



وزارة التربية والتعليم العالي

الإجابات النموذجية لأسئلة كتاب

الكيمياء

الجزء الأول

للفصل الحادي عشر (11)

العلمي والزراعي

إعداد: فريق التأليف

أ. صالح شلالة

د. رائد معالي

أ. فراس ياسين (منسقاً)

أ. جمال مسالمة

أ. بهاء الدين ضاهر

أ. محمود المصري

أ. ناصر عودة الله

الوحدة الأولى

الروابط الكيميائية

حلول الأنشطة والأسئلة الداخلية:



نشاط (1): (صفحة 4):

م	$_{11}\text{Na}$	$_8\text{O}$	$_{10}\text{Ne}$
1	2,8,1	2,6	2,8
2	$\text{Na}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Ne}}\cdot$
3	غير مستقر	غير مستقر	مستقر
4	يميل لفقد الكترون واحد	يميل لكسب إلكترونين	لا فقد ولا اكتساب

سؤال: (صفحة 5):

$_{15}\text{P}$	$_{19}\text{K}$	$_{13}\text{Al}^{3+}$	$_{16}\text{S}^{2-}$
$\cdot\ddot{\text{P}}\cdot$	$\text{K}\cdot$	Al^{3+}	$[\cdot\ddot{\text{S}}\cdot]^{2-}$

نشاط (2): (صفحة 6):

1 - الذرة هي: Na ، الأيون هو: Na^+ .

2 - الذرة هي: Cl ، الأيون هو: Cl^- .

3 - يرتبط كل منهما عن طريق التجاذب الكهربائي بين الأيونات الموجبة والسالبة وتتكون بينهما رابطة أيونية.

سؤال: (صفحة 6):

$ \begin{array}{c} \text{Al} \cdot \quad \cdot \ddot{\text{O}}: \\ \cdot \ddot{\text{O}}: \\ \text{Al} \cdot \quad \cdot \ddot{\text{O}}: \\ \cdot \ddot{\text{O}}: \end{array} \rightarrow 2\text{Al}^{3+}; 3[\cdot \ddot{\text{O}}:]^{2-} $	Al_2O_3
$ \text{Ca} \cdot \quad \cdot \ddot{\text{Cl}}: \\ \cdot \ddot{\text{Cl}}: \end{array} \rightarrow [\cdot \ddot{\text{Cl}}:]^{-} \text{Ca}^{2+} [\cdot \ddot{\text{Cl}}:]^{-} $	CaCl_2

سؤال: (صفحة 8):

م	الصيغة الكيميائية	المركب الأيوني
1	Na_2S	كبريتيد الصوديوم
2	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	نترات الكروم (III)
3	KMnO_4	بيرومنغنات البوتاسيوم
4	$(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$	كرومات الأمونيوم

نشاط (3): (صفحة 9): بعض خصائص المركبات الأيونية.

- 1 - ذوبان الملح في الماء.
- 2 - لا يذوب الملح في الزيت.
- 3 - لا يتحرك مؤشر الفولتميتر عند وضع أقطاب الجرافيت في الملح ووصلهما بمصدر كهربائي.
- 4 - يتحرك المؤشر؛ لأن الملح مركب أيوني يتفكك في الماء ليعطي أيونات Na^+ و Cl^- ، وهذه الأيونات حرة الحركة، تتجه نحة الأقطاب المتعاكسة لها في الشحنة وتتم الدارة الكهربائية.

خصائص المركبات الأيونية: (صفحة 9):

- 1 - أشكالها بلورية في حالتها الصلبة.
- 2 - تذوب في الماء وتتفكك إلى أيونات موجبة وسالبة.
- 3 - قدرة محاليلها، ومصاهيرها على توصيل التيار الكهربائي.
- 4 - درجة انصهارها عالية، بسبب قوة الرابطة الأيونية.

نشاط (4): (صفحة 10): عدد الروابط التساهمية.

م	${}^9\text{F}$	${}^8\text{O}$	${}^7\text{N}$
1			
2	تحتاج كل ذرة الكترولون ؛لذا تصنع رابطة احادية بين الذرتين	تحتاج كل ذرة الكترولونين ؛ لذا تصنع رابطة ثنائية بين الذرتين	تحتاج كل ذرة ثلاث الكترولونات ؛ لذا تصنع رابطة ثلاثية بين الذرتين
3			
4	زوج من الإلكترونات	زوجان من الإلكترونات	ثلاث أزواج من الإلكترونات
5	رابطة تساهمية أحادية	رابطة تساهمية ثنائية	رابطة تساهمية ثلاثية

سؤال: (صفحة 11):

الجزئ	عدد الإلكترونات المشتركة في تكوين الرابطة التساهمية	عدد أزواج الإلكترونات المكونة للرابطة التساهمية	رتبة الرابطة التساهمية
$\text{H}:\ddot{\text{F}}:$	2	زوج واحد	1
$:\text{C}\equiv\text{O}:$	6	ثلاثة أزواج	3

سؤال: (صفحة 12):

1. شكل لويس:

$\text{H}:\text{B}:\text{H}$ H	$:\ddot{\text{F}}:\ddot{\text{N}}:\ddot{\text{F}}:$ $:\ddot{\text{F}}:$	$:\ddot{\text{O}}:\text{C}:\ddot{\text{O}}:$	$\text{H}:\text{C}:\text{N}:$
--	--	--	-------------------------------

2. رتبة الرابطة بين الكربون والنيتروجين (3) وبين الكربون والهيدروجين (1) في HCN، ورتبة الرابطة بين الكربون وكل ذرة أكسجين (2) في CO₂.
3. عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية في NF₃ هو (زوج واحد)، وبينما في BH₃ لا يوجد أزواج من الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية B.

سؤال: (صفحة 13):

سهولة حركة أيونات الفلز الموجبة في بحر الإلكترونات، ووجود فراغات بين الأيونات الموجبة يجعل من السهل تغيير شكل الفلز عند التأثير عليه بقوة خارجية (كالمطرقة)؛ حيث تميل ذرات الفلز للترتيب في البلورات بطريقة تقلل فيها من الفراغات دون تدمير البلورة. وهذا بسبب أن السحابة الإلكترونية الناتجة عن الإلكترونات الحرة تكون منتظمة.

نشاط (5): (صفحة 15):

1. إلكترون واحد.
2. في حالة جزيء الهيدروجين (H₂) موزعة بالتساوي، أما في حالة جزيء كلوريد الهيدروجين (HCl) الإلكترونات منحازة جهة ذرة الكلور.
3. في حالة جزيء الهيدروجين (H₂) فرق الكهروسالبية = 2.1 - 2.1 = صفر، أما في حالة جزيء كلوريد الهيدروجين (HCl) فرق الكهروسالبية = 3 - 2.1 = 0.9

الملاحظة: نلاحظ أنه عندما يكون الفرق في الكهروسالبية بين ذرتين يساوي صفراً، فإن إلكترونات الرابطة تتوزع بالتساوي بينهما، وعندما لا يساوي صفراً؛ أي أكبر من صفر فإن الإلكترونات تتحاز نحو الذرة الأكثر كهروسالبية.

سؤال: (صفحة 16):

1. الروابط القطبية: (B-F ، C-O ، S-H)، الرابطة غير القطبية: Br-Br
- 2.



3. ترتيب الروابط حسب قطبيتها:

(B-F > C-O > H-S > Br-Br)، الأعلى قطبية هي (B-F).

