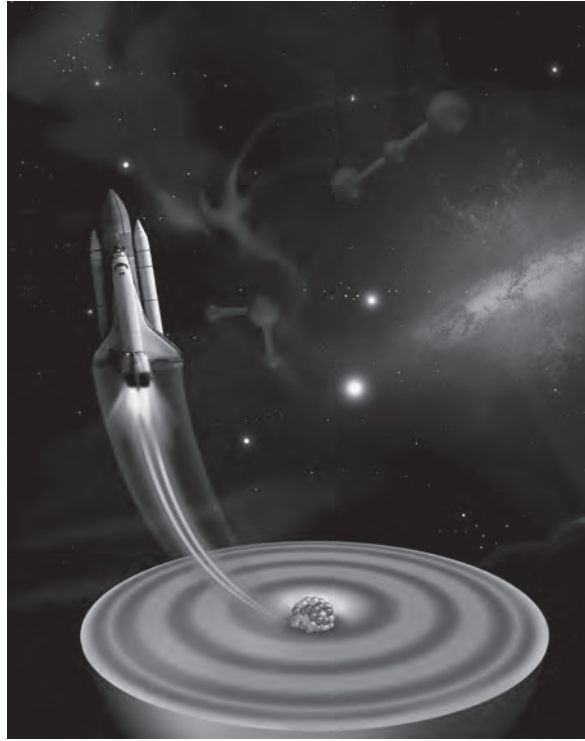


دليل حلول المسائل

الصف الثالث الثانوي
قسم العلوم الطبيعية



الكيمياء - الصف الثالث الثانوي

Glencoe Science

SOLUTIONS MANUAL

Chemistry

دليل حلول المسائل

أعدت النسخة العربية: شركة العبيكان للتعليم

www.obeikaneducation.com



حقوق الطبع الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل .

The McGraw-

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقاً لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل ٢٠٠٨م / ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

45	الفصل 3: سرعة التفاعلات الكيميائية	V1	إلى المعلم
45	التقويم 3-1	7	الفصل 1: المخاليط والمحاليل
47	التقويم 3-2	7	التقويم 1-1
47	التقويم 3-3	8	التقويم 1-2
49	مراجعة الفصل 3	12	التقويم 1-3
54	اختبار مقنن	14	التقويم 1-4
57	الفصل 4: الاتزان الكيميائي	15	مراجعة الفصل 1
57	التقويم 4-1	27	اختبار مقنن
58	التقويم 4-2	29	الفصل 2: الطاقة والتغيرات الكيميائية
59	التقويم 4-3	29	التقويم 2-1
63	مراجعة الفصل 4	30	التقويم 2-2
71	اختبار مقنن	31	التقويم 2-3
74	الفصل 5: الأحماض والقواعد	33	التقويم 1-4
74	التقويم 5-1	36	مراجعة الفصل 2
75	التقويم 5-2	42	اختبار مقنن

131	الفصل 8: مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها	76	التقويم 3-5
131	التقويم 1-8	81	التقويم 4-5
132	التقويم 2-8	84	مراجعة الفصل 5
133	التقويم 3-8	93	اختبار مقنن
133	التقويم 4-8	96	الفصل 6: الأوكسدة الاختزال
134	التقويم 5-8	96	التقويم 1-6
135	مراجعة الفصل 8	98	التقويم 2-6
145	اختبار مقنن	101	مراجعة الفصل 6
147	الفصل 9: المركبات العضوية الحيوية	113	اختبار مقنن
147	التقويم 1-9	115	الفصل 7: الكيمياء الكهربائية
147	التقويم 2-9	115	التقويم 1-7
148	التقويم 3-9	117	التقويم 2-7
149	التقويم 4-9	118	التقويم 3-7
150	مراجعة الفصل 9	119	مراجعة الفصل 7
159	اختبار مقنن	128	اختبار مقنن

إلى المعلم.....

يُعدّ دليل حلول المسائل دليلاً شاملاً لجميع الأسئلة والمسائل الموجودة في كتاب الطالب الكيمياء - الصف الثالث الثانوي ، إضافة إلى المسائل التدريبية، وقسم التقويم، وتقويم الفصل. ويحتوي دليل حلول المسائل هذا على نصوص الأسئلة حتى لا تكون بحاجة إلى الرجوع إلى الكتاب عند مراجعة المسائل مع الطلاب.

المخاليط والمحاليل

1-1 أنواع المخاليط

الصفحات 16 - 12

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 15

التفكير الناقد

1. حدّد المتغيّرات التي يمكن أن تُستخدَم للربط بين قدرة الضوء على المرور خلال السائل وعدد الجسيمات في المخلوّط الغروي.

ستتنوّع الإجابات، إلّا أنّ كمية التعكّر تتساوى مع عدد نقاط الحليب المستخدمة في تكوين المخلوّط الغروي، ومن ثمّ يكون المتغيّر المستقل هو تركيز الحليب في مخلوط الماء والحليب. كما يمكن أن تكون المسافة التي يمكن رؤية العلامة عندها أسفل المخبار المدرج هي المتغيّر التابع، أما العامل الضابط فهو الماء النقي.

2. اربط بين المتغيّرات التي استخدمتها في التجربة والعدد الحقيقي للجسيمات في المخلوّط الغروي.

يستطيع الطلاب من خلال البحث تقدير عدد جزيئات البروتين في عيّنة حليب معيارية بالاعتماد على تركيبها، ويمكن بعد ذلك استقراء عدد جسيمات المخلوّط الغروي عند كل تركيز من العيّنة.

3. حلّل ما احتياطات السلامة التي يجب اتخاذها؟

ستتنوّع الإجابات، وقد يذكر الطلاب سلامة الماء، كما يمكن أن تتضمّن الإجابات احتياطات السلامة، منها القفازات والنظارات لتجنّب التعرّض للملوثات المحتملة.

4. حدّد المواد اللازمة لقياس تأثير تبدال. واختر تقنية لجمع أو تفسير البيانات.

قد تتضمّن المواد الممكنة: الحليب، والماء، والمسطرة، والقطّارة، والمخبر المدرج الذي في أسفله علامة (لتحديد العمق الذي ينعدم عنده رؤية هذه العلامة).

التقويم 1-1

الصفحة 16

1. صف خصائص المخاليط مستخدماً ماء البحر كمثال.

ستتنوّع الإجابات. ولكنها قد تتضمّن أن ماء البحر يُعدّ مخلوطاً غير متجانس لوجود جسيمات الطين والأوساخ فيه، ويُعدّ مخلوطاً متجانساً لوجود المواد الذائبة.

2. ميّز بين المخلوّط الغروي والمخلوّط المعلّق.

جسيمات المخلوّط المعلّق أكبر من جسيمات المخلوّط الغروي، وتترسّب جسيمات المخلوّط المعلّق، في حين لا تترسّب جسيمات المخلوّط الغروي.

3. حدّد الأنواع المختلفة للمحاليل.

تُعدّ المحاليل جميعها مخاليط متجانسة تحتوي على مادتين أو أكثر. ويمكن أن يكون المحلول سائلاً أو صلباً أو غازياً. وأنواع المحاليل المذكورة في الجدول 1-2 في الصفحة 15 من كتابك المدرسي.

4. فسّر مُستخدماً تأثير تبدال، لماذا تكون قيادة السيارات خلال أجواء الضباب باستخدام الأنوار العالية أكثر صعوبة من القيادة باستخدام الأنوار المنخفضة؟

تُعطي الحزم الضوئية العالية مجالاً للرؤية أبعد على الطريق من الحزم الضوئية المنخفضة. ولأن الضباب يُشتت الضوء، تكون كمية الضوء الناتج عن الحزم الضوئية العالية لإنارة الطريق أقلّ من الضوء الناتج عن الحزم الضوئية المنخفضة، إضافة إلى أن الحزم الضوئية العالية تدخل مباشرة في الضباب، ومن ثمّ ينعكس معظمها في اتجاه السائق مما يزيد من صعوبة الرؤية.

5. اذكر الأنواع المختلفة للمخاليط الغروية.

ارجع إلى الجدول 1-1 في الصفحة 13 من كتابك المدرسي للاطلاع على أوصاف أنواع المخاليط الغروية.

1-2 تركيز المحلول

الصفحات 17 - 26

مسائل تدريبية

الصفحات 18 - 25

9. ما النسبة المئوية بالكتلة لمحلول يحتوي على 20.0 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO_3 مذابة في 600.0 mL من الماء H_2O ؟
احسب كتلة المحلول بالجرامات:

$$600.0 \text{ mL H}_2\text{O} \times 1.0 \text{ g/mL} = 600.0 \text{ g H}_2\text{O}$$

احسب النسبة المئوية بالكتلة:

$$\% \text{ النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

$$= \frac{20 \text{ g NaHCO}_3}{600 \text{ g H}_2\text{O} + 20 \text{ g NaHCO}_3} \times 100 = 3\%$$

10. إذا كانت النسبة المئوية بالكتلة لهيوكلوريت الصوديوم NaOCl في محلول مبيض الملابس هي 3.62%، وكان لديك 1500.0 g من المحلول، فما كتلة NaOCl في المحلول؟

$$3.62\% = \frac{\text{كتلة NaOCl}}{1500.0 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{كتلة NaOCl} = 54.3 \text{ g}$$

11. ما كتلة المذيب في المحلول المذكور في السؤال 10؟

$$1500.0 \text{ g} - 54.3 \text{ g} = 1445.7 \text{ g} \text{ مذيب}$$

12. تحفيز النسبة المئوية لكتلة كلوريد الكالسيوم في محلول هي 2.62%، فإذا كانت كتلة كلوريد الكالسيوم المذابة في المحلول 50.0 g، فما كتلة المحلول؟

$$\% \text{ النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

$$2.65\% = \frac{50 \text{ g CaCl}_2}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$$

$$\text{كتلة المحلول} = 1886.79 \text{ g}$$

دليل حلول المسائل

6. فسّر لماذا تبقى جسيمات المذاب في المخلول الغروي منتشرة فيه؟

لا تترسب الجسيمات لأنها قطبية، أو تحيط بها طبقات مشحونة؛ مما يؤدي إلى تناثر هذه الطبقات معاً مانعة الجسيمات من الترسب أو الانفصال.

7. لخص ما الذي يسبب الحركة البراونية؟
تنتج الحركة البراونية عن تصادم جسيمات المذاب والمذيب معاً.

8. قارن كَوْن جدولاً تقارن فيه بين خصائص المخلول المعلق والمخلول الغروي والمخلول.

ستتوَع جداول الطلاب. ولكن يجب أن يتضمَّن كلُّ منها حجم الجسيمات، واحتمال ترسبها، وهل تُظهر هذه الجسيمات تأثير تندال أم لا. وفيما يلي عينة من ذلك موضحة في الجدول الآتي:

المخاليط المعلقة، والغروية، والمحاليل			
المخاليط المعلقة	المخاليط الغروية	المحاليل	حجم الجسيمات
كبير (اختلاف كبير)	1 nm - 1000 nm	التدرج الذري (ذرة، أيون، وجزيء)	هل ستترسب الجسيمات؟ هل تُظهر ظاهرة تندال؟
نعم	نعم	لا	نعم
لا	لا	لا	لا

احسب المولارية :

$$\begin{aligned} \text{المولارية M} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ &= \frac{\text{mol KBr}}{1.60\text{L solution}} = \frac{0.0130\text{mol}}{0.160\text{ L}} \\ &= 8.13 \times 10^{-3}\text{M} \end{aligned}$$

18. ما مولارية محلول مبييض ملابس يحتوي على 9.5 g NaOCl لكل لتر من المحلول؟
احسب عدد مولات NaOCl :

$$\text{mol NaOCl} = 9.5\text{g} \times \frac{1\text{ mol}}{74.44\text{g}} = 0.13\text{ mol}$$

احسب المولارية :

$$\begin{aligned} \text{المولارية M} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ &= \frac{\text{mol NaOCl}}{1.00\text{L}} = \frac{0.128\text{ mol}}{1.00\text{L}} \\ &= 0.128\text{ M} \end{aligned}$$

19. تحفيز ما كتلة هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂ بوحدة g التي تلزم لتحضير محلول مائي منها حجمه 1.5 L وتركيزه 0.25 M ؟

احسب عدد مولات Ca(OH)₂ :

$$\begin{aligned} \text{المولارية M} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ 0.25\text{ M} &= \frac{x\text{ mol Ca(OH)}_2}{1.5\text{ L}} \\ x &= 0.38\text{ mol Ca(OH)}_2 \end{aligned}$$

احسب كتلة Ca(OH)₂ بالجرامات :

$$0.38\text{ mol Ca(OH)}_2 \times \frac{74.08\text{ g}}{\text{mol}} = 28\text{g Ca(OH)}_2$$

20. ما كتلة CaCl₂ الذائبة في 1 L من محلول تركيزه 0.10 M ؟
احسب عدد مولات CaCl₂ :

$$\begin{aligned} \text{المولارية M} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ 0.10\text{ M} &= \frac{\text{(mol CaCl}_2\text{)}}{1.0\text{ L}} \end{aligned}$$

13. ما النسبة المئوية بدلالة الحجم للإيثانول في محلول يحتوي على 35 mL إيثانول مذاب في 155 mL ماء؟

$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية بالحجم} &= \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\% \\ &= \frac{35\text{ mL}}{155\text{ mL} + 35\text{ mL}} \times 100\% = 18\% \end{aligned}$$

14. ما النسبة المئوية بدلالة الحجم لكحول أيزوبروبيل، في محلول يحتوي على 24 mL من كحول الأيزوبروبيل مذاب في 1.1 L من الماء؟

$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية بالحجم} &= \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\% \\ &= \frac{24\text{ mL}}{24\text{mL} + 1100\text{ mL}} \times 100\% = 2.1\% \end{aligned}$$

15. تحفيز إذا استعمل 18 mL من الميثانول لعمل محلول مائي تركيزه 15% بالحجم، فما حجم المحلول الناتج بالملتر؟

$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية بالحجم} &= \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\% \\ 15\% &= \frac{18\text{mL}}{x\text{ mL}} \times 100\% \\ x &= 120\text{ mL} \end{aligned}$$

16. ما مولارية محلول مائي يحتوي على 40.0 g من الجلوكوز C₆H₁₂O₆ في 1.5 L من المحلول؟
احسب عدد مولات C₆H₁₂O₆ :

$$\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 40.0\text{g} \times \frac{1\text{ mol}}{180.16\text{g}} = 0.222\text{ mol}$$

احسب المولارية:

$$\begin{aligned} \text{المولارية M} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ &= \frac{\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1.5\text{ L}} = \frac{0.222\text{ mol}}{1.5\text{ L}} = 0.148\text{ M} \end{aligned}$$

17. احسب مولارية محلول حجمه 1.60 L ومذاب فيه 1.5 g من بروميد البوتاسيوم KBr.
احسب عدد مولات KBr :

$$\text{mol KBr} = 1.5\text{g} \times \frac{1\text{ mol}}{119.0\text{g}} = 0.0130\text{ mol KBr}$$

23. تحفيز ما حجم الإيثانول في 100.0 mL من محلول تركيزه 0.15 M، إذا علمت أن كثافة الإيثانول هي 0.7893 g/mL؟

احسب عدد مولات C_2H_5OH :

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$0.15 M = \frac{(\text{mol } C_2H_5OH)}{0.1 L}$$

$$\text{mol } C_2H_5OH = 0.015 \text{ mol}$$

احسب كتلة C_2H_5OH :

$$0.015 \text{ mol } C_2H_5OH \times \frac{46 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 69 \text{ g } C_2H_5OH$$

احسب حجم C_2H_5OH :

$$69 \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mL}}{0.7893 \text{ g}} = 0.87 \text{ mL } C_2H_5OH$$

24. ما حجم المحلول القياسي 3.00 M KI اللازم لتحضير محلول مخفف منه تركيزه 1.25 M وحجمه 0.300 L؟

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$(3.00 M) V_1 = (1.25 M)(0.300 L)$$

$$V_1 = \frac{(1.25 M)(0.300 L)}{3.00 M} = 0.125 L = 125 \text{ mL}$$

25. ما حجم المحلول القياسي H_2SO_4 0.50 M بالملترات اللازم لتحضير محلول مخفف منه حجمه 100 mL وتركيزه 0.25 M؟

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$(5.0 M) V_1 = (0.25 M)(100.0 \text{ mL})$$

$$V_1 = \frac{(0.25 M)(100 \text{ mL})}{5.0 M} = 50 \text{ mL}$$

$$\text{mol } CaCl_2 = (0.10 M)(1.0 L) = (0.10 \text{ mol/L})(1.0 L) = 0.10 \text{ mol } CaCl_2$$

احسب كتلة $CaCl_2$:

$$\text{كتلة } CaCl_2 = 0.10 \text{ mol } CaCl_2 \times \frac{110.98 \text{ g}}{\text{mol}} = 11 \text{ g}$$

21. ما كتلة $CaCl_2$ اللازمة لتحضير 500.0 mL من محلول تركيزه 0.20 M؟

احسب عدد مولات $CaCl_2$:

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$0.20 M = \frac{(\text{mol } CaCl_2)}{0.5 L}$$

$$\text{mol } CaCl_2 = (0.20 M)(0.5 L) = (0.20 \text{ mol/L})(0.5 L) = 0.10 \text{ mol } CaCl_2$$

احسب كتلة $CaCl_2$:

$$\text{كتلة } CaCl_2 = 0.10 \text{ mol } CaCl_2 \times \frac{110.98 \text{ g}}{\text{mol}} = 11 \text{ g}$$

22. ما كتلة NaOH في محلول مائي حجمه 250 mL وتركيزه 3.0 M؟

احسب عدد مولات NaOH :

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$3.0 M = \frac{(\text{mol } NaOH)}{0.250 L}$$

$$\begin{aligned} \text{mol } NaOH &= (3.0 M)(0.250 L) \\ &= (3.0 \text{ mol/L})(0.250 L) \\ &= 0.750 \text{ mol} \end{aligned}$$

احسب كتلة NaOH :

$$\begin{aligned} \text{كتلة } NaOH &= 0.75 \text{ mol } NaOH \times \frac{40.00 \text{ g}}{\text{mol}} \\ &= 3.0 \times 10^1 \text{ g} \end{aligned}$$

29. ما الكسر المولي لهيدروكسيد الصوديوم NaOH في محلول مائي منه يحتوي على 22.8% بالكتلة من NaOH؟ افرض أن لديك عينة وزنها 100.0 g، عندئذ:

$$\text{كتلة}_{\text{NaOH}} = 22.8 \text{ g}$$

$$\text{كتلة}_{\text{H}_2\text{O}} = 100.0 \text{ g} - (\text{كتلة}_{\text{NaOH}}) = 77.2 \text{ g}$$

احسب عدد مولات كل من H_2O و NaOH :

$$\text{mol NaOH} = 22.8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{40.00 \text{ g}} = 0.570 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{mol H}_2\text{O} = 77.2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{18.02 \text{ g}} = 4.28 \text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب الكسر المولي لـ NaOH :

$$X_{\text{NaOH}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{NaOH}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.570 \text{ mol NaOH}}{0.570 \text{ mol NaOH} + 4.28 \text{ mol H}_2\text{O}} = \frac{0.570}{4.85} = 0.118$$

30. تحفيز إذا كان الكسر المولي لحمض الكبريتيك H_2SO_4

في محلول مائي يساوي 0.325، فما كتلة الماء بالجرامات الموجودة في 100 mL من المحلول؟

افرض أن عدد مولات العينة الكلي = 1.00 mol. عندئذ:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$0.675 = M_{\text{H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 0.675 \times 18 = 12.15 \text{ g}$$

26. تحفيز إذا خُفِّفَ 0.5 L من المحلول القياسي 5 M HCl ليصبح 2 L، فما كتلة HCl الموجودة في المحلول؟ احسب عدد مولات HCl:

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ 5 \text{ M} = \frac{(\text{mol HCl})}{0.5 \text{ L}}$$

$$\text{mol HCl} = 2.5 \text{ mol}$$

احسب كتلة HCl:

$$2.5 \text{ mol HCl} \times \frac{36.45 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 91.15 \text{ g HCl}$$

27. ما مولالية محلول يحتوي على 10.0 g من Na_2SO_4 ذائبة في 1000.0 g ماء؟

احسب عدد مولات Na_2SO_4 :

$$\text{mol Na}_2\text{SO}_4 = 10.0 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{142.04 \text{ g}} = 0.0704 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

احسب المولالية:

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} = \frac{0.0704 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{1.0000 \text{ Kg H}_2\text{O}} = 0.0704 \text{ m}$$

28. تحفيز ما كتلة Ba(OH)_2 بالجرامات اللازمة لتحضير محلول

مائي تركيزه 1.00 m؟

احسب عدد مولات Ba(OH)_2 :

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} \\ 1.00 \text{ m} = \frac{(\text{mol Ba(OH)}_2)}{1 \text{ kg}}$$

$$\text{mol Ba(OH)}_2 = 1 \text{ mol}$$

احسب كتلة Ba(OH)_2 :

$$1 \text{ mol Ba(OH)}_2 \times \frac{171 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 171 \text{ g Ba(OH)}_2$$

34. أوجد كتلة كلوريد الأمونيوم NH_4Cl بالجرامات اللازمة

لتحضير محلول مائي حجمه 2.5 L وتركيزه 0.5 M.

احسب عدد مولات NH_4Cl :

$$\text{عدد مولات المذاب (mol)} = \frac{\text{المولارية (M)} \times \text{حجم المحلول (L)}}{1} \\ 0.5 \text{ M} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{2.5 \text{ L}}$$

$$\text{mol NH}_4\text{Cl} = 1.25 \text{ mol}$$

احسب كتلة NH_4Cl :

$$\text{كتلة NH}_4\text{Cl} = 1.25 \text{ mol NH}_4\text{Cl} \times \frac{53.49 \text{ g NH}_4\text{Cl}}{1 \text{ mol}} \\ = 66.86 \text{ g}$$

35. تُخصّص الخطوات العملية لتحضير محلول مخفّف بحجم

معين من المحلول القياسي المركز.

احسب حجم المحلول القياسي اللازم، وأضفه إلى الدورق القياسي، ثم أضف الماء إلى أن تصل إلى العلامة المطلوبة على الدورق القياسي.

1-3 العوامل المؤثرة في الذوبان

الصفحات 35 - 27

مسائل تدريبية

الصفحة 35

36. إذا ذاب 0.55 g من غاز ما في 1.0 L من الماء عند ضغط

20.0 kPa، فما كمية الغاز نفسه التي تذوب عند ضغط

110 kPa؟

احسب ذائبية الغاز الابتدائية:

$$S_1 = \frac{0.55 \text{ g}}{1.0 \text{ L}} = 0.55 \text{ g/L}$$

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب ذائبية الغاز النهائية:

$$S_2 = S_1 \times \frac{P_2}{P_1} = 0.55 \text{ g/L} \times \frac{110.0 \text{ kPa}}{20.0 \text{ kPa}} = 3.0 \text{ g/L}$$

التقويم 1-2

الصفحة 26

31. قارن بين خمس طرائق للتعبير عن تراكيز المحاليل كميًا.

تعتمد المولارية والمولالية والكسر المولي على عدد مولات المذاب بالنسبة لكمية أخرى، وتعرف كل من النسبة المئوية والمولارية للحجم على أساس حجم المحلول. في حين تعتمد المولالية، والكسر المولي على كمية المذيب. وتبقى النسبة المئوية للحجم، والكتلة هما الوحيدتان اللتان تتضمنان النسبة المئوية.

32. وضح التشابه والاختلاف بين 1 M من محلول NaOH و 1 m من محلول NaOH.

يحتوي كلا المحلولين على مذاب هو NaOH، ومذيب هو الماء، ويحتوي المحلول الذي تركيزه 1 m على 1 mol من NaOH لكل 1 kg ماء، ويحتوي المحلول الذي تركيزه 1 M على 1 mol من NaOH لكل لتر (L) من المحلول.

33. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلوريد الصوديوم في علبة

حساء الدجاج إذا احتوت على 450 mg كلوريد صوديوم في 240.0 g من الحساء.

احسب كتلة NaCl بالجرام:

$$450 \text{ mg NaCl} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.45 \text{ g NaCl}$$

احسب النسبة المئوية بالكتلة لـ NaCl:

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\% \\ = \frac{0.45 \text{ g}}{240.0 \text{ g}} \times 100 = 0.19\%$$

41. اشرح كيف تؤثر قوى التجاذب بين الجزيئات في الذوبان؟

تتغلب قوة التجاذب بين جزيئات المذاب، والمذيب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب معاً، ومن ثم تؤدي إلى سحب جزيئات المذاب بعضها عن بعض.

42. قارن كيف تتشابه طريقتا تحضير محلول مائي من ملح

الطعام، ومحلول مائي من السكر؟

في كلتا الحالتين، نقوم أولاً بتحديد كمية المذاب وإذابتها في الكمية المطلوبة من المذيب في دورق حجمي، ثم تحريك المحلول جيداً لتمرز مكوناته معاً.

43. لخص ماذا يحدث إذا أُضيفت نواة تبلور إلى محلول فوق

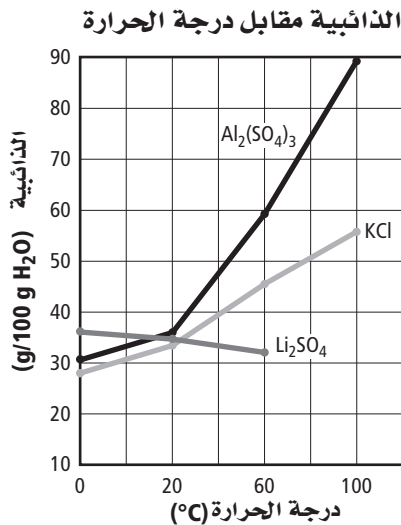
مشبع؟ وبم تصف المحلول الناتج؟

يصبح المحلول مشبعاً، بعد أن تتبلور جسيمات المذاب الزائدة خارج المحلول.

44. الرسوم البيانية استعمل المعلومات الموجودة في الجدول 4-1

لعمل رسوم بيانية لذائبية كبريتات الألومنيوم، وكبريتات الليثيوم، وكلوريد البوتاسيوم عند درجات حرارة 0 C و 20 C و 60 C و 100 C. أي المواد السابقة تتأثر ذائبيتها أكثر بزيادة درجة الحرارة؟

تُظهر كبريتات الألومنيوم أكبر تغيير في الذائبية على مدى التغيير في درجات الحرارة كما هو مبين في الرسم البياني الآتي:



37. ذائبية غاز عند ضغط 10 atm تساوي 0.66 g/L. ما

مقدار الضغط الواقع على محلول حجمه 1.0 L ويحتوي على 1.5 g من الغاز نفسه؟ احسب ذائبية الغاز النهائية:

$$S_2 = \frac{1.5 \text{ g}}{1.0 \text{ L}} = 1.5 \text{ g/L}$$

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب الضغط:

$$P_2 = P_1 \times \frac{S_2}{S_1} = 10.0 \text{ atm} \times \frac{1.5 \text{ g/L}}{0.66 \text{ g/L}} = 23 \text{ atm}$$

38. تحفيز ذائبية غاز عند ضغط 7 atm تساوي 0.52 g/L. ما

كتلة الغاز بالجرامات التي تذوب في لتر واحد إذا تمت زيادة الضغط إلى 10 atm؟

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب ذائبية الغاز النهائية:

$$S_2 = S_1 \times \frac{P_2}{P_1}$$

$$S_2 = (0.52 \text{ g/L}) \times \frac{10.0 \text{ atm}}{7.0 \text{ atm}}$$

$$S_2 = 0.73 \text{ g/L}$$

التقويم 1-3

الصفحة 35

39. عدد العوامل المؤثرة في الذائبية.

تؤثر مساحة السطح، ودرجة الحرارة، والضغط، والتحريك، في الذائبية.

40. عرف الذائبية.

الذائبية، أكبر كتلة من المذاب، تذوب في كمية معطاة من المذيب عند درجة حرارة وضغط محددتين.

47. تحفيزتم اختبار محلول تركيزه 0.045 m يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأيّن، ووُجد أن الانخفاض في درجة تجمّده بلغ 0.08 C . ما قيمة ثابت الانخفاض في درجة تجمّده K_f ؟ وهل المذيب المكوّن منه المحلول في هذه الحالة هو الماء أو الإيثانول أو الكلورفورم؟

ومن المعادلة $\Delta T_f = K_f m$
احسب ثابت الانخفاض في درجة التجمّد:

$$K_f = \frac{\Delta T_f}{m} = \frac{0.080\text{ }^\circ\text{C}}{0.045\text{ m}} = 1.8\text{ }^\circ\text{C/m}$$

سيكون المحلول أقرب إلى الماء؛ لأن القيمة المحسوبة قريبة من القيمة $1.86\text{ }^\circ\text{C/m}$.

التقويم 1-4

الصفحة 42

48. اشرح ما المقصود بالخواص الجامعة؟
تعتمد الخواص الجامعة على عدد جسيمات المذاب في المحلول.

49. صف الخواص الجامعة الأربع للمحاليل.

الانخفاض في الضغط البخاري؛ الانخفاض في ضغط البخار مع زيادة جسيمات المذاب في المحلول.

الارتفاع في درجة الغليان؛ زيادة درجة الحرارة مع زيادة جسيمات المذاب في المحلول.

الانخفاض في درجة التجمّد؛ انخفاض درجة التجمّد مع نقصان جسيمات المذاب في المحلول.

الضغط الأسموزي؛ تغيير الضغط الأسموزي مع زيادة جسيمات المذاب في المحلول.

1-4 الخواص الجامعة للمحاليل

الصفحات 36 - 42

مسائل تدريبية

الصفحة 41

45. احسب درجة الغليان ودرجة التجمّد لمحلول مائي تركيزه 0.625 m من أيّ مذاب غير متطاير وغير متأيّن.

من المعادلة $\Delta T_b = K_b m$

احسب الارتفاع في درجة الغليان، ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 0.512\text{ }^\circ\text{C/m} \times 0.625\text{ m} = 0.320\text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100\text{ }^\circ\text{C} + 0.320\text{ }^\circ\text{C} = 100.320\text{ }^\circ\text{C}$$

ومن المعادلة $\Delta T_f = K_f m$
احسب الانخفاض في درجة التجمّد، ودرجة التجمّد:

$$\Delta T_f = 1.86\text{ }^\circ\text{C/m} \times 0.625\text{ m} = 1.16\text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f = 0.0\text{ }^\circ\text{C} - 1.16\text{ }^\circ\text{C} = -1.16\text{ }^\circ\text{C}$$

46. ما درجة غليان محلول السكر في الإيثانول الذي تركيزه 0.40 m وما درجة تجمّده؟

من المعادلة $\Delta T_b = K_b m$
احسب الارتفاع في درجة الغليان، ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 1.22\text{ }^\circ\text{C/m} \times 0.40\text{ m} = 0.49\text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_b = 78.5\text{ }^\circ\text{C} + 0.49\text{ }^\circ\text{C} = 79.0\text{ }^\circ\text{C}$$

ومن المعادلة $\Delta T_f = K_f m$
احسب الانخفاض في درجة التجمّد، ودرجة التجمّد:

$$\Delta T_f = 1.99\text{ }^\circ\text{C/m} \times 0.40\text{ m} = 0.80\text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f = -114.1\text{ }^\circ\text{C} - 0.80\text{ }^\circ\text{C} = -114.9\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{من المعادلة}$$

احسب الارتفاع في درجة الغليان، ودرجة الغليان:

$$NT_b = (0.512^\circ\text{C}/m)(0.556m) = 0.285^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100.000^\circ\text{C} + 0.285^\circ\text{C} = 100.285^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_f = K_f m \quad \text{ومن المعادلة}$$

احسب الانخفاض في درجة التجمد، ودرجة التجمد:

$$NT_f = (1.86^\circ\text{C}/m)(0.556m) = 1.03^\circ\text{C}$$

$$T_f = 0.00^\circ\text{C} - 1.03^\circ\text{C} = -1.03^\circ\text{C}$$

53. تحقق إذا علمت أن ارتفاع درجة الغليان لمحلول مائي لمذاب غير متأيّن وغير متطاير C 1.12، فما مولالية المحلول؟

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$1.12^\circ\text{C} = (0.512^\circ\text{C}/m) \times (m)$$

$$m = 2.19 m$$

الفصل 1 مراجعة الفصل

الصفحات 49 - 46

1 - 1

إتقان المفاهيم

54. وضح المقصود بالعبارـة «ليست كل المخاليط محاليل». قد تكون المحاليل مخاليط متجانسة منتظمة التركيب وبحالة فيزيائية واحدة. وقد تكون المخاليط غير متجانسة؛ إذ يمكن تمييز مكوناتها.

55. ما الفرق بين المذاب والمذيب؟ يُعدّ المذاب المادة التي تتم إذابتها، في حين يُعدّ المذيب المادة التي يذوب فيها المذاب.

56. ما المخلوـط المعلق؟ وفيـم يـختلف عن المخلوـط الغروي؟ المخلوـط المعلق مخلوط غير متجانس؛ حيث تترسب جسيمات المذاب إذا لم يُحرّك. كما تكون جسيمات المذاب في المخلوـط الغروي أصغر كثيراً من جسيمات المذاب في المخلوـط المعلق ولا تترسب.

50. فسّر لماذا يكون للمحلول درجة غليان أعلى من درجة

غليان المذيب النقي؟

تقلّ جسيمات المذاب في المحلول الضغط البخاري فوق المحلول؛ وذلك لأن المحلول يغلي عندما يتساوى ضغطه البخاري مع الضغط الخارجي، ومن ثمّ ينتج عن هذا الانخفاض في البخار الحاجة إلى درجة حرارة أعلى؛ لكي يتمكن المحلول من الغليان.

51. حلّ يغلي محلول مائي من كلوريد الكالسيوم CaCl₂ عند درجة حرارة C 101.3. ما كتلة كلوريد الكالسيوم بالكيلوجرام التي تذوب في 1000 g من المذاب؟

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{احسب المولالية}$$

$$m = \frac{NT_b}{K_b} = \frac{1.3^\circ\text{C}}{0.512^\circ\text{C}/m}$$

$$= 2.53 m = 2.53 \text{ مولات الجسيمات المذابة / 1 kg مذيب}$$

احسب عدد مولات CaCl₂:

$$2.53 \text{ mol particles} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{3 \text{ mol particles}} = 0.84 \text{ mol CaCl}_2$$

احسب كتلة CaCl₂ بالكيلوجرام:

$$0.84 \text{ mol CaCl}_2 \times \frac{110.98 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.0936 \text{ kg}$$

52. احسب الارتفاع في درجة الغليان لمحلول يحتوي على 50 g من الجلوكوز C₆H₁₂O₆ مذابة في 500.0 g من الماء. ثمّ احسب الانخفاض في درجة التجمد للمحلول نفسه.

احسب عدد مولات C₆H₁₂O₆:

$$50.0 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol}}{180.15 \text{ g}} = 0.278 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

احسب المولالية:

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} = \frac{0.278 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{0.500 \text{ kg H}_2\text{O}} = 0.556 m$$

63. ما العوامل التي يجب أخذها في الحسبان عند إعداد محلول مخفف من محلول قياسي؟
تكتب مولارية وحجم المحلولين المركز والمخفف في صورة المعادلة الآتية: $M_1V_1 = M_2V_2$
64. كيف يختلف محلولان من NaCl تركيز أحدهما 0.5 M والآخر 2.0 M؟
يحتوي محلول NaCl الذي تركيزه 2 M عددًا أكثر من المولات مقارنة بمحلول تركيزه 0.5 M.
65. تحت أي ظروف يمكن للكيميائي وصف المحلول بدلالة المولية؟ ولماذا؟
تحت شروط تغيير درجة الحرارة؛ لأن المولية تعتمد على الكتلة ولا تتغير مع درجة الحرارة.

إتقان المسائل

66. وفق خطوات العمل في تجربة مختبرية، قمت بخلط 25.0g من $MgCl_2$ مع 550 mL من الماء. ما النسبة المئوية بالكتلة لكوريد الماغنسيوم $MgCl_2$ في المحلول؟
67. ما كمية LiCl بالجرامات الموجودة في 275g من محلوله المائي الذي تركيزه 15%؟

$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية بالكتلة} &= \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\% \\ &= \frac{25.0 \text{ g MgCl}_2}{25.0 \text{ g MgCl}_2 + 550 \text{ g H}_2\text{O}} \times 100\% = 4.3\% \end{aligned}$$

$$\text{كتلة LiCl} = \frac{275 \text{ g} \times 15}{100} = 41 \text{ g}$$

68. إذا كنت ترغب في تحضير كمية كبيرة من محلول HCl بتركيز 5%، ولديك 25 mL من HCl فقط. ما أقصى حجم محلول 5% يمكنك تحضيره؟

$$\text{حجم المحلول} = \frac{25 \text{ mL HCl}}{5} \times 100\% = 500 \text{ mL}$$

57. كيف يُستخدم تأثير تندرل للتمييز بين المخلوطين الغروي والمحلول؟ لماذا؟
تكون الحزمة الضوئية مرئية في المخلوطين الغروي ولكنها لا تُرى في المحلول؛ وذلك لكون جسيمات المخلوطين الغروي كبيرة بصورة كافية لتشتيت الضوء (ظاهرة تندرل).

58. سمّ مخلوطاً غروباً مكوّنًا من غاز مذاب في سائل؟
قد تتضمن إجابات الطلاب الكريما المخفوقة، وبياض البيض المخفوق.

59. تتبيلة السلطة ما نوع الخليط غير المتجانس الموضح في الشكل 1-23؟ وما الخصائص التي اعتمدت عليها في تصنيفك؟



الشكل 1-23

- المخلوط المعلق، وتترسب مكوناته في قعر الدورق إذا ترك دون تحريك.

60. ما الذي يسبب الحركة البراونية في المخلوطين الغروي؟
تنتج الحركة العشوائية لجسيمات المخلوطين الغروي عن اصطدام الجسيمات معاً.

2 - 1

إتقان المفاهيم

61. ما الفرق بين النسبة المئوية بالكتلة والنسبة المئوية بالحجم؟
النسبة المئوية بالكتلة هي النسبة بين كتلة المذاب والكتلة الكلية للمحلول. أما النسبة المئوية بالحجم فهي النسبة بين حجم المذاب والحجم الكلي للمحلول.

62. ما الفرق بين المولية والمولية؟
المولية هي تركيز المحلول معبراً عنه بعدد مولات المذاب في حجم المحلول باللتر، في حين تعبر المولية عن التركيز بعدد مولات المذاب في كل كيلوجرام من المذيب. ولا تعتمد المولية على درجة حرارة المحلول.

احسب عدد مولات BaS :

$$M \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\text{mol BaS} = \frac{10.0 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times 1.5 \text{ L} = 15 \text{ mol}$$

73. ما كتلة CaCl_2 بالجرمات اللازمة لتحضير محلول حجمه 2.0 L وتركيزه 3.5 M ؟

احسب عدد مولات CaCl_2 :

$$M \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\text{mol CaCl}_2 = \frac{3.5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times 2.0 \text{ L} = 7.0 \text{ mol CaCl}_2$$

احسب كتلة CaCl_2 :

$$\text{كتلة CaCl}_2 = 7.0 \text{ mol CaCl}_2 \times \frac{110.1 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 770 \text{ g}$$

74. غالباً ما تُحضَّر محاليل قياسية مختلفة التراكيز من HCl لتنفيذ التجارب. أكمل الجدول 1-7 بحساب حجم المحلول المركَّز أو المحلول الذي تركيزه 12 M من حمض الهيدروكلوريك اللازم لتحضير 1.0 L من محلول HCl باستعمال قيم المولارية المدونة في الجدول.

جدول 1-7 محاليل HCl	
حجم محلول HCl القياسي بوحدة mL	مولارية HCl
42 mL	0.5
83 mL	1.0
130 mL	1.5
170 mL	2.0
420 mL	5.0

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \text{ من المعادلة:}$$

69. احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول يُحضَّر بإضافة 75 mL من حمض الإيثانويك إلى 725 mL من الماء.

$$\begin{aligned} \text{النسبة المئوية بالحجم} &= \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\% \\ &= \frac{75 \text{ mL CH}_3\text{COOH}}{75 \text{ mL CH}_3\text{COOH} + 725 \text{ mL H}_2\text{O}} \times 100 \\ &= 9.4\% \end{aligned}$$

70. احسب مولارية محلول يحتوي على 15.7 g من CaCO_3 الذائب في 275 mL من الماء.

احسب عدد مولات CaCO_3 :

$$\begin{aligned} \text{mol CaCO}_3 &= 15.7 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100.01 \text{ g CaCO}_3} \\ &= 0.157 \text{ mol CaCO}_3 \end{aligned}$$

$$M \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$= \frac{0.157 \text{ mol CaCO}_3}{0.275 \text{ L}} = 0.571 \text{ M}$$

71. ما حجم محلول تركيزه 3.00 M تمَّ تحضيره بإذابة 122 g LiF ؟

احسب عدد مولات LiF :

$$\text{mol LiF} = 122 \text{ g LiF} \times \frac{1 \text{ mol LiF}}{25.9 \text{ g LiF}} = 4.71 \text{ mol LiF}$$

$$M \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\text{حجم المحلول} = \frac{4.71 \text{ mol}}{3.00 \text{ M}} = 1.57 \text{ L}$$

72. ما عدد مولات BaS اللازمة لتحضير محلول حجمه $1.5 \times 10^3 \text{ mL}$ وتركيزه 10 M ؟
حوّل الحجم إلى وحدة L :

$$1.5 \times 10^3 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1.5 \text{ L}$$

77. ما حجم حمض الفوسفوريك (بوحدته mL) الذي تركيزه 3.0 M، والذي يمكن تخضيره من 95 mL من محلول 5.0 M H₃PO₄؟

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$V_2 = \frac{5.0 \text{ M} \times 95 \text{ mL}}{3.0 \text{ M}} = 160 \text{ mL}$$

78. إذا خففت 20.0 mL من محلول تركيزه 3.5 M لتخضير محلول حجمه 100.0 mL، فما مولارية المحلول بعد التخفيف؟

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_2 = \frac{3.5 \text{ M} \times 20 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 0.70 \text{ M}$$

79. ما مولالية محلول يحتوي على 75.3 g من مذابة في 95.0 g من الماء؟ احسب عدد مولات KCl:

$$\text{mol KCl} = 75.3 \text{ g KCl} \times \frac{1 \text{ mol KCl}}{74.6 \text{ g KCl}} = 1.01 \text{ mol KCl}$$

احسب حجم H₂O:

$$95.0 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.0950 \text{ kg H}_2\text{O}$$

احسب المولالية:

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

$$m = \frac{1.01 \text{ mol KCl}}{0.0950 \text{ kg H}_2\text{O}} = 10.6 \text{ m}$$

80. ما كتلة Na₂CO₃ (بوحدته g) التي يجب إذابتها في 155 g من الماء لعمل محلول تركيزه 8.20 mol/kg؟

احسب كتلة H₂O بالكيلوجرام kg:

$$155 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.155 \text{ kg H}_2\text{O}$$

احسب الحجم الابتدائي بوحدته L، ثم حوِّله إلى mL لكل محلول:

$$V_1 = \frac{0.50 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}}{12 \text{ mol/L}} = 0.042 \text{ L HCl}$$

$$0.042 \text{ L HCl} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 42 \text{ mL HCl}$$

$$V_1 = \frac{1.0 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}}{12 \text{ mol/L}} = 0.083 \text{ L HCl}$$

$$0.083 \text{ L HCl} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 83 \text{ mL HCl}$$

$$V_1 = \frac{1.5 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}}{12 \text{ mol/L}} = 0.13 \text{ L HCl}$$

$$0.13 \text{ L HCl} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 130 \text{ mL HCl}$$

$$V_1 = \frac{2.0 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}}{12 \text{ mol/L}} = 0.17 \text{ L HCl}$$

$$0.17 \text{ L HCl} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 170 \text{ mL HCl}$$

$$V_1 = \frac{5.0 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}}{12 \text{ mol/L}} = 0.42 \text{ L HCl}$$

$$0.42 \text{ L HCl} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 420 \text{ mL HCl}$$

75. كم تحتاج من حمض النيتريك (mL) الذي تركيزه 5.0 M لتخضير 225 mL HNO₃ تركيزه 1.0 M؟

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 1.0 \text{ M} \times \frac{225 \text{ mL}}{5.0 \text{ M}}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 45 \text{ mL}$$

76. تجربة إذا قمت بتخفيف 55 mL من محلول تركيزه 4.0 M لتخضير محلول مخفف حجمه 250 mL، فاحسب مولارية المحلول الجديد.

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_2 = \frac{4.0 \text{ M} \times 55 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} = 0.88 \text{ M}$$

احسب عدد مولات H_2O :

$$\text{moles } H_2O = 64.5 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.02 \text{ g } H_2O}$$

$$= 3.58 \text{ mol } H_2O$$

احسب المولية m :

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

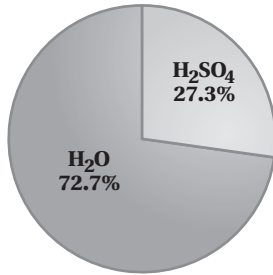
$$= \frac{0.771 \text{ mol HCOOH}}{6.45 \times 10^{-2} \text{ kg } H_2O} = 12.0 m$$

احسب الكسر المولي لـ $HCOOH$:

$$X_{HCOOH} = \frac{n_{HCOOH}}{n_{HCOOH} + n_{H_2O}}$$

$$= \frac{0.771 \text{ mol}}{0.771 \text{ mol} + 3.58 \text{ mol}} = 0.177$$

83. استعن بالشكل 24-1، واحسب الكسر المولي لحمض الكبريتيك H_2SO_4 في المحلول.



الشكل 24-1

احسب عدد مولات H_2SO_4 :

$$27.3 \text{ g } H_2SO_4 \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{97.1 \text{ g } H_2SO_4} = 0.281 \text{ mol } H_2SO_4$$

احسب عدد مولات H_2O :

$$72.7 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.02 \text{ g } H_2O} = 4.034 \text{ mol } H_2O$$

احسب الكسر المولي لـ H_2SO_4 :

$$X_{H_2SO_4} = \frac{n_{H_2SO_4}}{n_{H_2SO_4} + n_{H_2O}}$$

$$X_{H_2SO_4} = \frac{0.281 \text{ mol } H_2SO_4}{0.281 \text{ mol } H_2SO_4 + 4.034 \text{ mol } H_2O}$$

$$= 0.0650$$

احسب عدد مولات Na_2CO_3 :

$$\text{mol } Na_2CO_3 = \frac{8.20 \text{ mol}}{\text{kg}} \times 0.155 \text{ kg} = 1.27 \text{ mol}$$

احسب كتلة Na_2CO_3 :

$$\text{كتلة } Na_2CO_3 = 1.27 \text{ mol } Na_2CO_3 \times \frac{83.00 \text{ g } Na_2CO_3}{\text{mol } Na_2CO_3}$$

$$= 105 \text{ g}$$

81. ما مولالية محلول يحتوي على 30.0 g من النفتالين $C_{10}H_8$ الذائب في 500 g من الطولوين؟

احسب عدد مولات $C_{10}H_8$:

$$30.0 \text{ g } C_{10}H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_{10}H_8}{128 \text{ g } C_{10}H_8} = 0.234 \text{ mol } C_{10}H_8$$

احسب كتلة المذيب (الطولوين) بالكيلوجرام:

$$500.0 \text{ g الطولوين} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.5000 \text{ kg}$$

احسب المولية m :

$$m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

$$m = \frac{0.234 \text{ mol } C_{10}H_8}{0.5000 \text{ kg الطولوين}} = 0.468 m$$

82. ما المولية والكسر المولي لمذاب يحتوي على 35.5% بالكتلة من محلول حمض الميثانويك $HCOOH$ ؟

تُشير 35.5% إلى:

$$\frac{35.5 \text{ g HCOOH}}{100.0 \text{ g محلول}}$$

احسب عدد مولات $HCOOH$:

$$35.5 \text{ g HCOOH} \times \frac{1 \text{ mol HCOOH}}{46.03 \text{ g HCOOH}}$$

$$= 0.771 \text{ mol HCOOH}$$

احسب كتلة H_2O بالكيلوجرام kg :

$$\text{كتلة } H_2O = 100.0 \text{ g} - 35.5 \text{ g} = 64.5 \text{ g}$$

$$= 6.45 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

إتقان المسائل

88. إذا كانت ذائبية غاز تساوي 0.54 g/L عند ضغط مقداره 1.5 atm، فاحسب ذائبية الغاز عند مضاعفة الضغط.

$$\text{من المعادلة } \frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \text{ احسب الذائبية:}$$

$$S_2 = \frac{0.54 \text{ g/L} \times 3.0 \text{ atm}}{1.5 \text{ atm}} = 1.08 \text{ g/L}$$

89. ذائبية غاز تساوي 9.5 g/L عند ضغط 4.5 atm. ما كمية الغاز بالجرامات التي تذوب في 1 L إذا تم تخفيض الضغط إلى 3.5 atm؟

$$\text{من المعادلة } \frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \text{ احسب الذائبية:}$$

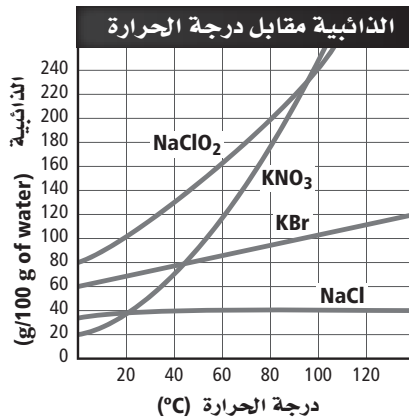
$$S_2 = \frac{9.5 \text{ g/L} \times 3.5 \text{ atm}}{4.5 \text{ atm}} = S_2 = 7.4 \text{ g/L}$$

90. ذائبية غاز تساوي 1.80 g/L عند ضغط مقداره 37.0 kPa. ما قيمة الضغط التي تصبح عندها الذائبية 9.00 g/L؟

$$\text{من المعادلة } \frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2} \text{ احسب الضغط}$$

$$P_2 = \frac{37.0 \text{ kPa} \times 9.00 \text{ g/L}}{1.80 \text{ g/L}} = 185 \text{ kPa}$$

91. استعن بالشكل 1-25 لمقارنة ذائبية بروميد البوتاسيوم KBr ونترات البوتاسيوم KNO₃ عند درجة حرارة 80°C.



الشكل 1-25

84. احسب الكسر المولي لمحلول MgCl₂ الناتج عن إذابة 132.1 g MgCl₂ في 175 mL من الماء؟ احسب عدد مولات MgCl₂،

$$132.1 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95.21 \text{ g}} = 1.387 \text{ mol MgCl}_2$$

احسب عدد مولات H₂O:

$$175 \text{ mL H}_2\text{O} \times \frac{1.0 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mL H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$= 9.72 \text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب الكسر المولي لـ MgCl₂:

$$X_{\text{MgCl}_2} = \frac{n_{\text{MgCl}_2}}{n_{\text{MgCl}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$X_{\text{MgCl}_2} = \frac{1.387 \text{ mol MgCl}_2}{1.387 \text{ mol MgCl}_2 + 9.72 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0.125$$

1-3

إتقان المفاهيم

85. صف عملية الذوبان. تحاط جسيمات المذاب بجسيمات المذيب الموضوع فيه، ويعود السبب في ذلك إلى التجاذب القائم بين جسيمات المذيب والمذاب التي تعمل على تشتت جسيمات المذاب وانتشارها في المحلول.

86. اذكر ثلاث طرائق لزيادة سرعة الذوبان. زيادة درجة حرارة المذيب، وزيادة مساحة سطح المذاب، والتحرك.

87. اشرح الفرق بين المحاليل المشبعة والمحاليل غير المشبعة. يحتوي المحلول المشبع على أكبر كتلة من المذاب عند مجموعة من الشروط المعطاة، ويحتوي المحلول غير المشبع على كتلة أقل من الكتلة التي يستطيع إذابتها.

1 - 4

إتقان المفاهيم

94. عرف الخاصية الجامعة.
الخاصية الفيزيائية للمحلول التي تتأثر بعدد جسيمات المذاب وليس بطبيعتها. ومن الأمثلة عليها: انخفاض الضغط البخاري، ارتفاع درجة الغليان، انخفاض درجة التجمد، الضغط الأسموزي.

95. استعمل مصطلحي (المركّز والمخفّف) لمقارنة المحلول على طرفي غشاء شبه منفذ.
إذا كان هناك اختلاف في التركيز، فسيكون المحلول أقل تركيزاً عند جهة من الغشاء وأكثر تركيزاً في الجهة الأخرى.

96. حدّد كلّ متغيّر في المعادلة الآتية: $\Delta T_b = K_b m$.
تمثّل ΔT_b الفرق بين درجات غليان المحلول والمذيب النقي، في حين يمثّل K_b الثابت المولالي لارتفاع درجة الغليان، أما m فتتمثّل مولالية المحلول.

97. ما المقصود بالضغط الأسموزي؟ ولماذا يُعدّ خاصية جامعة؟

الضغط الأسموزي هو الضغط المبذول من قبل جزيئات الماء التي تتحرّك إلى داخل المحلول من خلال الخاصية الأسموزية. حيث يُعدّ الضغط الأسموزي خاصية جامعة؛ لأنه يعتمد على عدد جسيمات المذاب الذائبة في المحلول.

ذائبة KBr هي 95g/ 100gH₂O. في حين تساوي ذائبة KNO₃ الضعف عند درجة الحرارة نفسها وتساوي 170 g/100 g H₂O تقريباً.

185 kPa

92. استعن بقانون هنري لإكمال الجدول 1-8.

جدول 1-8 الذائبة و الضغط	
الضغط kPa	الذائبة g/L
25	2.9
32	3.7
39	4.5

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب الضغط

$$P_2 = \frac{32 \text{ kPa} \times 2.9 \text{ g/L}}{3.7 \text{ g/L}}$$

$$P_2 = 25 \text{ kPa}$$

ثمّ احسب الذائبة:

$$S_2 = \frac{3.7 \text{ g/L} \times 39 \text{ kPa}}{32 \text{ kPa}}$$

$$S_2 = 4.5 \text{ g/L}$$

93. المشروبات الغازية الضغط الجزئي CO₂ داخل زجاجة مشروب غازي 4.0 atm عند درجة حرارة 25°C. إذا كانت ذائبة CO₂ تساوي 0.12 mol/L. وعند فتح الزجاجة ينخفض الضغط الجزئي إلى 3.0×10^{-4} ، فما ذائبة CO₂ في الزجاجة المفتوحة؟ عبّر عن إجابتك بوحدّة g/L.

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب الذائبة بالمولات:

$$S = \frac{(0.12 \text{ mol/L})(3.0 \times 10^{-4} \text{ atm})}{4.0 \text{ atm}}$$

$$= 9.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L CO}_2$$

ثمّ احسب الذائبة بالجرّامات:

$$\frac{9.0 \times 10^{-6} \text{ mol CO}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{44.01 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2}$$

$$= 4.0 \times 10^{-4} \text{ g/L CO}_2$$

$$\begin{aligned} \text{كتلة } \text{H}_2\text{O} &= 1.00 \text{ L } \text{H}_2\text{O} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mL } \text{H}_2\text{O}} \\ &\times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1.00 \text{ kg } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

احسب مولالية المحلول:

$$\begin{aligned} m &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} \\ &= \frac{1.88 \text{ mol } \text{MgCl}_2}{1 \text{ kg } \text{H}_2\text{O}} = 1.88 \text{ m} \end{aligned}$$

احسب مولالية الجسم:

$$m = 1.88 \text{ m} \times 3 = 5.64 \text{ m}$$

$$\Delta T_f = K_f m \quad \text{ومن المعادلة}$$

احسب الانخفاض في درجة التجمد، ودرجة التجمد:

$$\Delta T_f = 1.86^\circ\text{C}/m \times 5.64 m = 10.5^\circ\text{C}$$

$$T_f = 0.0^\circ\text{C} - 10.5^\circ\text{C} = -10.5^\circ\text{C}$$

100. الطبخ يقوم طبّاخ بتحضير محلول بإضافة 12.5 g من NaCl إلى وعاء يحتوي 0.750 L من الماء. عند أيّ درجة حرارة يغلي المحلول في الوعاء؟ استعمل الجدول 1-6.

احسب عدد مولات NaCl:

$$\text{mol NaCl} = \frac{12.5 \text{ g NaCl}}{58.44 \text{ g/mol}} = 0.214 \text{ mol NaCl}$$

احسب كتلة H_2O بالكيلوجرام:

$$\begin{aligned} \text{كتلة } \text{H}_2\text{O} &= 0.750 \text{ L } \text{H}_2\text{O} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mL } \text{H}_2\text{O}} \\ &\times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.750 \text{ kg } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

احسب مولالية المحلول:

$$\begin{aligned} m &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} \\ &= \frac{0.214 \text{ mol NaCl}}{0.750 \text{ kg } \text{H}_2\text{O}} = 0.285 \text{ m} \end{aligned}$$

إتقان حل المسائل

98. احسب درجة التجمد لمحلول يحتوي على 12.1g من النفثالين C_{10}H_8 الذائب في 0.175 kg من البنزين C_6H_6 . استعن بالجدول 1-6.

ثابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي K_f		الجدول 1-6
K_f ($^\circ\text{C}/m$)	درجة التجمد $^\circ\text{C}$	المذيب
1.86	0.0	الماء
5.12	5.5	البنزين
29.8	-23.0	رابع كلوريد الكربون
1.99	-114.1	الإيثانول
4.68	-63.5	الكلوروفورم

احسب عدد مولات C_{10}H_8 :

$$\begin{aligned} \text{mol } \text{C}_{10}\text{H}_8 &= 12.1 \text{ g } \text{C}_{10}\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_8}{128.08 \text{ g } \text{C}_{10}\text{H}_8} \\ &= 0.0945 \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_8 \end{aligned}$$

احسب المولالية:

$$\begin{aligned} m &= \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} \\ &= \frac{0.0945 \text{ mol } \text{C}_{10}\text{H}_8}{0.175 \text{ kg } \text{C}_6\text{H}_6} = 0.540 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\Delta T_f = K_f m \quad \text{ومن المعادلة}$$

احسب الانخفاض في درجة التجمد، ودرجة التجمد:

$$\Delta T_f = 5.12^\circ\text{C}/m + 0.540 m = 2.76^\circ\text{C}$$

$$T_f = 5.5^\circ\text{C} - 2.76^\circ\text{C} = 2.74^\circ\text{C}$$

99. إذا قمت بإذابة 179 g من MgCl_2 في 1.00 L ماء، فاستعمل الجدول 1-6؛ لإيجاد درجة تجمد المحلول. احسب عدد مولات MgCl_2 :

$$\text{mol } \text{MgCl}_2 = \frac{179 \text{ g } \text{MgCl}_2}{95.3 \text{ g/mol}} = 1.88 \text{ mol } \text{MgCl}_2$$

احسب كتلة H_2O بالكيلوجرام:

احسب مولالية المحلول:

$$m_{\text{المولالية}} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

$$= \frac{0.315 \text{ mol}}{1.00 \text{ kg}} = 0.315 m$$

احسب مولالية الجسيم:

$$m_{\text{الجسيم}} = 0.315 m + 3 = 0.945 m$$

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{من المعادلة}$$

احسب الارتفاع في درجة الغليان ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 0.512^\circ\text{C}/m + 0.945m = 0.484^\circ\text{C}$$

$$T_b \text{ SrCl}_2 = 100.0^\circ\text{C} + 0.484^\circ\text{C} = 100.484^\circ\text{C}$$

: CCl₄احسب عدد مولات CCl₄:

$$\text{mol CCl}_4 = \frac{150.0 \text{ g mol CCl}_4}{154 \text{ gmol}} = 0.974 \text{ mol CCl}_4$$

احسب مولالية المحلول:

$$m_{\text{المولالية}} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

$$= \frac{0.974 \text{ mol}}{1.00 \text{ kg}} = 0.974 m$$

احسب مولالية الجسيم:

$$m_{\text{الجسيم}} = 0.974 m + 1 = 0.974 m$$

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{من المعادلة}$$

احسب الارتفاع في درجة الغليان ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 0.512^\circ\text{C}/m + 0.974m = 0.310^\circ\text{C}$$

$$T_b \text{ CCl}_4 = 100.0^\circ\text{C} + 0.310^\circ\text{C} = 100.31^\circ\text{C}$$

سيكون لـ 50g من SrCl₂ تأثير أكبر.

احسب مولالية الجسيم:

$$m_{\text{الجسيم}} = 0.285 m \times 2 = 0.570 m$$

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{من المعادلة}$$

احسب الارتفاع في درجة الغليان، ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 0.512^\circ\text{C}/m \times 0.570m = 0.292^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100.00^\circ\text{C} + 0.292^\circ\text{C} = 100.29^\circ\text{C}$$

101. الثلجات (الأيس كريم) يُستعمل خليط الملح NaCl

والثلج والماء لتبريد الحليب والكريميا لصنع مثلجات (أيس كريم) منزلية. ما كمية الملح بالجرامات التي يجب إضافتها إلى الماء لتخفيض درجة التجمد 10.0°C؟

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{من المعادلة}$$

احسب المولالية:

$$m = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{10.0^\circ\text{C}}{1.86^\circ\text{C}/m} = 5.38 m$$

لأيونات كل من Na⁺ و Cl⁻.

احسب مولالية المحلول:

$$m_{\text{المولالية}} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

$$= \frac{2.69 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} = 2.69 m$$

احسب كتلة NaCl:

$$\text{كتلة NaCl} = \frac{2.69 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} \times \frac{58.44 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}}$$

$$= 157 \text{ g NaCl}/1 \text{ kg H}_2\text{O}$$

مراجعة عامة

102. أي مذاب له التأثير الأكبر في درجة غليان 1.00 kg من الماء: 50 g من كلوريد الإسترانثسيوم SrCl₂ أم 150 g من رابع كلوريد الكربون CCl₄؟ فسّر إجابتك.: SrCl₂احسب عدد مولات SrCl₂:

$$\text{mol SrCl}_2 = \frac{50.0 \text{ g mol SrCl}_2}{158.6 \text{ g mol SrCl}_2} = 0.315 \text{ mol SrCl}_2$$

$$3.00 \text{ L} \times \frac{0.500 \text{ mol Ca(NO}_3)_2}{1 \text{ L}} = 1.5 \text{ mol Ca(NO}_3)_2$$

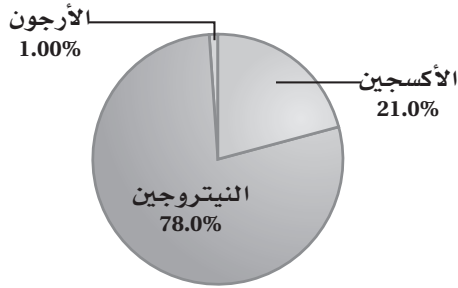
احسب كتلة CaCl_2 :

$$1.5 \text{ mol Ca(NO}_3)_2 \times \frac{164.09 \text{ g Ca(NO}_3)_2}{1 \text{ mol Ca(NO}_3)_2}$$

$$= 246 \text{ g Ca(NO}_3)_2$$

106. يُبين الشكل 1-26 النسب المئوية لمكونات عينة من الهواء.

