلة الأولى ، ونجمع قيمتي  $\Delta H$  لهما لنحصل على المعادلة النهائية :



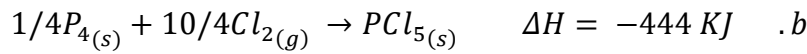
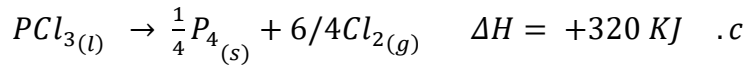
### التفكير الناقد

(84) طبق يعد ثالث كلوريد الفوسفور مادة أولية في تحضير مركبات الفوسفور العضوية . بين كيف يمكن استعمال المعادلتين الحراريتين  $a$  و  $b$

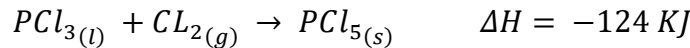


الحل : نعكس المعادلة  $a$  ، ونقسمها على العدد 4 لنحصل على المعادلة  $c$  .

كما نقسم المعادلة  $b$  على 4 لنحصل على المعادلة  $d$  .

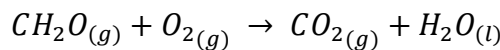
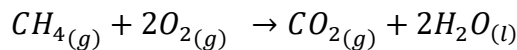


نجمع المعادلتين  $c$  و  $d$  ونجمع قيمتي  $\Delta H$  لهما :



(85) توقع أي المركبين : غاز الميثان  $CH_4$  ، وبخار الميثانال  $CH_2O$  ، له حرارة احتراق أكبر ؟ وضح إجابتك .

(ملاحظة : اكتب وقارن المعادلتين الكيميائيتين الموزونتين لتفاعلي الاحتراق لكل منهما ) .



الحل :

يبدو أن الميثان له حرارة احتراق مولارية أكبر ، حيث تظهر المعادلتان في أعلاه أن احتراق مول واحد من غاز الميثان يُنتج مولاً واحداً من

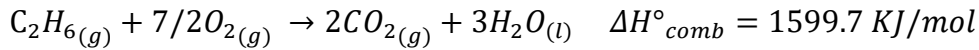
غاز ثاني أكسيد الكربون ، ومولين اثنين من الماء ، في حين يُنتج احتراق مول واحد من غاز الميثانال مولاً واحداً من الماء .

وبما أن المحتوى الحراري لنواتج احتراق غاز الميثان قيمة أكبر ، سيبدو أن الميثان له حرارة احتراق مولارية أكبر من الميثانال

## مسألة تحد

(86) حلت عينة من الغاز الطبيعي فوجد أنها تتكون من 88.4% ميثان  $CH_4$  و 11.6% إيثان  $C_2H_6$  . فإذا كانت حرارة الاحتراق القياسية للميثان هي  $-891 \text{ KJ/mol}$  ، وينتج عن احتراقه غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وماء سائل  $H_2O$  . اكتب معادلة احتراق غاز الإيثان مكوناً ثاني أكسيد الكربون والماء ، ثم احسب حرارة الاحتراق القياسية للإيثان مستعملاً حرارة التكوين القياسية استعمل النتيجة وحرارة الاحتراق القياسية للميثان من الجدول 2-3 ، في حساب الطاقة المنطلقة عن احتراق  $1 \text{ Kg}$  من الغاز الطبيعي .

الحل : نكتب المعادلة الكيميائية الموزونة :



يحتوي كل  $1.000 \text{ Kg}$  من الغاز الطبيعي على  $884 \text{ g}$  من غاز الميثان ، و  $116 \text{ g}$  من غاز الإيثان .

نحسب عدد مولات كل من الغازين عن طريق القانون : عدد المولات =  $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}}$

$$CH_4 : \frac{884 \text{ g}}{16.0 \text{ g/mol}} = 55.2 \text{ mol } CH_4$$

$$C_2H_6 = \frac{116 \text{ g}}{30.1 \text{ g/mol}} = 3.86 \text{ mol } C_2H_6$$

$$q = \text{mol} \times \Delta H$$

نحسب الطاقة المنطلقة من القانون :

$$q = (55.2 \text{ mol } CH_4) \times (-891 \text{ KJ/mol}) + (3.86 \text{ mol } C_2H_6) \times (1599.7 \text{ KJ/mol}) = -43008 \text{ KJ}$$

## مرجعة تراكمية

(87) ما هو التركيز المولاري لمحلول تم تحضيره بإذابة  $25.0 \text{ g}$  من ثيوسيانات الصوديوم ( $NaSCN$ ) في

كمية كافية من الماء لعمل  $500 \text{ ml}$  من المحلول ؟

$$\text{الحل : نحسب بدايةً عدد مولات } NaSCN : \text{ عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{25.0 \text{ g}}{81.1 \text{ g/mol}} = 0.308 \text{ mol}$$

$$\text{نحسب مولارية } NaSCN : M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{0.308 \text{ mol}}{0.500} = 0.616 \text{ M}$$

(88) عدد ثلاث خصائص جامعة للمحاليل .

- الانخفاض في الضغط البخاري ، الارتفاع في درجة الغليان ، الارتفاع في درجة التجمد .

89) الوقود البديل ابحث كم خلال المصادر وشبكة الإنترنت حول كيف يمكن إنتاج الهيدروجين وشحنه واستعماله وقوداً للسيارات .

لخص فوائد وعوائق استعمال الهيدروجين وقوداً بديلاً في محركات الاحتراق الداخلي .

- يمكن استعمال الهيدروجين وقوداً في سيارات خلايا الوقود . ويمكن تكيف التقنية المستعملة حالياً للتعامل مع غازي الميثان والبروبان

لاستعمالهما مع الهيدروجين ، إذ يُعدّ معظم الهيدروجين المتوافر حالياً ناتجاً جانبياً في صناعة البتروكيماويات .

وإذا أردنا استعمال الهيدروجين وقوداً للسيارات والاحتياجات الأخرى للطاقة على نطاق واسع ، فمن المحتمل إنتاجه بالتحليل الكهربائي للماء ،

وباستعمال مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية .

فالناتج الوحيد لاحتراق الهيدروجين هو الماء ، لذا فإنه يُعد من مصادر الطاقة غير الملوثة للبيئة .

### أسئلة المستندات

زيت الطبخ قامت مجموعة بحث جامعية بحرق أربعة أنواع من زيوت الطبخ في مسعر لتحديد ما إذا كان هناك علاقة بين حرارة الاحتراق

وعدد الروابط الثنائية في جزيء الزيت . تحتوي زيوت الطبخ على سلاسل طويلة من ذرات الكربون التي ترتبط بروابط مفردة أو ثنائية .

السلسلة التي لا تحتوي على روابط ثنائية تسمى المشبعة . والزيوت التي تحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر تسمى غير مشبعة .

حرارة الاحتراق للزيوت الأربعة موجودة في الجدول 2-6 . حسب الباحثون انحراف النتائج فوجدوا أنها % 0.6 ، واستنتجوا أنه لا يمكن

تحري أي علاقة بين التشبع وحرارة الاحتراق بالطريقة المختبرية المستعملة .

الجدول 2-6 نتائج حرق الزيوت	
نوع الزيت	$\Delta H_{comb} \text{ KJ/g}$
زيت الصويا	40.81
زيت الكانولا	41.45
زيت الزيتون	39.31
زيت الزيتون البكر الممتاز	40.98

90) أي الزيوت أعطى أكبر كمية من الحرارة لكل وحدة كتلة عند احتراقه ؟

- زيت الكانولا :  $41.45 \text{ KJ/g}$

91) ما مقدار الحرارة التي قد تنطلق عند حرق  $0.554 \text{ Kg}$  من زيت الزيتون ؟

الحل : نحول من  $\text{Kg}$  إلى  $\text{g}$  بالضرب في 1000  $\Rightarrow 0.554 \text{ Kg} = 554 \text{ g}$

$$21777 \text{ KJ} = 39.31 \text{ KJ/g} \times 554 \text{ g} = \text{كمية الحرارة الناتجة عند حرق زيت الزيتون}$$

92) افترض أنه عند حرق 2.2 g من زيت الصويا استعملت الطاقة الناتجة جميعها في تسخين 1.600 Kg من الماء الذي درجة حرارته

الأولية 20.0 °C . ما درجة الحرارة النهائية للماء ؟

الحل : نحسب الحرارة المنطلقة  $q$  :  $q = 12.2 \text{ g} \times 40.81 \text{ KJ/g} = 498 \text{ KJ}$  الحرارة المنطلقة

نحول الحرارة المنطلقة من  $\text{KJ}$  إلى  $\text{J}$  بضرب ب 1000  $q = 498 \times 1000 = 498000 \text{ J}$

نحسب الفرق في درجة الحرارة  $\Delta T$

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{q}{c \times m} = \frac{498000 \text{ J}}{4.184 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)} \times 1600} = 74.4^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow$$

$$T_f = \Delta T + T_i = 74.4^\circ\text{C} + 20.0^\circ\text{C} = \mathbf{94.4^\circ\text{C}}$$

### اختبار مُقَنَّ

أسئلة الاختيار من متعدد

1) الحرارة النوعية للإيثانول تساوي 22.4 J/°C . ما الطاقة (KJ) اللازمة لتسخين 50 g من الإيثانول

من درجة حرارة 20.0°C إلى 68.0°C .

b. 8.30 KJ

a. 10.7 KJ

d. 5.86 KJ

c. 2.44 KJ

الجواب : d

$$q = c \times m \times \Delta T$$

الحل :

$$q = 2.44 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \times 50.0 \text{ g} \times 88.0^\circ\text{C} = 10.7 \times 10^3 \text{ J} = \mathbf{10.7 \text{ KJ}}$$

2) إذا سُخِنَت رقاقة ألومنيوم كتلتها 3.00 g في فرن ، فارتفعت درجة حرارتها من 20.0 °C إلى 662.0 °C ،

وامتصت 1728 J من الحرارة ، فما الحرارة النوعية للألومنيوم ؟

b. 0.870 J/g.°C

a. 0.131 J/g.°C

d. 2.61 J/g.°C

c. 0.897 J/g.°C

e. 5.86 KJ

الجواب : c

الحل :

$$q = c \times m \times \Delta T \Rightarrow c = \frac{q}{m \cdot \Delta t} = \frac{1728 \text{ J}}{(3.00 \text{ g})(6420.0^\circ\text{C})} = \mathbf{0.897 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

3) يسمى التغير في المحتوى الحراري الذي يرافق تكون مول واحد من المركب في الظروف القياسية من عناصره في حالاتها القياسية :

a. حرارة الاحتراق

b. حرارة التبخر المولارية

c. حرارة الانصهار المولارية

d. حرارة التكوين القياسية

e. قانون هس

الجواب : d

4) عدد تأكسد العنصر Q يساوي +2 ، وعدد تأكسد العنصر M يساوي -3 . ما الصيغة الصحيحة للمركب الناتج عن Q و M ؟

a.  $Q_2M_3$

b.  $M_2Q_3$

c.  $Q_3M_2$

d.  $M_3Q_2$

الجواب : c

5) ادرس العبارات التالية :

العبارة الأولى : تحتوي المعادلة الكيميائية الحرارية على الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة ،

كما تبين التغير في المحتوى الحراري .

العبارة الثانية : حرارة التبخر المولارية هي كمية الطاقة اللازمة لصهر مول واحد من المادة .

العبارة الثالثة : الحرارة التي يفقدها أو يكتسبها النظام خلال تفاعل أو عملية تتم عند ضغط ثابت تسمى التغير في المحتوى الحراري  $\Delta H$  .

أي العبارات أعلاه صحيحة :

a. الأولى والثانية

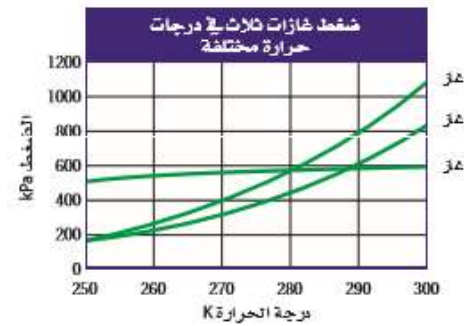
b. الأولى والثالثة

c. الثانية والثالثة

d. الأولى والثانية والثالثة

الجواب : b

استعمل الرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال التالي .



6) ما الضغط المتوقع للغاز B عند  $310 K$  ؟

a.  $500 KPa$

b.  $600 KPa$

c.  $700 KPa$

d.  $900 KPa$

الجواب : b



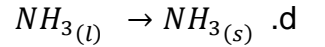
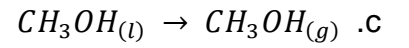
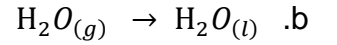
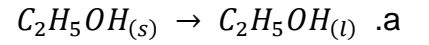
(7) وضعت كمية من الماء درجة حرارته  $25.60^{\circ}\text{C}$  في مسعر ، ثم سخنت قطعة من الحديد كتلتها  $50.0\text{ g}$  حتى أصبحت درجة حرارتها  $115.0^{\circ}\text{C}$  ، ووضعت في الماء الموجود بالمسعر ، وبعد التبادل الحراري بين الماء وقطعة الحديد أصبحت درجة الحرارة النهائية لمحتويات المسعر  $29.30^{\circ}\text{C}$  ، وكانت كمية الحرارة التي امتصها الماء  $1940\text{ J}$  ما كتلة الماء ؟

- a.  $50.0\text{ g}$       b.  $125\text{ g}$   
c.  $3589609\text{ g}$       d.  $143.56\text{ g}$

الجواب : b

أسئلة الإجابات القصيرة

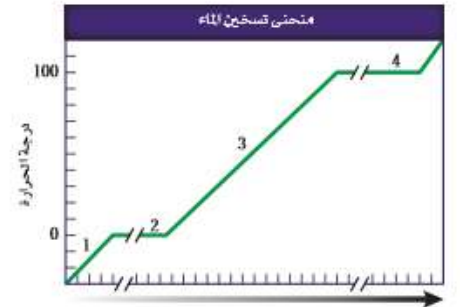
(8) اكتب إشارة  $\Delta H$  لكل من تغيرات الحالة الفيزيائية الآتية :



الحل : a. موجبة      b. سالبة      c. موجبة      d. سالبة

(9) زوّدت عينة من الماء بالحرارة بصورة ثابتة لإنتاج منحنى التسخين في الشكل أدناه .

حدد ما ذا يحدث في المقاطع 1 ، 2 ، 3 ، 4 الموضحة على المنحنى ؟



الحل: المقطع 1 : يكون الماء في الحالة الصلبة ويمتص كمية من الحرارة حتى يصل إلى درجة الصفر سيليزيوس .

المقطع 2 : يستهلك الماء كمية الحرارة الممتصة ليتحول من الحالة الصلبة إلى السائلة وتظل درجة حرارة الماء ثابتة .

المقطع 3 : تزداد درجة حرارة الماء بزيادة كمية الطاقة الممتصة .

المقطع 4 : تزداد كمية الطاقة التي يمتصها الماء ولكن تثبت درجة حرارته لأن هذه الطاقة مستهلكة في تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .

### أسئلة الإجابات المفتوحة

10) يرش الماء على البرتقال في ليلة باردة . إذا كان متوسط ما يتجمد من الماء على كل برتقالة  $11.8\text{ g}$  فما كمية الحرارة المنطلقة ؟  
الحل : نحسب عدد مولات  $H_2O$  ، ثم نحسب الحرارة المنطلقة :

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{11.8\text{ g}}{18.0} = 0.656\text{ mol } H_2O$$

$$q = \text{mol} \times \Delta H_{\text{صلب}} = 0.656\text{ mol} \times (-6.01\text{ KJ/mol}) = -3.94\text{ KJ}$$

11) اشرح كيف يساد التعرق على تبريد جسمك ؟

- يبرد الجسم ، لأن التعرق يزوده بالحرارة اللازمة لتبخير الماء عن الجلد ، فترتفع درجة الحرارة ، فيتبخر العرق مخفضاً درجة حرارة الجلد ، فيبرد الجسم .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 3 الدرس 3-1**

## مسائل تدريبية

استعمل البيانات الموجودة في الجدول أدناه لحساب متوسط سرعة التفاعل :

بيانات التجربة للتفاعل $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$			
الزمن s	$[H_2]$	$[Cl_2]$	$[HCl]$
0.00	0.030	0.050	0.000
4.00	0.020	0.040	

(1) احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً بعدد مولات  $H_2$  المستهلكة لكل لتر في كل ثانية .

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{[H_2]_{t_2} - [H_2]_{t_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{0.020 M - 0.030 M}{4.00 s - 0.00 s} = - \frac{-0.010 M}{4.00 s} = 0.0025 \text{ mol/(l.s)}$$

(2) احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً بعدد مولات  $Cl_2$  المستهلكة لكل لتر في كل ثانية.

الحل : بما أن  $Cl_2$  قد استهلك ، فتكون إشارة متوسط سرعة التفاعل سالبة .

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{[Cl_2]_{t_2} - [Cl_2]_{t_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{0.040 M - 0.050 M}{4.00 s - 0.00 s} = - \frac{-0.010 M}{4.00 s} = 0.0025 \text{ mol/(l.s)}$$

(3) تحفيز إذا علمت أن متوسط سرعة التفاعل لحمض الهيدروكليك  $HCl$  الناتج هو  $0.050 \text{ mol/l.s}$  ،

فما تركيز  $HCl$  الذي يتكون بعد مرور  $4.00 s$  ؟

الحل : تكون  $HCl$  . لذا سيكون تعبير متوسط سرعة التفاعل موجباً .

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{[HCl]_{t_2} - [HCl]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$[HCl]_{t_1} = 0.000 M$$

$$[HCl]_{t_2} = (0.0050 \text{ mol/(l.s)}) (t_2 - t_1) = (0.0050 \text{ mol/(l.s)}) (4.00 s - 0.00 s) = 0.020 M$$

$$\text{متوسط سرعة} = \frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = \frac{0.020 M - 0.000 M}{4.00 s - 0.00 s} = 0.0050 \text{ mol/(l.s)}$$

(4) **جد العلاقة** بين نظرية التصادم وسرعة التفاعل .

- تُفسّر نظرية التصادم كيفية حدوث التفاعلات ، وكيفية تعديل سرعة التفاعل . وحتى يحدث التفاعل يجب أن تتصادم الجزيئات ، أو الذرات ، أو الأيونات ، حيث يُحدّد تردّد ودوران وطاقة هذه التصادمات متوسط سرعة التفاعل الكلي .

(5) **فسّر** علام تدل سرعة التفاعل لتفاعل كيميائي محدّد ؟

- تبيّن سرعة التفاعل التغيّر في تراكيز المواد المتفاعلة أو الناتجة بوحدة  $mol/(l.s)$  .

(6) **قارن** بين تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال فترة التفاعل (على افتراض عدم إضافة أي مادة جديدة) .

- تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة ، في حين تترادّ تراكيز المواد الناتجة بالسرعة نفسها .

(7) **فسر** لماذا يعتمد متوسط سرعة التفاعل على طول الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل ؟

- علاقة التغيّر في سرعة المواد المتفاعلة والناتجة ليست علاقة خطيّة مع الزمن . يتناقص متوسط سرعة التفاعل عندما يتناقص تركيز المواد المتفاعلة ، حيث يتناسب متوسط التغير في سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة ، لذا كلّما ازدادت الفترة الزمنية للتفاعل ، قلّت قيمة متوسط التغيّر في سرعته .

(8) **صف** العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائية .

- يقلّ متوسط سرعة التفاعل كلّما ازدادت طاقة التنشيط .

(9) **لخص** ماذا يحدث خلال فترة تكون المعقد النشط القصيرة ؟

- تنكسر الروابط في المواد المتفاعلة ، في حين تتشكل روابط جديدة لتكوّن النواتج .

(10) **طبق** نظرية التصادم لتفسير لماذا لا تؤدي الاصطدامات بين جسيمات التفاعل دائماً إلى تفاعل ؟

- يجب أن يحدث التصادم في اتجاه مناسب ، وامتلاك الطاقة الكافية لتكوين المعقد المنشط .