نشاط (6): (صفحة 16):

الشكل الفراغي المتوقع	شكل لويس	الجزيء
خطي	$\text{H}:\text{Be}:\text{H}$	BeH_2
مثلث مستوي	$\begin{array}{c} \text{H}:\text{B}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	BH_3
رباعي الاوجه	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	CH_4

سؤال: (صفحة 19):

م	O_3	HCN	PH_3
1	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{O}:\text{O}::\text{O}: \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$	$\text{H}:\text{C}::\text{N}:$	$\begin{array}{c} \text{H}:\text{P}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$
2	ثلاث أزواج رابطة ، زوج غير رابط	أربع أزواج رابطة فقط	ثلاث أزواج رابطة ، زوج غير رابط
3	ثلاث مجموعات	مجموعتان	أربع مجموعات
4	مثلث مستوي	خطي	رباعي الأوجه
5	منحنٍ	خطي	هرم ثلاثي القاعدة
	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \end{array}$	$\text{H}:\text{C}::\text{N}:$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{P} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$

نشاط (7): (صفحة 20):

1. في جزيء NH_3 ذرة النيتروجين أكثر كهروسالبية من ذرة الهيدروجين.
2. في جزيء CO_2 ذرة الأكسجين أكثر كهروسالبية من ذرة الكربون .
3. محصلة عزوم الازدواج تساوي صفراً في حالة جزيء CO_2 .

سؤال: (صفحة 21):

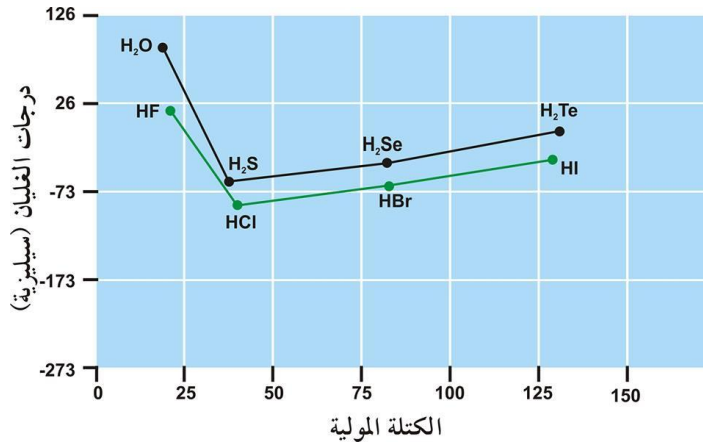
CH_4	BH_3	BeCl_2	NF_3
غير قطبي	غير قطبي	غير قطبي	قطبي

نشاط (8): (صفحة 21):

- 3- نلاحظ انحراف الماء؛ لأن الماء قطبياً، أما بند (4) يترك لملاحظات الطالب.

جدول (6): (صفحة 23):

1. التمثيل البياني:



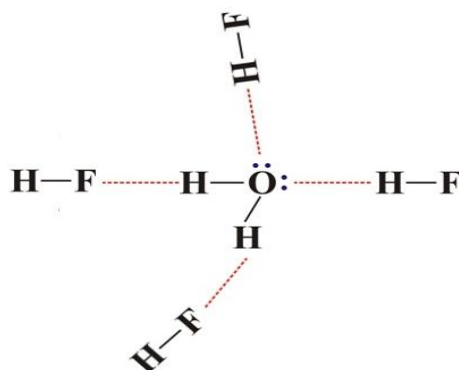
2. لقدرة كل منهما على صنع روابط هيدروجينية بين جزيئات كل منهما.

فكر: (صفحة 24):

لأن عدد الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أكثر منها بين جزيئات HF.

سؤال: (صفحة 24):

تمثيل الترابط الهيدروجيني بين جزيئات HF و H₂O .



نشاط (9): (صفحة 25)

1 أكمل الجدول

الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الكتلة المولية (غم / مول)	درجة الغليان (°س)	قوى التجاذب الرئيسية بين الجزيئات
C ₃ H ₈ البروبان	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44	42-	قوى لندن
C ₅ H ₁₂ البنتان العادي	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	72	36	قوى لندن
C ₅ H ₁₂ النيوبنتان	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	72	10-9	قوى لندن

2 لترتيب حسب درجة الغليان هو: البنتان العادي < النيوبنتان < البروبان

السبب: عند مقارنة البنتان مع البروبان فإن العامل المؤثر في درجة الغليان هو الكتلة المولية، فأكبر كتلة مولية، أقوى قوى تجاذب لذا درجة غليان البنتان أعلى من البروبان؛ وعند مقارنة البنتان العادي مع النيوبنتان حيث لكليهما نفس الكتلة المولية، نعتد على مساحة السطح ففي حالي البنتان العادي مساحة السطح أكبر فهو أعلى درجة غليان وعليه يكون الترتيب السابق ذكره.

3 العوامل التي تعتمد عليها قوى لندن هي:

- أ. الكتلة المولية. ب. حجم الجزيء. ج. مساحة السطح.

سؤال: (صفحة 25):

الجزئي	CH ₃ OH	SiH ₄	CHCl ₃	NH ₃
قوى التجاذب الرئيسة	ترابط هيدروجيني	قوى لندن	ثنائيات القطب	ترابط هيدروجيني

سؤال: (صفحة 25):

لا يذوب الزيت في الماء؛ لأن جزيئات الماء قطبية، في حين جزيئات الزيت غير قطبي، فالشبيه يذيب شبيهه (like dissolves like).

اسئلة الوحدة الأولى

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

6	5	4	3	2	1	الفقرة
ب	ب	ج	ب	أ	أ	رمز الإجابة

السؤال الثاني: المقصود بكل من:

1. **الرابطة الأولية:** هي قوى ربط قوية تتواجد بين الذرات في الجزيء الواحد أو بين الأيونات.
2. **الكهروسالبية:** هي مقدرة ذرة ما في جزيء على جذب الإلكترونات المساهمة في الرابطة نحوها.
3. **الجزيء القطبي:** هو الجزيء الذي تكون فيه محصلة عزم الازدواج القطبي لا تساوي صفراً.

السؤال الثالث: ارسم رمز أو شكل لويس:



السؤال الرابع: أكمل الجدول

المركب الافتراضي	عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة	شكل أزواج الإلكترونات	شكل الجزيء	قطبية الجزيء	الزاوية المتوقعة
XH_2	لا يوجد	خطي	خطي	غير قطبي	180°
YH_2	زوجان	رباعي الأوجه	منحني	قطبي	109.5°
MH_3	لا يوجد	مثلث مستوي	مثلث مستوي	غير قطبي	120°
ZH_3	زوج واحد	رباعي الواجهة	هرم ثلاثي القاعدة	قطبي	109.5°

السؤال الخامس: تأمل الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

-

1. نوع الرابطة (أ) رابطة كيميائية (تساهمية أحادية)،
نوع الرابطة (ب) رابطة ثانوية (ترابط هيدروجيني) .