احسب الكسر المولي لكل غاز في العينة.



الشكل 1-26

احسب عدد مولات كل من N_2 ، O_2 ، و Ar :

$$78.0 \text{ g N}_2 + \frac{1 \text{ mol N}_2}{28.0 \text{ g N}_2} = 2.79 \text{ mol N}_2$$

$$21.0 \text{ g O}_2 + \frac{1 \text{ mol O}_2}{32.0 \text{ g O}_2} = 0.656 \text{ mol O}_2$$

$$1.00 \text{ g Ar} + \frac{1 \text{ mol Ar}}{39.9 \text{ g Ar}} = 0.0251 \text{ mol Ar}$$

احسب الكسر المولي لكل من N_2 ، O_2 ، و Ar :

$$X_{\text{N}_2} = \frac{2.79 \text{ mol N}_2}{2.79 \text{ mol N}_2 + 0.656 \text{ mol O}_2 + 0.0251 \text{ mol Ar}} = 0.804$$

$$X_{\text{O}_2} = \frac{0.656 \text{ mol O}_2}{2.79 \text{ mol N}_2 + 0.656 \text{ mol O}_2 + 0.0251 \text{ mol Ar}} = 0.189$$

$$X_{\text{Ar}} = \frac{0.0251 \text{ mol Ar}}{2.79 \text{ mol N}_2 + 0.656 \text{ mol O}_2 + 0.0251 \text{ mol Ar}} = 0.00723$$

103. استعمل معرفتك بالقطبية والذائبية لتوقع ما إذا كان الذوبان ممكنًا في كلٍّ من الحالات الموضحة في الجدول 1-9. فسّر إجابتك.

جدول 1-9 هل الذوبان ممكن؟	
مذاب	مذيب
MgCl_2 صلب	H_2O سائل
NH_3 سائل	C_6H_6 سائل
H_2 غاز	H_2O سائل
I_2 سائل	Br_2 سائل

$\text{MgCl}_2(\text{s})$ في $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: نعم. $\text{NH}_3(\text{l})$ في $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$: لا.
 $\text{H}_2(\text{g})$ في $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$: لا. $\text{I}_2(\text{l})$ في Br_2 : نعم.

هذه التوقعات مبنية على القاعدة العامة «المذيب يذيب شبيهه»؛ فالمذيب القطبي كالماء سوف يذيب مذابًا قطبيًا مثل كلوريد الماغنسيوم، في حين يذيب المذيب غير القطبي مثل سائل البروم مذابًا غير قطبي مثل سائل اليود. وتعدّ الأمونيا جزيئًا قطبيًا، في حين يُعدّ البنزين غير قطبي. أما جزيء الماء فيُعدّ جزيئًا قطبيًا في حين يكون الهيدروجين ثنائي الذرة غير قطبي.

104. إذا قمت بتحضير محلول مائي مشبع من كلوريد البوتاسيوم عند درجة حرارة 25°C ، ثم قمت بتسخينه إلى 50°C فهل يصبح المحلول غير مشبع، أو مشبعًا، أو فوق مشبع؟ فسّر إجابتك.

سيصبح محلولًا غير مشبع، إذ تزداد ذائبية KCl في الماء بازدياد درجة الحرارة. ويستوعب المحلول كمية أكبر من المذاب عند درجة حرارة 50°C .

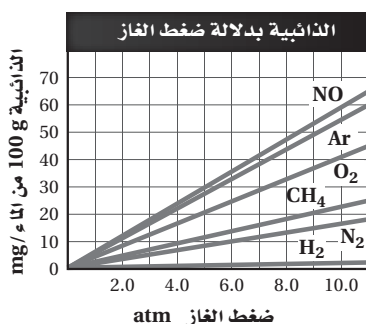
105. ما كتلة نترات الكالسيوم $\text{Ca(NO}_3)_2$ التي تلزم لتحضير 3.00 L من محلول تركيزه 0.500 M ؟

احسب عدد مولات $\text{Ca(NO}_3)_2$:

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\text{mol Ca(NO}_3)_2 = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

109. توسيع يُبين الشكل 1-27 ذائبية الأرجون في الماء عند ضغوط مختلفة. استعمل قانون هنري للتحقق من الذائبية عند (15 atm).



الشكل 1-27

من المعادلة $\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ احسب ذائبية

$$S_2 = \frac{(55 \text{ mg Ar}/100 \text{ g H}_2\text{O})(15 \text{ atm})}{(10.0 \text{ atm})}$$

$$= 82 \text{ mg Ar}/100 \text{ g H}_2\text{O}$$

مسألة تحفيز

110. لديك محلول يحتوي على 135.2 g من KBr مذابة في 2.3 L من الماء. كم يلزمك (mL) منه لتحضير محلول مخفف حجمه 1.5 L وتركيزه 0.1 M؟ وما درجة غليان المحلول المخفف الجديد؟

الخطوة 1: احسب عدد مولات KBr، ثم احسب مولارية المحلول الأصلي:

$$135.2 \text{ g KBr} \times \frac{1 \text{ mol KBr}}{119 \text{ g KBr}} = 1.14 \text{ mol KBr}$$

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$= \frac{1.14 \text{ mol KBr}}{2.3 \text{ L H}_2\text{O}} = 0.496 \text{ M}$$

الخطوة 2: خفف المحلول، بحساب الحجم اللازم (mL):

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$V_1 = 0.10 \text{ M} \times \frac{1.5 \text{ L}}{0.496 \text{ M}} = 0.30 \text{ L}$$

التفكير الناقد

107. اعمل خطة لتحضير 1000 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك المائي تركيزه 5% بالحجم. يجب أن تصف خطتك كميتي المذاب والمذيب اللازمين، والخطوات المستعملة في تحضير المحلول.

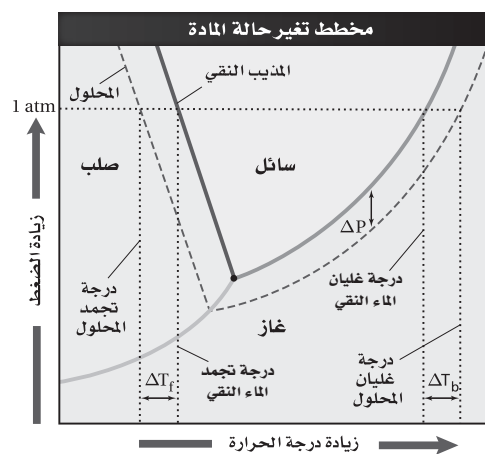
$$100\% = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100\%$$

$$5\% = \frac{\text{حجم المذاب}}{1000 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$\text{حجم المحلول} = 50 \text{ mL}$$

يلزم 50 mL HCl، وبطرح حجم محلول HCl من المحلول الكلي لتحصل على حجم الماء الذي يساوي 950 mL اللازمة. أذب 50 mL HCl في كمية مناسبة من الماء، ثم أضف الماء ليصل حتى يصل حجم المحلول إلى 1000 mL.

108. قارن واستخلص النتائج ادرس المخطط في الشكل 1-20، وقارن بين الخطوط المتقطعة لـ ΔT_f و ΔT_b ، وصف الاختلافات التي لاحظتها. كيف يمكن لهذه الخطوط أن توضع في أماكن مختلفة تبعاً لنوع المحاليل إذا كانت متأينة أو غير متأينة؟ ولماذا؟

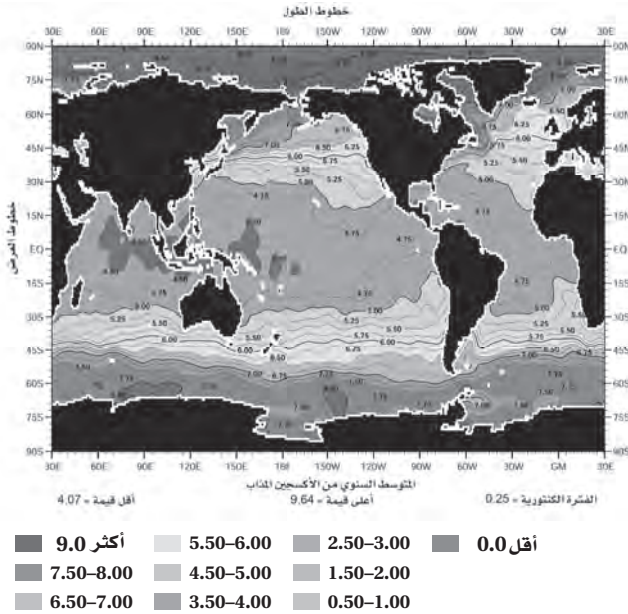


الشكل 1-20

تكون درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد الماء النقي، في حين تكون درجة غليان المحلول أعلى من درجة غليان الماء النقي.

وتكون قيم ΔT_b و ΔT_f للمحاليل المتأينة أعلى مما هي عليه بالنسبة للمواد غير الأيونية؛ لأن المواد الأيونية تتفكك في الماء، مُنتجة عدداً أكبر من الجسيمات في المحلول.

عام 2001م. لاحظ أن المحور الأفقي يُمثّل خطوط الطول، والمحور العمودي يُمثّل خطوط العرض.



الشكل 1-25

112. هل ترتبط قيم الأكسجين المذاب بشكل واضح مع خط الطول أو خط العرض؟ لماذا ترى ذلك صحيحاً؟ تُعدّ قيم الأكسجين المذاب الأكثر قرباً وارتباطاً بخط العرض. وكذلك ترتبط مساحة السطح، ودرجة حرارة الماء أكثر بخط العرض من خط الطول.

113. عند أيّ خط عرض يكون متوسط الأكسجين المذاب أقلّ؟ القيم أكثر انخفاضاً بالقرب من خط الاستواء.

114. صف الاتجاه العام الذي توضّحه البيانات، واربط ذلك مع العلاقة بين ذائبية الغاز ودرجة الحرارة. بصورة عامة، يزداد الأكسجين المذاب في مياه سطح المحيط، عند زيادة خط العرض شمالاً وجنوباً، وتكون درجات حرارة سطح الماء أكبر بالقرب من خط الاستواء. وتقلّ درجة حرارة سطح الماء عند الأقطاب، وبصورة عامة تزداد ذائبية الغاز عند انخفاض درجة الحرارة.

$$0.30 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 300 \text{ mL}$$

الخطوة 3: احسب درجة غليان المحلول المخفّف:

$$\Delta T_b = K_b m \quad \text{احسب المولالية من المعادلة}$$

$$m = \frac{0.10 \text{ mol KBr}}{1 \text{ L H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{O}}{1000 \text{ mL H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mL H}_2\text{O}}{1 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} = 0.10 m$$

احسب مولالية الجسم:

$$m = 0.10 m \times 2 = 0.20 m$$

الجسيم

احسب الارتفاع في درجة الغليان، ودرجة الغليان:

$$\Delta T_b = 0.512^\circ\text{C}/m \times 0.20 m = 0.10^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100.0^\circ\text{C} + 0.10^\circ\text{C} = 100.1^\circ\text{C}$$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

111. الحليب المتجانس تمّ بيع أول حليب متجانس Homogenized Milk في الولايات المتحدة عام 1919م. أما اليوم فكلّ الحليب المبيع متجانس على شكل مستحلب غروي. ابحث عن عملية التجانس Homogenization Process. اكتب مقالة مختصرة تصف فيها العملية، وتتضمّن مخطّطاً يوضّح العملية، ومناقشة المنافع والمضار المتعلقة بشرب الحليب المتجانس.

ستتوّع إجابات الطلاب. يجب أن يلاحظ الطلاب أن الحليب الطازج يحتوي على دهون معلقة في داخله. وإذا تركت فترة فإنها ستشكّل طبقة يمكن فصلها. وأن الآلية التي يتكوّن بها الحليب المتجانس تعتمد على تكسير حبيبات الدهون إلى أجزاء صغيرة تمنعها من تكوين الطبقة الدهنية.

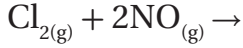
أسئلة المستندات

المتوسط السنوي من الأكسجين المذاب تُبيّن البيانات الموجودة في الشكل 1-25 متوسط قيم الأكسجين الذائبة في مياه المحيطات بوحدة mL/L خلال شهر واحد من

d

$$\text{كتلة Br}_2 = (55.0 \text{ g}) \times (0.004779) = 0.2628 \text{ g}$$

3. ما نواتج التفاعل التالي:

a. NCl_2 b. 2NOCl c. N_2O_2 d. 2ClOb

b

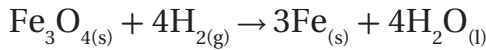
4. إذا أذيب 1 mol من كلٍّ من المواد التالية في 1 L من الماء، فأَيُّها يكون له الأثر الأكبر في الضغط البخاري لمحلولها؟

a. KBr b. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ c. MgCl_2 d. CaSO_4

c

سُتنتج MgCl_2 العدد الأكبر من الجسيمات في المحلول، 1 .
2 mol Cl^- و 2 mol Mg^{2+}

5. استعن بالتفاعل الآتي للإجابة عن السؤال

5. إذا تفاعل 16 mol H_2 فكم مولاً من Fe يَتُّج؟

a. 6

b. 3

c. 12

d. 9

c

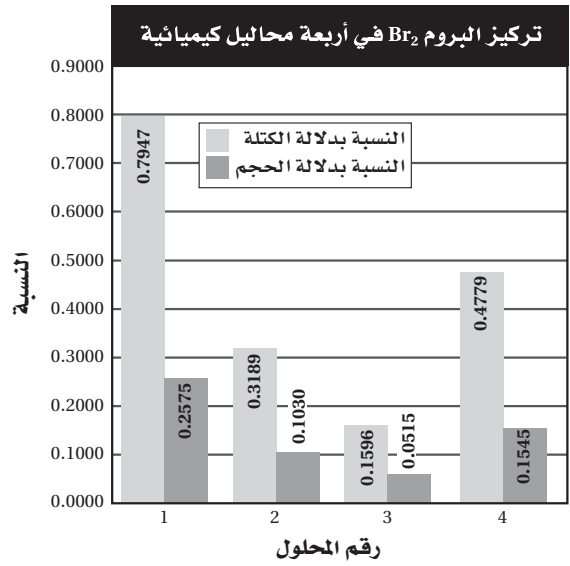
$$16 \text{ mol H}_2 \times \frac{3 \text{ mol Fe}}{4 \text{ mol H}_2} = 12 \text{ mol Fe}$$

اختبار مُقنن

الصفحتين 51 - 50

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و 2.

1. ما حجم البروم Br_2 الذائب في 7.00 L من المحلول 1؟

a. 55.63 mL

b. 8.808 mL

c. 18.03 mL

d. 27.18 mL

c

$$\text{حجم Br}_2 = (7.000 \text{ L}) \times (0.002575)$$

$$= 0.01803 \text{ L} = 18.03 \text{ mL}$$

2. ما كمية البروم (بالجرام) الموجودة في 55.00g من المحلول 4؟

a. 3.560 g

b. 0.08498 g

c. 1.151 g

d. 0.2628 g

8. ما عدد مولات $KClO_3$ التي يمكن أن تذوب في 100 g من الماء عند درجة حرارة $60^\circ C$ ؟

$$21 \text{ g } KClO_3 \times \frac{1 \text{ mol}}{122.55 \text{ g}} = 0.17 \text{ mol } KClO_3$$

9. أيّ محاليل الأملاح يمكنه استيعاب المزيد من المذاب عند درجة حرارة $20^\circ C$: $NaCl$ أم KCl ؟ كيف يمكن مقارنة ذلك بذائبية كلٍّ منهما عند درجة حرارة $80^\circ C$ ؟
يمكن لمحلول $NaCl$ أن يستوعب كمية أكبر من المذاب عند $20^\circ C$. وتنعكس الذائبية عند $80^\circ C$. فيصبح KCl أكثر ذائبية من $NaCl$.

10. ما عدد مولات $KClO_3$ اللازمة لتحضير محلول مائي حجمه 1.0 L عند درجة حرارة $75^\circ C$ ؟

$$30 \text{ g } KClO_3 / H_2O \times \frac{1 \text{ mol}}{122.55 \text{ g } KClO_3} = 0.245 \text{ mol } KClO_3 / 1L$$

أسئلة الإجابات المفتوحة

11. إذا أعطيت عينة من مذاب صلب وثلاثة محاليل مائية تحتوي على ذلك المذاب. فكيف يمكنك تحديد أيّ المحاليل مشبع، وأيها غير مشبع، وأيها فوق مشبع؟
أضف كمية قليلة إلى كل من المحاليل الثلاثة، فإذا تكوّنت بلورات فسيكون المحلول فوق مشبع، وإذا كانت غير ذائبة يكون المحلول مشبعًا، أما إذا ذابت فإن المحلول يكون غير مشبع.

6. ما حجم محلول كلوريد النيكل $0.125 \text{ M } NiCl_2$ الذي يحتوي على 3.25 من $NiCl_2$ ؟

- a. 406 mL
- b. 32.5 mL
- c. 38.5 mL
- d. 201 mL

d

احسب عدد مولات $NiCl_2$ ،

$$3.25 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{129.6 \text{ g}} = 0.025 \text{ mol}$$

احسب حجم محلول $NiCl_2$ ،

$$\text{عدد مولات المذاب (mol)} = \frac{\text{المولارية M}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$0.025 \text{ mol} \times \frac{1 \text{ L}}{0.125 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 201 \text{ mL}$$

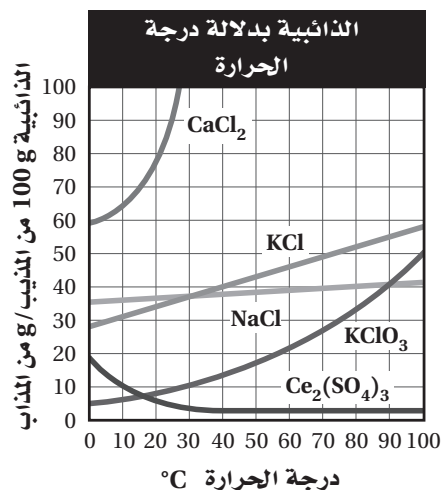
7. أيّ مما يأتي لا يُعدّ خاصية جامعة؟

- a. رفع درجة الغليان.
- b. زيادة الضغط البخاري.
- c. الضغط الأسموزي.
- d. حرارة المحلول.

d

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالرسم البياني الآتي للإجابة عن الأسئلة من 8 – 10.



الطاقة والتغيرات الكيميائية

2-1 الطاقة

الصفحات 60 - 54

مسائل تدريبية

الصفحات 59 - 57

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

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

قيمة الحرارة النوعية للمادة المجهولة (2.45 J/g. C) قريبة جداً من الحرارة النوعية للإيثانول.

6. تحفيز قطعة من الذهب النقي كتلتها 4.50 g، امتصت 276 J من الحرارة، وكانت درجة حرارتها الأولية 25.0 C. ما درجة حرارتها النهائية؟

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

$$\Delta T = \frac{q}{cm} = \frac{(276 \text{ J})}{(0.129 \text{ J}/\text{g} \cdot ^\circ \text{C})(4.50 \text{ g})} = 475^\circ \text{C}$$

$$\Delta T = T_f - T_i = T_f - 25.0^\circ \text{C} = 475^\circ \text{C}$$

$$T_f = 5.00 \times 10^2^\circ \text{C} = 500^\circ \text{C}$$

التقويم 2-1

الصفحة 60

7. وضح كيف تتغير الطاقة من شكل إلى آخر في التفاعل الطارد للطاقة والتفاعل الماص لها؟ تتحول طاقة الوضع الكيميائية إلى حرارة في التفاعلات الطاردة للحرارة، فتنتقل الحرارة، وتتمتص الحرارة في التفاعلات الماصة للحرارة، وتتحول إلى طاقة وضع كيميائية.

8. ميز بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع في الأمثلة التالية: مغناطيسان منفصلان؛ انهيار ثلجي؛ كتب موضوع على رفوف؛ نهر؛ سباق سيارات؛ فصل الشحنات في بطارية. يُمثل المغناطيسان المنفصلان طاقة الوضع، وتتحول طاقة الوضع في الانهيار الثلجي إلى طاقة حركية. تُمثل الكتب الموضوع على رف طاقة وضع. وتتحول طاقة الوضع في مياه جدول جبلي إلى طاقة حركية. وتتحول طاقة الوضع الكيميائية في سباق السيارات إلى طاقة حركية. يُمثل فصل الشحنات في البطارية طاقة وضع كهربائية.

1. تحتوي حبة حلوى الفواكه والشوفان على 142 Cal من الطاقة. ما مقدار هذه الطاقة بوحدة cal؟

بما أن $142 \text{ Cal} = 142 \text{ kcal}$ حول من وحدة kcal إلى وحدة cal:

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

2. يُطلق تفاعل طارد للطاقة 86.5 kJ من الحرارة. ما مقدار الحرارة التي أُطلقت بوحدة kcal؟ حول 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 السُّعر الغذائي Cal؟

$$X = 0.1 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

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

$$1 \text{ cal} = 0.001 \text{ Cal}$$

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

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.

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

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

5. سُخِّنت عيّنة 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.

13. ارتفعت درجة حرارة عينة من الماء من 20.0 C إلى 46.6 C عند امتصاصها 5650 J من الحرارة. ما كتلة العينة؟

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

$$5650\text{ J} = 4.184\text{ J/(g}\cdot\text{C)} \times m \times 26.6^\circ\text{C}$$

$$m = 50.8\text{ g}$$

14. ما كمية الحرارة التي تكتسبها صخرة من الجرانيت كتلتها $2.00 \times 10^3\text{ g}$ إذا ارتفعت درجة حرارتها من 10.0 C إلى 29.0 C ، إذا علمت أن الحرارة النوعية للجرانيت $0.803\text{ J/(g}\cdot\text{C)}$ ؟

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

$$q = 0.803\text{ J/(g}\cdot\text{C)} \times 2.00 \times 10^3\text{ g} \times 19.0^\circ\text{C}$$

$$q = 30500\text{ J}$$

15. تحفيز إذا فقدت 335 g من الماء، عند درجة حرارة 65.5 C كمية حرارة مقدارها 9750 J ، فما درجة الحرارة النهائية للماء؟

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

$$T_f = \frac{q}{cm} + T_i$$

$$T_f = \frac{9750\text{ J}}{(4.184\text{ J/(g}\cdot\text{C)})(335\text{ g})} + 65.5^\circ\text{C}$$

$$T_f = 72.45^\circ\text{C}$$

التقويم 2-2

الصفحة 66

16. صف كيف تحسب كمية الحرارة المكتسبة أو المنطلقة من المادة عندما تتغير درجة حرارتها؟
الحرارة المكتسبة أو المنطلقة تساوي الحرارة النوعية للمادة مضروبة في كتلة المادة ومضروبة في التغير في درجة حرارتها.

9. وضح علاقة الضوء والحرارة في شمعة محترقة بطاقة الوضع الكيميائية.
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 حرارة 95.0 C ، علماً بأن الحرارة النوعية للألومنيوم $0.897\text{ J/g}\cdot\text{C}$.

$$q = cm\Delta T$$

$$q = (0.897\text{ J/(g}\cdot\text{C)})(50\text{ g})(95.0^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C})$$

$$q = 3139\text{ J}$$

11. تفسير البيانات ووضعت 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.
يتناسب تغير درجة الحرارة تناسباً عكسياً مع الحرارة النوعية؛ ويكون ترتيب الفلزات على النحو الآتي: ذهب، فضة، حديد، ألومنيوم.

2-2 الحرارة

الصفحات 66 - 61

مسائل تدريبية

الصفحة 63

12. عينة من فلز كتلتها 90.0 g امتصت 25.6 J من الحرارة عندما ازدادت درجة حرارتها 1.18 C . ما الحرارة النوعية للفلز؟

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

$$25.6\text{ J} = c \times 90.0\text{ g} \times 1.18^\circ\text{C}$$

$$c = 0.241\text{ J/(g}\cdot\text{C)}$$

22. صمّم تجربة صِف خطوات العمل التي يمكنك أن تتبّعها لإيجاد الحرارة النوعية لقطعة فلز كتلتها 45.0g. ضع كتلة معلومة من الماء في مسعر، وقس درجة حرارته، ثم سخّن عينة من الفلز كتلتها 45g إلى 100 C. ضع العينة الساخنة في الماء داخل المسعر، ثم انتظر حتى تثبت درجة حرارة الماء، وعندئذ قس درجة الحرارة النهائية للماء، واحسب الحرارة النوعية للفلز، مفترضاً أن الحرارة لا تُفقد من قبل الفلز إلى المحيط.

3- 2 المعادلات الكيميائية الحرارية

الصفحات 67 - 72

مختبر حلّ المشكلات

الصفحة 70

بيانات الزمن ودرجة حرارة الماء			
درجة الحرارة C	الزمن min	درجة الحرارة C	الزمن min
100	13.0	-20	0.0
100	14.0	0	1.0
100	15.0	0	2.0
100	16.0	9	3.0
100	17.0	26	4.0
100	18.0	42	5.0
100	19.0	58	6.0
100	20.0	71	7.0
100	21.0	83	8.0
100	22.0	92	9.0
100	23.0	98	10.0
100	24.0	100	11.0
120	25.0	100	12.0

17. اشرح لماذا تكون إشارة ΔH_{rxn} سالبة للتفاعل الطارد للحرارة؟

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

$$\Delta H = H_{\text{للمتفاعلات}} - H_{\text{للتفاعل}}$$

$$H_{\text{products}} < H_{\text{reactants}}$$

$$H_{\text{للمتفاعلات}} < H_{\text{للتفاعل}}$$

18. اشرح لماذا يُشكّل الحجم المعلوم من الماء جزءاً مهماً من المسعر؟

يمتصّ الماء الحرارة المنطلقة التي تساوي كتلة الماء مضروبة في التغير في درجة الحرارة مضروباً في الحرارة النوعية لتحسب الحرارة المكتسبة أو المنطلقة وفق المعادلة $(q = c \times m \times \Delta T)$.

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

لأن الحرارة النوعية لمادة هي عدد الجولات المفقودة أو المكتسبة عند كل تغير في درجات الحرارة ولكل جرام واحد من المادة.

20. صِف معنى النظام في الديناميكا الحرارية، وشرح العلاقة بين النظام والمحيط والكون.

يُعدّ النظام الذي يحتوي على التفاعل أو العملية المراد دراستها جزءاً من الكون، في حين يُعدّ المحيط كل شيء في الكون ما عدا النظام؛ لذا فالكون هو النظام ومحيطه.

21. احسب الحرارة النوعية $J/(g \cdot ^\circ C)$ لمادة مجهولة؛ إذ تُطلق عينة كتلتها 2.50g منها 12.0 Cal عندما تتغير درجة حرارتها من 25 C إلى 20.0 C. استعن بالجدول 1-2 في الصفحة 56.

$$q = cm\Delta T$$

$$c = \frac{q}{m\Delta T} = \frac{(-12 \text{ cal})(4.184 \text{ J/cal})}{(2.50 \text{ g})(-5.0^\circ \text{C})} = 4.02 \text{ J/(g} \cdot ^\circ \text{C)}$$

التفكير الناقد

3. استنتج كيف يبدو شكل منحنى التسخين للإيثانول؟ ينصهر الإيثانول عند $C -114$ ويغلي عند $C 78$. ارسم منحنى تسخين الإيثانول في مدى درجات الحرارة من $C -120$ إلى $C 90$. ما العوامل التي تُحدّد طول الأجزاء التي تثبت فيها درجة الحرارة (الخطوط الأفقية)؟ وما ميل المنحنى بين الأجزاء التي تتغير فيها درجة الحرارة؟ من $C -20$ إلى $C -114$ يرتفع المنحنى بانتظام. عند $C 114$ يصبح المنحنى أفقياً لفترة، ثم يرتفع حتى يصل إلى $C 78$ ؛ حيث يصبح أفقياً مرة أخرى. وبعد فترة أخرى يرتفع المنحنى حتى $C 90$. تعتمد أطوال الأجزاء الأفقية على كمية الإيثانول التي تم تسخينها، وكمية الحرارة التي تضاف، وعلى الزمن. هذه العوامل مهمة في تحديد ميل المنحنى، إضافة إلى الحرارة النوعية للمادة التي يتم تسخينها.

مسائل تدريبية

الصفحة 71

23. احسب الحرارة اللازمة لصهر 25.7g من الميثانول الصُّلب عند درجة انصهاره. استعن بالجدول 4-2. احسب عدد مولات الميثانول، ثم درجة الحرارة اللازمة:

$$25.7\text{g CH}_3\text{OH} \times \frac{1\text{ mol CH}_3\text{OH}}{32.04\text{g CH}_3\text{OH}} = 0.80\text{ mol CH}_3\text{OH}$$

$$0.80\text{ mol CH}_3\text{OH} \times \frac{3.22\text{ kJ}}{1\text{ mol CH}_3\text{OH}} = 2.58\text{ kJ}$$

24. ما كمية الحرارة المنطلقة عن تكثف 275g من غاز الأمونيا إلى سائل عند درجة غليانه؟ استعن بالجدول 4-2 لتحديد ΔH_{cond} . احسب عدد مولات الأمونيا، ثم درجة الحرارة المنطلقة:

$$275\text{g NH}_3 \times \frac{1\text{ mol NH}_3}{17.03\text{g NH}_3} = 16.15\text{ mol NH}_3$$

$$16.15\text{ mol NH}_3 \times \frac{23.3\text{ kJ}}{1\text{ mol NH}_3} = 376\text{ kJ}$$

1. حلّ كلاً من الأجزاء الخمسة في الرسم، التي تتميز بتغير حاد في ميل المنحنى. ويُنّ كيف يغيّر امتصاص الحرارة من طاقة الوضع وطاقة الحركة لجزيئات الماء. تزداد الطاقة الحركية من $C -20$ إلى $C 0$. تزداد طاقة الوضع عند المستوى المستقر عند $C 0$ ، حيث تزداد حرية الحركة للجسيمات، ومن $C 0$ إلى $C 100$ تزداد الطاقة الحركية. أما عند المستوى المستقر عند $C 100$ فتزداد طاقة الوضع، حيث تنفصل الجسيمات كلياً بعضها عن بعض. ومن $C 100$ إلى $C 120$ تزداد الطاقة الحركية.

2. احسب كمية الحرارة اللازمة لكل منطقة من الرسم. $180\text{g H}_2\text{O} = 10\text{ mol H}_2\text{O}$, $\Delta H_{\text{fus}} = 6.01\text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{vap}} = 40.7\text{ kJ/mol}$, $C_{\text{H}_2\text{O}(s)} = 2.03\text{ J/g} \cdot \text{C}$, $C_{\text{H}_2\text{O}(l)} = 4.184\text{ J/(g} \cdot \text{C)}$, $C_{\text{H}_2\text{O}(g)} = 2.01\text{ J/g} \cdot \text{C}$ وما علاقة الزمن اللازم في كل منطقة في الرسم بكمية الحرارة المتصّصة؟ كلما ازدادت الحرارة المتصّصة، ازدادت الفترة الزمنية في المنطقة.

في الجزء من $C -20$ إلى $C 0$ ، استعمل المعادلة:

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

$$q = 4.184\text{ J/(g} \cdot \text{C)} \times 180\text{ g} \times 20^\circ\text{C} = 1.5 \times 10^4\text{ J} = 15\text{ kJ}$$

للجزء عند درجة حرارة $C 0$ ، $\Delta H_{\text{fus}} = 6.01\text{ kJ/mol}$ ، الحرارة المتصّصة = $6.01\text{ kJ/mol} \times 10\text{ mol} = 60\text{ kJ}$ في الجزء من $C 0$ إلى $C 100$ ، استعمل المعادلة:

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

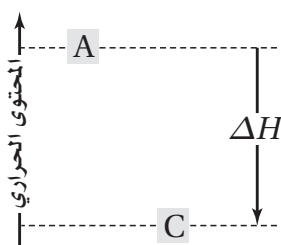
$$q = 4.184\text{ J/(g} \cdot \text{C)} \times 180\text{ g} \times 100^\circ\text{C} = 7.5 \times 10^4\text{ J} = 75\text{ kJ}$$

للجزء عند درجة حرارة $C 100$ ، $\Delta H_{\text{vap}} = 40.7\text{ kJ/mol}$ ، الحرارة المتصّصة = $40.7\text{ kJ/mol} \times 10\text{ mol} = 410\text{ kJ}$

30. طَبَّقْ إذا كانت حرارة التبخر المولارية للأمونيا هي 23.3 kJ/mol ، فما مقدار حرارة التكثف المولارية للأمونيا؟

$$-23.3 \text{ kJ/mol}$$

31. تفسير الرسوم العملية يُبيِّن الرسم المجاور المحتوى الحراري للتفاعل $A \rightarrow C$. هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ فسِّر إجابتك. يُعَدُّ التفاعل طارداً للحرارة؛ لأن طاقة الناتج C أقل من طاقة المادة المتفاعلة A.



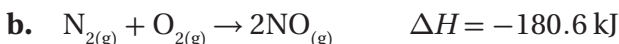
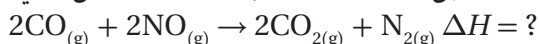
4 - 2 حساب التغير في المحتوى الحراري

الصفحات 73 - 80

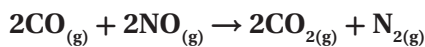
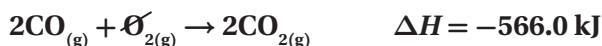
مسائل تدريبية

الصفحات 76 - 80

32. استعمل المعادلتين a و b لإيجاد ΔH للتفاعل الآتي:



اجمع المعادلة a إلى معكوس المعادلة b:



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

25. تخفِز ما كتلة الميثان CH_4 التي يجب احتراقها لإطلاق 12.880 kJ من الحرارة؟ استعن بالجدول 3-2. اضرب في مقلوب المحتوى الحراري، ثم في مقلوب الكتلة المولية لـ CH_4 :

$$12880 \text{ kJ} = m \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16.04 \text{ g CH}_4} \times \frac{891 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4}$$

$$m = 12880 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{891 \text{ kJ}} \times \frac{16.04 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4}$$

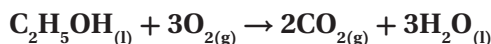
$$m = 231.3 \text{ g CH}_4$$

التقويم 2-3

الصفحة 72

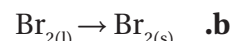
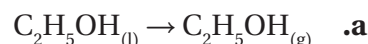
26. اكتب معادلة كيميائية حرارية كاملة لاحتراق الإيثانول

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ إذا علمت أن $\Delta H_{\text{comb}} = -1367 \text{ kJ/mol}$.



$$\Delta H_{\text{comb}} = -1367 \text{ kJ/mol}$$

27. حدِّد أيِّ العمليات الآتية طاردة للحرارة، وأيها ماصة لها؟



يُعدُّ التفاعلان b، و c طاردين للحرارة، في حين يُعدُّ التفاعل a ماصاً للحرارة.

28. اشرح كيف يمكنك حساب الحرارة المنطلقة عند تجمد 0.25 mol ماء؟

اضرب 0.25 mol في حرارة الانصهار لكل mol من الماء في 6.01 kJ/mol .

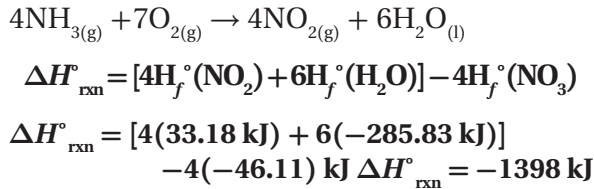
29. احسب كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 206 g من غاز

$$\text{الهيدروجين؟} \quad \Delta H_{\text{comb}} = -286 \text{ kJ/mol}$$

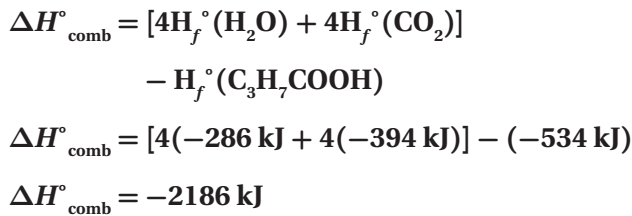
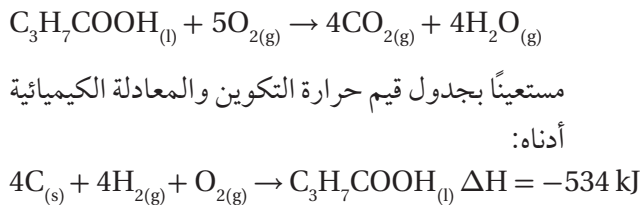
احسب عدد مولات الهيدروجين، ثم اضربها في المحتوى الحراري:

$$206 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{2.01 \text{ g}} \times \frac{286 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 29458 \text{ kJ}$$

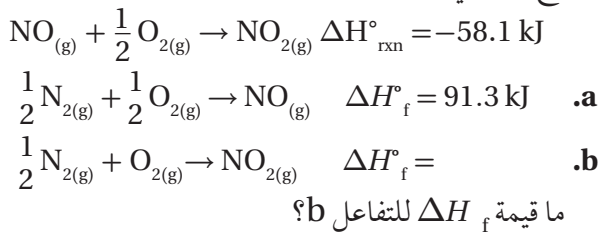
35. مستعيناً بجدول قيم حرارة التكوين القياسية، احسب ΔH_{rxn} للتفاعل الآتي.



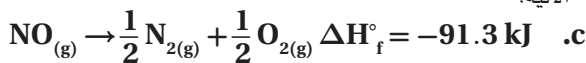
36. أوجد H_{comb} لحمض البيوتانويك،



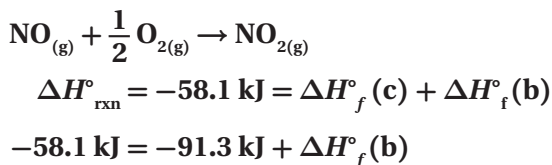
37. تحفيز بدمج معادلتين حرارة التكوين a و b تحصل على معادلة تفاعل أكسيد النيتروجين مع الأكسجين، الذي ينتج عنه ثاني أكسيد النيتروجين.



اعكس المعادلة a، وغير إشارة ΔH لها لتحصل على المعادلة c الآتية:



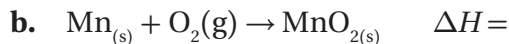
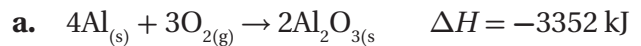
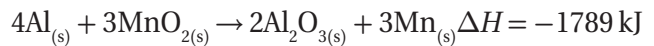
اجمع المعادلتين b و c فتحصل على المعادلة الآتية:



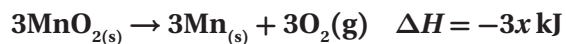
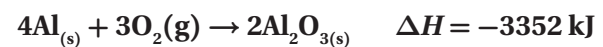
$$\Delta H_f^\circ(\text{b}) = -58.1 \text{ kJ} + 91.3 \text{ kJ} = 33.2 \text{ kJ}$$

دليل حلول المسائل

33. تحفيز إذا كانت قيمة ΔH للتفاعل الآتي -1789 kJ ، فاستعمل ذلك مع المعادلة a لإيجاد ΔH للتفاعل b.



اعكس المعادلة b، واضربها في 3، ثم اجمعها مع المعادلة a:



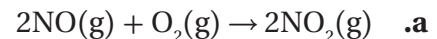
$$\Delta H = -3352 - 3x \text{ kJ}$$

$$-3352 - 3x \text{ kJ} = -1789 \text{ kJ}$$

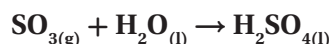
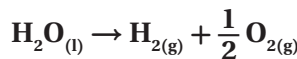
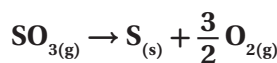
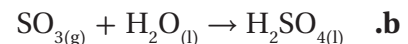
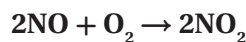
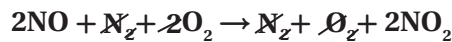
وبسبب تغيير اتجاه المعادلة b، فستكون قيمة ΔH للتفاعل b:

$$\frac{-3352 + 1789}{3} = -521 \text{ kJ}$$

34. بيّن كيف أن مجموع معادلات حرارة التكوين يعطي كلاً من التفاعلات الآتية، دون البحث عن قيم ΔH واستعمالها في الحل.

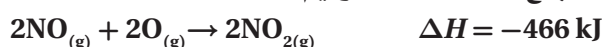


تعدّ NO مادة متفاعلة في المسألة؛ لذا اجمع معادلة تكوين NO المعكوسة إلى معادلة تكوين NO_2 :



التقويم 4 - 2

الصفحة 80

اعكس المعادلة الثانية، وغير إشارة ΔH :اعكس المعادلة الأولى، وغير إشارة ΔH :اجمع المعادلات الثلاث، وقيم ΔH لها :تمثل المعادلة الناتجة وقيمة ΔH لـ 2 mol NO . لذا اقسم المعادلة وقيمة ΔH لها على 2 :

43. تفسير الرسوم العملية استعمل البيانات أدناه لعمل رسم

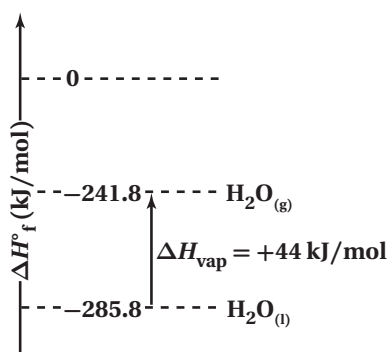
لحرارة التكوين القياسية مشابه للشكل 14-2، واستعمله في إيجاد حرارة تبخر الماء عند درجة حرارة 298 K.

$$\Delta H_f = -285.8 \text{ kJ/mol} \text{ الماء السائل:}$$

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

ستبين الرسوم الماء السائل عند 285.8 kJ/mol تحت 0 K ، والماء في الحالة الغازية عند 241.8 kJ/mol تحت 0 K . حرارة التبخر هي فرق الطاقة بين الخطين، أو:

$$285.8 \text{ kJ} - (-241.8 \text{ kJ}) = 44.0 \text{ kJ}$$



38. وضح المقصود بقانون هس، وكيف يُستعمل لإيجاد ΔH_{rxn} ؟ ينص قانون هس على أنه إذا كان مجموع معادلتين أو أكثر يساوي معادلة كلية، فعندئذ تكون ΔH_{rxn} للمعادلة الكلية مساوية لمجموع قيم ΔH_{rxn} للمعادلة التي دُمجت.

39. اشرح بالكلمات الصيغة التي يمكن استعمالها لإيجاد ΔH_{rxn} عند استعمال قانون هس.

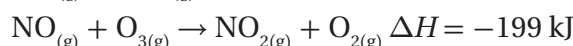
$$\Delta H_{\text{rxn}} = \sum \Delta H_f(\text{products}) - \sum \Delta H_f(\text{reactants})$$

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

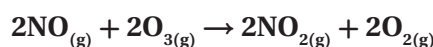
40. صف كيف تُعرّف العناصر في حالاتها القياسية على تدرج حرارة التكوين القياسية؟ تعطى لهم حرارة تكوين تساوي الصفر.

41. تفحص البيانات في الجدول 5-2. ماذا يمكن أن تستنتج عن ثبات أو استقرار المركبات المذكورة مقارنةً بالعناصر في حالاتها القياسية؟ تذكر أن الثبات أو الاستقرار يرتبط مع الطاقة المنخفضة. المركبات الموجودة في الجدول 5-2 جميعها أكثر ثباتاً من العناصر التي تكونت منها.

42. احسب استعمل قانون هس لإيجاد ΔH للتفاعل أدناه: $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H =$ الآتية:



اضرب المعادلة الثالثة في 2 :



$$\Delta H = 2(-199 \text{ kJ}) = 2398 \text{ kJ}$$

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



الشكل 16-2

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 $2.44 \text{ J/g} \cdot \text{C}$. ماذا يعني ذلك؟

يعني ذلك أنه يلزم 2.44 J لرفع درجة حرارة 1 g من الإيثانول درجة سيليزية واحدة (1 C).

52. اشرح كيف تُحدّد كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة شيء ما؟

كمية الحرارة المطلوبة تساوي حاصل ضرب الحرارة النوعية للجسم في كتلته في التغير في درجة الحرارة.

إتقان حل المسائل

53. التغذية يحتوي أحد أصناف الطعام على 124 kcal . 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؟
حوّل من kcal إلى cal، ثم إلى J:

$$0.5720 \text{ kcal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{4.184 \text{ J}}{\text{cal}} = 2393 \text{ J}$$

الفصل 2 مراجعة الفصل

الصفحات 84 - 87

2-1

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.

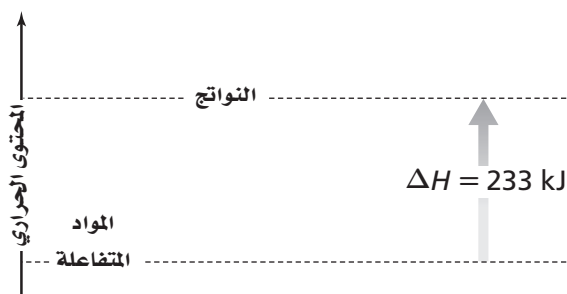
46. صِفْ تطبيقات عملية تُبين فيها كيف تتغير طاقة الوضع إلى طاقة حركية؟
ستتنوع إجابات الطلاب. الإجابة النموذجية هي: تتحوّل طاقة الوضع للثلج الموجود على ارتفاع أعلى في أثناء الانهيار الثلجي إلى طاقة حركية عندما يسقط الثلج إلى أسفل الجبل.

47. السيارات كيف تتحوّل الطاقة في الجازولين؟ وما الطاقة الناتجة عن احتراقه في محرك السيارة؟
يتحوّل بعضها إلى شغل يُحرّك المكابس داخل المحرك، والكثير منها يتحوّل إلى حرارة.

48. التغذية قارن بين السُّعر الغذائي والسُّعر. ما العلاقة بين السُّعر الغذائي والكيلو سُعر؟
يساوي السُّعر الغذائي الواحد 1000 cal ، في حين يساوي كل 1 cal غذائي 1 kcal .

49. ما الكمية التي تُقاس بوحدة $\text{J/g} \cdot \text{C}$ ؟
الحرارة النوعية.

60. هل التفاعل المُبيّن في الشكل 17-2 ماصّ أم طارد للحرارة؟ كيف عرفت ذلك؟



الشكل 17-2

التفاعل ماصّ للحرارة؛ لأن المحتوى الحراري للنواتج أعلى من المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة بمقدار 233 kJ.

61. أعطِ مثالين على أنظمة كيميائية وعرّف مفهوم الكون في هذين المثالين.

الكون = النظام + المحيط، ستتّوَع إجابات الطلاب.

المثال الأول: جسم الإنسان (النظام) + كل شيء حوله (المحيط)

المثال الثاني: كأس زجاجية تحتوي تفاعلاً (النظام) + كل شيء حوله (المحيط)

62. متى تكون كمية الحرارة (q) الناتجة أو الممتصة في تفاعل كيميائي مساوية للتغير في المحتوى الحراري ΔH ؟ عندما يحدث التفاعل عند ضغط ثابت.

63. إذا كانت قيمة التغير في المحتوى الحراري ΔH لتفاعل سالبة. فبمّ يوحى لك ذلك عن الطاقة الكامنة الكيميائية للنظام قبل التفاعل وبعده؟ الطاقة الكامنة الكيميائية للنظام أقل بعد التفاعل ممّا كانت عليه قبل التفاعل.

64. ما إشارة ΔH لتفاعل طارد للحرارة؟ ولتفاعل ماصّ للحرارة؟ إشارة ΔH سالبة للتفاعل الطارد للحرارة، وموجبة للتفاعل الماصّ للحرارة.

55. المواصلات يُستعمل الإيثانول بوصفه مادة مضافة إلى البنزين. يُنتج عن احتراق 1 mol من الإيثانول 1367 kJ من الطاقة. ما مقدار هذه الطاقة بـ Cal؟ حوّل 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 تلزم لتبخير الكتلة نفسها من الأمونيا؟ حوّل 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 يُطلق 326.7 kcal من الطاقة. ما مقدار هذه الكمية بـ kJ؟ حوّل 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 امتصّت 250 J من الحرارة فتغيّرت درجة حرارتها من 25 C إلى 78 C. ما الحرارة النوعية للسبيكة؟ احسب التغير في درجة الحرارة؛

$$\Delta T = 78.0^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C} = 53.0^\circ\text{C}$$

احسب c من المعادلة $q = c \times m \times \Delta T$ ؛

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

$$c = 0.189 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$$

2-2

إتقان المفاهيم

59. لماذا يُستخدم كوب البوليسترين مسعراً بدلاً من الكأس الزجاجية؟ الكوب المعزول أفضل من الكأس الزجاجية؛ لذا فإن كمية الحرارة التي تنتقل إلى داخل المسعر أو إلى خارجه تكون أقل.

إتقان حل المسائل

67. ما كمية الحرارة التي تمتصها قطعة رصاص كتلتها 44.7 g

إذا ازدادت درجة حرارتها بمقدار 65.4°C؟
احسب q من المعادلة $q = c \times m \times \Delta T$ ؛

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

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

68. إعداد الطعام ووضِع 10.2 g من زيت الكانولا في مقلاة،

ولزم 3.34 kJ لرفع درجة حرارته من 25°C إلى 196.4°C.
ما الحرارة النوعية لزيت الكانولا؟
حوّل من kJ إلى J؛

$$3.34 \text{ kJ} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 3340 \text{ J}$$

احسب الفرق في درجة الحرارة؛

$$\Delta T = T_f - T_i = 196.4^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C} = 171.4^\circ\text{C}$$

احسب c من المعادلة $q = c \times m \times \Delta T$ ؛

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

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

69. السبائك إذا وضعت سبيكة كتلتها 58.8 g في 125 g من

الماء البارد في مسعر، فنقصت درجة حرارة السبيكة بمقدار
106.1°C، في حين ارتفعت درجة حرارة الماء 10.5°C، فما
الحرارة النوعية للسبيكة؟

$$q_{\text{الماء}} = q_{\text{سبيكة}}$$

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

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

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

2 - 3

إتقان المفاهيم

70. حرارة الانصهار المولارية للميثانول 3.22 kJ/mol.

ماذا يعني ذلك؟

هذا يعني أن كل (3 22 kJ) من الطاقة يتطلبها صهر مول
واحد من الإيثانول.

65. كم جولاً (J) من الحرارة تُفقد 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.
احسب الفرق في درجة الحرارة، ثم احسب الحرارة
النوعية للجرانيت؛

$$\Delta T = 41.28^\circ\text{C} - (-12.9^\circ\text{C}) = 54.1^\circ\text{C}$$

$$q_{\text{جرانيت}} = [0.803 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})](3.58 \times 10^6 \text{ g})(54.1^\circ\text{C})$$

$$q_{\text{جرانيت}} = 1.56 \times 10^8 \text{ J}$$

66. حوض السباحة مُلئ حوض سباحة 20 m × 12.5 m

بالماء إلى عمق 3.75 m. إذا كانت درجة حرارة ماء الحوض
الابتدائية 18.4°C، فما كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة
حرارته إلى 29.0°C؟ كثافة الماء هي 1.000 g/mL.
حوّل أبعاد حوض السباحة من m إلى cm؛

$$20.0 \text{ m} = 2.00 \times 10^3 \text{ cm}; 12.5 \text{ m} = 1.25 \times 10^3 \text{ cm};$$

$$3.75 \text{ m} = 3.75 \times 10^2 \text{ cm}$$

احسب حجم الماء؛

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

$$= 9.38 \times 10^8 \text{ cm}^3$$

$$= 9.38 \times 10^8 \text{ mL}$$

احسب كتلة الماء؛

$$\text{كتلة الماء} = (9.38 \times 10^8 \text{ mL})(1.000 \text{ g/mL})$$

$$= 9.38 \times 10^8 \text{ g}$$

احسب الفرق في درجة الحرارة؛

$$\Delta T = (29.0^\circ\text{C} - 18.4^\circ\text{C}) = 10.6^\circ\text{C}$$

احسب q من المعادلة $q = c \times m \times \Delta T$ ؛

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

$$= 4.16 \times 10^{10} \text{ J}$$

74. التدفئة باستعمال الفحم ما كمية الحرارة التي تنطلق عند احتراق 5.0 Kg من الفحم إذا كانت نسبة كتلة الكربون فيه 92.6% والمواد الأخرى التي يحتويها الفحم لا تتفاعل؟
 ΔH_{comb} للكربون يساوي -394 kJ/mol .
 احسب كتلة الكربون بالجرامات،

$$m_{\text{كربون}} = m_{\text{فحم}} \times 0.962 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

$$= (5.00 \text{ kg})(0.962) \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) = 4810 \text{ g}$$

احسب عدد مولات الكربون، ثم احسب الحرارة المنطلقة:

$$\text{mol C} = 4810 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol}}{12.0 \text{ g C}} = 401 \text{ mol C}$$

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

$$q = 401 \text{ mol C} \times (-394 \text{ kJ/mol C}) = -158000 \text{ kJ}$$

75. ما كمية الحرارة المنطلقة من تكثف 1255 g بخار ماء إلى ماء سائل عند درجة حرارة 100°C ؟

احسب عدد مولات بخار الماء، ثم احسب الحرارة المنطلقة:

$$1255 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{18.02 \text{ g}} \times \frac{40.7 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 2830 \text{ kJ}$$

76. إذا أطلقت عينة من الأمونيا 5.66 kJ من الحرارة عندما تصلبت عند درجة انصهارها. فما كتلة العينة؟
 $1 \text{ mol NH}_3 = 17.03 \text{ g}$

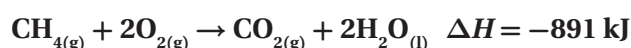
2 - 4

إتقان المفاهيم

77. ما الذي تصفه حرارة التكوين القياسية لمركب معين؟
 تصف حرارة التكوين القياسية التغير في محتوى الطاقة، عندما يتكون مول واحد من المركب من عناصره في حالاتها الطبيعية.

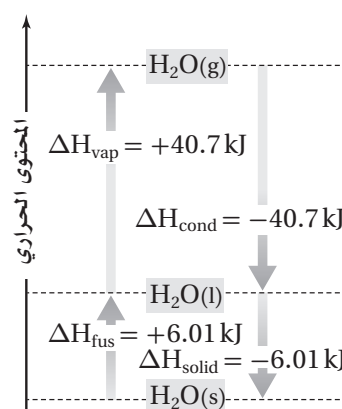
78. كيف تتغير ΔH في معادلة كيميائية حرارية إذا تضاعفت كميات المواد جميعها ثلاث مرات وعكست المعادلة؟
 ΔH تتضاعف 3 مرات، وتتغير إشارتها.

71. اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لاحتراق الميثان.



إتقان حل المسائل

72. استعن بالمعلومات الواردة في الشكل 18-2 لحساب كمية الحرارة اللازمة لتبخّر 4.33 mol من الماء عند درجة حرارة 100°C .



الشكل 18-2

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

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

73. شواية ما كتلة البروبان C_3H_8 التي يجب حرقها في مشواة لكي تُطلق 4560 kJ من الحرارة؟ إذا علمت أن ΔH_{comb} للبروبان تساوي -2219 kJ/mol .
 احسب عدد مولات البروبان C_3H_8 ، ثم احسب كتلته:

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

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

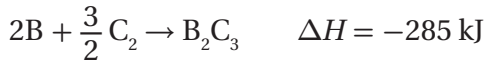
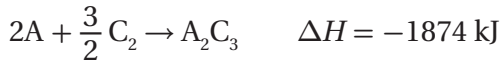
$$\text{moles C}_3\text{H}_8 = \frac{4560 \text{ kJ}}{2219 \text{ kJ/mol}} = 2.055 \text{ mol}$$

$$2.055 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \times \frac{44.09 \text{ g C}_3\text{H}_8}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} = 90.60 \text{ g}$$

إتقان حل المسائل

83. استعمال قانون هس والتغيرات في المحتوى الحراري

للتفاعلين الشاملين الآتين لحساب ΔH للتفاعل



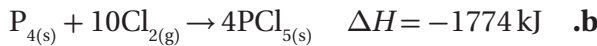
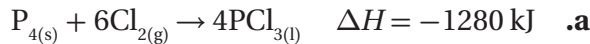
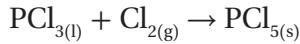
اعكس المعادلة الثانية وغير إشارة ΔH لها، ثم اجمعها مع المعادلة الأولى، واجمع قيمتي ΔH لهما لتحصل على المعادلة الآتية:



التفكير الناقد

84. طبق بُعد ثالث كلوريد الفوسفور مادة أولية في تحضير

مركبات الفوسفور العضوية. بيّن كيف يمكن استعمال المعادلتين الكيميائيتين الحراريتين a و b لتحديد التغير في المحتوى الحراري للتفاعل:



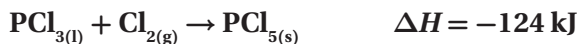
اعكس المعادلة a، ثم اقسّمها على العدد 4 لتحصل على المعادلة c:



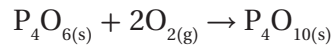
اقسم المعادلة b على العدد 4 لتحصل على المعادلة d:



اجمع المعادلتين c و d وقيمتي ΔH لهما:



79. استعمال حرارة التكوين القياسية لحساب $\Delta H^\circ_{\text{rxn}}$ للتفاعل الآتي:



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

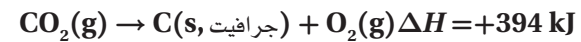
$$\Delta H^\circ_{\text{rxn}} = [1(-2984.0 \text{ kJ})] - [1(-1640.1 \text{ kJ})] \\ = -1343.9 \text{ kJ}$$

80. استعمال قانون هس والمعادلتين الكيميائيتين الحراريتين

الآتين لإيجاد المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل (جرافيت C(s) (ألماس C(s)). ما مقدار ΔH للتفاعل؟



اعكس المعادلة a، ثم اجمعها مع المعادلة b:



مراجعة عامة

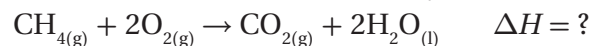
81. إذا أردت أن تحفظ الشاي ساخناً فإنك تضعه في ترمس.

وضّح لماذا قد تغسل الترمس بالماء الساخن قبل حفظ الشاي الساخن به؟

سيُنقل 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 $H_2O_{(g)}$ و $H_2O_{(l)}$. لماذا من

الضروري تحديد الحالة الفيزيائية للماء في المعادلة الكيميائية الحرارية الآتية:



تختلف حرارتنا تكوين الماء في حالتَي السائل والغاز بمقدار الحرارة اللازمة للتبخّر، ولهذا فإن حرارة التكوين تعتمد على الحالة الفيزيائية للماء.

$$q = \text{mol} \times \Delta H \text{ احسب الطاقة المنطلقة من المعادلة}$$

$$q = (55.2 \text{ mol CH}_4) \times (-891 \text{ kJ/mol})$$

$$+ (3.86 \text{ mol C}_2\text{H}_6) \times (-1599.7 \text{ kJ/mol})$$

$$= -55400 \text{ kJ}$$

مراجعة تراكمية

87. ما التركيز المولاري لمحلول تمّ تحضيره بإذابة 25.0 g من ثيو سيانات الصوديوم (NaSCN) في كمية كافية من الماء لعمل 500 mL من المحلول؟ احسب عدد مولات NaSCN؛

$$25.0 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{81.1 \text{ g}} = 0.308 \text{ mol}$$

احسب مولارية NaSCN؛

$$M \text{ المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$\frac{0.308 \text{ mol}}{0.500 \text{ L}} = 0.616 \text{ M}$$

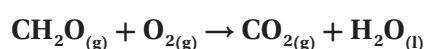
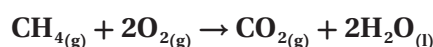
88. عدد ثلاث خواص جامعة للمحالييل.
الانخفاض في الضغط البخاري، الارتفاع في درجة الغليان، الارتفاع في درجة التجمد.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

89. الوقود البديل ابحت من خلال المصادر وشبكة الإنترنت حول كيف يمكن إنتاج الهيدروجين وشحنه واستعماله وقوداً للسيارات. لخص فوائد وعوائق استعمال الهيدروجين وقوداً بديلاً في محركات الاحتراق الداخلي. قد يكتب الطلاب أنه يمكن استعمال الهيدروجين وقوداً في سيارات خلايا الوقود. ويمكن تكييف 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 يُعدّ من مصادر الطاقة غير الملوثة للبيئة.

85. توقّع أيّ المركبين: غاز الميثان CH₄، وبخار الميثانال CH₂O، له حرارة احتراق أكبر؟ وضّح إجابتك (ملاحظة: اكتب وقارن المعادلتين الكيميائيتين الموزونتين لتفاعلي الاحتراق لكلّ منهما).



يبدو أن الميثان له حرارة احتراق مولارية أكبر؛ حيث تُظهر المعادلتان في أعلاه أن احتراق مول واحد من غاز الميثان يُنتج مولاً واحداً من غاز ثاني أكسيد الكربون، ومولتين اثنتين من الماء، في حين يُنتج احتراق مول واحد من غاز الميثانال مولاً واحداً من غاز ثاني أكسيد الكربون، ومولاً واحداً من الماء. وبما أن المحتوى الحراري لنواتج احتراق غاز الميثان قيمة أكبر، سيبدو أن الميثان له حرارة احتراق مولارية أكبر من الميثانال.