(11) **احسب** متوسط سرعة التفاعل بين جزيئات A و B إذا تغير تركيز A من 1.00 M إلى 0.5 M خلال 2.00 s .

$$\text{متوسط سرعة} = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{-(0.50 M - 1.00 M)}{2.0 s} = \frac{0.50 M}{2.0 s} = 0.25 \text{ mol/(l.s)}$$

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 3 الدرس 2-3**

- (12) فسّر سبب تفاعل فلز الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلريك HCl أسرع من الحديد .  
- يُعد فلز الماغنسيوم أكثر نشاطاً من الحديد ، لذا سيكون تفاعل الماغنسيوم مع HCl أسرع من تفاعل الحديد معه .
- (13) فسّر كيف تفسر نظرية التصادم تأثير التركيز في سرعة التفاعل .  
- يؤدي ازدياد تركيز المواد المتفاعلة إلى زيادة عدد التصادمات بين جسيمات المواد المتفاعلة مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل .
- (14) فسّر الفرق بين المحفزات والمثبطات .  
- المحفزات تزيد من سرعة التفاعل وذلك بخفض طاقة التنشيط ،  
في حين تُبطئ المثبطات التفاعل ، أو توقفه أحياناً وذلك بالتدخل في المواد المتفاعلة أو المحفزات .
- (15) صف تأثير طحن إحدى المواد الداخلة في التفاعل على شكل مسحوق بدلاً من وضعها قطعة واحدة- في سرعة التفاعل .  
- عند طحن إحدى المواد الداخلة في التفاعل على شكل مسحوق فإن ذلك يزيد من مساحة سطح التفاعل مما يزيد من عدد الاصطدامات بين الجسيمات المتفاعلة فتزداد سرعة التفاعل .
- (16) استنتج إذا كانت زيادة درجة حرارة التفاعل بمقدار  $10 K$  يؤدي إلى تضاعف سرعة التفاعل ،  
فماذا تتوقع أن يكون أثر زيادة درجة الحرارة بمقدار  $20 K$  ؟  
- ستزداد سرعة التفاعل بمقدار 4 أضعاف عن سرعة التفاعل الأصلية .
- (17) ابحث في كيفية استعمال المحفزات في الصناعة ، أو الزراعة ، أو في معالجة التربة الملوثة ، أو النفايات ، أو الماء الملوث .  
اكتب تقريراً قصيراً يلخص النتائج التي حصلت عليها حول دور المحفزات في إحدى هذه التطبيقات .  
- يجب أن يظهر في التقرير أن : المحفز يزيد من سرعة التفاعل ، ولا يستهلك فيه .  
كما يمكنكم الاطلاع على الموضوع في موقع : إسال

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 3 الدرس 3-3**



## مسائل تدريبية

(18) اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل  $aA \rightarrow bB$  إذا كان تفاعل المادة  $A$  من الرتبة الثالثة .

$$3A \rightarrow bB \Rightarrow R = K [A]^3$$

(19) إذا علمت أن التفاعل  $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$  من الرتبة الأولى بالنسبة للأكسجين ،

والرتبة الكلية للتفاعل هي الرتبة الثالثة ، فما القانون العام لسرعة التفاعل ؟

$$R = K[A]^m[B]^n \Rightarrow R = [NO]^m[O_2]^n$$

$$3 = [NO]^m[O_2]^1 \quad \text{من المعطيات : الرتبة الكلية للتفاعل = 3 , رتبة الأكسجين = 1}$$

$$m + 1 = 3 \Rightarrow m = 2$$

$$\text{إذا أصبح القانون العام لسرعة التفاعل : } R = K [NO]^2 [O_2]$$

(20) في ضوء البيانات التجريبية الواردة في الجدول الآتي ، حدد قانون سرعة التفاعل : نواتج  $aA + bB \rightarrow$

(ملاحظة : أي رقم مرفوع إلى القوة صفر يساوي 1 . على سبيل المثال :  $(55.6)^0 = 1$  و  $((0.22))^0 = 1$ )

بيانات تجريبية			
السرعة الابتدائية $mol/(l.s)$	التركيز الابتدائي $[B](M)$	التركيز الابتدائي $[A](M)$	رقم المحاولة
$2.00 \times 10^{-3}$	0.100	0.100	1
$2.00 \times 10^{-3}$	0.100	0.200	2
$4.00 \times 10^{-3}$	0.200	0.200	3

الحل : بدراسة المحاولتين 1 و 2 سنجد أن مضاعفة تركيز  $[A]$  لا يؤثر في سرعة التفاعل ، لذا فإن رتبة التفاعل للمادة  $A$  تساوي صفراً .  
وبدراسة المحاولتين 2 و 3 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[B]$  يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل ، لذا فرتبة التفاعل أحادية بالنسبة للمادة  $B$  .

$$R = K[A]^0 [B]^1 = K [B]$$

(21) تحفيز إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل :  $CH_3CHO(g) \rightarrow CH_4(g) + CO_2(g)$  هو  $R = K[CH_3CHO]^2$

فاستعمل هذه المعلومات لتعبئة البيانات المفقودة في الجدول الآتي :

بيانات تجريبية		
السرعة الابتدائية $mol/(l.s)$	التركيز الابتدائي $[A](M)$	رقم المحاولة
$2.70 \times 10^{-11}$	$2.00 \times 10^{-3}$	1
$10.8 \times 10^{-11}$	$4.00 \times 10^{-3}$	2
	$8.00 \times 10^{-3}$	3

الحل : بدراسة المحاولتين 2 و 1 : تؤدي مضاعفة تركيز  $[CH_3CHO]$  إلى زيادة سرعة التفاعل بمقدار المعامل 4 ،  
وبدراسة المحاولتين 2 و 3 : نجد أن مضاعفة تركيز المادة  $[B]$  سيؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل أيضاً بمقدار المعامل 4 .

$$\text{لذا فالسرعة في المحاولة 3 هي : } 2.70 \times 10^{-11} \times (4 \times 4) = 43.2 \times 10^{-11} \text{ mol/(l.s)}$$

22) اشرح ماذا يمكن أن نعرف عن التفاعل من خلال قانون سرعة التفاعل الكيميائي ؟

- من قانون سرعة التفاعل الكيميائي يمكن معرفة رتبة التفاعل حيث أن :  $R = K[A]^m[B]^n$  حيث  $[A]$  ,  $[B]$  تركيز المواد المتفاعلة،  $m$  رتبة التفاعل  $A$  ،  $n$  رتبة التفاعل  $B$  . والرتبة الكلية للتفاعل  $m + n =$

23) طبق اكتب معادلات قانون سرعة التفاعل التي تظهر الفرق بين التفاعل من الرتبة الأولى والتفاعل من الرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة .

- إذا كان التفاعل من الرتبة الأولى تكون المعادلة :  $R = K[A]$

- إذا كان التفاعل من الرتبة الثانية فتكون المعادلة :  $R = K[A]^2$

24) اشرح وظيفة ثابت سرعة التفاعل في معادلة قانون سرعة التفاعل .

- ثابت سرعة التفاعل هو قيمة عددية تربط سرعة التفاعل بتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة معينة.

25) اشرح متى يمكن أن يصبح ثابت سرعة التفاعل  $K$  ليس ثابتاً ؟ وعلام تدل قيمة  $K$  في قانون سرعة التفاعل ؟

- يصبح ثابت السرعة  $K$  ليس ثابتاً عند تغير درجة الحرارة وتدل قيمة  $K$  على سرعة تفاعل المواد المتفاعلة لتكوين المواد الناتجة.

26) اقترح تفسيراً لأهمية أن نعرف أن قيمة قانون سرعة التفاعل هو متوسط سرعة التفاعل .

- بذلك نستطيع أن نعبر عن سرعة التفاعل بخطوة واحدة .

27) اشرح كيفية ارتباط الأسس في معادلة قانون سرعة تفاعل كيميائي بالمعاملات في المعادلة الكيميائية التي تمثله .

- الأسس في قانون سرعة التفاعل الكيميائي هي المعاملات في المعادلة الكيميائية ،

فإذا كانت المعادلة الكيميائية هي :  $aA + bB \rightarrow$  نواتج . فإن معادلة قانون السرعة التي تمثل هذا التفاعل هي :  $R = K[A]^m[B]^n$

حيث :  $n = b$  ,  $m = a$

28) حدد الرتبة الكلية لتفاعل المادتين  $A$  و  $B$  إذا علمت أن معادلة سرعته :  $R = K[A]^2[B]^2$

- الرتبة الكلية للتفاعل = مجموع رتب المواد المتفاعلة =  $2 + 2 = 4$

29) صمم تجربة اشرح كيف يمكن تصميم تجربة لتحديد القانون العام لسرعة التفاعل باستعمال

طريقة مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل : نواتج  $aA + bB \rightarrow$  .

- بإجراء تفاعل بين المواد  $A$  ,  $B$  وقياس السرعة الابتدائية ،

و ثم لتحديد رتبة المادة  $A$  ، تقاس سرعة التفاعل لعدة محاولات ، حيث تتغير قيمة  $[A]$  في كل مرة في حين تبقى قيمة  $[B]$  ثابتة ،

ولتحديد رتبة المادة المتفاعلة  $B$  : تقاس سرعة التفاعل عدة مرات باعتبار تغير قيمة  $[B]$  في حين تبقى قيمة  $[A]$  ثابتة .

**حلول كيمياء 3**  
التعليم الثانوي  
نظام المقررات  
الفصل 3 الدرس (التقويم)

## إتقان المفاهيم

30) ماذا يحدث لتراكيز المواد المتفاعلة والنااتجة أثناء حدوث التفاعل ؟

- يقلّ تراكيز المواد المتفاعلة ، في حين يزداد تركيز المواد الناتجة .

31) اشرح المقصود بمتوسط سرعة التفاعل .

- متوسط سرعة التفاعل هو التغيّر في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة زمنية محددة .

32) كيف يمكن أن تعبر عن سرعة التفاعل الكيميائي  $A \rightarrow B$  بالاعتماد على تركيز المادة  $A$  ؟

وكيف يمكن مقارنة سرعة التفاعل بالاعتماد على المادة الناتجة  $B$  ؟

- يعبر عن السرعة بأنّها النقصان في  $[A]$  خلال وحدة الزمن ،  $R = \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  .

أما رقمياً فتكون السرعتان متساويتان ، ولكن تكون إشارة  $\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  سالبة ، في حين تكون إشارة  $\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$  موجبة .

33) ما دور المعقد النشط في التفاعل الكيميائي ؟

- يُعد المعقد النشط حالة وسطية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ،

حيث أنه قد يؤدي إلى تكوين المواد الناتجة أو ينكسر ليكون المواد المتفاعل مرة أخرى .

34) افترض أن جزيئين قد يتفاعلا إذا تصادما ، فتحت أي ظرف يمكن أن لا يتفاعلا ؟

- عند عدم توافر الطاقة الكافية اللازمة لحدوث التفاعل ، لذا لا تؤدي التصادمات بين الجزيئات في هذه الحالة إلى تفاعل ،

إذا لم يتوافر الاتجاه المناسب لحظة التصادم .

## إتقان المسائل

35) يتفاعل المغنسيوم مع حمض الهيدروكلريك حسب المعادلة :  $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2(g) + MgCl_2(aq)$

إذا كانت كتلة  $Mg$  تساوي  $60.0\text{ g}$  لحظة بدء التفاعل ، وبقي منها  $4.5\text{ g}$  بعد مضي  $3.00\text{ min}$

فما متوسط سرعة التفاعل بدلالة عدد  $Mg$  مولات المستهلكة/دقيقة ؟

الحل : نحسب كتلة  $Mg$  المستهلكة :  $60.0\text{ g} - 4.50\text{ g} = 1.50\text{ g } Mg$

نحسب عدد مولات  $Mg$  ، ثم نحسب متوسط سرعة التفاعل :

$$0.0617\text{ mol } Mg = \frac{1.50\text{ g}}{24.3\text{ g/mol}} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$2.06 \times 10^{-2}\text{ mol/min} = \frac{0.0617\text{ mol}}{3.00\text{ min}} = \text{متوسط السرعة}$$

36) وجد أن سرعة تفاعل كيميائي  $2.25 \times 10^{-2}\text{ mol/l.s}$  عند درجة حرارة  $322\text{ K}$  فما مقدار هذه السرعة بوحدة  $\text{mol/l.min}$  ؟

الحل : نضرب في معامل التحويل  $60\text{ s} = 1\text{ min}$

$$\text{متوسط السرعة} = 2.25 \times 10^{-2}\text{ mol/l.s} \times \frac{60\text{ sec}}{1\text{ min}} = 1.35\text{ mol/l.min}$$

## إتقان المفاهيم

(37) ما دور نشاط المواد المتفاعلة في تحديد سرعة التفاعل الكيميائي ؟

- تعتمد سرعة الفاعل على نشاط المواد المتفاعلة ، وتكون المواد المتفاعلة ذات النشاط الأعلى تحت ظروف معينة هي الأسرع تفاعلاً .

(38) ما العلاقة بين سرعة التفاعل عموماً وتركيز المواد المتفاعلة ؟

- كلما ازداد تركيز المواد المتفاعلة يزداد عدد الاصطدامات مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.

في حين يؤدي تقليل التركيز إلى تقليل السرعة .

(39) طبق نظرية التصادم لتفسير سبب زيادة سرعة التفاعل بزيادة تركيز المادة المتفاعلة .

- عندما يزداد تركيز المواد المتفاعلة تزداد عدد جزيئات المواد المتفاعلة مما يزيد من عدد الاصطدامات فتزداد سرعة التفاعل الكيميائي.

(40) فسر لماذا تتفاعل المادة الصلبة – التي على شكل مسحوق - مع الغاز أسرع من تفاعل المادة الصلبة نفسها إذا كانت قطعة واحدة ؟

- لأن المادة على شكل مسحوق يزداد فيها مساحة السطح المعرضة للتفاعل عن تلك التي على شكل قطعة واحدة مما يزيد من عدد

الاصطدامات بين الجسيمات المتفاعلة فتزداد سرعة التفاعل .

(41) **حفظ الأغذية** طبق نظرية التصادم لتفسير فساد الطعام ببطء عند وضعه في الثلاجة بالمقارنة مع بقاءه

خارجها عند درجة حرارة الغرفة .

- لأن سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة وتقل عندما تقل درجة الحرارة فعند وضع الطعام في الثلاجة تقل درجة الحرارة (يقل عدد

التصادمات بين المواد المتفاعلة) فتقل سرعة التفاعلات التي تسبب فساد الطعام بالمقارنة بسرعة هذه التفاعلات عند درجة حرارة الغرفة.

(42) طبق نظرية التصادم لتفسير سبب تفاعل مسحوق الخارصين لإنتاج غاز الهيدروجين أسرع من تفاعل قطع كبيرة منه

عند وضع كليهما في محلول حمض الهيدروكلريك .

- عندما يكون الخارصين على شكل مسحوق فذلك يزيد من مساحة سطح الخارصين المعرضة للتفاعل أكثر منها في حالة القطعة الواحد مما

يزيد من عدد الاصطدامات بين الجسيمات فيزيد من سرعة التفاعل.

(43) يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز الأكسجين بسرعة أكبر عند إضافة ثاني أكسيد المنجنيز .

اشرح دور ثاني أكسيد المنجنيز في هذا التفاعل إذا علمت أنه لا يُستهلك في التفاعل .

- يعد ثاني أكسيد المنجنيز محفزاً لتفاعل التحلل ، لأنه يؤدي إلى تقليل طاقة التنشيط .

## إتقان المسائل

(44) لنفترض أن كمية كبيرة من محلول فوق أكسيد الهيدروجين الذي تركيزه 3% قد تحلل لإنتاج 12 ml من غاز الأكسجين خلال 100

ثانية عند درجة حرارة 298 K .

قدّر كمية غاز الأكسجين التي تنتج عن مقدار مماثل من المحلول في 100 ثانية وعند درجة حرارة 308 K .

- تتضاعف سرعة التفاعل لكل زيادة في درجة الحرارة مقدارها 10 K . لذا سينتج  $24\text{ ml} = (12 \times 2)$  من غاز الأكسجين .

(45) استعمل المعلومات في السؤال 44 لتقدير كمية غاز الأكسجين التي تنتج عن كمية مماثلة من المحلول خلال 100 ثانية وعند درجة حرارة  $318\text{ K}$  ، ثم قدر الزمن اللازم لإنتاج  $12\text{ ml}$  من غاز الأكسجين عند درجة حرارة  $288\text{ K}$  .

الحل : - تتضاعف سرعة التفاعل لكل زيادة في درجة الحرارة مقدارها  $10\text{ K}$  . لذا سينتج  $48\text{ ml} = (24 \times 2)$  من غاز الأكسجين .

- وتقل سرعة التفاعل بمقدار النصف لكل انخفاض مقداره  $10\text{ K}$  ،

لذلك لكي نحصل على كمية الأكسجين نفسها نضاعف الزمن إلى  $(200\text{ s})$

### 3-3

#### إتقان المفاهيم

(46) عند اشتقاق قانون سرعة التفاعل ، فسّر لماذا يجب الاعتماد على الأدلة التجريبية أكثر من الاعتماد على المعادلات الكيميائية الموزونة للتفاعل ؟

الحل : لأن معظم التفاعلات الكيميائية تحدث بأكثر من خطوة ، و لأن ثابت السرعة له قيمة محددة لكل تفاعل يتم تحديدها تجريبياً .

(47) إذا كانت معادلة التفاعل العام هي  $A + B \rightarrow AB$  وقد وُجد بالاعتماد على البيانات التجريبية أن رتبة التفاعل من الرتبة الثانية بالنسبة للمادة المتفاعلة  $A$  ، فكيف تتغير سرعة التفاعل إذا انخفض تركيز المادة  $A$  إلى النصف ، وبقيت جميع الظروف الأخرى ثابتة ؟

الحل : رتبة التفاعل بالنسبة للمادة  $A : n = 2$  .

إذا انخفض تركيز المادة  $A$  إلى النصف إذاً سرعة التفاعل  $= \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \leftarrow$  أي أن سرعة التفاعل سوف تقل إلى ربع قيمتها الابتدائية .

#### إتقان المسائل

(48) تم الحصول على البيانات التجريبية في الجدول 3-4 من تحلل مركب الأزوميثان  $CH_3N_2CH_3(g)$  عند درجة حرارة محددة حسب المعادلة :  $CH_3N_2CH_3(g) \rightarrow C_2H_6(g) + N_2(g)$  . استعمل البيانات الواردة في الجدول 3-3 لتحديد قانون سرعة التفاعل .

جدول 3-3 تحلل مادة الأزوميثان		
رقم التجربة	$[CH_3N_2CH_3]$ الابتدائي	السرعة الابتدائية للتفاعل
1	$0.012\text{ M}$	$2.5 \times 10^{-6}\text{ mol/l.s}$
2	$0.024\text{ M}$	$5.0 \times 10^{-6}\text{ mol/l.s}$

الحل : من الجدول 3-3، عند زيادة تركيز الأزوميثان إلى الضعف تزداد سرعة التفاعل إلى الضعف أيضاً لذا التفاعل من الترتبة الأولى .

$$R = K [CH_3N_2CH_3]$$

(49) استعمل بيانات الجدول 3-3 لحساب قيمة ثابت سرعة التفاعل  $K$  .

$$R = K [CH_3N_2CH_3] \Rightarrow K = \frac{R}{[CH_3N_2CH_3]} = \frac{2.5 \times 10^{-6}\text{ mol/l.s}}{0.012\text{ M}} = 2.1 \times 10^{-4}\text{ s}^{-1}$$

(50) استعمل بيانات الجدول 3-3 لتوقع سرعة التفاعل ، إذا كان التركيز الابتدائي ل  $CH_3N_2CH_3$  هو  $0.048\text{ M}$  ، ودرجة الحرارة ثابتة.

الحل : تزداد تركيز عن المحاولة 2 بمقدار الضعف ولذلك يزداد سرعة التفاعل الابتدائية إلى مقدار الضعف لأن التفاعل من الرتبة الأولى ،

$$R = K [CH_3N_2CH_3] = 2.1 \times 10^{-4} \times 2 = 4.2 \times 10^{-4}\text{ mol/l.s}$$

## مراجعة عامة

51) قُوم صَحة الجُملة الآتية : يمكنك تحديد سرعة تفاعل كيميائي عن طريق معرفة نسبة مولات المواد المتفاعلة في معادلة موزونة .  
فسّر إجابتك .

- الجملة غير موثوقة ، لأن معظم التفاعلات الكيميائية تحدث في صورة سلسلة من الخطوات الابتدائية ، ويجب أن يحدد قانون سرعة التفاعل وفق الطريقة التجريبية .

52) يتناقص تركيز المادة المتفاعلة A من  $0.400 \text{ mol/l}$  إلى  $0.384 \text{ mol/l}$  خلال  $4.00 \text{ min}$  .  
احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة بوحدة  $\text{mol/l.min}$  .

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = - \frac{[A]_{t_2} - [A]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{0.384 \text{ M} - 0.400 \text{ M}}{4.00 \text{ min} - 0.00 \text{ min}} = \mathbf{0.0040 \text{ mol/(l.min)}}$$

53) إذا زاد تركيز إحدى المواد الناتجة من  $0.0882 \text{ mol/l}$  إلى  $0.1446 \text{ mol/l}$  خلال  $12.0 \text{ min}$  ،  
فما متوسط سرعة التفاعل خلال تلك الفترة ؟

$$\text{الحل : } \text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{\Delta[\text{الناتج}]}{\Delta t} = \frac{0.1446 \text{ mol/l} - 0.0882 \text{ mol/l}}{12.0 \text{ min}} = 4.70 \times 10^{-3} \text{ mol/(l.min)}$$

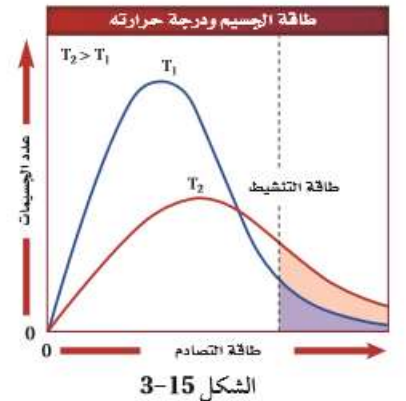
54) يعبر عن التركيز في التفاعل الكيميائي بوحدة  $\text{mol/l}$  وعن الزمن بوحدة s .  
فإذا كان التفاعل الكلي من الرتبة الثالثة ، فما وحدة ثابت سرعة التفاعل ؟

الحل : متوسط سرعة التفاعل وحدته :  $\text{mol/(L.s)}$

$$\frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = K \left( \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)^3 \Rightarrow K : \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L.s}}}{\frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}} \Rightarrow K : \frac{\text{mol.L}^3}{\text{mol}^3 . \text{L.s}} \Rightarrow \mathbf{K : \text{L}^2 / (\text{mol}^2 . \text{s})}$$

## التفكير الناقد

55) ميّز بين المناطق المظللة في الشكل 15 - 3 عند درجتي الحرارة  $T_1$  و  $T_2$  بالاعتماد على عدد الاصطدامات التي تحدث في وحدة الزمن والتي لها طاقة أكبر من أو تساوي طاقة التنشيط .