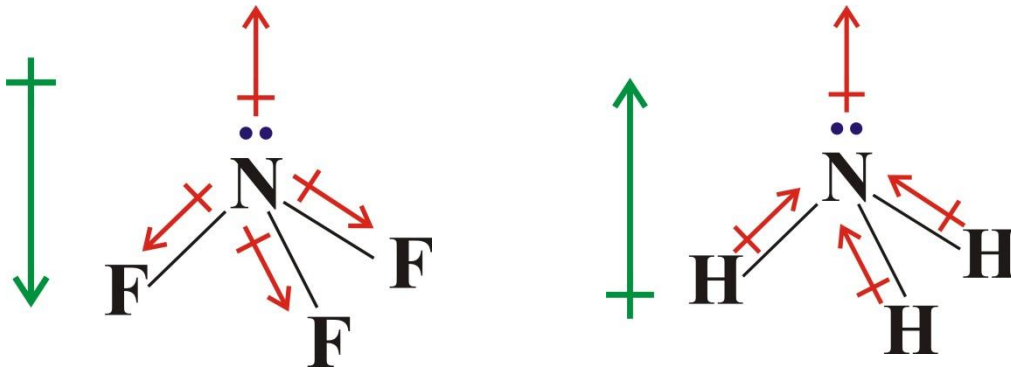
2. الرابطة (أ) أقوى من الرابطة (ب) .

3. وجود الرابطة (ب) تعمل على زيادة درجة غليان الماء إلى 100° س

السؤال السادس: البنتان يتبخرا أسرع؛ لأن البنتان غير قطبي ترتبط جزيئاته بقوى لندن، بينما الماء قطبي ترتبط جزيئاته بقوى ترابط هيدروجيني أكثر قوة من قوى لندن، وكلما زادت قوة الترابط بين الجزيئات قلت سرعة التبخر.

السؤال السابع: علل ما يأتي:

1.



في الجزيء NH_3 جميع الروابط قطبية ومحصلة عزوم الأزواج القطبي للروابط في نفس اتجاه زوج الإلكترونات غير الرابطة فتقوي بعضها بعضاً، أما في الجزيء NF_3 فإن محصلة عزوم الأزواج القطبي للروابط في اتجاه معاكس لزوج الإلكترونات غير الرابطة فتضعف بعضها بعضاً.

2. لأن الجزيء H_2S يملك زوجين من الإلكترونات غير الرابطة يتباعدان عن بعضهما بمقدار أكبر ويضغطان على الزوجين الرابطين، في حين الجزيء PF_3 يملك زوج واحد غير رابط يتنافر مع الأزواج الرابطة بمقدار أقل منه في الجزيء H_2S .

3. لأن محلول KI مركب أيوني فعند ذوبانه في الماء يتفكك في المحلول إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة حرة الحركة قادرة على توصيل التيار الكهربائي، بينما محلول السكر مركب تساهمي يذوب في الماء دون أن يتفكك إلى أيونات حرة الحركة.

4. لأن الكتلة المولية، والحجم ، ومساحة السطح لـ SiCl_4 أكبر؛ فإن قوى لندن تكون فيه أكبر مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الغليان مقارنة بـ CH_4 .

السؤال الثامن: أي الجزيئات الآتية قطبي؟ وما نوع قوى التجاذب الرئيسة بين جزيئات كل منها؟

BeH ₂	I ₂	NH ₃	CCl ₄	HF	O ₃
غير قطبي	غير قطبي	قطبي	غير قطبي	قطبي	قطبي
قوى لندن	قوى لندن	ترابط هيدروجيني	قوى لندن	ترابط هيدروجيني	ثنائيات القطب

السؤال التاسع: رتب حسب المطلوب مستخدماً إشارة أكبر من (>) .

1. $\text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{F}_2$ (حسب تزايد قوى لندن) .

2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{C}_2\text{H}_6 > \text{CH}_4$ (حسب درجة الغليان) .

3. $\text{H-F} > \text{H-Cl} > \text{H-Br}$ (حسب قطبية الرابطة) .

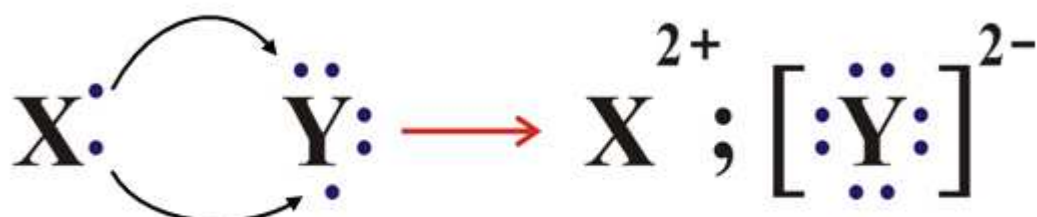
السؤال العاشر:

1. رمز لويس هو:



2. الصيغة الكيميائية للمركب الناتج من اتحاد 20X مع 8Y هي: XY

3. شكل لويس للمركب الناتج من اتحاد 20X مع 8Y ؟



الوحدة الثانية

الحسابات الكيميائية

ملاحظات على الأنشطة:

نشاط (3): (صفحة 36):

يتم تنظيف سطح شريط المغنيسيوم بورق الزجاج لإزالة طبقة أكسيد المغنيسيوم المتكونة من تفاعل المغنيسيوم مع أكسجين الجو، ويُستخدم الحمض المخفف لتقليل شدة التفاعل.

نشاط (5): (صفحة 44):

لإيجاد كتلة الراسب عملياً، يجب تسخين المحلول لدرجة الغليان مع التَّحريك المستمر، وذلك لزيادة حجم حبيبات الراسب لتسهيل ترشيحه، وبعد ذلك يجب تجفيفه بشكل كامل ومن ثمَّ قياس كتلته.

نشاط (6): (صفحة 46):

تتم اضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى الماء في جهاز هوفمان للحصول على محلول إلكترولايتي يسمح بمرور التيار الكهربائي.

نشاط (8): (صفحة 49):

يبقى المحلول عديم اللون في بداية التجربة؛ لأنَّ كاشف الفينولفثالين موجود في وسط حمضي، بينما يتغير لون المحلول إلى اللون الوردي بعد نقطة التعادل، لأنَّ لون الكاشف في الوسط القاعدي يكون وردياً (Pink).

سؤال: (صفحة 34):

يحتوي الحليب على عدّة عناصر غذائية مهمة، منها سكرّ اللاكتوز $C_{12}H_{22}O_{11}$ ، احسب كتلة 10 جزيئات من هذا السكرّ.

الحل:

عدد مولات سكرّ اللاكتوز = عدد الجزيئات ÷ عدد أفوجادرو

$$10 \text{ جزيئات} \div 10 \times 6.023^{23} \text{ جزيء/مول} = 1.6603 \times 10^{-23} \text{ مول}$$

الكتلة = عدد المولات X الكتلة المولية

$$\text{الكتلة} = 1.6603 \times 10^{-23} \text{ مول} \times 342 \text{ غم/مول} = 5.6782 \times 10^{-21} \text{ غم}$$

سؤال: (صفحة 35):

يمتاز النّحاس بالعديد من الصّفات الهامة: مثل قدرته العالية على توصيل الحرارة والكهرباء، ومقاومته للتآكل، لذا يدخل النّحاس في عدة صناعات مختلفة. ويمكن استخلاص النّحاس من خامات مختلفة، مثل: البيريت $CuFeS_2$ والبورنيت Cu_5FeS_4 ، ما النسبة المئوية الكتلية للنّحاس في كل خامّة؟

الحل:

الكتلة المولية للبيريت $CuFeS_2 = 183.5 \text{ غم/مول}$ ، الكتلة المولية للبورنيت $Cu_5FeS_4 = 501.5 \text{ غم/مول}$

النسبة المئوية الكتلية للنّحاس في البيريت = (كتلة النّحاس ÷ الكتلة المولية للبيريت) X 100 %

$$= (63.5 \text{ غم} \div 183.5 \text{ غم}) \times 100\% = 34.6\%$$

النسبة المئوية الكتلية للنّحاس في البورنيت = (كتلة النّحاس ÷ الكتلة المولية للبورنيت) X 100 %

$$= (63.5 \times 5 \text{ غم} \div 501.5 \text{ غم}) \times 100\% = 63.3\%$$

سؤال: (صفحة 36):

اكتب الصيغة الأولية للمركبات الآتية: البيوتان C_4H_{10} ، سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ، والأمونيا NH_3 .