مسألة تحفيز

86. حُلّلت عينة من الغاز الطبيعي فوجد أنها تتكوّن من 88.4% ميثان CH₄ و 11.6% إيثان C₂H₆. فإذا كانت حرارة الاحتراق القياسية للميثان -891 kJ/mol، ويُنْتج عن احتراقه غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ وماء سائل H₂O. فاكتب معادلة احتراق غاز الإيثان مكوّناً ثاني أكسيد الكربون والماء، ثمّ احسب حرارة الاحتراق القياسية للإيثان مستعملاً حرارة التكوين القياسية. استعمل النتيجة وحرارة الاحتراق القياسية للميثان من الجدول 3-2، لحساب الطاقة المنطلقة عن احتراق 1 kg من الغاز الطبيعي. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة:



يحتوي كل 1 000 kg من الغاز الطبيعي على 884 g من غاز الميثان، 116 g من غاز الإيثان. احسب عدد مولات كل من الغازين:

$$884 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{16.0 \text{ g}} = 55.2 \text{ mol CH}_4$$

$$116 \text{ g C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol}}{30.1 \text{ g}} = 3.86 \text{ mol C}_2\text{H}_6$$

احسب الفرق في درجة الحرارة ΔT :

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

$$498000 \text{ J} = 4.184 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)} \times 1600 \text{ g} \times \Delta T$$

$$\Delta T = 74.4 \text{ °C}$$

احسب درجة الحرارة النهائية للماء T_f :

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$74.4 \text{ °C} = T_f - 20.0 \text{ °C}$$

$$T_f = 94.4 \text{ °C}$$

اختبار مقنن

الصفحتين 89 - 88

أسئلة الاختيار من متعدد

1. الحرارة النوعية للإيثانول تساوي 2.44 J/°C . ما الطاقة (kJ) اللازمة لتسخين 50 g من الإيثانول من درجة حرارة 20.0 °C إلى 68.0 °C ؟
- a. 10.7 kJ
b. 8.30 kJ
c. 2.44 kJ
d. 5.86 kJ

(a)

$$q = cm\Delta T = (2.44 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}) \times (50.0 \text{ g}) \times (88.0 \text{ °C}) \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 10.7 \text{ kJ}$$

2. إذا سُخِّت رقيقة 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؟
- a. $0.131 \text{ J/g} \cdot \text{°C}$
b. $0.870 \text{ J/g} \cdot \text{°C}$
c. $0.897 \text{ J/g} \cdot \text{°C}$
d. $2.61 \text{ J/g} \cdot \text{°C}$

(c)

دليل حلول المسائل

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 تُسمى المشبعة. والزيوت التي تحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر تُسمى غير مشبعة. حرارة الاحتراق للزيوت الأربعة موجودة في الجدول 6-2. حسب الباحثون نسبة انحراف النتائج فوجدوا أنها 0.6%، واستنتجوا أنه لا يمكن تحري أي علاقة بين التشبع وحرارة الاحتراق بالطريقة المخبرية المستعملة.

الجدول 6-2 نتائج حرق الزيوت	
ΔH_{comb} kJ/g	نوع الزيت
40.81	زيت الصويا
41.45	زيت الكانولا
39.31	زيت الزيتون
40.98	زيت الزيتون البكر الممتاز

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

زيت الكانولا: 41 45 kJ/g

91. ما مقدار الحرارة التي قد تنطلق عند حرق 0.554 kg من زيت الزيتون؟

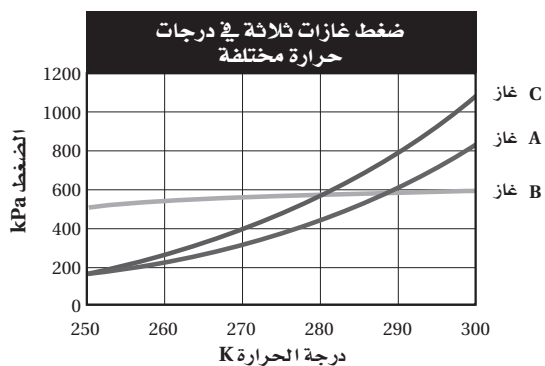
$$0.554 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} \times \frac{39.31 \text{ kJ}}{\text{g}} = 21800 \text{ kJ}$$

92. افترض أنه عند حرق 12.2 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؟

احسب الحرارة المنطلقة q :

$$\text{الحرارة المنطلقة} = 12.2 \text{ g} \times \frac{40.81 \text{ kJ}}{\text{g}} = 498 \text{ kJ}$$

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

(b)

7. وُضعت كمية من الماء درجة حرارتها 25.60°C في مسعر، ثم سُخِّنت قطعة من الحديد كتلتها 50.0g حتى أصبحت درجة حرارتها 115.0°C ، ووضعت في الماء الموجود بالمسعر، وبعد التبادل الحراري بين الماء وقطعة الحديد أصبحت درجة الحرارة النهائية لمحتويات المسعر 29.30°C ، وكانت كمية الحرارة التي امتصها الماء 1940 J ما كتلة الماء؟

- a. 50.0 g
- b. 125 g
- c. 3589609 g
- d. 143.56 g

(b)

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

$$c = \frac{q}{m\Delta T} = \frac{1940 \text{ J}}{4.184 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) \times (3.7^\circ\text{C})} = 125 \text{ g}$$

$$q = cm\Delta T$$

$$c = \frac{q}{m\Delta T} = \frac{(1728 \text{ J})}{(3.00 \text{ g})(642.0^\circ\text{C})} = 0.897 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$$

3. يُسمّى التغيّر في المحتوى الحراري الذي يرافق تكوّن مول واحد من المركّب في الظروف القياسية من عناصره في حالاتها القياسية:

- a. حرارة الاحتراق
- b. حرارة التبخر المولارية
- c. حرارة الانصهار المولارية
- d. حرارة التكوين القياسية

(d)

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

- a. Q_2M_3
- b. M_2Q_3
- c. Q_3M_2
- d. M_3Q_2

(c)

5. ادرس العبارات التالية:

العبارة الأولى: تحتوي المعادلة الكيميائية الحرارية على الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة، كما تُبيّن التغيّر 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 تُسمّى التغيّر في المحتوى الحراري ΔH . أيّ العبارات أعلاه صحيحة؟

- a. الأولى والثانية
- b. الأولى والثالثة
- c. الثانية والثالثة
- d. الأولى والثانية والثالثة

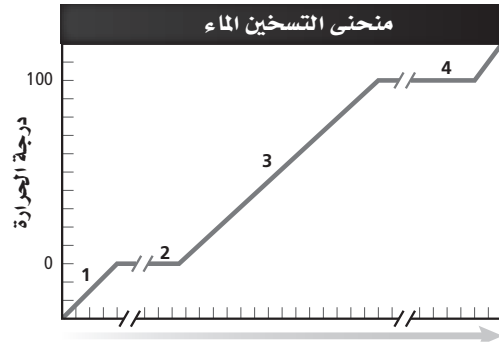
(b)

أسئلة الإجابات القصيرة

8. اكتب إشارة ΔH لكل من تغيّرات الحالة الفيزيائية الآتية:



9. زُوّدت عيّنة من الماء بالحرارة بصورة ثابتة لإنتاج منحنى التسخين في الشكل أدناه. حدّد ماذا يحدث في المقاطع 1، 2، 3، 4، 1، 2، 3، 4 الموضّحة على المنحنى.



المقطع 1: تزداد الطاقة الحركية للماء بازدياد درجة الحرارة.

المقطع 2: تزداد طاقة الوضع عند امتصاص الحرارة اللازمة للانصهار.

المقطع 3: تزداد الطاقة الحركية للماء بازدياد درجة الحرارة.

المقطع 4: تزداد طاقة الوضع عند امتصاص الحرارة اللازمة للتبخّر.

أسئلة الإجابات المفتوحة

10. يُرَشّ الماء على البرتقال في ليلة باردة. إذا كان متوسط ما يتجمّد من الماء على كلّ برتقالة 11.8 g، فما كمية الحرارة المنطلقة؟

احسب عدد مولات H_2O ، ثمّ احسب الحرارة المنطلقة:

$$11.8 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g}} = 0.656 \text{ mol } H_2O$$

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

$$q = 0.656 \text{ mol} \times (-6.01 \text{ kJ/mol}) = -3.94 \text{ kJ}$$

11. اشرح كيف يساعد التعرّق على تبريد جسمك؟ يبرد الجسم؛ لأن التعرّق يزوده بالحرارة اللازمة لتبخير الماء عن الجلد، فترتفع درجة الحرارة، فيتبخّر العرق مخفضاً درجة حرارة الجلد، فيبرد الجسم.

سرعة التفاعلات الكيميائية

3-1 نظرية التصادم وسرعة التفاعل الكيميائي

الصفحات 99 - 92

مسائل تدريبية

الصفحة 95

استعمل البيانات الموجودة في الجدول أدناه لحساب متوسط سرعة التفاعل:

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

1. احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً عنه بعدد مولات H₂ المستهلكة لكل لتر في كل ثانية.
بما أن H₂ قد استهلك فتكون إشارة متوسط سرعة التفاعل سالبة.

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= -\frac{[H_2]_{t_2} - [H_2]_{t_1}}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \\ &= -\frac{0.020 \text{ M} - 0.030 \text{ M}}{4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}} \\ &= -\frac{-0.010 \text{ M}}{4.00 \text{ s}} \\ &= 0.0025 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \end{aligned}$$

2. احسب متوسط سرعة التفاعل معبراً عنه بعدد مولات Cl₂ المستهلكة لكل لتر في كل ثانية.
بما أن Cl₂ قد استهلك، فتكون إشارة متوسط سرعة التفاعل سالبة.

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= -\frac{[Cl_2]_{t_2} - [Cl_2]_{t_1}}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} \\ &= -\frac{0.040 \text{ M} - 0.050 \text{ M}}{4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}} \\ &= -\frac{-0.010 \text{ M}}{4.00 \text{ s}} \\ &= 0.0025 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \end{aligned}$$

دليل حلول المسائل

3. تحفيز إذا علمت أن متوسط سرعة التفاعل لحمض الهيدروكلوريك HCl الناتج 0.050 mol/L.s، فما تركيز HCl الذي يتكوّن بعد مرور 4.00 s؟
تكوّن HCl. لذا، سيكون تعبير متوسط سرعة التفاعل موجباً.

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

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

$$\begin{aligned} [HCl]_{t_2} &= (0.0050 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}))(t_2 - t_1) \\ &= (0.0050 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}))(4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}) \\ &= 0.020 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= \frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = \frac{0.020 \text{ M} - 0.000 \text{ M}}{4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}} \\ &= 0.0050 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \end{aligned}$$

مختبر حل المشكلات

الصفحة 98

[N ₂ O ₅]	الزمن (min)
0.01756	0
0.00933	20.0
0.00531	40.0
0.00295	60.0
0.00167	80.0
0.00094	100.0

1. احسب متوسط سرعة التفاعلات خلال كل فترة زمنية: (0 20 min)، (40 60 min)، (80 100 min).
عبر عن سرعة التفاعل في كل فترة بإشارة موجبة، وبوحدة mol/L. min. N₂O₅.
يمكن حساب متوسط سرعة التفاعل باستعمال المعادلة:

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}$$

(80 – 100 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.00167 \text{ mol/L} - 0.00094 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 7.30 \times 10^{-5} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

3. فسر البيانات والنتائج التي توصلت إليها، ثم استعملها في وصف كيفية تغير سرعة تحلل N_2O_5 خلال الزمن. تتناقص سرعة تحلل N_2O_5 مع مرور الزمن.

4. طبق نظرية التصادم لتفسير سبب تغير سرعة التفاعل. تنص نظرية التصادم على وجوب تصادم الذرات، أو الجزيئات، أو الأيونات من أجل حدوث التفاعل، واعتماداً على ذلك النموذج، فإنه عندما يتناقص تركيز N_2O_5 خلال فترة التجربة، يقل عدد الجزيئات المتوافرة للتصادم خلال وحدة الزمن؛ لذا تقل سرعة التفاعل.

التقويم 3-1

الصفحة 99

4. أوجد العلاقة بين نظرية التصادم وسرعة التفاعل. تُفسر نظرية التصادم كيفية حدوث التفاعلات، وكيفية تعديل سرعة التفاعل. وحتى يحدث التفاعل يجب أن تصادم الجزيئات، أو الذرات، أو الأيونات؛ حيث يُحدد تردد ودوران وطاقة هذه التصادمات متوسط سرعة التفاعل الكلي.

5. فسر علام تدل سرعة التفاعل لتفاعل كيميائي محدد؟ تُبين سرعة التفاعل التغير في تراكيز المواد المتفاعلة، أو الناتجة بوحدة mol/L.s.

6. قارن بين تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال فترة التفاعل (على افتراض عدم إضافة أي مادة جديدة). تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة، في حين تتزايد تراكيز المواد الناتجة بالسرعة نفسها.

(0 – 20 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.01756 \text{ mol/L} - 0.00933 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 4.12 \times 10^{-4} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

(40 – 60 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.00531 \text{ mol/L} - 0.00295 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 1.18 \times 10^{-4} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

(80 – 100 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{(0.00167 \text{ mol/L} - 0.00094 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 3.65 \times 10^{-5} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

2. احسب متوسط سرعة التفاعل خلال كل فترة زمنية بعدد مولات NO_2 الناتجة لكل لتر لكل دقيقة (mol/L.min)، واستعمل المعادلة الكيميائية لتفسير العلاقات بين السرعات المحسوبة في هذا السؤال، وتلك المحسوبة في السؤال 1.

من المعادلة الكيميائية الآتية:



نلاحظ أن سرعة إنتاج NO_2 تساوي ضعف سرعة استهلاك N_2O_5 ؛ وذلك لأن 2 mol من NO_2 تنتج عند استهلاك 1 mol من N_2O_5 .

يمكن حساب متوسط سرعة التفاعل باستعمال المعادلة:

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{2\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$$

(0 – 20 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.01756 \text{ mol/L} - 0.00933 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 8.24 \times 10^{-4} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

(40 – 60 min):

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{2(0.00531 \text{ mol/L} - 0.00295 \text{ mol/L})}{20.0 \text{ min}}$$

$$= 2.36 \times 10^{-4} \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$$

7. فسّر لماذا يعتمد متوسط سرعة التفاعل على طول الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل؟
علاقة التغير في سرعة المواد المتفاعلة، والنتيجة ليست علاقة خطية 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 كلما ازدادت الفترة الزمنية للتفاعل، قلت قيمة متوسط التغير في سرعته.
8. صف العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائي. يقل متوسط سرعة التفاعل كلما ازدادت طاقة التنشيط.
9. لخص ماذا يحدث خلال فترة تكوّن المعقد المنشط القصيرة؟ تتكسر 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 0.50 M خلال 2.00 s.
- $$\text{متوسط سرعة التفاعل} = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{-(0.50 \text{ M} - 1.00 \text{ M})}{2.0 \text{ s}} = \frac{0.50 \text{ M}}{2.0 \text{ s}} = 0.25 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$$

2-3 العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

الصفحات 104 - 100

التقويم 2-3

الصفحة 104

3-3 قوانين سرعة التفاعل

الصفحات 108 - 105

مسائل تدريبية

الصفحة 108

18. اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل $aA + bB$ إذا كان تفاعل المادة A من الرتبة الثالثة.

$$R = k[A]^3$$

12. وضح سبب تفاعل فلز الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك HCl أسرع من الحديد. يُعد فلز الماغنسيوم أكثر نشاطاً من الحديد؛ لذا سيكون تفاعل الماغنسيوم مع HCl أسرع من تفاعل الحديد معه.

بدراسة المحاولتين 1 و 2، 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. لذا فالسرعة في المحاولة 3 هي: $4.32 \times 10^{-11} \text{ mol/(L.s)}$

التقويم 3-3

الصفحة 108

22. اشرح ماذا يمكن أن نعرف عن التفاعل من خلال قانون سرعة التفاعل الكيميائي؟
يُعبّر قانون السرعة عن العلاقة الرياضية بين سرعة التفاعل، وتراكيز المواد المتفاعلة.

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

إذا كان التفاعل من الرتبة الأولى تكون المعادلة:

$$R = k[A]$$

أما إذا كان التفاعل من الرتبة الثانية فتكون المعادلة:

$$R = k[A]^2$$

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

يربط ثابت سرعة التفاعل (k) بين سرعة التفاعل، والتركيز عند درجة حرارة معينة.

25. وضح متى يمكن أن يصبح ثابت سرعة التفاعل k ليس ثابتاً؟ وعلامة تدل قيمة k في قانون سرعة التفاعل؟
تتغير قيمة k مع تغير قيمة درجة الحرارة، فكلما كانت قيمة k أكبر، كان التفاعل أسرع.

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

تقل سرعة التفاعل مع الزمن كلما قلت تراكيز المواد المتفاعلة، لذا تُعد سرعة التفاعل هي المعدل خلال الزمن، وليست السرعة عند لحظة معينة.

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؟

$$R = k[O_2][NO_2]^2$$

20. في ضوء البيانات التجريبية الواردة في الجدول الآتي، حدّد قانون سرعة التفاعل: نواتج $aA + bB$. (ملاحظة: أي رقم مرفوع إلى القوة صفر يساوي 1. على سبيل المثال: $(55.6)^0 = 1$ و $(0.22)^0 = 1$.)

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

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

$$k[A]^0[B]^1 = k[B]$$

21. تحفيز إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل:



فاستعمل هذه المعلومات لتعبئة البيانات المفقودة في الجدول الآتي:

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

32. كيف يمكن أن تعبر عن سرعة التفاعل الكيميائي A B بالاعتماد على تركيز المادة المتفاعلة A؟ وكيف يمكن مقارنة سرعة التفاعل بالاعتماد على المادة الناتجة B؟
يعبر عن السرعة بأنها النقصان في [A] خلال وحدة الزمن:
$$R = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

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

33. ما دور المعقد المنشط في التفاعل الكيميائي؟
يُعدُّ المعقد المنشط حالة وسطية بين المواد المتفاعلة، والمواد الناتجة.

34. افترض أن جزيئين قد يتفاعلا إذا تصادما، فتحت أي ظرف لا يمكن أن يتفاعلا؟
لا تحدث التفاعلات بين الجزيئات إذا لم يؤدِّ التصادم إلى وجود كمية كافية من الطاقة، وإذا لم يتوافر الاتجاه المناسب لحظة التصادم.

إتقان حل المسائل

35. يتفاعل المغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة: $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_2(g) + MgCl_{2(aq)}$
إذا كانت كتلة Mg تساوي 6.00 g لحظة بدء التفاعل، وبقي منها 4.5 g، بعد مضي 3.00 min فما متوسط سرعة التفاعل بدلالة عدد مولات Mg المستهلكة/دقيقة؟
احسب كتلة Mg المستهلكة:

$6.00 \text{ g Mg} - 4.50 \text{ g Mg} = 1.50 \text{ g Mg}$
احسب عدد مولات Mg، ثم احسب متوسط سرعة التفاعل:

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

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

27. فسر كيفية ارتباط الأسس في معادلة قانون سرعة تفاعل كيميائي بالمعاملات في المعادلة الكيميائية التي تمثله.
لا توجد علاقة بصورة عامة. ولكن في حالة نادرة لتفاعل ذي خطوة واحدة، ومعقد منشط محدد، يمكن أن تتساوى الأسس مع المعاملات في المعادلة.

28. حدّد الرتبة الكلية لتفاعل المادتين A و B إذا علمت أن معادله سرعته: $R = k[A]^2[B]^2$.
الرتبة الكلية للتفاعل 4، وهي مجموع الأسس.

29. صمّم تجربة اشرح كيف يمكن تصميم تجربة لتحديد القانون العام لسرعة التفاعل باستعمال طريقة مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل: $aA + bB \rightarrow$
لتحديد رتبة المادة المتفاعلة A، تُقاس سرعة التفاعل لعدة محاولات، حيث تتغير قيمة [A] في كل مرة، في حين تبقى قيمة [B] ثابتة، ولتحديد رتبة المادة المتفاعلة B، تُقاس سرعة التفاعل مرات عدة، باعتبار تغير قيمة [B]، في حين تبقى قيمة [A] ثابتة.

الفصل 3 مراجعة الفصل

الصفحات 115 - 112

3-1

إتقان المفاهيم

30. ماذا يحدث لتركيز المواد المتفاعلة والناتجة في أثناء حدوث التفاعل؟
يقلُّ تركيز المواد المتفاعلة، في حين يزداد تركيز المواد الناتجة.

31. اشرح المقصود بمتوسط سرعة التفاعل.
متوسط سرعة التفاعل هو التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال فترة زمنية محددة.

36. إذا وجد أن سرعة تفاعل كيميائي $2.25 \times 10^{-2} \text{ mol/L.s}$ عند درجة حرارة 322 K، فما مقدار هذه السرعة بوحدة mol/L.min ؟
- متوسط السرعة = $2.25 \times 10^{-2} \text{ mol/(L.s)} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}}$
- متوسط السرعة = 1.35 mol/(L.min)

3 - 2

إتقان المفاهيم

37. ما دور نشاط المواد المتفاعلة في تحديد سرعة التفاعل الكيميائي؟
- تعتمد سرعة التفاعل على نشاط المواد المتفاعلة، وتكون المواد المتفاعلة ذات النشاط الأعلى تحت ظروف معينة، هي الأسرع في التفاعل.
38. ما العلاقة بين سرعة التفاعل عمومًا وتركيز المواد المتفاعلة؟ تؤدي زيادة التركيز إلى زيادة السرعة، في حين يؤدي تقليل التركيز إلى تقليل السرعة.
39. طبق نظرية التصادم لتفسير سبب زيادة سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة.
- زيادة تركيز المواد المتفاعلة، يزيد من عدد فرص التصادمات بين جسيمات التفاعل.
40. فسّر لماذا تتفاعل المادة الصلبة - التي على شكل مسحوق - مع الغاز أسرع من تفاعل المادة الصلبة نفسها إذا كانت قطعة واحدة؟
- للجسيمات الصلبة الناعمة مساحة سطح أكبر من القطع الكبيرة.

42. طبق نظرية التصادم لتفسير سبب تفاعل مسحوق الخارصين لإنتاج غاز الهيدروجين أسرع من تفاعل قطع كبيرة منه عند وضع كليهما في محلول حمض الهيدروكلوريك. تسمح زيادة المساحة السطحية لمسحوق الخارصين للذرات بالتصادم بصورة أكبر مع جسيمات الحمض خلال وحدة الزمن.

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.
- يُعدّ ثاني أكسيد المنجنيز محفّزًا لتفاعل التحلّل؛ لأنه يؤدي إلى تقليل طاقة التنشيط.

إتقان حل المسائل

44. لنفترض أن كمية كبيرة من محلول فوق أكسيد الهيدروجين الذي تركيزه 3% قد تتحلل لإنتاج 12 mL من غاز الأكسجين خلال 100 ثانية عند درجة حرارة 298 K. قدر 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 mL من غاز الأكسجين تقريبًا.
45. استعمل المعلومات في السؤال 44 لتقدير كمية غاز الأكسجين التي تنتج عن كمية مماثلة من المحلول خلال 100 ثانية وعند درجة حرارة 318 K، ثمّ قدر الزمن اللازم لإنتاج 12 mL من غاز الأكسجين عند درجة حرارة 288 K.
- تتضاعف سرعة التفاعل عند ازدياد درجة الحرارة بمقدار 10 K تقريبًا. لذا، سينتج 48 mL من غاز الأكسجين تقريبًا. وتقل السرعة بمقدار النصف لكل انخفاض مقداره 10 K؛ لذا سيتضاعف الزمن إلى 200 s تقريبًا؛ للحصول على كمية الأكسجين نفسها.
41. حفظ الأغذية طبق نظرية التصادم لتفسير فساد الطعام ببطء عند وضعه في الثلاجة بالمقارنة ببقائه خارجها عند درجة حرارة الغرفة.
- يقلل خفض درجة الحرارة عدد التصادمات بين المواد المتفاعلة في الطعام، ولهذا تقل سرعة التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى فساد الطعام.

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؟
لأن معظم التفاعلات الكيميائية تحدث بأكثر من خطوة.

47. كانت معادلة التفاعل العام هي: $A + B \rightarrow AB$ وقد وُجِدَ 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؟
تقل السرعة إلى ربع قيمة سرعتها الابتدائية.

إتقان حل المسائل

48. تم الحصول على البيانات التجريبية المُدرّجة في الجدول 3-4 من تحلل مركّب الأزوميثان $CH_3N_2CH_3$ عند درجة حرارة مُحدّدة بحسب المعادلة:



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 M	$2.5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}\cdot\text{s}$
2	0.024 M	$5.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}\cdot\text{s}$

تؤدي مضاعفة تركيز الأزوميثان $CH_3N_2CH_3$ في التجربة رقم 2 إلى مضاعفة سرعة التفاعل؛ لذا تكون معادلة متوسط السرعة:

$$k[CH_3N_2CH_3] = \text{متوسط سرعة التفاعل}$$

49. استعمل بيانات الجدول 3-3 لحساب قيمة ثابت سرعة التفاعل k .

$$k[CH_3N_2CH_3] = \text{متوسط سرعة التفاعل}$$

$$k = \frac{\text{متوسط سرعة التفاعل}}{[CH_3N_2CH_3]}$$

$$k = \frac{2.5 \times 10^{-6} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}}{0.012 \text{ mol/L}}$$

$$= 2.1 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

50. استعمل بيانات الجدول 3-3 لتوقع سرعة التفاعل، إذا كان التركيز الابتدائي لـ $CH_3N_2CH_3$ هو 0.048 M، ودرجة الحرارة ثابتة.

$$k[CH_3N_2CH_3] = \text{متوسط سرعة التفاعل}$$

$$2.1 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} (0.048 \text{ mol/L}) = \text{متوسط سرعة التفاعل}$$

$$= 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$$

مراجعة عامة

51. قوّم صحة الجملة 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 يحدّد قانون سرعة التفاعل وفق الطريقة التجريبية.

52. يتناقص تركيز المادة المتفاعلة A من 0.400 mol/L إلى 0.384 mol/L خلال 4.00 min. احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة بوحدة mol/L·min.

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

$$= -\frac{(0.384 \text{ mol/L} - 0.400 \text{ mol/L})}{4.00 \text{ min} - 0.00 \text{ min}}$$

$$= 0.0040 \text{ mol/L}\cdot\text{min}$$

تُعدّ طاقة تنشيط التفاعل الطردِيّ أكبر من طاقة تنشيط التفاعل العكسيّ.

56. تأمّل مخطّط الطاقة لتفاعل ماصّ للطاقة، مكوّن من خطوة واحدة، ثمّ قارن ارتفاع طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي والتفاعل العكسيّ.

تمثّل مساحة المنطقة الأكبر تظليلاً تحت المنحنى ارتفاع درجة الحرارة الأعلى، حيث تشير T_2 إلى أن عدد التصادمات الناتجة في أثناء التفاعل يكون كبيراً عند درجة الحرارة المرتفعة.

57. طبّق طريقة مقارنة السرعات الابتدائية لتحديد رتبة التفاعل الكيميائي بالنسبة للمادة المتفاعلة X. واكتب مجموعة من البيانات التجريبية الافتراضية التي تقود إلى استنتاج أن تفاعل المادة X من الرتبة الثانية. يجب أن تشير بيانات الطلاب إلى أن التغيّر في السرعة الابتدائية للتفاعل يتناسب تناسباً طردياً مع مربع التغيّر في تركيز المادة المتفاعلة X.

58. طبّق نظرية التصادم لتفسير سببين يوضحان أن الزيادة في درجة حرارة التفاعل بمقدار 10 K تؤدي غالباً إلى مضاعفة سرعة التفاعل.

إن زيادة درجة الحرارة بمقدار 10 K، تزيد من متوسط سرعة تفاعل الجسيمات. وعليه، تزداد وتيرة التصادمات، إضافة إلى ازدياد عدد التصادمات التي لها طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط بمقدار الضعف في معظم الأحيان.

59. ارسم مخطّطاً يبيّن جميع الاحتمالات للتصادمات بين جزيئين من المادة المتفاعلة A، وجزيئين من المادة المتفاعلة B. ثمّ 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 يدلّ ذلك فيما يتعلّق بسرعة التفاعل؟ ازداد عدد التصادمات بين A وB من 4 إلى 8؛ أي ما يساوي الضعف، وبما أن سرعة التفاعل تعتمد على عدد التصادمات، فستضعف السرعة على الأرجح.

53. إذا زاد تركيز إحدى المواد الناتجة من 0.0882 mol/L إلى 0.1446 mol/L خلال 12.0 min، فما متوسط سرعة التفاعل خلال تلك الفترة؟

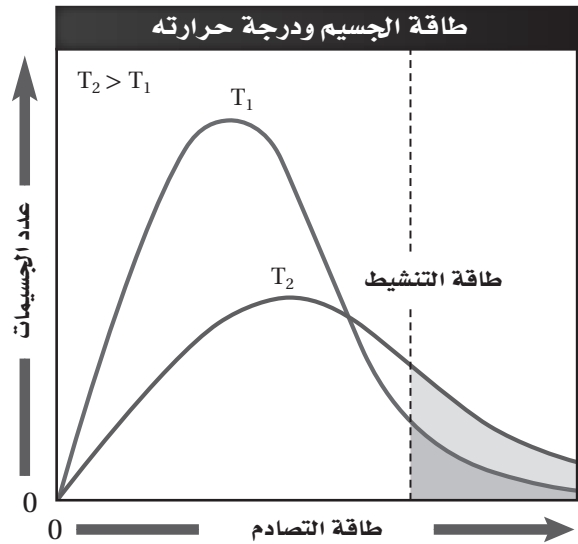
$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= \frac{\Delta[\text{الناتج}]}{\Delta t} \\ &= \frac{0.1446 \text{ mol/L} - 0.0882 \text{ mol/L}}{12.0 \text{ min}} \\ &= 4.70 \times 10^{-3} \text{ mol/(L.min)} \end{aligned}$$

54. يعبّر عن التركيز في التفاعل الكيميائي بوحدة mol/L وعن الزمن بوحدة s. فإذا كان التفاعل الكلي من الرتبة الثالثة، فما وحدة ثابت سرعة التفاعل؟

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &: \text{mol/(L.s)} \\ \text{متوسط سرعة التفاعل} &: \text{mol/(L.s)} = k (\text{mol/L})^3; \\ &: k : \text{L}^2/(\text{mol}^2.\text{s}) \end{aligned}$$

التفكير الناقد

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



الشكل 15-3

احسب عدد مولات كلوريد الحديد III، ثم احسب كتلته :

$$\text{عدد مولات المذاب (mol)} = \frac{\text{المولارية M}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$1.00 \text{ L} \times \frac{0.225 \text{ mol FeCl}_3}{1 \text{ L}} \times \frac{162.20 \text{ g FeCl}_3}{1 \text{ mol FeCl}_3} = 36.5 \text{ g FeCl}_3$$

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 ΔH لتفاعل ما سالبة. فمقارن طاقة المواد الناتجة بطاقة المواد المتفاعلة، وهل التفاعل ماص أم طارد للطاقة؟
يُعدّ التفاعل طارداً للطاقة؛ لأنّ قيمة ΔH سالبة؛ حيث للمواد المتفاعلة طاقة أعلى من المواد الناتجة.

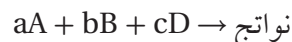
تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

65. الأدوية تحيّل انتشار مرض الأنفلونزا في بلد ما. ولحسن الحظ قام العلماء باكتشاف محفّز جديد يزيد من سرعة إنتاج دواء فعّال ضد هذا المرض. اكتب مقالاً صحفياً يصف كيفية عمل هذا المحفّز على أن يشمل المقال مخطّط الطاقة في التفاعلات التي تحدث، وشرحاً مفصّلاً لأهمية هذا الاكتشاف.

ستتنوّع الإجابات، غير أنّها يجب أن تتضمن وصفاً لطريقة عمل المحفّزات، ومخطّط الطاقة للتفاعل، ووصفاً مفصّلاً لأهمية هذا الاكتشاف.

60. صمّم جدولاً لكتابة تراكيز المواد المتفاعلة في المعادلة التالية، مبتدئاً بـ 0.100 M لكل المتفاعلات، ثم حدّد قانون سرعة التفاعل باستعمال طريقة مقارنة السرعات الابتدائية:



نواتج
يجب أن يتضمّن الجدول مجموعات التجارب التي من خلالها تمّ تثبيت تراكيز المادتين المتفاعلتين، في حين تمّ تغيير تركيز المادة المتفاعلة الثالثة، ويجب أن تُجرى أربع محاولات من التجارب للتفاعلات الثلاثة طلباً للدقة.

مسألة تحفيز

61. الهيدروكربونات يتحوّل 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 $6.22 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ، وثبّت تركيز البروبان الحلقي عند 0.0300 mol/L، فما كتلة البروبين الناتجة خلال 10.0 min في حجم مقداره 2.50 L؟
احسب متوسط سرعة التفاعل، ثم احسب كتلة البروبان الناتجة؛

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= 6.22 \times 10^{-4} \text{ 1/s} \times (0.0300 \text{ mol/L}) \\ &= 1.87 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{كتلة البروبان الناتجة} &= 1.87 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} \times 600 \text{ s} \\ &\times 2.50 \text{ L} \times 42.1 \text{ g/mol} \\ &= 1.18 \text{ g} \end{aligned}$$

مراجعة تراكمية

62. ما كتلة كلوريد الحديد III اللازمة لتحضير محلول مائي منه حجمه 1.0 L وتركيزه 0.225 M؟
احسب الكتلة المولية لكلوريد الحديد III $FeCl_3$ ؛

$$\begin{aligned} \text{الكتلة المولية} &= 55.85 \text{ g/mol} + 3(35.45 \text{ g/mol}) \\ &= 162.20 \text{ g/mol FeCl}_3 \end{aligned}$$

اختبار مُقنن

الصفحتين 117 - 116

أسئلة الاختيار من متعدد

1. جميع العبارات التالية حول سرعة التفاعل الكيميائية صحيحة ما عدا:
- السرعة التي يحدث بها التفاعل.
 - التغير في تراكيز المواد المتفاعلة خلال وحدة الزمن.
 - التغير في تراكيز المواد الناتجة خلال وحدة الزمن.
 - كمية المواد الناتجة المتكوّنة في كل فترة زمنية.

Ⓐ

2. ادرس العبارات التالية:

- العبارة الأولى: من العوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل طبيعة المادة المتفاعلة، والتركيز، ومساحة سطح التفاعل، ودرجة الحرارة، والمحفّزات.
- العبارة الثانية: تزيد المحفّزات من سرعة التفاعلات بزيادة طاقة التنشيط.
- العبارة الثالثة: يجب أن تصطدم جسيمات المواد المتفاعلة حتى يحدث تفاعل.
- أيّ العبارات السابقة صحيحة؟
- الأولى والثانية.
 - الثانية والثالثة.
 - الأولى والثالثة.
 - الأولى والثانية والثالثة.

Ⓒ

أسئلة المستندات

الكواشف الكيميائية يُستعمل الكاشف الكيميائي (الفينولفثالين) للكشف عن القواعد. تُبيّن بيانات الجدول 3-5 انخفاض تركيز الفينولفثالين مع مرور الزمن عند إضافة محلول الفينولفثالين ذي التركيز 0.0050 M إلى محلول مركّز من مادة قاعدية تركيزها 0.6 M.

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

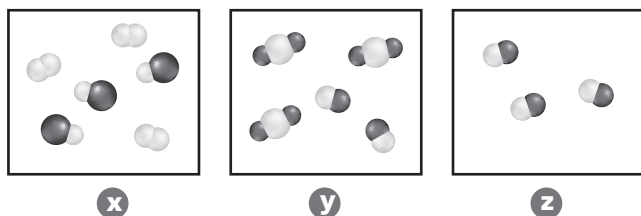
تمّ الحصول على البيانات من: شبكة بوند للأبحاث 2006 الكيمياء الحركة.

66. ما متوسط سرعة التفاعل في أول 22.3 s مُعبراً عنه بوحدة mol/(L.s)؟

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= \frac{\Delta[\text{الفينولفثالين}]}{\Delta t} \\ &= \frac{0.0050 \text{ mol/L} - 0.0040 \text{ mol/L}}{22.3 \text{ s}} \\ &= 4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/(L.s)} \end{aligned}$$

67. ما متوسط سرعة تفاعل الفينولفثالين عندما ينخفض تركيزه من 0.00050 M إلى 0.00015 M؟

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= \frac{0.00050 \text{ mol/L} - 0.00015 \text{ mol/L}}{350.7 \text{ s} - 230.3 \text{ s}} \\ &= 2.9 \times 10^{-6} \text{ mol/(L.s)} \end{aligned}$$



6. أيّ العينات تحتوي على جزيئات غاز الأكسجين؟

- a. x
b. y
c. z
d. كلٌّ من x و y

(a)

7. أيّ العينات تحتوي على جزيئات فلوريد المغنسيوم؟

- a. x
b. y
c. z
d. كلٌّ من x و y

(b)

أسئلة الإجابات القصيرة

8. افترض أن قانون السرعة العام: هو $R = [A][B]^3$. ما

رتبة التفاعل بالنسبة لكلٍّ من المادة A والمادة B؟ وما رتبة

التفاعل الكلية؟

يكون التفاعل من الرتبة الأولى بالنسبة للمادة A، ومن

الرتبة الثالثة بالنسبة للمادة B، ومن الرتبة الرابعة

بالنسبة لرتبة التفاعل الكلية.

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؟

- a. 15 mL
b. 9.0 mL
c. 6.0 mL
d. 2.4 mL

(b)

احسب عدد المولات في المحلول الأصلي:

$$(0.050 \text{ mol/L}) \times (6.0 \text{ mL}) \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

$$= 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

وهو العدد نفسه من المولات في المحلول المخفّف. احسب

الحجم النهائي المطلوب لتخفيف المحلول:

$$\frac{3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.020 \text{ mol/L}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 15.0 \text{ mL}$$

احسب حجم الماء المضاف:

$$15.0 \text{ mL} - 6.0 \text{ mL} = 9.0 \text{ mL}$$

4. أيّ الوحدات لا تُستعمل للتعبير عن سرعة التفاعل؟

- a. M/min
b. L/s
c. mol/mL.h
d. mol/L.min

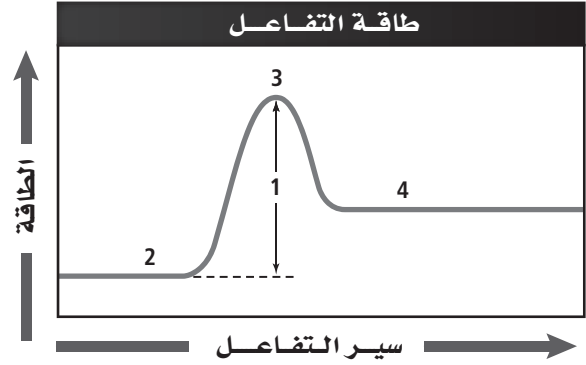
(b)

5. أيّ أنواع القوى بين الجزيئية الآتية يُعدّ الأقوى؟

- a. الرابطة الأيونية.
b. قوى ثنائية القطب.
c. قوى التشتت.
d. الرابطة الهيدروجينية.

(a)

استعمل الأشكال أدناه للإجابة عن السؤالين 6 و 7

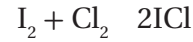


9. يُبيِّن الشكل أعلاه منحنى طاقة تفاعل. إلامَّ يُشير كلُّ رقم من الأرقام المبيَّنة على الرسم؟
- 2: المواد المتفاعلة
3: المعقد المنشط
4: المواد الناتجة
1: طاقة التنشيط

10. المعادلة $R = k[A]$ تصف سرعة تفاعل من الرتبة الأولى. إذا تضاعف تركيز المادة المتفاعلة A فماذا يطرأ على سرعة التفاعل؟ ستضاعف

أسئلة الإجابات المفتوحة

11. يتفاعل اليود والكلور في الحالة الغازية:



فإذا كان $[I_2]$ يساوي 0.400 M عند بداية التفاعل، وأصبح 0.300 M بعد مضي 4.00 min. فاحسب متوسط سرعة التفاعل بوحدة mol/L.min.

بما أن $[I_2]$ قد استهلك، فيجب أن تكون قيمة متوسط سرعة التفاعل موجبة.

$$\begin{aligned} \text{متوسط سرعة التفاعل} &= -\frac{[I_2]_{t_2} - [I_2]_{t_1}}{t_2 - t_1} \\ &= -\frac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = -\frac{0.300 \text{ M} - 0.400 \text{ M}}{4.00 \text{ min} - 3.00 \text{ min}} \\ &= -\frac{-0.100 \text{ M}}{4.00 \text{ min}} = 0.0250 \text{ mol/(L.min)} \end{aligned}$$

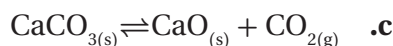
الاتزان الكيميائي

4-1 حالة الاتزان الديناميكي

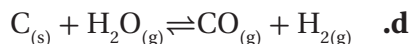
الصفحات 120 - 132

مسائل تدريبية

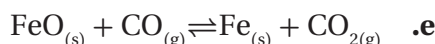
الصفحات 127 - 131



$$K_{eq} = [\text{CO}_{2(g)}]$$

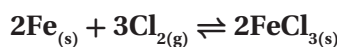


$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_{(g)}][\text{H}_2_{(g)}]}{[\text{H}_2\text{O}_{(g)}]}$$



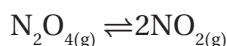
$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_{2(g)}]}{[\text{CO}_{(g)}]}$$

4. تحفيز يتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد III FeCl_3 . اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل.



$$K_{eq} = \frac{1}{[\text{Cl}_2]^3}$$

5. احسب قيمة K_{eq} للاتزان:



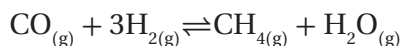
إذا علمت أن:

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = 0.0185 \text{ mol/L},$$

$$[\text{NO}_2] = 0.0627 \text{ mol/L}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(0.0627)^2}{(0.0185)} = 0.213$$

6. احسب قيمة K_{eq} للاتزان



إذا علمت أن:

$$[\text{CO}] = 0.0613 \text{ mol/L},$$

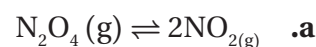
$$[\text{H}_2] = 0.1839 \text{ mol/L},$$

$$[\text{CH}_4] = 0.0387 \text{ mol/L},$$

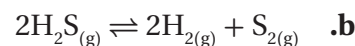
$$[\text{H}_2\text{O}] = 0.0387 \text{ mol/L}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3} = \frac{(0.0387)(0.0387)}{(0.0613)(0.1839)^3} = 3.93$$

1. اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات الآتية:



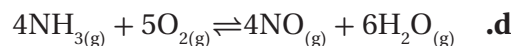
$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$



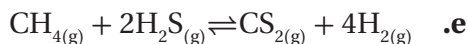
$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2]^2[\text{S}_2]}{[\text{H}_2\text{S}]^2}$$



$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}$$



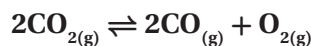
$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}]^4[\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4[\text{O}_2]^5}$$



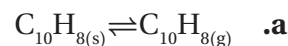
$$K_{eq} = \frac{[\text{CS}_2][\text{H}_2]^4}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2}$$

2. تحفيز اكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل تعبير ثابت الاتزان الآتي:

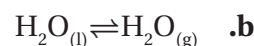
$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2}$$



3. اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي:



$$K_{eq} = [\text{C}_{10}\text{H}_{8(g)}]$$



$$K_{eq} = [\text{H}_2\text{O}_{(g)}]$$

$$K_{eq} = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$K_{eq} = \frac{(0.550)(0.550)}{(0.135)} = 2.24$$

12. فسّر البيانات يوضح الجدول الآتي قيم ثابت الاتزان عند ثلاث درجات حرارة مختلفة. في أيٍّ منها يكون تركيز النواتج أكبر؟ فسّر إجابتك.

ثابت الاتزان ودرجات الحرارة		
373 K	273 K	263 K
4 500	0 500	0 0250

373k، بما أن المواد الناتجة تكون في بسط المعادلة. لذا، فكلما زادت قيمة K_{eq} ، زاد تركيز المواد الناتجة.

4-2 العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

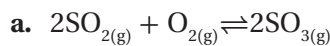
الصفحات 139 133

التقويم 4-2

الصفحة 139

13. فسّر كيف يستجيب النظام في حالة الاتزان إلى الجهد؟ واذكر العوامل التي تؤثر في نظام متزن. يمكن أن يتحوّل الاتزان نحو الاتجاه الذي يقلل من أثر التغيرات ومعدّلها. ومن العوامل التي يمكن أن تؤثر في الاتزان: التغيّر في التركيز، والضغط (أو الحجم)، ودرجة الحرارة.

14. فسّر كيف يؤثر تقليل حجم وعاء التفاعل في كلّ نظام اتزان ممّا يأتي؟



ينزاح الاتزان نحو اليمين.



ليس له أيّ تأثير في الاتزان.

7. تحفيز يصل التفاعل $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة 900 K، فإذا كان تركيز كلّ من CO و Cl_2 هو 0.150 M عند الاتزان، فما تركيز $COCl_2$ ؟ علمًا أن ثابت الاتزان K_{eq} عند درجة الحرارة نفسها يساوي 8.2×10^{-2} .

$$\frac{[CO][Cl_2]}{[COCl_2]} = 8.2 \times 10^{-2}$$

$$\frac{(0.150)(0.150)}{[COCl_2]} = 8.2 \times 10^{-2}$$

$$[COCl_2] = \frac{(0.150)(0.150)}{(8.2 \times 10^{-2})} = 0.27 \text{ M}$$

التقويم 4-1

الصفحة 132

8. فسّر 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. في حالة الاتزان المتجانس، تكون جميع المواد المتفاعلة والناتجة في الحالة الفيزيائية نفسها، في حين تكون في حالات فيزيائية مختلفة في حالة الاتزان غير المتجانس.

10. عدّد ثلاث خواص يجب أن توجد في خليط تفاعل ليصل إلى حالة اتزان.

للوصل إلى حالة الاتزان، يجب أن يكون مزيج التفاعل في وعاء مغلق، وعند درجة حرارة ثابتة، وأن تتواجد المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في الوعاء نفسه.

11. احسب قيمة K_{eq} عند درجة حرارة 400 K للتفاعل الآتي:



إذا علمت أن:

$$[PCl_5] = 0.135 \text{ mol/L}, [PCl_3] = 0.550 \text{ mol/L},$$

$$[Cl_2] = 0.550 \text{ mol/L}$$

3- 4 استعمال ثوابت الاتزان

الصفحات 140 - 150

مسائل تدريبية

الصفحات 141 - 148

18. يتنَّج الميثانول عن تفاعل أول أكسيد الكربون مع

الهيدروجين: $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ ، فإذا كان $K_{eq} = 10.5$ عند درجة حرارة محدَّدة، فاحسب التراكيز

الآتية:

a. في خليط اتزان يحتوي على 0.933 mol/L H_2 و $1.32 \text{ mol/L CH}_3\text{OH}$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}$$

$$10.5 = \frac{(1.32)}{[\text{CO}](0.933)^2}$$

$$[\text{CO}] = 0.144 \text{ M}$$

b. في خليط اتزان يحتوي على 1.09 mol/L CO و

 $0.325 \text{ mol/L CH}_3\text{OH}$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}$$

$$10.5 = \frac{(0.325)}{(1.09)[\text{H}_2]^2}$$

$$[\text{H}_2] = 0.169 \text{ M}$$

c. في خليط اتزان يحتوي على 0.0661 mol/L H_2 و

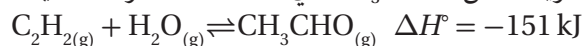
 3.85 mol/L CO

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}$$

$$10.5 = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{(3.85)(0.0661)^2}$$

$$[\text{CH}_3\text{OH}] = (10.5)(3.85)(0.0661)^2 = 0.177 \text{ M}$$

15. قرَّر ما إذا كان رفع درجة الحرارة أو خفضها يُنتج

المزيد من CH_3CHO في معادلة الاتزان الآتية:قيمة ΔH سالبة. لذا يُعدُّ التفاعل طارداً للطاقة،

وانطلقت الحرارة على صورة نواتج، ويؤدي تناقص النواتج

(خفض درجات الحرارة) انزياح التفاعل نحو اليمين لإنتاج

مزيد من المواد الناتجة. لذا، سيُنتج مزيداً من CH_3CHO

عند درجات الحرارة المنخفضة.

16. وضح يُظهر الجدول تراكيز مادتين A و B في خليط تفاعل،

يتفاعلان حسب المعادلة $2A \rightleftharpoons B$ و $K_{eq} = 200$. هل

المزيجان عند موضعي اتزان مختلفين؟

التركيز mol/L		
[B]	[A]	تفاعل
0 0200	0 0100	1
0 400	0 0500	2

التفاعل 1:

$$\frac{[\text{B}]}{[\text{A}]^2} = \frac{(0.0200)}{(0.0100)^2} = 200$$

التفاعل 2:

$$\frac{[\text{B}]}{[\text{A}]^2} = \frac{(0.500)}{(0.0500)^2} = 200$$

المزيجان عند موضع الاتزان نفسه.

17. صمِّم خريطة مفاهيمية توضِّح طرائق تطبيق مبدأ لوتشاتلييه

لزيادة النواتج في نظام اتزان وزيادة المتفاعلات في النظام

نفسه.

يجب أن تُظهر خريطة المفاهيم أن تركيز المواد الناتجة

تزداد بازدياد تركيز المواد المتفاعلة، أو بإزالة (أو تقليل)

النواتج، أو برفع درجة الحرارة أو تخفيضها؛ اعتماداً على

كون التفاعل ماصاً أو طارداً للحرارة.

21. تحفيز إذا علمت أن K_{sp} لكربونات الرصاص $PbCO_3$ يساوي 7.40×10^{-14} عند 298 K ، فما ذائبية كربونات الرصاص g/L ؟

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][CO_3^{2-}] = 7.40 \times 10^{-14}$$

$$(s)(s) = 7.40 \times 10^{-14}$$

$$s = \sqrt{7.40 \times 10^{-14}} = 2.72 \times 10^{-7} M$$

$$s = 2.72 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \times 267.2 \text{ g/mol}$$

$$= 7.27 \times 10^{-5} \text{ g/L}$$

22. استعمل قيم K_{sp} الموجودة في الجدول 3-4 لحساب:

a. $[Ag^+]$ في محلول $AgBr$ عند الاتزان.



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

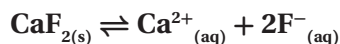
$$K_{sp} = [Ag^+][Br^-]$$

$$5.4 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{5.4 \times 10^{-13}}$$

$$= 7.3 \times 10^{-7} M = [Ag^+]$$

b. $[F^-]$ في محلول مشبع من CaF_2 .



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L}$$

$$s = \frac{1}{2} [F^-]$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2$$

$$3.5 \times 10^{-11} = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{3.5 \times 10^{-11}}{4}}$$

$$= 2.1 \times 10^{-4} M$$

$$\frac{1}{2} [F^-] = 2.1 \times 10^{-4} M$$

$$[F^-] = 4.2 \times 10^{-4} M$$

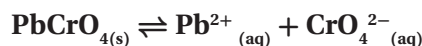
19. تحفيز في التفاعل العام $A+B \rightleftharpoons C+D$ ، إذا سُمح لـ 1.0 mol/L من A بالتفاعل مع 1.0 mol/L من B في دورق حجمه 1 L إلى أن يصل إلى حالة اتزان. فإذا كان تركيز A عند الاتزان 0.450 mol/L ، فما تراكيز المواد الأخرى عند الاتزان؟ وما قيمة K_{eq} ؟ استناداً إلى الحسابات الكيمائية للمعادلة، فإن تركيز B يساوي: 0.450 M ، في حين إن تركيز كل من C ، و D يساوي: 0.550 M - 0.100 .

$$K_{eq} = \frac{(0.550)(0.550)}{(0.450)(0.450)} = 1.49$$

20. استعمل البيانات في الجدول 3-4 لحساب الذائبية المولارية mol/L للمركبات الأيونية الآتية عند درجة حرارة 298 K .

اكتب المعادلة الموزونة لكل تفاعل، ثم احسب المولارية:

a. $PbCrO_4$



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][CrO_4^{2-}]$$

$$2.33 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{2.33 \times 10^{-13}} = 4.8 \times 10^{-7} M$$

b. $AgCl$



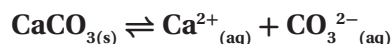
$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$1.8 \times 10^{-10} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.3 \times 10^{-5} M$$

c. $CaCO_3$



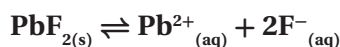
$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$$

$$3.4 \times 10^{-9} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{3.4 \times 10^{-9}} = 5.8 \times 10^{-5} M$$

25. استعمل قيم K_{sp} من الجدول 3-4 لتتوقع هل سيتكوّن راسب عند خلط كميات متساوية من المحاليل الآتية أم لا:
 a. $0.10 \text{ M Pb(NO}_3)_2$ و 0.030 M NaF



$$Q_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = (0.050 \text{ M})(0.015 \text{ M})^2 \\ = 1.12 \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = 3.3 \times 10^{-8}$$

سيكوّن راسب من PbF_2 ؛ لأن: $K_{sp} < Q_{sp}$

b. $0.25 \text{ M K}_2\text{SO}_4$ و 0.010 M AgNO_3



$$Q_{sp} = [\text{Ag}^{+}]^2[\text{SO}_4^{2-}] = (0.0050 \text{ M})^2(0.125 \text{ M}) \\ = 3.1 \times 10^{-6}$$

$$K_{sp} = 1.2 \times 10^{-5}$$

لن يتكوّن راسب من Ag_2SO_4 ؛ لأن: $K_{sp} > Q_{sp}$

26. تخفّض هل يتكوّن راسب عند إضافة 250 mL من 0.20 M MgCl_2 إلى 750 mL من 0.0025 M NaOH ؟
 احسب تراكيز كل من Mg^{2+} و OH^{-} ، ثمّ احسب Q_{sp} وقارنه بـ K_{sp} :

$$[\text{Mg}^{2+}] = 0.20 \text{ M} \times \frac{250 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0.050 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^{-}] = 0.0025 \text{ M} \times \frac{750 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0.0019 \text{ M}$$

$$Q_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = (0.050 \text{ M})(0.0019 \text{ M})^2 \\ = 1.8 \times 10^{-7}$$

$$K_{sp} = 5.6 \times 10^{-12}$$

سيكوّن راسب؛ لأن: $K_{sp} < Q_{sp}$

c. $[\text{Ag}^{+}]$ في محلول من Ag_2CrO_4 عند الاتزان.



$$s \text{ mol/L} \quad 2s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$s = \frac{1}{2} [\text{Ag}^{+}]$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^{+}]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$1.1 \times 10^{-12} = (2s)^2(s) = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}}$$

$$= 6.5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\frac{1}{2} [\text{Ag}^{+}] = 6.5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^{+}] = 1.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

23. احسب ذائبية Ag_3PO_4 .

$$K_{sp} = [\text{Ag}^{+}]^3[\text{PO}_4^{3-}] = 2.6 \times 10^{-18}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = s, [\text{Ag}^{+}] = 3s$$

$$(3s)^3(s) = (27s^3)(s) = 27s^4 = 2.6 \times 10^{-18}$$

$$s = \sqrt[4]{\frac{2.6 \times 10^{-18}}{27}} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

24. تخفّض ذائبية كلوريد الفضة $1.86 \times 10^{-4} \text{ g/100 g}$

في الماء عند درجة حرارة 298 K . احسب K_{sp} لـ AgCl .

$$s = \frac{1.86 \times 10^{-4} \text{ g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ L}}$$

$$= 1.86 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

$$s = \frac{1.86 \times 10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{143.4 \text{ g}} = 1.30 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^{+}][\text{Cl}^{-}] = (s)(s)$$

$$K_{sp} = (1.30 \times 10^{-5} \text{ mol/L})(1.30 \times 10^{-5} \text{ mol/L}) \\ = 1.7 \times 10^{-10}$$

$$s = \sqrt[9]{\frac{6.8 \times 10^{-37}}{84375}} = 2.7 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ذائبية $= 2.7 \times 10^{-5} \text{ M}$
بالنسبة إلى الفلوروأباتيت:

$$(5s)^5(3s)^3(s) = 1 \times 10^{-60}$$

$$84374s^9 = 1 \times 10^{-60}$$

$$s = \sqrt[9]{\frac{1 \times 10^{-60}}{84375}} = 6 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ذائبية $= 6 \times 10^{-8} \text{ M}$

$$\frac{2.7 \times 10^{-5} \text{ M}}{6 \times 10^{-8} \text{ M}} = 450$$

ذائبية هيدروكسي الأباتيت أكبر بـ 450 مرة من ذائبية الفلوروأباتيت.

التقويم 3-4

الصفحة 150

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 الذائبية في حساب ذائبية مركب أيوني قليل الذوبان؟

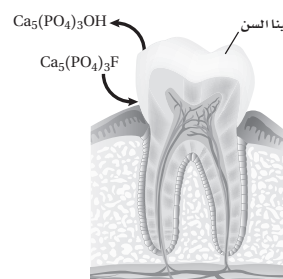
اكتب معادلة التفاعل عند الاتزان وتعبير ثابت حاصل الذوبان؛ لتساوي قيمة S الذائبية المولية للمركب. واستبدل مفاعلات S المناسبة في تعبير ثابت حاصل الذوبان، ثم جد قيمة S .

29. صف كيف يقلل وجود الأيون المشترك ذائبية المركب الأيوني؟

يقلل الأيون المشترك الذائبية بتحويل اتجاه الاتزان نحو المادة الصلبة الراسبة.

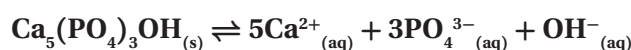
مختبر حل المشكلات

الصفحة 150



التفكير الناقد

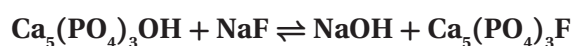
1. اكتب معادلة ذوبان هيدروكسي الأباتيت وتعبير ثابت الاتزان له. كيف تختلف الظروف في الفم عن الظروف في الاتزان الفعلي؟



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-]$$

لا يُعدّ الفم نظاماً مغلقاً؛ وذلك لأن اللعاب يُنتج ويُبلع بانتظام.

2. اكتب معادلة تصف تفاعل الإحلال المزدوج الذي يحدث بين هيدروكسي الأباتيت وفلوريد الصوديوم.



3. احسب ذائبية هيدروكسي الأباتيت والفلوروأباتيت في الماء، ثمّ قارن ذائبيتهما.

بالنسبة إلى هيدروكسي الأباتيت:
افترض أن: (الذائبية) $[\text{OH}^-] = s$ ، عندئذ:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 5s, [\text{PO}_4^{3-}] = 3s$$

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-] = 6.8 \times 10^{-37}$$

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH ذائبية} = (5s)^5(3s)^3(s) = 6.8 \times 10^{-37}$$

$$84,375 s^9 = 6.8 \times 10^{-37}$$

تحرير كمية أقل من جزيئات الأكسجين في الأجزاء الأخرى من الجسم؛ ونتيجة لذلك ستنتج طاقة أقل تؤدي إلى شعور الشخص بالإعياء والتعب.

الفصل 4 مراجعة الفصل

الصفحات 154 - 157

4-1

إتقان المفاهيم

33. صف حالة اتزان تحدث في الحياة اليومية بين عمليتين متعاكستين.

يمكن أن تشمل الحالات مجموعة المركبات التي تعبر الجسر ذهاباً وإياباً، وركوب دراجة هوائية، والتوازن على لعبة السيسو، والتوازن بالوقوف على اليدين، وغيرها.

34. إذا قيل لك إن تراكيز المتفاعلات والنواتج لا تتغير فلماذا تُستعمل كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي؟ تستمر المتفاعلات في إنتاج النواتج، وتستمر النواتج في إنتاج المتفاعلات.

35. هل تمثل المعادلة الآتية اتزاناً متجانساً أم غير متجانس؟ فسّر 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؟ موضع الاتزان مجموعة محددة من تراكيز الاتزان.

37. وضح كيفية كتابة تعبير ثابت اتزان. نسبة تراكيز النواتج إلى نسبة تراكيز المتفاعلات مع كل تركيز مرفوع إلى قوة حسب معاملها في المعادلة الموزونة.

38. لماذا يجب أن تعير انتباهك للحالات الفيزيائية للنواتج والمتفاعلات عند كتابة تعابير ثابت الاتزان؟ تحذف تراكيز السوائل والمواد الصلبة النقية من تعبير ثابت الاتزان.

30. وضح الفرق بين K_{sp} و Q_{sp} . وهل يعد Q_{sp} ثابت اتزان؟ يعد 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. حيث يعد K_{sp} ثابت الاتزان، في حين لا يعد Q_{sp} ثابت اتزان.

31. احسب ذائبية كربونات الماغنسيوم $MgCO_3$ في الماء النقي إذا كان K_{sp} يساوي 2.6×10^{-9} .

$$[Mg^{2+}][CO_3^{2-}] = 2.6 \times 10^{-9}$$

$$s^2 = 2.6 \times 10^{-9}$$

$$s = \sqrt{2.6 \times 10^{-9}} = 5.1 \times 10^{-5} M$$

32. صمم تجربة اعتماداً على الذائبية لتوضح أي الأيونين Mg^{2+} أو Pb^{2+} يوجد في محلول مائي. بما أن كرومات الماغنسيوم ذائبة، وكرومات الرصاص غير ذائبة. لذا، أضف 10 mL من محلول كرومات البوتاسيوم تركيزه 0.10 M إلى 100 mL من محلول مائي غير معروف. فإذا احتوى المحلول المجهول على أيون الماغنسيوم، فلن يتكون راسب من $MgCrO_4$. أما إذا احتوى المحلول المجهول على أيون الرصاص II فسوف تترسب $PbCrO_4$ الصلبة الصفراء اللون.

الكيمياء والصحة

الكتابة في الكيمياء

ابحث عن أزمة الاختناق عند النوم، كيف يمكن أن يؤثر حدوث الاختناق في اتزان هيموجلوبين الجسم؟ للمزيد من المعلومات عن الهيموجلوبين ووظيفته في جسم الإنسان ارجع إلى الموقع

قد يؤدي انقطاع التنفس في أثناء النوم إلى تقليل كمية الأكسجين في الرئتين. ويحدث الأثر نفسه الناتج عن التنفس في هواء الجبال المرتفعة. ويسبب الاتزان إنتاج الأكسجين بمعدل مرتفع مما يدفع جزيئات الأكسجين إلى البقاء في الرئتين فيؤدي ذلك إلى خروج الدم حاملاً معه كميات قليلة من الأكسجين. ويؤدي التركيز المنخفض لأكسجين هيموجلوبين الدم المؤكسد إلى

الكتلة المولية للمنجنيز = 54.94 g/mol

احسب عدد مولات المنجنيز:

$$1076.6 \text{ g Mn} \times \frac{1 \text{ mol Mn}}{54.94 \text{ g Mn}} = 19.596 \text{ mol Mn}$$

احسب التركيز المولاري:

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ \frac{19.596 \text{ mol}}{0.145 \text{ L}} = 135 \text{ mol/L Mn}$$

44. قيمة K_{eq} للتفاعل $A + 2B \rightleftharpoons C$ تساوي 3.63، يوضح الجدول 4-5 تراكيز المتفاعلات والنواتج في خليط تفاعلين مختلفين عند درجة الحرارة نفسها. حدّد ما إذا كان التفاعلان في حالة اتزان.