الحل : المنطقة المظللة تحت المنحنى تمثل عدد الاصطدامات التي لها طاقة متساوية أو أكبر من طاقة التنشيط.

فعند  $T_2$  درجة الحرارة العالية عدد الاصطدامات العالية الطاقة أكبر بكثير من عدد الاصطدامات عند درجة الحرارة المنخفضة  $T_1$ .

56) تأمل مخطط الطاقة لتفاعل ماص للطاقة ، مكوّن من خطوة واحدة ، ثم قارن ارتفاع طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي والتفاعل العكسي .  
- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي

57) طبق طريقة مقارنة السرعات الابتدائية لتحديد رتبة التفاعل الكيميائي بالنسبة للمادة المتفاعلة  $X$  .  
واكتب مجموعة البيانات التجريبية الافتراضية التي تقود إلى استنتاج أن تفاعل المادة  $X$  من الرتبة الثانية .  
الحل :

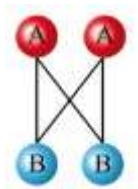
بيانات تجريبية		
رقم المحاولة	التركيز الابتدائي $[X](M)$	السرعة الابتدائية $mol/(l.s)$
1	0.100	$2.00 \times 10^{-5}$
2	0.200	$8.00 \times 10^{-5}$
3	0.400	$32.00 \times 10^{-5}$

بدراسة المحاولتين 1 و 2 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[X]$  يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل 4 أضعاف ،  
ولأن  $4 = 2^n$  ، فإن قيمة  $n = 2$  ، لذا فرتبة التفاعل ثنائية بالنسبة للمادة  $X$  .  
وبدراسة المحاولتين 1 و 3 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[X]$  4 أضعاف يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل 16 ضعف ،  
ولأن  $16 = 4^n$  ، فإن قيمة  $n = 2$  ، لذا أيضاً يتأكد معنا أن رتبة التفاعل ثنائية بالنسبة للمادة  $X$  .

$$R = K[X]^2$$

58) طبق نظرية التصادم لتفسير سببين لماذا تؤدي الزيادة في درجة حرارة التفاعل بمقدار  $10 K$  غالباً إلى مضاعفة سرعة التفاعل .  
- (1) : إن زيادة درجة الحرارة بمقدار  $10 K$  ، تزيد من متوسط سرعة تفاعل الجسيمات وعليه تزداد وتيرة التصادمات .  
- (2) تزداد أيضاً عدد التصادمات التي لها طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط بمقدار الضعف في معظم الأحيان .

59) ارسم مخططاً يبين جميع الاحتمالات للتصادمات بين جزيئين من المادة المتفاعلة  $A$  ، وجزيئين من المادة المتفاعلة  $B$  .  
ثم زد عدد جزيئات  $A$  من 2 إلى 4 ، وارسم جميع احتمالات التصادم التي يتحد فيها  $A$  مع  $B$  .  
كم سيزداد عدد التصادمات التي ينتج عنها اتحاد  $A$  مع  $B$  ؟ وعلام يدل ذلك فيما يتعلق بسرعة التفاعل ؟



الحل : في البداية كان عدد التصادمات بين  $A$  و  $B$  (4) ،  
وعند زيادة عدد الجزيئات : سيزداد عدد التصادمات بين  $A$  و  $B$  من 4 إلى 8 أي ما يساوي الضعف ،  
وبما أن سرعة التفاعلات تعتمد على عدد التصادمات ، فستتضاعف السرعة على الأرجح .



60) صمّم جدولاً لكتابة تراكيز المواد المتفاعلة في المعادلة التالية مبتدئاً بـ  $0.100\text{ M}$  لكل المتفاعلات ،

ثم حدد قانون سرعة التفاعل باستعمال طريقة مقارنة السرعات الابتدائية : نواتج  $aA + bB + cD \rightarrow$

بيانات تجريبية				
السرعة الابتدائية $mol/(l.s)$	التركيز الابتدائي $[D](M)$	التركيز الابتدائي $[B](M)$	التركيز الابتدائي $[A](M)$	رقم المحاولة
$2.00 \times 10^{-2}$	0.100	0.100	0.100	1
$4.00 \times 10^{-2}$	0.100	0.100	0.200	2
$8.00 \times 10^{-2}$	0.100	0.200	0.100	3
$4.00 \times 10^{-2}$	0.200	0.100	0.100	4

بدراسة المحاولتين 1 و 2 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[A]$  يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل ، لذا فرتبة التفاعل أحادية بالنسبة للمادة  $A$

وبدراسة المحاولتين 1 و 3 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[B]$  يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل 4 أضعاف ،

ولأن  $4 = 2^n$  ، فإن قيمة  $n = 2$  ، لذا فرتبة التفاعل ثنائية بالنسبة للمادة  $B$  .

بدراسة المحاولتين 1 و 4 فإن مضاعفة تركيز المادة  $[D]$  يؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل ، لذا فرتبة التفاعل أحادية بالنسبة للمادة  $D$  .

وبالتالي فإن قانون سرعة التفاعل :  $R = K[A]^1 [B]^2 [D]^1 = K[A] [B]^2 [D]$  .

### مسألة تحدّ

61) الهيدروكربونات . يتحول البروبان الحلقي  $C_3H_6$  عند تسخينه إلى بروبين  $CH_2 = CHCH_3$  .

فإذا علمت أن سرعة التفاعل من الرتبة الأولى بالنسبة للبروبان الحلقي ، وكان ثابت السرعة عند درجة حرارة معينة  $6.22 \times 10^{-4} S^{-1}$

وثبت تركيز البروبان الحلقي عند  $0.0300\text{ mol/l}$  ، فما كتلة البروبين الناتجة خلال  $10.0\text{ min}$  في حجم مقداره  $2.50\text{ L}$  ؟

الحل : نحسب متوسط سرعة التفاعل ، ثم تحسب كتلة البروبين الناتجة :

$$R = K [C_3H_6] = 6.22 \times 10^{-4} S^{-1} \times 0.0300\text{ mol/l} = 1.87 \times 10^{-5} \text{ mol/l.s}$$

الكتلة = عدد المولات (mol) × الكتلة المولية (g/mol) = المولارية (M) × حجم المحلول (L) × الكتلة المولية (g/mol)

= متوسط سرعة التفاعل × الزمن × حجم المحلول (L) × الكتلة المولية (g/mol)

$$\text{كتلة البروبين الناتجة} = 1.87 \times 10^{-5} \text{ mol/l.s} \times 600s \times 2.50\text{ L} \times 42.1\text{ g/mol} = 1.18\text{ g}$$

### مراجعة تراكمية

62) ما كتلة كلوريد الحديد III اللازمة لتحضير محلول مائي منه حجمه  $1.0\text{ L}$  وتركيزه  $0.225\text{ M}$  ؟

الحل : نحسب الكتلة المولية لكلوريد الحديد III  $FeCl_3$  :

$$\text{الكتلة المولية} = 55.85\text{ g/mol} + 3(35.45\text{ g/mol}) = 162.20\text{ g/mol } FeCl_3$$

الكتلة = عدد المولات (mol) × الكتلة المولية (g/mol) = حجم المحلول (L) × المولارية (M) × الكتلة المولية (g/mol)

$$m = 1.0\text{ L} \times 0.225\text{ mol/L} \times 162.2\text{ g/mol} = 36.5\text{ g } FeCl_3$$

63) ما المعلومات التي ينبغي معرفتها لحساب الارتفاع في درجة غليان محلول الهكسان في البنزين ؟

- مولارية المحلول ، وثابت الارتفاع في درجة غليان البنزين .

- (64) إذا كانت  $\Delta H$  لتفاعل ما سالبة . فقلل طاقة المواد الناتجة بطاقة المواد المتفاعلة ، وهل التفاعل ماص أم طارد للطاقة ؟  
 - طاقة المواد المتفاعلة أعلى من طاقة المواد الناتجة ، والتفاعل عندها طارد للطاقة .

## تقويم إضافي

### الكتابة في الكيمياء

(65) الأدوية تخيل انتشار مرض الأنفلونزا في بلد ما .

- ولحسن الحظ قام العلماء باكتشاف محفز جديد يزيد من سرعة إنتاج دواء فعال ضد هذا المرض . اكتب مقالاً صحفياً يصف كيفية عمل هذا المحفز على أن يشمل المقال مخطط الطاقة في التفاعلات التي تحدث ، وشرحاً مفصلاً لأهمية هذا الاكتشاف .  
 - يجب أن يتضمن المقال وصفاً لطريقة عمل المحفزات ، ومخطط طاقة للتفاعل ، ووصف مفصل لأهمية هذا الاكتشاف .

### أسئلة المستندات

الكواشف الكيميائية يستعمل الكاشف الكيميائي (الفيونولفثالين) للكشف عن القواعد .

تبين بيانات الجدول 3-5 انخفاض تركيز الفيونولفثالين مع مرور الزمن عند إضافة محلول الفيونولفثالين ذا التركيز  $0.050 M$  إلى محلول مركز من مادة قاعدية تركيزها  $0.6 M$  .

الجدول 3-5 التفاعل بين الفيونولفثالين وكمية فائضة من مادة قاعدية .	
تركيز الفيونولفثالين ( $M$ )	الزمن ( $s$ )
0.0050	0.0
0.0040	22.3
0.0020	91.6
0.0010	160.9
0.00050	230.3
0.00015	350.7

تم الحصول على البيانات من : شبكة بوند للأبحاث . 2006 ، الكيمياء الحركية .

(66) ما متوسط سرعة التفاعل في أول  $22.3 s$  معبراً عنه بوحدة  $mol / (l.s)$  ؟

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{\Delta[\text{الفيونولفثالين}]}{\Delta t} = \frac{[\text{الفيونولفثالين}]_{t_2} - [\text{الفيونولفثالين}]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{0.0050 M - 0.0040 M}{23.3 s} = 4.3 \times 10^{-5} mol/(l.s)$$

(67) ما متوسط سرعة تفاعل الفيونولفثالين عندما ينخفض تركيزه من  $0.00050 M$  إلى  $0.00015$  ؟

$$\text{متوسط سرعة} = \frac{\Delta[\text{الفيونولفثالين}]}{\Delta t} = \frac{[\text{الفيونولفثالين}]_{t_2} - [\text{الفيونولفثالين}]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{0.00050 M - 0.00015 M}{350.7 s - 230.3 s} = 2.9 \times 10^{-6} mol/(l.s)$$

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

(1) جميع العبارات التالية حول سرعة التفاعل الكيميائي صحيحة ما عدا :

a. السرعة التي يحدث بها التفاعل .

b. التغير في تراكيز المواد المتفاعلة خلال وحدة الزمن .

c. التغير في تراكيز المواد الناتجة خلال وحدة الزمن .

d. كمية المواد الناتجة المتكونة في كل فترة زمنية .

الجواب : d

(2) ادرس العبارات التالية :

العبارة الأولى : من العوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل :

طبيعة المادة المتفاعلة ، والتركيز ، ومساحة السطح التفاعل ، ودرجة الحرارة ، والمحفزات .

العبارة الثانية : تزيد المحفزات من سرعة التفاعلات بزيادة طاقة التنشيط .

العبارة الثالثة : يجب أن تصطدم جسيمات المواد المتفاعلة حتى يحدث تفاعل .

أي العبارات السابقة صحيحة ؟

b. الثانية والثالثة .

a. الأولى والثانية .

d. الأولى والثانية والثالثة .

c. الأولى والثالثة .

الجواب : c

(3) ما حجم الماء الذي يجب إضافته إلى 6.0 ml من محلول قياسي تركيزه 0.050 M لتخفيفه إلى محلول تركيزه 0.020 M ؟

b. 9.0 ml

a. 15 ml

d. 2.4 ml

c. 6.0 ml

الجواب : b

طريقة الحل : بدايةً نحسب عدد المولات في المحلول الأصلي :

$$(mol) = 0.050 \times (6.0 \times 10^{-3}) = 3.0 \times 10^{-4} mol$$

وهو نفس عدد المولات في المحلول المخفف ، ولأن نحسب الحجم النهائي المطلوب لتخفيف المحلول :

$$(L) = \frac{(mol)}{(M)} = \frac{3.0 \times 10^{-4} mol}{0.020 M} \times 10^3 = 15.0 ml$$

نحسب حجم الماء المضاف :  $15.0 ml - 6.0 ml = 9.0 ml$

(4) أي الوحدات لا تستعمل للتعبير عن سرعة التفاعل ؟

b. L/S

a. M/min

$mol/l.min$  .d

$mol/ml.h$  .c

الجواب : b

5) أي أنواع القوى بين الجزيئية الآتية يعد الأقوى ؟

a. الرابطة الأيونية

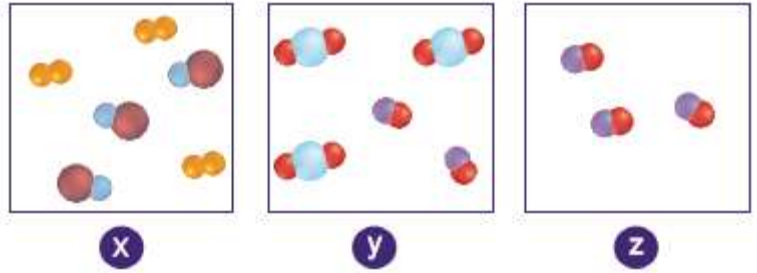
b. القوى ثنائية القطب .

c. قوى التشتت

d. الرابطة الهيدروجينية .

الجواب : a

استعمل الأشكال أدناه للإجابة عن السؤالين 6 و 7



6) أي العينات تحتوي على جزيئات غاز الأكسجين ؟

a. X

b. y

c. z

d. كل من X و y

الجواب : a

7) أي العينات تحتوي على جزيئات فلوريد الماغنسيوم ؟

a. X

b. y

c. z

d. كل من X و y

الجواب : b

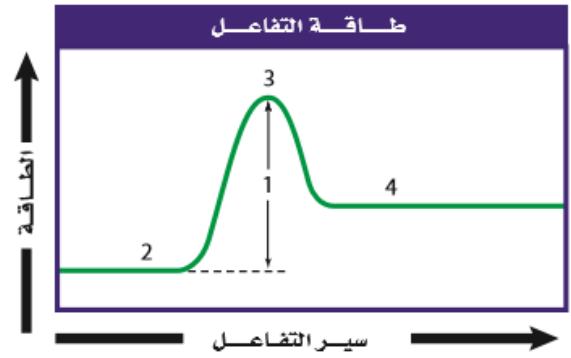
أسئلة الإجابات القصيرة

8) افترض أن قانون السرعة العام هو :  $R = [A][B]^3$  . ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من المادة A والمادة B ؟

وما رتبة التفاعل الكلية ؟

الحل : رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A هي الرتبة الأولى، رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B هي الرتبة الثالثة،

و رتبة التفاعل الكلية هي الرتبة الرابعة.



9) يبين الشكل أعلاه منحنى طاقة تفاعل . إلام يشير كل رقم من الأرقام المبينة على الرسم ؟

2 : طاقة المتفاعلات

1 : طاقة التنشيط

4 : طاقة النواتج

3 : المعقد المنشط

10)  $R = [A]$  نصف سرعة تفاعل من الرتبة الأولى . إذا تضاعف تركيز المادة  $A$  ماذا يطرأ على سرعة التفاعل ؟

- سوف تتضاعف سرعة التفاعل .

أسئلة الإجابات المفتوحة

11) يتفاعل اليود والكلور في الحالة الغازية :  $I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl$

فإذا كان  $[I_2]$  يساوي  $0.400 M$  عند بداية التفاعل وأصبح  $0.300 M$  بعد مضي  $4.00 min$

احسب متوسط سرعة التفاعل بوحدة  $mol/l.min$  .

الحل :

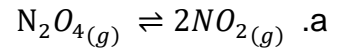
$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = - \frac{[I_2]_{t_2} - [I_2]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = - \frac{0.300 M - 0.400 M}{4.00 min - 0.00 min} = 0.0250 mol/(l.min)$$

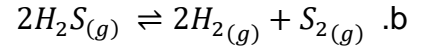
**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 4 الدرس 1-4**

## مسائل تدريبية

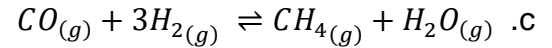
1) اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات الآتية :



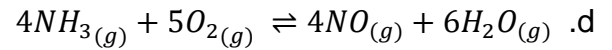
$$K_{eq} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$



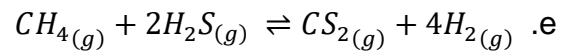
$$K_{eq} = \frac{[H_2]^2[S_2]}{[H_2S]^2}$$



$$K_{eq} = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$$

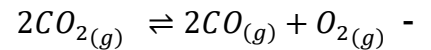


$$K_{eq} = \frac{[NO]^4[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^5}$$



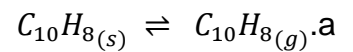
$$K_{eq} = \frac{[CS_2][H_2]^4}{[CH_4][H_2S]^2}$$

2) **تحفيز** اكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل تعبير الاتزان الآتي :  $K_{eq} = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]^2}$

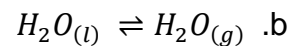


## مسائل تدريبية

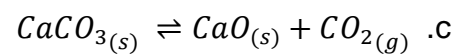
3) اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي :



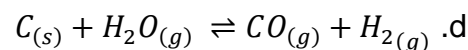
$$K_{eq} = [C_{10}H_{8(g)}]$$



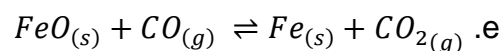
$$K_{eq} = [H_2O_{(g)}]$$



$$K_{eq} = [CO_{2(g)}]$$



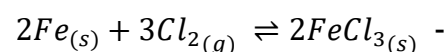
$$K_{eq} = \frac{[CO_{(g)}] [H_{2(g)}]}{[H_2O_{(g)}]}$$



$$K_{eq} = \frac{[CO_{2(g)}]}{[CO_{(g)}]}$$

(4) تحفيز يتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد  $FeCl_3$  .

اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل .



$$K_{eq} = \frac{1}{[Cl_2]^3}$$

### مسائل تدريبية

(5) احسب قيمة  $K_{eq}$  للاتزان  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  إذا علمت أن :

$$[N_2O_4] = 0.0185 \text{ mol/l} , [NO_2] = 0.0627 \text{ mol/l}$$

الحل :

$$K_{eq} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.0627)^2}{(0.0185)} = \mathbf{0.213}$$

(6) احسب قيمة  $K_{eq}$  للاتزان  $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$  إذا علمت أن :

$$[CO] = 0.0613 \text{ mol/l} , [H_2] = 0.1839 \text{ mol/l} , [CH_4] = 0.0387 \text{ mol/l} , [H_2O] = 0.0387 \text{ mol/l}$$

الحل :

$$K_{eq} = \frac{[CH_4] [H_2O]}{[CO] [H_2]^3} = \frac{(0.0387) (0.0387)}{(0.0613) (0.1839)^3} = \mathbf{3.93}$$

(7) تحفيز يصل التفاعل  $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$  إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة  $900 \text{ K}$  ،

فإذا كان تركيز كل من  $CO$  و  $Cl_2$  هو  $0.150 \text{ M}$  عند الاتزان ، فما تركيز  $COCl_2$  ؟ علماً أن ثابت الاتزان  $K_{eq}$  عند درجة

الحرارة نفسها يساوي  $8.2 \times 10^{-2}$  .

$$\frac{[CO] [Cl_2]}{[COCl_2]} = 8.2 \times 10^{-2} \Rightarrow \frac{(0.150) (0.150)}{[COCl_2]} = 8.2 \times 10^{-2}$$

$$[COCl_2] = \frac{(0.150) (0.150)}{(8.2 \times 10^{-2})} = \mathbf{0.27 \text{ M}}$$



## التقويم 4-1

(8) فسر كيف ترتبط قيمة ثابت الاتزان مع كمية النواتج  $K_{eq}$  ؟

- كلما زادت قيمة ثابت الاتزان زادت كمية المواد الناتجة المتكوّنة عند الاتزان .

(9) قارن بين الاتزان المتجانس والاتزان غير المتجانس .

- الاتزان المتجانس تكون فيه المتفاعلات والنواتج موجودة في نفس الحالة الفيزيائية

أما الاتزان غير المتجانس تكون فيه المتفاعلات والنواتج توجد في أكثر من حالة فيزيائية واحدة .

(10) عدّد ثلاث خواص يجب أن توجد في خليط تفاعل ليصل إلى حالة اتزان .

1- يجب أن يكون مزيج التفاعل في وعاء مغلق .

2- يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة .

3- يجب أن توجد النواتج والمتفاعلات معاً في الوعاء نفسه .