الحل:

الصيغة الأولية للبيوتان هي: C_2H_5

الصيغة الأولية لسكر الجلوكوز هي: CH_2O

الصيغة الأولية للأمونيا هي: NH_3 .

سؤال: (صفحة 38):

يستخدم غاز الفريون للتبريد في التلاجات ، ويتكوّن هذا الغاز من الكربون والكلور والفلور فقط. تم تحليل عينة من هذا الغاز كتلتها 4.263 غم، ووجد أنّها تحتوي على 0.423 غم من الكربون، و 2.5 غم من الكلور. ما الصيغة الأولية لغاز الفريون؟

الحل:

كتلة الفلور = كتلة العينة – (كتلة الكربون + كتلة الكلور)

$$4.263 = (2.5 + 0.423) - 1.34 \text{ غم}$$

عدد مولات العنصر = كتلة العنصر ÷ كتلته المولية

$$\text{عدد مولات الكربون} = 0.423 \div 12 = 0.035 \text{ مول}$$

$$\text{عدد مولات الكلور} = 2.5 \div 35.5 = 0.070 \text{ مول}$$

$$\text{عدد مولات الفلور} = 1.34 \div 19 = 0.070 \text{ مول}$$

قسمة عدد المولات على أقل عدد مولات، وهو 0.035

$$\text{الكربون: } 0.035 \div 0.035 = 1, \text{ الكلور: } 0.070 \div 0.035 = 2, \text{ الفلور: } 0.070 \div 0.035 = 2$$

وبذلك تكون الصيغة الأولية لغاز الفريون هي: CCl_2F_2 .

سؤال: (صفحة 41):

أوجد الصيغة الجزيئية لحمض الأسيتيك، علماً أن صيغته الأولية CH_2O وكتلته المولية 60 غم/مول.

الحل:

الكتلة المولية للصيغة الأولية لحمض الأسيتيك $\text{CH}_2\text{O} = 12 \times 1 + 1 \times 2 + 16 \times 1 = 30$ غم/مول

ن = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للمركب ÷ الكتلة المولية للصيغة الأولية للمركب

$$60 \text{ غم/مول} \div 30 \text{ غم/مول} = 2$$

الصيغة الجزيئية لحمض الأسيتيك = ن × صيغته الأولية = $(\text{CH}_2\text{O}) \times 2$

إذن الصيغة الجزيئية لحمض الأسيتيك هي: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

سؤال: (صفحة 42):

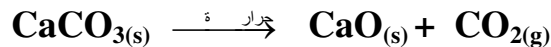
يكثر الحجر الجيري في جبال فلسطين، وتُعد كربونات الكالسيوم CaCO_3 إحدى مكوناته الرئيسية، والتي تُستخدم لإنتاج أكسيد الكالسيوم CaO الذي يُستخدم في عدة تطبيقات مثل: صناعة الإسمنت، وتحضير هيدروكسيد الكالسيوم، وصناعة الزجاج، حيث تتحلل كربونات الكالسيوم بوجود الحرارة لإنتاج أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون.

1. اكتب معادلة كيميائية موزونة تصف تحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة.

2. احسب لكتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 100 كغم من أكسيد الكالسيوم.

الحل:

1. المعادلة الكيميائية الموزونة



2. عدد مولات أكسيد الكالسيوم = كتلة أكسيد الكالسيوم ÷ كتلته المولية

$$= 100000 \text{ غم} \div 56 \text{ غم/مول} = 1785.7 \text{ مول}$$

$$\text{عدد مولات كربونات الكالسيوم} = \text{عدد مولات أكسيد الكالسيوم} = 1785.7 \text{ مول}$$

ثُبِّينِ المعادلة الكيميائية الموزونة أنَّ:

1 مول من أكسيد الكالسيوم ينتج من تحلل 1 مول كربونات الكالسيوم.

عدد مولات كربونات الكالسيوم = عدد مولات كربونات الكالسيوم $\times$ كتلته المولية

$$= 1785.7 \text{ مول} \times 100 \text{ غم/مول} = 178570 \text{ غم} = 178.57 \text{ كغم}$$

سؤال: (صفحة 43):

يُستخدم هيدروكسيد الصوديوم NaOH في عدة صناعات منها صناعة الصّابون، ما كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازمة لتحضير محلول مائي حجمه 500 سم³ وتركيزه 0.6 مول/لتر؟

الحل:

عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = تركيز المحلول $\times$ حجم المحلول (باللتر)

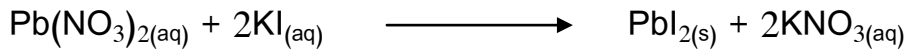
$$= 0.6 \text{ مول/لتر} \times 0.5 \text{ لتر} = 0.3 \text{ مول}$$

كتلة هيدروكسيد الصوديوم = عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم $\times$ كتلته المولية

$$= 0.3 \text{ مول} \times 40 \text{ غم/مول} = 12 \text{ غم}$$

سؤال: (صفحة 45):

يُستخدم يوديد الرصاص كمادة ملوّنة في صناعة الدهانات، حيث يلوّن الدهانات باللون الأصفر، ويُمكن تحضيره من تفاعل نترات الرصاص مع يوديد البوتاسيوم، حسب المعادلة الكيميائية الآتية:



فإذا تفاعل 200 سم³ بتوكيزه 0.3 مول/لتر من محلول نترات الرصاص مع كمية كافية من يوديد البوتاسيوم، احسب:

1. كتلة يوديد البوتاسيوم اللازمة.

2. كتلة يوديد الرصاص الناتجة.

الحل:

عدد مولات نترات الرصاص = تركيز المحلول X حجم المحلول (باللتر)

$$= 0.3 \text{ مول/لتر} \times 0.2 \text{ لتر} = 0.06 \text{ مول}$$

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 1 مول من نترات الرصاص يتفاعل مع 2 مول من يوديد البوتاسيوم.

$$\text{إذن، عدد مولات يوديد البوتاسيوم} = 2 \times 0.06 \text{ مول} = 0.12 \text{ مول}$$

كتلة يوديد البوتاسيوم = عدد مولات يوديد البوتاسيوم X كتلته المولية

$$= 0.12 \text{ مول} \times 166 \text{ غم/مول} = 19.92 \text{ غم}$$

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 1 مول من يوديد الرصاص ينتج من تفاعل 1 مول من نترات الرصاص.