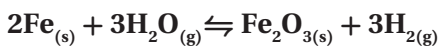
الجدول 4-5 تراكيز A و B و C		
C (mol/L)	B (mol/L)	A (mol/L)
0.700	0.621	0.500
0.250	0.525	0.250

احسب K_{eq} باستعمال البيانات الواردة في الجدول أعلاه:

$$K_{eq} = \frac{[C]}{[A][B]^2} = 3.63 \\ \frac{(0.700)}{(0.500)(0.621)^2} = 3.63 \\ \frac{(0.250)}{(0.250)(0.525)^2} = 3.63$$

التفاعلان في حالة اتزان.

45. إذا مرّ بخار ماء من خلال برادة حديد فسيُنتج أكسيد الحديد III الصُّلب وغاز الهيدروجين عن التفاعل العكسي. اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل الذي يُنتج أكسيد الحديد III وغاز الهيدروجين.



$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2]^3}{[\text{H}_2\text{O}]^3}$$

دليل حلول المسائل

39. لماذا تعني قيمة K_{eq} الكبيرة عددياً أن النواتج مفضلة في نظام الاتزان؟

تعبّر قيمة K_{sp} الكبيرة عددياً عن أن تراكيز النواتج الموجودة في البسط أكبر من تراكيز المتفاعلات الموجودة في المقام.

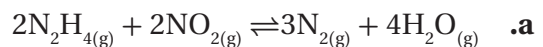
40. ماذا يحدث لـ K_{eq} لنظام متزن، إذا تمّ إعادة كتابة معادلة التفاعل بطريقة عكسية؟ تكون القيمة الجديدة لـ K_{eq} هي مقلوب قيمتها الأصلية.

41. كيف لنظام الاتزان أن يحتوي على كميات صغيرة وغير متغيّرة من النواتج، وفي الوقت نفسه يحتوي على كميات كبيرة من المتفاعلات؟ كيف يمكن أن تبرّر 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 تتغيّر 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 لكلّ اتزان متجانس فيما يأتي:



$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2]^3[\text{H}_2\text{O}]^4}{[\text{N}_2\text{H}_4]^2[\text{NO}_2]^2}$$



$$K_{eq} = \frac{[\text{NbCl}_3][\text{NbCl}_5]}{[\text{NbCl}_4]^2}$$

43. افترض أن لديك مكعباً من فلز المنجنيز النقي طول ضلعه 5.25 cm، وكتلته تساوي 1076.6 g، فما التركيز المولاري للمنجنيز في المكعب؟ احسب حجم المكعب وحوله إلى وحدة L:

$$\text{حجم المكعب} = (5.25 \text{ cm})^3 = 145 \text{ cm}^3$$

$$145 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 0.145 \text{ L}$$

4-2

إتقان المفاهيم

51. المشروبات الغازية استعمل مبدأ لوتشاتييه لشرح كيف

تسبب إزاحة الاتزان الآتي فقدان الشراب طعمه عند ترك غطاء القارورة مفتوحاً $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ بما أن $\text{CO}_2(\text{g})$ يتحرر باستمرار فور فتح غطاء القارورة، لذا يستمر الاتزان في تغيير اتجاهه إلى اليمين إلى أن يستنفد $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$.

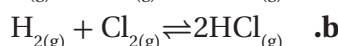
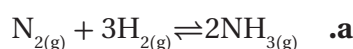
52. فسر كيف تؤثر زيادة درجة الحرارة في الاتزان الموضح في

المعادلة الآتية: حرارة $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ تميل عملية التسخين إلى تفضيل التفاعل العكسي (الماص للحرارة) وذلك بتحويل الاتزان نحو اليسار.

53. إذا أُضيف مذيب سائل من الكلور إلى دورق يحتوي تفاعل

الاتزان الآتي: حرارة $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ فكيف يتأثر الاتزان عند ذوبان كمية من غاز الكلور؟ يتجه الاتزان نحو اليمين لإنتاج المزيد من الكلور.

54. إذا أعطيت التفاعلين الآتيين عند الاتزان:

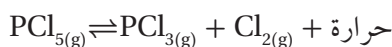


فسر لماذا يسبب تغيير حجم وعاء التفاعلين تغيير موضع الاتزان لـ a ولا يؤثر في b؟

يختلف عدد مولات الغاز للمتفاعلات والناتج في المعادلة a، في حين يتساوى عدد مولات الغاز على طرفي المعادلة b. فعندما يتساوى عدد مولات الغاز على طرفي المعادلة، فلن يكون لتغيير الحجم أي تأثير في الاتزان.

55. هل تتوقع أن تزداد أم تقل قيمة K_{eq} العددية عند زيادة درجة

الحرارة في الاتزان الآتي؟ فسر إجابتك:



ستقل قيمة K_{eq} العددية عندما يتحول اتجاه الاتزان نحو اليسار، ويحدث امتصاص للحرارة.

46. ما المقصود بالشغل المبدول على تفاعل ما عند الاتزان؟ التأثير الواقع على التفاعل عند الاتزان هو أي تغيير في التركيز، الحجم، الضغط، أو درجة الحرارة، ويؤدي إلى إزاحة اتجاه الاتزان نحو اليمين أو اليسار.

47. كيف يصف مبدأ لوتشاتييه استجابة الاتزان للإجهاد؟ ينص مبدأ لوتشاتييه 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 والناتج، ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات.

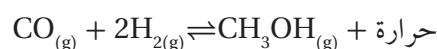
49. عند إزاحة الاتزان نحو اليمين، ماذا يحدث لكل من:

a. تراكيز المتفاعلات

b. تراكيز 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

ينزاح الاتزان نحو اليمين

b. خفض درجة الحرارة

ينزاح الاتزان نحو اليمين

c. إضافة عامل محفز

لا ينزاح الاتزان نحو أي اتجاه.

d. إزالة CH_3OH

ينزاح الاتزان نحو اليمين

e. تقليل حجم وعاء التفاعل

ينزاح الاتزان نحو اليمين

60. الأشعة السينية لماذا يُعدّ استعمال كبريتات الباريوم أفضل من كلوريد الباريوم عند التعرّض للأشعة السينية؟ علماً أنه عند درجة حرارة 26°C فإن 37.5 g من BaCl_2 يمكن أن تذوب في 100 mL من الماء.

تُعدّ أيونات الباريوم مادة سامة للإنسان. أمّا كبريتات الباريوم فيمكن تناولها بأمان؛ لأن ذائبيتها منخفضة جداً. وبسبب ذائبية كلوريد الباريوم العالية؛ لذلك يجعل تناوله غاية في الخطورة.

61. فسّر ما يحدث في الشكل 23-4 اعتماداً على Q_{sp} و K_{sp} . سيتكوّن راسب؛ لأن $Q_{sp} > K_{sp}$.

62. صف المحلول الناتج عن خلط محلولين لهما $Q_{sp} = K_{sp}$ ، هل يتكوّن راسب؟ سيكون المحلول الجديد مشبعاً، ولا يتكوّن راسب.

إتقان حلّ المسائل

63. اكتب تعبير K_{sp} لكرومات الرصاص PbCrO_4 ، واحسب ذائبته بوحدة mol/L ، علماً أن $K_{sp} = 2.3 \times 10^{-13}$.

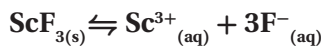
$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{CrO}_4^{2-}] = 2.3 \times 10^{-13}$$

$$s = [\text{Pb}^{2+}] = [\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$s^2 = 2.3 \times 10^{-13}$$

$$s = 4.8 \times 10^{-7}\text{ M}$$

64. K_{sp} لفلوريد الإسكانديوم ScF_3 عند درجة حرارة 298 K يساوي 4.2×10^{-18} . اكتب معادلة الاتزان الكيميائية لذائبة فلوريد الإسكانديوم في الماء. ما تركيز أيونات Sc^{3+} اللازمة لتكوين راسب إذا كان تركيز أيون الفلوريد 0.076 M ؟



$$K_{sp} = [\text{Sc}^{3+}] [\text{F}^{-}]^3;$$

$$4.2 \times 10^{-18} = [\text{Sc}^{3+}] (0.076)^3$$

$$[\text{Sc}^{3+}] = \frac{4.2 \times 10^{-18}}{(0.076)^3} = 9.6 \times 10^{-15}\text{ M}$$

56. فسّر كيف يمكن أن تُنظّم الضغط لتُعزّز تكوين النواتج في نظام الاتزان الآتي: $\text{MgCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{MgO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$. يعزّز تقليل الضغط تكوين MgO و CO_2 ؛ لأن الناتج الغازي يميل إلى إعادة الضغط واسترجاعه.

57. يتفاعل الإيثيلين C_2H_4 مع الهيدروجين لإنتاج الإيثان C_2H_6 وفق المعادلة: حرارة $\text{C}_2\text{H}_{4(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_{6(g)}$ كيف يمكنك تنظيم درجة الحرارة لهذا الاتزان لكي:

a. تزيد كمية الإيثان الناتج.

خفض درجة الحرارة.

b. تُقلّل تركيز الإيثيلين.

خفض درجة الحرارة.

c. تزيد كمية الهيدروجين في وعاء التفاعل.

رفع درجة الحرارة.

4-3

إتقان المفاهيم

58. ماذا تعني بقولك إن لدى محلولين أيوناً مشتركاً؟ اذكر مثالاً يوضّح ذلك.

إذا كان في المحلولين أيون مشترك، فإن ذلك يعني أن كليهما يحتوي على الأيون نفسه. فمثلاً $\text{NaCl}_{(aq)}$ و $\text{KCl}_{(aq)}$ يحتويان على $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$.

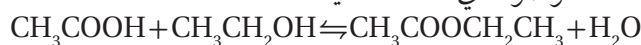
59. لماذا لا تُعطى بعض المركّبات مثل كلوريد الصوديوم قيم K_{sp} ؟

لا تُعطى المركّبات الذائبة في الأغلب قيم K_{sp} لأنها ستكوّن أعداداً كبيرة. وبالإضافة إلى ذلك، نادراً ما تترسّب مثل هذه المركّبات من محاليلها إلا إذا كانت تراكيز الأيونات مرتفعة بصورة كبيرة.

مراجعة عامة

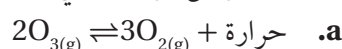
67. تتسبب إيثانوات الإيثيل $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ من الاتزان

الموصوف في المعادلة الآتية:

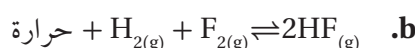


لماذا تسبب إزالة الماء إنتاج المزيد من إيثانوات الإيثيل؟
تؤدي إزالة H_2O إلى إزاحة الاتزان نحو اليمين، وإنتاج المزيد من إيثانوات الإيثيل.

68. كيف يتأثر كل اتزان فيما يلي بانخفاض درجة الحرارة؟

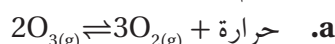


سينزاح التفاعل نحو اليمين.

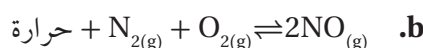


سينزاح التفاعل نحو اليسار.

69. كيف يتأثر كل اتزان فيما يلي بارتفاع كل من درجة الحرارة والحجم في الوقت نفسه؟



ستؤدي زيادة درجة الحرارة إلى تغيير الاتجاه نحو اليسار، وتؤدي زيادة الحجم إلى تغيير الاتجاه نحو اليمين.



ستؤدي زيادة درجة الحرارة إلى تغيير الاتجاه نحو اليمين. كما لا تؤدي زيادة الحجم إلى أي تغيير؛ لأن هناك أعداداً متساوية من جزيئات المتفاعلات والنواتج. وسيتجه الاتزان نحو اليمين.

70. ثابت حاصل الذائبية لزرنيخات الرصاص $\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$ هو 4.0×10^{-36} في درجة حرارة 298 k احسب الذائبية بوحدة mol/L لهذا المركب عند درجة الحرارة نفسها.



$$s \text{ mol/L} \rightleftharpoons 3s \text{ mol/L} + 2s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}]^3 [\text{AsO}_4^{3-}]^2$$

$$4.0 \times 10^{-36} = (3s)^3 (2s)^2$$

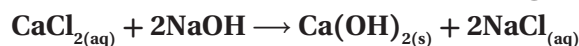
$$4.0 \times 10^{-36} = 108 s^5$$

$$s^5 = \frac{4.0 \times 10^{-36}}{108} = 3.7 \times 10^{-38}$$

$$s = \sqrt[5]{3.7 \times 10^{-38}} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ M}$$

67 الكيمياء. الفصل 4

65. هل يتكوّن راسب عند خلط 62.6 mL من CaCl_2 الذي تركيزه 0.0322 M مع 31.3 mL من NaOH الذي تركيزه 0.0145 M؟ استعمل البيانات الموجودة في الجدول 4-4. وضح إجابتك.



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{OH}^{-}]^2 = 5.0 \times 10^{-6}$$

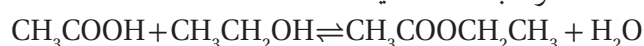
$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{(0.0626 \text{ L})(0.0322 \text{ mol/L})}{(0.0626 \text{ L} + 0.0313 \text{ L})} = 2.15 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^{-}] = \frac{(0.0313 \text{ L})(0.0145 \text{ mol/L})}{(0.0626 \text{ L} + 0.0313 \text{ L})} = 4.83 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$Q_{sp} = [2.15 \times 10^{-2}] [4.83 \times 10^{-3}]^2 = [5.02 \times 10^{-7}]$$

لا، لا يتكوّن راسب؛ لأن $Q_{sp} = 5.02 \times 10^{-7}$ ، وهذا أقل من قيمة K_{sp} لهيدروكسيد الكالسيوم التي تساوي 5.0×10^{-6} .

66. صناعة إيثانوات الإيثيل $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ مذيب يُستعمل في صناعة الورنيش، ويمكن إنتاجه بتفاعل الإيثانول وحمض الإيثانويك (الخلّيك)، ويمكن وصف الاتزان بالمعادلة الآتية:



احسب K_{eq} باستعمال تراكيز الاتزان الآتية:

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] = 2.90 \text{ M},$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.316 \text{ M},$$

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = 0.313 \text{ M}, [\text{H}_2\text{O}] = 0.114$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}$$

$$= \frac{(2.90 \text{ M})(0.114 \text{ M})}{(0.316 \text{ M})(0.313 \text{ M})}$$

$$= 3.34$$

التفكير الناقد

74. تحليل افترض أن نظام اتزان عند درجة حرارة معينة K_{eq} له تساوي 1.000، ما احتمال أن هذا النظام يتكوّن من 50% متفاعلات و 50% نواتج؟ فسّر إجابتك. من الممكن أن يتكوّن النظام من 50% من المتفاعلات و 50% من النواتج، ولكن ليس من الضروري أن يكون الحال كذلك، حيث يتطلّب ثابت حاصل الذائبية عندما تكون قيمته 1 000، أن تكون القيمة العددية لنسبة تركيز النواتج إلى تركيز المتفاعلات مساوية للقيمة 1 00، وذلك عندما ترفع قيمة كل تركيز إلى قوة تساوي معاملها في المعادلة الموزونة.

75. تطبيق يُستعمل تنشق الأملاح أحيانًا لإعادة إنعاش شخص فاقد للوعي؛ إذ تتكوّن هذه الأملاح من كربونات الأمونيوم. فإذا كانت معادلة تفكك كربونات الأمونيوم الماص للحرارة كما يأتي:

$(NH_4)_2CO_{3(s)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$
فهل تتوقع أن استنشاق الأملاح يعطي مفعولاً في أيام الشتاء الباردة كما في أيام الصيف الحارة؟ فسّر إجابتك. لا؛ لأن تحلل كربونات الأمونيوم ماص للحرارة. وعليه، يتحلل المركب بسرعة أكبر عند درجة حرارة أكبر.

76. إذا علمت أن K_{sp} ليوديدات الكاديوم $Cd(IO_3)_2$ يساوي 2.3×10^{-8} عند درجة حرارة 298 K، فما تركيز (mol/L) كل من أيونات الكاديوم وأيونات اليوديدات في محلول مشبع مع يوديدات الكاديوم عند درجة حرارة 298 K؟



$$s \text{ mol/L } Cd(IO_3)_2$$

$$[Cd^{2+}] = s \text{ mol/L}$$

$$[IO_3^-] = 2s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [Cd^{2+}][IO_3^-]^2$$

$$2.3 \times 10^{-8} = s(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{2.3 \times 10^{-8}}{4}} = 1.8 \times 10^{-3}$$

$$[Cd^{2+}] = s \text{ mol/L} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[IO_3^-] = 2s \text{ mol/L} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

دليل حلول المسائل

71. صحّح الجملة الآتية: القيمة المنخفضة لثابت الاتزان K_{eq} تعني أن كلا التفاعلين الأمامي والعكسي يحدثان ببطء. الجملة ليست صحيحة، إذ إن قيمة K_{eq} لا تعطي أي معلومات حول سرعة حدوث التفاعل أو بطئه. وتعني القيمة المنخفضة لـ K_{eq} فقط احتواء نظام الاتزان على تراكيز من المتفاعلات أعلى من النواتج عند حدوث التفاعلات الأمامية والعكسية بنسبة متساوية.

72. في نظام الاتزان $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ، لون NO_2 بني غامق. فسّر اختلاف اللون للاتزان كما هو موضح في الشكل 4-22.



الشكل 4-22

عند وجود ضغط عال (حجم أقل) يتجه الاتزان نحو الطرف الذي يقلل من قيمة الضغط، ويتم ذلك بالاتجاه نحو اليسار مستهلكاً المزيد من NO_2 ذي اللون البني المحمر اللون، ومنتجاً المزيد من N_2O_4 العديم اللون.

73. إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى محلول هيدروكسيد الألومنيوم المشبع يقلل من تركيز أيونات الألومنيوم. اكتب معادلة اتزان الذائبية وتعير ثابت حاصل الذائبية لمحلول مائي مشبع لهيدروكسيد الألومنيوم.



$$K_{sp} = [Al^{3+}][OH^-]^3$$

تؤدي إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول. لذا، يتطلّب K_{sp} الثابت تخفيض تركيز أيونات الألمنيوم موضحاً أثر الأيون المشترك.

78. السبب والنتيجة افترض أن لديك 12.56 g من خليط مكوّن من كلوريد الصوديوم وكلوريد الباريوم. فسّر كيف يمكن استعمال تفاعل الترسيب لتحديد مقدار كل مركّب في الخليط.
إجابة محتملة:
1. أذب المخلوط في ماء مقطر.
 2. أضف محلولاً إضافياً يحتوي على الأنيون مثل الكربونات، الكرومات والكبريتات التي تُرسّب أيونات الباريوم جميعها.
 3. رشّح الراسب وجفّفه وقس كتلته.
 4. احسب عدد مولات مركّب الباريوم المتكوّن، الذي يساوي عدد مولات كلوريد الباريوم في المخلوط الأصلي.
 5. احسب كتلة كلوريد الباريوم في المخلوط الأصلي، فيكون المتبقي من الخليط الأصلي هو كلوريد الصوديوم.

79. قارن أيّ المادتين الصُّلبتين: فوسفات الكالسيوم وفوسفات الحديد III لها ذائبية مولارية أكبر؟ إذا علمت أن $K_{sp} \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 1.2 \times 10^{-29}$ و $K_{sp} \text{FePO}_4 = 1.0 \times 10^{-22}$. أيهما له ذائبية g/L أعلى؟

$$K_{sp} (\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 1.2 \times 10^{-29}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 = 1.2 \times 10^{-29}$$

$$s = \text{mol/L Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 3s; [\text{PO}_4^{3-}] = 2s$$

$$(3s)^3 (2s)^2 = 1.2 \times 10^{-29}$$

$$108 s^5 = 1.2 \times 10^{-29}$$

$$s^5 = \frac{1.2 \times 10^{-29}}{108} = 1.1 \times 10^{-31}$$

$$s = \sqrt[5]{1.1 \times 10^{-31}} = 6.4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} (\text{FePO}_4) = 1.0 \times 10^{-22}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] [\text{PO}_4^{3-}] = 1.0 \times 10^{-22}$$

$$s = \text{mol/L of FePO}_4$$

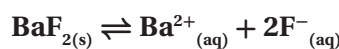
$$[\text{Fe}^{3+}] = [\text{PO}_4^{3-}] = s$$

$$s^2 = 1.0 \times 10^{-22}$$

$$s = \sqrt{1.0 \times 10^{-22}} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

77. تفسير البيانات أيّ المركّبات يترسّب أولاً إذا تمت إضافة محلول فلوريد الصوديوم الذي تركيزه 0.500 M بشكل تدريجي إلى محلول يحتوي على تركيز 0.500 M من أيونات الباريوم والماغنيسيوم؟ استعمال الجدول 6-4 واكتب معادلات اتزان الذائبية وتعايير ثابت حاصل الذائبية لكل المركّبين، مفسّراً إجابتك.

الجدول 6 - 4 بيانات المركّبين		
المركّب	الكتلة المولية g/mol	الذائبية عند 25 C g/L
BaF ₂	175.33	1.1
MgF ₂	62.30	0.13



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$$

$$\text{BaF}_{2(s)} \text{ الذائبية المولارية لـ } s = \frac{1.1 \text{ g/L}}{175.33 \text{ g/mol}} = 6.3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = 4s^3 = 4(6.3 \times 10^{-3})^3 = 1.0 \times 10^{-6}$$



$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$$

$$\text{MgF}_{2(s)} \text{ الذائبية المولارية لـ } s = \frac{0.13 \text{ g/L}}{62.30 \text{ g/mol}} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = 4s^3 = 4(2.1 \times 10^{-3})^3 = 3.7 \times 10^{-8}$$

سيترسّب فلوريد الماغنيسيوم أولاً؛ لأن قيمة K_{sp} المحسوبة له التي تساوي 3.7×10^{-8} أقل من قيمة K_{sp} لفلوريد الباريوم التي تساوي 1.0×10^{-6} .

مراجعة تراكمية

81. عندما تقوم بعكس معادلة كيميائية حرارية لماذا يجب عكس إشارة ΔH ؟

عكس المعادلة الكيميائية الحرارية الطاردة للحرارة يجعلها ماصة للحرارة، وعليه، فبدلاً من أن تكون الطاقة ناتجة عن التفاعل، ستصبح ممتصة. لذا، يجب تغيير إشارة ΔH .

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

82. مركب جديد تحلل أنك عالم، وقد قمت بتركيب سائل فريد وجديد أسميته يولان ومختصره يو. يولان سائل غير سام، وتحضيره غير مكلف، وله القدرة على إذابة كمية كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وفق معادلة الاتزان:

$$\text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{yo}), K_{\text{eq}} = 3.4 \times 10^6$$

لدى الطلاب الكثير من المعلومات الإيجابية لاستعمالها. لذا، يتعين عليهم أن يلاحظوا أن ثابت اتزان التفاعل - حيث يمتص ثاني أكسيد الكربون - هو رقم كبير، وعليه فالتفاعل ذو كفاءة عالية في إزالة كمية ثاني أكسيد الكربون الزائدة من الغلاف الجوي. بالإضافة إلى أن مادة اليولين نفسها لا تضر البيئة.

83. اكتب مقالة لمجلة أو صحيفة تفسر فيها ميزة يولان في مكافحة الارتفاع في درجات الحرارة عالمياً. ستتوقع تقارير الطلاب.

84. عسر الماء يسبب وجود أيونات الماغنسيوم والكالسيوم في الماء عسره. فسّر بالاعتماد على الذائبية لماذا يُعد وجود هذين الأيونين أحياناً غير مرغوب فيه، ثم أوجد الطرائق التي يمكن اتخاذها للحد منها. ستتوقع تقارير الطلاب. ويمكن أن تتضمن: تؤدي قلة ذائبية بعض مركبات الماغنسيوم والكالسيوم إلى إتلاف التمديدات الصحية، وتقليل فاعليتها. ستؤدي قلة ذائبية CaSO_4 في الماء الساخن إلى إتلاف الأنابيب الناقلة لها.

فوسفات الكالسيوم لها ذائبية مولارية أعلى من فوسفات الحديد III.

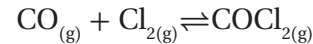
$$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{g/L}) = 6.4 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \times 310.2 \text{ g/mol} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ g/L}$$

$$\text{FePO}_4 (\text{g/L}) = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \times 150.6 \text{ g/mol} = 1.5 \times 10^{-9} \text{ g/L}$$

ذائبية فوسفات الكالسيوم أعلى من ذائبية فوسفات الحديد III معبراً عنها بوحدة (g/L)

مسألة تحفيز

80. تحضير الفوسجين الفوسجين COCl_2 غاز سام يستعمل في تصنيع بعض الأصباغ والأدوية والمبيدات الحشرية. ويمكن تحضيره بتفاعل أول أكسيد الكربون مع غاز الكلور وفق المعادلة:



بدايةً وُضع 1.0000 mol من كلا الغازين في وعاء حجمه 10.00 L وعند وصولهما إلى حالة الاتزان وجد أن تركيز كل منهما 0.0086 mol/L. ما تركيز الفوسجين عند الاتزان؟ وما K_{eq} للنظام؟

التركيز المولاري الابتدائي لكل من CO و Cl_2 هو:

$$1.0000 \text{ mol}/10.00 \text{ L} = 0.1000 \text{ mol/L}$$

وإذا كان تركيز CO و Cl_2 عند الاتزان يساوي 0.0086 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 .

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{(0.0914)}{(0.0086)(0.0086)} = 1.2 \times 10^3$$

87. فسّر كيف أن مُبرّد السيارة (الرادياتر) المطلي بالسبيكة يمكن أن يساعد على تقليل تركيز NO و CO في الغلاف الجوي؟ يعمل مُبرّد السيارة عند درجات حرارة مرتفعة، وتمسح السيارات كميات كبيرة من الهواء عندما تنتقل من مكان إلى آخر، لذا فإن مُبرّد السيارة المطلي بالسبيكة يمكن أن يحوّل حجمًا ملحوظًا من ملوثات NO و CO إلى مواد أقل ضررًا هي N₂ و CO₂.

اختبار مُقنن

الصفحتان 159 - 158

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيُّ مما يأتي يصف نظامًا وصل إلى حالة الاتزان الكيميائي؟
 - a. لا يوجد ناتج جديد يتكوّن 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.

(d)

2. يستطيع الطلاب إجراء التفاعل بين أيونات S₂O₈²⁻ وأيونات اليوديد I⁻؛ لأنه يسير ببطء كافٍ لقياس سرعته.

$$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$$

تمّ تحديد رتبة هذا التفاعل في المختبر لتكون الرتبة الأولى في S₂O₈²⁻ والرتبة الأولى في I⁻. ما قانون السرعة الكلي لهذا التفاعل؟

- a. $R = k[S_2O_8^{2-}]^2 [I^-]$
- b. $R = k[S_2O_8^{2-}][I^-]$
- c. $R = k[S_2O_8^{2-}][I^-]^2$
- d. $R = k[S_2O_8^{2-}]^2 [I^-]^2$

(b)

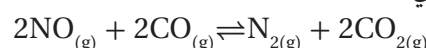
تتفاعل أيونات الماغنسيوم والكالسيوم مع الصابون مكونة مركّبات غير ذائبة، جاعلة الصابون أقل فاعلية، ومكوّنة ترسبات على المغاسل والحمامات.

يمكن إزالة أيونات الكالسيوم والماغنسيوم من خلال التنقية، أو تفاعلات الاستبدال، أو إضافة Ca(OH)₂ - soda (Na₂CO₃).

يمكن معالجة الماء الساخن بإضافة كربونات الصوديوم، ممّا يؤدي إلى ترسيب كربونات الكالسيوم، ومنع تكوين CaSO₄ في الأنابيب الناقلة.

أسئلة المستندات

التلوّث تحتوي عوادم السيارات على الملوثات الخطرة ومنها: أول أكسيد النيتروجين NO وأول أكسيد الكربون CO. ويمكن أن تقلّل كمية هذين الغازين في الهواء الجوي بتمريرهما فوق سبيكة (عامل محفّز). وعندما يمر غازا NO و CO فوق هذا المحفّز ينشأ الاتزان الآتي:



ويتأثر ثابت الاتزان بدرجة الحرارة، كما هو موضّح في الجدول 4-7.

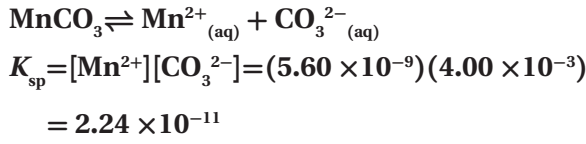
جدول 4-7 K _{eq} مقابل درجة الحرارة			
1000 K	900 K	800 K	700 K
3 27 × 10 ⁴⁵	4 66 × 10 ⁵⁴	1 04 × 10 ⁶⁶	9 10 × 10 ⁹⁷

85. اكتب تعبير ثابت الاتزان لهذا الاتزان.

$$K_{eq} = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[NO]^2[CO]^2}$$

86. ادرس العلاقة بين K_{eq} ودرجة الحرارة. استعمل مبدأ لوتشاتيليه لاستنتاج ما إذا كان التفاعل الأمامي ماصًا أم طاردًا للطاقة.

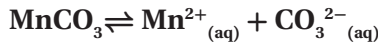
وحيث إن قيمة K_{eq} تتناقص عند ازدياد درجة الحرارة، لذا، يُعدّ التفاعل الأمامي طاردًا للحرارة.



6. ما ذائبية MnCO_3 عند درجة حرارة 298 K ؟

- a. $4.73 \times 10^{-6} \text{ M}$
 b. $6.32 \times 10^{-2} \text{ M}$
 c. $7.48 \times 10^{-5} \text{ M}$
 d. $3.35 \times 10^{-5} \text{ M}$

(a)



$$\text{الذائبية } s = [\text{Mn}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$(s)(s) = s^2 = 2.24 \times 10^{-11}$$

$$s = \sqrt{2.24 \times 10^{-11}} = 4.73 \times 10^{-6} \text{ M}$$

7. عند خلط 50 mL من K_2CO_3 الذي تركيزه $3.00 \times 10^{-6} \text{ M}$

مع 50 mL من MnCl_2 ، سيتكوّن راسب من MnCO_3 فقط عندما يكون تركيز محلول MnCl_2 أكبر من :

- a. $7.47 \times 10^{-6} \text{ M}$
 b. $1.49 \times 10^{-5} \text{ M}$
 c. $2.99 \times 10^{-5} \text{ M}$
 d. $1.02 \times 10^{-5} \text{ M}$

(c)

بما أن حجم المحلول قد تتضاعف، فإن تركيز $[\text{CO}_3^{2-}]$ في الخليط،

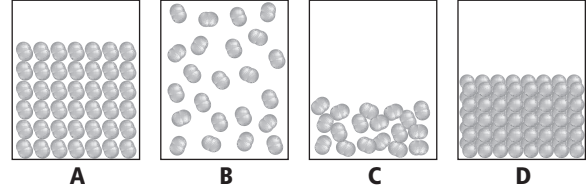
$$\frac{3.00 \times 10^{-6} \text{ M}}{2} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{Mn}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = [\text{Mn}^{2+}][1.5 \times 10^{-6}] = 2.24 \times 10^{-11} \text{ M}$$

تركيز أيون $[\text{Mn}^{2+}]$ يساوي $1.49 \times 10^{-5} \text{ M}$ ويساوي تركيز أيون $[\text{Mn}^{2+}]$ في الخليط. ولتكوين راسب يجب أن يكون تركيز محلول MnCl_2 الأصلي كما يلي:

$$= 2(x) = 2(1.49 \times 10^{-5} \text{ M}) = 2.99 \times 10^{-5} \text{ M}$$

3. استعمال الرسوم الآتية للإجابة عن السؤال 3.



3. أيّ الرسوم الأربعة يُبين المادة التي لها أضعف قوى بين جزيئية؟

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

(b)

4. أيّ نوع من القوى بين الجزيئية يتّج عن عدم توازن مؤقت

في الكثافة الإلكترونية حول نواة الذرة؟

- a. الروابط الأيونية
 b. قوى التشتت
 c. قوى ثنائية القطب
 d. الروابط الهيدروجينية

(b)

7. استعمال الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 5 إلى 7.

بيانات التركيز لتوازن الآتي $\text{MnCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ (عند 298 K)				
المحاولة	$[\text{Mn}^{2+}]$ الابتدائي	$[\text{CO}_3^{2-}]$	$[\text{Mn}^{2+}]$ عند الاتزان	$[\text{CO}_3^{2-}]$ عند الاتزان
1	0.0000	0.00400	5.60×10^{-9}	4.00×10^{-3}
2	0.0100	0.0000	1.00×10^{-2}	2.24×10^{-9}
3	0.0000	0.0200	1.12×10^{-9}	2.00×10^{-2}

5. ما قيمة K_{sp} لـ MnCO_3 عند درجة حرارة 298K ؟

- a. 2.24×10^{-11}
 b. 4.00×10^{-11}
 c. 1.12×10^{-9}
 d. 5.60×10^{-9}

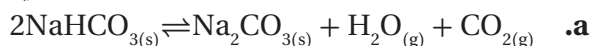
(a)

12. صنّف نوع التفاعل الكيميائي الذي يَظَهَر في هذا الرسم

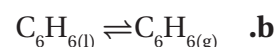
البياني، وكيف تدعم البيانات فيه استنتاجك؟
يُعدُّ هذا التفاعل - على الأغلب - تفاعل تفكك. حيث يوجد هناك متفاعل واحد يُظهِره المنحنى A، وتقلُّ ذائبيته كلما استُهلك. كما أن هناك ناتجين مُمَثَلين في الخطّين B و C، تزداد ذائبيتهما بازدياد الزمن، حيث إنهما يتكوّنان من تفكك A.

أسئلة الإجابات القصيرة

8. اكتب تعبير ثابت الاتزان لكلّ اتزان غير متجانس فيما يلي:



$$K_{eq} = [\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]$$



$$K_{eq} = [\text{C}_6\text{H}_6]$$

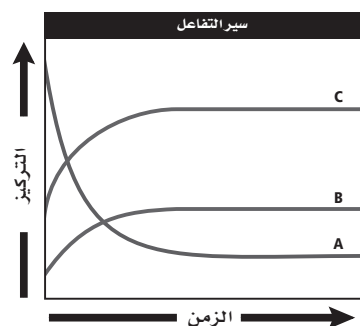
9. يَنْتِجُ عن تسخين الحجر الجيري $\text{CaCO}_{3(s)}$ الجير الحي

$\text{CaO}_{(s)}$ وغاز ثاني أكسيد الكربون. اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل العكسي.

$$K_{eq} = [\text{CO}_2]$$

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.



10. صف شكل الرسم البياني عند حدوث الاتزان. يحدث الاتزان عندما تصبح الخطوط أفقية، حيث تبقى تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة عند هذه النقطة.

11. فسّر 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 مزيدًا من النواتج، يجب أن تكون سرعته مساوية لسرعة التفاعل الأمامي الذي يَستهلك المتفاعلات.

الأحماض والقواعد

5-1 مقدمة في الأحماض والقواعد

الصفحات 162 - 171

مسائل تدريبية

الصفحات 163 - 168

التقويم 5-1

الصفحة 171

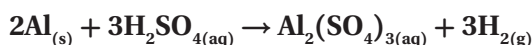
5. فسر لماذا لا تُصنّف العديد من أحماض وقواعد لويس على أنها أحماض أو قواعد أرهينيوس أو برونستد لوري. يُعدّ حمض لويس مستقبلاً لزوج من الإلكترونات، في حين تُعدّ قاعدة لويس مانحة لزوج من الإلكترونات. ولا يحتوي حمض لويس على أيون هيدروجين، أو أيون هيدروكسيد قابل للتأين لكي يمكن اعتباره حمضاً أو قاعدة أرهينيوس، كما أنّ حمض لويس لا يمتلك أيون هيدروجين لكي يمنحه لغيره. لذا، فهو ليس حمض برونستد - لوري، ولكن تُعدّ قواعد لويس جميعها قواعد برونستد - لوري؛ لأنها قادرة على استقبال أيون هيدروجين.

6. قارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض والقواعد. الخواص الفيزيائية: الأحماض طعمها حمضي وتوصل الكهرباء. أمّا القواعد فطعمها مرّ، وهي زلقة اللمس، وتوصل الكهرباء. الخواص الكيميائية: تتفاعل الأحماض مع الفلزّات لتنتج غاز الهيدروجين، كما تحوّل لون ورق تباع الشمس الأزرق إلى الأحمر. وتتفاعل القواعد مع الأحماض، وتحوّل لون تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق.

7. وضح كيف تحدّد تراكيز أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد ما إذا كان المحلول حمضياً أم قاعدياً أم متعادلاً؟ يكون تركيز $[H^+] < [OH^-]$ في المحلول الحمضي، في حين يكون تركيزهما $[OH^-] = [H^+]$ في المحلول المتعادل؛ أمّا في المحلول القاعدي فيكون $[OH^-] > [H^+]$.

8. اشرح لماذا لا تُصنّف العديد من المركّبات التي تحتوي ذرة هيدروجين أو أكثر بوصفها أحماض أرهينيوس. المركّبات التي لديها ذرة هيدروجين أو أكثر قابلة للتأين هي أحماض أرهينيوس فقط. ويمكن لذرة الهيدروجين القابلة للتأين أن ترتبط بعنصر له خواص كهروسالبية مثل الأكسجين.

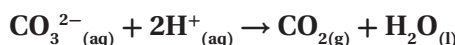
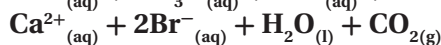
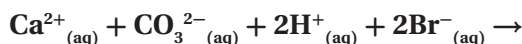
1. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات بين:
a. الألومنيوم وحمض الكبريتيك.



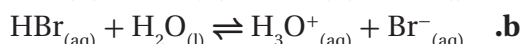
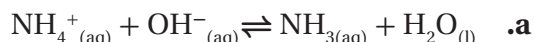
b. كربونات الكالسيوم وحمض الهيدروبروميك.



2. تحفيز اكتب المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل في السؤال 1b.

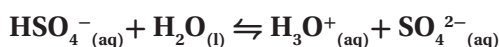


3. حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كلّ تفاعل مما يلي:



حمض	قاعدة مترافقة	قاعدة	حمض مترافق
NH_4^+ a.	NH_3	OH^-	H_2O
HBr b.	Br^-	H_2O	H_3O^+
H_2O c.	OH^-	CO_3^{2-}	HCO_3^-

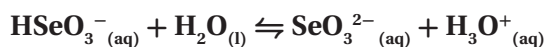
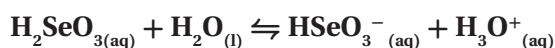
4. تحفيز إذا علمت أن نواتج تفاعل حمض وقاعدة هي H_3O^+ و SO_4^{2-} ، فاكتب معادلة موزونة للتفاعل، وحدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.



القاعدة: H_2O ، الحمض المترافق: H_3O^+

الحمض: HSO_4^- ، القاعدة المترافقة: SO_4^{2-}

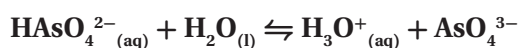
12. اكتب معادلة التأيّن الأولى والثانية لحمض H_2SeO_3 .



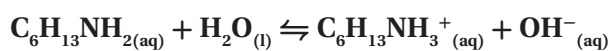
13. تحفيز إذا أعطيت المعادلة الرياضية الآتية:

$$K_a = \frac{[\text{AsO}_4^{3-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HASO}_4^{2-}]}$$

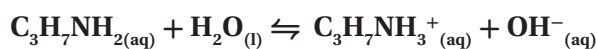
فاكتب المعادلة الموزونة للتفاعل.



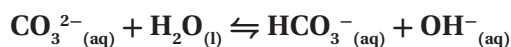
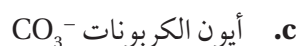
14. اكتب معادلات التأيّن وتعبير ثابت التأيّن للقواعد الآتية:



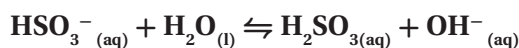
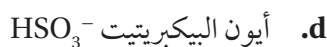
$$K_b = \frac{[\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2]}$$



$$K_b = \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2]}$$

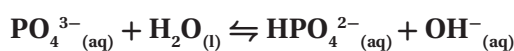


$$K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

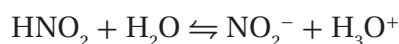


$$K_b = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3][\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]}$$

15. تحفيز اكتب معادلة اتزان قاعدة يكون فيها PO_4^{3-} قاعدة في التفاعل الأمامي، و OH^- قاعدة في التفاعل العكسي.



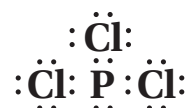
9. حدّد الأزواج المترافقة من الأحماض والقواعد في المعادلة الآتية:



يُعدّ HNO_2 حمضاً في حين يُعدّ NO_2^- قاعدة مترافقة، ويُعدّ H_2O قاعدة في حين يُعدّ H_3O^+ حمضاً مترافقاً.

10. اكتب تركيب لويس لثالث كلوريد الفوسفور PCl_3 . هل

يُعدّ PCl_3 حمض لويس، أم قاعدة لويس، أم غير ذلك؟ يمتلك الفوسفور في PCl_3 ثلاثة إلكترونات يتشاركها مع ثلاث ذرات كلور، وزوج إلكترونات غير مشترك، يعمل عمل قاعدة لويس كما في الشكل الآتي:



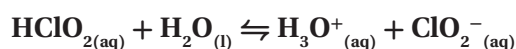
5-2 قوة الأحماض والقواعد

الصفحات 172 - 177

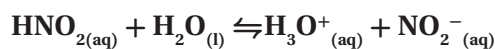
مسائل تدريبية

الصفحات 175 - 177

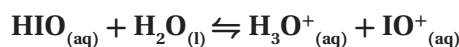
11. اكتب معادلات التأيّن وتعبير ثابت تأيّن الحمض لكلّ مما يأتي:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}_2^-]}{[\text{HClO}_2]}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{IO}^-]}{[\text{HIO}]}$$

3-5 أيونات الهيدروجين والرقم الهيدروجيني

الصفحات 178 - 186

مسائل تدريبية

الصفحات 179 - 185

21. فيما يأتي قيم تراكيز H^+ و OH^- لأربعة محاليل مائية عند درجة حرارة 298 K. احسب $[H^+]$ أو $[OH^-]$ لكل محلول، ثم حدّد ما إذا كان المحلول حمضيًا، أم قاعديًا، أم متعادلًا.

$$a. [H^+] = 1.0 \times 10^{-13} M$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = (1.0 \times 10^{-13})[OH^-]$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-13}} = \frac{(1.0 \times 10^{-13})[OH^-]}{1.0 \times 10^{-13}}$$

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-1} M$$

بما أن $[OH^-] > [H^+]$ ، فالمحلول قاعدي.

$$b. [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-7})}{1.0 \times 10^{-7}}$$

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$$

بما أن $[OH^-] = [H^+]$ ، فالمحلول متعادل.

$$c. [OH^-] = 1.0 \times 10^{-3} M$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = [H^+](1.0 \times 10^{-3})$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-3})}{1.0 \times 10^{-3}}$$

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} M$$

بما أن $[OH^-] > [H^+]$ ، فالمحلول قاعدي.

التقويم 2-5

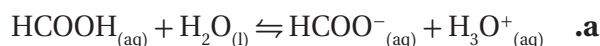
الصفحة 177

16. صف محتويات محاليل مائية مخفّفة للحمض القوي HI والحمض الضعيف HCOOH.

يحتوي محلول HI فقط على أيونات H_3O^+ و I^- وجزيئات ماء، ويحتوي محلول HCOOH على أيونات H_3O^+ و $HCOO^-$ وجزيئات HCOOH و H_2O .

17. ما العلاقة بين قوة الحمض الضعيف وقوة قاعدته المترافقة؟ كلّمَا ازدادت قوّة الحمض ازداد ضعف قاعدته المترافقة. وكلّمَا ضعف الحمض ازدادت قوة قاعدته المترافقة.

18. حدّد الأزواج المترافقة للحمض والقاعدة في كلّ معادلة بما يأتي:



الحمض: HCOOH؛ القاعدة المترافقة: $HCOO^-$ ؛ القاعدة: H_2O ؛ الحمض المترافق: H_3O^+



الحمض: H_2O ؛ القاعدة المترافقة: OH^- ؛ القاعدة: NH_3 ؛ الحمض المترافق: NH_4^+

19. اشرح ما الذي يمكن أن تستفيده من معرفة قيمة K_b للأنيولين $C_6H_5NH_2$. $K_b = 4.3 \times 10^{-10}$. قياس K_b يدلّ على أنّ الأنيولين قاعدة ضعيفة.

20. فسّر البيانات استعمل البيانات في الجدول 4-5 لترتيب الأحماض السبعة تصاعديًا بحسب توصيلها للكهرباء.

HS^- , HCO_3^- , H_2S , H_2CO_3 , CH_3COOH , $HCOOH$, HF

24. احسب قيمتي pH للمحلولين الآتيين عند درجة حرارة

298 K

a. $[H^+] = 0.0055 \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0.0055$$

$$\text{pH} = 2.26$$

b. $[H^+] = 0.000084 \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0.000084$$

$$\text{pH} = 4.08$$

25. تحفيز احسب قيمة pH لمحلول فيه تركيز

$$[OH^-] = 8.2 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[OH^-] = 8.2 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \times [H^+](8.2 \times 10^{-6})$$

$$[H^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{8.2 \times 10^{-6}} = 1.2 \times 10^{-9}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log(1.2 \times 10^{-9})$$

$$\text{pH} = 8.92$$

26. احسب قيم pH و pOH للمحاليل المائية ذات التراكيز

الآتية عند درجة حرارة 298 K

a. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-6} \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log [OH^-]$$

$$\text{pOH} = -\log(1.0 \times 10^{-6})$$

$$\text{pOH} = 6.00$$

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH} = 14.00 - 6.00 = 8.00$$

d. $[H^+] = 4.0 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = (4.0 \times 10^{-5})[OH^-]$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-14}}{4.0 \times 10^{-5}} = \frac{(4.0 \times 10^{-5})[OH^-]}{(4.0 \times 10^{-5})}$$

$$[OH^-] = 2.5 \times 10^{-10} \text{ M}$$

بما أن $[H^+] > [OH^-]$ ، فالمحلول حمضي.

22. تحفيز احسب عدد أيونات H^+ وعدد أيونات OH^- في 300

mL من الماء النقي عند درجة حرارة 298 K

عند درجة حرارة 298 K، $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$

احسب عدد مولات H^+ ، ثم احسب عدد الأيونات:

$$\text{mol } H^+ = \frac{1.0 \times 10^{-7} \text{ mol}}{1 \cancel{\text{ L}}} \times \frac{1 \cancel{\text{ L}}}{1000 \text{ mL}} \times 300 \text{ mL}$$

$$= 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

$$H^+ \text{ ions} = 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol } H^+ \times \frac{6.02 \times 10^{23} H^+ \text{ ions}}{1 \text{ mol } H^+}$$

$$= 1.8 \times 10^{16} H^+ \text{ ions}$$

عدد أيونات H^+ تساوي عدد أيونات OH^- تساوي

$$1.8 \times 10^{16} \text{ ions}$$

23. احسب قيمتي pH للمحلولين الآتيين عند درجة حرارة

298 K

a. $[H^+] \times 1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-2})$$

$$\text{pH} = 2.00$$

b. $[H^+] = 3.0 \times 10^{-6} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log(3.0 \times 10^{-6})$$

$$\text{pH} = 5.52$$

$$= 0.00020 \text{ M} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(2.0 \times 10^{-4}) = -(-3.70) = 3.70$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 3.70 = 10.30$$

29. احسب $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ في كلٍّ من المحاليل الآتية:

a. الحليب، $\text{pH} = 6.50$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-6.50) = 3.2 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 6.50 = 7.50$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-\text{pOH})$$

$$[\text{OH}^-] = (-7.50) = 3.2 \times 10^{-8} \text{ M}$$

b. عصير الليمون، $\text{pH} = 2.37$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-2.37) = 4.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 2.37 = 11.63$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-\text{pOH})$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-11.63) = 2.3 \times 10^{-12} \text{ M}$$

c. حليب الماغنيسيا، $\text{pH} = 10.50$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-10.50) = 3.2 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 10.50 = 3.50$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-3.50) = 3.2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

d. الأمونيا المنزلية، $\text{pH} = 11.90$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-11.90) = 1.3 \times 10^{-12} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 11.90 = 2.10$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-2.10) = 7.9 \times 10^{-3} \text{ M}$$

b. $[\text{OH}^-] = 6.5 \times 10^{-4} \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log(6.5 \times 10^{-4})$$

$$\text{pOH} = 3.19$$

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH} = 14.00 - 3.19 = 10.81$$

c. $[\text{H}^+] = 3.6 \times 10^{-9} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log(3.6 \times 10^{-9})$$

$$\text{pH} = 8.44$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 8.44 = 5.56$$

d. $[\text{H}^+] = 2.5 \times 10^{-2} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log(2.5 \times 10^{-2})$$

$$\text{pH} = 1.60$$

$$\text{pOH} = 14.00 - \text{pH} = 14.00 - 1.60 = 12.40$$

27. احسب قيم pH و pOH للمحلولين المائيين الآتين عند

درجة حرارة 298 K .

a. $[\text{OH}^-] = 0.000033 \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log (0.000033)$$

$$\text{pOH} = 4.48$$

$$\text{pH} = 14.00 - 4.48 = 9.52$$

b. $[\text{H}^+] = 0.0095 \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (0.0095)$$

$$\text{pH} = 2.02$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 2.02 = 11.98$$

28. تحفيز احسب قيم pH و pOH لمحلول مائي يحتوي

$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ من HCl مذاب في 5.0 L من المحلول.

$$[\text{HCl}] = [\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}}{5.0 \text{ L}}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 5.0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = 0.00330 \text{ M} - 5.0 \times 10^{-4} \text{ M} = 0.0028 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = \frac{(5.0 \times 10^{-4})(5.0 \times 10^{-4})}{(2.8 \times 10^{-3})}$$

$$K_a = 8.9 \times 10^{-5}$$

b. محلول حمض السيانيك HCNO، الذي تركيزه 0.100 M و pOH = 11.00

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 11.00 = 3.00$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-3.00) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{CNO}^-] = [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{HCNO}] = 0.100 - 1.0 \times 10^{-3} \text{ M} = 0.099 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CNO}^-]}{[\text{HCNO}]} = \frac{(1.0 \times 10^{-3})(1.0 \times 10^{-3})}{(0.099)}$$

$$K_a = 1.0 \times 10^{-5}$$

c. محلول حمض البيوتانويك $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ ، الذي تركيزه 0.15 M و pOH = 11.18

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 11.18 = 2.82$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-2.82) = 1.5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 1.5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}] = 0.150 \text{ M} - 1.5 \times 10^{-3} \text{ M} = 0.149 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-]}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]} = \frac{(1.5 \times 10^{-3})(1.5 \times 10^{-3})}{(0.149)}$$

$$K_a = 1.5 \times 10^{-5}$$

30. تخفيض احسب $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ في عينة من ماء البحر، حيث pOH = 5.60

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-\text{pOH})$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-5.60) = 2.5 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 5.60 = 8.40$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-8.40) = 4.0 \times 10^{-9} \text{ M}$$

31. احسب K_a للحمضين الآتين:

a. محلول H_3AsO_4 الذي تركيزه 0.220 M و pH = 1.50

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{AsO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{AsO}_4]}$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-1.50) = 3.2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{AsO}_4^-] = [\text{H}^+] = 3.2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{AsO}_4] = 0.220 \text{ M} - 3.2 \times 10^{-2} \text{ M} = 0.188 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{(3.2 \times 10^{-2})(3.2 \times 10^{-2})}{0.188} = 5.4 \times 10^{-3}$$

b. محلول HClO_2 الذي تركيزه 0.0400 M و pH = 1.80

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{ClO}_2^-]}{[\text{HClO}_2]}$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-1.80) = 1.6 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{ClO}_2^-] = [\text{H}^+] = 1.6 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{HClO}_2] = 0.0400 \text{ M} - 1.6 \times 10^{-2} \text{ M} = 0.024 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{(1.6 \times 10^{-2})(1.6 \times 10^{-2})}{0.024} = 1.1 \times 10^{-2}$$

32. احسب K_a للأحماض الآتية:

a. محلول حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ، الذي تركيزه 0.00330 M و pOH = 10.70

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 10.70 = 3.30$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-3.30) = 5.0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

37. اشرح - مستعملاً مبدأ لوتشاتيليه - ما يحدث لـ $[H^+]$ في محلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0.10 M عند إضافة قطرة من محلول NaOH .

الزيادة في أيونات OH^- من قطرة واحدة من NaOH تدفع التأيّن الذاتي للماء نحو اليسار، وتزيد كمية جزيئات الماء غير المفكّكة. فيزداد $[\text{OH}^-]$ ، أما $[\text{H}^+]$ فينقص.

38. اكتب قائمة بالمعلومات اللازمة لحساب قيمة K_a لحمض ضعيف.

pH أو pOH أو تركيز H^+ ، والتركيز الأولي للحمض اللازم لحساب K_a ، كما يمكن استعمال K_b .

39. احسب إذا علمت أن قيمة pH لحبة طهاطم تساوي 4.50 تقريباً، فما $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ فيها؟

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-4.50) = 3.2 \times 10^{-5}\text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 4.50 = 9.50$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-9.50) = 3.2 \times 10^{-10}\text{ M}$$

40. حدّد قيمة pH لمحلول يحتوي على $1.0 \times 10^{-9}\text{ mol}$ من أيونات OH^- لكل L .

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-9}\text{ mol}}{1\text{ L}} = 1.0 \times 10^{-9}\text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log 1.0 \times 10^{-9} = 9.00$$

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 9.00 = 5.00$$

41. احسب قيمة pH في المحاليل الآتية:

$$\text{a. } 1.0\text{ M HI}$$

$$[\text{H}^+] = 1.0\text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 1.0$$

$$\text{pH} = 0.00$$

33. تحفيز احسب K_a لمحلول حمض HX الذي تركيزه 0.0091 M ، وله pOH يساوي 11.32 ، ثمّ استعمل الجدول 4-5 لتحديد نوع الحمض.

$$\text{pH} = 14.00 - \text{pOH}$$

$$\text{pH} = 14.00 - 11.32 = 2.68$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-2.8) = 2.1 \times 10^{-3}\text{ M}$$

$$[\text{X}^-] = [\text{H}^+] = 2.1 \times 10^{-3}\text{ M}$$

$$[\text{HX}] = 0.0091 - 0.0021 = 0.0070\text{ M}$$

$$K_a = \frac{(0.0021)(0.0021)}{(0.0070)} = 6.3 \times 10^{-4}$$

يمكن أن يكون حمض الهيدروفلوريك.

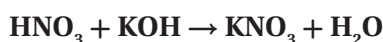
التقويم 3 5

الصفحة 186

34. اشرح لماذا تكون قيمة pH للمحلول الحمضي دائماً أصغر من قيمة pOH للمحلول نفسه؟ إن مجموع pH و pOH يساوي 14.00 ، يكون المحلول حمضياً، إذا كانت قيمة pH له أقل من 7.00 ، وبالتالي ستكون قيمة pOH أكبر من 7.00 .

35. صف كيف يمكنك تحديد قيمة pH لمحلول ما إذا علمت قيمة pOH للمحلول نفسه؟ اطرح قيمة pOH من 14.00 .

36. اشرح معنى K_w في المحاليل المائية. عند درجة حرارة 298 K ، يكون حاصل ضرب تركيز أيون H^+ في تركيز أيون OH^- يساوي 1.0×10^{-14} . وإذا عُرف تركيز أحد الأيونات، يمكن حساب تركيز الآخر باستعمال تعبير K_w .



$$43.33 \text{ mL KOH} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.1000 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L KOH}} \\ = 4.333 \times 10^{-3} \text{ mol KOH}$$

احسب عدد مولات HNO_3 ، ثم احسب مولاريتها:

$$4.333 \times 10^{-3} \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol KOH}}$$

$$= 4.333 \times 10^{-3} \text{ mol HNO}_3$$

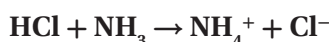
$$M_{\text{HNO}_3} = \frac{4.333 \times 10^{-3} \text{ mol HNO}_3}{0.02000 \text{ L HNO}_3} = 0.2167 \text{ M}$$

44. ما تركيز محلول الأمونيا المستعمل في مواد التنظيف المنزلي

إذا تطلب HCl 49.90 mL وتركيزه 0.5900 M لمعادلة

25.00 mL من هذا المحلول؟

اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات HCl :



$$49.90 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.5900 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}}$$

$$= 2.944 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

احسب عدد مولات NH_3 ، ثم احسب مولاريتها:

$$2.944 \times 10^{-2} \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol HCl}}$$

$$= 2.944 \times 10^{-2} \text{ mol NH}_3$$

$$M_{\text{NH}_3} = \frac{2.944 \times 10^{-2} \text{ mol NH}_3}{0.02500 \text{ L NH}_3} = 1.178 \text{ M}$$

b. محلول HNO_3 الذي تركيزه 0.050 M

$$[\text{H}^+] = 0.050 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0.050$$

$$\text{pH} = 1.30$$

c. محلول KOH الذي تركيزه 1.0 M

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 1.0$$

$$\text{pOH} = 0.00$$

$$\text{pH} = 14.00 - 0.00 = 14.00$$

d. محلول $\text{Mg}(\text{OH})_2$ الذي تركيزه $2.4 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times [\text{Mg}(\text{OH})_2] = (2)(2.4 \times 10^{-5} \text{ M})$$

$$= 4.8 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log 4.8 \times 10^{-5} = 4.32$$

$$\text{pH} = 14.00 - 4.32 = 9.68$$

42. تفسير الرسوم ارجع إلى الشكل 15-5 للإجابة عن

السؤالين الآتيين: ماذا يحدث لكل من $[\text{H}^+]$ و $[\text{OH}^-]$

و pH و pOH عندما يصبح المحلول المتعادل أكثر حمضية؟

وماذا يحدث عندما يصبح أكثر قاعدية؟

عندما يصبح المحلول أكثر حمضية؛ يزداد $[\text{H}^+]$ من 10^{-7}

إلى 1 وينقص $[\text{OH}^-]$ من 10^{-7} إلى 10^{-14} ، ويتغير pH

من 7 إلى صفر، ويتغير pOH من 7 إلى 14. وعندما

يتحول محلول متعادل إلى محلول أكثر قاعدية، فهذا يعني

نقصان $[\text{H}^+]$ من 10^{-7} إلى 1، وتغير pH من 7 إلى 14،

وتغير pOH من 7 إلى صفر.

4-5 التبادل

الصفحات 187 - 196

مسائل تدريبية

الصفحتين 194 - 192

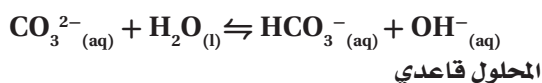
43. ما مولارية محلول حمض النيتريك إذا تطلب 43.33 mL

KOH تركيزه 0.1000 M لمعادلة 20.00 mL من محلول

حمض النيتريك؟

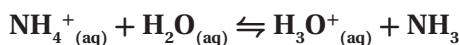
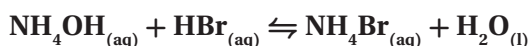
اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات KOH :

d. كربونات الكالسيوم



47. تحفيز اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند معايرة

هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH مع بروميد الهيدروجين HBr . وهل تكون قيمة pH عند نقطة التكافؤ أكبر أم أقل من 7؟



ستتكون أيونات الهيدرونيوم، لذا ستكون pH أقل من 7.

مختبر حل المشكلات

الصفحة 196

التفكير الناقد

1. حدّد كم يزيد $[\text{H}^+]$ إذا تغيّر pH الدم من 7.4 إلى 7.1. عند pH = 7.4

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-7.4) = 4.0 \times 10^{-8} \text{ M}$$

عند pH = 7.1

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-7.1) = 7.9 \times 10^{-8} \text{ M}$$

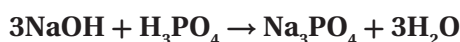
$$\frac{7.9 \times 10^{-8}}{4.0 \times 10^{-8}} = 2$$

ستكون أكبر بمرتين.

2. اقترح سبباً يفسّر لماذا تُعدّ نسبة 20:1 من HCO_3^{-} إلى CO_2 في الدم مناسبة للحفاظ على pH مناسب؟

يُلقي الجسم السليم الحمض في الدم عند ازدياد نشاطه، وتقوم أيونات الكربونات الهيدروجينية بمعادلة الحمض، وتدفع التفاعل نحو إنتاج ثاني أكسيد الكربون.

45. تحفيز كم mL من NaOH الذي تركيزه 0.500 M يمكن أن يتعادل مع 25.00 mL من H_3PO_4 تركيزه 0.100 M؟ اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات أيونات H^+ :



$$\text{mol H}^+ = \frac{0.100 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{3 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} \times 25.00 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.00750 \text{ mol}$$

عند نقطة التعادل يكون:

$$\text{mol H}^+ = \text{mol OH}^- = 0.00750 \text{ mol}$$

من المولارية، احسب حجم NaOH اللازم:

$$M = \frac{\text{عدد مولات OH}^- (\text{mol})}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$0.500 \text{ M} = \frac{0.00750 \text{ mol}}{\text{حجم NaOH (L)}}$$

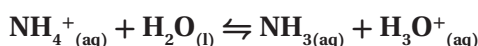
$$(L_{\text{NaOH}})(M_{\text{NaOH}}) = 0.00750 \text{ mol}$$

$$(L_{\text{NaOH}}) = \frac{(0.00750 \text{ mol})}{(0.500 \text{ mol/L})} = 0.0150 \text{ L}$$

$$0.0150 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 15.0 \text{ mL NaOH}$$

46. اكتب معادلات لتفاعلات تميّة الأملاح التي تحدث عند إذابة الأملاح الآتية في الماء، وصنّف كلّاً منها إلى حمضي، أو قاعدي، أو متعادل:

a. نترات الأمونيوم



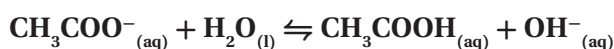
المحلول حمضي

b. كبريتات البوتاسيوم



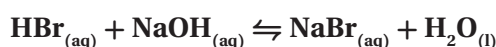
المحلول متعادل

c. إيثانوات الروبيديوم



المحلول قاعدي

51. احسب مولارية محلول حمض الهيدروبروميك HBr إذا لزم 30.35 mL من NaOH تركيزه 0.1000 M لمعايرة 25.00 mL من الحمض حتى نقطة التكافؤ.