(11) احسب قيمة  $K_{eq}$  عند درجة حرارة  $400\text{ K}$  للتفاعل الآتي :  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  إذا علمت أن :

$$[PCl_5] = 0.135\text{ mol/l} , \quad [PCl_3] = 0.550\text{ mol/l} , \quad [Cl_2] = 0.550\text{ mol/l}$$

الحل :

$$K_{eq} = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(0.550)(0.550)}{(0.135)} = 2.24$$

(12) فسر البيانات يوضح الجدول الآتي قيم ثابت الاتزان عند ثلاث درجات حرارة مختلفة .

في أي منها يكون تركيز النواتج أكبر ؟ فسر إجابتك .

ثابت الاتزان ودرجات الحرارة		
$373\text{ K}$	$273\text{ K}$	$263\text{ K}$
4.500	0.500	0.0250

الحل : يكون تركيز النواتج أكبر عند درجة الحرارة  $373\text{ K}$  ، بما أن المواد الناتجة في بسط المعادلة لذا فكلما زادت قيمة  $K_{eq}$  ، زاد

تركيز المواد الناتجة .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 4 الدرس 2-4**

## التقويم 4-1

(13) **فسر** كيف يستجيب النظام في حالة الاتزان إلى الجهد ؟ واذكر العوامل التي تؤثر في نظام متزن .

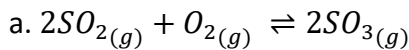
- تبعاً لمبدأ لو شاتيليه فإنه عندما يبذل جهد على نظام متزن فإن ذلك يؤدي إلى إزاحة النظام في الاتجاه الذي يخفف من أثر هذا الجهد.

من العوامل التي تؤثر في نظام متزن :

1- التغير في التركيز 2 -التغير في الحجم والضغط

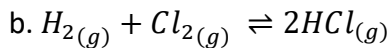
3- درجة الحرارة

(14) **فسر** كيف يؤثر تقليل حجم وعاء التفاعل في كل نظام اتزان مما يأتي ؟



عدد مولات الغاز المتفاعل 3 بينما عدد مولات الغاز الناتج 2 .

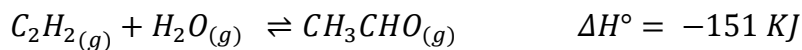
لذلك يؤثر تقليل حجم الوعاء على هذا النظام المتزن فيحدث إزاحة للاتزان جهة اليمين فيكون المزيد من  $SO_3$



عدد مولات الغاز المتفاعل = 2 وعدد مولات الغاز الناتج = 2

عدد مولات الغاز المتفاعل = عدد مولات الغاز الناتج لذلك فإن تغير الحجم لا يؤثر على اتزان النظام .

(15) **قرر** ما إذا كان رفع درجة الحرارة أو خفضها ينتج المزيد من  $CH_3CHO$  في معادلة الاتزان الآتية :



- الحل : قيمة  $\Delta H^\circ$  سالبة . لذا يعد التفاعل طارد للحرارة ، وهذا يعني أنه انطلقت الحرارة على صورة نواتج ،

ويؤدي تناقص النواتج (خفض درجات الحرارة) إلى انزياح التفاعل نحو اليمين لإنتاج مزيد من المواد الناتجة .

لذا سينتج المزيد من  $CH_3CHO$  عند خفض درجة الحرارة .

(16) **وضح** يظهر الجدول تراكيز مادتين  $A$  و  $B$  في خليطي تفاعل ، يتفاعلان حسب المعادلة  $2A \rightleftharpoons B$

و  $K_{eq} = 200$  . هل المزيجان عند موضعي اتزان مختلفين ؟

التركيز $mol / l$		
تفاعل	$[A]$	$[B]$
1	0.0100	0.0200
2	0.0500	0.400

الحل : نحسب  $K_{eq}$  في كلا الحالتين :

$$K_{eq} = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0.0200)}{(0.0100)^2} = 200 \quad \text{التفاعل (1) :}$$

$$K_{eq} = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0.400)}{(0.0500)^2} = 160 \quad \text{التفاعل (2) :}$$

لذلك فإن المزيجان عند موضعي اتزان مختلفين .

(17) صمم خريطة مفاهيمية توضح طرائق تطبيق مبدأ لوتشاتلييه لزيادة النواتج في نظام اتزان وزيادة المتفاعلات في النظام نفسه .

حالة الاتزان		العوامل المؤثرة
لا تتأثر		إضافة عوامل مساعدة (حفازات) .
ينزاح في الاتجاه المباشر		زيادة تراكيز المواد المتفاعلة .
ينزاح في الاتجاه العكسي		زيادة تراكيز المواد الناتجة
ينزاح في الاتجاه العكسي		نقصان تراكيز المواد المتفاعلة
ينزاح في الاتجاه المباشر		نقصان تراكيز المواد الناتجة
في حالة تساوي عدد المولات لا يتأثر	ينزاح في الاتجاه ذي عدد المولات الغازية الأقل	زيادة الضغط
	ينزاح في الاتجاه ذي عدد المولات الغازية الأكبر	انخفاض الضغط
التفاعل ناشر للحرارة ينزاح في الاتجاه العكسي		زيادة درجة الحرارة
التفاعل ماص للحرارة ينزاح في الاتجاه المباشر		
التفاعل ناشر للحرارة ينزاح في الاتجاه المباشر		انخفاض درجة الحرارة
التفاعل ماص للحرارة ينزاح في الاتجاه العكسي		

لزيادة النواتج نجعله يتجه في الاتجاه المباشر .

ولزيادة المتفاعلات نجعله يتجه في الاتجاه العكسي .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 4 الدرس 3-4**

## مسائل تدريبية

18) ينتج الميثانول عن تفاعل أول أكسيد الكربون مع الهيدروجين :  $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$  فإذا كان  $K_{eq} = 10.5$  عند درجة حرارة محددة ، فاحسب التراكيز الآتية :

a.  $[CO]$  في خليط اتزان يحتوي على  $0.933 \text{ mol/l } H_2$  و  $1.32 \text{ mol/l } CH_3OH$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \Rightarrow 10.5 = \frac{(1.32)}{[CO](0.933)^2} \Rightarrow [CO] = \frac{(1.32)}{(10.5)(0.933)^2} = \mathbf{0.144 \text{ M}}$$

b.  $[H_2]$  في خليط اتزان يحتوي على  $1.09 \text{ mol/l } CO$  و  $0.325 \text{ mol/l } CH_3OH$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \Rightarrow 10.5 = \frac{(0.325)}{(1.09)[H_2]^2} \Rightarrow [H_2] = \sqrt{\frac{(0.325)}{(1.09)(10.5)}} = \mathbf{0.169 \text{ M}}$$

c.  $[CH_3OH]$  في خليط اتزان يحتوي على  $0.0661 \text{ mol/l } H_2$  و  $3.85 \text{ mol/l } CO$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \Rightarrow 10.5 = \frac{[CH_3OH]}{(3.85)(0.661)^2} \Rightarrow [CH_3OH] = (10.5)(3.85)(0.0661)^2 = \mathbf{0.177 \text{ M}}$$

19) تحفيز في التفاعل العام  $A + B \rightleftharpoons C + D$  إذا سُمح ل  $1.0 \text{ mol/l}$  من  $A$  بالتفاعل مع  $1.0 \text{ mol}$  من  $B$  في دورق حجمه  $1 \text{ L}$  إلى أن يصل إلى حالة اتزان . فإذا كان تركيز  $A$  عند الاتزان  $0.450 \text{ mol/l}$  ، فما تركيز المواد الأخرى عند الاتزان ؟ وما قيمة  $K_{eq}$  ؟  
الحل : بدايةً نحسب تراكيز المواد عند الاتزان :

$$[B] = [A] \Rightarrow [B] = 0.450 \text{ mol/l} \quad \text{تركيز المادة B عند الاتزان :}$$

$$[C] = [D] = 1 - 0.450 = 0.550 \text{ mol/l} \quad \text{في حين تركيز كل من C و D يساوي :}$$

والآن نحسب قيمة  $K_{eq}$  باستخدام تراكيز المواد عند الاتزان :

$$K_{eq} = \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{(0.550)(0.550)}{(0.450)(0.450)} = 1.49$$

## مسائل تدريبية

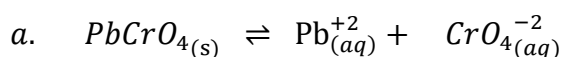
20) استعمل البيانات في الجدول 4-3 لحساب الذوبانية المولارية  $\text{mol/l}$  للمركبات الأيونية الآتية عند درجة حرارة  $298 \text{ K}$

c.  $CaCO_3$

b.  $AgCl$

a.  $PbCrO_4$

الحل : نكتب المعادلة الموزونة لكل تفاعل ثم نحسب المولارية :

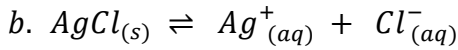


$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$2.33 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{2.33 \times 10^{-13}} = 4.8 \times 10^{-7} \text{ M}$$

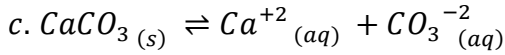


$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$1.8 \times 10^{-10} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ M}$$



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Ca^{+2}][CO_3^{-2}]$$

$$3.4 \times 10^{-9} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{3.4 \times 10^{-9}} = 5.8 \times 10^{-5} \text{ M}$$

(21) **تحفيز** إذا عملت أن  $K_{SP}$  لكربونات الرصاص  $PbCO_3$  يساوي  $7.40 \times 10^{-14}$  عند  $298 \text{ K}$  فما ذوبانية كربونات الرصاص  $g/l$  ؟  
الحل : نحسب الذائبية ب  $mol/l$  و ثم نحولها إلى  $g/l$  بالضرب ب الكتلة المولية لكربونات الرصاص :

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][CO_3^{-2}]$$

$$7.40 \times 10^{-14} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{7.40 \times 10^{-14}} = 2.72 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$$

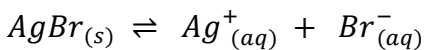
$$\text{الكتلة المولية لكربونات الرصاص} : 267.2 \text{ g/mol} = (3 \times 15.999) + 12.011 + 207.2$$

$$s = 2.72 \times 10^{-7} \text{ mol/l} \times 267.2 \text{ g/mol} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ g/l}$$

## مسائل تدريبية

(22) استعمل قيم  $K_{SP}$  الموجودة في الجدول 3-4 لسحاب :

a.  $[Ag^+]$  في محلول  $AgBr$  عند الاتزان .



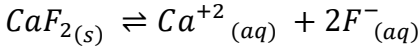
$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Ag^+][Br^-]$$

$$5.4 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{5.4 \times 10^{-13}} = 7.3 \times 10^{-7} \text{ M} = [Ag^+]$$

b.  $[F^-]$  في محلول مشبع من  $CaF_2$  .



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L}$$

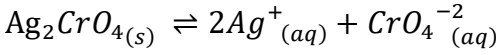
$$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$3.5 \times 10^{-11} = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{3.5 \times 10^{-11}}{4}} = 2.1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[F^-] = 2s \Rightarrow [F^-] = 2 \times (2.1 \times 10^{-4}) = 4.2 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

c.  $[Ag^+]$  في محلول من  $Ag_2CrO_4$  عند الاتزان .



$$s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

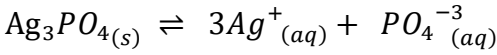
$$K_{SP} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{-2}]$$

$$1.1 \times 10^{-12} = (2s)^2 (s) = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}} = 6.5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[Ag^+] = 2s \Rightarrow [Ag^+] = 2 \times (6.5 \times 10^{-5}) = 1.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(23) احسب ذوبانية  $Ag_3PO_4$  ( $K_{SP} = 2.6 \times 10^{-18}$ ) .



$$s \text{ mol/L} \quad 3s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Ag^+]^3 [PO_4^{-3}] = 2.6 \times 10^{-18}$$

$$2.6 \times 10^{-18} = (3s)^3 (s) = 27s^4$$

$$s = \sqrt[4]{\frac{2.6 \times 10^{-18}}{27}} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

(24) تحفيز ذوبانية كلوريد الفضة  $(AgCl) = 1.86 \times 10^{-4} \text{ g/100g}$  في الماء عند درجة حرارة  $298 \text{ K}$  .

احسب  $K_{SP}$  ل  $AgCl$  .

الحل : بما أن كثافة الماء = 1  $\Leftrightarrow$  كتلة الماء = حجم الماء ومنه : نحول الذوبانية من  $\text{g/100g}$  إلى  $\text{g/l}$  بالضرب ب 10 :

$$s = 1.86 \times 10^{-4} \text{ g/100g} = 1.86 \times 10^{-3} \text{ g/l}$$

ثم نحول الذوبانية من  $\text{g/l}$  إلى  $\text{mol/l}$  بالقسمة على الكتلة المولية ل  $AgCl$  :  $s = \frac{1.86 \times 10^{-3}}{143.4} = 1.30 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$

$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-] = s.s$$

$$K_{SP} = (1.30 \times 10^{-5})(1.30 \times 10^{-5}) = 1.7 \times 10^{-10}$$



## مسائل تدريبية

(25) استعمل قيم  $K_{SP}$  من الجدول 4-3 لتتوقع ما إذا سيتكون راسب عند خلط كميات متساوية من المحاليل الآتية :

a.  $0.030 M NaF$  و  $0.10 M Pb(NO_3)_2$

الحل :  $Pb(NO_3)_2 + 2NaF \rightleftharpoons PbF_2 + 2NaNO_3$

نختبر ترسب  $PbF_2$  :  $PbF_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$

بما أننا مزجنا حجمين متساويين فإن تركيزهما سوف يقل إلى النصف :

$$[Pb^{+2}] = \frac{0.10 M}{2} = 0.050 M \quad [F^{-}] = \frac{0.030 M}{2} = 0.015 M$$

$$Q_{SP} = [Pb^{+2}][F^{-}]^2 = (0.050 M)(0.015 M)^2 = 1.12 \times 10^{-5}$$

من الجدول :  $K_{SP} = 3.3 \times 10^{-8}$

ومنه سوف يتكون راسب لأن :  $K_{SP} < Q_{SP}$

b.  $0.010 M AgNO_3$  و  $0.25 M K_2SO_4$

الحل :  $K_2SO_4 + 2AgNO_3 \rightleftharpoons Ag_2SO_4 + 2KNO_3$

نختبر ترسب  $Ag_2SO_4$  :  $Ag_2SO_{4(s)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)}$

بما أننا مزجنا حجمين متساويين فإن تركيزهما سوف يقل إلى النصف :

$$[Ag^{+}] = \frac{0.010 M}{2} = 0.0050 M \quad [SO_4^{-2}] = \frac{0.25 M}{2} = 0.125 M$$

$$Q_{SP} = [Ag^{+}]^2[SO_4^{-2}] = (0.0050 M)^2(0.125) = 3.1 \times 10^{-6}$$

من الجدول :  $K_{SP} = 1.2 \times 10^{-5}$

ومنه : لن يتكون راسب من  $Ag_2SO_4$  لأن :  $K_{SP} > Q_{SP}$

(26) تحفيز هل يتكون راسب عند إضافة  $250 ml$  من  $0.20 M MgCl_2$  إلى  $750 ml$  من  $0.0025 M NaOH$  ؟

الحل :  $2NaOH + MgCl_2 \rightleftharpoons 2NaCl + Mg(OH)_2$

نختبر ترسب  $Mg(OH)_2$  :  $Mg(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

نحسب تراكيز كل من  $Mg^{+2}$  و  $OH^{-}$  ، وذلك بضرب تركيز المادة بـ  $\frac{(\text{حجم المحلول})}{(\text{حجم المزيج})}$  .

حجم المزيج :  $250 ml + 750 ml = 1000 ml = 1L$

$$[Mg^{+2}] = 0.20 M \times \frac{0.250 L}{1 L} = 0.050 M \quad [OH^{-}] = 0.0025 M \times \frac{0.750 L}{1 L} = 0.0019 M$$

$$Q_{SP} = [Mg^{+2}][OH^{-}]^2 = (0.050 M)(0.0019 M)^2 = 1.8 \times 10^{-7}$$

من الجدول :  $K_{SP} = 5.6 \times 10^{-12}$

ومنه : سوف يتكون راسب لأن :  $K_{SP} < Q_{SP}$

### التقويم 3-4

(27) اكتب المعلومات التي تحتاج إليها لحساب تركيز ناتج في خليط التفاعل عند الاتزان .

- سنحتاج إلى : تراكيز المتفاعلات ، وتراكيز النواتج جميعها، و  $K_{SP}$  .

(28) فسر كيف تستخدم ثابت حاصل الذوبانية في حساب ذوبانية مركب أيوني قليل الذوبان ؟

- نكتب معادلة التفاعل عند الاتزان وتعبير ثابت حاصل الذوبان ، لتساوي قيمة  $S$  الذائبية المولية للمركب .

ونستبدل مضاعفات  $S$  المناسبة في تعبير ثابت حاصل الذوبان ، ثم نجد قيمة  $S$  .

(29) صف كيف يقلل وجود الأيون المشترك ذوبانية المركب الأيوني ؟

- يقلل الأيون المشترك الذائبية بتحول اتجاه الاتزان نحو المادة الصلبة الراسبة .

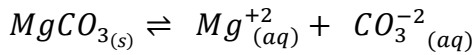
(30) وضح الفرق بين  $K_{SP}$  و  $Q_{SP}$  . وهل يعد  $Q_{SP}$  ثابت اتزان ؟

- يعدّ  $Q_{SP}$  حاصل ضرب تراكيز الأيونات التي يمكن أن تكون موجودة في محلول مركب أيوني ، وتقاس قيمته للمقارنة بقيمة

$K_{SP}$  التي تعبر عن حاصل ضرب تراكيز الأيونات الموجودة فعلياً في محلول مشبع .

يحت  $K_{SP}$  ثابت الاتزان ، في حين لا يعد  $Q_{SP}$  ثابت اتزان .

(31) احسب ذوبانية كربونات الماغنسيوم  $MgCO_3$  في الماء النقي إذا كان  $K_{SP}$  يساوي  $2.6 \times 10^{-9}$  ؟



$$s \text{ mol/L} \quad 3s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Mg^{+}] [CO_3] = 2.6 \times 10^{-9}$$

$$2.6 \times 10^{-9} = (s) (s) = s^2$$

$$s = \sqrt{2.6 \times 10^{-9}} = 5.1 \times 10^{-5} M$$

(32) صمم تجربة اعتماداً على الذوبانية لتوضح أي الأيونين  $Mg^{+2}$  أو  $Pb^{+2}$  يوجد في محلول مائي ؟

- بما أن كرومات الماغنسيوم ذائبة ، وكرومات الرصاص غير ذائبة ، لذا نضيف  $10.0 \text{ ml}$  من محلول كرومات البوتاسيوم

تركيزه  $0.100 M$  إلى  $100.0 \text{ ml}$  من محلول مائي غير معروف .

فإذا احتوى المحلول المجهول على أيون الماغنسيوم ، فلن يتكوّن راسب من  $MgCrO_4$  .

أما إذا احتوى المجهول على أيون الرصاص II فسوف تترسب  $PbCrO_4$  الصلبة الصفراء اللون .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 4 الدرس (التقويم)**

## إتقان المفاهيم

(33) صف حالة اتزان تحدث في الحياة اليومية بين عمليتين متعاكستين .

- تسخين الماء في إناء مغلق فيتبخر الماء ثم يتكثف مرة أخرى ويعود سائل .

(34) إذا قيل لك إن تركيز المتفاعلات والنواتج لا تتغير فلماذا تستعمل كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي ؟

- تستعمل كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي لوجود تفاعلين عكسيين يجريان بنفس السرعة .

(35) هل المعادلة الآتية تمثل اتزاناً متجانساً أم غير متجانس ؟ فسر إجابتك .  $H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$

- تمثل المعادلة اتزاناً غير متجانس ، لأن المتفاعلات والنواتج متمثلة في أكثر من حالة فيزيائية .

(36) ما المقصود بموضع الاتزان ؟

- هي النقطة التي عندها يوازن التفاعل الأمامي والعكسي إحداهما الآخر .

(37) وضح كيفية كتابة تعبير ثابت اتزان .

- نسبة تراكيز النواتج إلى نسبة تراكيز المتفاعلات وكل تركيز مرفوع إلى قوة تمثل معاملها في المعادلة الموزونة .

(38) لماذا يجب أن تعبر انتباهك للحالات الفيزيائية للنواتج والمتفاعلات عند كتابة تعابير ثابت الاتزان ؟

- لأن الاتزان قد يحتوي على حالات غازية وصلبة وسائلة ، فيتم إزالة المواد السائلة، المواد الصلبة النقية من تعبير ثابت الاتزان .

(39) لماذا تعني قيمة  $K_{eq}$  الكبيرة عددياً أن النواتج مفضلة في نظام الاتزان ؟

- تعبر قيمة  $K_{eq}$  الكبيرة عددياً على أن تراكيز النواتج الموجودة في البسط أكبر من تراكيز المتفاعلات الموجودة في المقام .

(40) ماذا يحدث ل  $K_{eq}$  لنظام متزن ، إذا تم إعادة كتابة معادلة التفاعل بطريقة عكسية ؟

- تكون القيمة الجديدة ل  $K_{eq}$  هي مقلوب قيمتها الأصلية .  $1/K_{eq}$

(41) كيف لنظام الاتزان أن يحتوي على كميات صغيرة وغير متغيرة من النواتج ، وفي الوقت نفسه يحتوي

على كميات كبيرة من المتفاعلات ؟ كيف يمكن أن تبرز  $K_{eq}$  لمثل هذا الاتزان .