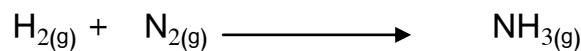
$$\text{عدد مولات يوديد الرصاص} = \text{عدد مولات نترات الرصاص} = 0.06 \text{ مول}$$

كتلة يوديد الرصاص = عدد مولات يوديد الرصاص X كتلته المولية

$$= 0.06 \text{ مول} \times 461 \text{ غم/مول} = 27.66 \text{ غم}$$

سؤال: (صفحة 47):

تدخل الأمونيا في تحضير عدد كبير من المركّبات الكيميائية مثل الأسمدة، ويتم تحضير الأمونيا صناعيًا من تفاعل غاز الهيدروجين وغاز النيتروجين حسب المعادلة الكيميائية الآتية:

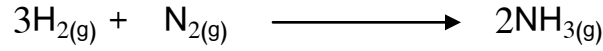


1. ما اسم هذا النوع من التفاعلات الكيميائية؟
2. زن المعادلة الكيميائية التي تصف التفاعل.
3. احسب كتلة الأمونيا الناتجة من تفاعل 5 لتر من غاز النيتروجين، مع كمّية كافية من غاز الهيدروجين في الظروف القياسية.

الحل:

1. يُسمى هذا النوع من التفاعلات باسم تفاعلات الاتحاد.

2. المعادلة الكيميائية الموزونة:



3. عدد مولات النيتروجين = حجم النيتروجين (بالتر) $\div$ 22.4 لتر/مول

$$= 5 \text{ لتر} \div 22.4 \text{ لتر/مول} = 0.223 \text{ مول}$$

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 2 مول الأمونيا تنتج من تفاعل 1 مول من غاز النيتروجين

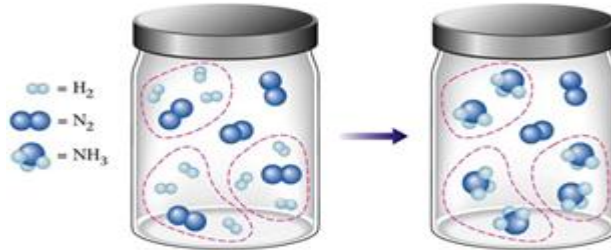
$$\text{إذن، عدد مولات الأمونيا} = 0.223 \times 2 \text{ مول} = 0.446 \text{ مول}$$

كتلة الأمونيا الناتجة = عدد مولات الأمونيا $\times$ كتلتها المولية

$$= 0.446 \text{ مول} \times 17 \text{ غم/مول} = 7.58 \text{ غم}$$

سؤال: (صفحة 49):

يُمثّل الشّكل الآتي تفاعل غازيّ الهيدروجين مع النّيتروجين لإنتاج الأمونيا NH_3 ، ما المادة الفائضة وما المادة المُحددة للتفاعل؟

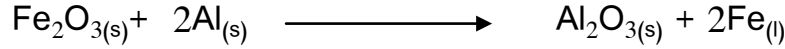


الحل:

يتضح من الشّكل أن المادة المحددة للتفاعل هي الهيدروجين حيث تم استهلاكها كاملاً، والنّيتروجين هي الفائضة حيث يوجد جزيئين من النّيتروجين لم يتفاعلا.

سؤال: (صفحة 51):

يُستخدم تفاعل التيرمايت في لحام سكك الحديد، حيث يتفاعل أكسيد الحديد (III) مع الألمنيوم لإنتاج أكسيد الألمنيوم والحديد السائل حسب المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



إذا تفاعل 300 غم من الألمنيوم و 800 غم من أكسيد الحديد (III)، أجب عما يلي:

1. ما نوع التفاعل الكيميائي؟

2. حدد كل من المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة.

3. احسب لكتلة الحديد الناتجة.

الحل:

1. نوع التفاعل هو احلال بسيط.

2. تحديد المادة المحددة للتفاعل والمادة الفائضة.

عدد مولات المادة = كتلة المادة ÷ كتلتها المولية.

عدد مولات الألمنيوم = كتلة الألمنيوم ÷ كتلته المولية.

$$300 \text{ غم} \div 27 \text{ غم/مول} = 11.1 \text{ مول}$$

عدد مولات أكسيد الحديد (III) = كتلة أكسيد الحديد (III) ÷ كتلتها المولية.

$$800 \text{ غم} \div 160 \text{ غم/مول} = 5.0 \text{ مول}$$

قسمة عدد مولات كل مادة على معاملها في المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$11.1 \div 2 = 5.55, \text{ أكسيد الحديد (III)} = 5.0 \div 1 = 5.0$$

إن يعتبر أكسيد الحديد (III) المادة المحددة للتفاعل الكيميائي، والألمنيوم هو المادة الفائضة.

3. تبين المعادلة الكيميائية الموزونة أن 2 مول من الحديد تنتج من تفاعل 1 مول من أكسيد الحديد (III).

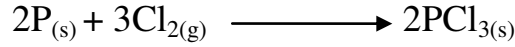
$$\text{إن عدد مولات الحديد} = 5 \times 2 = 10 \text{ مول.}$$

$$\text{كتلة الحديد} = \text{عدد مولات الحديد} \times \text{كتلته المولية}$$

$$10 \text{ مول} \times 56 \text{ غم/مول} = 560 \text{ غم}$$

سؤال: (صفحة 52):

يُستخدم ثلاثي كلوريد الفسفور في تحضير عدد من المواد الكيميائية مثل المبيدات الحشرية، و يحضر كلوريد الفسفور من تفاعل الفسفور مع غاز الكلور حسب المعادلة الكيميائية الآتية:



إذا تفاعل 12 غم من الفسفور مع 35 غم من غاز الكلور، احسب المردود المئوي لنتاج التفاعل، إذا كانت كتلة كلوريد الفسفور الناتجة عملياً 40 غم.

الحل:

عدد مولات المادة = كتلة المادة ÷ كتلتها المولية.

عدد مولات الفسفور = كتلة الفسفور ÷ كتلته المولية.

$$= 12 \text{ غم} \div 31 \text{ غم/مول} = 0.387 \text{ مول}$$

عدد مولات الكلور = كتلة الكلور ÷ كتلته المولية.

$$= 35 \text{ غم} \div 71 \text{ غم/مول} = 0.493 \text{ مول}$$

قسمة عدد مولات كل مادة على معاملها في المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$\text{الفسفور: } 0.387 \div 2 = 0.1935, \text{ الكلور: } 0.493 \div 3 = 0.1643$$

إن يعتبر الكلور المادة المحددة للتفاعل الكيميائي.

تبين المعادلة الكيميائية الموزونة أن 2 مول من كلوريد الفسفور تنتج من تفاعل 3 مول من الكلور.

$$\text{عدد مولات كلوريد الفسفور} = (3 \div 2) \times 0.493 = 0.7395 \text{ مول}$$

كتلة كلوريد الفسفور = عدد مولات كلوريد الفسفور × كتلته المولية

$$= 0.7395 \text{ مول} \times 137.3 \text{ غم/مول} = 101.672 \text{ غم}$$

المردود المئوي = (النتاج الفعلي ÷ الناتج النظري) × 100%

$$= (40 \text{ غم} \div 101.672 \text{ غم}) \times 100\% = 39.44\%$$

حلول أسئلة الوحدة

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة:

الفقرة	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	أ	ج	ج	أ	ب

السؤال الثاني: وضّح الفرق بين كل من المصطلحات العلمية الآتية:

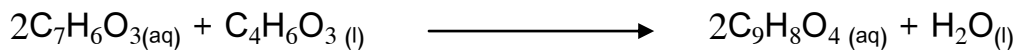
1. الصيغة الأولية للمركب الكيميائي: هي الصيغة التي تحدد نوع العناصر المكونة لـ هـ، وأبسط نسبة عددية بينها، بينما الصيغة الجزيئية للمركب الكيميائي تحدد نوع العناصر المكونة لـ هـ والنسب المولية الحقيقية لكل منها.