يتفاعل كل 1 mol من HBr مع 1 mol من NaOH
احسب عدد مولات NaOH، وعدد مولات HBr؛

$$\begin{aligned} \text{mol NaOH} &= M_B \times V_B \\ &= 0.1000 \text{ mol/L} \times 0.03035 \text{ L} \\ &= 0.003035 \text{ mol} \end{aligned}$$

mol NaOH = mol of HBr = 0.003035 mol
احسب مولارية HBr؛

$$\begin{aligned} M &= \frac{\text{عدد مولات HBr (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}} \\ &= \frac{0.003035 \text{ mol}}{0.02500 \text{ L}} = 0.1214 \text{ M} \end{aligned}$$

52. فسر ما المواد التي يمكن استعمالها لعمل محلول منظم له pH 9.4؟ وما نسبتها؟ استعمل الجدول 7-5.
استخدم الأمونيا، وأحد أملاحها مثل نترات الأمونيوم، أو كلوريد الأمونيوم. واستخدم كميات مولارية متساوية من القاعدة وملحها.

53. صمّم تجربة صف كيف تصمّم معايرة وتجربها باستعمال HNO₃ تركيزه 0.250 M لتحديد مولارية محلول هيدروكسيد السيزيوم.

ضع حجمًا معلومًا من محلول CsOH في دورق، وأضف كاشفًا، وأملأ سحاحة بمحلول HNO₃ تركيزه 0.250 M، وسجل قراءة السحاحة الأولية. ثم أضف محلول HNO₃ ببطء إلى محلول CsOH حتى نقطة النهاية، وسجل القراءة النهائية للسحاحة. ثم احسب حجم HNO₃ المضاف مستعملًا حجم ومولارية HNO₃ المضاف، وحجم CsOH؛ لحساب مولارية محلول CsOH.

3. توقع الوضع الذي يرتفع فيه pH الدم أو ينخفض، وفي أيّ اتجاه يميل اتران H₂CO₃/HCO₃⁻ في كل من الحالات الآتية:

a. شخص لديه حالة فيروسية شديدة في المعدة يتقيأ عدّة مرّات في فترة 24 ساعة.

القيء حمضيّ وهو يرفع الـ pH. التفاعل المنظم يتجّه نحو اليمين، وتستطيع الكلى أن تردّ بإزالة أيون الكربونات الهيدروجينية، ويجب على الشخص أن يبقى هادئًا للاحتفاظ بثاني أكسيد الكربون.

b. شخص يأخذ كمية كبيرة من من NaHCO₃ لوقاية حرقة المعدة.

تزداد قيمة pH بزيادة مستويات أيون الكربونات الهيدروجينيّ؛ ممّا يدفع التفاعل المنظم إلى اليسار مكونًا مزيدًا من CO₂. تردّ الكلى بإزالة أيون الكربونات الهيدروجيني، ويستطيع الشخص أن يتنفس بسرعة أكثر لطرّد CO₂.

التقويم 4-5

الصفحة 196

48. فسر لماذا تكون المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل تعادل أيّ حمض قوي مع أيّ قاعدة قوية دائمًا هي المعادلة نفسها.
بعد حذف الأيونات المتفرّجة من معادلة التعادل، يُعدّ كل تفاعل تعادل تفاعل 1 mol من أيون الهيدروجين مع 1 mol من الهيدروكسيد لتكوين 1 mol من الماء.

49. اشرح الفرق بين نقطة تكافؤ ونقطة نهاية المعايرة.
نقطة التكافؤ هي pH التي تتساوى عندها مولات أيونات H⁺ من الحمض، مع مولات أيونات OH⁻ من القاعدة. أمّا نقطة النهاية فهي النقطة التي يتغيّر عندها لون الكاشف المستعمل في المعايرة.

50. قارن بين نتائج تجربتين: الأولى إضافة كمية صغيرة من قاعدة إلى محلول غير منظم له pH=7. والثانية عند إضافة الكمية نفسها من القاعدة إلى محلول منظم له pH=7.
تزداد قيمة pH للمحلول غير المنظم أكثر من قيمة pH للمحلول المنظم.

الفصل 5 مراجعة الفصل

الصفحات 205 - 201

5-1

إتقان المفاهيم

تعني المساحة الكبرى الزرقاء أن المحاليل القاعدية تحتوي على تراكيز أعلى من أيونات الهيدروكسيد، في حين تعني المساحة الصغرى الحمراء أن المحاليل القاعدية تحتوي أيضاً على أيونات الهيدروجين، ولكن بتركيز أقل من أيونات الهيدروكسيد.

59. اشرح الفرق بين الحمض الأحادي البروتون، والحمض الثنائي البروتون، والحمض الثلاثي البروتون، وأعط مثلاً على كل منها. يستطيع الحمض الأحادي البروتون إعطاء H^+ واحد مثل HCl ؛ ويستطيع الحمض الثنائي البروتون إعطاء أيونين من H^+ مثل H_2SO_4 ؛ في حين يعطي الحمض الثلاثي البروتون ثلاثة أيونات H^+ مثل H_3SO_4 .

60. لماذا يمكن استعمال H^+ و H_3O^+ بالتبادل في المعادلات الكيميائية؟
 H_3O^+ هو أيون هيدروجين مُتميه.

61. استعمال الرموز ($<$ أو $>$ أو $=$) للتعبير عن العلاقة بين تركيز أيونات H^+ وأيونات OH^- في المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية.
حمضي: $[H^+] > [OH^-]$ ؛
متعادل: $[H^+] = [OH^-]$ ؛
قاعدي: $[H^+] < [OH^-]$

62. اشرح كيف يختلف تعريف حمض لويس عن تعريف حمض برونستد لوري.
يعرّف نموذج لويس الحمض بوصفه مستقبلاً لزوج من الإلكترونات، في حين يعرّفه نموذج برونستد-لوري على أنه مانح لأيون هيدروجين.

إتقان حل المسائل

63. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكُلِّ مما يأتي:
a. تحلل هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب عند وضعه في الماء.



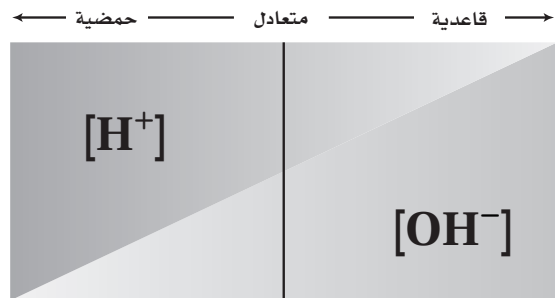
54. قارن بين المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية من حيث تركيز الأيونات.
تركيز أيونات H^+ في المحلول الحمضي أكبر من تركيز أيونات OH^- فيه، في حين يكون تركيز أيونات OH^- في المحلول القاعدي أعلى من تركيز أيونات H^+ ، كما يتساوى تركيز أيونات H^+ و OH^- في المحلول المتعادل.

55. اكتب معادلة كيميائية موزونة تُمثل التأيّن الذاتي للماء.
 $H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

56. صنّف كلاً مما يأتي إلى حمض أرهينيوس أو قاعدة أرهينيوس:
a. H_2S حمض
b. $RbOH$ قاعدة
c. $Mg(OH)_2$ قاعدة
d. H_3PO_4 حمض

57. علم الأرض تتكوّن فقاعات غاز عندما يُضيف عالم الأرض بضع قطرات من HCl إلى قطعة من صخر. فماذا قد يستنتج العالم عن طبيعة الغاز والصخر؟
الغاز هو CO_2 ، والصخر هو كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

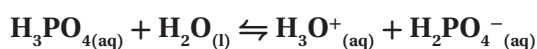
58. اشرح ما تعنيه المساحتان المظللتان عن اليمين من الخط العمودي الغامق في الشكل 5-28.



الشكل 5-28

67. كيف تقارن بين قوتي حمضين ضعيفين في المختبر؟ وكيف تقوم بذلك من خلال معلومات تحصل عليها من جدول أو كتيب؟
قارن بين قدرة توصيل محاليل متساوية المولارية من الحمضين، وقارن أيضًا بين ثابت تأينهما.

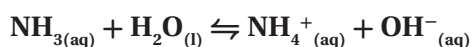
68. حدّد الأزواج المترافقة في تفاعل H_3PO_4 مع الماء.



الحمض هو H_3PO_4 ، وقاعدته المترافقة هي $H_2PO_4^-$ ؛ أمّا القاعدة فهي $H_2O_{(l)}$ ، والحمض المرافق هو H_3O^+ .

إتقان حلّ المسائل

69. منظّفات الأمونيا اكتب المعادلة الكيميائية وتعبّر K_b لتأين الأمونيا في الماء. وكيف يُستعمل محلول الأمونيا منظّفًا آمنًا للنوافذ، مع أنه قاعدي؟



$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

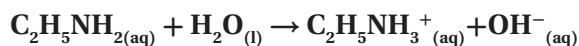
حيث تُعدّ الأمونيا قاعدة ضعيفة.

70. مطهّر حمض الهيوكلوروز مطهّر صناعي. اكتب المعادلة الكيميائية وتعبّر K_a لتأين حمض الهيوكلوروز في الماء.



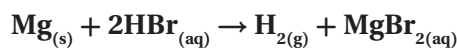
$$K_a = \frac{[H^+][ClO^-]}{[HClO]}$$

71. اكتب المعادلة الكيميائية وتعبّر K_b لتأين الأنيلين في الماء. الأنيلين قاعدة ضعيفة صيغتها $C_2H_5NH_2$.

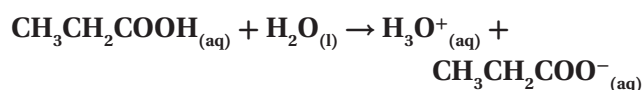


$$K_b = \frac{[C_2H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_2H_5NH_2]}$$

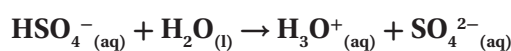
b. تفاعل فلز الماغنيسيوم مع حمض الهيدروبروميك.



c. تأين حمض البروبانويك CH_3CH_2COOH في الماء.



d. التأين الثاني لحمض الكبريتيك في الماء



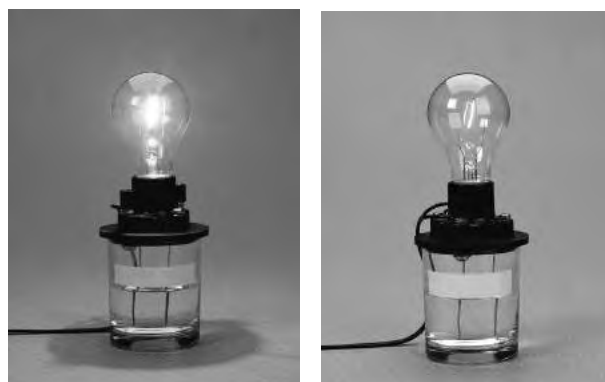
إتقان المفاهيم

64. اشرح الفرق بين حمض قوي وحمض ضعيف. في المحاليل المائية المخففة، يتأين الحمض القوي كلياً؛ في حين يتأين الحمض الضعيف جزئياً.

65. اشرح لماذا تُستعمل أسهم الاتزان في معادلات تأين بعض الأحماض.

تُستعمل أسهم الاتزان في الأحماض الضعيفة، التي تتأين جزئياً في الماء لتصل إلى حالة الاتزان. وتُستعمل أسهم التفاعل في الأحماض القوية، التي تتأين كلياً في المحاليل المائية المخففة.

66. أيّ الكأسين في الشكل 29-5 قد تحتوي على محلول حمض الهيوكلوروز بتركيز 0.1 M؟ وضح إجابتك.



الشكل 29-5

الكأس اليميني؛ لأن حمض الهيوكلوروز ضعيف، ويتأين جزئياً في المحلول المائي، وموصلته للكهرباء منخفضة.

77. استعمل مبدأ لوتشاتيليه لتوضيح ما يحدث للاتزان

$$\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$$
 عند إضافة بضع قطرات
 من HCl إلى ماء نقي.
 يُضيف HCl أيونات H^+ إلى الماء فينتجه الاتزان نحو اليسار.

إتقان حل المسائل

78. ما $[\text{OH}^-]$ في محلول مائي عند 298 K حيث
 $[\text{H}^+] = 5.40 \times 10^{-3} \text{ M}$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{5.40 \times 10^{-3}}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.85 \times 10^{-12} \text{ M}$$

79. ما قيمة pH و pOH للمحلول المذكور في سؤال 78؟

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (5.40 \times 10^{-3})$$

$$\text{pH} = 2.27$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1.85 \times 10^{-12})$$

$$\text{pOH} = 11.7$$

80. لديك محلولان: 0.10 M HCl و 1.0 M HF، أيهما يكون
 تركيز أيونات H^+ فيه أعلى؟ احسب pH لكُل من المحلولين

إذا علمت أن $[\text{H}^+] = 7.9 \times 10^{-3} \text{ M}$ في محلول HF.

يُعدّ 0.10 M HCl حمضاً قوياً، $[\text{H}^+] = 0.10 \text{ M}$

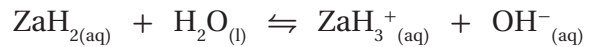
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0.10 = 1.00$$

أما 0.10 M HF، $[\text{H}^+] = 7.9 \times 10^{-3} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 7.9 \times 10^{-3} = 2.10$$

يحتوي HCl على تركيز أعلى لأيونات H^+ ؛ لأن قيمة pH
 له أقل.

72. تتفاعل القاعدة الضعيفة ZaH_2 ، مع الماء لتعطي محلولاً
 تركيز أيون OH^- فيه يساوي $2.68 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ،
 والمعادلة الكيميائية للتفاعل هي:



إذا كان $[\text{ZaH}_2]$ عند الاتزان 0.0997 mol/L ، فما قيمة
 K_b لـ ZaH_2 ؟

$$K_b = \frac{[\text{ZaH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{ZaH}_2]} = \frac{(2.68 \times 10^{-4})(2.68 \times 10^{-4})}{(0.0997 - 2.68 \times 10^{-4})}$$

$$= 7.22 \times 10^{-7}$$

73. اختر حمضاً قوياً، وشرح كيف تُحضّر محلولاً مخففاً منه؟ ثم
 اختر حمضاً ضعيفاً، وشرح كيف تُحضّر محلولاً مركزاً منه.
 قد يقول الطلاب إن المحلول المخفف لحمض قوي يُحضّر
 بإذابة كمية صغيرة من الحمض القوي في كمية كبيرة من
 الماء، أما المحلول المركز لحمض ضعيف؛ فيُحضّر بإذابة
 كمية كبيرة من الحمض الضعيف في كمية صغيرة من الماء.

5-3

إتقان المفاهيم

74. ما العلاقة بين pOH وتركيز أيون OH^- في محلول؟

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

75. قيمة pH للمحلول A تساوي 2.0 وللمحلول B
 تساوي 5.0. أي المحلولين أكثر حمضية بناءً على تركيزي
 أيون H^+ في المحلولين، وكم مرة تزيد الحمضية؟
 حمضية المحلول A هي 10^3 ، أو أكثر 1000 مرة من حمضية
 المحلول B.

76. إذا تناقص تركيز أيونات H^+ في محلول مائي، فماذا يجب أن
 يحدث لتركيز أيونات OH^- ؟ ولماذا؟

يزداد $[\text{OH}^-]$ ؛ لأن $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$

البرومكريسون البنفسجي مناسب؛ لأنه يغيّر لونه قرب نقطة التكافؤ pH التي تساوي 6.0.

84. متى يكون استعمال pH أفضل من الكاشف لتحديد نقطة النهاية لمعايرة حمض وقاعدة؟ يُستعمل مقياس pH، إذا لم يوجد كاشف يغيّر لونه عند نقطة التكافؤ أو قريبا، أو عندما لا يتوافر كاشف.

85. ماذا يحدث عند إضافة حمض إلى المحلول المنظم HF/F⁻؟ يُنتج الحمض أيونات الهيدروجين التي تتفاعل مع أيونات F⁻ في المحلول؛ لتكوّن جزيئات HF. وستقلّ pH قليلاً.

86. عند إضافة الميثيل الأحمر إلى محلول مائي يُنتج لون وردي. وعند إضافة الميثيل البرتقالي إلى المحلول نفسه يُنتج لون أصفر. ما مدى pH تقريباً للمحلول؟ استعمال الشكل 5-24.

ستكون قيمة pH بين 2 و 6 و 5 تقريباً.

87. اذكر الاسم والصيغة الجزيئية للحمض والقاعدة اللذين أنتجا كلاً من الأملاح الآتية:

a. NaCl

القاعدة: هيدروكسيد الصوديوم NaOH.
الحمض: حمض الهيدروكلوريك HCl.

b. KHCO₃

القاعدة: هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.
الحمض: حمض الكربونيك H₂CO₃.

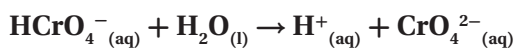
c. NH₄NO₂

القاعدة: الأمونيا NH₃.
الحمض: حمض النيتروز HNO₂.

d. CaS

القاعدة: هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂.
الحمض: حمض الهيدروكبريتيك H₂S.

81. منظّف الفلزات يُستعمل حمض الكروميك منظّفًا صناعيًا للفلزات. احسب قيمة K_a للتأين الثاني لحمض الكروميك H₂CrO₄ إذا كان لديك محلول تركيزه 0.040 M من كرومات الصوديوم الهيدروجينية قيمة pH لها تساوي 3.946.



$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-3.946) = 1.13 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{CrO}_4^{2-}] = 1.13 \times 10^{-4} \text{ M}$$

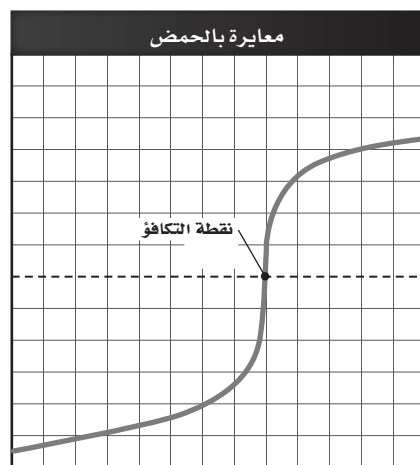
$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}]}{[\text{HCrO}_4^-]} = \frac{(1.13 \times 10^{-4})^2}{(0.040 - 1.13 \times 10^{-4})} = 3.2 \times 10^{-7}$$

5-4

إتقان المفاهيم

82. ما الحمض والقاعدة اللذان يجب أن يتفاعلا ليُنتجا محلولاً مائياً من يوديد الصوديوم؟ يجب أن يتفاعل حمض الهيدروأبيوديك وهيدروكسيد الصوديوم.

83. ما كواشف الأحماض والقواعد المبيّنة في الشكل 5-24، والتي من المناسب استعمالها في تفاعل التعادل المبيّن منحني معايرته في الشكل 30-5؟ ولماذا؟



حجم القاعدة المضافة

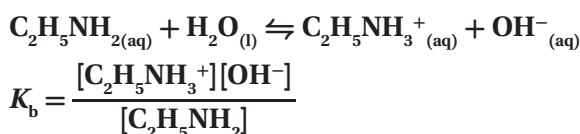
الشكل 30-5

احسب عدد مولات H_2SO_4 ، ثم احسب المولارية :

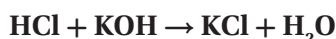
$$\begin{aligned} \text{mol } H_2SO_4 &= (0.03260 \text{ mol NaOH}) \times \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol NaOH}} \\ &= \frac{0.03260}{2} = 0.01630 \text{ mol} \\ M_{H_2SO_4} &= \frac{\text{mol } H_2SO_4}{L \text{ } H_2SO_4} = \frac{0.01630 \text{ mol}}{45.78 \text{ mL}} \\ &\times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 0.3561 \text{ M} \end{aligned}$$

مراجعة عامة

91. اكتب معادلة تفاعل التأيّن، وتعبير ثابت تأيّن القاعدة، للإيثيل أمين $C_2H_5NH_2$ في الماء.



92. كم mL من محلول HCl الذي تركيزه 0.225 M يلزم لمعايرة 6.00 g من KOH ؟
اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات KOH :



$$6.00 \text{ g KOH} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56.11 \text{ g KOH}} = 0.107 \text{ mol KOH}$$

احسب عدد مولات HCl :

$$0.107 \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol KOH}} = 0.107 \text{ mol HCl}$$

احسب الحجم :

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$M_{HCl} = 0.225 \text{ mol/L}$$

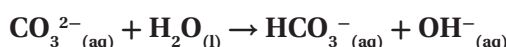
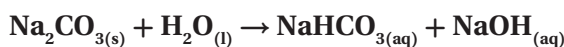
$$\text{حجم HCl} = 0.107 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ L}}{0.225 \text{ mol HCl}} \times \frac{1000 \text{ mL HCl}}{1 \text{ L}} = 475 \text{ mL HCl}$$

إتقان حل المسائل

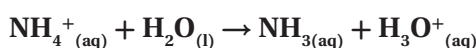
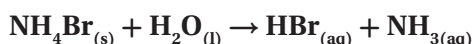
88. اكتب معادلات كيميائية ومعادلات أيونية كلية لتميه كل

من الملحّين الآتيين في الماء:

a. كربونات الصوديوم



b. بروميد الأمونيوم



89. تنقية الهواء يُستعمل هيدروكسيد الليثيوم لتنقية الهواء

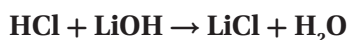
بإزالة ثاني أكسيد الكربون. فإذا تمّت معايرة عيّنة من محلول

هيدروكسيد الليثيوم حجمها 25.00 mL بمحلول حمض

الهيدروكلوريك تركيزه 0.3340 M فتطلّب 15.22 mL

من الحمض. ما مولارية محلول LiOH ؟

اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات HCl :



$$\begin{aligned} \text{mol HCl} &= V_A \times M_A = 0.01522 \text{ L} \times 0.3340 \text{ mol/L} \\ &= 0.005083 \text{ mol} \end{aligned}$$

احسب عدد مولات LiOH، ثم احسب المولارية :

$$\begin{aligned} \text{mol LiOH} &= (0.005083 \text{ mol HCl}) \times \frac{1 \text{ mol LiOH}}{1 \text{ mol HCl}} \\ &= 0.005083 \text{ mol} \end{aligned}$$

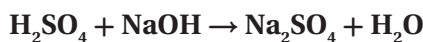
$$M_{LiOH} = \frac{\text{mol LiOH}}{\text{vol LiOH}} = \frac{0.005083 \text{ mol}}{0.02500 \text{ L}} = 0.2033 \text{ M}$$

90. أُضيف 74.30 mL من محلول NaOH الذي تركيزه

0.43885 M لمعايرة 45.78 mL من حمض الكبريتيك

حتى نقطة النهاية. ما مولارية محلول H_2SO_4 ؟

اكتب معادلة التفاعل، واحسب عدد مولات NaOH :



$$\begin{aligned} \text{mol NaOH} &= V \times M = 0.07430 \text{ L} \times 0.4388 \text{ M} \\ &= 0.03260 \text{ mol} \end{aligned}$$

96. تكرير السكر يُستعمل هيدروكسيد الإسترانشيوم في تكرير سكر الشمندر. ويمكن إذابة 4.1 g فقط من هيدروكسيد الإسترانشيوم في 1 L من الماء عند درجة حرارة 273 K. فإذا كانت ذائبة هيدروكسيد الإسترانشيوم منخفضة إلى هذه الدرجة، فاشرح لماذا يمكن اعتباره قاعدة قلووية قوية؟ يتفكك $\text{Sr}(\text{OH})_2$ الذائب في الماء جميعه مكوناً أيونات OH^- و Sr_2^+ .

97. ما تراكيز أيونات OH^- في محاليل لها قيم pH الآتية 3.00 و 6.00 و 9.00 و 12.00 عند درجة حرارة 298 K؟ وما قيم pOH لها؟

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14.00; \text{pOH} = 14.00 - \text{pH}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-\text{pOH})$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 3.00 = 11.00$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-11.00) = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 6.00 = 8.00$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-8.00) = 1.0 \times 10^{-8}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 9.00 = 5.00$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-5.00) = 1.0 \times 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 14.00 - 12.00 = 2.00$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog}(-2.00) = 1.0 \times 10^{-2}$$

98. جهاز pH في الشكل 31-5 مغموس في محلول حمض أحادي البروتون، HA، تركيزه 0.200 M عند درجة حرارة 303 K. ما قيمة K_a للحمض عند درجة حرارة 303 K؟



الشكل 31-5

93. ما قيمة pH لمحلول تركيزه 0.200 M من حمض الهيبوروموز HBrO؟ إذا علمت أن $K_a = 2.8 \times 10^{-9}$. $[\text{BrO}^-] = [\text{H}^+]$; $[\text{HBrO}] = 0.200\text{M} - [\text{H}^+]$ بما أن قيمة K_a صغيرة، افترض أن $[\text{H}^+]$ صغير جداً مقارنة بـ 0.200 M. لذا، $[\text{HBrO}] = 0.200\text{M}$.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{BrO}^-]}{[\text{HBrO}]}$$

$$\frac{[\text{H}^+]^2}{0.200} = 2.8 \times 10^{-9}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 2.8 \times 10^{-9} \times 0.200$$

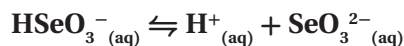
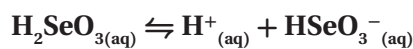
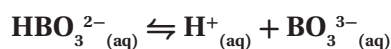
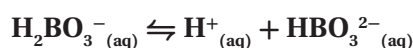
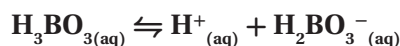
$$[\text{H}^+] = 2.4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(2.43 \times 10^{-5}) = 4.63$$

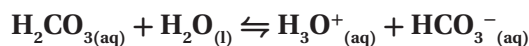
94. أي مما يأتي حمض متعدّد البروتونات؟ اكتب معادلات تأين متتالية للأحماض المتعدّدة البروتونات في الماء.



يُعدّ كلٌّ من a و d حمضاً متعدّد البروتونات.

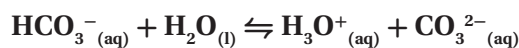


95. اكتب معادلتين كيميائيتين موزونتين لتأين حمض الكربونيك في الماء، وحدّد زوج الحمض والقاعدة المرافقين في كلّ معادلة.



الحمض: (H_2CO_3) ، وقاعدته المرافقة: (HCO_3^-) .

القاعدة: (H_2O) ، والحمض المرافق: (H_3O^+) .



الحمض: (HCO_3^-) ، والقاعدة المرافقة: (CO_3^{2-}) .

القاعدة: (H_2O) ، والحمض المرافق: (H_3O^+) .

102. طبق المفاهيم استعمال ثابت تأين الماء عند درجة حرارة 298 K لتفسير لماذا ينبغي للمحلول الذي قيمته pH له تساوي 3.0 أن تكون قيمة pOH له 11.0؟
المحلول الذي له pH تساوي 3.0 يكون تركيز أيون الهيدروجين فيه $1.00 \times 10^{-3} \text{ M}$ ؛

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$3.0 = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 1.00 \times 10^{-3}$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \text{ في } K_w = 1.00 \times 10^{-14}$$

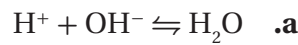
$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.00 \times 10^{-14}}{1.00 \times 10^{-3}} = 1.00 \times 10^{-11}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

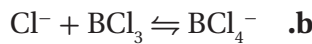
$$= \log(1.00 \times 10^{-11})$$

$$\text{pOH} = 11.0$$

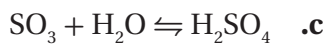
103. حدّد أحماض وقواعد لويس في التفاعلات الآتية:



حمض لويس: H^+ و H_2O ، قاعدة لويس: OH^- .



حمض لويس: BCl_3 ، قاعدة لويس: BCl_4^- .



حمض لويس: SO_3 ، قاعدة لويس: H_2O .

104. تفسير الرسوم العملية ارسم منحنى الرقم الهيدروجيني

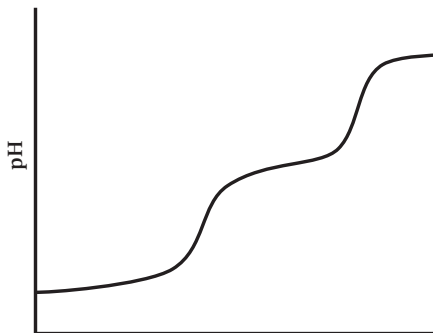
pH مقابل الحجم الناتج عن معايرة حمض ثنائي

البروتونات بمحلول NaOH تركيزه 0.10 M.

يجب أن يبين المنحنى أن pH تزيد بسرعة أكبر قبل

المنطقة الأفقية وبعدها قرب نقطة التكافؤ، حيث

سيكون هناك سطح أفقي أكثر.



حجم NaOH المضاف

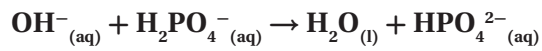
$$[\text{H}^+] = \text{antilog}(-\text{pH})$$

$$= \text{antilog}(-3.10) = 7.9 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{(7.9 \times 10^{-4})(7.9 \times 10^{-4})}{(0.200 - 7.9 \times 10^{-4})} = 3.1 \times 10^{-6}$$

99. اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي يحدث عند إضافة

قاعدة إلى المحلول المنظم $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$.



التفكير الناقد

100. انقد العبارة الآتية: «يجب اعتبار المادة التي تحتوي صيغتها

الكيميائية على مجموعة الهيدروكسيل قاعدة»

هذه الجملة مضللة. إذا كانت المادة تتفكك، أو تتفاعل

مع الماء لتنتج أيونات الهيدروكسيد في المحلول، فإنها تعدّ

قاعدة، ولكن هناك مواد - منها الأحماض العضوية -

تحتوي على مجموعات الهيدروكسيل المرتبطة، بحيث

تعطي أيونات الهيدروجين في الماء فتنتج محاليل حمضية.

101. حلّل واستنتج هل يمكن أن يصنّف المحلول حمضاً

حسب برونستد لوري ولا يصنّف حمضاً حسب

قاعدة أرهينيوس؟ وهل يمكن أن يكون حمضاً حسب

نموذج برونستد - لوري وليس حمضاً حسب قاعدة

أرهينيوس؟ هل يمكن ألا يصنّف حمض لويس بوصفه

حمض أرهينيوس أو برونستد لوري؟ اشرح ذلك مع

ذكر أمثلة.

تعدّ أحماض أرهينيوس جميعها أحماض برونستد -

لوري أيضاً، كما تعدّ معظم أحماض برونستد - لوري

أحماض أرهينيوس، عندما تكون في محلول مائي، ومن

أمثلتها: HCl ، H_2SO_4 ، و H_3PO_4 . وتعدّ أحماض

لويس مستقبلات أزواج إلكترونات، وبما أن أيون

الهيدروجين يتقبل زوج إلكترونات، فأحماض أرهينيوس

وبرونستد - لوري جميعها تعدّ أيضاً أحماض لويس،

وبعض أحماض لويس لا تعدّ أحماض أرهينيوس ولا

برونستد - لوري، مثل، BF_3 .

مسألة تحفيز

108. لديك 20.0 mL من محلول حمض ضعيف، HX، و $K_a = 2.14 \times 10^{-6}$ وقد وُجِدَ أن pH للمحلول يساوي 3.800. ما كمية الماء المقطر التي يجب إضافتها إلى المحلول لرفع pH إلى 4.000؟
المحلول الأصلي:

$$\begin{aligned} [H^+] &= \text{antilog}(-\text{pH}) \\ &= \text{antilog}(-3.800) \\ &= 1.58 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\frac{[H^+][X^-]}{[HX]} = \frac{(1.58 \times 10^{-4})^2}{M_1} = 2.14 \times 10^{-6}$$

$$M_1 = \frac{(1.58 \times 10^{-4})^2}{(2.14 \times 10^{-6})} = 0.0117 \text{ M}$$

المحلول المخفف:

$$\begin{aligned} [H^+] &= \text{antilog}(-\text{pH}) \\ &= \text{antilog}(-4.000) \\ &= 1.00 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$2.14 \times 10^{-6} = \frac{(1.00 \times 10^{-4})^2}{M_2}$$

$$M_2 = \frac{(1.00 \times 10^{-4})^2}{2.14 \times 10^{-6}} = 0.00467 \text{ M}$$

عدد مولات HX في المحلولين الأصلي والمخفف متساويان:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

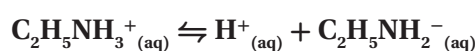
$$(0.0117 \text{ M} \times 20.00 \text{ mL}) = (0.00467 \text{ M} \times V_2)$$

$$V_2 = \frac{(0.0117 \text{ mol/L}) (20.00 \text{ mL})}{0.00467 \text{ mol/L}}$$

$$V_2 = 50.1 \text{ mL}$$

أضف 30.1 mL من الماء المقطر إلى كل 20.0 mL من المحلول الأصلي.

105. السبب والنتيجة وضح كيف يعمل المحلول المنظم باستعمال النظام المنظم $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$. وبين باستعمال المعادلات كيف يتأثر نظام (القاعدة الضعيفة/الحمض المرافق) عند إضافة كميات صغيرة من الأحماض والقواعد إلى محلول هذا النظام.

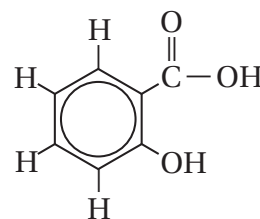


عند إضافة حمض يتجه الاتزان نحو اليسار، وعند إضافة قاعدة؛ تتحد أيونات OH^- المضافة مع أيونات H^+ ويتجه التفاعل نحو اليمين.

106. طبق المفاهيم تتغير قيمة K_w غيرها من ثوابت الاتزان حسب درجة الحرارة K_w . يساوي 2.92×10^{-15} عند 10°C ، و 1.00×10^{-14} عند 25°C و 2.92×10^{-14} عند 40°C . في ضوء هذه المعلومات احسب قيم pH للماء النقي عند درجات الحرارة الثلاث هذه، وقارن بينها. هل يصح القول إن pH للماء النقي دائماً 7.0؟ اشرح إجابتك.

pH للماء النقي تساوي 7 عند 10°C ، وعند 25°C pH تساوي 6.998، وعند 40°C pH تساوي 6.767. من الخطأ أن نقول أن pH للماء النقي دائماً 7.0؛ لأن pH للماء النقي يساوي 7 فقط عند 25°C ، أو 298K .

107. توقع يُستعمل حمض الساليسليك المبيّن في الشكل 32-5 في تحضير الأسبرين. بناءً على معرفتك بالهيدروجين القابل للتأين في جزيء حمض الخليك CH_3COOH ، توقع أيّ ذرات الهيدروجين في حمض الساليسليك قد تكون قابلة للتأين؟

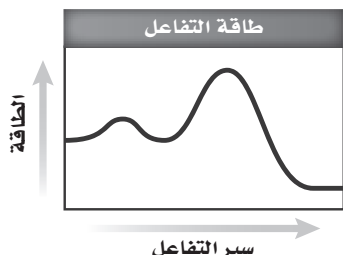


الشكل 32-5

يحتمل أن تتأين ذرة الهيدروجين الموجودة في مجموعة $COOH^-$ فقط.

مراجعة تراكمية

111. يُبين الشكل 33-5 تغيّر الطاقة في أثناء سير تفاعل.



الشكل 33-5

- a. هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة؟
التفاعل طارد للحرارة؛ لأن طاقة المواد الناتجة أعلى من طاقة المواد المتفاعلة.
- b. ما عدد خطوات آلية التفاعل لهذا التفاعل؟
خطوتان، لأن المنحنى يُظهر طاقتي تنشيط.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

112. نماذج الأحماض والقواعد تحيّل أنك الكيميائي برونستد في عام 1923 م، وقد قمت بصياغة نظرية جديدة عن الأحماض والقواعد. اكتب رسالة إلى العالم السويدي أرهينيوس، تُناقش فيها الفروق بين نظريتك ونظريته، وتشير فيها إلى مزايا نظريتك.

يجب أن توضح رسائل الطلاب أن نظرية برونستد شملت الأحماض والقواعد التي عرّفها نظرية أرهينيوس جميعها، ولكنها ذهبت أبعد من ذلك، بشرحها كيف أنّ بعض المواد ومنها الأمونيا تُنتج محاليل قاعدية، ولكنها لا تحتوي على أيون هيدروكسيد في تركيبها. وتوضّح نظرية برونستد أيضاً دور الماء وأيون الهيدرونيوم في المحاليل الحمضية والقاعدية.

113. الأحماض الأمينية هناك عشرون حمضاً أمينياً تتحد لتكوين البروتينات في الأجهزة الحية. اكتب بحثاً عن التراكيب وقيم K_a لحمسة أحماض أمينية وقومها. وقارن بين قوى هذه الأحماض وقوى الأحماض في الجدول 4-5.

ستتنوع إجابات الطلاب. فمثلاً، K_a لمادة الفالين (الفالين) يساوي 2.51×10^{-4} عند 298 K .

109. عند حرق 5.00 g من مركّب في مسعر، ارتفعت درجة حرارة 2.00 kg من الماء من 24.5°C إلى 240.5°C . ما كمية الحرارة التي تنطلق عند حرق 1.00 mol من المركّب (الكتلة المولية) 46.1 g/mol ؟

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

$$\Delta T = 40.5^\circ\text{C} - 24.5^\circ\text{C} = 16.0^\circ\text{C}$$

$$2.00 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 2000 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$5.00 \text{ g compound} \times \frac{1 \text{ ml compound}}{46.1 \text{ g compound}} = 0.108 \text{ mol compound}$$

$$q = (4.184 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)})(2.00 \times 10^3 \text{ g})(16.0^\circ\text{C})$$

$$= 1.34 \times 10^5 \text{ J}$$

$$= \frac{1.34 \times 10^5 \text{ J}}{0.108 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$= 1240 \text{ kJ/mol}$$

110. يتفاعل الهيدروجين والفلور لتكوين HF حسب معادلة الاتزان الآتية:



هل تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة كمية المادة الناتجة؟ اشرح ذلك.

التفاعل طارد للحرارة؛ لأن إشارة ΔH سالبة. ولذلك تنتج حرارة من التفاعل، وبحسب مبدأ لوتشاتيليه، فإن رفع درجة الحرارة سيؤدي إلى إزاحة الاتزان نحو اليسار نحو المتفاعلات، وبالتالي تقليل كمية المادة الناتجة وليس زيادتها.

أسئلة المستندات

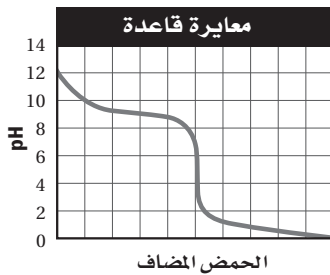
116. ما قيمة pH في عام 2003 م؟ وما مقدار التغير في متوسط pH بين عامي 1990 م و 2003 م؟
يمرّ خطّ الاتجاه في القيمة 4.48 في 2003 م. تغيّر متوسط pH من 4.39 في عام 1990 م إلى 4.48 في عام 2003 م، وكان مقدار التغير 0.09.

اختبار مُقنّن

أسئلة الاختيار من متعدد

الصفحتين 206 - 207

- استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



1. ما قيمة pH عند نقطة التكافؤ لهذه المعايير؟
- 10
 - 9
 - 5
 - 1

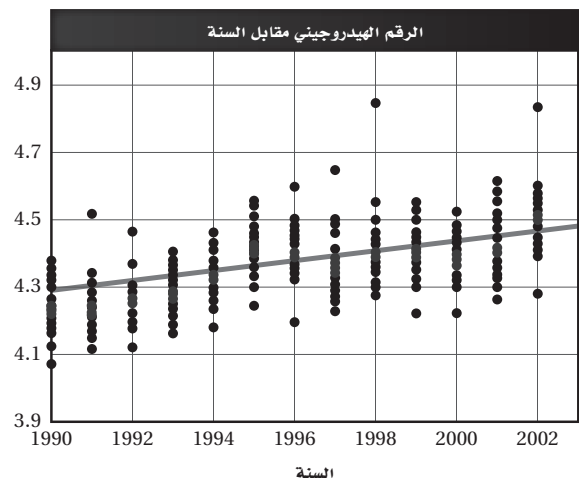
©

2. ما الكاشف الأكثر فاعلية لتحري نقطة النهاية لهذه المعايير؟
- الميثيل البرتقالي الذي مداه 3.2 - 4.4
 - فينولفثالين الذي مداه 8.2 - 10
 - البروموكريسول الأخضر الذي مداه 3.8 - 5.4
 - الثايمول الأزرق الذي مداه 8.0 - 9.6

©

ماء المطر يُبيّن الشكل 34-5 قياسات pH في عدد من مناطق المراقبة في إحدى الدول. وتُمثّل البقعة الوردية متوسط القياسات التي أخذت في جميع المناطق في وقت معيّن.

ادرس الرسم البياني جيّدًا، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه.



الشكل 34-5

114. كيف يتغيّر متوسط pH للسنوات 1990 م إلى 2003 م؟
زادت قيم pH تدريجيًا من 4.25 تقريبًا في 1990 م إلى 4.55 تقريبًا في 2003 م.

115. احسب $[H^+]$ لأدنى وأعلى pH مسجّلة على الرسم البياني. وكم مرّة تزيد حمضية ماء المطر الأكثر حمضية على حمضية ماء المطر الأعلى حمضية؟
أقلّ قيمة pH تساوي 4.08 في عام 1990 م.

$$[H^+] = \text{antilog}(-4.08) = 8.3 \times 10^{-5} \text{ M}$$

أكبر قيمة pH تساوي 4.85 في عام 1998 م.

$$[H^+] = \text{antilog}(-4.85) = 1.4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\frac{8.3 \times 10^{-5}}{1.4 \times 10^{-5}} = 5.9$$

5.9 مرّات أكثر حمضية.

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 5 إلى 7.

ثوابت التأيين وبيانات pH لبعض الأحماض العضوية الضعيفة		
K_a	pH محلول تركيزه 1 000 M	الحمض
1.78×10^{-4}	1.87	HA
3.55×10^{-3}	؟	HB
؟	2.43	HX
7.08×10^{-3}	1.09	HD
9.77×10^{-5}	2.01	HR

5. أي حمض أقوى؟

- .a HA
.a HX
.a HB
.d HD

(d)

6. ما ثابت تأين حمض HX؟

- .a 1.4×10^{-5}
.c 3.72×10^{-3}
.b 2.43×10^0
.d 7.3×10^4

(c)

7. ما قيمة pH لمحلول حمض HB الذي تركيزه 0.40 M؟

- .a 2.06
.c 2.45
.b 1.22
.d 1.42

(d)

8. ماذا نعني بقولنا: إن قيمة K_{eq} أكثر من 1؟

- .a هناك مواد متفاعلة أكثر من النواتج عند الاتزان.
.b هناك نواتج أكثر من المواد المتفاعلة عند الاتزان.
.c سرعة التفاعل الأمامي عالية عند الاتزان.
.d سرعة التفاعل العكسي عالية عند الاتزان.

(b)

3. يُنتج التنفس الخلوي 38 mol تقريباً من ATP مقابل كل مول يُستهلك من الجلوكوز:



إذا كان كل 1 mol من ATP يُنتج 30.5 kJ من الطاقة فما كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من قطعة حلوى تحتوي على 130.0 g من الجلوكوز؟

- .a 27.4 kJ
.b 836 kJ
.c 1159 kJ
.d 3970 kJ

(b)

$$130.0 \text{ g} \times (1 \text{ mol} / 180.18 \text{ g})$$

$$\times (30.5 \text{ kJ mol ATP}) \times (38 \text{ mol ATP} / 1 \text{ mol جلوكوز})$$

$$= 836 \text{ kJ}$$

4. بروميد الهيدروجين HBr حمض قوي ومادة أكالة شديدة.

ما pOH لمحلول HBr الذي تركيزه 0.0375 M؟

- .a 12.574
.b 12.270
.c 1.733
.d 1.433

(a)

$$\text{pH} = -\log(0.0375) = 1.430$$

$$\text{pOH} = 14 - 1.43 = 12.574$$

11. محلول مائي منظم بحمض البنزويك C_6H_5COOH وبنزوات الصوديوم C_6H_5COONa ، تركيز كل منهما $0.0500 M$. إذا كان K_a لحمض البنزويك يساوي 6.4×10^{-5} ، فما قيمة pH للمحلول؟

$$K_a = 6.4 \times 10^{-5} = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[H^+] = (6.4 \times 10^{-5}) \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

$$= (6.4 \times 10^{-5}) \times \frac{0.0500}{0.0500} = 6.4 \times 10^{-5} M$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log 6.4 \times 10^{-5} M = 4.19$$

أسئلة الإجابات القصيرة

9. الأحماض والقواعد الشائعة استعمل البيانات الموجودة في الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة الآتية:

المادة	pH
الأمونيا المنزلية	11.3
عصير الليمون	2.3
مضاد الحموضة	9.4
الدم	7.4
المشروبات الغازية	3.0

- a. أيّ مادة أكثر قاعدية؟
الأمونيا المنزلية
- b. أيّ مادة أقرب إلى التعادل؟
الدم
- c. أيّ مادة فيها تركيز $[H^+] = 4.0 \times 10^{-10} M$ ؟
مضاد الحموضة
- d. أيّ مادة لها $pOH = 11.0$ ؟
المشروبات الغازية
- e. كم مرة تزيد قاعدية مضاد الحموضة على قاعدية الدم؟
100 مرة

أسئلة الإجابات المفتوحة

10. أُضيف 5.00 mL من HCl تركيزه $6.00 M$ إلى 95.00 mL من الماء النقي، وأصبح الحجم النهائي للمحلول 100 mL. ما قيمة pH للمحلول؟
احسب عدد مولات H^+ ، تركيزها، ثم احسب pH.

$$\text{mol HCl} = \text{mol H}^+ = 0.00500 L \times 6.00 \text{ mol/L} = 0.0300 \text{ mol}$$

$$[H^+] = \frac{0.0300 \text{ mol H}^+}{0.100 L} = 0.300 M$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (0.300) = 0.523$$

تفاعلات الأكسدة والاختزال

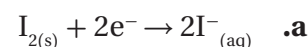
1 - 6 الأكسدة والاختزال

الصفحات 8 - 16

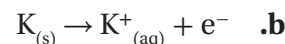
مسائل تدريبية

الصفحات 13 - 15

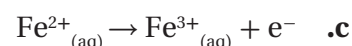
1. حدّد التغيرات في كلّ مما يلي سواءً أكانت أكسدة أم اختزالاً،

وتذكّر أن e^- هو رمز الإلكترون:

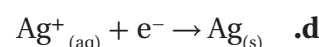
اختزال



أكسدة



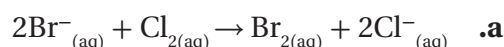
أكسدة



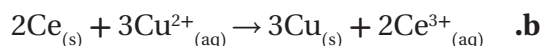
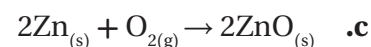
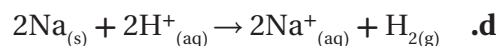
اختزال

2. حدّد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في

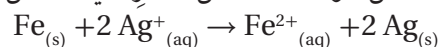
العمليات الآتية:



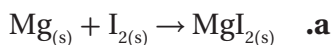
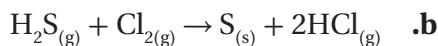
يتأكسد Br، في حين يختزل Cl.

يتأكسد Ce، في حين يختزل Cu^{2+} .يتأكسد Zn، في حين يختزل O_2 .يتأكسد Na، في حين يختزل H^+ .

3. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

يُعدّ Ag^+ العامل المؤكسد، في حين يُعدّ Fe العامل المختزل.لذا، تُختزل أيونات Ag^+ ، وتتأكسد ذرات Fe.

4. تحفيز. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

يُعدّ I_2 العامل المؤكسد، في حين يُعدّ Mg العامل المختزل.يُعدّ Cl_2 العامل المؤكسد، في حين يُعدّ H_2S العامل المختزل.

5. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ

الجزئية الآتية:



+7



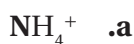
+5



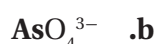
+3

6. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ

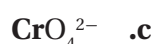
الأيونات الآتية:



-3

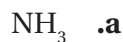


+5



+6

7. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزئيات والأيونات الآتية:



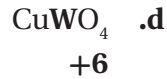
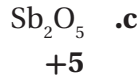
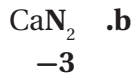
-3



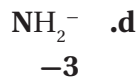
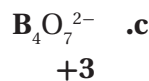
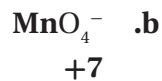
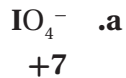
-3



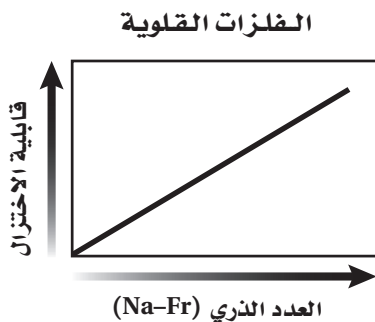
-2



13. حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في الأيونات الآتية:

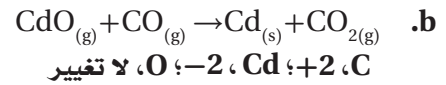
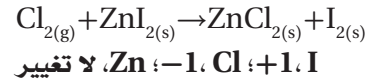
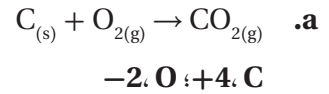


14. الرسم البياني واستعماله تُعدّ الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية، ارسم رسماً بيانياً توضّح فيه كيف تزداد قابلية الفلزات القلوية للاختزال أو تقلّ كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداءً من الصوديوم حتى الفرانسيوم.



بصورة عامة، عندما نتجه من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري ضمن المجموعة الواحدة، يزداد الميل نحو فقد الإلكترونات، وبذلك تزداد قابلية الاختزال.

8. تحفيز حدّد التغيّر الكلي في عدد تأكسد كلّ من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



التقويم 1 - 6

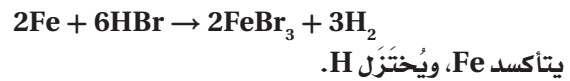
الصفحة 16

9. فسر لماذا يجب أن يحدث تفاعلا الأكسدة والاختزال دائماً معاً.

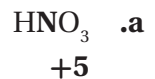
إذا فقدت ذرة إلكترون فلا بد من وجود مادة أخرى تكتسب الإلكترون المفقود.

10. صف دور كلّ من العوامل المؤكسدة والمختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغيّر كلّ منهما في التفاعل؟ يؤدي العامل المؤكسد إلى تأكسد عامل آخر، وذلك بانتزاع الإلكترونات منه، أما العامل المختزل فيختزل المادة الأخرى بمنحها إلكترونات.

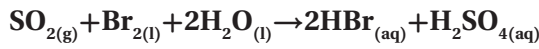
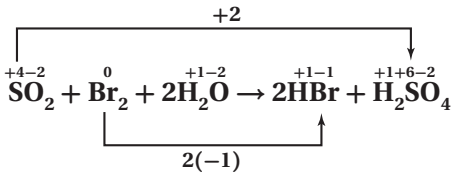
11. اكتب معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين. ثمّ حدّد التغيّر الكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.



12. حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في المركبات الآتية:



يزداد عدد التأكسد النيتروجين N من -3 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد النيتروجين N من +4 إلى 0.



يزداد عدد التأكسد للكبريت S من +4 إلى +6، في حين يقل عدد التأكسد للبروم Br من 0 إلى -1.

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 19

مزيج الدفع في صواريخ الإسناد	
النسبة المئوية	المكونات
69 6	فوق كلورات الأمونيوم
16	ألومنيوم
0 4	المادة المحفزة
12 04	الأسمت
1 96	معامل المعالجة

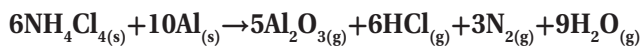
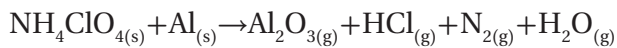
أُخِذَت هذه البيانات من:

*Dumoulin, Jim."SolidRockerBoosters.

"NSTSShuttle Reference Manual. 1998

التفكير الناقد

1. زن المعادلة استعمال طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ الإسناد.



2. حدّد أيّ العناصر تأكسدت؟ وأيها اختزلت؟

يتأكسد النيتروجين والألومنيوم، ويختزل الكلور.

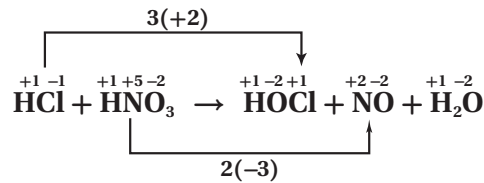
2 - 6 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الصفحات 17 - 24

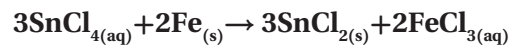
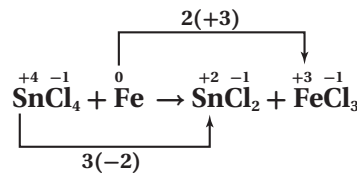
مسائل تدريبية

الصفحة 18

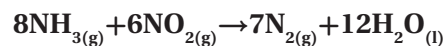
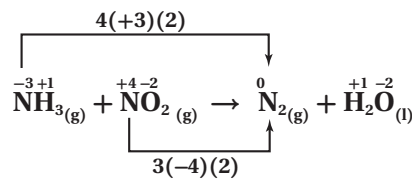
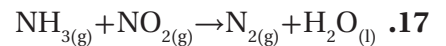
استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



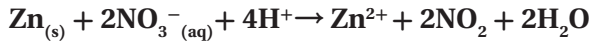
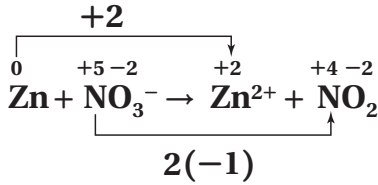
يزداد عدد التأكسد للكلور Cl من -1 إلى +1، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +2.



يزداد عدد التأكسد للحديد Fe من 0 إلى +3، في حين يقل عدد التأكسد للقصدير Sn من +4 إلى +2.

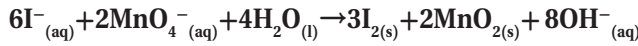
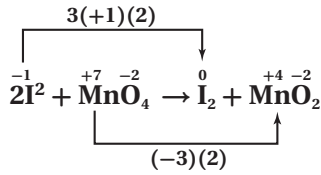


21. $Zn_{(s)} + NO_3^-_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + NO_{2(g)}$ (في الوسط الحمضي)



يزداد عدد التأكسد للخارصين Zn من 0 إلى +2، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +4.

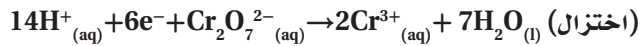
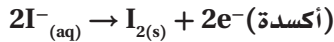
22. تخفيض: في الوسط القاعدي $I^-_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + MnO_{2(s)}$



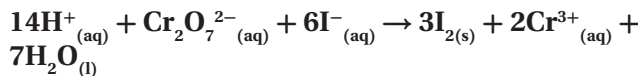
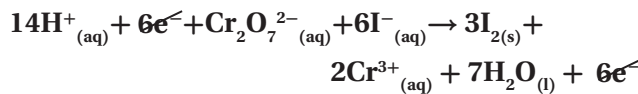
يزداد عدد التأكسد لليود I من -1 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للمنجيز Mn من +7 إلى +4.

استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

23. $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + I^-_{(aq)} \rightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + I_{2(s)}$ (في الوسط الحمضي)



اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 3، ثم اجعله مع نصف تفاعل الاختزال:



3. استدل ما مزايا استعمال تفاعل وقود صواريخ الصُّلب Solid Rocket Boosters (SRB) في الدقيقتين الأولى من الإطلاق؟

يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائل مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة، لذا تصبح المركبة أخف.

4. احسب ما عدد مولات بخار الماء الناتجة من تفاعل واحد من (SRB)؟

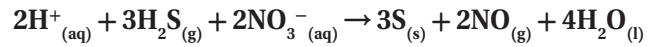
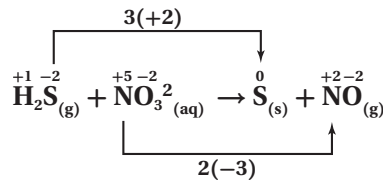
$$4.16 \times 10^6 \text{ mol } H_2O$$

مسائل تدريبية

الصفحات 20 - 23

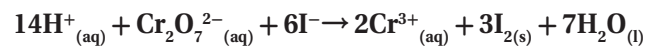
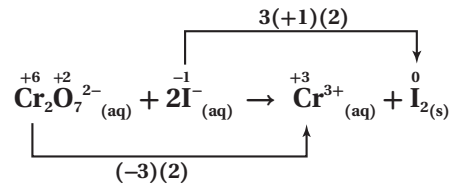
استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:

19. $H_2S_{(g)} + NO_3^-_{(aq)} \rightarrow S_{(s)} + NO_{(g)}$ (في الوسط الحمضي)



يزداد عدد التأكسد للكبريت S من -2 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للنيتروجين N من +5 إلى +2.

20. $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + I^-_{(aq)} \rightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + I_{2(s)}$ (في الوسط الحمضي)

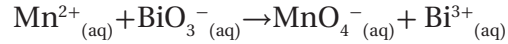


يزداد عدد التأكسد لليود I من -1 إلى 0، في حين يقل عدد التأكسد للكروم Cr من +6 إلى +3.

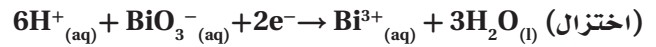
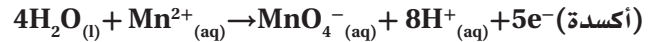
التقويم 2-6

الصفحة 24

24. (في الوسط الحمضي)

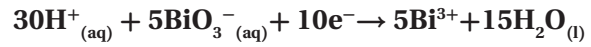


a. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال ثم زنهما:

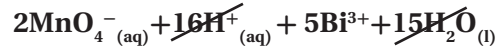
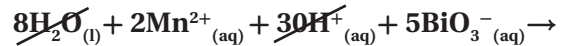


b. اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 2، واضرب نصف تفاعل

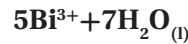
الاختزال في 5، لجعل عدد الإلكترونات متساويًا في نصفي التفاعل:



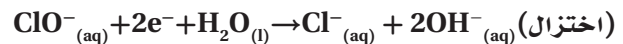
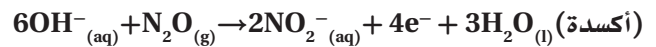
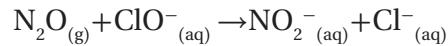
c. اجمع نصفي التفاعل بعد حذف المتشابهات:



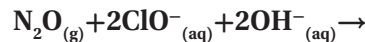
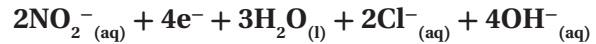
d. بعد الاختصار نحصل على المعادلة الموزونة الآتية:



25. تحفيز (في الوسط القاعدي)



اضرب نصف تفاعل الاختزال في 2، ثم اجمعه مع نصف تفاعل الأكسدة:



26. فسر كيف يرتبط التغيير في عدد التأكسد بعمليات الأكسدة

والاختزال؟

عندما يحدث انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال يحدث تغيير في الشحنة الكلية لهذه الذرات؛ وذلك لأن النواة، وبخاصة عدد البروتونات فيها، لا تتغير خلال هذا النوع من التفاعلات أبدًا.

27. صف لماذا يُعدّ من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل

الأكسدة والاختزال في المحلول المائي بهدف وزن معادلة التفاعل؟ من المهم معرفة وجود H^{+} و OH^{-} لوزن المعادلة.

28. فسر خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة.

يجب أن تكون الإجابات مماثلة للمعلومات في الجدول 4-6 الآتي:

الجدول 4-6	طريقة عدد التأكسد
حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.	
حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
حدّد التغيير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
اجعل التغيير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.	
استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضروريًا.	

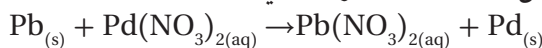
29. حدّد ماذا يوضّح نصف تفاعل التأكسد؟ وماذا يوضّح

نصف تفاعل الاختزال؟

يوضّح نصف تفاعل الأكسدة مقدار عدد الإلكترونات التي يفقدها العنصر والتي تسبّب ازدياد عدد تأكسده. في حين يوضّح نصف تفاعل الاختزال عدد الإلكترونات المكتسبة والتي تسبّب نقصان عدد تأكسده.

30. اكتب نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال

لتفاعل الأكسدة والاختزال الآتي:



33. ما أهم خواص تفاعلات الأكسدة والاختزال؟
تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال جميعها انتقالاً للإلكترونات.

34. فسّر، لماذا لا تتضمن جميع تفاعلات الأكسدة الأوكسجين؟
تُشير كلمة الأكسدة في الأصل إلى التفاعلات التي تتضمن الأوكسجين فقط، إلا أن الأكسدة الآن تُعرف على أنها فقد ذرات المادة للإلكترونات.

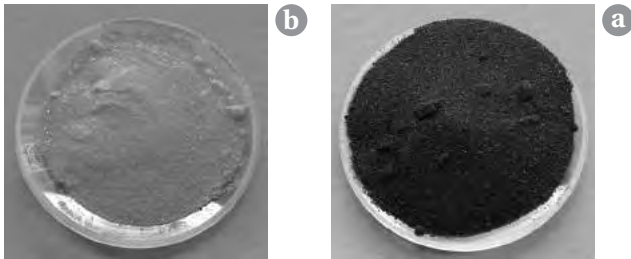
35. ماذا يحدث للإلكترونات في الذرة عندما تتأكسد؟ أو تُختزل؟
تُفقد الإلكترونات، تُكتسب الإلكترونات.

36. عرّف عدد التأكسد.
عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من قبل الذرة في المركب الأيوني عندما تتكوّن الأيونات.

37. الفلزات ما عدد التأكسد لكل من الفلزات القلوية الأرضية والفلزات القلوية في مركباتها؟
الفلزات القلوية الأرضية = +2، الفلزات القلوية = +1

38. كيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات التأكسد بعدد الإلكترونات المفقودة؟ وكيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟
التغير في عدد التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد، أو عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

39. ما سبب الاختلاف في أشكال خراطة النحاس الموضحة في الشكل 9-6؟

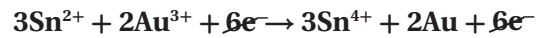


الشكل 9-6

الاختلاف في عدد تأكسد النحاس، +1، +2.