- يحدث مثل هذا الاتزان إذا تفاعلت النواتج الأولية المتكوّنة بسرعة لدرجة تصبح معها سرعة التفاعل العكسي مساوية لسرعة التفاعل

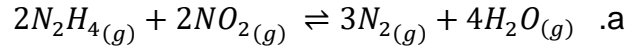
الأمامي . ويجب أن تكون قيمة  $K_{eq}$  العددية صغيرة .

ولا تتغير تراكيز المتفاعلات والنواتج ، حيث يمر كل جزيء من المتفاعلات والنواتج بتغيّر كيميائي عندما تتساوى سرعة التفاعلين الأمامي

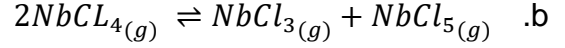
والعكسي .

## إتقان حل المسائل

(42) اكتب تعبير ثابت الاتزان لكل اتزان متجانس فيما يأتي :



$$K_{eq} = \frac{[N_2]^2 [H_2O]^4}{[N_2H_4]^2 [NO_2]^2}$$



$$K_{eq} = \frac{[NbCl_3] [NbCl_5]}{[NbCl_4]^2}$$

(43) افترض أن لديك مكعباً من فلز المنجنيز النقي طول ضلعه  $5.25 \text{ cm}$

وكتلته تساوي  $1076.6 \text{ g}$  ، فما التركيز المولاري للمنجنيز في المكعب ؟

الحل : نحسب حجم المكعب بال  $\text{cm}$  ونحوّله إلى واحدة L بالضرب ب  $10^{-3}$  :

$$\text{حجم الكعب} = (5.25 \text{ cm})^3 = 145 \text{ cm}^3 = 0.145 \text{ L}$$

الكتلة المولية للمنجنيز  $54.94 \text{ g/mol}$

$$19.596 \text{ mol Mn} = \frac{1076.6 \text{ g}}{54.94 \text{ g/mol}} = \frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{عدد مولات المنجنيز}$$

$$(M) \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} = \frac{19.596 \text{ mol}}{0.145 \text{ L}} = \mathbf{135 \text{ mol/l Mn}}$$

(44) قيمة  $K_{eq}$  للتفاعل  $A + 2B \rightleftharpoons C$  تساوي  $3.63$  ، يوضح الجدول 4-5 تراكيز المتفاعلات والنواتج في خليط تفاعلين

عند درجة الحرارة نفسها . حدد ما إذا كان التفاعل في حالة اتزان .

الجدول 4-5 تراكيز A و B و C		
$C \text{ (mol/l)}$	$B \text{ (mol/l)}$	$A \text{ (mol/l)}$
0.700	0.621	0.5000
0.250	0.525	0.250

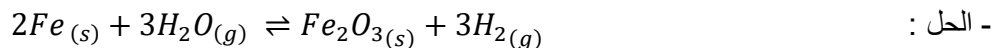
الحل: نحسب  $K_{eq}$  باستعمال البيانات الواردة في الجدول أعلاه :

$$K_{eq} = \frac{[C]}{[A] [B]^2} = \frac{(0.700)}{(0.500) (0.621)^2} = \frac{(0.250)}{(0.250) (0.525)^2} = 3.63$$

إذاً التفاعل في حالة اتزان .

(45) إذا مرّ بخار ماء من خلال برادة حديد ينتج أكسيد الحديد III الصلب وغاز الهيدروجين عن التفاعل العكسي ،

اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل الذي ينتج أكسيد الحديد III وغاز الهيدروجين .



$$K_{eq} = \frac{[H_2]^3}{[H_2O]^3}$$

## إتقان المفاهيم

(46) ما المقصود بالشغل المبذول على تفاعل ما عند الاتزان ؟

- هو أي تغيير يؤثر في اتزان التفاعل (إزاحة اتجاه الاتزان نحو اليمين أو اليسار) ، أي هو تغيير في (التركيز ، الحجم ، الضغط ، درجة الحرارة) .

(47) كيف يصف مبدأ لوتشاتيليه استجابة الاتزان للإجهاد ؟

- ينص مبدأ لوتشاتيليه على أن الاتزان ينزاح في الاتجاه الذي يقلل من التأثير الواقع عليه .

(48) لماذا يسبب إزالة المتفاعل إزاحة الاتزان نحو اليسار ؟

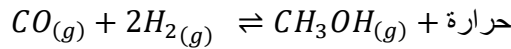
- لكي نعيد نسبة الاتزان للمتفاعلات والنواتج ، ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات (نحو اليسار) .

(49) عند إزاحة الاتزان نحو اليمين ، ماذا يحدث لكل من :

a. تركيز المتفاعلات b. تركيز النواتج .

- يقل تركيز المتفاعلات ، في حين يزداد تركيز النواتج .

(50) كيف يمكن للتغيرات الآتية التأثير في موضع الاتزان للتفاعل المستعمل لإنتاج الميثانول من أول أكسيد الكربون والهيدروجين ؟



a. إضافة CO b. خفض درجة الحرارة c. إضافة عامل محفز

d. إزالة  $CH_3OH$  e. تقليل حجم وعاء التفاعل .

الحل : a. ينزاح التفاعل نحو اليمين . b. ينزاح التفاعل نحو اليمين .

c. لا ينزاح الاتزان نحو أي اتجاه . d. ينزاح التفاعل نحو اليمين .

e. ينزاح التفاعل نحو اليمين .

(51) المشروبات الغازية استعمل مبدأ لوتشاتيليه لشرح كيف أن إزاحة الاتزان الآتي :  $H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

تسبب فقدان الشراب طعمه عند ترك غطاء القارورة مفتوحاً ؟

الحل : بما أن  $CO_{2(g)}$  يتحرر باستمرار فور فتح غطاء القارورة ،

لذا يستمر الاتزان في تغيير اتجاهه إلى اليمين إلى أن يستنفد  $H_2CO_{3(aq)}$  .

(52) فسر كيف تؤثر زيادة درجة الحرارة في الاتزان الموضح في المعادلة الآتية : حرارة +  $PCL_{5(g)} \rightleftharpoons PCL_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  .

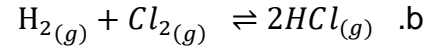
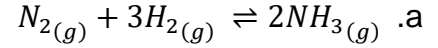
- تميل عملية التسخين إلى تفضيل التفاعل العكسي (الماص للحرارة) وذلك بتحويل الاتزان نحو اليسار .

(53) إذا أضيف مذيب سائل من الكلور إلى ورق يحتوي تفاعل الاتزان الآتي : حرارة  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

فكيف يتأثر الاتزان عند ذوبان كمية من غاز الكلور ؟

- يتجه الاتزان نحو اليمين لتعويض غاز الكلور الذي يذوب .

(54) إذا أعطيت التفاعلين الآتيين عند الاتزان :

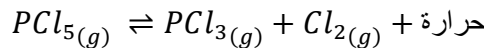


فسر لماذا يسبب تغير حجم وعاء التفاعلين تغير موضع الاتزان لـ a ولا يؤثر في b ؟

- في المعادلة a يختلف عدد مولات الغاز للمتفاعلات والنواتج في المعادلة ، في حين يتساوى عدد مولات الغاز على طرفي المعادلة b .

فعندما يتساوى عدد مولات الغاز على طرفي المعادلة فلن يكون لتغير الحجم أي تأثير في الاتزان .

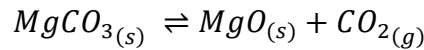
(56) هل تتوقع أن تزداد أو تقل قيمة  $K_{eq}$  العددية عند زيادة درجة الحرارة في الاتزان الآتي : فسر إجابتك .



- ستقل قيمة  $K_{eq}$  العددية عند زيادة درجة الحرارة وذلك لأن زيادة درجة الحرارة ستؤدي إلى إزاحة الاتزان نحو اليسار

ويقل تركيز النواتج فتقل قيمة  $K_{eq}$  .

(57) فسر كيف يمكن أن تنظم الضغط لتعزز تكوين النواتج في نظام الاتزان الآتي :



- عندما نقلل الضغط على التفاعل فإن الحجم يزداد فيقل تركيز  $CO_2$  في الإناء مما يؤدي إلى إزاحة الاتزان جهة اليمين ليزيد من تكوين

النواتج حيث أن هذا التفاعل لا يوجد به غازات سوى  $CO_2$  في النواتج أما المتفاعلات فهي مادة صلبة.

(58) يتفاعل الإيثيلين  $C_2H_4$  مع الهيدروجين لإنتاج الإيثان  $C_2H_6$  وفق المعادلة : حرارة  $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)}$  .

كيف يمكنك تنظيم درجة الحرارة لهذا الاتزان لكي :

a. تزيد كمية الإيثان الناتج .

b. تقلل تركيز الإيثيلين .

c. تزيد كمية الهيدروجين في وعاء التفاعل .

الحل : a. خفض درجة الحرارة

b. خفض درجة الحرارة .

c. رفع درجة الحرارة .

### 3-4 إتقان المفاهيم

(59) ماذا تعني بقولك إن لدى محلولين أيوناً مشتركاً ؟ اذكر مثلاً يوضح ذلك .

- إذا كان في المحلولين أيون مشترك ، فإن ذلك يعني أن كليهما يحتوي على الأيون نفسه .

فمثلاً  $NaCl_{(aq)}$  و  $KCl_{(aq)}$  يحتويان على  $Cl_{(aq)}^-$

(60) لماذا لا تعطى بعض المركبات مثل كلوريد الصوديوم قيم  $K_{SP}$  ؟

- إذا أعطيناها قيمة  $K_{SP}$  ستكون عدداً كبيراً . حيث أن هذه المركبات ومنها كلوريد الصوديوم له ذوبانية عالية في الماء فعند ذوبانها في الماء تتفكك جميعاً إلى أيونات ، وأما ثوابت حاصل الذوبانية فهي تقاس للمركبات قليلة الذوبان . إذا أعطيناها قيمة  $K_{SP}$  ستكون عدداً كبيراً .

(61) الأشعة السينية لماذا يعد استعمال كبريتات الباريوم أفضل من كلوريد الباريوم عند التعرض للأشعة السينية ؟

علماً أنه عند درجة حرارة  $26^\circ C$  فإن  $37.5 g$  من  $BaCl_2$  يمكن أن تذوب في  $100 ml$  من الماء ؟

- تعد أيونات الباريوم مادة سامة للإنسان ، لكن كبريتات الباريوم يمكن تناولها بأمان ، لأن ذوبانيتها منخفضة جداً ، أما كلوريد الباريوم فله ذائبية عالية ، لذلك يجعل تناوله في غاية الخطورة .

(62) فسر ما يحدث في الشكل 4-23 اعتماداً على  $K_{SP}$  و  $Q_{SP}$  .

- سيتكون راسب لأن  $Q_{SP} > K_{SP}$  .

(63) صف المحلول الناتج عن خلط محلولين لهما  $Q_{SP} = K_{SP}$  هل يتكون راسب ؟

- سوف يكون المحلول الجديد مشبعاً ، ولن يتكون راسب .

### إتقان المسائل

(64) اكتب تعبير  $K_{SP}$  لكرومات الرصاص  $PbCrO_4$  ، واحسب ذوبانية بوحدة  $mol/l$  علماً أن  $K_{SP} = 2.3 \times 10^{-13}$  .



الحل :

$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}] [CrO_4^{-2}]$$

$$2.3 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{2.3 \times 10^{-13}} = 4.8 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$$

(65)  $K_{SP}$  لفلوريد الإسكانديوم  $ScF_3$  عند درجة حرارة  $298 K$  يساوي  $4.2 \times 10^{-8}$  . اكتب معادلة الاتزان الكيميائية لذوبانية

فلوريد الإسكانديوم في الماء . ما تركيز أيونات  $Sc^{+3}$  اللازمة لتكوين راسب إذا كان تركيز أيون الفلوريد  $0.076 M$  ؟



الحل:

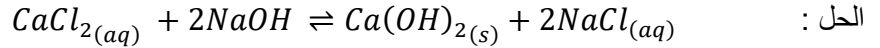
$$K_{SP} = [Sc^{+3}] [F^{-}]^3 \Rightarrow 4.2 \times 10^{-8} = [Sc^{+3}] [0.076]^3$$

$$[Sc^{+3}] = \frac{4.2 \times 10^{-8}}{(0.076)^3} = 9.6 \times 10^{-5} M$$



66) هل يتكون راسب عند خلط 62.6 ml من  $\text{CaCl}_2$  الذي تركيزه 0.0322 M مع 31.3 ml من NaOH الذي تركيزه 0.0145 M ؟

استعمل البيانات الموجودة في الجدول 4-3 . وضح إجابتك .



نحسب تراكيز كل من  $\text{Ca}^{+2}$  و  $\text{OH}^{-}$  ، وذلك بضرب تركيز المادة ب  $\frac{(\text{حجم المحلول})}{(\text{حجم المزيج})}$  .

حجم المزيج :  $62.6 \text{ ml} + 31.3 \text{ ml} = 93.9 \text{ ml} = 0.0939 \text{ L}$

$$[\text{Ca}^{+2}] = 0.0322 \text{ M} \times \frac{0.0626 \text{ L}}{0.0939 \text{ L}} = 2.15 \times 10^{-2} \text{ M} \quad [\text{OH}^{-}] = 0.0145 \text{ M} \times \frac{0.0313}{0.0939 \text{ L}} = 4.83 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$Q_{SP} = [\text{Ca}^{+2}][\text{OH}^{-}]^2 = (2.15 \times 10^{-2})(4.83 \times 10^{-3})^2 = 5.02 \times 10^{-7}$$

$$K_{SP} = 5.0 \times 10^{-6} \quad \text{من الجدول 3-4 :}$$

ومنه : لن يتكون راسب لأن :  $K_{SP} > Q_{SP}$

67) صناعة ايثانوات الإيثيل  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  مذيب يستعمل في صناعة الورنيش ، ويمكن إنتاجه بتفاعل الإيثانول وحمض

الايثانويك (الخليك) ، يمكن وصف الاتزان بالمعادلة :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

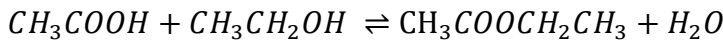
احسب  $K_{eq}$  باستعمال تراكيز الاتزان الآتية :  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.316 \text{ M}$  ,  $[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] = 2.90 \text{ M}$  ,

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = 0.313 \text{ M} \quad , \quad [\text{H}_2\text{O}] = 0.114 \text{ M}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]} = \frac{(2.90 \text{ M})(0.114 \text{ M})}{(0.316 \text{ M})(0.313 \text{ M})} = 3.34$$

### مراجعة عامة

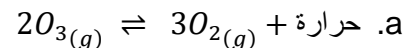
68) تنتج ايثانوات الإيثيل  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  من الاتزان الموصوف في المعادلة الآتية :



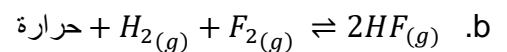
لماذا تسبب إزالة الماء إنتاج المزيد من ايثانوات الإيثيل ؟

- تؤدي إزالة الماء  $\text{H}_2\text{O}$  إلى إزاحة الاتزان نحو اليمين ، وبالتالي إنتاج المزيد من ايثانوات الإيثيل .

69) كيف يتأثر كل اتزان فيما يلي بانخفاض درجة الحرارة ؟

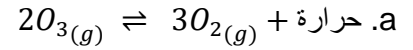


( ينزاح التفاعل نحو اليمين )

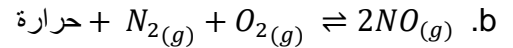


( ينزاح التفاعل نحو اليسار )

70) كيف يتأثر كل اثنان فيما يلي بارتفاع كل من درجة الحرارة والحجم في الوقت نفسه ؟



- ستؤدي زيادة درجة الحرارة إلى انزياح الاتجاه نحو اليسار ، وتؤدي زيادة الحجم إلى انزياح الاتجاه نحو اليسار أيضاً (عدد مولات أقل) .

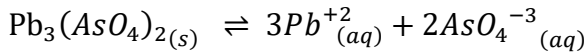


- ستؤدي زيادة درجة الحرارة إلى انزياح الاتجاه نحو اليمين ،

لكن زيادة الضغط لا تؤدي إلى أي تغير (عدد المولات متساوي على الطرفين) .

71) ثابت حاصل الذوبانية لزرنيخات الرصاص  $Pb_3(AsO_4)_2$  II هو  $4.0 \times 10^{-36}$  في درجة حرارة  $298 K$

احسب الذوبانية بوحدة  $mol/l$  لهذا المركب عند درجة الحرارة نفسها .



$$s \text{ mol/L} \quad 3s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}]^3 [AsO_4^{-3}]^2$$

$$4.0 \times 10^{-36} = (3s)^3 (2s)^2 = 108 s^5$$

$$s = \sqrt[5]{\frac{4.0 \times 10^{-36}}{108}} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$$

72) صحح الجملة الآتية : القيمة المنخفضة لثابت الاتزان  $K_{eq}$  تعني أن كلا التفاعلين الأمامي والعكسي يحدثان ببطء .

- الجملة ليست صحيحة ، إذ أن قيمة  $K_{eq}$  لا تعطي أي معلومات حول سرعة حدوث التفاعل أو بطئه .

وتعني القيمة المنخفضة ل  $K_{eq}$  فقط احتواء نظام الاتزان على تراكيز من المتفاعلات أعلى من النواتج عند حدوث التفاعلات الأمامية والعكسية بنسبة متساوية .

73) في نظام الاتزان  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  ، لون  $NO_2$  بني غامق .

فسر اختلاف اللون للاتزان كما هو موضح في الشكل 4-22 .



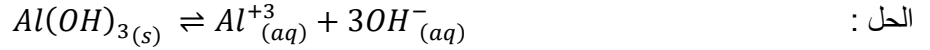
الشكل 4-22

الحل : عند وجود ضغط عالٍ (حجم أقل) يتجه الاتزان نحو الطرف الذي يقلل من قيمة الضغط ،

ويتم ذلك بالاتجاه نحو اليسار مستهلكاً المزيد من  $NO_2$  ذي اللون البين المحمر ، ومنتجاً المزيد من  $N_2O_4$  العديم اللون .

(74) إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى محلول هيدروكسيد الألومنيوم المشبع يُقلل من تركيز أيونات الألومنيوم .

اكتب معادلة اتزان الذوبانية وتعبير ثابت حاصل الذوبانية لمحلول مائي مشبع لهيدروكسيد الألومنيوم .



$$K_{SP} = [Al^{+3}] [OH^{-}]^3$$

### التفكير الناقد

(75) تحليل افترض أن نظام اتزان عند درجة حرارة معينة  $K_{eq}$  له تساوي 1.000 ، ما احتمال أن هذا النظام

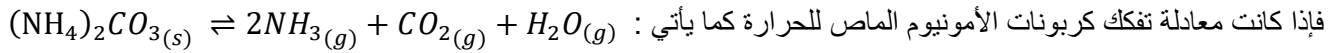
يتكون من 50% متفاعلات و 50% نواتج ؟ فسر إجابتك .

- بما أن  $K_{eq}$  هي نسبة النواتج إلى المتفاعلات ، فإنه من الممكن أن يتكون النظام من 50% متفاعلات و 50% نواتج ، ولكن ليس

من الضروري أن يكون الحال كذلك ، حيث يتطلب ثابت حاصل الذائبية عندما تكون قيمته 1.000 أن يكون القيمة العددية لنسبة تركيز

النواتج إلى تركيز المتفاعلات مساوية للقيمة 1.000 ، وذلك عندما تُرفع قيمة كل تركيز إلى قوة تساوي معاملها في المعادلة الموزونة .

(76) تطبيق يستعمل تنشق الأملاح أحياناً لإعادة إنعاش شخص فاقد للوعي ، إذ تتكون هذه الأملاح من كربونات الأمونيوم .



فهل تتوقع أن استنشاق الأملاح يعطي مفعولاً في أيام الشتاء الباردة كما في أيام الصيف الحارة ؟ فسر إجابتك .

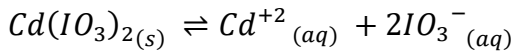
- لا، لأن التفاعل ماص للحرارة وفي فصل الشتاء تنخفض درجة الحرارة وعندها يكون اتجاه إزاحة الاتزان إلى الجهة اليسرى

مما يقلل من تركيز النواتج فلا يعطى المفعول كما كان في أيام الصيف .

(77) إذا علمت أن  $K_{SP}$  ليوديدات الكاديوم  $Cd(IO_3)_2$  يساوي  $2.3 \times 10^{-8}$  عند درجة حرارة  $298 K$  ،

فما تركيز (mol/l) كل من أيونات الكاديوم وأيونات اليوديدات في محلول مشبع مع يوديدات عند درجة حرارة  $298 K$  ؟

الحل :



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Cd^{+2}][IO_3^{-}]^2$$

$$2.3 \times 10^{-8} = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{2.3 \times 10^{-8}}{4}} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[Cd^{+2}] = s \text{ mol/l} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[IO_3^{-}] = 2s \text{ mol/l} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

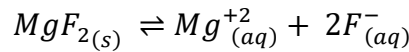
78) **تفسير البيانات** أي المركبات يترسب أولاً إذا تمت إضافة فلوريد الصوديوم الذي تركيزه  $0.500 M$  بشكل تدرجي إلى محلول يحتوي على تركيز  $0.500 M$  من كل من أيونات الباريوم والمغنسيوم ؟  
استعمل الجدول 4-6 واكتب معادلات ائزان الذوبانية وتعابير ثابت حاصل الذوبانية لكلا المركبين . فسر إجابتك .