2. المادة الفائضة: هي المادة التي لا تستهلك بشكل كامل في التفاعل الكيميائي، بينما المادة المحددة للتفاعل الكيميائي هي المادة التي تستهلك بشكل كامل ويتوقف التفاعل باستهلاكها.

3. الناتج النظري للتفاعل الكيميائي: هو الناتج المتوقع الحصول عليه، ويتم حسابه من المعادلة الكيميائية الموزونة، أما الناتج الفعلي فهو الناتج الحقيقي للتفاعل الكيميائي، والذي يتم الحصول عليه مخبرياً، وغالباً يكون أقل من الناتج النظري.

السؤال الثالث:

يستخدم الأسبرين $C_9H_8O_4$ كمسكن للألم ومميع للدم، ويمكن تحضيره بتفاعل أنهيدريد الأسيتيك $C_4H_6O_3$ مع حمض السلسليك $C_7H_6O_3$ ، حسب المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



إذا تفاعل 2.0 كغم من حمض السلسليك مع 1.0 كغم من أنهيدريد الأسيتيك.

1. ما كتلة الناتج النظري للأسبرين؟

2. ما كتلة المادة الفائضة عن التفاعل؟

الحل:

عدد مولات المادة = كتلة المادة ÷ كتلتها المولية.

عدد مولات حمض السِّلْسَلِيك = كتلة حمض السِّلْسَلِيك ÷ كتلته المولية.

$$= 2000 \text{ غم} \div 138 \text{ غم/مول} = 14.5 \text{ مول}$$

عدد مولات أنهيدريد الأستيك الفائضة = كتلة أنهيدريد الأستيك ÷ كتلته المولية.

$$= 1000 \text{ غم} \div 102 \text{ غم/مول} = 9.8 \text{ مول}$$

قسمة عدد مولات كل مادة على معاملها في المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$\text{حمض السِّلْسَلِيك: } 14.5 \div 2 = 7.25, \text{ أنهيدريد الأستيك: } 9.8 \div 1 = 9.8$$

إذن المادة المُحددة للتفاعل الكيميائي هي حمض السِّلْسَلِيك.

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 2 مول من الأسبرين ينتج من تفاعل 2 مول من حمض السِّلْسَلِيك.

إذن عدد مولات الأسبرين = 14.5 مول.

كتلة الأسبرين = عدد مولات الأسبرين X كتلته المولية

$$= 14.5 \text{ مول} \times 180 \text{ غم/مول} = 2610 \text{ غم}$$

إذن المادة الفائضة هي أنهيدريد الأستيك.

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 2 مول من حمض السِّلْسَلِيك تتفاعل مع 1 مول من أنهيدريد الأستيك.

إذن عدد مولات أنهيدريد الأستيك المتفاعلة = 14.5 مول X 0.5 = 7.25 مول

عدد مولات أنهيدريد الأستيك غير المتفاعلة (الفائضة) = عدد المولات قبل بدء التفاعل - عدد المولات المتفاعلة

$$= 9.8 \text{ مول} - 7.25 \text{ مول} = 2.55 \text{ مول}$$

كتلة أنهيدريد الأستيك غير المتفاعلة (الفائضة) = 2.55 مول X 102 غم/مول = 260 غم.

السؤال الرابع:

1. وُجد أنّ عينة من مركّب نقي تحتوي على 2.45 غم من السيلكون، و 12.64 غم من الكلور، ما الصيغة الأولية لهذا المركب؟

الحل:

عدد مولات المادة = كتلة المادة ÷ كتلتها المولية.

عدد مولات السيلكون = كتلة السيلكون ÷ كتلته المولية.

$$2.45 \text{ غم} \div 28 \text{ غم/مول} = 0.0875 \text{ مول}$$

عدد مولات الكلور = كتلة الكلور ÷ كتلته المولية.

$$12.64 \text{ غم} \div 35.5 \text{ غم/مول} = 0.356 \text{ مول}$$

قسمة عدد المولات كل مادة على أقل عدد مولات

$$\text{السيلكون } 0.089 \div 0.089 = 1, \text{ الكلور } 0.356 \div 0.0875 = 4$$

إذن الصيغة الأولية للمركب SiCl_4

2. يُضاف جلايكول الاثيلين إلى ماء المُبرّد (الزاديتير) في السيارة لخفض درجة تجمد الماء في المناطق الباردة، يحتوي جلايكول الاثيلين على الكربون والأكسجين والهيدروجين فقط. تم حرق عينة من هذا المركب كتلتها 0.62 غم بوجود كمية فائضة من الأكسجين، وقد نتج عن التفاعل 0.88 غم ثاني أكسيد الكربون و 0.54 غم من الماء. ما الصيغة الجزيئية لجلايكول الاثيلين؟ علماً أنّ كتلته المولية تساوي 62 غم/مول.

الحل:

1. إيجاد كتلة كل عنصر من مكونات جلايكول الاثيلين في العينة.

كتلة الكربون = النسبة المئوية للكربون في ثاني أكسيد الكربون X كتلة ثاني أكسيد الكربون

$$0.24 \text{ غم} = 0.88 \times 0.273 = 0.88 \times (44 \div 12)$$

كتلة الهيدروجين = النسبة المئوية للهيدروجين في الماء X كتلة الماء

$$0.06 \text{ غم} = 0.54 \times 0.11 = 0.54 \times (18 \div 2)$$

كتلة الأكسجين = كتلة العينة - (كتلة الكربون + كتلة الهيدروجين)

$$0.32 = (0.06 + 0.24) - 0.62 =$$

2. حساب عدد مولات كل عنصر.

عدد مولات العنصر = كتلة العنصر ÷ كتلته المولية

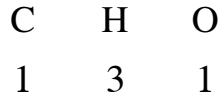
عدد مولات الكربون = $0.24 \text{ غم} \div 12 \text{ غم/مول} = 0.02 \text{ مول}$

عدد مولات الهيدروجين = $0.06 \text{ غم} \div 1 \text{ غم/مول} = 0.06 \text{ مول}$

عدد مولات الأكسجين = $0.32 \text{ غم} \div 16 \text{ غم/مول} = 0.02 \text{ مول}$

3. قسمة عدد مولات كل عنصر على أقل عدد مولات وهو 0.02

الكربون $0.02 \div 0.02 = 1$ ، الأكسجين $0.02 \div 0.02 = 1$ ، الهيدروجين $0.06 \div 0.02 = 3$



4. الصيغة الأولية لجلايكول الاثيلين هي: CH_3O .

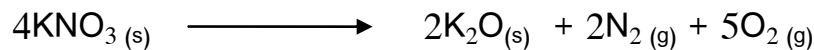
5. الكتلة المولية للصيغة الأولية CH_3O = $12 \times 1 + 1 \times 3 + 16 \times 1 = 31 \text{ غم/مول}$

ن = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية للمركب ÷ الكتلة المولية للصيغة الأولية للمركب

$$= 62 \div 31 = 2, \text{ إذن الصيغة الجزيئية لجلايكول الاثيلين هي: } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$$

السؤال الخامس:

تُستخدم نترات البوتاسيوم في عدة تطبيقات مثل صناعة الأسمدة، وتتحلل نترات البوتاسيوم بالحرارة حسب المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



1. احسب عدد مولات نترات البوتاسيوم اللازم تحليلها لإنتاج 5.6 كغم من غاز الأكسجين.