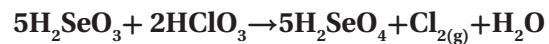
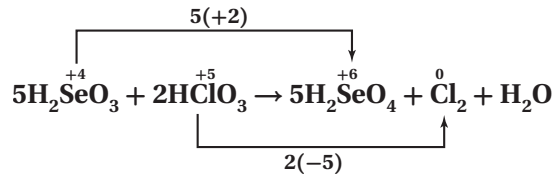
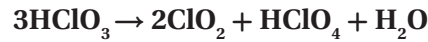
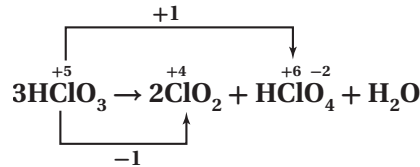
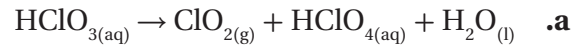
الأكسدة: $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$
الاختزال: $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$

31. حدّد إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ ، ونصف تفاعل الاختزال هو $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$. ما أقل عدد من أيونات القصدير II وأيونات الذهب III يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟

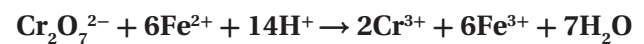
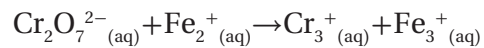


3 أيونات Sn^{2+} ، وأيونات Au^{3+} .

32. طبّق زن المعادلات الآتية:



c. (في الوسط الحمضي)



الفصل 6 مراجعة الفصل

الصفحات 33 - 28

6 - 1

إتقان المفاهيم

+7

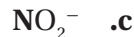
45. حدّد عدد التأكسد للعنصر الظاهر باللون الداكن في المواد والأيونات الآتية:



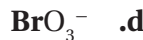
+6



+6

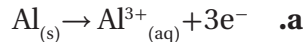


+3

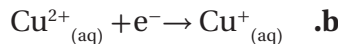


+5

46. حدّد أيّ أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال:

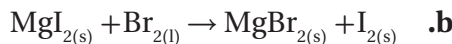
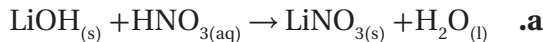


أكسدة



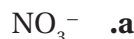
اختزال

47. أيّ المعادلات الآتية لا تمثّل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسّر إجابتك.



لا يُمثّل الاختيار a الأكسدة والاختزال؛ لأنه لم يحدث تغيير في أعداد تأكسد أيّ من ذرات التفاعل.

48. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في كلّ من الجزئيات أو الأيونات الآتية:

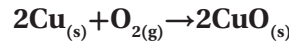


+5



+1

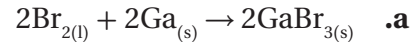
40. النحاس والهواء تبدأ تماثل النحاس، بالظهور بلون أخضر بعد تعرّضها للهواء. ويتفاعل فلز النحاس في عملية الأكسدة هذه مع الأكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصّلب، والذي يكون الغطاء الأخضر. اكتب تفاعل الأكسدة والاختزال، وعرّف ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل في هذه العملية؟



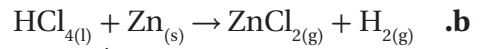
يتأكسد النحاس Cu، في حين يُختزل الأكسجين O.

إتقان حلّ المسائل

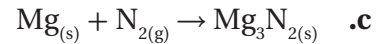
41. حدّد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



يتأكسد الجاليوم Ga، في حين يُختزل البروم Br_2 .

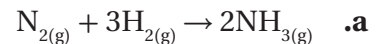


يتأكسد الخارصين Zn، في حين يُختزل الهيدروجين H.

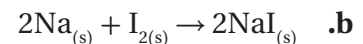


يتأكسد الماغنيسيوم Mg، في حين يُختزل النيتروجين N_2 .

42. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كلّ من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



يُعدّ النيتروجين N_2 عاملاً مؤكسداً، في حين يُعدّ الهيدروجين H_2 عاملاً مختزلاً.



يُعدّ اليود I عاملاً مؤكسداً، في حين يُعدّ الصوديوم Na عاملاً مختزلاً.

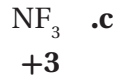
43. ما العامل المختزل في المعادلة الموزونة الآتية؟



Sn

44. ما عدد التأكسد للمنجيز في KMnO_4 ؟

شكلها المائي، أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ ، ولا يمكن أن توجد في صورة H^+ . ولكنها تُكتب في بعض الأحيان في صورة H^+ لتبسيط المعادلة الكيميائية المكتوبة.



53. لماذا يتعيّن عليك قبل أن تبدأ بوزن معادلة تفاعل الأكسدة

والاختزال معرفة فيما إذا كان التفاعل يحدث في وسط حمضي أو قاعدي؟

توفّر المحاليل أيونات H^+ ، أو أيونات OH^- اللازمة لوزن معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في أثناء التفاعل، لذا يمكن حذفها من المعادلة.

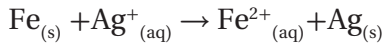
54. فسّر ما الأيون المتفرّج؟

الأيونات المتفرّجة هي الأيونات التي توجد في الحسابات الكيميائية على طرفي معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في أثناء التفاعل، لذا يمكن حذفها من المعادلة.

55. عرّف مصطلح أنواع المواد بدلالة تفاعلات الأكسدة والاختزال.

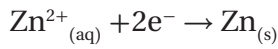
المادة أي صنف من الوحدات الكيميائية توجد في عمليات الأكسدة أو الاختزال، وقد تكون أيوناً أو جزيئاً، أو ذرات حرة.

56. هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسّر إجابتك.



لا تساوي الشحنة الكلية في الجهة اليسرى الشحنة الكلية في الجهة اليمنى.

57. هل المعادلة الآتية تمثّل عملية أكسدة أم عملية اختزال. فسّر إجابتك.

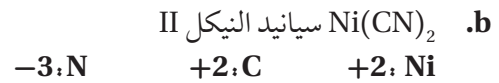


عملية اختزال؛ إذ تُكتسب الإلكترونات، ويقل عدد تأكسد الخارصين Zn.

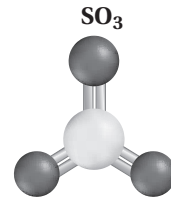
58. صف ما يحدث للإلكترونات في كلّ نصف تفاعل من عملية الأكسدة والاختزال.

تُكتسب الإلكترونات من قبل بعض المواد خلال نصف تفاعل الاختزال، وتُفقد الإلكترونات من بعض المواد خلال نصف تفاعل الأكسدة.

49. حدّد أعداد التأكسد لكلّ عنصر في المركّبات أو الأيونات الآتية:



50. فسّر كيف يختلف أيون الكبريتيت SO_3^{2-} عن ثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، الموضّح في الشكل 10-6.



الشكل 10-6

يُعدّ SO_3^{2-} أيوناً متعدّد الذرات، وعدد التأكسد للكبريت فيه يساوي +4، في حين يُعدّ SO_3 مركّباً وعدد التأكسد للكبريت فيه يساوي +6.

6-2

إتقان المفاهيم

51. قارن بين معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة في الوسط الحمضي والوسط القاعدي.

يمكن لـ H^+ و H_2O أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في المحاليل الحمضية، إمّا بوصفها متفاعلات أو نواتج. ويتضمّن تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول القاعدي OH^- و H_2O إمّا على صورة متفاعلات أو نواتج.

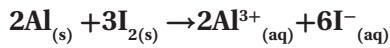
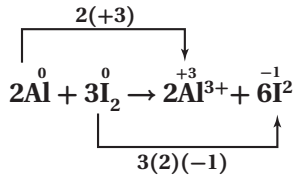
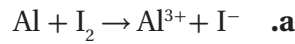
52. فسّر لماذا تُعدّ كتابة أيون الهيدروجين على الصورة H^+ في تفاعلات الأكسدة والاختزال تبسيطاً للواقع.

تتحد أيونات الهيدروجين بالماء في المحاليل المائية في

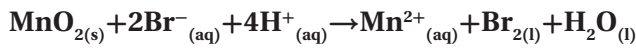
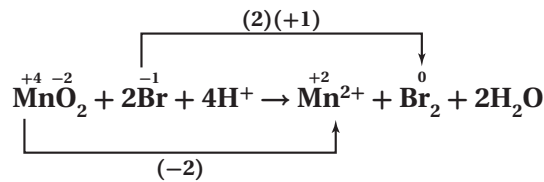
إتقان حل المسائل

61. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الآتية:

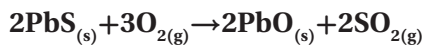
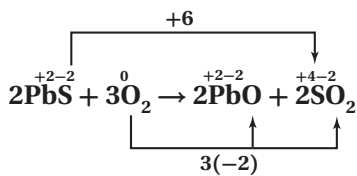


b. $MnO_2 + Br^- \rightarrow Mn^{2+} + Br_2$ (في الوسط الحمضي)

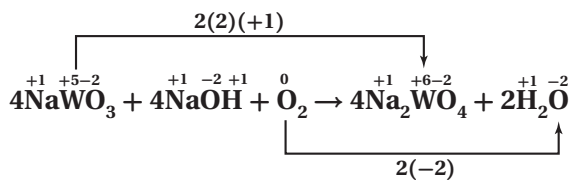


62. استعمال طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الآتية:

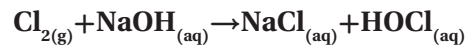
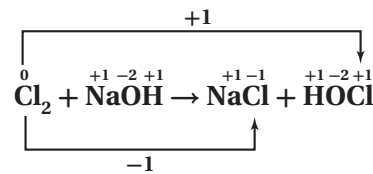


b. $NaWO_3 + NaOH + O_2 \rightarrow NaWO_4 + H_2O$

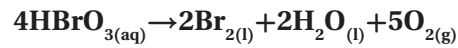
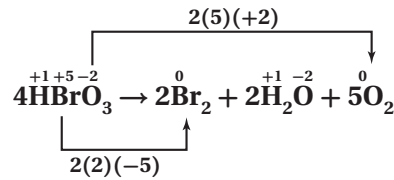


59. استعمال طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

والاختزال الآتية:

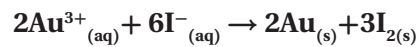
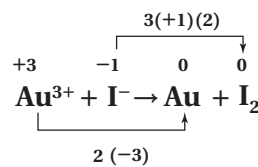
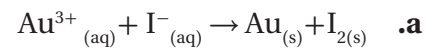


b. $HBrO_3 \rightarrow Br_2 + H_2O + O_2$

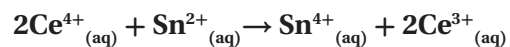
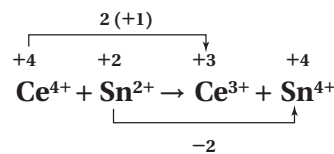


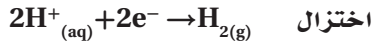
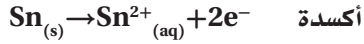
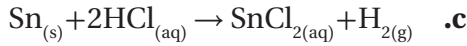
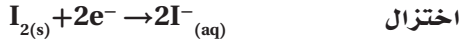
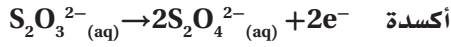
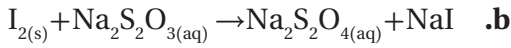
60. وزن المعادلات الأيونية الكلية لتفاعلات الأكسدة والاختزال

الآتية:



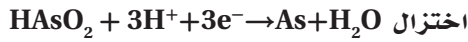
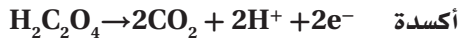
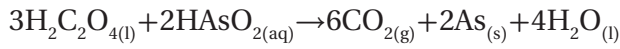
b. $Ce^{4+} + Sn^{2+} \rightarrow Ce^{3+} + Sn^{4+}$



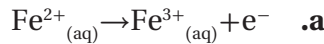


65. اكتب نصفي التفاعل اللذين يكونان معادلة الأكسدة

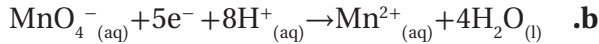
والاختزال الموزونة الآتية:



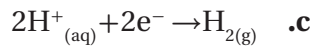
66. أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة وأيها اختزال؟



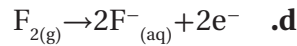
أكسدة



اختزال



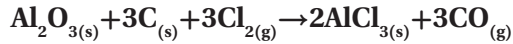
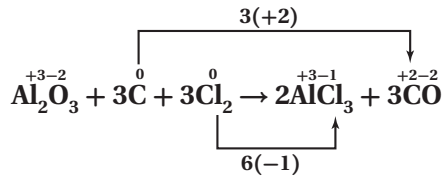
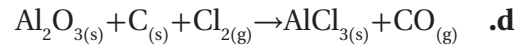
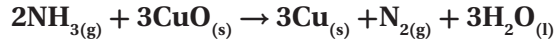
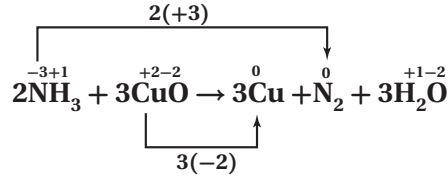
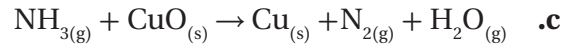
اختزال



أكسدة

67. النحاس عندما توضع شرائح النحاس في محلول نترات

الفضة كما في الشكل 12-6 يبدو فلز الفضة أزرق اللون، وتتكوّن نترات النحاس II. اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة، ثم حدّد حالة التأكسد لكلّ عنصر فيها. اكتب أيضًا نصفي معادلة التفاعل، وحدّد أيهما تأكسد، وأيها اختزل. وأخيرًا اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

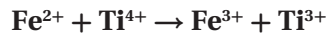


63. الياقوت يتكوّن معدن الكورنديوم من أكسيد الألومنيوم

Al_2O_3 ، وهو عديم اللون، ويُعدّ أكسيد الألومنيوم المكوّن الرئيس للياقوت، إلا أنه يحتوي مقادير بسيطة من Fe^{2+} و Ti^{4+} ، ويُعزى لون الياقوت إلى انتقال الإلكترونات من Fe^{2+} إلى Ti^{4+} . واستنادًا إلى الشكل 11-6، استنتج التفاعل الذي يحدث ليُنتج المعدن في الجهة اليمنى، وحدّد العامل المؤكسد، والعامل المختزل؟



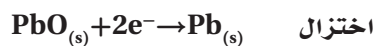
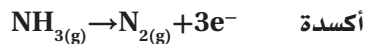
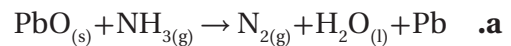
الشكل 11-6



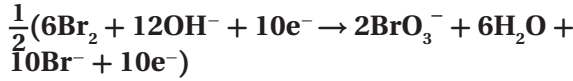
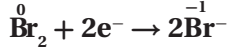
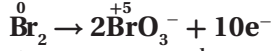
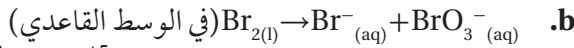
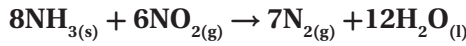
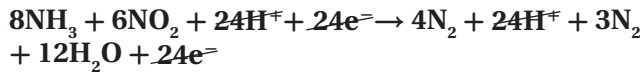
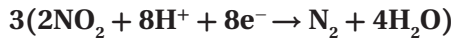
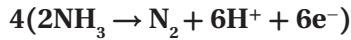
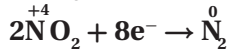
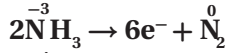
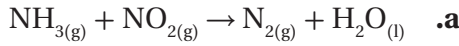
يُعدّ الحديد Fe العامل المختزل، في حين يُعدّ التيتانيوم Ti العامل المؤكسد.

64. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال في كلّ من

معادلات الأكسدة والاختزال الآتية على الصورة الأيونية إذا حدث في المحلول المائي:



الأكسدة والاختزال الآتية، مضيئاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) إذا تطلب الأمر ذلك:

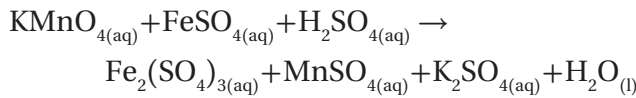


70. زن معادلة التأكسد والاختزال الآتية، وأعد كتابتها بشكلها

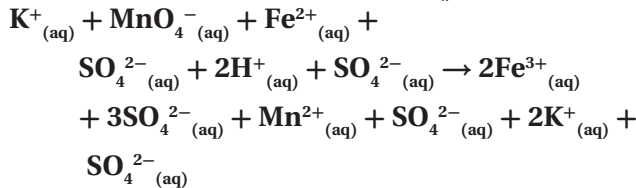
الأيوني الكامل، ثم اشتق المعادلة الأيونية الكلية وزنها

بطريقة نصف التفاعل. على أن تكون الإجابة النهائية

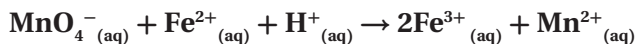
بمعاملات الوزن ولكن على النحو الآتي:



المعادلة الكلية:



المعادلة النهائية:

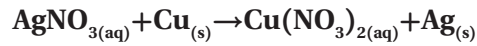


أنصاف التفاعل:



الشكل 6-12

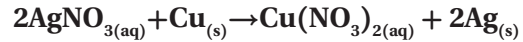
المعادلة غير الموزونة:



حالة التأكسد للمواد المتفاعلة:

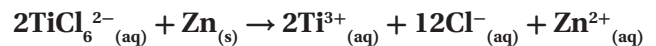
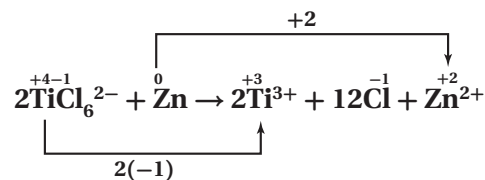
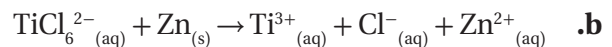
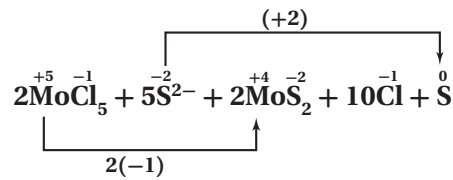


المعادلة الكيميائية الموزونة:

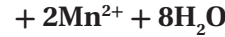
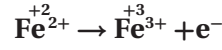
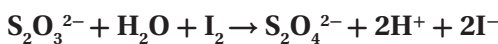
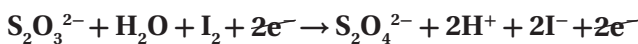
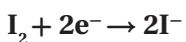
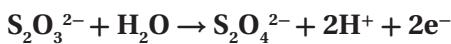
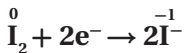
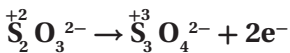
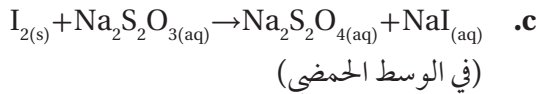
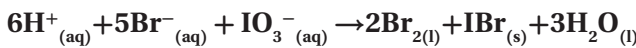
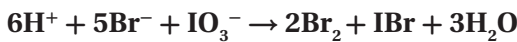
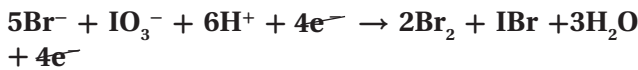
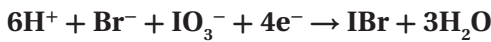
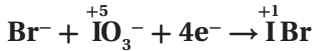
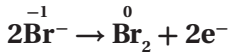
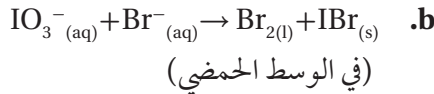
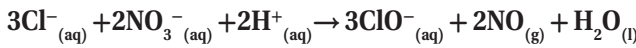
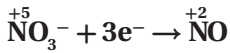
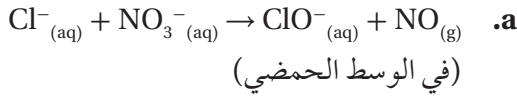


68. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة

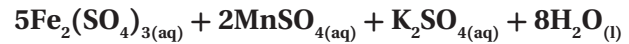
والاختزال الأيونية الآتية:



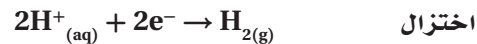
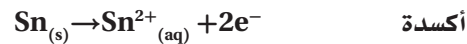
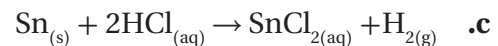
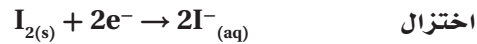
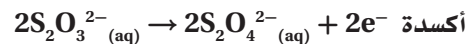
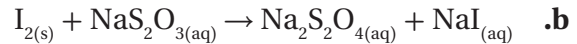
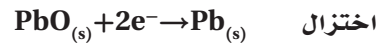
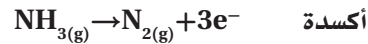
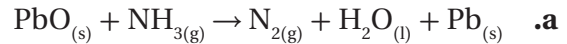
69. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات تفاعلات



المعادلة الموزونة :

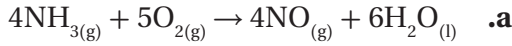


71. استخدم طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

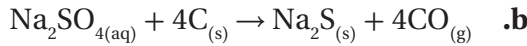


72. استخدم طريقة نصف التفاعل في وزن هذه المعادلات مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) عند الحاجة. واحتفظ بالمعادلات الموزونة على صورة معادلة أيونية نهائية:

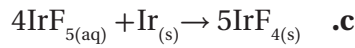
76. حدّد العوامل المُختزلة في المعادلات الآتية:



NH_3 العامل المختزل

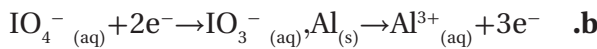
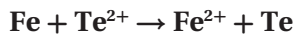
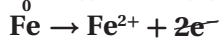
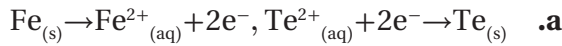


C العامل المختزل

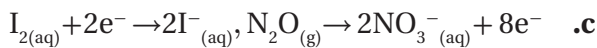
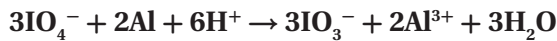
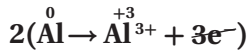
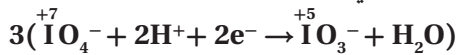


Ir العامل المختزل

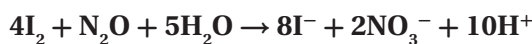
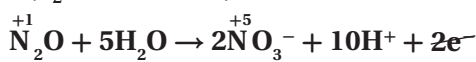
77. اكتب معادلة أيونية موزونة مستعملاً أزواج أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية:



(في الوسط الحمضي)

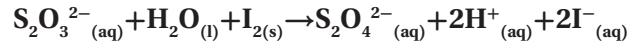


(في الوسط القاعدي)



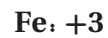
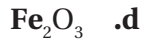
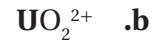
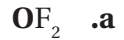
78. ما عدد تأكسد الكروم في كلٍّ من المركبات الموصّحة في

الشكل 13-6؟

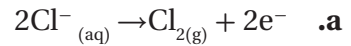


مراجعة عامة

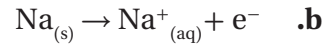
73. حدّد عدد التأكسد لكلّ عنصر من العناصر الظاهرة بلون داكن:



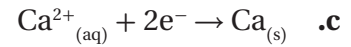
74. حدّد كلاً من التغيرات الآتية فيما إذا كانت أكسدة أو اختزال:



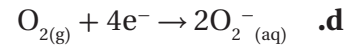
أكسدة



أكسدة



اختزال



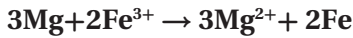
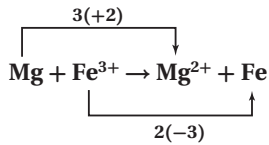
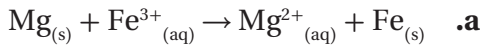
اختزال

75. استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد لإكمال الجدول 6-7.

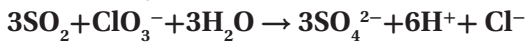
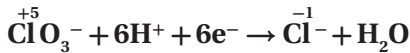
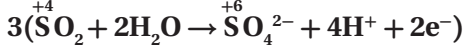
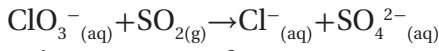
الجدول 6 - 7 بيانات المركبين		
القاعدة	عدد التأكسد	العنصر
7	+1	K in KBr
8	-1	Br in KBr
1	0	Cl in Cl ₂
7	+1	K in KCl
8	-1	Cl in KCl
1	0	Br in Br ₂

ووضّح التفاعل الذي تحلّ فيه أيونات الكروم محلّ أيونات الألومنيوم، وهل هذا التفاعل تفاعل أكسدة واختزال؟
 $Al_2O_3 + Al_2O_3 + 2Cr^{3+} \rightarrow Cr_2O_3 + 2Al^{3+}$
 لا، يُعدّ تفاعل أكسدة واختزال؛ لأنه لا يوجد تغيير في أعداد التأكسد.

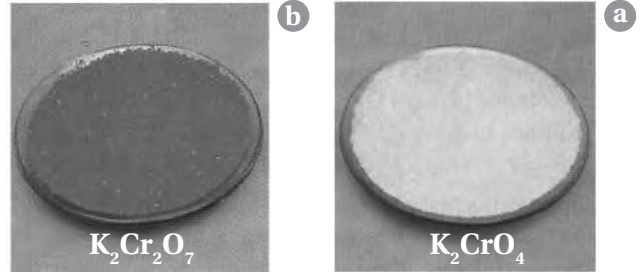
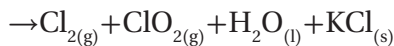
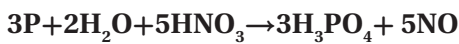
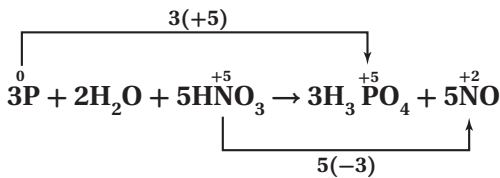
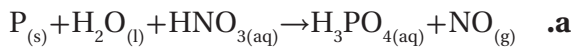
81. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأية طريقة من طرائق الوزن:



b. (في الوسط الحمضي)



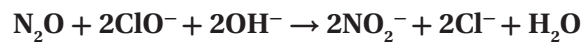
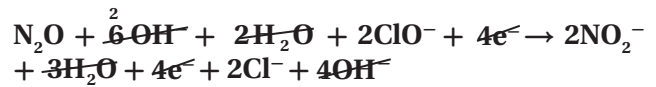
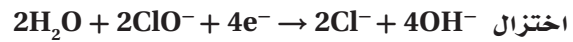
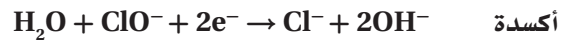
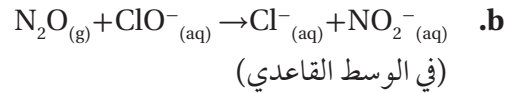
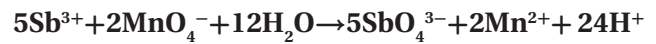
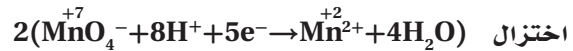
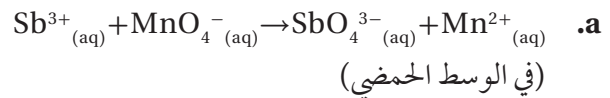
82. زن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية بأية طريقة من طرائق الوزن:



الشكل 13-6

+6 في كليهما

79. زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأية طريقة من طرائق وزن المعادلات.



80. الأحجار الكريمة الياقوت حجر كريم يتكوّن من أكسيد الألومنيوم، أمّا لونه الأحمر فقد جاء من احتوائه على مقادير ضئيلة من أيونات الكروم III التي تحلّ محلّ أيونات الألومنيوم. ارسم تركيب أكسيد الألومنيوم،

من N^{5+} إلى N^{1+} ؛ يكتسب $4e^-$ (اختزل)

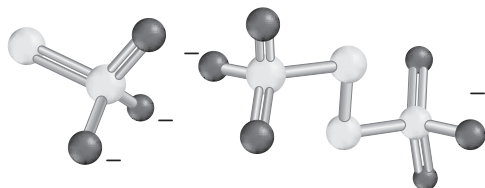
c. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل لِكِلَا التفاعلين. يُعدّ كلٌّ من NO_3^- و NO_2^- (عاملًا مؤكسدًا)، في حين يُعدّ NH_4^+ عاملًا مختزلًا.

d. اكتب جملة توضّح فيها كيف أن انتقال الإلكترونات الذي حدث في هذين التفاعلين يختلف عن التفاعل الآتي:
 $2AgNO_{3(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$

في التفاعلين الأولين تأكسد النيتروجين واختزل، أما في التفاعل الثالث فقد حدث تفاعل الأكسدة والاختزال بين عنصرين مختلفين.

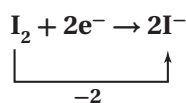
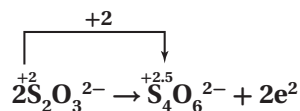
84. حلّل ادرس المعادلة الأيونية الكلية أدناه، للتفاعل الذي

يحدث عند تأكسد أيون الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ إلى أيون رابع ثيونات $S_4O_6^{2-}$. زن المعادلة مستعملًا طريقة نصف التفاعل. وسوف يساعدك الشكل 14-6 على تحديد أعداد التأكسد لاستعمالها.



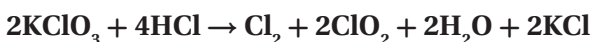
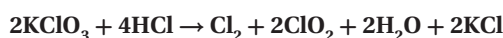
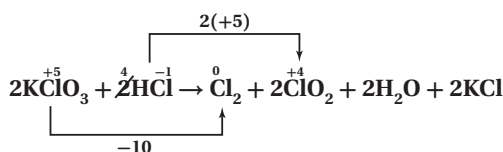
أيون الثيوكبريتات ($S_2O_3^{2-}$) أيون رابع ثيونات ($S_4O_6^{2-}$)

الشكل 14-6



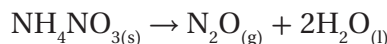
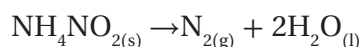
(في الوسط الحمضي) $S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$

85. توقّع اعتبر بأن جميع المركبات الآتية مركبات مستقرة حقيقة، ما الذي يمكنك أن تستدلّ عليه عن حالة التأكسد للفوسفور في مركباته؟

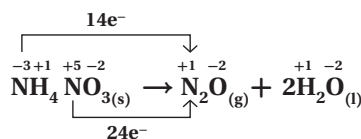
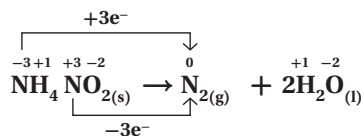


التفكير الناقد

83. طبقُ تبيّن المعادلات الآتية تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تُستخدم لتحصير غاز النيتروجين النقي وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد النيتروجين N_2O في المختبر:



a. حدّد عدد التأكسد لكلّ عنصر في المعادلتين، ثمّ ارسم مخطّطًا توضّح فيه التغيّر في عدد التأكسد الذي يحدث في كلّ تفاعل.



b. حدّد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في كِلَا التفاعلين.

من N^{3-} إلى N_2 ؛ يفقد $3e^-$ (تأكسد)

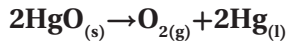
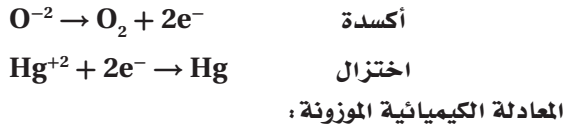
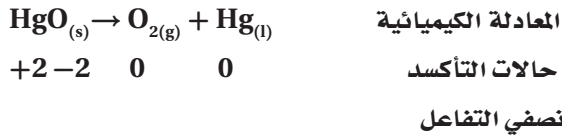
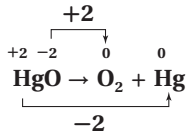
من N^{3+} إلى N_2 ؛ يكتسب $3e^-$ (اختزل)

من N^{3-} إلى N^{1+} ؛ يفقد $4e^-$ (تأكسد)

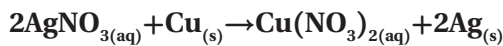
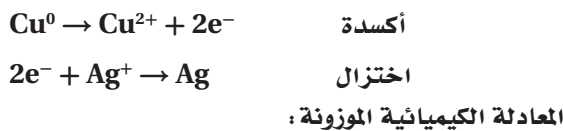
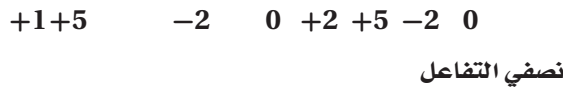
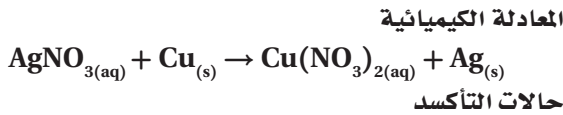
مسألة تحفيز

89. اكتب المعادلة الكيميائية لكل تفاعل موصوف فيما يأتي دون كتابة المعاملات لوزنها، ثم حدّد حالة التأكسد لكل عنصر في المعادلة. ثم اكتب نصفي التفاعل محدّدًا أيهما نصف تفاعل أكسدة وأيها نصف تفاعل اختزال.

a. عند وضع أكسيد الزئبق الصّلب في أنبوب وتسخينه بلطف يتكوّن أكسيد الزئبق السائل في قاع أنبوب الاختبار. وتتصاعد فقاعات غاز الأكسجين من أنبوب الاختبار.

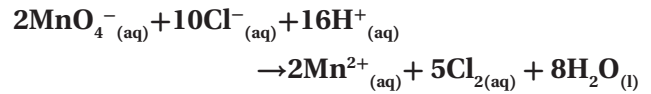


b. عند وضع قطع من النحاس الصّلب في محلول نترات الفضة، تتكوّن نترات النحاس II الأزرق ويظهر فلز الفضة في المحلول.



$\text{PH}_3, \text{PCl}_3, \text{P}_2\text{H}_4, \text{PCl}_5, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{Na}_3\text{PO}_3$
للفوسفور حالات تأكسد متعدّدة (+5, +3, -2, -3) ممّا يجعله مرناً عند اتحاده بالفلزات.

86. جد الحلّ توكّسد برمنجنات البوتاسيوم أيونات الكلوريد لتكوّن غاز الكلور. قم بموازنة معادلة تفاعل التأكسد والاختزال الذي يحدث في الوسط الحمضي.



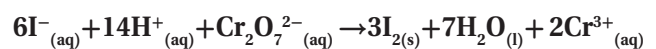
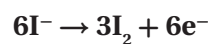
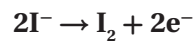
87. في نصف التفاعل $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ ، في أيّ من الطرفين يجب إضافة الإلكترونات؟ قم بإضافة العدد الصحيح من الإلكترونات للطرف الذي يحتاج لذلك، ثم أعد كتابة المعادلة.

انخفض عدد تأكسد N من +5 إلى -3؛ لذا يجب أن يكون N قد اكتسب 8 إلكترونات على الجانب الأيسر
 $\text{NO}_3^- + 8e^- \rightarrow \text{NH}_4^+$

88. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث بين أيونات ثاني كرومات وأيونات اليوديد في الوسط الحمضي والذي يوضحه الشكل 15-6.



الشكل 15-6



مراجعة تراكمية

استخدم القائمة الآتية للإجابة عن الأسئلة من 90 إلى 93.

تحتوي خمس كؤوس 500 mL من محلول مائي تركيزه 0.250 M من المواد الكيميائية الآتية:

A. KCl

B. CH₃OH

C. Ba(OH)₂

D. CH₃COOH

E. NaOH

90. أي المواد ستتكك لأكبر عدد من الجسيمات عندما تكون في المحلول؟

C

91. أي المواد لها أكبر كتلة مولية؟

C

92. أي الكؤوس يمكن أن تحتوي على 9.32g من المادة الكيميائية؟

A

عدد المولات: $(0.250 \text{ mol/L}) \times (0.5 \text{ L})$

الكتلة: $0.125 \text{ mol KCl} \times \left(\frac{74.56 \text{ g KCl}}{\text{mol KCl}} \right) = 9.32 \text{ g KCl}$

93. أي الكؤوس تتكون محتوياتها من 18.6% أكسجين؟

C

الكتلة المولية لـ Ba(OH)₂:

$= 2(15.999 \text{ g/mol O}) + 2(1.008 \text{ g/mol H}) + 137.327 \text{ g/mol Ba}$

$= 171.34 \text{ g/mol}$

$\text{النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100\%$
 $= \frac{2(15.999 \text{ g/mol O})}{171.34 \text{ g/mol}}$

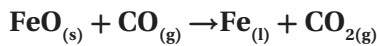
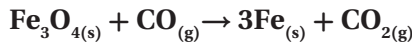
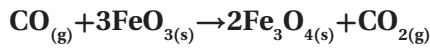
$= 18.6\% \text{ O}$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

94. الفولاذ ابحث عن دور تفاعلات الأكسدة والاختزال في صناعة الفولاذ، واكتب ملخصاً للنتائج التي حصلت عليها متضمناً الرسوم المناسبة والمعادلات التي تمثل التفاعلات. قد تتضمن إجابات الطلاب وصفاً ورسوماً لبعض الخامات الآتية أو جميعها:

الخامات الرئيسية للحديد وأكاسيده، الهيماتيت (Fe₂O₃)، الماجنتيت (Fe₃O₄)، وكربونات الحديد II (FeCO₃) وتعد أكثر خامات الحديد شيوعاً والتي تختزل في الفرن اللافح. والتفاعل المهم في هذا الفرن هو تفاعل أكسدة الفحم لأول أكسيد الكربون: $2\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{(g)}$ وكذلك اختزال خام الحديد بواسطة أول أكسيد الكربون الذي يتم في العادة على خطوات هي:



95. الأواني الفضية اكتب طريقة لتنظيف الأواني الفضية من الملوثات الناتجة عن عمليات الأكسدة والاختزال. وتأكد من تضمين ذلك معلومات نظرية تصف فيها العملية في خطوات متسلسلة تجعل أي شخص قادراً على تنفيذ هذه المهمة.

ستتنوع الإجابات، ولكن على الطلاب ابتداء طريقة منطقية تعتمد على المفاهيم التي تعلموها في مختبر الكيمياء لهذا الفصل.

96. النحاس كان النحاس فلزاً مهماً قبل استخلاص فلزات الحديد والفضة والذهب خاصة، واستعمال خاماتها كأدوات وأواني ومجوهرات وأعمال فنية. وكان يُصهر النحاس بتسخين خاماته مع الفحم لدرجة حرارة عالية، كما كان الحال قبل 8000 سنة مضت. قارن بين عمليات استخراج النحاس واستعماله في الحضارات القديمة والآن. ستتنوع الإجابات.

أسئلة المستندات

اختبار مقنن

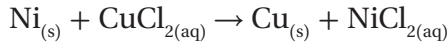
الصفحتان 35 - 34

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيُّ مما يأتي لا يُعدّ عاملاً مُحْتَزِلًا في تفاعل الأكسدة والاختزال؟
- a. المادة التي تأكسدت
b. مستقبل الإلكترون
c. المادة الأقل كهروسالبية
d. مانح الإلكترون

(b)

2. التفاعل بين النيكل وكلوريد النحاس II موضَّح على النحو الآتي:



- استعمل المعادلة الكيميائية في الإجابة عن السؤالين 2 و3:

ما نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للتفاعل؟

- a. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} + 2e^{-}$
b. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + e^{-}$, $\text{Cu}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
c. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
d. $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, $2\text{Cu}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$

(c)

3. العامل المختزل في المعادلة هو:

- a. NiCl_2
b. Cu
c. CuCl_2
d. Ni

(d)

أعمال الزجاج تتأثر الألوان المتكوّنة في زجاج السيراميك كما في الشكل 6-16 بدرجة حرارة التسخين، حيث تعطي الأيونات الفلزية للنحاس الذي له أكثر من حالة أكسدة ألواناً مختلفة عند تسخينه. تتوفر كميات كبيرة من الأكسجين في أثناء عمليات الحرق مما يجعل أيونات النحاس الموجودة في الزجاج تلون اللهب باللون الأخضر المائل إلى الزرقة. وفي حالة الاختزال يوجد الأكسجين بكميات قليلة، وتزداد كمية ثاني أكسيد الكربون مما يجعل أيونات النحاس في الزجاج تميل إلى اللون الأحمر.



الشكل 6-16

97. اكتب معادلة لما يحدث في الأنية الخزفية الموضَّحة في الشكل 6-16.

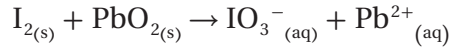


98. استناداً إلى لون الأنية الخزفية، هل تأكسد النحاس أم اختزل؟

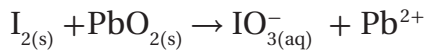
اللون الأحمر: يكون Cu^{1+} الأكثر اختزالاً.
اللون الأخضر: يكون Cu^{2+} الأكثر تأكسداً.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المعادلة أدناه للإجابة عن السؤالين 8,9، علماً أن المعادلة الأيونية الكلية بين اليود وأكسيد الرصاص IV موضحة على النحو الآتي:



8. حدد عدد التأكسد لكل مشارك في التفاعل.



أعداد التأكسد هي:



9. فسّر كيف تحدد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل. العناصر التي تأكسدت زاد عدد تأكسدها (I) أما العناصر التي اختزلت فقد قل عدد تأكسدها (Pb).

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل جدول العناصر الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.

		الكهروسالبية																			
		1	2													13	14	15	16	17	18
الكهروسالبية	1																				
	2	Li	Be															O	F		
	3	Na	Mg																Cl		
	4	K	Ca																Br		
	5	Rb	Sr																I		
	6	Cs	Ba																		
	7																				

10. أي العناصر تمثل أقوى عامل مؤكسد؟

F

11. أي العناصر تمثل أقوى عامل مختزل؟

Cs

12. أي العناصر لها أقل كهروسالبية؟

Cs

4. رقم التأكسد للكلور في $HClO_4$ هو:

a. +7

b. +5

c. +3

d. +1

(a)

5. العنصر الأعلى كهروسالبية بين العناصر الآتية

هو: F, N, O, Cl

a. Cl

b. N

c. O

d. F

(d)

6. المادة التي عدد تأكسدها يساوي صفراً هي:

a. Cu^{2+}

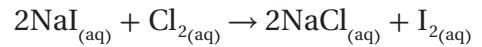
b. H_2

c. SO_3^{2-}

d. Cl^-

(b)

7. التفاعل بين يوديد الصوديوم والكلور موضح على النحو الآتي:



أي الأسباب الآتية تبقي حالة تأكسد الصوديوم دون تغيير:

a. Na^+ أيون متفرج.

b. Na^+ لا يمكن أن يختزل.

c. Na^+ عنصر غير متحد.

d. Na^+ أيون أحادي الذرة.

(a)

الكيمياء الكهربائية

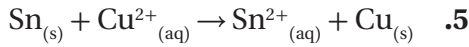
1 - 7 الخلايا الجلفانية

الصفحات 47 - 38

مسائل تدريبية

الصفحة 46

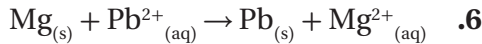
احسب جهد الخلية لتحديد ما إذا كانت تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية تحدث بصورة تلقائية كما هي مكتوبة أم لا، واستخدم الجدول 1-7 لمساعدتك على تحديد أنصاف التفاعل الصحيحة:



$$E_{\text{cell}}^0 = +0.3419 \text{ V} - (-0.1375 \text{ V})$$

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.4794 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي؛ لأن $E_{\text{cell}}^0 > 0$.



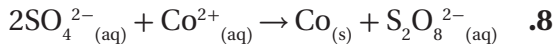
$$E_{\text{cell}}^0 = -0.1262 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +2.246 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي؛ لأن $E_{\text{cell}}^0 > 0$.



$$E_{\text{cell}}^0 = 0.920 \text{ V} - (+1.507 \text{ V}) = -0.587 \text{ V}$$

التفاعل غير تلقائي؛ لأن $E_{\text{cell}}^0 < 0$.

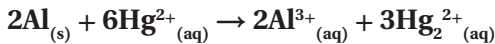
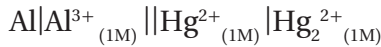


$$E_{\text{cell}}^0 = -0.28 \text{ V} - 2.010 \text{ V} = -2.29 \text{ V}$$

التفاعل غير تلقائي؛ لأن $E_{\text{cell}}^0 < 0$.

9. تحفيز اكتب المعادلة، وحدد جهد الخلية E^0 للخلية الآتية

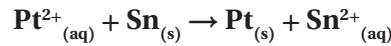
باستعمال الجدول 1-7. هل التفاعل تلقائي؟



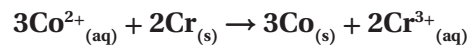
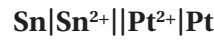
$$E_{\text{cell}}^0 = 0.920 \text{ V} - (-1.662 \text{ V}) = +2.582 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي.

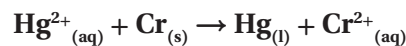
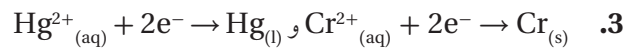
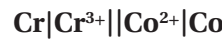
اكتب معادلة موازنة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية. احسب جهد الخلية القياسي، ثم اكتب رمز الخلية. ارجع إلى قواعد وزن معادلات التأكسد والاختزال التي درستها سابقاً.



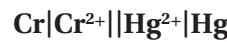
$$E_{\text{cell}}^0 = +1.18 \text{ V} - (-0.1375 \text{ V}) = +1.32 \text{ V}$$



$$E_{\text{cell}}^0 = -0.28 \text{ V} - (-0.744 \text{ V}) = +0.46 \text{ V}$$



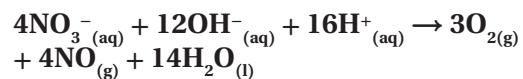
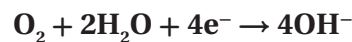
$$E_{\text{cell}}^0 = +0.851 \text{ V} - (-0.913 \text{ V}) = +1.764 \text{ V}$$



4. تحفيز اكتب معادلة موازنة لتفاعل الخلية، واحسب جهد

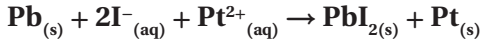
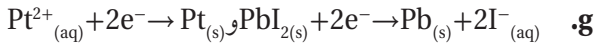
الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتم توصيل هذه

الخلايا معاً، ثم اكتب رمز الخلية.

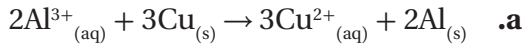


$$E_{\text{cell}}^0 = +0.957 \text{ V} - (+0.401 \text{ V}) = +0.556 \text{ V}$$



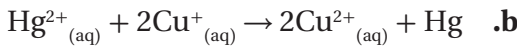


13. حدّد الجهد القياسي للخلايا الكهروكيميائية، حيث تُمثل كلّ معادلة التفاعل الكلي للخلية. وحدّد أيضًا هل التفاعلات المكتوبة أدناه تلقائية أم غير تلقائية.



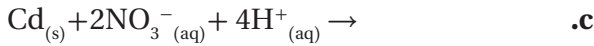
$$E^0_{\text{cell}} = -1.662 \text{ V} - (+0.3419 \text{ V}) = -2.004 \text{ V}$$

التفاعل غير تلقائي.



$$E^0_{\text{cell}} = +0.851 \text{ V} - (+0.153 \text{ V}) = +0.698 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي.

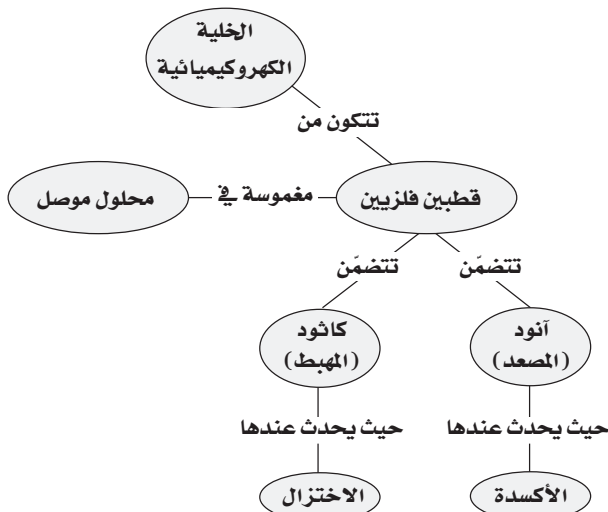


$$E^0_{\text{cell}} = +0.775 \text{ V} - (-0.4030 \text{ V}) = +1.178 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي.

14. صمّم خريطة مفاهيم للبند 1-7 مبتدئًا بالمصطلح «خلية كهروكيميائية»، ثمّ أدرج جميع المصطلحات الجديدة في خريطة.

ستتنوع الخرائط المفاهيمية. وفيما يلي أحد نماذج الخريطة:



استراتيجية حل المسألة

الصفحة 47

حدّد E^0 لتفاعل التأكسد والاختزال التلقائي الذي يحدث بين الماغنيسيوم والنيكل.



$$E^0_{\text{cell}} = -0.257 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +2.115 \text{ V}$$

التقويم 1 - 7

الصفحة 47

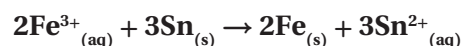
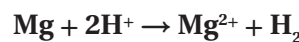
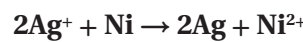
10. صف الظروف التي يؤدي عندها تفاعل التأكسد والاختزال إلى تدفق التيار الكهربائي خلال السلك.

تنتج الخلية الكهروكيميائية التي تحتوي على نصفي تفاعل التأكسد والاختزال والموصلين بقنطرة ملحية سيلاً من الإلكترونات (تياراً كهربائياً) خلال سلك التوصيل.

11. حدّد مكونات الخلية الجلفانية، وفسر دور كلّ مكون في عملية تشغيل الخلية.

تتكوّن الخلية الجلفانية من أنود وكاثود وقنطرة ملحية وسلك توصيل بين القطبين. تحدث التأكسد على الأنود، في حين يحدث الاختزال على الكاثود. وتسمح القنطرة الملحية بحركة الأيونات من محلول إلى آخر، كما يسمح السلك بمرور الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

12. اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية التي لها أنصاف تفاعل الاختزال الآتية:

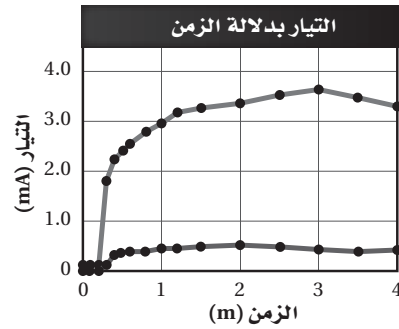


2 - 7 البطاريات

الصفحة 57 - 48

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 54



التفكير الناقد

1. استنتج الزمن التقريبي لإدخال الإلكترون الوسيط.
15 min تقريباً.

2. حدّد هل أحدث إدخال الإلكترون الوسيط اختلافاً في إنتاج التيار؟ فسّر إجابتك.
نعم، يرتفع التيار بصورة ملحوظة خلال 15 min في أثناء التجربة.

3. حلّل ما أعلى شدة تيار تمّ الحصول عليها من الخلية؟
3.7 mA تقريباً.

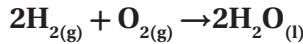
التقويم 2 - 7

الصفحة 57

15. حدّد ما الذي يتأكسد؟ وما الذي يُختزّل في بطارية الخلية الجافة الخارصين والكربون؟ وما الخواص التي تجعل الخلية الجافة القلوية أكثر تطوراً من أنواع البطاريات الجافة الأقدم؟ يتأكسد الخارصين Zn، في حين يُختزّل ثاني أكسيد المنغنيز MnO₂ في العجينة الموصلة للتيار. حيث يكون الخارصين Zn في صورة مسحوق؛ لتوفير مساحة سطح أكبر للتفاعل. وتستبعد الخلايا القلوية قطب الكربون غير النشط بوصفه كاثوداً.

16. فسّر ماذا يحدث عند إعادة شحن البطارية؟
يُجبر مصدر الطاقة المُضاف إلى نظام الخلية على العمل في الاتجاه غير التلقائي المعاكس، لذا تعاد المواد الأصلية والتي أصبحت مستنفذة إلى الخلية.

17. صف أنصاف التفاعل التي تحدث في خلية وقود الهيدروجين، واكتب معادلة التفاعل الكلية.
يتأكسد غاز الهيدروجين على الأنود بوجود أيونات الهيدروكسيد إلى جزيئات ماء، في حين يُختزّل غاز الأكسجين على الكاثود بوجود جزيئات الماء إلى أيونات هيدروكسيد. ويمثّل التفاعل الكلي بالمعادلة الآتية:

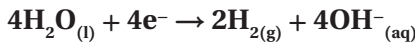


18. صف عمل أنود عندما يُستخدم قطباً مضحياً. وكيف يشابه عمله مع الجلفنة؟

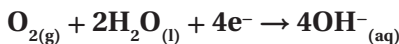
للأنود المضحي جهد اختزال أقل من جهد اختزال الفلز المراد الحفاظ عليه ومنع تآكله. حيث تتشقق طبقة الجلفنة التي تتكوّن من الخارصين أو تنكسر. إذ يفضل الخارصين التآكل تاركاً الفلز الذي تحته خالياً من التآكل.

19. فسّر لماذا يُعدّ الليثيوم اختياراً جيّداً ليكون أنوداً للبطارية؟
يُعدّ الليثيوم Li عنصراً خفيفاً، وله أقل جهد اختزال من الفلزات جميعها، وعند مقارنته بنصف تفاعل الاختزال نفسه، فإنه يُنتج طاقة أكبر ممّا تُنتجها نصف خلية الخارصين.

20. احسب باستعمال بيانات الجدول 1-7 جهد خلية وقود الهيدروجين - الأكسجين الموضّحة في الصفحة السابقة.



$$E^0 = -0.8277 \text{ V}$$



$$E^0 = +0.401 \text{ V}$$

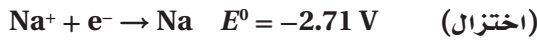
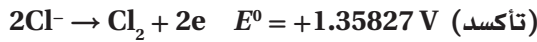
$$E_{\text{cell}}^0 = +0.401 \text{ V} - (-0.8277 \text{ V}) = 1.229 \text{ V}$$

26. صف الأنود والكاثود في خلية تحليل كهربائي يُستعمل فيها الذهب لطلاء الأشياء والأجسام.
يتكوّن الأنود من قطعة من الذهب، في حين يتكوّن الكاثود من الجسم المراد طلاؤه.

27. فسر لماذا يحتاج إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الفضة بواسطة التحليل الكهربائي إلى طاقة كهربائية أقل من إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الألومنيوم.

أولاً، يحتوي كل كيلوجرام واحد من الفضة على عدد من الذرات أقل مما يحويه كيلوجرام واحد من الألومنيوم؛ لأن الكتلة المولية للفضة أكبر من الكتلة المولية للألومنيوم. ثانياً، تُعدّ عملية اختزال الفضة أسهل من عملية اختزال الألومنيوم؛ لأن جهد اختزالها يساوي $+0.7796 \text{ V}$ ، في حين يساوي جهد اختزال الألومنيوم -1.662 V .

28. احسب جهد خلية داون باستعمال الجدول 1-7، وهل يجب أن يكون هذا الجهد موجباً أو سالباً؟
يكون التفاعل في خلية داون غير تلقائي، لذا يجب أن يكون الجهد سالباً.



$$E_{\text{cell}}^0 = -2.71 \text{ V} - (+1.35827 \text{ V}) = -4.07 \text{ V}$$

29. لخص اكتب فقرة تتعلّق بكلّ هدف من الأهداف الثلاثة للبنء 3-7 بلغتك الخاصة.

يجب أن تلخص فقرات الطلاب الأفكار المهمة في القسم. حيث تشير الفقرة للموضوع الأول إلى أنه يمكن عكس التفاعلات التلقائية في الخلايا الكهروكيميائية بواسطة تزويدها بجهد كهربائي خارجي. أما الموضوع الثاني، فيجب أن يبيّن الطلاب أن عمليتي اختزال أيونات الصوديوم Na^+ وتأكسد أيونات الكلور Cl^- تحدثان على الأنود والكاثود على التوالي. وأنه في أثناء عملية تحليل ماء البحر، تحدث تفاعلات جانبية أخرى مرافقة. على الأنود؛ يُختزل الماء إلى غاز الهيدروجين H_2 وأيونات الهيدروكسيد OH^- . أما على الكاثود؛ فيتأكسد الماء إلى أيونات الهيدروجين H^+ وغاز الأكسجين O_2 . ويجب أن يستنتج الطلاب أن عملية التحليل تُعدّ إحدى طرائق فصل الفلزات من خاماتها وتنقيتها.

21. صمّم تجربة استخدم معرفتك بالأحماض في ابتكار طريقة لتحديد ما إذا كان المركب الرصاصي مشحوناً بصورة كاملة أم أنه بدأ يتفدّ شحنه.

ستتنوع التصاميم، ومنها يمكن معايرة عينة من محلول حمض الكبريتيك الموصل للتيار والمأخوذ من بطارية مع قاعدة، ومقارنة مولاريتته بمولارية عينة من محلول حمض الكبريتيك المأخوذ من بطارية أخرى جديدة.

3-7 التحليل الكهربائي

الصفحات 62 - 58

التقويم 3-7

الصفحة 62

22. عرّف التحليل الكهربائي واربطه مع تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال.

التحليل الكهربائي عملية استعمال الطاقة الكهربائية لإنتاج تفاعل كيميائي، وهو عملية غير تلقائية.

23. فسر اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكلّ من مصهور كلوريد الصوديوم وماء البحر.

يُنْتَج عن تحليل ماء البحر غاز الهيدروجين، وغاز الكلور، وهيدروكسيد الصوديوم، ويُنْتَج عن تحليل مصهور كلوريد الصوديوم فلز الصوديوم، وغاز الكلور. ويتضمّن التحليل الكهربائي للماء المالح محلولاً مائياً يؤثر في النواتج.

24. صف كيف تتمّ تنقية النحاس المستخرج من مصهور خامه بالتحليل الكهربائي؟

يتضمّن ناتج تحليل مصهور النحاس ذرات النحاس Cu التي تتأكسد إلى أيونات Cu^{2+} ، ثمّ تُختزل إلى ذرات Cu نقية، حيث تترسب الشوائب بعيداً.

25. فسر أهمية إعادة تدوير الألومنيوم، بالرجوع إلى عملية هول-هيروليت.

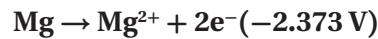
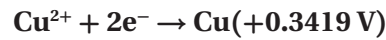
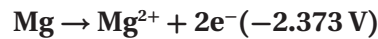
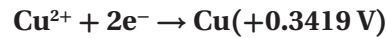
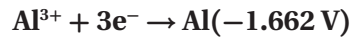
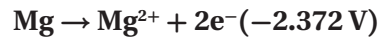
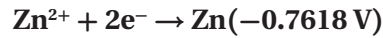
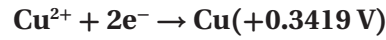
تتطلب عملية هول-هيروليت درجات حرارة عالية، وكميات كبيرة من الكهرباء لفصل الألومنيوم من خامه، في حين تحتاج إعادة التدوير إلى الحرارة التي يتطلبها صهر الفلز فقط.

مختبر الكيمياء

الصفحة 64

التحليل والاستنتاج

1. طبقّ اكتب في جدول البيانات معادلات أنصاف التفاعل التي تحدث عند الأنود والكاثود في كلّ خلية جلفانية، ثمّ ابحث عن جهود أنصاف التفاعل في الجدول 1-2 وسجّلها في الجدول.



2. احسب الجهد النظري لكلّ خلية جلفانية وسجّلها.

Al/Cu

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.3419 \text{ V} - (-1.662 \text{ V}) = +2.004 \text{ V}$$

Al/Zn

$$E_{\text{cell}}^0 = -0.7618 \text{ V} - (-1.662 \text{ V}) = +0.900 \text{ V}$$

Mg/Al

$$E_{\text{cell}}^0 = -1.662 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +0.710 \text{ V}$$

Zn/Cu

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.3419 \text{ V} - (-0.7618 \text{ V}) = +1.104 \text{ V}$$

Mg/Cu

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.3419 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +2.714 \text{ V}$$

Mg/Zn

$$E_{\text{cell}}^0 = -0.7618 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +1.610 \text{ V}$$

3. توقع ترتيب الفلزات، بدءاً من أكثرها نشاطاً، اعتماداً على بياناتك.

Mg, Al, Zn, Cu

4. تحليل الخطأ احسب النسبة المئوية للخطأ، ولماذا تكون هذه النسبة مرتفعة في بعض الخلايا، ومنخفضة في بعضها الآخر؟

من الصعب الحصول على الظروف المثالية لكلّ خلية. لذا، ستكون نتائج بعض الخلايا أفضل من غيرها.

الفصل 7 مراجعة الفصل

الصفحات 66 - 71

7 - 2

إتقان المفاهيم

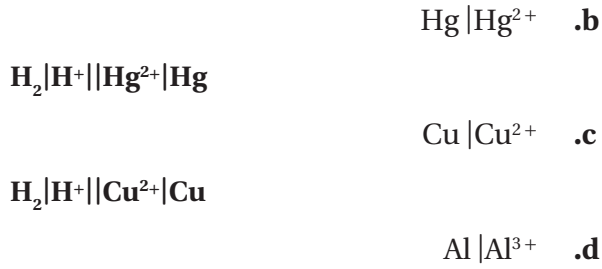
30. ما الخواص التي تسمح باستعمال تفاعلات التأكسد والاختزال في توليد تيار كهربائي؟ انتقال الإلكترونات بين الذرات.

31. صف العملية التي تُنتج الإلكترونات في الخلية الجلفانية خارصين نحاس.
تأكسد خارصين من Zn إلى Zn²⁺ مُنتجة 2e⁻.

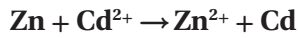
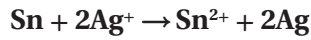
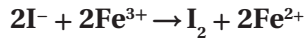
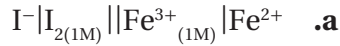
32. ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية؟ تكمل القنطرة الملحية الخلية، وتمنع تكدّس الشحنات الموجبة والسالبة في أنصاف الخلايا.

33. ما المعلومات اللازمة لتحديد الجهد القياسي للخلية الجلفانية؟
جهد الاختزال القياسي لكلّ خلية.

34. في الخلية الجلفانية المُمثلة بالرموز الآتية:
Al|Al³⁺_(IM) || Cu²⁺_(IM) |Cu
ما الذي يتأكسد، وما الذي يُختزل عندما يمر التيار في الخلية؟
يتأكسد Al، في حين يُختزل Cu.



40. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل ترميز يُمثل الخلايا القياسية الآتية:



الشكل 7-25

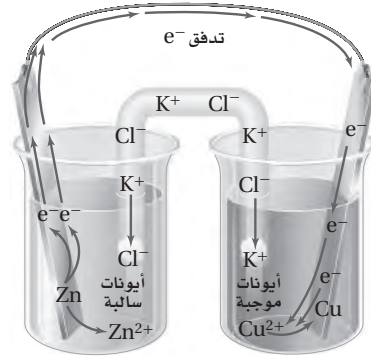
41. يوضّح الشكل 7-25 خلية جلفانية تتكوّن من قطعة خارصين في 1.0 M من محلول نترات الخارصين، وقطعة فضة في 1.0 M من محلول نترات الفضة. استعمل الشكل والجدول 7-1 في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. حدّد الأنود.

الأنود هو الخارصين.

35. عند أيّ ظروف يتمّ قياس جهد الاختزال القياسي؟
25 C ، 1 atm و 1 M للمحاليل الأيونية.

36. حدّد كلاً من الفلز الذي تأكسد والكاثود في الشكل 7-24.



الشكل 7-24

يتأكسد الخارصين Zn، والنجاس هو الكاثود.

37. تملأ القنطرة الملحية بـ KNO_3 . فسّر لماذا يُعدّ من الضروري أن تتحرّك أيونات البوتاسيوم عبر القنطرة الملحية إلى الكاثود.

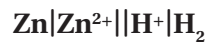
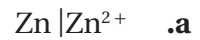
تسمح حركة الأيونات في القنطرة الملحية للتيار بالتدفق وإن لم تكن المتفاعلات على اتصال مباشر معاً. حيث تحمل الأيونات التيار الكهربائي وتمنع تكدّس الشحنات الموجبة على الأنود والشحنات السالبة على الكاثود.

38. تذكّر أن العامل المُختزل هو المادة التي تتأكسد، وأن العامل المؤكسد هو المادة التي تُختزل. استعمل الجدول 7-1 لاختيار العامل المؤكسد الذي سيحوّل Au^{3+} إلى Co^{2+} إلى Co^{3+} .



إتقان حل المسائل

39. استعمل الجدول 7-1 في كتابة رمز الخلية القياسية لكل نصف خلية مما يأتي وموصلة بقطب الهيدروجين القياسي.



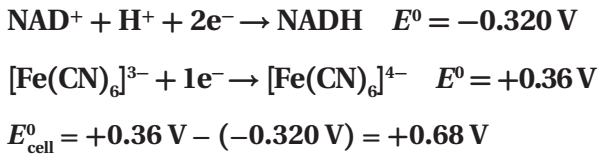
7 - 2

إتقان المفاهيم

43. أيّ جزء في خلية الخارصين والكربون الجافة يُمثّل الأنود؟ وما التفاعل الذي يحدث عنده؟
تمثّل طبقة الخارصين الأنود، حيث تتأكسد ذرات الخارصين Zn إلى أيونات Zn^{2+} .
44. كيف تختلف البطاريات الأولية عن الثانوية؟
يمكن التخلص من البطاريات الأولية؛ إذ يصعب عكس التفاعل فيها، في حين يعاد شحن البطاريات الثانوية حيث يمكن عكس التفاعل فيها.

45. بطارية الرصاص الحمضية ما المادة التي تُختزَل في بطاريات تخزين المراكم الرصاصية؟ وما المادة التي تتأكسد؟ وما المواد التي تُنتج في كل تفاعل؟
يُختزَل PbO_2 ، في حين يتأكسد $Pb_{(s)}$ ، وينتج $PbSO_4$ وماء.

46. خلية الوقود الحيوي يُختزَل Fe^{3+} عند كاثود خلية الوقود الحيوي، في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد III $(K_3[Fe(CN)_6])$ إلى Fe^{2+} في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد II $(K_4[Fe(CN)_6])$. ويُختزَل عند الأنود نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد (NADH) التي تتأكسد إلى NAD^+ . استعمل جهود الاختزال القياسية الآتية لتحديد جهد الخلية:



47. خلايا الوقود اذكر طريقتين تختلف فيها خلية الوقود عن البطارية العادية.
تُستخدم تأكسد الوقود في خلية الوقود لإنتاج الكهرباء. ويجب استبدال البطارية أو إعادة شحنها. ويمكن إنتاج التيار والحفاظ على استمراره ما دام مصدر الوقود مستمرًا.

b. حدّد الكاثود.

الكاثود هو الفضة.

c. أين تحدث التأكسد؟

تحدث التأكسد عند قطب الخارصين.

d. أين يحدث الاختزال؟

يحدث الاختزال عند قطب الفضة.

e. ما اتجاه مرور التيار خلال أسلاك التوصيل؟

يتدفق التيار من قطب الخارصين إلى قطب الفضة.

f. ما اتجاه مرور الأيونات الموجبة خلال القنطرة الملحية؟

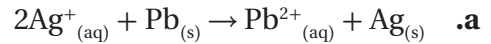
تتدفق الشحنات الموجبة من نصف خلية الأنود إلى نصف خلية الكاثود.

g. ما جهد الخلية عند $25^\circ C$ و 1 atm ؟

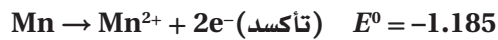
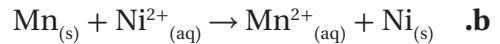
$$E^0 = +0.7996 V - (-0.7618 V)$$

$$E^0 = +1.5614 V$$

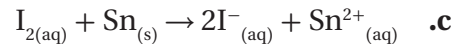
42. بالرجوع إلى الجدول 1-7، احسب جهد الخلية لكل من الخلايا الجلفانية الآتية:



$$E^0_{cell} = +0.7996 - (-0.1262) = +0.9258 V$$



$$E^0_{cell} = -0.257 - (-1.185) = +0.928 V$$



$$E^0_{cell} = +0.5355 V - (-0.1375) = +0.673 V$$

53. التركيب في الشكل 26-7 يعمل عمل بطارية.



الشكل 26-7

- a. حدّد التفاعل الذي يحدث عند قطعة النحاس.
يُختَزَل النحاس Cu . $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu^0$
- b. حدّد التفاعل الذي يحدث عند سلك الماغنيسيوم.
يتأكسد الماغنيسيوم Mg . $Mg^0 \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$
- c. حدّد الأنود.
سلك الماغنيسيوم
- d. حدّد الكاثود.
قطعة النحاس
- e. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.
 $E^0 = + 0.3419 V - (- 2.372 V) = + 2.714 V$

54. قمت بتصميم بطارية تستعمل نصف خلية تتكوّن من Sn^{2+} و Sn ، ونصف خلية أخرى تتكوّن من Cu^{2+} و Cu ، مع العلم أن قطب النحاس هو الكاثود وقطب القصدير هو الأنود. ارسم البطارية، ثمّ اكتب أنصاف التفاعل التي تحدث في كلّ نصف خلية. ما أكبر جهد يمكن أن تُنتِجه هذه الخلية؟



$E^0 = + 0.3419 V - (- 0.1375 V) = + 4794 V$

48. الجلفنة ما الجلفنة؟ وكيف تحمي الجلفنة الحديد من التآكل؟ الجلفنة تغطية الفلزّات المعرّضة للتآكل بفلزّات الحماية الذاتية لمنع التآكل. حيث تعمل الجلفنة على الحفاظ على الفلزّ الموجود أسفلها بواسطة منع الرطوبة والهواء من الاتصال معه. وعند تلف طبقة الجلفنة تستطيع هذه الطبقة الاستمرار في حماية الفلزّ بواسطة العمل كأنود أضحية يتأكسد ذاتياً بدلاً منه.

49. البطاريات فسّر لماذا لا تُنتِج بطاريات المراكم الرصاصية التيار عند انخفاض مستوى H_2SO_4 ؟ يساهم حمض الكبريتيك في التفاعل، وعند انخفاض تركيزه يتوقف التفاعل.

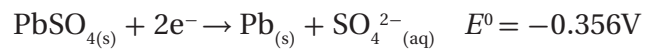
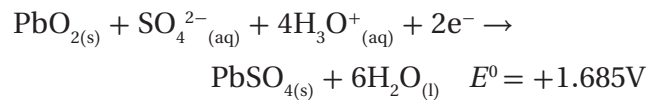
50. الصفوف حزمة من الشعيرات الفولاذية المصنوعة من الفولاذ، وهي سبيكة من الحديد والكربون. ما أفضل طريقة لتخزين سلك المواعين المستعمل في غسل الأواني؟

- a. تخزينه في الماء.
- b. تخزينه في الهواء الطلق.
- c. تخزينه في وعاء التجفيف.
- C؛ حيث يُعدّ الماء من التفاعلات في عملية الصدأ. وتمتصّ المواد المجفّفة الماء من الهواء.

51. الحماية من التآكل اذكر ثلاث طرائق لحماية الفلزّ من التآكل؟ الجلفنة، الطلاء، الأنود المضحّي.

إتقان حلّ المسائل

52. فيما يأتي أنصاف تفاعل بطاريات تخزين المراكم الرصاصية:



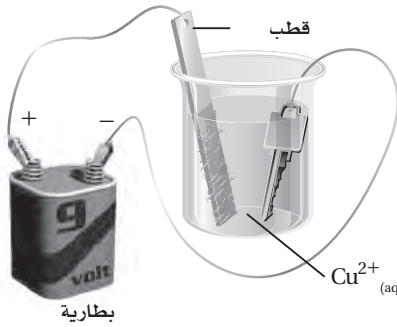
ما جهد الخلية القياسي لخلية واحدة في بطارية السيارة؟

$E^0 = + 1.685 V - (- 0.356 V) = + 2.041 V$

إتقان حل المسائل

7-3

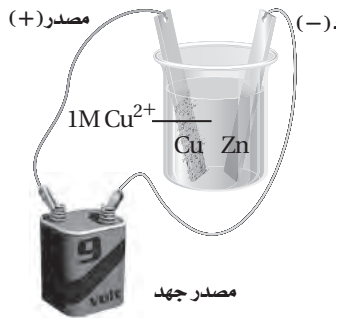
61. الطلاء بالكهرباء يوضح الشكل 27-7 مفتاحًا يُطلى كهربائيًا بالنحاس في خلية تحليل كهربائي. فأين تحدث التأكسد؟ فسّر إجابتك.



الشكل 27-7

تحدث التأكسد عند الأنود وهو قطب النحاس Cu. وتتحرك الإلكترونات منه إلى الطرف الموجب للبطارية.

62. اعتدًا على الشكل 28-7، أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل 28-7

a. أيّ الأقطاب يزداد حجمه؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب.
يزداد حجم قطب الخارصين Zn.



b. أيّ الأقطاب يقلّ حجمه؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب.
يقلّ حجم قطب النحاس Cu.



إتقان المفاهيم

55. كيف يمكن عكس تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي لخلية جلفانية؟
يتم ذلك بتمرير تيار كهربائي من خلالها في الاتجاه المعاكس.

56. أين يحدث تفاعل التأكسد في خلية التحليل الكهربائي؟ عند الأنود.

57. خلية داون ما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في أثناء التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم؟
تُختزل أيونات الصوديوم Na⁺ إلى ذرات صوديوم Na.

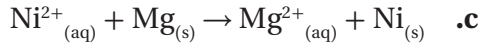
58. صناعة فسّر لماذا يُستعمل التحليل الكهربائي لماء البحر في جميع أرجاء العالم بكميات كبيرة؟
نواتج التحليل الكهربائي لماء البحر: غاز الهيدروجين، وغاز الكلور، وهيدروكسيد الصوديوم، حيث تُعدّ نواتج مهمة تجاريًا.

59. إعادة تدوير فسّر كيف تحفظ عملية إعادة تدوير الألومنيوم الطاقة؟

لأنها تتطلب طاقة أقل مقارنة مع الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خاماته الأصلية.
ولقد استُخلص الألومنيوم المُستخدم في المعلبات بالفعل من خاماته، وهي عملية مستهلكة للطاقة.

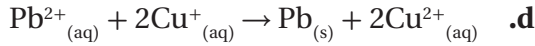
60. صف ماذا يحدث عند الأنود والكاثود في التحليل الكهربائي لمحلول KI؟

تُختزل أيونات البوتاسيوم K⁺ عند الكاثود إلى ذرات البوتاسيوم K، في حين تتأكسد أيونات اليوديد I⁻ عند الأنود إلى جزيئات يود I₂.



$$E_{\text{cell}}^0 = -0.257 - (-2.372 \text{ V}) = +2.115 \text{ V}$$

تلقائي

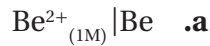


$$E_{\text{cell}}^0 = -0.1262 \text{ V} - 0.153 \text{ V} = -0.279 \text{ V}$$

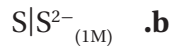
غير تلقائي

68. حدّد جهد الخلية المتكوّنة من كلّ نصف خلية ممّا يأتي

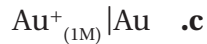
مرتبطة مع نصف خلية Ag^+/Ag :



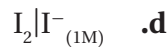
$$E_{\text{cell}}^0 = +0.7996 \text{ V} - (-1.847 \text{ V}) = +2.647 \text{ V}$$



$$E_{\text{cell}}^0 = +0.7996 \text{ V} - (-0.47627 \text{ V}) = +1.2759 \text{ V}$$



$$E_{\text{cell}}^0 = +1.692 \text{ V} - (+0.7996 \text{ V}) = +0.892 \text{ V}$$



$$E_{\text{cell}}^0 = +0.7996 \text{ V} - (+0.5355 \text{ V}) = +0.2641 \text{ V}$$

69. التآكل فسّر لماذا يُعدّ وجود الماء ضرورياً لحدوث تآكل

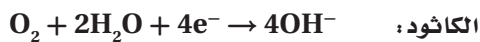
الحديد؟

تتأكسد ذرات الحديد Fe إلى أيونات الحديد Fe^{2+} في المحلول المائي، ثمّ تتأكسد هذه الأيونات مرة أخرى إلى أيونات الحديد Fe^{3+} التي تتحد مع غاز الأكسجين O_2 المُختزل لإنتاج الصدأ Fe_2O_3 .

70. السفر عبر الفضاء تستخدم السفن الفضائية خلايا الوقود

H_2/O_2 في إنتاج الكهرباء.

a. ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود والكاثود؟



b. ما جهد الخلية القياسي لخلية الوقود؟

$$E^0 = +0.401 \text{ V} - (-8277 \text{ V}) = +1.229 \text{ V}$$

63. فسّر، مستعيناً بالشكل 28-7، ماذا يحدث لأيونات

النحاس في المحلول؟

تنجذب أيونات النحاس Cu إلى الكاثود وتترسب عليه وتغطيه.

مراجعة عامة

64. لماذا تتدفّق الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية

الجلفانية؟

في الخلية الجلفانية، تكتسب الأيونات في المحلول عند الكاثود الإلكترونات بسهولة أكبر من الأيونات عند الأنود، وعند وضع القطرة الملحية والأسلاك في أماكنها يحدث تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي وتتدفّق الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود؛ بسبب وجود فرق في الجهد بين القطبين.

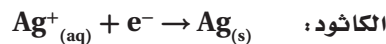
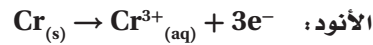
65. إنتاج الألمنيوم ما المادة التي يتمّ تحليلها كهربائياً في العملية

الصناعية لإنتاج فلز الألمنيوم؟

أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 .

66. اكتب أنصاف تفاعل التأكسد والاختزال للخلية الجلفانية

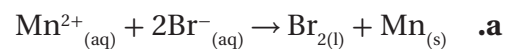
فضة - كروم، وحدّد الأنود والكاثود واتجاه تدفق الإلكترونات.



تتدفّق الإلكترونات من الأنود (الكروم Cr) إلى الكاثود (الفضة Ag).

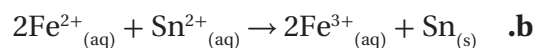
67. حدّد ما إذا كانت تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية

تلقائية أو غير تلقائية:



$$E_{\text{cell}}^0 = -1.185 \text{ V} - 1.066 \text{ V} = -2.251 \text{ V}$$

غير تلقائي



$$E_{\text{cell}}^0 = -0.1375 \text{ V} - 0.771 \text{ V} = -0.908 \text{ V}$$

غير تلقائي

التفكير الناقد

75. التوقُّع افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية $Cu^{2+}_{(1M)}$ Cu على أنها خلية قياسية بدلاً من نصف الخلية $H_2_{(1M)}$ ، H^+ ، فما مقدار جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ وكيف يمكن أن تتغيَّر العلاقات بين جهود الاختزال القياسية؟

ستتغيَّر قيم جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار $0.342 V$ ، وسيصبح جهد قطب الهيدروجين $0.342 V -$ ، ولكن تبقى العلاقات دون أن تتغيَّر، إلا أن قيم الجهود ستتغيَّر.

76. طبِّق افترض أن لديك خلية جلفانية يتكوَّن أحد أنصافها من قطعة من القصدير مغموسة في محلول من أيونات القصدير II.

a. كيف تعرف من قياس جهد الخلية ما إذا كانت شريحة القصدير تُمثِّل الكاثود أو الأنود؟
يوضِّح مقياس فرق الجهد تدفق الإلكترونات من قطعة القصدير أو إليها. لذا، يمكن معرفة ما إذا كانت القطعة تُمثِّل الكاثود أم الأنود؛ بتأكسد القصدير إذا كان الجهد موجباً.

b. كيف تعرف عن طريق الملاحظة البسيطة ما إذا كانت شريحة القصدير تُمثِّل الكاثود أو الأنود؟
توضِّح الترسيبات الملحوظة عند الكاثود اختزال أيونات القصدير Sn^{2+} . أما إذا بتأكسد القصدير Sn عند الأنود فسينقص حجم القطعة.

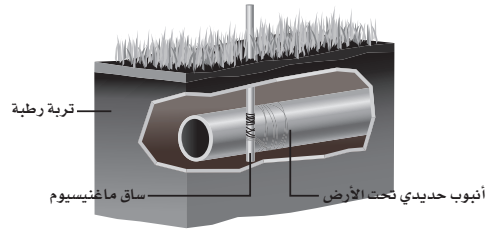
77. ضع فرضية لما كان جهد نصف الخلية يتغيَّر بتغيَّر تركيز المتفاعلات والنواتج فإن الجهود القياسية تقاس عند تركيز 1M. كما أن الحفاظ على ضغط 1atm له أهمية خاصة في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات بوصفها متفاعلات أو نواتج. فلماذا يُعدُّ ضغط الغاز نقطة حرجية في هذه الخلايا؟
يُعدُّ الضغط دلالة على التركيز. لذا، فهو يُعدُّ من عوامل التركيز في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات.

71. خلايا الوقود فسَّر الاختلاف بين تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود وتأكسده عند احتراقه في الهواء.
يتمُّ التحكم في تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود، حيث تتحوَّل معظم الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بدلاً من الطاقة الحرارية.

72. تنقية النحاس عند تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي، ما العوامل التي تحدِّد أيَّ قطعة نحاس هي الأنود، وأيها الكاثود؟
يُحدِّد اتجاه التيار في الخلية أن النحاس غير النقي سيكون هو الأنود.

73. بطاريات التخزين تسمى المراكم الرصاصية وغيرها من البطاريات التي يمكن إعادة شحنها أحياناً ببطاريات التخزين. فما الذي يُخزَّن في هذه البطاريات؟
طاقة الوضع الكيميائية.

74. منع التآكل يوضِّح الشكل 29-7 كيف يتمُّ حماية أنابيب الحديد المدفونة من التآكل؛ إذ توصل هذه الأنابيب بفلز أكثر نشاطاً يتآكل بدلاً من الحديد.



الشكل 29-7

a. ما الكاثود؟ وما الأنود؟
الكاثود: الأنبوب الحديدي، والأنود: الماغنيسيوم Mg.

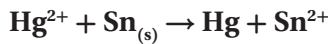
b. فسَّر كيف يعمل الماغنيسيوم على حماية أنابيب الحديد؟
يُعدُّ الماغنيسيوم Mg أكثر نشاطاً. لذا، فهو أكثر عرضة لتفاعل التأكسد والاختزال؛ وهذا ما يسبِّب تآكل الماغنيسيوم قبل أنابيب الحديد.

مسألة تحفيز

81. إذا تمّ تركيب بطارية باستعمال القصدير والزنّيق، وكانت أنصاف تفاعلات الاختزال فيها على النحو الآتي:



a. اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية.

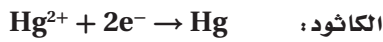


b. ما الذي تأكسد؟ وما الذي اختزل؟ حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

اختزل الزنّيق Hg ، في حين تأكسد القصدير Sn .

العامل المؤكسد: الزنّيق Hg ، والعامل المختزل: القصدير Sn .

c. ما التفاعل الذي يحدث عند كلٍّ من الأنود والكاثود؟



d. ما جهد الخلية؟ استخدم الجدول 1-7.

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.851 \text{ V} - (-0.1375 \text{ V}) = +0.989 \text{ V}$$

e. إذا كانت القنطرة الملحية تحتوي على محلول كبريتات

الصوديوم، ففي أي اتجاه تتحرك أيونات الكبريتات؟ ستتحرك أيونات الكبريتات نحو اتجاه نصف خلية القصدير.

مراجعة تراكمية

82. فسّر، لماذا قد تجد الكرسي المصنوع من الألومنيوم أكثر

سخونة من الكرسي المصنوع من الخشب عند وضع كلا الكرسيين تحت أشعة الشمس للفترة الزمنية نفسها. لأن الحرارة النوعية للكرسي المصنوع من الألومنيوم أقل منها للخشب.

83. علام تدلّ الإشارة السالبة للطاقة الحرة للتفاعل؟

$$\Delta G_{\text{system}} = \Delta H_{\text{system}} - T\Delta S_{\text{system}}$$

تدلّ الإشارة السالبة على أن التفاعل تلقائي.

78. حلّ تمّ اكتشاف وعاء فخاري سنة 1938 م بالقرب من بغداد. وكان هذا الوعاء القديم يحتوي على قضيب من الحديد محاط بأسطوانة من النحاس، كما في الشكل 30-7. وعند ملء هذا الوعاء بمحلول موصل كالخل فإنه قد يعمل عمل بطارية.



الشكل 30-7

a. حدّد الكاثود.

$$E^0 = +0.3419 \text{ V} \text{ أسطوانة النحاس}$$

b. حدّد الأنود.

$$E^0 = -0.447 \text{ V} \text{ قضيب الحديد}$$

c. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.



$$E_{\text{cell}}^0 = +0.3419 \text{ V} - (-0.447 \text{ V}) = +0.789 \text{ V}$$

79. طُبّق تبيخ خلية تحليل كهربائي أبخرة البروم وغاز الهيدروجين

خلال عملية تحليل كهربائي. قد تبيّن بعد انتهاء التحليل الكهربائي أن الخلية تحتوي على محلول مركز من هيدروكسيد البوتاسيوم. ما محتويات الخلية قبل عملية التحليل الكهربائي؟ بروميد البوتاسيوم KBr ، والماء H_2O .

80. ضع فرضية افترض أنه في إحدى عمليات الجلفنة تمّ طلاء

الحديد بالنحاس بدلاً من الخارصين، فهل يمكن للنحاس أن يحمي الحديد من التآكل مثل الخارصين، حتى لو تصدّعت طبقة النحاس؟ فسّر إجابتك.

إذا تصدّع النحاس تصبح هذه الأماكن معرضة للتآكل.

لا؛ لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر من النحاس، لذلك ستتضاءل الحماية.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

90. السفن الغارقة كشفت دراسة سفينة التايتنك الغارقة في المحيط مجالاً لاحتمال أن سبب تلف الهيكل الحديدي يعود جزئياً إلى وجود بيئات ملائمة للصدأ. ابحث كيف يؤدي هذا النشاط الحيوي إلى تأكسد الحديد، واكتب مقالاً تصف فيه دور المجتمعات الملائمة للصدأ في تدمير التايتنك. قد تنص ورقة الطالب على أن المجتمع الحيوي الملائم للصدأ قد يحتوي على مركبات الحديد بنسبة 35%.

91. العملات المعدنية الأثرية تتعرض العملات المعدنية الأثرية لعمليات الصدأ الذي ينتج عن تفاعل المعدن مع الأكسجين بوجود الرطوبة وعوامل مساعدة أخرى. ابحث عن المواد التي صيغت منها العملات المعدنية، ولماذا تأكلت بصورة سيئة جداً؟ أكتب تقريراً تفسر فيه العمليات الكيميائية التي حدثت وجعلت العملات المعدنية الأثرية تبدو في هذه الصورة. ينتج أخطر أنواع التآكل عن خلية كهروكيميائية تحدث طبيعياً ويتضمن هيكلاً حديدياً داخلياً يدعم الغلاف النحاسي.

84. اعتماداً على نموذج التصادم للتفاعلات الكيميائية، فسّر كيف يمكن لجزيئين أن يتصادما ولا يتفاعلا. قد لا تتصادم الجزيئات وفق الاتجاه الصحيح، أو قد لا يتضمن التصادم الطاقة الكافية لتكوين المعقد المنشط.

85. عدد خمسة عوامل تؤثر في سرعة التفاعل. طبيعة المواد المتفاعلة، ومساحة السطح، ودرجة الحرارة، والتركيز، والعوامل المحفزة.

86. يصل تفاعل التفكك $A_2B \rightarrow 2A + B$ إلى الاتزان عند $C = 499$ ، ويوضح تحليل خليط الاتزان أن $0.855 \text{ mol/L} = [A]$ و $2.045 \text{ mol/L} = [A_2B]$ و $1.026 \text{ mol/L} = [B]$ ، فما قيمة K_{eq} ؟

$$K_{eq} = \frac{[A]^2[B]}{[A_2B]} = \frac{(2.045)^2(1.026)}{(0.855)} = 5.02 \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

87. ما ذائبية يوديد الفضة AgI بوحدة mol/L إذا علمت أن قيمة K_{sp} لـ يوديد الفضة تساوي 3.5×10^{-17} ؟

$$s = [Ag^+] = [I^-]$$

$$K_{sp} = [Ag^+][I^-] = 3.5 \times 10^{-17}$$

$$s^2 = 3.5 \times 10^{-17}$$

$$s = 5.9 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

88. إذا كان لديك محلول من حمض قوي، فهل يعني ذلك أن لديك محلولاً مركّزاً من ذلك الحمض؟ فسّر إجابتك. ليس بالضرورة، فالحمض القوي يتفكك كلياً في المحلول المائي، وقد يكون المحلول مخفّفاً أو مركّزاً، ويعتمد ذلك على عدد مولات الحمض في المحلول.

89. ما أعداد التأكسد لكل عنصر في الأيون PO_4^{3-} ؟ كل أكسجين عدد تأكسدها $= -2$ ، وعددها 4، أي بما مجموعها -8. عدد تأكسد P:

$$P + 4(-2) = -3$$

$$P + (-8) = -3$$

$$(+8) + (-3) = +5$$

أسئلة المستندات

اختبار مُقنن

الصفحتان 73 - 72

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

جهود الاختزال القياسية لبعض انصاف الخلايا عند 25°C و 1M	
E_0 (V)	الاسم
-2 372	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$
-1 662	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
-0 1262	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$
0 7996	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
0 851	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$

1. أيّ الأيونات الآتية أسهل اختزالاً؟

- a. Mg^{2+}
 b. Hg^{2+}
 c. Ag^+
 d. Al^{3+}

b

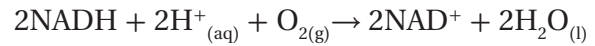
2. اعتماداً على جهود الاختزال القياسية الموضحة في الجدول،

أيّ رمز للخلية يُمثّل خليلته الجلفانية بصورة صحيحة؟

- a. $Ag|Ag^+||Al^{3+}|Al$
 b. $Mg|Mg^{2+}||H^+|H_2$
 c. $H_2|H^+||Pb^{2+}|Pb$
 d. $Pb|Pb^{2+}||Al^{3+}|Al$

b

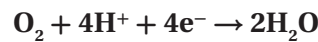
التفاعلات البيولوجية الكهروكيميائية يتضمّن الجدول 2-7 قائمة بجهود الاختزال القياسية لبعض التفاعلات الحيوية المهمة، ويُعدّ الأكسجين أقوى العوامل المؤكسدة الموجودة في الأنظمة الحيوية. تأمل تأكسد مادة نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيوكلوتيد (NADH) المُختزلة بواسطة جزيء أكسجين، والذي يمكن تمثيله على النحو الآتي:



الجدول 2-7	
زوج القطب	
-0 4141	$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
-0 320	$NAD^+ + H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow NADH$
+0 19	$HOCCOCH_3^* + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow HOCCCHOHCH_3^{**}$
+0 769	$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$
+0 8147	$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

*HOCCOCH₃ (حمض البيروفيك)**HOCCCHOHCH₃ (حمض اللاكتيك)

92. اكتب نصفي التفاعل اللذين يحدثان في هذا التفاعل.



93. احسب جهد الخلية لهذا التفاعل باستعمال الجدولين

7-1 و 7-2.

$$E^0_{cell} = +1.229 V - (-0.320 V) = +1.549 V$$

94. وهل يستطيع NAD⁺ تأكسد Fe²⁺ إلى Fe³⁺؟ فسّر

اجابتك.

لا، فجهود اختزال NAD⁺ = -0 320 V.

$$E^0_{cell} = 1.229 V + (-0.320 V) = +1.549 V$$

لذا، يُعدّ تفاعلاً غير تلقائي.

- c. يترسب النحاس على شريحة الفضة
d. اختزال أيونات النحاس

(a)

7. ما المادة التي تتكون على المهبط عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي من NaCl؟

- a. اليود
b. الأكسجين
c. الهيدروجين
d. البوتاسيوم

(c)

8. ما الذي يحدث عند وضع قطعة من الخارصين Zn في محلول $1.0 \text{ M Cu(NO}_3)_2$ ؟

- a. يقل $[\text{Cu}^{2+}]$
b. يقل $[\text{Zn}^{2+}]$
c. يزداد $[\text{NO}_3^-]$
d. لا يحدث تغير

(a)

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن الأسئلة من 9 إلى 11.



3. خلية جلفانية تتكوّن من قضيب من الماغنيسيوم مغموس في محلول أيونات Mg^{2+} تركيزه 1 M ، وقضيب من الفضة مغموس في محلول أيونات Ag^+ تركيزه 1 M . ما الجهد القياسي لهذه الخلية؟

- a. 1.572 V
b. 3.172 V
c. 0.773 V
d. 3.971 V

(b)

$$E_{\text{cell}}^0 = +0.7996 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +3.172 \text{ V}$$

4. لو افترضنا توافر الشروط القياسية فأأي الخلايا الآتية تعطي جهداً مقداره 2.513 V ؟

- a. $\text{Al}|\text{Al}^{3+}||\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}$
b. $\text{H}_2|\text{H}^+||\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}$
c. $\text{Mg}|\text{Mg}^{2+}||\text{Al}^{3+}|\text{Al}$
d. $\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}||\text{Ag}|\text{Ag}^+$

(a)

- a. $\text{Al}|\text{Al}^{3+}||\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}$ ($-1.662 - 0.851 = -2.513 \text{ V}$)
b. $\text{H}_2|\text{H}^+||\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}$ ($0 - 0.851 = -0.851$)
c. $\text{Mg}|\text{Mg}^{2+}||\text{Al}^{3+}|\text{Al}$ ($-2.372 - -1.662 = -0.711$)
d. $\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}||\text{Ag}|\text{Ag}^+$ ($-0.1262 - 0.7996 = -0.9258$)

5. أيّ العبارات الآتية المتعلقة بالبطاريات غير صحيحة؟

- a. البطاريات نماذج مضغوطة من الخلايا الجلفانية.
b. البطاريات الثانوية من بطاريات التخزين.
c. يمكن أن تتكوّن البطاريات من خلية واحدة.
d. تفاعل التأكسد والاختزال في البطاريات التي يمكن إعادة شحنها تفاعل معكوس.

(c)

6. ما الذي تتوقع حدوثه إذا غمرت شريحة من الفضة في

محلول مائي يحتوي أيونات Cu^{2+} ؟

- a. عدم حدوث تفاعل
b. تأكسد الفضة

9. حدد القطب الموجب والقطب السالب في هذا الجهاز.

القطب الموجب: النحاس، القطب السالب: الخارصين.

10. اكتب نصف تفاعل الأكسدة.



11. اشرح وظيفة القنطرة الملحية في هذا الجهاز.

إكمال الدائرة الكهربائية، ونقل الأيونات.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الجدول الآتي في الإجابة عن السؤال 12.

جهود اختزال قياسية مختارة عند تركيز 1	1 و 25
0.7996	$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$
-0.744	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}$

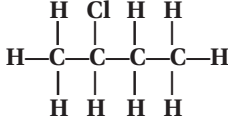
12. إذا وُصل قطب فضة بقطب كروم في خلية جلفانية فأَي القطبين سيتأكسد، وأيها سيختزل؛ اعتماداً على جهود الاختزال القياسية أعلاه؟ فسر إجابتك.

جهد تفاعل الفضة الاختزالي القياسي موجب، في حين يكون جهد الكروم الاختزالي القياسي سالباً أكثر. لأي قطبين، يعمل القطب الذي له أقل جهد اختزال قياسي في الاتجاه العكسي كما هو موضح في الجدول. في هذه الحالة هو الكروم؛ لأنه سوف يفقد إلكترونات ويتأكسد. أما القطب الذي له أكبر جهد اختزال قياسي فسيختزل، وفي هذه الحالة سيكون قطب الفضة.

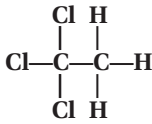
مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها

5. ارسم الصيغ البنائية لكل مما يأتي:

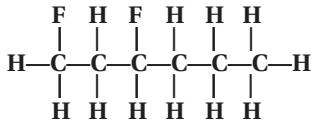
b. 2-كلوروبوتان



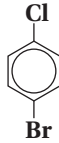
c. 1، 1، 1-ثلاثي كلوروايثان



d. 1، 3-ثنائي فلوروهكسان



e. 4-برومو-1-كلوروبنزين



6. عرّف المجموعة الوظيفية، وسمّ المجموعة الوظيفية في كلٍّ من الصيغ البنائية الآتية، ثمّ سمّ نوع المركّب العضوي لكلٍّ منها:

المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل بطرائق عدة.



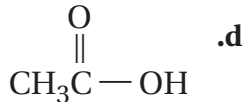
مجموعة الهيدروكسيل؛ كحول



مجموعة الفلور؛ هاليد الألكيل



مجموعة الأمينات؛ أمين



مجموعة الكربوكسيل؛ أحماض كربوكسيلية

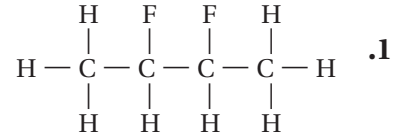
1-8 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

الصفحة 81 - 76

مسائل تدريبية

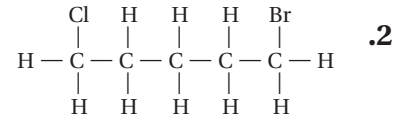
الصفحة 78

سمّ هاليد الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية الآتية:



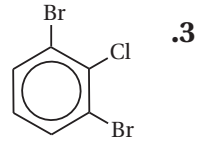
1.

2، 3-ثنائي فلورو بيوتان



2.

1-برومو 5-كلوروبنتان



3.

1، 3-ثنائي برومو-2-كلوروبنزين

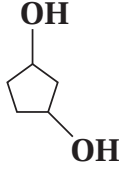
التقويم 1-8

الصفحة 81

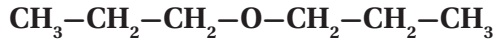
4. قارن فيم تختلف هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل؟

يُعدّ هاليد الألكيل أحد مشتقات المركبات الهيدروكربونية، حيث ترتبط ذرة الهالوجين بروابط تساهمية بذرات الكربون الأليفاتية، في حين يُعدّ هاليد الأريل أحد مشتقات المركبات التي يرتبط فيها ذرة الهالوجين بحلقة بنزين أو مركبات أروماتية (عطرية) أخرى برابطة تساهمية.

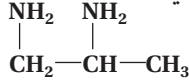
b. 1، 3- ثنائي هيدروكسيل بنتان حلقي



c. ثنائي بروبييل إيثر



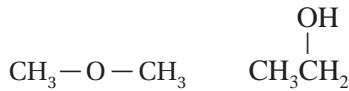
d. 1، 2- بروبان ثنائي أمين



11. ناقش خواص الكحولات، والإيثرات، والأمينات، ثم أعط استعملاً واحداً لكل منها.

الكحولات: معتدلة القطبية، ويمكن أن تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات أخرى؛ درجة غليانها أعلى من الألكانات التي لها نفس الشكل والحجم، مثل الإيثانول. الإيثرات: غير قادرة على تكوين روابط هيدروجينية؛ وهي مادة متطايرة ذات درجة غليان منخفضة؛ وأقل ذوباناً من الكحولات في الماء؛ ومن أمثلتها: ميثيل الإيثر. الأمينات: بعض الأمينات لها روائح كريهة متفردة للبشر، منها على سبيل المثال هكسيل أمين الحلقي.

12. حلّل - اعتدًا على الصيغة البنائية أدناه - أي المركبين أكثر ذائبية في الماء؟ فسّر إجابتك.



يعدّ الإيثانول أكثر ذائبية في الماء من ميثيل الإيثر؛ لأن جزيئاته أكثر قطبية، فالكحولات، على الأغلب، أكثر ذائبية في الماء من الإيثرات.

7. قوّم كيف يمكن توقُّع درجة غليان البروبان، و 1- كلوروبروبان عند إجراء مقارنة بينها؟ فسّر إجابتك. درجة غليان 1- كلوروبروبان أعلى من درجة غليان البروبان؛ لأن جزيئات 1- كلوروبروبان تُشكّل روابط ثائية القطب أكثر من جزيئات البروبان.

2 - 8 الكحولات والإيثرات والأمينات

الصفحات 85 - 82

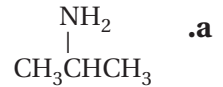
التقويم 2 - 8

الصفحة 85

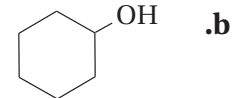
8. حدّد عنصرين يتوافران بشكل كبير في المجموعات الوظيفية.

الإجابات المحتملة: الأكسجين، النيتروجين، الفلور، الكلور، البروم، اليود، الكبريت، والفسفور.

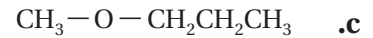
9. حدّد المجموعة الوظيفية لكلّ مما يأتي، وسمّ المادة المبيّنة لكلّ صيغة بنائية.



تمثّل مجموعة NH_2 - مجموعة الأمين الوظيفية؛ أيزوبروبييل أمين، 2-بروبييل أمين، أو 2-أمينو بروبان.



تمثّل مجموعة OH مجموعة الهيدروكسيل الوظيفية؛ هكسانول حلقي.



تمثّل O - ذرة الأكسجين في سلسلة الكربون؛ ميثيل بروبييل إيثر.

10. ارسم الصيغة البنائية لكلّ جزيء مما يأتي:

a. 1-بروبانول



3 - 8 مركبات الكربونيل

الصفحات 91 - 86

التقويم 3 8

الصفحة 91

الهيدروجين H^+ . ومع ذلك، فإن ذرة الهيدروجين المرتبطة بمجموعة الكربونيل في الألدريد لا تتأين بسهولة.

4 - 8 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

الصفحات 98 92

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 95

التفكير الناقد

بيانات حول زيت الكانولا				
التجريبية		المحاكاة الحاسوبية		
سيس	ترانس	سيس	ترانس	رقم المحاولة
حمض الأوليك (wt. %)	أحماض دهنية (wt. %)	حمض الأوليك (wt. %)	أحماض دهنية (wt. %)	
70.00	5.80	69.10	4.90	1
64.00	4.61	63.75	4.79	2
67.00	4.61	68.96	4.04	3
65.00	7.10	62.80	5.99	4
66.50	5.38	68.10	4.60	5

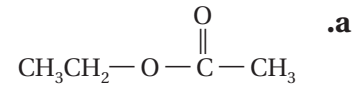
1. احسب النسبة المئوية للنتائج في كل محاولة في الجدول.

النسبة المئوية		
رقم المحاولة	الأحماض الدهنية ترانس	حمض الأوليك سيس
1	118%	101%
2	96 2%	100%
3	114%	97 2%
4	119%	104%
5	117%	97 7%

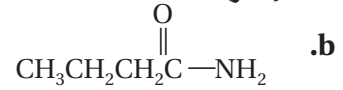
2. قوّم أيّ المحاولات تعطي أعلى نسبة مئوية من متشكّلات سيس لحمض الأوليك وأقلّ نسبة من متشكّلات ترانس - للأحماض الدهنية؟

توجد أعلى نسبة من حمض الأوليك في المحاولة رقم 4، وتوجد أقلّ نسبة من الأحماض الدهنية في المحاولة 2.

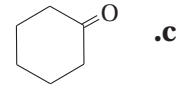
13. صنّف كلّ مركّب من مركّبات الكربونيل الآتية إلى واحد من أنواع المواد العضوية التي درستها في هذا القسم.



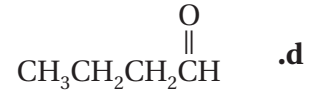
إستر



أميد



كيتون



ألدريد

14. صف نواتج تفاعل التكاثف بين الحمض الكربوكسيلي والكحول.

النواتج هي إستر وماء.

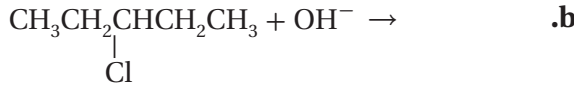
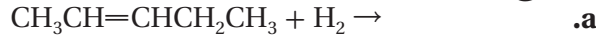
15. حدّد الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2} . اشتق الصيغة العامة التي تُمثّل الألدريد، والكيتون، والحمض الكربوكسيلي.

الألدريد: $C_nH_{2n}O$ الكيتون: $C_nH_{2n}O$ الحمض الكربوكسيلي: $C_nH_{2n}O_2$

16. استنتج لماذا تكون المركّبات العضوية التي تحتوي مجموعات كربوكسيل ذات خواص حمضية عندما تذوب في الماء، بينما لا تكون لمركّبات أخرى مشابهة لها في التركيب مثل الألدريد الخواص نفسها؟

تتأين مجموعة الكربوكسيل بسهولة، وتمنح أيون

19. أكمل كل معادلة مما يلي عن طريق كتابة الصيغة البنائية للنواتج الأكثر احتمالاً.



20. توقع النواتج فسر لماذا يؤدي إضافة الماء إلى 1-بيوتين إلى تكوين نوعين من النواتج، بينما إضافة الماء إلى 2-بيوتين تكوين نوعاً واحداً من النواتج؟

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.

5-8 البوليمرات

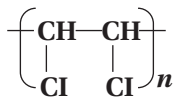
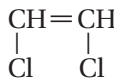
الصفحات 104 99

التقويم 5-8

الصفحة 104

21. ارسم الصيغة البنائية للبوليمر الذي ينتج عن المونومرات الآتية في حالتها:

a. الإضافة



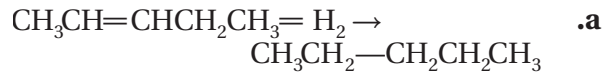
3. فسر لماذا يتم استعمال هذه التقنية؟ وهل هي مفيدة في عمليات التصنيع؟

تعد المحاكاة الحاسوبية والمنشآت الاصطناعية الصغيرة مفيدة؛ لأن تكلفتها أقل من تكلفة تشغيل خطوط الإنتاج الفعلية، كما يمكن ضبط العمليات الكيميائية والتحكم فيها مع الحد الأدنى من النفقات.

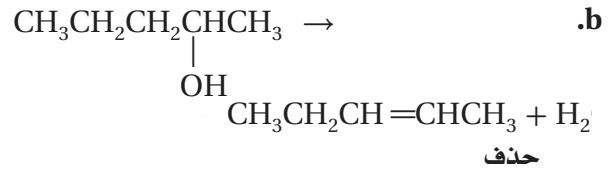
التقويم 4-8

الصفحة 98

17. صنّف كل تفاعل إلى استبدال، أو تكاثف، أو إضافة، أو حذف.



إضافة



18. حدّد نوع التفاعل العضوي الذي يُحقّق أفضل ناتج لكلّ عملية تحويل مما يأتي:

a. هاليد ألكيل ← ألكين

حذف

b. ألكين ← كحول

إضافة

c. كحول + حمض كربوكسيلي ← إستر

تكاثف

d. ألكين ← هاليد ألكيل

إضافة

الفصل 8 مراجعة الفصل

الصفحات 114 – 109

8 – 1

إتقان المفاهيم

25. ما المجموعة الوظيفية؟

المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات في المركب العضوي، وغالبًا 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 بصورة مباشرة بذرة الكربون الموجودة في جزيء البنزين أو أي حلقة أروماتية.

27. ما المواد المتفاعلة التي ستستعملها لتحويل الميثان إلى بروموميثان؟
بروم

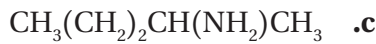
28. سمِّ الأمينات التي تمثّلها الصيغ الآتية:



1-أمينو بنتان



1-أمينو هبتان

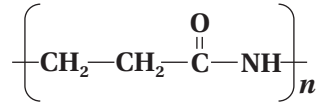
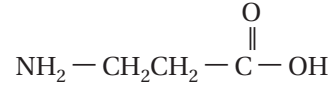


2-أمينو بنتان

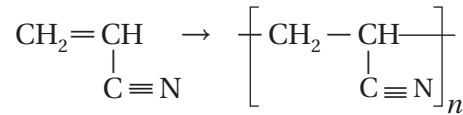


1-أمينو ديكان

b. التكاثر



22. سمِّ تفاعل البلمرة الآتي: إضافة أو تكاثرًا. فسّر إجابتك.

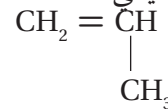


إضافة؛ لأنه تم الاحتفاظ بذرات المونومر جميعها في البوليمر دون فقدان أي منها.

23. حدّد تعوّض البوليمرات الصناعية في كثير من الأحيان، الكثير من المواد الطبيعية مثل: الحجر، والخشب والمعادن، والصوف، والقطن في العديد من التطبيقات. حدّد بعض مزايا وعيوب استعمال المواد الصناعية بدلاً من المواد الطبيعية.

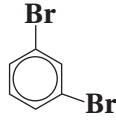
لا تتعفن المواد الاصطناعية مثل المنتجات الطبيعية كالخشب والقطن في كثير من الأحيان، ولا تتآكل. وكذلك يسهل إنتاج المواد الاصطناعية بالأشكال والحجوم المطلوبة، مثل الأحجار الاصطناعية. كما أن المواد الاصطناعية عادة لا تصدأ أو تتآكل مثل المعادن. أما العيوب فهي أن المنتجات الهيكلية الاصطناعية، مثل الخشب البلاستيكي ليست صلبة، وتحتاج إلى مزيد الدعم.

24. توقّع الخواص الفيزيائية للبوليمر الذي يُصنّع من المونومر الآتي: تناول خاصية الذوبان في الماء، والتوصيل الكهربائي، والملمس، والنشاط الكيميائي.

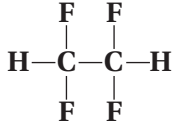


يتّصف البوليمر بلمس شمعي، وقلة الذوبان في الماء، ورداءة التوصيل للتيار الكهربائي، بالإضافة إلى قلة النشاط الكيميائي. ستكون من البلاستيك القابل للتشكّل (الثيرموبلاستيك). ويتكوّن من سلسلة طويلة من الألكان مشابهة للبولي إيثيلين.

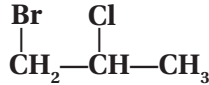
d. 1، 3- ثنائي برومو بنزين



e. 1، 1، 2، 2- رباعي فلورو إيثان

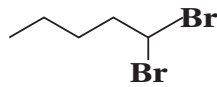


32. ارسم الصيغة البنائية للمركب 1-برومو - 2-كلوروبروبان.

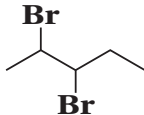


33. ارسم المتشكلات البنائية المحتملة جميعها لهاليد الألكيل ذي

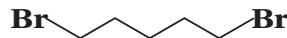
الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}Br_2$ ، ثم سمّ كلًّا منها.



1.1- ثنائي برومو بنتان



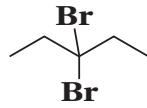
2. 3- ثنائي برومو بنتان



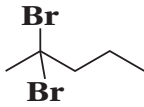
1. 5- ثنائي برومو بنتان



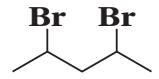
1. 2- ثنائي برومو بنتان



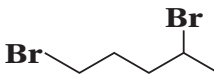
3. 3- ثنائي برومو بنتان



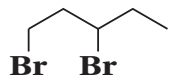
2. 2- ثنائي برومو بنتان



2. 4- ثنائي برومو بنتان



1. 4- ثنائي برومو بنتان



1. 3- ثنائي برومو بنتان

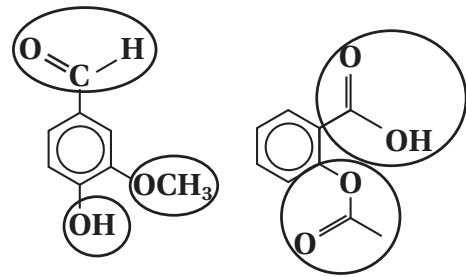
29. فسّر لماذا تزداد درجات غليان هاليدات الألكيل بالتدرج عند

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 (العدد الذري). ويمكن تحريك هذه الإلكترونات بسهولة فتصبح ثنائية القطب بصورة مؤقتة. وتعمل قوة التجاذب ثنائية القطب على جذبها معاً، ونتيجة لذلك ستحتاج إلى قوة كبيرة لفصلها. ومن ثم تزداد درجة غليان الهالو- ألكانات بزيادة حجم ذرة الهالوجين.

إتقان حل المسائل

30. ضع دائرة حول المجموعات الوظيفية في الصيغ البنائية

المبيّنة في الشكل 22-8، ثم اذكر اسم كلٍّ منها.



b. الفانيلين

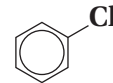
a. حمض الأسيتيل ساليسيليك

الشكل 22-8

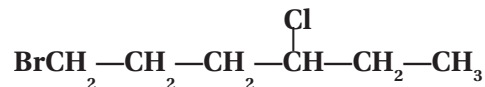
حمض كربوكسيلي، وإستر ألكهيد، وإيثر، وكحول

31. ارسم الصيغة البنائية لهاليدات الألكيل أو الأريل الآتية:

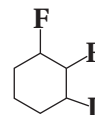
a. كلوروبنزين



b. 1-برومو - 4-كلوروهكسان



c. 1، 2- ثنائي فلورو - 3- أيودو هكسان حلقي



إيثيل إيثر

e. إنتاج الأصباغ
أنيلين

37. فسر لماذا تكون ذوبانية جزيء الكحول في الماء أكثر من ذوبانية جزيء الإيثر رغم أن الكتلة المولية لها متساوية؟ تكون الكحولات دائمة 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. فسر لماذا تكون درجة غليان الإيثانول أعلى كثيراً من الأمينو إيثان رغم أن الكتلة المولية لها متساوية تقريباً؟ لأن روابط $O-H$ أكثر قطبية من روابط $N-H$ ، وتكون الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الإيثانول أقوى من الروابط بين جزيئات الأمينو إيثان. وينتج عن قوى التجاذب الأقوى درجات غليان أعلى.

إتقان حل المسائل

39. سمِّ إيثراً واحداً له الصيغة البنائية لكل من الكحولين الآتيين:

a. 1- بيوتانول

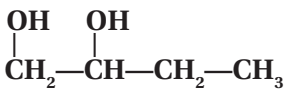
إيثيل إيثر، بروبييل ميثيل إيثر.

b. 2- هكسانول

بروبييل إيثر، أيزوبروبييل إيثر، إيثيل بيوتل إيثر، بنتل ميثيل إيثر.

40. ارسم الصيغة البنائية لكل من الكحولات، والأمينات، والإيثرات الآتية:

a. 1، 2- بيوتادايول



34. سمِّ 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. 1، 3- ثنائي بروموبنتان حلقي

1، 1- أو 1، 2- ثنائي بروموبنتان حلقي.

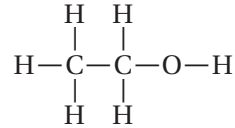
d. 1- برومو-2- كلوروايثان

1- برومو-1- كلوروايثان.

8-2

إتقان المفاهيم

35. ما اسم هذا المركب المبين في الشكل 23-8؟ كيف يمكن تغيير الخواص الطبيعية له؟



الشكل 23-8

الإيثانول، ويتم تلويثه بإضافة كمية بسيطة من المواد السامة، لجعله غير صالح وآمن للشرب.

36. تطبيقات عملية سمِّ كحولاً، أو أميناً، أو إيثرًا واحداً يُستعمل لكل غرض من الأغراض الآتية:

a. مادة مطهرة

إيثانول

b. مذيب للطلاء

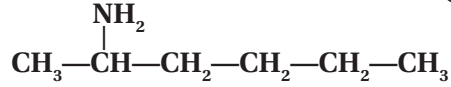
1- ميثانول

c. مانع للتجمد

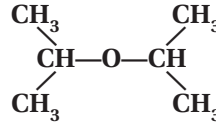
جلايكول الإيثيلين أو جلايكول البروبيلين

d. خدّر

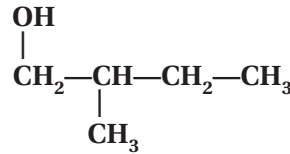
b. 5- أمينوهكسان



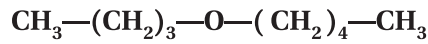
c. ثنائي أيزوبروبيل إيثر



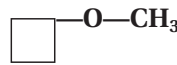
d. 2-ميثيل-1-بيوتانول



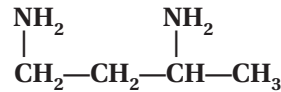
e. بيوتيل بنتيل إيثر



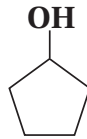
f. بيوتيل حلقي ميثيل إيثر



g. 1، 3-ثنائي أمينو بيوتان



h. بنتانول حلقي

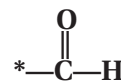


3-8

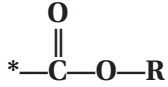
إتقان المفاهيم

41. ارسم الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية:

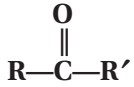
a. ألدهيد



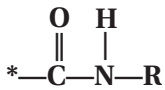
b. إستر



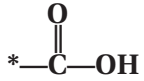
c. كيتون



d. أميد



e. حمض كربوكسيلي



42. استعملات شائعة سمّ الألدheid، أو الكيتون، أو الحمض الكربوكسيلي، أو الإستر، أو الأميد المستعمل لكل من الأغراض الآتية:

a. حفظ العينات البيولوجية

فورمالدهيد

b. مذيب لتلميع الأظافر

أسيتون

c. حمض في الخل

حمض الإيثانويك (الأسيتيك)

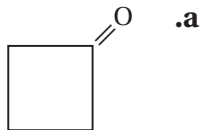
d. نكهة في الأطعمة والمشروبات

بيوتانوات الإيثيل، 2-ميثيل بيوتيل أسيتات، بنتانوات البنثيل، إسترات أخرى.

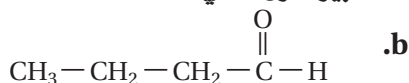
43. ما نوع التفاعل المستعمل لإنتاج الأسبرين من حمض السلسيليك وحمض الأسيتيك؟

تكاثف

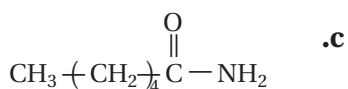
45. سمِّ المركّبات الكربونيلية الآتية:



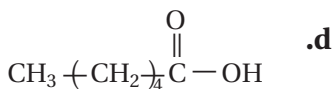
بيوتانون حلقي



بيوتانال



هكسانوأميد



حمض الهكسانويك

8 - 4

إتقان المفاهيم

46. تحضير المركّبات العضوية ما المواد الأولية اللازمة لتحضير

معظم المركّبات 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 التغيرات

الآتية:

a. ألكين ← ألكان

الإضافة

b. هاليد الألكيل ← كحول

الاستبدال

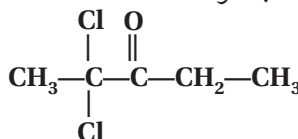
c. هاليد الألكيل ← ألكين

الحذف

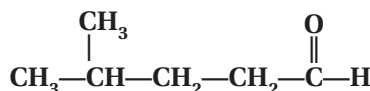
إتقان حلّ المسائل

44. ارسم الصيغ البنائية لمركّبات الكربونيل الآتية:

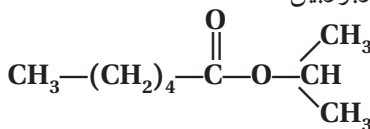
a. 2، 2 - ثنائي كلورو -2- بيوتانون



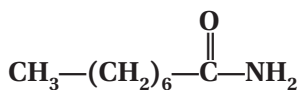
b. 4-ميثيل بيوتانال



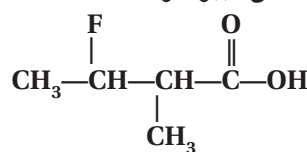
c. هكسانوات الأيزوبروبيل



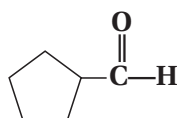
d. أوكتانوأميد



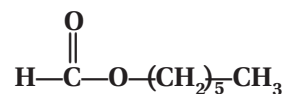
e. 3- فلورو -2- ميثيل حمض البيوتانويك



f. بيتانال حلقي



g. ميثانوات الهكسيل



51. ما نوع التفاعل الذي يعمل على تحويل الكحول إلى كل نوع من المركبات الآتية:

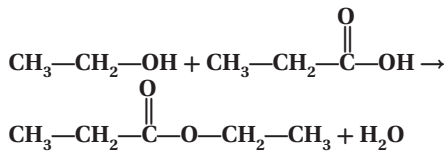
a. إستر
التكاثف

b. ألكين
الحذف

c. هاليد الألكيل
الاستبدال

d. ألدهيد
الأكسدة

52. استعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلة تفاعل التكاثف بين الإيثانول وحمض البروبانويك.



8 — 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.

d. أمين + حمض كربوكسيلي ← أميد
التكاثف

e. كحول ← هاليد الألكيل
الاستبدال

f. ألكين ← كحول
الإضافة، والتميه (إضافة الماء)

إتقان حل المسائل

49. صنّف كلّ من التفاعلات العضوية الآتية إلى استبدال، أو إضافة، أو أكسدة واختزال، أو حذف، أو تكاثف.

a. 2- بيوتين + هيدروجين ← بيوتان
الإضافة

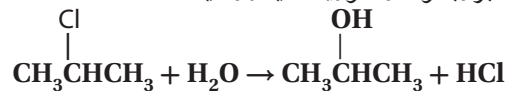
b. بروبان + فلور ← 2-فلوروبروبان + فلوريد الهيدروجين.
الاستبدال

c. 2- بروبانول ← بروبين + ماء
الحذف

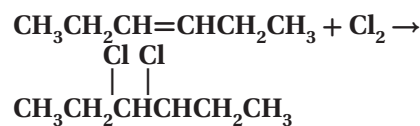
d. بيوتين حلقي + ماء ← بيوتانول حلقي
الإضافة

50. استعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلات التفاعلات الآتية:

a. تفاعل الاستبدال بين 2- كلوروبروبان والماء لتكوين 2- بروبانول وكلوريد الهيدروجين.

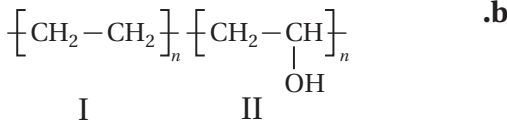


b. تفاعل الإضافة بين 3- هكسين والكلور لتكوين 3، 4- ثنائي كلوروهكسان.



إتقان حل المسائل

البوليمر II



البوليمر II

57. ادرس الصيغ البنائية للبوليمرات الواردة في الجدول 8-14، ثم قرر هل تنتج هذه البوليمرات عن عملية بلمرة الإضافة أو بلمرة التكاثف.

- a. النايلون
عملية بلمرة بالتكاثف
- b. بولي أكريلونيتريل
عملية بلمرة بالإضافة
- c. بولي يوريثان
عملية بلمرة بالتكاثف
- d. بولي بروبيلين
عملية بلمرة بالإضافة

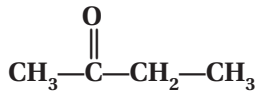
58. الهرمونات البشرية أيّ الهالوجينات يوجد في الهرمونات التي تُنتجها الغدة الدرقية الطبيعية في الإنسان؟
اليود

مراجعة عامة

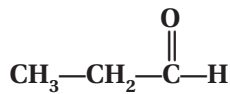
59. صف خواص الأحماض الكربوكسيلية.
تعدّ الأحماض الكربوكسيلية أحماضاً ضعيفة، ذات مذاق حمضي، وتتكوّن من جزيئات قطبية.

60. ارسم الصيغ البنائية للمركبات الآتية:

a. 2 - بيوتانون

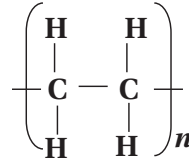


b. بروبانال

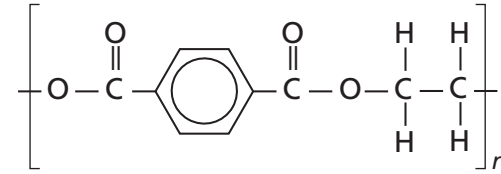


54. تصنيع البوليمر ما المونومرات التي يلزم أن تتفاعل لإنتاج كلّ من البوليمرات الآتية؟

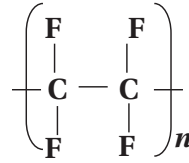
- a. بولي إيثيلين
الإيثيلين (C₂H₄)



- b. بولي إيثيلين تيرافثاليت
ثنائي - بيتا - هيدروكسي تيرافثاليت



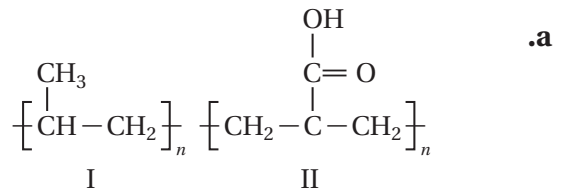
- c. بولي رباعي فلوروايثيلين
رباعي فلوروايثيلين ()



55. سمّ البوليمرات الناتجة من المونومرات الآتية:

- a. CH₃Cl
بولي فينيل كلوريد.
- b. CH₂=CCl₂
بولي فينيلدين كلوريد.

56. اختر البوليمر في كلّ من الأزواج الآتية الذي تتوقّع أن تكون ذائبة أكبر في الماء.