الجدول 4-6 بيانات المركبين		
المركب	الكتلة المولية $g/mol$	الذوبانية عند $25^\circ C$ $g/l$
$BaF_2$	175.33	1.1
$MgF_2$	62.30	0.13



$$BaF_{2(s)} \text{ الذائبة المولارية لـ } s = \frac{1.1 g/l}{175.33 g/mol} = 6.3 \times 10^{-3} mol/l$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}] [F^{-}]^2 = (s) (2s)^2 = 4s^3 = 4(6.3 \times 10^{-3})^3 = 1.0 \times 10^{-6}$$



$$MgF_{2(s)} \text{ الذائبة المولارية لـ } s = \frac{0.13 g/l}{62.30 g/mol} = 2.1 \times 10^{-3} mol/l$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}] [F^{-}]^2 = (s) (2s)^2 = 4s^3 = 4(2.1 \times 10^{-3})^3 = 3.7 \times 10^{-8}$$

من المقارنة : قيمة الـ  $K_{SP}$  لـ فلوريد المغنسيوم ( $3.7 \times 10^{-8}$ ) أقل من قيمة  $K_{SP}$  لـ فلوريد الباريوم ( $1.0 \times 10^{-6}$ ) ،  
و بالتالي فإن فلوريد المغنسيوم سوف يترسب أولاً .

79) **السبب والنتيجة** افترض أن لديك  $2.56 g$  من خليط مكون من كلوريد الصوديوم وكلوريد الباريوم .

فسر كيف يمكن استعمال تفاعل الترسيب لتحديد مقدار كل مركب في الخليط .

1 - نذيب المخلوط في ماء مقطر .

2 : نضيف محلول إضافي يحتوي على الأنيون مثل الكربونات ، الكرومات والكبريتات التي ترسب أيونات الباريوم جميعها .

3 : نرشح الراسب ونجفقه ونقيس كتلته .

4 : نحسب عدد مولات مركب الباريوم المتكون ، الذي يساوي عدد مولات كلوريد الباريوم في المخلوط الأصلي .

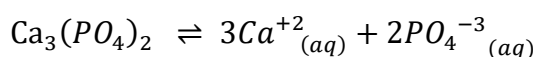
5 : نحسب كتلة كلوريد الباريوم في المخلوط الأصلي ، فيكون المتبقي من الخليط الأصلي هو كلوريد الصوديوم .

80) **قارن** أي المادتين الصلبيتين : فوسفات الكالسيوم وفوسفات الحديد III لها ذوبانية مولارية أكبر ؟

إذا علمت أن  $K_{SP} Ca_3(PO_4)_2 = 1.2 \times 10^{-29}$  و  $K_{SP} FePO_4 = 1.0 \times 10^{-22}$  أيهما له ذوبانية  $g/l$  أعلى ؟

الحل : نحسب الذائبة بالـ  $mol/l$  ومن ثم نحولها إلى  $g/l$  بالضرب بالكتلة المولية :

أولاً : الذوبانية المولارية لـ  $Ca_3(PO_4)_2$  :



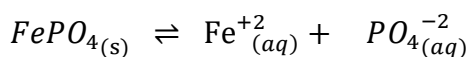
$$s \text{ mol/L} \quad 3s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Ca^{+2}]^3 [PO_4^{-3}]^2$$

$$1.2 \times 10^{-29} = (3s)^3 (2s)^2 = 108 s^5$$

$$s = \sqrt[5]{\frac{1.2 \times 10^{-29}}{108}} = 6.4 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$$

ثانياً : الذوبانية المولارية لـ  $FePO_4$  :



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{SP} = [Fe^{+2}] [PO_4^{-2}]$$

$$1.0 \times 10^{-22} = (s) (s) = s^2$$

$$s = \sqrt{1.0 \times 10^{-22}} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/l}$$

بالمقارنة نجد أن فوسفات الكالسيوم لها ذائبية مولارية أعلى من فوسفات الحديد .

والآن نحسب الذائبية معبراً عنها بوحدة  $g/l$  بالضرب بالكتلة المولية لكل مركب :

$$6.4 \times 10^{-7} \text{ mol/l} \times 310.2 \text{ g/mol} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ g/l} \quad : Ca_3(PO_4)_2$$

$$1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/l} \times 150.6 \text{ g/mol} = 1.5 \times 10^{-9} \text{ g/l} \quad : FePO_4$$

بالمقارنة نجد أن فوسفات الكالسيوم لها ذائبية أعلى من ذائبية فوسفات الحديد معبراً عنها بوحدة  $g/l$

### مسألة تحد

(81) تحضير الفوسجين الفوسجين  $COCl_2$  غاز سما يستعمل في تصنيع الأصباغ والأدوية والمبيدات الحشرية .

ويمكن تحضيره بتفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الكلور وفق المعادلة :  $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$  .

بدايةً وضع  $1.0000 \text{ mol}$  من كلا الغازين في وعاء حجمه  $10.00 \text{ L}$  وعند وصولهما إلى حالة الاتزان وجد

أن تركيز كل منهما  $0.0086$  . ما تركيز الفوسجين عند الاتزان ؟ وما  $K_{eq}$  للنظام ؟

الحل : التركيز المولاري الابتدائي لكل من  $CO$  و  $Cl_2$  يُحسب من حاصل قسمة عدد مولاتها على حجم الوعاء .

$$1.000 \text{ mol} / 10 \text{ L} = 0.1000 \text{ mol/l}$$

وإذا كان تركيز  $CO$  و  $Cl_2$  عند الاتزان يساوي  $0.0086 \text{ mol/l}$  فإن تركيز  $COCl_2$  :

$$0.1000 \text{ mol/l} - 0.0086 \text{ mol/l} = 0.0914 \text{ mol/l}$$

لذلك، فإن هذه القيمة قد نتجت من خلال التفاعل حيث تمثل قيمة  $COCl_2$

$$K_{eq} = \frac{[COCl_2]}{[CO] [Cl_2]} = \frac{(0.0914)}{(0.0086) (0.0086)} = 1236$$

## مراجعة تراكمية

82) عندما تقوم بعكس معادلة كيميائية حرارية لماذا يجب عكس إشارة  $\Delta H$  ؟

- عكس المعادلة الكيميائية الحرارية الطاردة للحرارة مثلاً يجعلها ماصة للحرارة ، وعليه فبدلاً من أن تكون الطاقة ناتجة عن التفاعل ، ستصبح ممتصة . لذا يجب عكس إشارة  $\Delta H$  .

## تقويم إضافي

### الكتابة في الكيمياء

83) مركب جديد تخيل أنك عالم ، وقد قمت بتركيب سائل فريد وجديد وأسميته يولان ومختصره يو .

يولان سائل غير سام ، وتحضيره غير مكلف ، وله القدرة على إذابة كمية كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وفق معادلة الاتزان :  
 $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(yo) \quad , K_{eq} = 3.4 \times 10^6$

84) اكتب مقالة لمجلة أو صحيفة تفسر فيها ميزة يولان في مكافحة الارتفاع في درجات الحرارة العالمي .

- نلاحظ أن ثابت اتزان التفاعل هو رقم كبير (حيث يمتص ثاني أكسيد الكربون) ،  
وعليه فالتفاعل ذو كفاءة عالية في إزالة كمية ثاني أكسيد الكربون الزائدة من الغلاف الجوي .  
بالإضافة إلى أن مادة اليولان نفسها لا تضر بالبيئة .

85) عسر الماء يسبب وجود أيونات الماغنسيوم والكالسيوم في الماء عسره .

فسر بالاعتماد على الذوبانية لماذا يعد وجود هذين الأيونين أحياناً غير مرغوب فيه . ثم أوجد الطرائق التي يمكن اتخاذها للحد منهما .  
الحل : الآثار غير المرغوب بها لوجود هذين الأيونين في الماء :

- تؤدي قلة ذائبية بعض مركبات الماغنسيوم والكالسيوم إلى إتلاف التمديدات الصحية ، وتقليل فاعليتها .

- كما أن قلة ذائبية  $CaSO_4$  في الماء الساخن ستؤدي إلى إتلاف الأنابيب الناقلة لها .

- تتفاعل أيونات الماغنسيوم والكالسيوم مع الصابون مكونة مركبات غير ذائبة ، جاعلة الصابون أقل فاعلية ، ومكونة ترسبات على المغاسل .  
طرائق يمكن اتخاذها للحد من هذين الأيونين :

- يمكن إزالة أيونات الكالسيوم والماغنسيوم من خلال التنقية ، أو تفاعلات الاستبدال >

- يمكن معالجة الماء الساخن بإضافة كربونات الصوديوم ، مما يؤدي إلى ترسيب كربونات الكالسيوم ، ومنع تكوين  $CaSO_4$  في الأنابيب الناقلة .

## أسئلة المستندات

**التلوث** تحتوي عوادم السيارات على الملوثات الخطرة : أول أكسيد النيتروجين  $NO$  وأول أكسيد الكربون  $CO$  . ويمكن أن تقلل كمية هذين الغازين في الهواء الجوي بتمريرهما فوق سبيكة ( عامل محفز ) .

عندما يمر غازا  $NO$  و  $CO$  فوق هذا المحفز ينشأ الاتزان الآتي :  $2NO_{(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2CO_{2(g)}$  ويتأثر ثابت الاتزان بدرجة الحرارة ، كما هو موضح في الجدول 4-7

جدول 4-7 $K_{eq}$ مقابل درجة الحرارة			
1000 K	900 K	800 K	700 K
$3.27 \times 10^{45}$	$4.66 \times 10^{54}$	$1.04 \times 10^{66}$	$9.10 \times 10^{97}$

(86) اكتب تعبير ثابت الاتزان لهذا الاتزان .

$$K_{eq} = \frac{[N_2] [CO_2]^2}{[NO]^2 [CO]}$$

(87) ادرس العلاقة بين  $K_{eq}$  ودرجة الحرارة . استعمل مبدأ لوتشاتيليه لاستنتاج ما إذا كان التفاعل الأمامي ماصاً أم طارداً للطاقة .

- بما أن قيمة  $K_{eq}$  تتناقص مع ازدياد درجة الحرارة لذا نستنتج أن التفاعل الأمامي طارد للحرارة .

(88) فسر كيف أن الراديتر (مبرد السيارة) المطلي بالسبيكة يمكن أن يساعد على تقليل تركيز  $NO$  و  $CO$  في الغلاف الجوي ؟

عندما يمر غازا  $NO$  و  $CO$  على السبيكة المطلى بها الراديتر فإن هذه السبيكة تعمل كعامل محفز يزيد من سرعة التفاعل بين  $NO$  و  $CO$  فيتكون  $NO_2$  و  $CO_2$  مما يقلل من تركيز  $NO$  و  $CO$  في الغلاف الجوي.

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

(1) أي مما يأتي يصف نظاماً وصل إلى حالة الاتزان الكيميائي ؟

a. لا يوجد ناتج جديد يتكون بفعل التفاعل الأمامي .

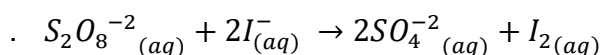
b. لا يحدث التفاعل العكسي في النظام .

c. تركيز المتفاعلات في النظام يساوي تركيز النواتج .

d. سرعة حدوث التفاعل الأمامي تساوي سرعة حدوث التفاعل العكسي .

الجواب : d

(2) يستطيع الطلاب إجراء التفاعل بين أيونات  $S_2O_8^{2-}$  وأيونات اليوديد  $I^-$  لأنه يسير ببطء كافٍ لقياس سرعته .



تم تحديد رتبة هذا التفاعل في المختبر لتكون الرتبة الأولى في  $S_2O_8^{2-}$  والرتبة الأولى في  $I^-$  . ما قانون السرعة الكلي لهذا التفاعل ؟

$$R = K [S_2O_8^{2-}]^2 [I^-] \quad a.$$

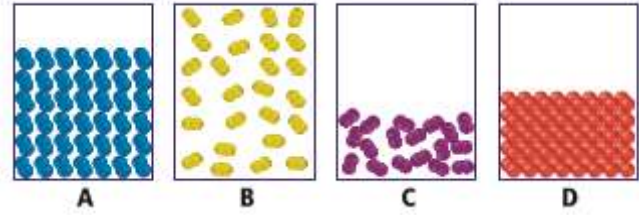
$$R = K [S_2O_8^{2-}] [I^-] \quad b.$$

$$R = K [S_2O_8^{2-}] [I^-]^2 \quad c.$$

$$R = K [S_2O_8^{2-}]^2 [I^-]^2 \quad d.$$

الجواب : b

استعمل الرسوم الآتية للإجابة عن السؤال 3 .



3) أي الرسوم الأربعة يبين المادة التي لها أضعف قوى بين جزيئية ؟

A .a B .b

C .c D .d

الجواب : b

4) أي نوع من القوى بين الجزيئية ينتج عن عدم توازن مؤقت في الكثافة الإلكترونية حول نواة الذرة ؟

a. الروابط الأيونية b. قوى التشتت

c. قوى ثنائية القطب d. الروابط الهيدروجينية .

الجواب : b

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 5 إلى 7 .

بيانات التركيز للتوازن الآتي $MnCO_{3(s)} \rightarrow Mn^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}_{(aq)}$ ( عند 289 K )				
المحاولة	$[Mn^{+2}]$ الابتدائي	$[CO_3^{-2}]$ الابتدائي	$[Mn^{+2}]$ عند الاتزان	$[CO_3^{-2}]$ عند الاتزان
1	0.0000	0.00400	$5.60 \times 10^{-9}$	$4.00 \times 10^{-3}$
2	0.0000	0.0000	$1.00 \times 10^{-2}$	$2.24 \times 10^{-9}$
3	0.0000	0.0200	$1.12 \times 10^{-9}$	$2.00 \times 10^{-2}$

5) ما قيمة  $K_{SP}$  لـ  $MnCO_3$  عند درجة حرارة 298 K ؟

a.  $2.24 \times 10^{-11}$  b.  $4.00 \times 10^{-11}$

c.  $1.12 \times 10^{-9}$  d.  $5.60 \times 10^{-9}$

الجواب : a

طريقة الحل :  $MnCO_{3(s)} \rightleftharpoons Mn^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}_{(aq)}$

$$K_{SP} = [Mn^{+2}][CO_3^{-2}] = (5.60 \times 10^{-9})(4.00 \times 10^{-3}) = 2.24 \times 10^{-11}$$



(6) ما ذوبانية  $MnCO_3$  عند درجة حرارة  $298 K$  ؟

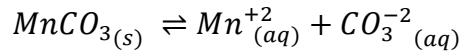
b.  $6.32 \times 10^{-2} M$

a.  $4.73 \times 10^{-6} M$

d.  $3.35 \times 10^{-5} M$

c.  $7.48 \times 10^{-5} M$

الجواب : a



طريقة الحل :

$$s = [Mn^{+2}] = [CO_3^{-2}]$$

$$(s)(s) = s^2 = 2.24 \times 10^{-11}$$

$$s = \sqrt{2.24 \times 10^{-11}} = 4.73 \times 10^{-6} M$$

(7) عند خلط  $50 ml$  من  $K_2CO_3$  الذي تركيزه  $3.00 \times 10^{-6} M$  مع  $50 ml$  من  $MnCl_2$  ،

سوف يتكون راسب من  $MnCO_3$  فقط عندما يكون تركيز محلول  $MnCl_2$  أكبر من :

b.  $1.49 \times 10^{-5} M$

a.  $7.47 \times 10^{-6} M$

d.  $3.35 \times 10^{-5} M$

c.  $2.99 \times 10^{-5} M$

الجواب : c

طريقة الحل : بما أن حجم المحلول قد تضاعف ، فإن تركيز  $[CO_3^{-2}]$  في الخليط يصبح النصف :  $\frac{3.00 \times 10^{-6} M}{2} = 1.5 \times 10^{-6} M$

$$[Mn^{+2}][CO_3^{-2}] = [Mn^{+2}](1.5 \times 10^{-6}) = 2.24 \times 10^{-11} \Rightarrow [Mn^{+2}] = \frac{2.24 \times 10^{-11}}{1.5 \times 10^{-6}} = 1.49 \times 10^{-5} M$$

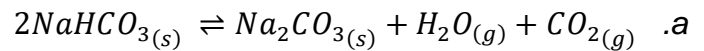
تركيز أيون  $[Mn^{+2}]$  يساوي  $1.49 \times 10^{-5} M$  ويساوي تركيز أيون  $[Mn^{+2}]$  في خليط .

ولتكوين راسب يجب أن يكون تركيز محلول  $MnCl_2$  الأصلي كما يلي

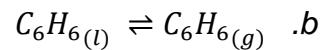
$$= 2(x) = 2(1.49 \times 10^{-5} M) = 2.99 \times 10^{-5} M$$

أسئلة الإجابات القصيرة

(8) اكتب تعبير ثابت الاتزان لكل اتزان غير متجانس فيما يلي :



$$K_{eq} = [H_2O][CO_2]$$



$$K_{eq} = [C_6H_{6(g)}]$$

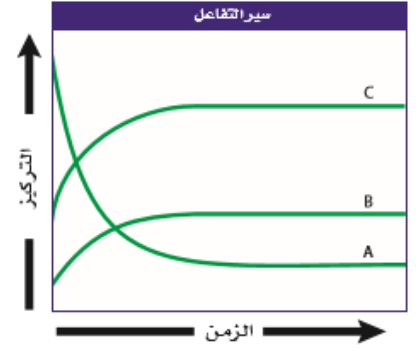
(9) ينتج عن تسخين الحجر الجيري  $CaCO_{3(s)}$  الجير الحي  $CaO_{(s)}$  وغاز ثاني أكسيد الكربون .

اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل العكسي .

$$K_{eq} = [CO_2]$$

## أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 - 12



10) صف شكل الرسم البياني عند حدوث الاتزان .

- عند حدوث الاتزان تصبح الخطوط أفقية ، حيث تبقى تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة عند هذه النقطة .

11) فسر لماذا لا يساوي تركيز المتفاعلات صفرًا عند نهاية هذا التفاعل ؟

- لا يساوي تركيز المتفاعلات صفرًا في نهاية التفاعل ، لأن التفاعل في حالة اتزان .

وحتى يُنتج التفاعل العكسي مزيداً من النواتج يجب أن تكون سرعته مساوية لسرعة التفاعل الأمامي الذي يستهلك المتفاعلات .

12) صنف نوع التفاعل الكيميائي الذي يظهر في هذا الرسم البياني ، وكشف تدعم البيانات فسه استنتاجك ؟

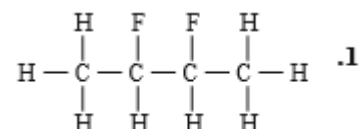
- يعد هذا التفاعل - على الأغلب - تفاعل تفكك . حيث يوجد هناك متفاعل واحد يظهره المنحنى A وتقل ذائبيته كلما استهلك .

كما أن هناك ناتجين ممثلين في الخطين B و C تزداد ذائبيتهما بازدياد الزمن ، حيث إنهما يتكونان من تفكك A .

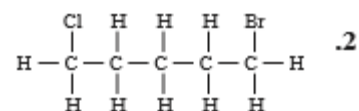
**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 5 الدرس 5-1**

## مسائل تدريبية

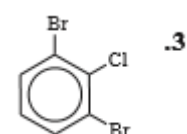
سم هاليد الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية الآتية :



3،2 - ثنائي فلورو بيوتان



1-برومو-5-كلوروبنتان



3،1 ثنائي برومو -2- كلورو بنزين

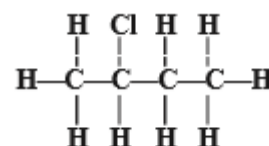
## التقويم 5-1

4. قارن قيم تختلف هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل ؟

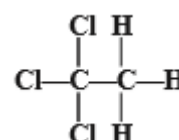
- يُعد هاليد الألكيل أحد مشتقات المركّبات الهيدروكربونية ، حيث ترتبط ذرة الهالوجين بروابط تساهمية بذرات الكربون الأليفاتية ،  
في حين يُعد هاليد الأريل أحد مشتقات المركّبات التي يرتبط فيها ذرة الهالوجين بحلقة بنزين أو مركّبات أروماتية (عطرية) أخرى برابطة تساهمية .

5. اكتب الصيغ البنائية لكل مما يأتي :

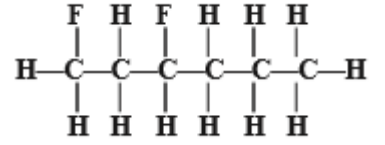
a . 2 - كلوروبيوتان



b . 1،1،1 ثلاثي كلورو إيثان



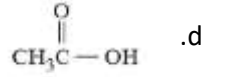
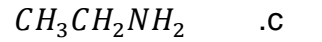
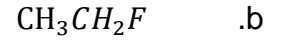
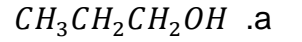
c. 1،3 ثنائي فلورو هكسان



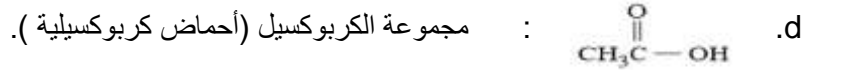
d. 4- برومو - 1- كلورو بنزين



6. عرّف المجموعة الوظيفية ، وسم المجموعة الوظيفية في كل من الصيغ البنائية الآتية ، ثم سمّ نوع المركب العضوي لكل منها .