2. ما حجم غاز النيتروجين الناتج في الظروف القياسية.

الحل:

عدد مولات الأكسجين = كتلة الأكسجين ÷ كتلته المولية.

$$= 5600 \text{ غم} \div 32 \text{ غم/مول} = 175 \text{ مول}.$$

من المعادلة الكيميائية، ينتج 5 مول من الأكسجين من تحلل 4 مول من نترات البوتاسيوم.

عدد مولات نترات البوتاسيوم = 175 مول أكسجين X (4 مول نترات البوتاسيوم ÷ 5 مول أكسجين)

$$= 140 \text{ مول}$$

من المعادلة الكيميائية، يرافق انتاج 5 لتر أكسجين انتاج 2 لتر من النيتروجين في الظروف القياسية.

حجم الأكسجين الناتج = عدد مولات الأكسجين X 22.4 لتر/مول

$$= 175 \text{ مول} \times 22.4 \text{ لتر/مول} = 3920 \text{ لتر}$$

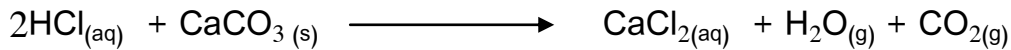
حجم النيتروجين الناتج = 3920 لتر أكسجين X (2 لتر نيتروجين ÷ 5 لتر أكسجين)

$$= 1568 \text{ لتر}.$$

السؤال السادس:

إذا كان تركيز محلول من حمض الهيدروكلوريك HCl 0.4 مول/لتر، احسب حجم الحمض اللازم للتفاعل مع

6.21 غم من كربونات الكالسيوم CaCO₃، حسب المعادلة الآتية:



الحل:

عدد مولات كربونات الكالسيوم = كتلة كربونات الكالسيوم ÷ كتلته المولية

$$= 6.21 \text{ غم} \div 100 \text{ غم/مول} = 0.0621 \text{ مول}$$

نُبين من المعادلة الكيميائية الموزونة أنَّ 2 مول من الحمض تتفاعل مع 1 مول من كربونات الكالسيوم

عدد مولات HCl = 0.0621 مول $\text{CaCO}_3 \times (2 \text{ مول HCl} \div 1 \text{ مول } \text{CaCO}_3)$

$$= 0.1242 \text{ مول}$$

حجم محلول HCl = عدد المولات $\div$ تركيز المحلول

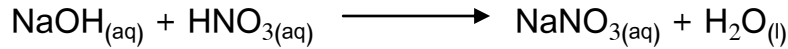
$$= 0.1242 \text{ مول} \div 0.4 \text{ مول/لتر} = 0.31 \text{ لتر}$$

السؤال السابع:

تم إضافة 5 غم من هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى 200 سم³ من حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 0.5 مول/لتر، حدّد باستخدام الحسابات الكيميائية، هل المحلول الناتج حمضي أم قاعدي أم متعادل؟

الحل:

كتابة معادلة كيميائية موزونة:



عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = كتلة الصوديوم $\div$ كتلته المولية

$$= 5 \text{ غم} \div 40 \text{ غم/مول} = 0.125 \text{ مول}$$

عدد مولات الحمض = الحجم (باللتر) $\times$ تركيز المحلول مول/لتر

$$= 0.2 \text{ لتر} \times 0.5 \text{ مول/لتر} = 0.1 \text{ مول}$$

تُبين المعادلة الكيميائية الموزونة أنّ 1 مول من هيدروكسيد الصوديوم يتفاعل مع 1 مول من حمض النيتريك.

وبما أن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم أكبر من عدد مولات الحمض، يكون المحلول الناتج قاعدياً.

السؤال الثامن:

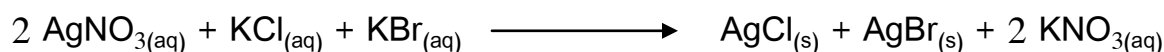
تحتوي عينة على مخلوط من كلوريد البوتاسيوم KCl وبروميد البوتاسيوم KBr، لتحديد كمية كل منهما، تم إذابة عينة كتلتها 1.2 غرام في الماء، ثم أُضيفت إليها كمية كافية من نترات الفضة AgNO_3 ، فتكون راسب كتلته 2.0 غم، احسب النسبة المئوية الكتلية لكل من كلوريد البوتاسيوم وبروميد البوتاسيوم في العينة.

الحل:

الكتلة المولية لكلوريد البوتاسيوم = 74.6 غم/مول، الكتلة المولية لبروميد البوتاسيوم = 119.0 غم/مول

الكتلة المولية لكلوريد الفضة = 143.3 غم/مول، الكتلة المولية لبروميد الفضة = 187.8 غم/مول

عند إضافة نترات الفضة يتكون كل من كلوريد الفضة وبروميد الفضة، حسب المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



نفرض كتلة كلوريد البوتاسيوم = س غم، وبذلك تكون كتلة بروميد البوتاسيوم = (1.2 - س) غم

عدد مولات كلوريد البوتاسيوم = س غم ÷ 74.6 غم/مول

عدد مولات بروميد البوتاسيوم = (1.2 - س غم) ÷ 119 غم/مول

عدد مولات كلوريد الفضة = عدد مولات كلوريد البوتاسيوم = س غم ÷ 74.6 غم/مول

عدد مولات بروميد الفضة = عدد مولات بروميد البوتاسيوم = (1.2 - س) غم ÷ 119 غم/مول

كتلة كلوريد الفضة = عدد مولات كلوريد الفضة X كتلتها المولية

= (س غم ÷ 74.6 غم/مول) X 143.3 غم/مول = 1.92 س غم

كتلة بروميد الفضة = عدد مولات بروميد الفضة X كتلتها المولية

= ((1.2 - س) غم ÷ 119 غم/مول) X 187.8 غم/مول = 1.58 (1.2 - س) غم

كتلة كلوريد الفضة + كتلة بروميد الفضة = 2.0 غم

$$2.0 = 1.92 \text{ س} + 1.58(1.2 - \text{س})$$

بحل المعادلة، كتلة كلوريد البوتاسيوم (س) = 0.31 غم

كتلة بروميد البوتاسيوم = $1.2 - 0.31$ غم = 0.89 غم

نسبة كلوريد البوتاسيوم في العينة = $(0.31 \text{ غم} \div 1.2 \text{ غم}) \times 100\% = 25.8\%$

نسبة بروميد البوتاسيوم في العينة = $100\% - 25.8\% = 74.2\%$

الوحدة الثالثة

المحاليل

الفصل الأول (أنواع المحاليل وعملية الإذابة)

الأنشطة والأسئلة الداخلية:

نشاط(1): (ص61): تصنيف المواد

1- المواد النقية: حديد، ماء مقطر، سكر

مخاليط: ماء الشرب، نقود معدنية، رمل في الماء

2- مخاليط متجانسة: ماء الشرب، نقود معدنية

مخاليط غير متجانسة: رمل في الماء

نشاط(2): (ص62): تصنيف المحاليل

المحاليل	تصنيف المحاليل	معيار التصنيف
ماء بحر، وقود السيارة	نوع المذيب	وجود الماء كمذيب
الفولاذ، محلول الشاي، الهواء الجوي	صلب، سائل، غاز	الحالة الفيزيائية للمحلول
محلول سكر	مركز ومخفف	كمية المذاب في المحلول

سؤال: (ص62): صنف المحاليل المبينة في الصور الآتية وحدد معيار التصنيف.