63. ارسم الصيغة البنائية للمركبات العضوية الناتجة عن تفاعل الإيثين مع كل من المواد الآتية واكتب أسماءها.

a. الماء

CH₃CH₂OH، إيثانول

b. هيدروجين

CH₃CH₃، إيثان

c. كلوريد الهيدروجين

CH₃CH₂Cl، كلوروايثان

d. الفلور

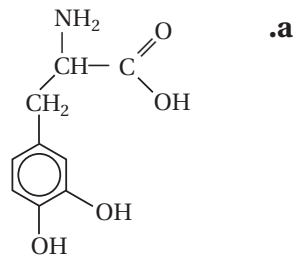


التفكير الناقد

64. التقويم ذوبانية حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) عالية في الماء، وأحياناً تكون الأحماض الكربوكسيلية في الحالة الطبيعية على شكل سلسلة طويلة، مثل حمض البالميتيك (CH₃(CH₂)₁₄COOH) غير ذائبة في الماء. فسّر ذلك.

يدوب 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.

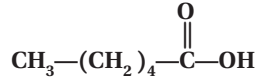
65. تفسير الرسوم العلمية اعمل قائمة بجميع المجموعات الوظيفية الظاهرة في المركبات العضوية الآتية:



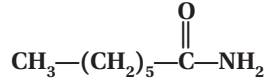
ثيفادوبا

مجموعة كربوكسيل، ومجموعة أمين، ومجموعتا هيدروكسيل.

c. حمض الهكسانويك



d. أميد هبتان



61. سمّ 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 لكل من البوليمرات الآتية:

a. بولي برويلين

أوعية للمشروبات، والحقائب، وأدوات المطبخ.

b. بولي يوريثان

الأثاث، ومخدات الفوم، والطلاء المقاوم للماء، وبعض أجزاء الأحذية.

c. بولي رباعي فلوروايثيلين

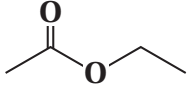
أدوات الطبخ غير القابلة للالتصاق، وتغليف الكبسولات الدوائية، وفي محركات السيارات.

d. بولي فينيل كلوريد

الأنابيب البلاستيكية، وتغطية اللحوم والمفروشات، والملابس الواقية من المطر، وجدران المنازل، وخرائط المياه.

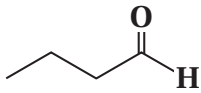
68. حدّد ارسـم الصيغة البنائية لمركّب عضوي مكوّن من أربع ذرات كربون وينتمي إلى كلّ نوع من أنواع المركّبات الآتية:

a. الإسترات



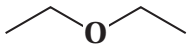
إيثيل إيثانوات

b. الألدهيدات



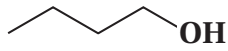
بيوتانال

c. الإثيرات



ثنائي إيثيل إيثر

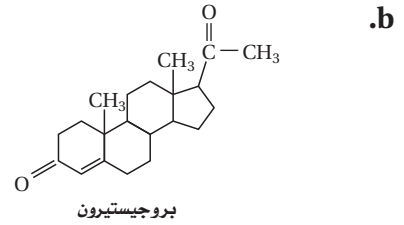
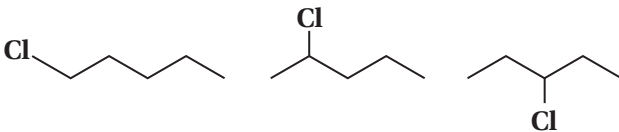
d. الكحولات



1- بيوتانول

69. التوقّع يصف تفاعل الهلجنة الأحادي تفاعل استبدال ذرة هيدروجين واحدة بذرة هالوجين. بينما يصف تفاعل الهلجنة الثنائي تفاعل استبدال ذرتي هيدروجين بذرتي هالوجين.

a. ارسـم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الأحادي الذي يتضمّن تفاعل البنزين مع Cl_2 .

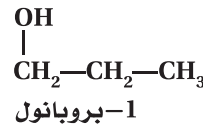


بروجيسترون

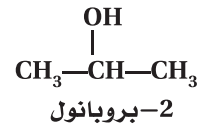
مجموعتا كربونيل، ومجموعة $C=C$

66. التوصل اكتب الصيغة البنائية لكلّ المتشكّلات البنائية ذات الصيغ الجزيئية الآتية، ثمّ اذكر اسم كلّ متشكّل.

a. C_3H_8O



1-بروبانول

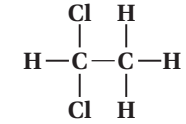


2-بروبانول

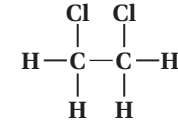


إيثيل ميثيل إيثر

b. $C_2H_4Cl_2$

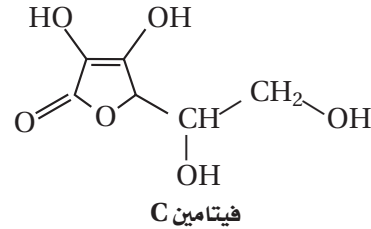


1.1- ثنائي كلورو إيثان



2.1- ثنائي كلورو إيثان

67. تفسير الرسوم العلمية تحتاج الخلايا الحية في الإنسان إلى فيتامين C لتصنيع المواد التي تكوّن النسيج الضامّ مثل تلك الموجودة في الأربطة. اكتب أسماء المجموعات الوظيفية الموجودة في جزيء فيتامين C المبين في الشكل 8-24.



فيتامين C

الشكل 8-24

أربع مجموعات هيدروكسيل، ورابطة $C=C$ لألكين حلقي، ومجموعة كربونيل، ومجموعة إيثر.

b. مستعملاً البيانات في الجدول، أوجد العلاقة بين ذاتية الكحول في الماء وحجم الكحول. تقل ذاتية في الماء عند ازدياد حجم الكحول.

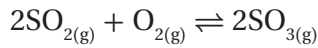
c. قدّم تفسيراً للعلاقة التي توصلت إليها في الجزء b. عند ازدياد عدد ذرات الكربون في الكحول، تزداد الأجزاء غير القطبية، في حين تبقى الأجزاء القطبية ثابتة. ونتيجة لذلك، تقلّ الذائبية في جزيئات الماء القطبية.

مراجعة تراكمية

71. ما الخطوة المحددة للتفاعل؟

الخطوة الأبطأ للتفاعل الابتدائي والتي تؤدي إلى تكوين المعقد المنشط.

72. اعتماداً على مبدأ لوتشاتيليه، كيف تؤثر زيادة حجم وعاء التفاعل في الاتزان:



ينزاح الاتزان نحو اليسار؛ لوجود عدد مولات أكثر مقارنة مع الجهة اليمنى.

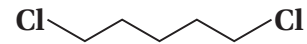
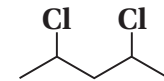
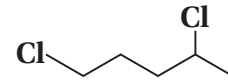
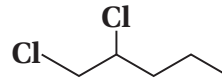
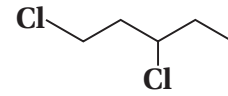
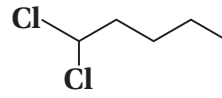
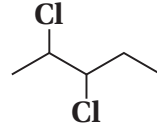
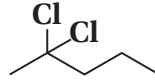
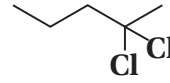
73. قارن بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة. تحتوي الهيدروكربونات المشبعة على روابط أحادية، في حين تحتوي الهيدروكربونات غير المشبعة على رابطة ثنائية أو ثلاثية على الأقل بين ذرات الكربون.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

74. نظرة تاريخية اكتب قصة قصيرة حول حياتك لو كنت تعيش في القرن الثامن قبل تطوير البوليمرات الصناعية. يجب أن تتضمن إجابات الطلاب مناقشة البدائل التي يمكن استعمالها مكان البوليمرات الاصطناعية في الحياة والاستعمال اليومي، مثل أكياس البلاستيك، المطاط، النايلون وألياف البوليستر، وزجاجات البلاستيك.

b. ارسم الصيغ البنائية الممكنة جميعها للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الشائي الذي يتضمّن تفاعل البنزين مع Cl_2 .



الجدول 8-15 ذائبية الكحول في الماء (mol/100g H₂O)

الذائبية	صيغة الكحول	اسم الكحول
غير محدد	CH ₃ OH	ميثانول
غير محدد	C ₂ H ₅ OH	إيثانول
غير محدد	C ₃ H ₇ OH	بروبانول
0.11	C ₄ H ₉ OH	بيوتانول
0.030	C ₅ H ₁₁ OH	بنتانول
0.058	C ₆ H ₁₃ OH	هكسانول
0.0008	C ₇ H ₁₅ OH	هبتانول

70. تقويم ادرس الجدول 8-15 من حيث ذائبية بعض أنواع الكحولات في الماء. استعمل هذا الجدول للإجابة عن الأسئلة الآتية:

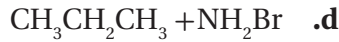
a. مانع الرابطة المتكوّنة بين مجموعة -OH في الكحول والماء؟ روابط هيدروجينية

اختبار مُقنن

الصفحة 115

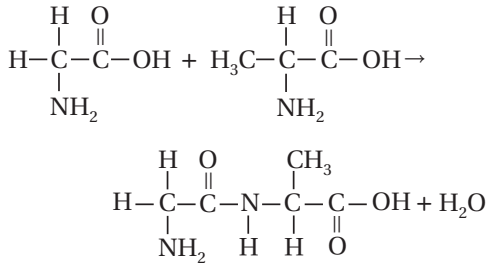
أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما النواتج المتوقعة لهذا التفاعل؟
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow ?$



c

2. ما نوع التفاعل الآتي؟



a. استبدال

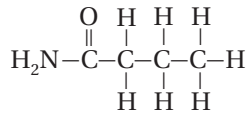
b. تكاثف

c. إضافة

d. حذف

b

3. ما نوع المركب الذي يُمثله الجزيء الآتي؟



a. أمين

b. أميد

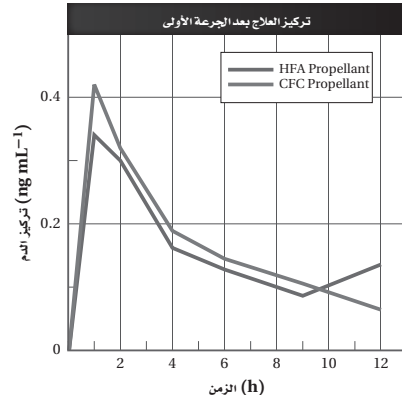
c. إستر

d. إيثر

b

أسئلة المستندات

مواد الصيدلانية تحتوي العديد من الأدوية المستعملة لعلاج الربو مركبات الكلوروفلوروكربون. ومع ذلك نادى بروتوكول مونتريال بفرض حظر على استعمال هذه المركبات عام 2008 م واستبدال مركبات الهيدروفلوروكربون ألكان بها. وقد وجد أن اثنين من مركبات الهيدروفلوروكربون ألكان (HFAs) غير فعّال في دفع أدوية الربو إلى الرئتين، كما يتوجب خفض جرعة الدواء إلى النصف عند استعمال الهيدروفلوروكربون ألكان. يُبين الشكل 8-25 تركيز العلاج بعد استعمال بخعة واحدة من مركب بيكلوميثازون باستعمال بخاخات CFC وأخرى باستعمال بخاخات HFA.



الشكل 8-25

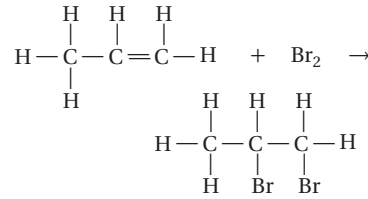
75. بعد استعمال جرعة واحدة من علاج بيكلوميثازون beclomethasone، أيّ البخاخات أدت إلى تركيز أعلى للعلاج في الدم: HFA أو CFC؟
HFA

76. متى يصل تركيز العلاج إلى الذروة؟
 بعد نحو ساعة واحدة تقريباً.

77. 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.

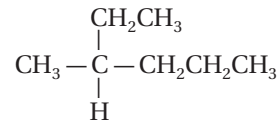
4. ما نوع التفاعل المُبيّن أدناه؟



- c. تكاثف
d. حذف الماء
c. بلمرة
d. هليجنة

(d)

5. استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال رقم 5.



5. أيُّ مما يأتي يُعدّ الاسم الصحيح للمركّب؟

- a. 3-ميثيل هكسان
b. 2-ميثيل بنتان
c. 2-بروبيل بيوتان
d. 1-إثيل-1-ميثيل بيوتان

(a)

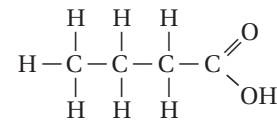
6. أيُّ المشتقات الهيدروكربونية له الصيغة العامة R-OH؟

- a. الكحول
b. الأمين
c. الكيتون
d. الحمض الكربوكسيل

(a)

أسئلة الإجابات القصيرة

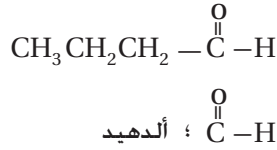
استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و 8.



7. ما المجموعة الوظيفية الظاهرة في هذا المركّب؟
مجموعة الكربوكسيل

8. ما اسم هذا المركّب؟
حمض البيوتانويك

9. ما نوع المجموعة الوظيفية في المركب الآتي؟

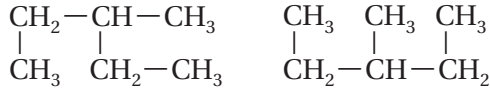


10. ما الصيغة البنائية المختصرة للهبثان؟



أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال رقم 11.



11. كلٌّ من الصيغتين البنائيتين أعلاه لها نفس الصيغة الجزيئية C₆H₁₄. هل يمكن اعتبار كلٍّ منهما متشكلاً للآخر؟ فسّر إجابتك.

لا تُعد 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 المركّب نفسه، ولكنهما عُرضاً بطريقة مختلفة.

المركبات العضوية الحيوية

1 – 9 البروتينات

الصفحات 123 – 118

التقويم 1 – 9

الصفحة 123

4. قوّم ما خواص البروتينات التي تجعلها عوامل مساعدة مفيدة؟ وكيف تختلف عن عوامل مساعدة أخرى سبق أن درستها؟

تعدّ البروتينات عوامل محفّزة مفيدة؛ بسبب حجمها الكبير والعدد الكبير والمتنوع من المجموعات الوظيفية على السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية. إذ أن معظم العوامل المحفّزة غير العضوية مركبات أصغر بكثير.

5. اشرح ثلاث وظائف للبروتينات في الخلايا، وأعط مثلاً على كلّ وظيفة.

تعمل البروتينات كإنزيمات، ونقل مركبات أصغر، وفي تكوين تراكيب، وكهرمونات.

6. صنّف حمضاً أمينياً من الجدول 1-9 يمكن تصنيفه في كلّ فئة من الأزواج الآتية:

a. غير قطبي مقابل قطبي

غير قطبي: الجلايسين، الفالين، الفينيل الألتين.

قطبي: السيرين، الكستالين، الجلوتامين، اللايسين، حمض الجلوتاميك.

b. أروماتي مقابل أليفاتي

أروماتي: الفينيل الألتين

أليفاتي: الآخرون جميعاً

c. حمضي مقابل قاعدي

حمضي: حمض الجلوتاميك.

قاعدي: اللايسين.

2 – 9 الكربوهيدرات

الصفحات 126 – 124

التقويم 2-9

الصفحة 126

7. اشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

تعدّ الكربوهيدرات المصدر الرئيس والضروري للطاقة في المخلوقات الحية، وتخدم أيضاً كمستودع لتخزين الطاقة.

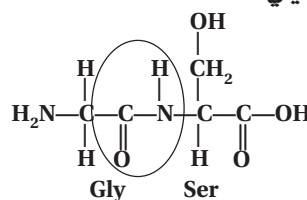
1. صف ثلاثة بروتينات، وحدّد وظائفها.
الباباين: إنزيم يُكسّر البروتين إلى أحماض أمينية.
الهيموجلوبين: ينقل الأكسجين في الجسم.
الكولاجين: بروتين بناثي يوجد في الجلد، والأربطة، والأوتار، والعظم.

2. قارن بين بناء الأحماض الأمينية، وثنائي الببتيد، وعديد الببتيد، والبروتين. وأيها لديه أكبر كتلة جزيئية؟ وأيها لديه أصغر كتلة جزيئية؟

تعدّ الأحماض الأمينية وحدات فردية من المركبات الحيوية، ترتبط بعضها ببعض. يكون ثنائي ببتيد إذا ارتبط حمضان أمينيان، ويكون متعدد الببتيد إذا ارتبط أكثر من عشرة أحماض أمينية، أما إذا ارتبط أكثر من خمسين حمضاً أمينياً فيكون بروتيناً. من الأصغر إلى الأكبر: حمض أميني، ثنائي الببتيد، عديد الببتيد، بروتين.

3. ارسم تركيب ثنائي الببتيد Gly-Ser، وضع دائرة حول الرابطة الببتيدية.

يجب أن يُبين التركيب مجموعة COOH من الجلايسين وNH₂ من السيرين يساهمان في عمل رابطة ببتيدية، كما هو موضّح فيما يلي:



3 - 9 الليبيدات

الصفحات 131 - 127

التقويم 3-9

الصفحة 131

12. صف وظيفة الليبيدات. تُخزن الطاقة بفعالية، وتكون معظم تركيب الخلايا الحية.

13. صف تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية، والستيرويدات، والشمع. الأحماض الدهنية: حمض كربوكسيلي طويل السلسلة صيغته $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ؛ الجليسيد الثلاثي: ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة مع جليسرول بروابط إستر؛ الليبيد الفوسفوري: حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات مرتبطة مع جليسرول بروابط إستر؛ الستيرويد: لا يحتوي على أحماض دهنية ولكن لديه تركيب ذو أربع حلقات.

14. اعمل قائمة بوظيفة مهمة لكل من الليبيدات الآتية:

- a. الجليسريدات الثلاثية
الجليسيد الثلاثي: المكون الرئيس لتخزين الليبيدات.
- b. الليبيدات الفوسفورية
الليبيدات الفوسفورية: تكون الأغشية الخلوية.
- c. الشموع
الشمع: تكون أغلفة واقية.
- d. الستيرويدات
الستيرويدات: هرمونات، وفيتامينات وفي الأغشية الحيوية.

15. اذكر تفاعلين من تفاعلات الأحماض الدهنية. التصبن والهدرجة.

8. صف تراكيب السكريات الأحادية والثنائية والعديدة التسكر. أيها له أكبر كتلة جزيئية؟ وأيها له أصغر كتلة؟ السكريات الأحادية مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل متعددة ومجموعة الدهيد أو كيتون. والسكريات الثنائية سكران أحاديان مرتبطان معاً برابطة أثير. أما السكريات عديدة التسكر فهي عدة سكريات أحادية مرتبطة معاً بروابط أثير. والترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو: سكر أحادي، وسكر ثنائي، وسكريات عديدة التسكر.

9. قارن بين تراكيب النشا والسليولوز. كيف تؤثر الاختلافات في التركيب في قدرتنا على هضم هذين النوعين من السكريات؟ يحتوي كل من النشا والسليولوز على وحدات بناء أساسية من الجلوكوز. وهما يختلفان في طريقة توجه الروابط التي تمسك بالجلوكوز معاً في الفراغ. وبسبب الاختلاف في الشكل هذا، فإن إنزيماتنا الهضمية لا تستطيع أن تفكك السليولوز.

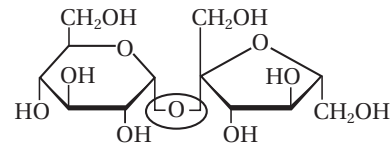
10. احسب إذا كان لأحد الكربوهيدرات 2^n متشكلاً محتملاً، حيث n تساوي عدد ذرات الكربون في التركيب، فاحسب عدد التشكلات المحتملة للسكريات الأحادية الآتية: الجللاكتوز، والجلوكوز، والفركتوز.

الجللاكتوز: متشكلاً $2^n = 2^4 = 16$

الجلوكوز: متشكلاً $2^n = 2^4 = 16$

الفركتوز: متشكلاً $2^n = 2^3 = 8$

11. تفسير الرسوم العلمية انسخ رسم السكروز على ورقة منفصلة، وضع دائرة حول مجموعة الإثير الوظيفية التي تربط الوحدات الأساسية السكرية معاً.



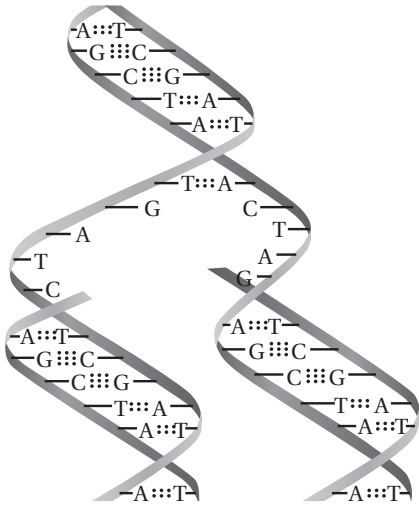
4 - 9 الأحماض النووية

الصفحات 132 - 135

مختبر حل المشكلات

الصفحة 134

التفكير الناقد

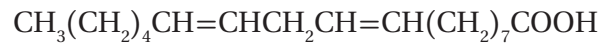


1. قارن بين التسلسل في الشريط الذي صُنِع حديثاً والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
تسلسل القواعد في الشريط الجديد مُكَمَّل للتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. اشرح إذا لَوَّنت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر، و لَوَّنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوَّنت حديثاً؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان ذاتها؟
سيكون لجميع الجزيئات DNA الجديدة شريط أحمر وشريط أزرق. وهذا يُبَيِّن أن التضاعف نصف تحفظي. فكل جزيء له شريط أصلي وشريط جديد.

16. صف تركيب الأغشية الخلوية وعملها.

لديه طبقتان من الليبيدات الفوسفورية، مرتبة بحيث تكون ذيولها غير القطبية نحو الداخل ورؤوسها القطبية متجهة نحو الخارج. وتعمل كحاجز يسمح لمواد بالدخول والخروج من الخلية.

17. اكتب معادلة الهدرجة الكاملة للحمض الدهني غير المشبع وحمض اللينوليك.



18. تفسر الرسوم العلمية ارسام البناء العام للبيد فسفوري، وعيّن عليه الأجزاء القطبية وغير القطبية.



يجب أن يُبَيِّن الرسم مجموعتين من الأحماض الدهنية، ومجموعة فوسفات واحدة مرتبطة بالجليسرول برابطة إستر. حيث تكون مجموعة الفوسفات قطبية، في حين تكون مجموعتا الأحماض الأمينية غير قطبية.

الفصل 9 مراجعة الفصل

الصفحات 143 – 139

9 – 1

إتقان المفاهيم

24. ماذا تُسمّى السلسلة المكوّنة من ثمانية أحماض أمينية؟
والسلسلة المكوّنة من 200 حمض أميني؟
ببتيد، بروتين.

25. سمّ نوعين من المجموعات الوظيفية التي تتفاعل معاً لتكوين رابطة ببتيدية، وسمّ أيضاً المجموعة الوظيفية في الرابطة الببتيدية نفسها.
مجموعتا أمين وكربوكسيل؛ مجموعة أميد.

26. استعمل الرموز المبيّنة لتمثيل تراكيب أربعة أحماض أمينية مختلفة، لرسم تراكيب أربعة ببتيدات ممكنة يتكوّن كلٌّ منها من أربعة أحماض أمينية يمكن ربطها بترتيبات مختلفة:
الحمض الأميني 1: ■ الحمض الأميني 3: ◆
الحمض الأميني 2: ▲ الحمض الأميني 4: ●
إجابات محتملة:

◆▲■●; ▲■◆●; ■●◆▲; ●◆▲■

27. تشرح جسم الإنسان سمّ خمسة أجزاء من الجسم تحتوي بروتينات بنائية.
إجابات محتملة: جلد، وأربطة، وأوتار، وعظام، وشعر.

28. عدّد أربع وظائف رئيسة للبروتينات، وأعط مثلاً واحداً على بروتين يقوم بكلّ وظيفة من هذه الوظائف.
إجابات محتملة: أنزيمات؛ البوابين، ولبروتينات النقل؛ هيموجلوبين؛ دعم بنائي؛ الكولاجين؛ اتصال؛ هرمونات الغدة الدرقية.

29. صف شكلين شائعين لتركيب البروتين الثلاثي الأبعاد.
لولب ألفا هو جزء ملتف من سلسلة بروتين. صحيفة بيتا هي مساحة منبسطة حيث تنطوي سلسلة إلى الخلف والأمام تكراراً.

3. اشرح كيف يمكن أن يتأثر المخلوق الحي إذا حدث خطأ في أثناء تضاعف DNA فيه؟ وهل التأثيرات دائمة؟ وضح إجابتك.

سيُمرّر الخطأ إلى RNA حيث سيُستخدم لتوجيه إنتاج بروتين فيه خلل؛ لاحتوائه على حمض أميني غير صحيح. وإذا حصل هذا الخطأ في خلية تناسلية وكان البروتين حيويًا للحياة، فإن الفرد الجديد لن يعيش. نعم ستكون التأثيرات دائمة؛ لأن الخطأ سيتضاعف.

التقويم 4 – 9

الصفحة 135

19. اشرح الوظيفة الأساسية لكلّ من RNA و DNA. الوظيفة الأساسية لـ RNA هي بناء البروتينات. والوظيفة الأساسية لـ DNA هي تخزين المعلومات الوراثية.

20. حدّد المكوّنات البنائية الخاصة لكلّ من RNA و DNA. يحتوي RNA على الرايبوز، ومجموعات الفوسفات، وقواعد A، C، G، و U. ويحتوي DNA على ديوكسي رايبوز، ومجموعات فوسفات، وقواعد A، C، G، و T.

21. اربط وظيفة DNA بتركيبه. يتكوّن DNA من شريطين ينفكان ثمّ يكوّنان أزواج قواعد نيتروجينية مكّملة. وتتضمّن هذه العملية نسخ تسلسل DNA تمامًا كما هو، لتُمرّر المعلومات الوراثية إلى الخلايا الجديدة.

22. حلّل تركيب الأحماض النووية لتحديد التركيب الذي يجعلها أحماضاً.

يتكوّن RNA من شريط واحد، ويستخدم في صناعة البروتينات وفق تسلسل للأحماض الأمينية يقرّره ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA. حيث تجعل مجموعة الفوسفات الأحماض النووية حمضية.

23. توقّع ماذا سيحدث إذا احتوى DNA الذي يحمل شيفرة صنع بروتين على تسلسل قواعد خاطئ. قد يحتوي البروتين الذي يُصنع من DNA وفق تسلسل خاطئ للقواعد التسلسل الخاطئ للأحماض الأمينية.

التريبتوفان حمض أميني كبير غير قطبي، أورماتي لا يذوب في الماء، وله درجتان انصهار وغليان مرتفعتين نسبياً. وهو وحدة بناء للبروتينات أيضاً.

35. هل ثنائي بيتيد اللايسين - الفالين هو المركب نفسه كثنائي بيتيد الفالين - اللايسين؟ وضح إجابتك.
لا، كل حمض أميني له مجموعة مختلفة متعلقة بالرابطه البيبتيدية.

36. إنزيمات كيف تُحفّض الإنزيمات طاقة التنشيط لتفاعل ما؟
تكوّن الأنزيمات روابط عديدة مع المواد الخاضعة لفعل الإنزيم، فتخفض طاقتها التنشيطية.

37. كيمياء الخلية معظم البروتينات ذات الشكل الكروي موجهة، بحيث تكون معظم أحماضها الأمينية اللاقطبية في الجهة الداخلية والأحماض القطبية موجودة على السطح الخارجي. فهل يمكن أن يكون ذلك معقولاً من حيث طبيعة بيئة الخلية؟ وضح إجابتك.

نعم. الوسط الخلوي مائي، لذلك فإنه من المعقول أن تكون الأحماض الأمينية القطبية لبروتينات الخلية على السطح الخارجي للجزيء، وأحماض أمينية قطبية أقل في الداخل.

إتقان حل المسائل

38. بكم طريقة يمكنك ترتيب ثلاثة أو أربعة أو خمسة أحماض أمينية مختلفة في البيبتيد؟

$$20^3 = 8.0 \times 10^3$$

$$20^4 = 1.6 \times 10^5$$

$$20^5 = 3.5 \times 10^6$$

39. كم رابطة بيبتيدية توجد في بيتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟

4

30. سمّ المجموعات الوظيفية في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية الآتية:

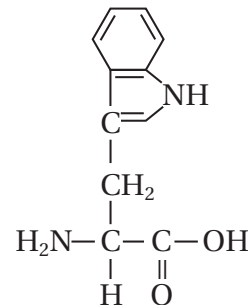
- الجلوتامين
مجموعة أميد.
- السيرين
مجموعة هيدروكسيل
- حمض الجلوتاميك
مجموعة كربوكسيل
- اللايسين
مجموعة أمين

31. اشرح كيف يعمل الموقع النشط للإنزيم.
يرتبط الموقع النشط مع المواد. ويحدث تفاعل بين المواد التي تخضع لفعل الأنزيم لأنها تبقى قريبة من بعضها البعض وتقل طاقة التنشيط.

32. أعط مثلاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية.
فينيل الألنين.

33. سمّ حمضين أمينيين غير قطبيين وآخرين قطبيين.
غير قطبي: الجللايسين، الفالين، الفينيل الألنين.
قطبي: السيرين، السيستين، الجلوتامين، اللايسين، حمض الجلوتاميك.

34. التركيب المبين في الشكل 24-9 للتريبتوفان. صف بعض الخواص التي تتوقعها للتريبتوفان، بناءً على تركيبه. وإلى أيّ من المركبات العضوية الحيوية ينتمي التريبتوفان؟ وضح إجابتك.



الشكل 24-9

9 - 2

إتقان المفاهيم

43. الكربوهيدرات صنف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

- a. النشا سكر عديد التسكر e. السليلوز سكر عديد التسكر
 b. الجلوكوز سكر أحادي f. الجلاليكوجين سكر عديد التسكر
 c. السكروز سكر ثنائي g. الفركتوز سكر أحادي
 d. الرايبوز سكر أحادي h. اللاكتوز سكر ثنائي

44. سمّ متشكّلين للجلوكوز. الفركتوز، والجلالكتوز.

45. ما نوع الرابطة التي تتكوّن عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟ رابطة إيثر

46. السكريات أعط مصطلحاً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

- a. سكر الدم
 b. سكر المائدة
 c. سكر الفاكهة
 d. سكر الحليب
 جلوكوز
 سكروز
 فركتوز
 لاكتوز

40. البروتينات متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في ببتيد متعدّد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟

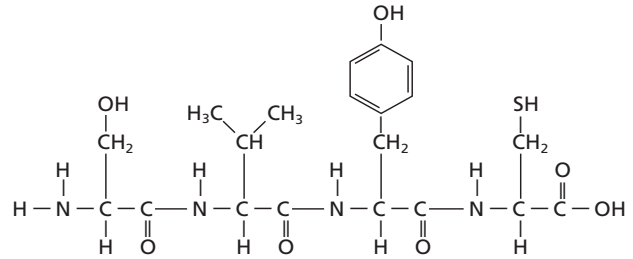
a. الأنسولين (51 حمضاً أمينياً)

$$51 \times 110 = 5610 \cong 5600$$

b. المايوسين (1750 حمضاً أمينياً)

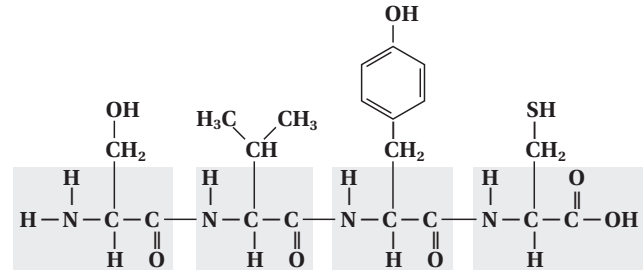
$$1750 \times 110 = 192500 \cong 190000$$

41. حدّد عدد الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية التي توجد في الببتيد المبين في الشكل 9-25.



الشكل 9-25

4 أحماض أمينية؛ 3 روابط ببتيدية كما هو مبين فيما يلي:

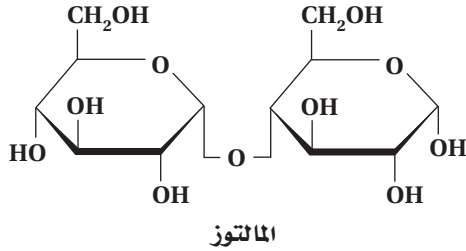


42. معدل الكتلة المولية لحمض أميني هو 110 g/mol ، احسب عدد الأحماض الأمينية التقريبي في بروتين كتلته المولية 36,500 g/mol

$$36,500 \div 110 \cong 332$$

50. يتكوّن السكر الثنائي الملتوز من وحدتي جلوكوز. ارسم تركيبه.

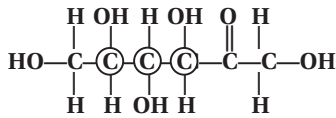
يجب أن يُبين التركيب وحدتي جلوكوز ترتبطان برابطة إيثر كما هو موضح فيما يلي:



51. لماذا يُنتج تميّه السليلوز، والجلالاكوجين، والنشا سكرًا أحاديًا واحدًا فقط؟ وما السكر الأحادي الذي يُنتج؟ البولييمرات الثلاثة جميعها مصنوعة من الجلوكوز فقط. لذا، سيُنتج الجلوكوز فقط عند التميّه.

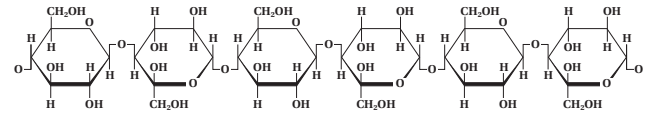
52. اهضم لماذا لا يمكن أن يتحلّل السكر الثنائي أو العديد التسكّر عند عدم وجود الماء؟ دَعّم إجابتك بمعادلة. يجب أن تتكسّر روابط الإيثر (C-O-C) التي تربط السكريات معًا لتكوين رابطتي COH بدمج الماء، وهذا تفاعل تميّه. والمعادلة هي عكس تلك الموجودة في الشكل 10-4 صفحة 125.

53. ارسم تراكيب الفركتوز عندما يكون في صورة سلسلة مفتوحة. ضع دائرة حول كلّ ذرة كربون غير متماثلة، ثمّ احسب عدد المتشكّلات الفراغية التي لها صيغة الفركتوز نفسها. متشكّلات $2^n = 2^3 = 8$

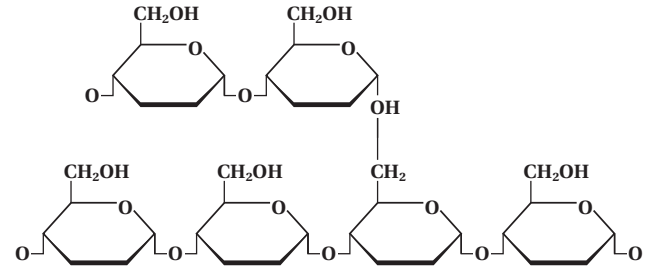


54. السكريات قارن من حيث الصيغة الجزيئية والكتلة المولية والمجموعات الوظيفية لكلّ من الجلوكوز والفركتوز. الجلوكوز والفركتوز متشكّلان بناثيان. لذلك، لهما الصيغة الجزيئية نفسها ($C_6H_{12}O_6$) والكتلة المولية نفسها ($180g/mol$). ويحتوي كلاهما على 5 مجموعات هيدروكسيل، إلا أن الفركتوز يحتوي على مجموعة كيتون أيضًا، في حين يحتوي الجلوكوز على مجموعة ألدهيد.

47. السليلوز والنشا قارن بين التراكيب الجزيئية للسليلوز والنشا المبينة في الشكل 9-26.



السليلوز



النشا

الشكل 9-26

يحتوي التركيبان على تراكيب حلقية متشابهة، ولكن تركيب السليلوز طولي، أما النشا فتركيبه متفرّع.

48. الكيمياء في النباتات قارن بين وظائف النشا والسليلوز في النباتات، ووضّح أهمية التركيب الجزيئي لكلّ منهما بالنسبة لوظيفته.

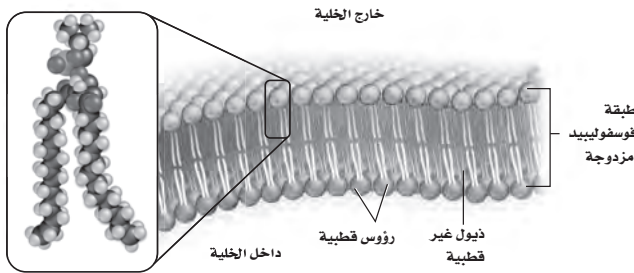
المادتان من السكريات عديدة التسكّر الموجودة في النباتات. إلا أن النشاء يُستعمل لاختزان الطاقة، ويكوّن السليلوز جدران الخلايا النباتية الصلبة. ويسمح التركيب الطولي الطويل للسليلوز للسلاسل أن تلتصق معًا بشدة مكونة تركيبًا قويًا صلبًا. في حين يتكوّن النشا من وحدات جلوكوز وهو غير قابل للذوبان في الماء، ممّا يجعله مخزنًا جيدًا للطاقة.

49. استنتج كيف تعطي الاختلافات في ترتيبات الروابط في السليلوز والنشا خواص مختلفة؟ ترتبط وحدات البناء الأساسية (المونومرات) معًا بطرق مختلفة. فالسليلوز بوليمر طولي يتكوّن من سلاسل متوازية تتماسك بشدة بعضها مع بعض في حزم. أما النشاء بوليمر متفرّع؛ حيث يمنع هذا التفرّع من أن يكون التركيب حزمًا مترابطة.

59. الصابون والمنظفات اشرح كيف أن تركيب الصابون يجعله عامل تنظيف فعّالاً.

للصابون طرف غير قطبي يذوب الأوساخ والشحوم غير الدهنية، كما أن طرفه الأخر قطبي قابل للذوبان في الماء، وهذا يسمح للماء أن يغسل الصابون والأوساخ.

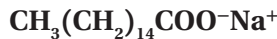
60. ارسم جزءاً من غشاء ليبيدي ذي طبقتين، وأشر إلى الأجزاء القطبية وغير القطبية من الغشاء.
يجب أن يشبه الرسم الشكل 17-9 صفحة 130.



61. أين تُخزّن الأحماض الدهنية في جسم الإنسان؟ وفي أي صورة؟
في الخلايا الدهنية على شكل جلسريد ثلاثي.

62. ما نوع الليبيد الذي لا يحتوي على سلاسل أحماض دهنية؟ ولماذا تُصنّف هذه المركّبات على أنها ليبيدات؟
الستيرويدات؛ لأنها ثنائية الجزئيات، وكبيرة الحجم، وغير قطبية.

63. الصابون ارسم تركيب صابون بالمتات الصوديوم. (الالمتات هو القاعدة المرافقة للحمض الدهني المشبع ذي 16 ذرة كربون والمعروف باسم حمض البالميتيك). وأشر إلى طرفيه القطبي واللاقطبي.



الطرف الأيسر غير قطبي والطرف المشحون قطبي.

55. منظور تاريخي الكربوهيدرات ليست هيدرات الكربون كما يوحي الاسم بذلك. اشرح كيف حدث هذا المفهوم غير الصحيح.

الصيغة البنائية العامة للكربوهيدرات هي $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. اعتقد العلماء القداماء في البداية أن هذه المركّبات هي هيدرات الكربون. أما الآن فمن المعروف أنه لا توجد جزيئات ماء مرتبطة بجزيئات الكربوهيدرات، إلا أن اسم المركّبات بقي دون تغيير.

إتقان حل المسائل

56. الكربوهيدرات المعقّدة الستاكيوز سكر رباعي يحتوي على وحدتي D-جالاكتوز، ووحدة D-جلوكوز، ووحدة D-فركتوز والكتلة المولية لكل وحدة سكر هي 180g/mol قبل ارتباطها معاً في هذا السكر الرباعي. فإذا كان يتحرّر جزيء ماء واحد مقابل كل وحدتي سكر ترتبطان معاً فما الكتلة المولية للستاكيوز؟

$$(4 \times 180 \text{ g/mol}) - (3 \times 18 \text{ g/mol}) = 666 \text{ g/mol}$$

9 - 3

إتقان المفاهيم

57. قارن بين تركيب الجلسريد الثلاثي والليبيد الفوسفوري. الجلسريد الثلاثي: جزيء جلسرون ترتبط به ثلاثة أحماض دهنية بروابط إستر. الليبيد الفوسفوري: جزيء جلسرون يرتبط به حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات بروابط إستر.

58. توقّع أيهما تكون درجة انصهاره أعلى: الجلسريد الثلاثي المأخوذ من دهن البقر، أو الجلسريد الثلاثي المأخوذ من زيت الزيتون؟ فسّر إجابتك.

يحتوي دهن البقر على دهون مشبعة أكثر من زيت الزيتون. وتتراص الأحماض الدهنية المشبعة معاً أفضل من الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذلك ستكون درجة انصهار الليبيد البقري أعلى من زيت الزيتون.

4 - 9

إتقان المفاهيم

67. ما التراكيب الثلاثة التي تكوّن النيوكليوتيد؟
سكر، فوسفات، قاعدة نيتروجينية.

68. سمّ حمضين نوويين موجودين في المخلوقات الحية.
DNA و RNA.

69. اشرح دور DNA و RNA في إنتاج البروتينات.

يحمل DNA تعليمات لصنع بروتينات تمرّ التعليمات إلى RNA الذي يُترجم تعاقب القواعد إلى تعاقب أحماض أمينية في أثناء بناء البروتين.

70. أين يوجد DNA في الخلايا الحية؟
في النواة.

71. صف أنواع الروابط والتجاذبات التي تربط وحدات البناء الأساسية معاً في جزيء DNA.
روابط تساهمية تربط السكريات والفوسفات. وروابط هيدروجينية تربط القواعد معاً في مركز اللولب.

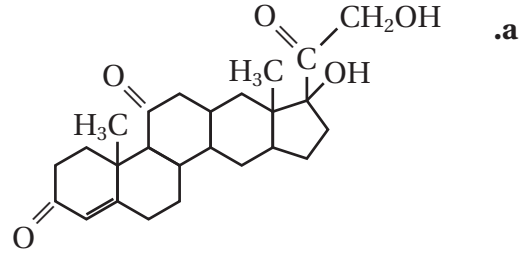
72. صنّف التركيب النووي المُبيّن في الشكل 9-27 إلى DNA أو RNA، فسّر إجابتك.



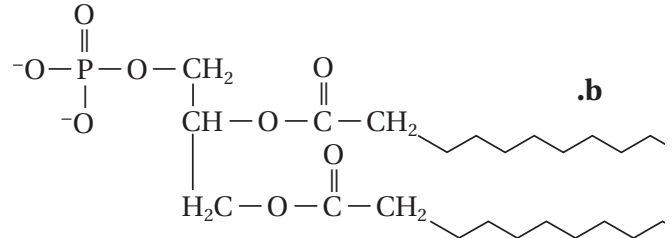
الشكل 9-27

التركيب هو RNA؛ لأن اليوراسيل موجود بدلاً من الثايمين. والسكريات هي رايبوز بدلاً من ديوكسي رايبوز، الذي يتكوّن من شريط واحد.

64. حدّد هل يُعدّ كلُّ تركيب ممّا يأتي حمضاً دهنيّاً، أو جلسريد ثلاثي، أو ليبيد فوسفوري، أو ستيرويد، أو شمعاً؟ فسّر إجابتك.



ستيرويد؛ لأن تركيبه يحتوي على حلقات.



ليبيد فوسفوري؛ لوجود حمضين دهنيين ومجموعة فوسفات مرتبطة مع جلسرول بروابط إستر.

إتقان حل المسائل

65. إذا كانت كثافة حمض البالمتيك الدهني تساوي 0.853g/ml

عند 62. فما كتلة عيّنة من حمض البالمتيك حجمها 0.886L

عند درجة الحرارة نفسها؟

حوّل الحجم من L إلى mL، ثم اضربه في الكثافة :

$$0.886 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{0.853 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 756 \text{ g}$$

66. الدهون غير المشبعة كم مولاً من غاز الهيدروجين تتطلّبه

هدرجة تامة لـ 1 mol من حمض اللينوليك؟ اكتب معادلة

موزونة لتفاعل الهدرجة. علماً بأن الصيغة الكيميائية لحمض

اللينوليك هي:



يتطلّب 3mol من H_2 للهدرجة الكاملة لحمض

اللينوليك.



78. كم جراماً من الجلوكوز يمكن أن يتأكسد كلياً بواسطة 2.0 L من غاز O_2 في الظروف المعيارية في أثناء التنفس الخلوي؟
 من المعادلة الموزونة: طاقة $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
 احسب عدد مولات الأكسجين O ، وعدد مولات الجلوكوز، ثم كتلتها:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

$$2.0 \text{ L } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol glucose}}{6 \text{ mol } O_2} \times \frac{180 \text{ g glucose}}{1 \text{ mol glucose}} = 2.7 \text{ g glucose}$$

79. الطاقة احسب مجموع الطاقة بوحدة kJ التي تتحوّل إلى ATP في أثناء عمليات التنفس الخلوي والتخمّر، وقارن بينها.

يُنْتِج كل 1 mol من الجلوكوز 2 mol من ATP في أثناء التخمّر:

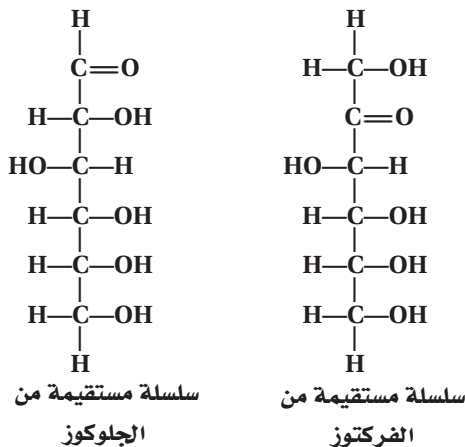
$$2 \text{ mol ATP} \times \frac{30.5 \text{ kJ}}{\text{mol ATP}} = 61.0 \text{ kJ}$$

يُنْتِج كل 1 mol من الجلوكوز 38 mol من ATP في أثناء التنفس الخلوي:

$$38 \text{ mol ATP} \times \frac{30.5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol ATP}} = 1160 \text{ kJ}$$

مراجعة عامة

80. ارسم مجموعات الكربونيل الوظيفية في الجلوكوز والفركتوز. فيم تشابه هذه المجموعات، وفيم تختلف؟
 في الجلوكوز، ترتبط مجموعة $C=O$ بذرة H وهي ألدهيد. أما في الفركتوز، ترتبط مجموعة $C=O$ بذرات C أخرى وهي كيتون.



73. ترتبط القاعدة جوانين في تركيب DNA ثنائي اللولب دائماً بالسائتوسين، ويرتبط الأدينين دائماً بالثايمين. فماذا تتوقع أن تكون النسب بين كميات A، T، C، و G في طول معين من DNA؟
 إن $G=C$ ، و $T=A$.

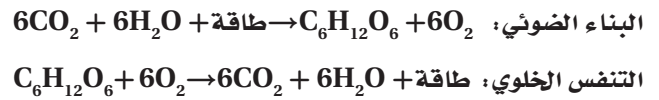
74. نسخ DNA يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي:



فما تعاقب القواعد على الشريط الآخر في جزيء DNA؟



75. العمليات الحيوية قارن بين التفاعلات الصافية للبناء الضوئي والتنفس الخلوي من حيث المواد المتفاعلة، والنواتج، والطاقة.



إتقان حل المسائل

76. الشيفرة الوراثية هي شيفرة ثلاثية، أي أنه تعاقب من ثلاث قواعد في RNA يدل على كل حمض أميني في سلسلة ببتيدية أو بروتين. فكم عدد قواعد RNA الضرورية للدلالة على بروتين يحتوي على 577 حمضاً أمينياً؟

$$577 \text{ amino acids} \times \frac{3 \text{ RNA bases}}{1 \text{ amino acid}} = 1731 \text{ RNA bases}$$

77. مقارنات DNA تحتوي خلية البكتيريا إيشيريشيا كولاي زوجاً من قواعد DNA، في حين تحتوي كل خلية بشرية نحو زوجاً من قواعد DNA. فما النسبة المئوية التي يُمثلها DNA في إيشيريشيا كولاي بالنسبة إلى الخريطة الوراثية البشرية؟

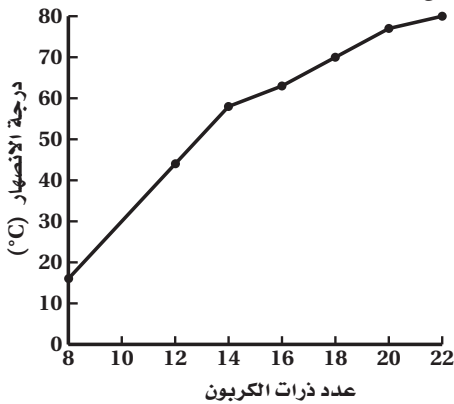
$$\frac{4.2 \times 10^6 \text{ base pairs (بكتيريا إيشيريشيا كولاي)}}{3 \times 10^9 \text{ base pairs (الإنسان)}} \times 0.0014 = 0.14\%$$

86. تعرّف السبب والنتيجة تقترح بعض الأنظمة الغذائية تحديداً شديداً لكمية الليبيدات، فلماذا لا يُعدّ حذف الليبيدات من الغذاء كلياً فكرة جيّدة؟
يحتاج الجسم إلى الليبيدات لعدد من الوظائف. فإذا كانت كمية الليبيدات محدودة على نحو خطير، قد لا تتوافر ليبيدات للجسم ليقوم بتلك الوظائف.

87. الرسوم البيانية واستعمالها يُبيّن الجدول 2-9 عدداً من الأحماض الدهنية المشبعة وقيم بعض خواصها الفيزيائية.

الجدول 2-9 الخواص الفيزيائية لبعض الأحماض الدهنية المشبعة			
الاسم	عدد ذرات الكربون	درجة الانصهار (°C)	الكثافة (g/ml) عند 60-80 (°C)
حمض البالميتيك	16	63	0.853
حمض الميريستيك	14	58	0.862
حمض الأراكيدك	20	77	0.824
حمض الكابريك	8	16	0.910
حمض الدوكوسانويك	22	80	0.822
حمض الستيريك	18	70	0.847
حمض اللوريك	12	44	0.868

a. مثل بيانياً عدد ذرات الكربون ودرجة الانصهار.



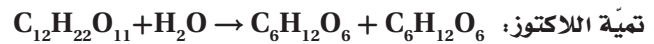
في الرسم البياني أعلاه، يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، ودرجة الانصهار على المحور الصادي. يجب أن يُبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حد ما، بحيث تزداد درجة الانصهار مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

81. سمّ وحدات البناء الأساسية التي تكوّن البروتينات والكربوهيدرات المركّبة.
وحدات بناء البروتين الأساسية (المونومرات)؛ أحماض أمينية؛ وحدات البناء الأساسية (المونومرات) للكربوهيدرات المركّبة؛ سكريات أحادية.

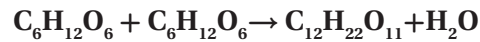
82. صف وظائف البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، في الخلايا الحية.
البروتينات؛ إنزيمات، وبناء، ونقل، واتصال، وإعطاء إشارات.

الكربوهيدرات؛ مصدر للطاقة، وبنائي في النبات.
الليبيدات؛ شكل للطاقة المخزّنة، وتكوّن أغشية الخلايا، وقاية، بعض الهرمونات والفيتامينات.

83. اكتب معادلات موزونة للبناء الضوئي، والتنفس الخلوي، وتخمير اللاكتوز.



84. اكتب معادلة موزونة لتركيب السكروز من الجلوكوز والفركتوز.



التفكير الناقد

85. احسب يتكوّن 38 mol تقريباً من ATP عند التأكسد الكامل للجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي. فإذا كانت حرارة الاحتراق لمول واحد من الجلوكوز تساوي $2.82 \times 10^3 \text{ kJ/mol}$ ، وكلّ مول من ATP يُخزن 30.5 kJ من الطاقة، فما كفاءة التنفس الخلوي بدلالة النسبة المئوية من حيث الطاقة المتاحة المخزونة في روابط ATP الكيميائية؟

$$38 \text{ mol ATP} \times \frac{30.5 \text{ kJ}}{\text{mol ATP}} = 1159 \text{ kJ}$$

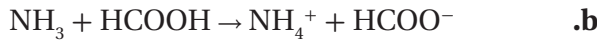
$$\frac{1159 \text{ kJ}}{2.82 \times 10^3 \text{ kJ}} \times 100\% = 41\%$$

مراجعة تراكمية

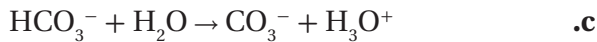
89. حدّد الحمض والقاعدة في المواد المتفاعلة لكلّ مما يلي:



HBr: حمض، H₂O: قاعدة.



HCOOH: حمض، NH₃: قاعدة.



HCO₃⁻: حمض، H₂O: قاعدة.

90. ما الخلية الجلفانية؟

الخلية الجلفانية نظام كيميائي يحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

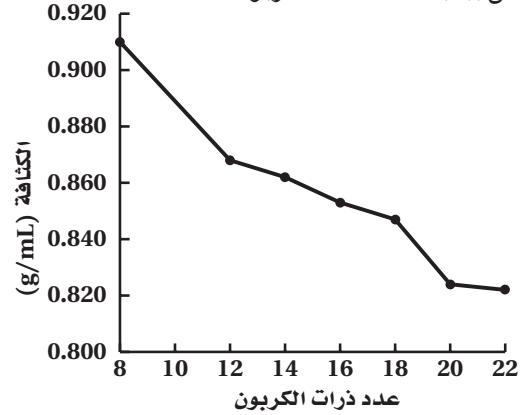
91. الكولسترول استعمل المكتبة أو الإنترنت لعمل بحث عن

الكولسترول. واكتب مقالة صحفية تتعلّق بالكولسترول موجهة إلى القراء في سن المراهقة. وتأكد أن تجيب عن الأسئلة الآتية في المقالة: أين يُستعمل هذا المركّب في جسمك؟ ما وظيفته؟ لماذا يُعدّ الإكثار من الكولسترول في الغذاء غير

مناسب؟ هل الوراثة عامل في ارتفاع الكولسترول؟

يجب أن تشمل إجابات الطلاب دور الكولسترول في الأغشية، وفي الكبد لإنتاج أملاح الصفراء، وفي خلايا الجلد لإنتاج فيتامين D، وفي عدد من الغدد لعمل هرمونات ستيرويدية. ويرتبط كثرة الكولسترول في الغذاء بزيادة المخاطرة بالنسبة لمشاكل القلب والسكتة الدماغية.

b. مثل بيانياً عدد ذرات الكربون والكثافة.



في الرسم البياني أعلاه: يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، والكثافة على المحور الصادي. يجب أن يُبيّن الرسم البياني علاقة خطية إلى حدّ ما، بحيث تقلّ الكثافة مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

c. استنتج العلاقات بين عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني وكثافته ودرجة انصهاره. كلما زاد عدد ذرات الكربون ترتفع درجة الانصهار وتخفض الكثافة.

d. توقّع درجة الانصهار التقريبية لحمض دهني مشبع فيه 24 ذرة كربون. ما بين C 83 و C 86

مسألة تحفيز

88. احسب كم مولاً من ATP يمكن أن يُنتج الجسم البشري من السكر الموجود في التفاح الأحمر الموجود في 28 kg. استخدم الإنترنت للحصول على معلومات لحلّ المسألة. كلّ 28 kg من التفاح يساوي 100 تفاحة تقريباً. وتحتوي كلّ تفاحة ذات حجم متوسط على 80 cal، و 18 g من الكربوهيدرات، و 18g من الجلوكوز.

$$\frac{100 \text{ تفاحة}}{28 \text{ kg}} \times \frac{18 \text{ g glucose}}{\text{تفاحة}} \times \frac{1 \text{ mol glucose}}{180 \text{ g glucose}}$$

$$\times \frac{38 \text{ mol ATP}}{1 \text{ mol glucose}} = \frac{380 \text{ mol ATP}}{28 \text{ kg}}$$

380 mol من ATP لكل السكر الموجود في التفاح الأحمر.

اختبار مُقنن

الصفحتان 145 - 144

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟
- a. توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.
- b. ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.
- c. لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة $C_n(H_2O)_n$.
- d. تقوم النباتات فقط بصنع السليلوز، ويهضمه الإنسان بسهولة.

d

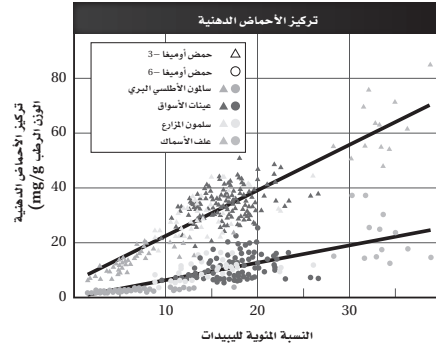
2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟

- a. يحتوي DNA على السكر الرايبوزي منقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.
- b. يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.
- c. يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.
- d. يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الأدينين، بينما لا يحتوي RNA على ذلك.

d

أسئلة المستندات

الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 أحماض دهنية أخذت أساءها من تراكيبها. فهي تحتوي على رابطة ثنائية إما على بعد 3 ذرات كربون أو 6 ذرات كربون من نهاية سلسلة الحمض الدهني. هذه الأحماض الدهنية لها تأثير مفيد في الصحة؛ لأنها تُخفِّض مستويات الكوليسترول السيئ وترفع مستويات الكوليسترول الجيد في الدم. لقد دُرست مستويات الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 في سمك السلمون من مصادر ثلاثة مختلفة وفي الغذاء المُستعمل في مزارع السلمون أيضًا. يُبين الشكل 28-9 النسبة المئوية للأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 مقارنة بمجموع كمية الليبيدات في العينات.



الشكل 28-9

92. أي نوع من السمك احتوى أكبر كمية من الأحماض الدهنية أوميغا-6؟

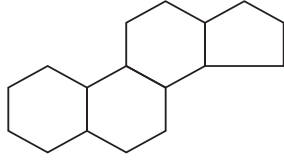
السلمون المربي في المزارع.

93. بناءً على هذه الدراسة، أي أنواع السلمون تنصح به لشخص يريد الإكثار من كمية الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 في غذائه؟

السلمون المربي في المزارع.

94. استنتج من الرسم البياني لماذا يحتوي سلمون المزارع والأسواق الكبرى كمية من الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 أكبر من تلك الموجودة في السلمون البري؟ إن العلف الذي يُقدَّم غني جداً بأحماض دهنية من نوع أوميغا-3 وأوميغا-6، في حين أن السلمون البري لا يحصل على علف تكميلي.

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4:



5. تمثل الصيغة أعلاه:

- a. سليلوز
- b. نشا
- c. بروتين
- d. ستيرويد

(d)

6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:

- a. الكربوهيدرات
- b. الأحماض النووية
- c. الليبيدات
- d. البروتينات

(d)

7. يتكون السكروز من:

- a. جزيئات من الفركتوز
- b. جزيئات من الجلوكوز
- c. جزيء من الفركتوز وآخر من الجلوكوز
- d. جزيء من الفركتوز وآخر من الجالاكتوز

(c)

8. الجللايكوجين من السكريات عديدة التسكر التي تستخدم

- a. لتخزين الطاقة في:
- b. الحيوانات
- c. النباتات
- d. الفطريات
- d. البكتيريا

(a)

بيانات النيوكليوتيدات لعينات من

العينة	محتوى كل نيوكليوتيد	
	العدد	النسبة
I	231	195
	29.2	20.8
II	402	32.5
	234	194
III	27.3	22.7
	203	266
IV	21.6	28.4

3. ما النسبة المتوقعة للثايمين (T) في العينة IV؟

- a. 28.4%
- b. 78.4%
- c. 71.6%
- d. 21.6%

(a)

4. ما عدد جزيئات السائتوسين في جزيء واحد من

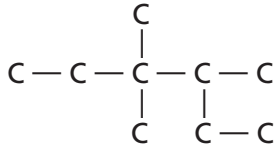
العينة (II)؟

- a. 402
- b. 434
- c. 216
- d. 175

(a)

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 12.



12. سجل أحد الطلاب اسم الألكان الممثل بالسلسلة الكربونية أعلاه كما يلي: 2 إيثيل 3،3 ثنائي ميثيل بنتان. قوّم إجابة الطالب فيما إذا كان اسم المركب صحيحًا. لا، هذا الاسم ليس صحيحًا. تتطلب قوانين تسمية الألكانات المتفرعة أن تحدد أولاً السلسلة الأطول (ست ذرات كربون)، ثم تحدد المجموعات الوظيفية من حيث اتصالها بالسلسلة بحيث يكون أصغر رقم ممكن. الاسم الصحيح هو -3،3،4 ثلاثي ميثيل هكسان.

13. قارن بين المركبات الأليفاتية، والمركبات الأروماتية.

المركبان كلاهما عضوي؛ وذلك لوجود قاعدة هيدروكربونية. المركبات الأليفاتية لديها تركيب خطي أو متفرع، كالألكانات، والألكينات، والألكينات. وأما المركبات الأروماتية فلديها تركيب حلقي أساسه مركب البنزين. أعضاء هذه العائلة غالبًا ما يكون لها روائح قوية.

9. يعد الجلوكوز والفركتوز من السكريات:

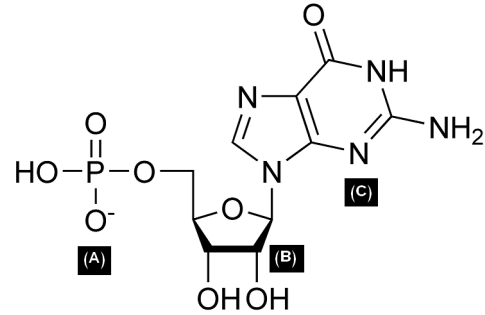
- a. الأحادية
- b. الثنائية
- c. السداسية
- d. عديدة التسكر

(a)

أسئلة الإجابات القصيرة

10. يحدد ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA ترتيب الأحماض الأمينية المكونة للبروتين؛ فمثلاً الشفرة الوراثية CAG خاصة بالحمض الأميني الجلوتامين. ما عدد الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها في شريط من RNA الذي يتكون من 2.73×10^4 قاعدة نيتروجينية؟

$$91 \times 10^3$$



11. استخدم الشكل أعلاه في الإجابة عما يلي:

- a. ما الذي يمثله الشكل؟
- b. ما الذي يمثله الأجزاء المشار إليها بالأحرف A، B، C؟

- a. النيوكليوتيد
- b. A: مجموعة فوسفات
- B: سكر خماسي
- C: قاعدة نيتروجينية