الحل : المجموعة الوظيفية : هي ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل بطرائق عدة .



7. قوّم كيف يمكن توقع درجة غليان البروبان ، و 1- كلورو بروبان عند إجراء مقارنة بينهما ؟ فسّر إجابتك .

الحل : درجة غليان 1- كلورو بروبان أعلى من درجة غليان البروبان .

لأن جزيئات 1- كلورو بروبان تشكل روابط ثنائية القطب أكثر من جزيئات البروبان .

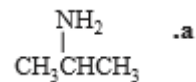
**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 5 الدرس 2-5**

## التقويم 2-5

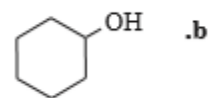
8. حدد عنصرين يتوافران بشكل كبير في المجموعات الوظيفية .

- الأكسجين , النيتروجين , النيتروجين .

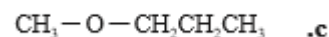
9. حدّد المجموعة الوظيفية لكل مما يأتي ، وسمّ المادة المبينة لكل صيغة بنائية .



- تمثل مجموعة  $\text{NH}_2$  - مجموعة الأمين الوظيفية ، ويمكن تسمية المركب (أيزوبروبيل أمين ، 2-بروبيل أمين ، 2-أمينو بروبان)



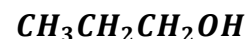
- تمثل مجموعة  $\text{OH}$  - مجموعة الهيدروكسيل الوظيفية ، اسم المركب : هكسانول الحلقي



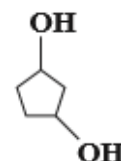
- المجموعة الوظيفية : الإيثر ، اسم المركب : ميثيل بروبيل إيثر

10. اكتب الصيغة البنائية لكل جزيء مما يأتي :

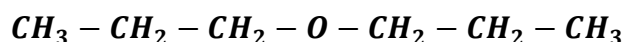
a. 1- بروبانول



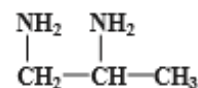
b. 1، 3- ثنائي هيدروكسيل بنتان حلقي .



c. ثنائي بروبيل إيثر



d. 1، 2-بروبان ثنائي أمين



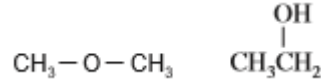
11. ناقش خواص الكحولات ، والإثيرات ، و الأمينات ، ثم أعط استعمالاً واحداً لكل منها .

- الكحولات : معتدلة القطبية ، يمكن أن تكوّن روابط هيدروجينية مع جزيئات أخرى ، درجة غليانها أعلى من الألكانات التي لها نفس الشكل والحجم ، ومثال عليها (الميثانول) . استعماله : شائع الاستعمال في الصناعة بوصفه مذيباً في بعض الدهانات .

- الإثيرات : غير قادرة على تكوين روابط هيدروجينية ، وهي مادة متطايرة ذات درجة غليان منخفضة ، وأقل ذوباناً من الكحولات في الماء ، ومثال عليها : ثنائي إيثيل إثير . استعملت كمادة مخدرة في العمليات الجراحية .

الأمينات : بعض الأمينات لها روائح كريهة منقّرة للبشر ، مثال عليها : هكسيل أمين الحلقي . له دور هام في صناعة المبيدات الحشرية .

12. حل- اعتماداً على الصيغة البنائية أدناه – أي المركبين أكثر ذوبانية في الماء ؟ فسّر إجابتك .



الحل : يعد الإيثانول أكثر ذائبية في الماء من ميثيل الإثير ، لأن جزيئاته أكثر قطبية ، فالكحولات على الأغلب أكثر ذوبانية في الماء من الإثيرات .



**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 5 الدرس 3-5**

13. **صنف** كل مركب من مركبات الكربونيل الآتية إلى : ( إستر - كيتون - ألدهيد ، حمض كربوكسيلي - أميد ) .



الحل : a. إستر  
b. أميد  
c. كيتون  
d. ألدهيد

14. **صف** نواتج تفاعل التكاثف بين الحمض الكربوكسيلي والكحول .

- النواتج هي إستر وماء .

15. **حدد** الصيغة العامة للألكانات هي  $C_n H_{2n+2}$  . فما الصيغة العامة التي تمثل الألدهيد ، والكيتون ، والحمض الكربوكسيلي ؟

- الألدهيد :  $C_n H_{2n} O$

- الكيتون :  $C_n H_{2n} O$

- الحمض الكربوكسيلي :  $C_n H_{2n} O_2$

16. **استنتج** لماذا تكون المركبات العضوية التي تحتوي مجموعات كربوكسيل ذات خواص حمضية عندما تذوب في الماء .

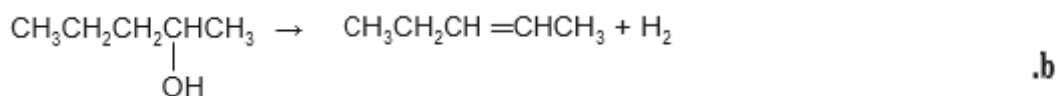
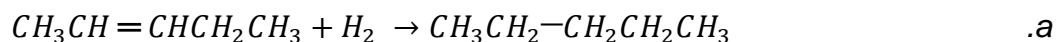
بينما لا تكون مركبات أخرى مشابهة لها في التركيب مثل الألدهيد لها الخواص نفسها ؟

- تتأين مجموعة الكربوكسيل بسهولة وتمنح أيون الهيدروجين  $H^+$  .

ومع ذلك فإن ذرة الهيدروجين المرتبطة بمجموعة الكربونيل في الألدهيد لا تتأين بسهولة .

**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 5 الدرس 4-5**

17. صنف كل تفاعل إلى استبدال ، أو تكاثف ، أو إضافة ، أو حذف .



الحل : a. إضافة b. حذف

18. حدد نوع التفاعل العضوي الذي يحقق أفضل ناتج لكل عملية تحويل مما يأتي :

a. هاليد ألكيل ← ألكين

حذف

b. ألكين ← كحول

إضافة

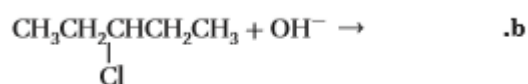
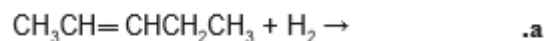
c. كحول + حمض كربوكسيلي ← إستر

تكاثف

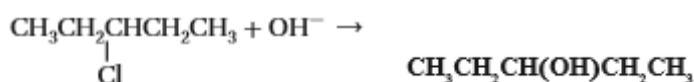
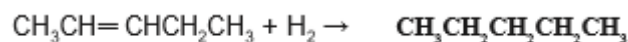
d. ألكين ← هاليد ألكيل

إضافة

19. أكمل كل معادلة مما يلي من خلال كتابة الصيغة البنائية للناتج الأكثر احتمالاً .



الحل :



20. توقع النواتج فسر لماذا يؤدي إضافة الماء إلى 1-بيوتين إلى تكوين نوعين من النواتج ،

بينما إضافة الماء إلى 2-بيوتين تكوّن نوعاً واحداً من النواتج ؟

الحل : قد ينتج عن إضافة الماء إلى 1-بيوتين النواتج : 1-بيوتانول و / أو 2-بيوتانول ، لأن مجموعة الهيدروكسيل ربما ترتبط بذرة

الكربون رقم 1 أو 2 من سلسلة الكربون المكوّنة من 4 ذرات .

في حين ينتج عن إضافة الماء إلى 2-بيوتين ، فقط 2-بيوتانول ، لأن مجموعة الهيدروكسيل يجب أن تكون على ذرة الكربون رقم 2 .

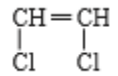
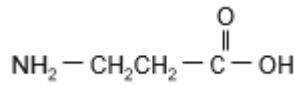
**حلول كيمياء 3**  
**التعليم الثانوي**  
**نظام المقررات**  
**الفصل 5 الدرس 5-5**

## التقويم 5-5

21. ارسم الصيغة البنائية للبوليمر الذي ينتج عن المونومرات الآتية في حالتها :

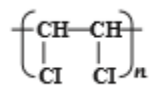
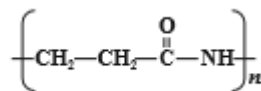
a. الإضافة ، b. التكاثف .

a. b.

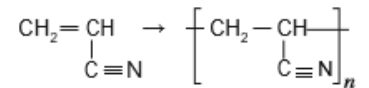


الحل:

a. الإضافة : b. التكاثف



22. سمّ تفاعل البلمرة الآتي : إضافة أو تكاثف . فسّر إجابتك .



الحل : تفاعل إضافة ، لأنه تم الاحتفاظ بذرات المونومر جميعها في البوليمر دون فقدان أي منها .

23. حدد تَعَوّض البوليمرات الصناعية في كثير من الأحيان الكثير من المواد الطبيعية مثل : الحجر ، والخشب والمعادن ، والصوف ،

والقطن في العديد من التطبيقات . حدد بعض مزايا وعيوب استعمال المواد الصناعية بدلاً من المواد الطبيعية .

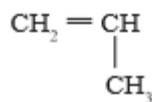
- مزايا البوليمرات الصناعية : لا تتعفن المواد الصناعية مثل المنتجات الطبيعية كالخشب والقطن في كثير من الأحيان ، وكذلك يسهل

إنتاج المواد الصناعية بالأشكال والحجوم المطلوبة ، مثل الأحجار الصناعية . كما أن المواد الصناعية عادة لا تصدأ ولا تتآكل مثل المعادن .

أما العيوب : فهي أن المنتجات الهيكلية الاصطناعية ، مثل الخشب البلاستيكي ليست صلبة ، وتحتاج إلى مزيد من الدعم .

24. توقع الخواص الفيزيائية للبوليمر الذي يصنع من المونومر الآتي :

تناول خاصية الذوبان في الماء ، والتوصيل الكهربائي ، والملمس ، والنشاط الكيميائي .



الحل : يتصف البوليمر بملمس شمعي ، وقلة الذوبان في الماء ، ورداءة التوصيل للتيار الكهربائي ، بالإضافة إلى قلة النشاط الكيميائي .

ستكون من البلاستيك القابل للتشكّل (الثيرموبلاستيك) . ويتكون من سلسلة طويلة من الألكان مشابهة ل البولي إيثيلين .

**حلول كيمياء 3**  
التعليم الثانوي  
نظام المقررات  
الفصل 5 التقويم

## إتقان المفاهيم

25. ما المجموعة الوظيفية ؟

- المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات في المركب العضوي ، وغالباً ما تتفاعل بطريقة معينة .

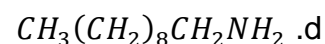
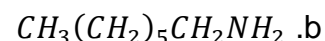
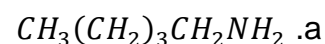
26. صف وقارن الصيغ البنائية لهاليدات الألكيل وهاليدات الأريل .

- تحتوي هاليدات الألكيل على ذرة هالوجين مرتبطة بالسلسلة الكربونية الأليفاتية أو الحلقية ، في حين تحتوي هاليدات الأريل على ذرة هالوجين مرتبطة بشكل مباشر بذرة الكربون الموجودة في جزيء البنزين أو أي حلقة أروماتية .

27. ما المواد المتفاعلة التي سوف نستخدمها لتحويل الميثان إلى بروموميثان ؟

- البروم .

28. سم الأمينات التي تمثلها الصيغ الآتية :



b. 1-أمينو هبتان

الحل : a. 1-أمينو بنتان

d. 1-أمينو ديكان

c. 2 -أمينو بنتان

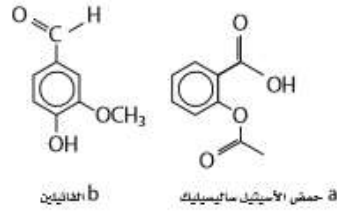
29. فسر لماذا تزداد درجات غليان هاليدات الألكيل بالتدريج عند الاتجاه إلى الأسفل في مجموعة الهالوجينات في الجدول الدوري ؟

-يعود سبب هذا النمط إلى ازدياد عدد إلكترونات الهالوجينات والتي تقع بعيداً عن النواة عند الانتقال من الفلور إلى اليود ويمكن تحريك هذه الإلكترونات بسهولة فتصبح ثنائية القطب بصورة مؤقتة . وتعمل قوة التجاذب ثنائية القطب على جذبها معاً ، ونتيجة لذلك سنحتاج إلى قوة كبيرة لفصلها . ومن ثم تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل بزيادة حجم ذرة الهالوجين .



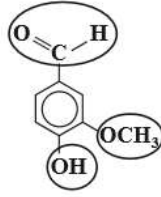
## إتقان حل المسائل

30. ضع دائرة حول المجموعات الوظيفية في الصيغ البنائية المبينة في الشكل 5-22 ، ثم اذكر اسم كل منها .

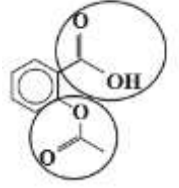


الشكل 5-22

الحل :



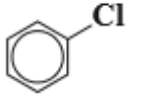
الدهيد ، وإيثر ، وكحول



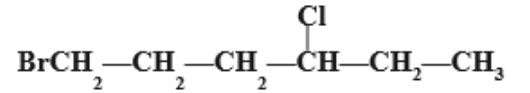
حمض كربوكسيلي ، وإستر

31. ارسم الصيغة البنائية لهاليدات الألكيل أو الأريل الآتية :

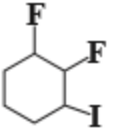
a. كلوروبنزين



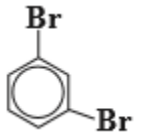
b. 1 - برومو - 4 - كلورو هكسان



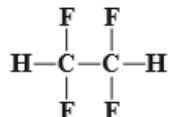
c. 1، 2 - ثنائي فلورو - 3 - أيودو هكسان حلقي



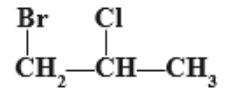
d. 1، 3 - ثنائي بروموبنزين



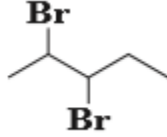
e. 1، 1، 2، 2 - رباعي فلورو إيثان



32. اكتب الصيغة البنائية للمركب : 1-برومو -2- كلورو بروبان .



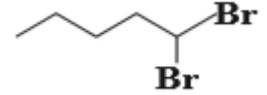
33. اكتب المتشكلات البنائية المحتملة جميعها لهاليد الألكيل ذو الصيغة الجزيئية  $C_5H_{10}Br_2$  ، ثم سم كلاً منها .



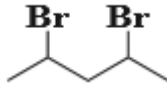
2،3 -ثنائي برومو البنتان



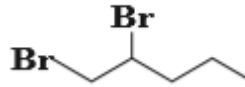
1،5 -ثنائي برومو البنتان



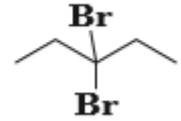
1،1 -ثنائي برومو البنتان



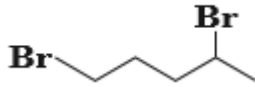
2،4 -ثنائي برومو البنتان



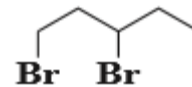
1،2 -ثنائي برومو البنتان



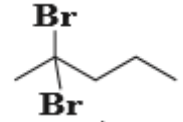
3،3 -ثنائي برومو البنتان



1،4 -ثنائي برومو البنتان



1،3 -ثنائي برومو البنتان



2،2 -ثنائي برومو البنتان

34. سمّ متشكلاً بنائياً واحداً محتملاً عند تغيير موقع واحدة أو أكثر من ذرات الهالوجين لكل من هاليدات الألكيل الآتية :

a. 2- كلوروبنتان

1- كلوروبنتان ، 3- كلوروبنتان

b. 1،1 -ثنائي فلورو بروبان

1،2 -ثنائي فلورو بروبان ، 1،3 -ثنائي فلورو بروبان ، 2،2 -ثنائي فلورو بروبان

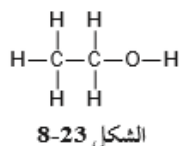
c. 3،1 -ثنائي بروموبنتان حلقي

1،2 أو 1،1 -ثنائي بروموبنتان حلقي

d. 1 -برومو -2-كلوروايثان

1 -برومو -1-كلوروايثان

35. كيف يمكن تغيير الخواص الطبيعية للمركب المبين في الشكل 5-23 ؟ ما اسم هذا المركب ؟



الحل : المركب هو الإيثانول ، ويمكن تغيير خواصه بإضافة كمية بسيطة من المواد السامة ، لجعله غير صالح وغير آمن للشرب .

36. تطبيقات عملية سم كحولاً ، أو أميناً ، أو إيثرأ واحداً يستعمل لكل غرض من الأغراض الآتية :

a. مادة مطهرة b. مذيب للطلاء

c. مانع للتجمد d. مخدر

e. إنتاج الأصباغ

الحل : a. إيثانول b. 1-ميثانول

c. جلايكول الإيثيلين أو جلايكول البروبيلين d. إيثيل إيثر

e. أنيلين .

37. فسّر لماذا تكون ذوبانية جزيء الكحول في الماء أكثر من ذوبانية جزيء الإيثر رغم أن الكتلة المولية لهما متساوية ؟

- تكون الكحولات دائماً قطبية ، وذلك بسبب عدم تماثل توزيع الشحنات حول ذرة الأكسجين في مجموعة الهيدروكسيل  $-OH$  .  
في حين تعتمد قطبية الإيثر على الشكل العام للإيثر . وغالباً ما تكون الكحولات أكثر ذوبانية من الإيثرات في الماء لأنه مذيب قطبي .

38. فسّر لماذا تكون درجة غلينا الإيثانول أعلى كثيراً من الأمينو إيثان رغم أن الكتلة المولية لهما متساوية تقريباً ؟

- لأن روابط  $O-H$  أكثر قطبية من روابط  $N-H$  ، وتكون الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الإيثانول أقوى من الروابط بين جزيئات الأمينوإيثان . وينتج عن قوى التجاذب الأقوى درجات غليان أعلى .

## إتقان حل المسائل

39. سم متشكلاً بنائياً (إيثرأ) لكل من الكحولين الآتيتين :

a. 1-بيوتانول

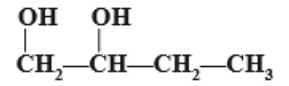
إيثيل إيثر ، بروبيل ميثيل إيثر .

b. 2-هكسانول

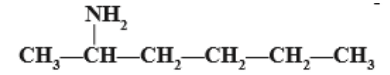
بروبيل إيثر ، أيزوبوبيل إيثر ، إيثيل بيوتل إيثر ، بنتل ميثيل إيثر

40. اكتب الصيغة البنائية لكل من الكحولات ، والأمينات ، والإثيرات الآتية :

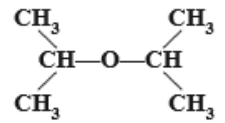
a. 2،1 – بيوتادايول



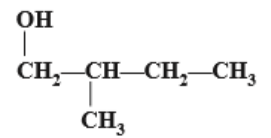
b. 5-أمينوهكسان



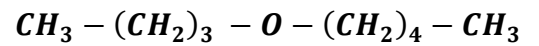
c. ثنائي أيزوبروبيل إثير



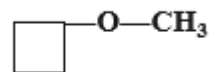
d. 2-ميثيل-1-بيوتانول



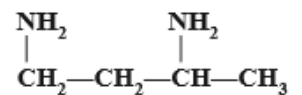
e. بيوتيل بنتيل إثير



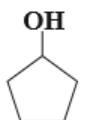
f. بيوتيل حلقي ميثيل إثير



g. 3،1 – ثنائي أمينو بيوتان



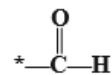
h. بنتانول حلقي



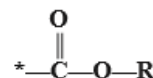
## إتقان المفاهيم

41. اكتب الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية :

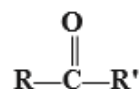
a. ألدهيد



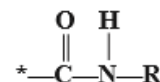
b. إستر



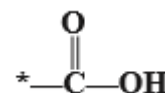
c. كيتون



d. أميد



e. حمض كربوكسيلي



42. استعملات شائعة سم الأدهيد، أو الكيتون، أو الحمض الكربوكسيلي، أو الإستر، أو الأميد المستعمل لكل من الأغراض الآتية :

a. حفظ العينات البيولوجية .

b. مذيب لتلميع الأظافر .

c. حمض في الخل .

d. نكهة في الأطعمة والمشروبات .

b. أسيتون

الحل : a. فورمالدهيد

c. حمض الإيثانويك (الأسيتيك)

d. بيوتانوات الإيثيل، 2-ميثيل بيوتيل أسيتات، بنتوات البنثيل ....

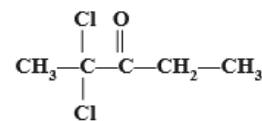
43. ما نوع التفاعل المستعمل لإنتاج الأسبرين من حمض السلسيليك وحمض الأسيتيك ؟

- تفاعل تكاثف

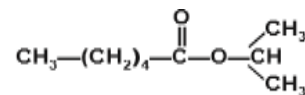
## إتقان حل المسائل

44. اكتب الصيغ البنائية لمركبات الكربونيل الآتية :

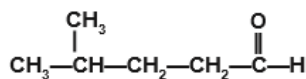
a. 2،2-ثنائي كلورو-3-بنتانول



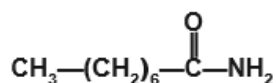
c. هكسانوات الأيزوبروبيل



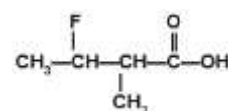
b. 4-ميثيل بنتانال



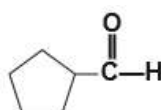
d. أوكتانوأميد



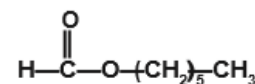
e. 3-فلورو-2-ميثيل حمض البيبتانويك



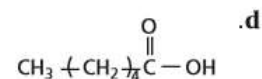
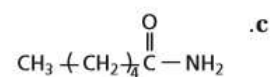
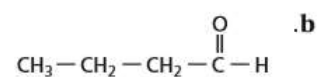
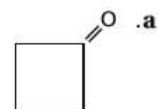
f. بنتانال حلقي



g. ميثانوات الهكسيل



45. سم المركبات الآتية :



b. بيوتانال

الحل : a. بيوتانول حلقي

d. حمض الهكسانويك

c. هكسانو أميد

## إتقان المفاهيم

46. تحضير المركبات العضوية ما المواد الأولية اللازمة لتحضير معظم المركبات العضوية الصناعية ؟

- الوقود الأحفوري مثل النفط ، والغاز الطبيعي .

47. فسّر أهمية تصنيف التفاعلات الكيميائية ؟

- لما كانت التفاعلات الكيميائية كثيرة ، فإن تصنيفها يساعد الطلاب والكيميائيين على زيادة فهمها وتذكرها ، وتوقع نواتج التفاعلات الجديدة

48. اكتب اسم التفاعل العضوي اللازم لإجراء التغييرات الآتية :

a. ألكين ← ألكان

الإضافة

b. هاليد الألكيل ← كحول

الاستبدال

c. هاليد الألكيل ← ألكين

الحذف

d. أمين + حمض كربوكسيلي ← أميد

التكاثف

e. كحول ← هاليد الألكيل

الاستبدال

f. ألكين ← كحول

الإضافة ، والتميه (إضافة الماء)

## إتقان حل المسائل

49. صنف كلاً من التفاعلات العضوية الآتية إلى استبدال ، أو إضافة ، أو أكسدة واختزال ، أو حذف ، أو تكاثف .

a. 2-بيوتين + هيدروجين ← بيوتان

الإضافة

b. بروبان + فلور ← 2-فلوروبروبان + فلوريد الهيدروجين

الاستبدال

c. 2 -بروبانول ← بروبين + ماء

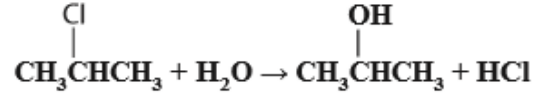
الحذف

d. بيوتين حلقي + ماء ← بيوتانول حلقي

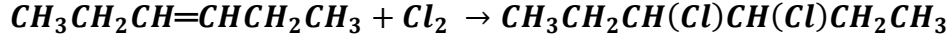
الإضافة

50 . استعمال الصيغ البنائية لكتابة معادلات التفاعلات الآتية :

a. تفاعل استبدال بين 2-كلوروبروبان والماء لتكوين 2-بروبانول وكلوريد الهيدروجين .



b. تفاعل الإضافة بين 3-هكسين والكلور لتكوين 3،4-ثنائي كلورو هكسان



51. ما نوع التفاعل الذي يعمل على تحويل الكحول إلى كل نوع من المركبات الآتية :

a. إستر b. ألكين

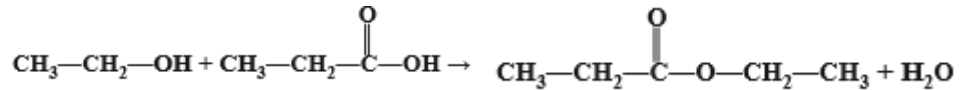
c. هاليد الألكيل d. ألدهيد

الحل :

a. التكاثف b. الحذف

c. الاستبدال d. الأكسدة

52. استعمال الصيغ البنائية لكتابة معادلة تفاعل التكاثف بين الإيثانول وحمض البروبانويك .



## 5-5

### إتقان المفاهيم

53. اشرح الفرق بين عمليتي البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكاثف .

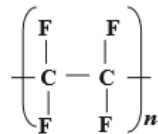
- في عملية البلمرة بالإضافة ، تبقى ذرات المونومرات جميعها الداخلة في البوليمر الناتج ،  
في حين أنه في عملية البلمرة بالتكاثف يشترك مونومران على الأقل ، لكل منهما مجموعتان وظيفيتان لتكوين البوليمر ،  
ويرافق ذلك فقدان جزيء صغير مثل الماء .

### إتقان حل المسائل

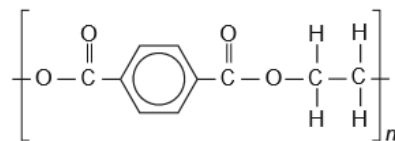
54. تصنيع البوليمر ما المونومرات التي يلزم أن تتفاعل لإنتاج كل من البوليمرات الآتية ؟

a. بولي إيثيلين b. بولي إيثيلين تيرافثاليت c. بولي رباعي فلورو إيثيلين

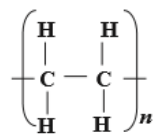
رباعي فلورو إيثيلين



ثنائي - بيتا - هيدروكسي تيرافثاليت

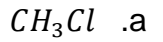


الإيثيلين ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )





55. سم البوليمرات الناتجة من المونومرات الآتية :



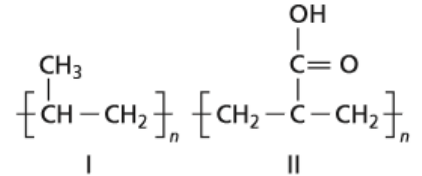
بولي فينيل كلوريد



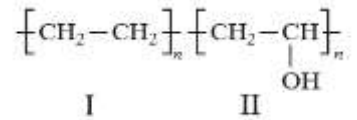
بولي فينيلدين كلوريد

56. اختر البوليمر في كل من الأزواج الآتية الذي تتوقع أن تكون ذوبانيته أكبر في الماء .

a.



b.



b. البوليمر II

a. البوليمر II

57. ادرس الصيغ البنائية للبوليمرات الواردة في الجدول 14-5 ، ثم قرر هل تنتج هذه البوليمرات عن عملية بلمرة بالإضافة أو بلمرة التكاثف .

a. النايلون

بلمرة بالتكاثف

b. بولي أكريلونيتريل

بلمرة بالإضافة

c. بولي يوريثان

بلمرة بالتكاثف

d. بولي بروبيلين

بلمرة بالإضافة

58. الهرمونات البشرية أي الهالوجينات يوجد في الهرمونات التي تنتجها الغدة الدرقية الطبيعية في الإنسان ؟

- اليود .

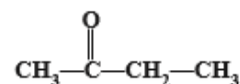
## مراجعة عامة

59. صف خواص الأحماض الكربوكسيلية .

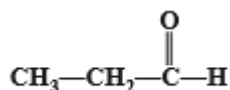
- تُعد الأحماض الكربوكسيلية أحماضاً ضعيفة ، ذات مذاق حمضي ، وتتكون من جزيئات قطبية .

60. اكتب الصيغ البنائية للمركبات الآتية :

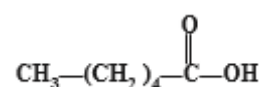
a. بيوتانون



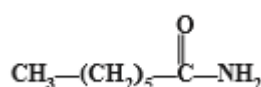
b. بروبانال



c. حمض الهكسانويك



d. أميد هبتان



61. سم نوع المركب العضوي الناتج عن التفاعلات الآتية :

a. الحذف في الكحول

ألكين

b. إضافة كلوريد الهيدروجين إلى الألكين

هاليد الألكيل

c. إضافة الماء إلى الألكين

كحول

d. استبدال مجموعة الهيدروكسيل مكان ذرة الهالوجين .

كحول

62. اكتب استعمالين لكلّ من البوليمرات الآتية :

a. بولي بروبيلين

- أوعية للمشروبات ، والحبال ، وأدوات المطبخ

b. بولي يوريثان

- الأثاث ومخدات الفوم ، والطلاء المقاوم للماء ، وبعض أجزاء الأحذية

c. بولي رباعي فلوروايثيلين

- أدوات الطبخ الغير قابلة للالتصاق ، وتغليف الكبسولات الدوائية ، وفي محركات السيارات .

d. بولي فينيل كلوريد

- الأنابيب البلاستيكية ، وتغطية اللحوم والمفروشات ، والملابس الواقية من المطر ، وجدران المنازل ، وخرطوم المياه .

63. اكتب الصيغة البنائية للمركبات العضوية الناتجة عن تفاعل الإيثين مع كل من المواد الآتية واكتب أسمائها .

a. الماء

b. هيدروجين

c. كلوريد الهيدروجين

d. الفلور

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH ، إيثانول

CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub> ، إيثان

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl ، كلوروايثان

CH<sub>2</sub>(F)CH<sub>2</sub>(F) ، 2،1 ثنائي فلوروايثان .

### التفكير الناقد

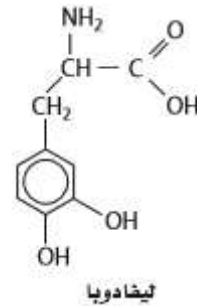
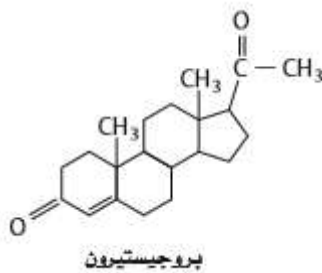
64. التقويم ذوبانية حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) عالية في الماء ، وأحيانا تكون الأحماض الكربوكسيلية الطبيعية على شكل

سلسلة طويلة ، مثل حمض البالميتيك CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>COOH غير ذائبة في الماء . فسر ذلك .

- يذوب حمض الإيثانويك في الماء لأن جزيئاته صغيرة نسبياً ، وتشكل روابط هيدروجينية مع الماء عند تأينها ، وتكون ترابطاً قطبياً أيونياً عند تأينها .

وتكون جزيئات الأحماض الكربوكسيلية ذات السلسلة الطويلة من الكربون غير قطبية . ولا تكون هذه الجزيئات غير القطبية روابط قوية مع جزيئات الماء ، وعلى الرغم من ذلك تميل جزيئات الأحماض الكربوكسيلية على نحو بسيط إلى تكوين روابط مع الماء .

65. تفسير الرسوم العلمية اعمل قائمة بجميع المجموعات الوظيفية الظاهرة في المركبات العضوية الآتية :



الحل :

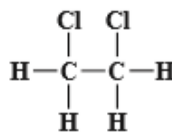
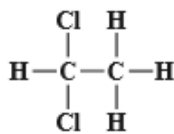
a. مجموعة كربوكسيل ، ومجموعة أمين ، ومجموعتا هيدروكسيل

b. مجموعتا كربونيل ، ومجموعة C=C .

66. التواصل اكتب الصيغة البنائية لكل المتشكلات البنائية ذات الصيغ الجزيئية الآتية ، ثم اذكر اسم كل متشكل .

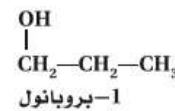
C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub> . b

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O . a

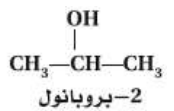


1،1-ثنائي كلوروايثان

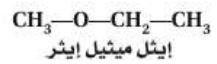
2،1-ثنائي كلوروايثان



1-بروبانول



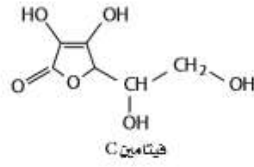
2-بروبانول



إيثيل ميثيل إيثر

67. تفسير الرسوم العلمية تحتاج الخلايا الحية في الإنسان إلى فيتامين C لتصنيع المواد التي يتكون منها النسيج الضام مثل تلك الموجودة

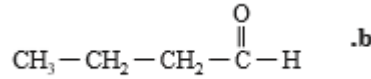
في الأربطة . اكتب أسماء المجموعات الوظيفية الموجودة في جزيء فيتامين C المبين في الشكل 5-24



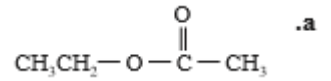
الحل : أربع مجموعات هيدروكسيل ، ورابطة  $C=C$  لألكين حلقي ، ومجموعة كربونيل ، ومجموعة إيثر .

68. حدد اكتب الصيغة البنائية لمركب عضوي مكون من أربع ذرات كربون وينتمي إلى كل نوع من أنواع المركبات الآتية :

a. الإسترات b. الألدهيدات



بيوتانال



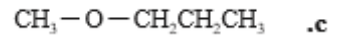
إيثانوات الإيثيل

d. الكحولات



1-بيوتانول

c. الإيثرات

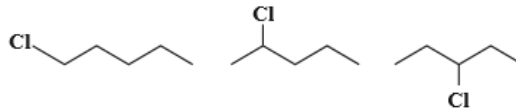


ميثيل بروبييل إيثر

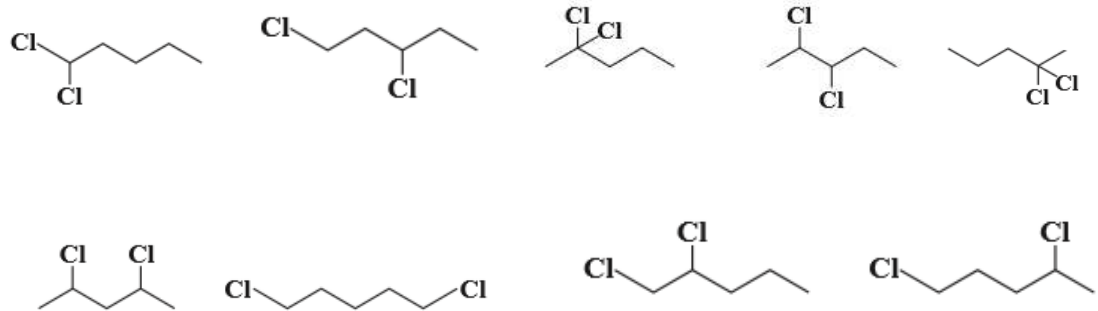
69. التوقع يصف تفاعل الهلجنة الأحادي تفاعل استبدال ذرة هيدروجين واحدة بذرة هالوجين .

بينما يصف تفاعل الهلجنة الثنائي تفاعل استبدال ذرتي هيدروجين بذرتي هالوجين .

a. ارسم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الأحادي الذي يتضمن تفاعل البنزين مع  $Cl_2$  .



b. ارسم الصيغ البنائية الممكنة جميعها للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الثنائي الذي يتضمن تفاعل البنزين مع  $Cl_2$  .



الجدول 5-15 ذوبانية الكحول في الماء (mol/100g H <sub>2</sub> O)		
اسم الكحول	صيغة الكحول	الذوبانية
ميثانول	CH <sub>3</sub> OH	غير محدد
إيثانول	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	غير محدد
بروبانول	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	غير محدد
بيوتانول	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	0.11
بنتانول	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	0.030
هكسانول	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> OH	0.058
هبتانول	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> OH	0.0008

70. **تقويم** ادرس الجدول 5-15 من حيث ذوبانية بعض أنواع الكحولات في الماء . استعمل هذه الجداول للإجابة عن الأسئلة الآتية :

a. ما نوع الرابطة المتكونة بين مجموعة  $-OH$  في الكحول والماء ؟

**رابطة هيدروجينية**

b. مستعملاً البيانات في الجدول ، أوجد العلاقة بين ذوبانية الكحول في الماء وحجم الكحول .

**تقل الذائبية في الماء عند ازدياد حجم الكحول .**

c. قدّم تفسيراً للعلاقة التي توصلت إليها في الجزء b .

- عند ازدياد عدد ذرات الكربون في الكحول ، تزداد الأجزاء غير القطبية ، في حين تبقى الأجزاء القطبية ثابتة ، ونتيجة لذلك تقل الذائبية في جزيئات الماء القطبية .

**تقويم إضافي**

**الكتابة في الكيمياء**

71. **نظرة تاريخية** اكتب قصة قصيرة حول حياتك لو كنت تعيش في القرن الثامن قبل تطوير البوليمرات الصناعية .

- يجب أن تتضمن القصة مناقشة البدائل التي يمكن استعمالها مكان البوليمرات الاصطناعية في الحياة والاستعمال اليومي ، مثل أكياس المطاط ، النايلون وألياف البوليستر ، وزجاجات البلاستيك .

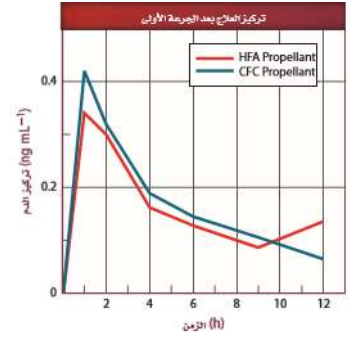
**أسئلة المستندات**

**مواد الصيدلانية** الكثير من الأدوية المستعملة الربو مركبات الكلوروفلوروكربون . ومع ذلك نادى بروتوكول مونتريال بفرض حظر على استعمال هذه المركبات عام 2008م واستبدال مركبات الهيدروفلورو ألكان بها .

وقد وجد أن اثنين من مركبات الهيدروفلورو ألكان (HFAs) غير فعالة في دفع أدوية الربو إلى الرئتين ، كما يتوجب خفض جرعة الدواء إلى النصف عند استعمال الهيدروفلورو ألكان .

يبين الشكل 5-25 تركيز العلاج بعد استعمال بخة واحدة من مركب بيكلوميثازون باستعمال بخاخات CFC وأخرى

باستعمال بخاخات HFA



الشكل 5-25

72. بعد استعمال جرعة واحدة من علاج بيكلوميثازون *beclomethasone* ،

أي البخاخات أدت إلى تركيز أعلى في الدم : *HFA* أو *CFC* ؟

**HFA**

73. متى يصل تركيز العلاج إلى الذروة ؟

بعد نحو ساعة واحداً تقريباً

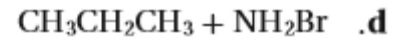
74. نحتاج إلى نصف الكمية من العلاج عند استعمال مركبات *HFA* بالمقارنة بمركبات *CFC* للحصول على التركيز نفسه في الدم .  
استنتج مزايا استعمال جرعة أقل من الدواء للحصول على نتائج مماثلة .

- إذا تناول المريض نصف الجرعة ، فسيكون أقل عرضة للإصابة بالآثار الجانبية للدواء ، إضافة إلى أن تكلفة الدواء ستكون أقل .

## اختبار مقنن

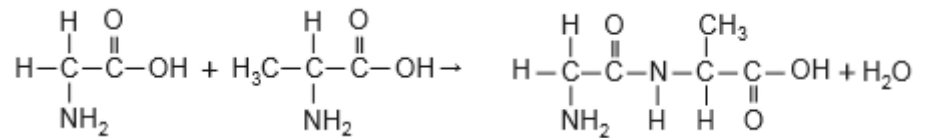
أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما النواتج المتوقعة لهذا التفاعل ؟



الجواب : c

2. ما نوع التفاعل الآتي :



c. إضافة

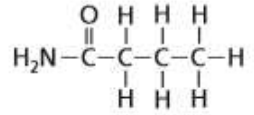
a. استبدال

d. حذف

b. تكاثف

الجواب : b

3. ما نوع المركب الذي يمثلته الجزيء الآتي ؟



a. أمين

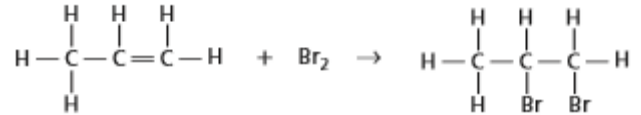
c. إستر

b. أميد

d. إيثر

الجواب : b

4. ما نوع التفاعل المبين أدناه ؟



a. تكاثف

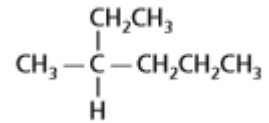
c. بلمرة

b. حذف الماء

d. هلجنة

الجواب : d

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال رقم 5 .



5. أي مما يأتي يعد الاسم الصحيح للمركب ؟

a. 3-ميثيل هكسان

b. 2-ميثيل بنتان

c. 2-بروبيل بيوتان

d. 1-ميثيل، 1-ميثيل بيوتان

الجواب : a

6. أي المشتقات الهيدروكربونية له الصيغة العامة  $R - OH$  ؟

a. الكحول

c. الكيتون

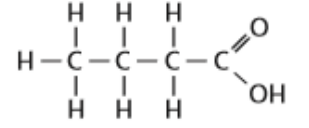
b. الأمين

d. الحمض الكربوكسيلي

الجواب : a

## أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و 8 .



7. ما المجموعة الوظيفية الظاهرة في هذا المركب ؟

مجموعة الكربوكسيل

8. ما اسم المركب ؟

حمض البيوتاتويك

## أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال رقم 9 .



9. كل من الصيغتين البنائيتين أعلاه لهما نفس الصيغة الجزيئية  $C_6H_{14}$  . هل يمكن اعتبار كل منهما متشكلاً للآخر ؟ فسّر إجابتك .
- لا تعد الصيغتان أعلاه متشكّلات ، فالمتشكّلات تمتلك الصيغة الجزيئية نفسها ، ولكنها تختلف في الصيغة البنائية الهندسية .
- وعلى الرغم من اختلاف هذين التركيبين ، إلا أن لهما الاسم نفسه وفق نظام الايوباك (IUPAC) ، وهو (3-ميثيل بنتان) .
- فهما المركب نفسه ، ولكنهما عُرضا بطريقة مختلفة .