رقم المحلول	تصنيف المحلول	المعيار
1	غاز	الحالة الفيزيائية للمحلول
2	سائل	الحالة الفيزيائية للمحلول
3	صلب	الحالة الفيزيائية للمحلول

نشاط(3): (ص63): ذوبان ملح كلوريد الصوديوم NaCl في الماء.

1- الذرة في جزيء الماء التي تحمل شحنة جزئية سالبة هي ذرة الأكسجين (O)، والذرة التي تحمل شحنة جزئية

موجبة هي ذرة الهيدروجين (H).

2- تترتب جزيئات الماء حول أيونات الكلور وأيونات الصوديوم كما يلي:

عند وضع بلورات NaCl في الماء يحدث لها ذوبان؛ وتتفصل الأيونات عن بعضها البعض، وتهاجم جزيئات الماء القطبية بلورة كلوريد الصوديوم NaCl؛ إذ تتجه ذرة الأكسجين التي تحمل شحنة جزئية سالبة نحو أيونات الصوديوم الموجبة (Na^+)، بينما تتجه ذرات الهيدروجين التي تحمل شحنة جزئية موجبة نحو أيونات الكلور السالبة Cl^- ، وينتج عن ذلك قوة تجاذب بين جزيئات الماء القطبية والأيونات، والتي تتغلب على قوة التجاذب بين الأيونات في بلورة كلوريد الصوديوم؛ ونتيجة لذلك تتفصل الأيونات عن بعضها لتحيط بجزيئات الماء.

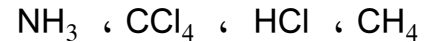
3- يمكن تفسير حدوث عملية الإذابة لتكوين المحلول والتي تمر في ثلاث خطوات متلازمة:

الخطوة الأولى: تباعد دقائق المذاب عن بعضها ، وهذا يتطلب تزويدها بطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين دقائق المذاب وعليه فهي عملية ماصة للطاقة (ΔH_1).

الخطوة الثانية: تباعد دقائق المذيب عن بعضها، وهذا يتطلب تزويدها بطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين دقائق المذيب و عليه فهي عملية ماصة للطاقة (ΔH_2).

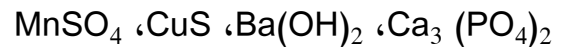
الخطوة الثالثة: تجاذب دقائق المذيب مع دقائق المذاب، لتكوين قوى جديدة بينهما وهي عملية طاردة للطاقة (ΔH_3).

سؤال: (ص 65): أيّ المواد الآتية تذوب في الماء؟



المواد التي تذوب في الماء هي المواد التي لها صفات قطبية وهي: NH_3 , HCl

سؤال: (ص 73): بالاعتماد على قواعد الذائبية، أيّ المركبات الآتية ذائب وأيها غير ذائب في الماء ثمّ اكتب أنواع الأيونات لكل مركب ذائب؟



الحل:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: غير ذائب

Ba(OH)_2 : ذائب، والأيونات هي: Ba^{2+} و OH^-

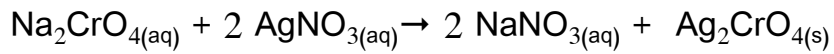
CuS : غير ذائب

MnSO_4 : ذائب ، والأيونات هي: Mn^{2+} و SO_4^{2-}

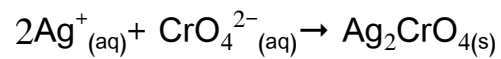
سؤال: (ص 74): اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، والمعادلة الأيونية الصافية لتفاعل محلول نترات الفضة AgNO_3 مع محلول كرومات الصوديوم Na_2CrO_4 .

الحل:

المعادلة الكيميائية:



ومن المعادلة الكيميائية نحصل على المعادلة الأيونية الصافية وتكون كما يلي:



أسئلة الفصل (صفحة 75)

السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

الفقرة	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	د	ب	ج	أ	د

السؤال الثاني: علل الآتية:

1- يذوب البروبانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ في الماء، ورابع كلوريد الكربون CCl_4 .
 لاحتواء البروبانول على شق قطبي وهو مجموعة الهيدروكسيلي ($-\text{OH}$) الذي يكون ترابط هيدروجيني مع أكسجين الماء فتذوب في الماء. بالإضافة إلى ذلك يحتوي على شق هيدروكربوني غير قطبي يجعله يذوب في رابع كلوريد الكربون غير القطبي.

2- عند فتح غطاء إحدى عبوات المشروبات الغازية نلاحظ انطلاق فقاعات من الغاز.

لأنه عند فتح الغطاء يقل الضغط، وينقصان الضغط تقل ذائبية الغازات في المحلول.

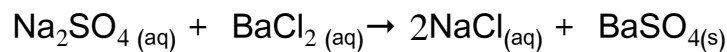
3- تزداد ذائبية يوديد البوتاسيوم KI في الماء بارتفاع درجة الحرارة.

لأن حرارة المحلول الملحي KI المشبع مكتسبة (ماص)، فإن تسخين المحلول سوف تزيد من ذائبية الملح المذاب حيث يتجه المحلول إلى الاتجاه الذي يخفف من تأثير زيادة درجة الحرارة؛ أي الاتجاه الذي تزداد فيه الذائبية وبالتالي تذوب كمية إضافية من الملح.

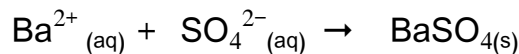
السؤال الثالث: أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، والمعادلة الأيونية الصافية لتفاعل محلول كبريتات الصوديوم

Na_2SO_4 مع محلول كلوريد الباريوم BaCl_2 .

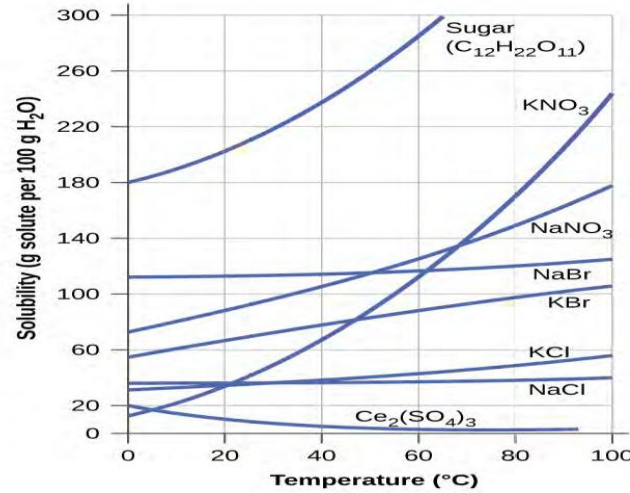
الحل: المعادلة الكيميائية الموزونة:



ومن المعادلة الكيميائية نحصل على المعادلة الأيونية الصافية وتكون كما يلي:



السؤال الرابع: تأمل الشكل الآتي الذي يمثل ذائبية بعض المواد في الماء ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



1 - عند أي درجة حرارة تتساوى ذائبية نترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم؟

تقريباً عند 70 س°

2 - ما مقدار ذائبية السكر عند 60 س°؟

ذائبية السكر عند 60 س° تساوي تقريباً 290 غم

3 - ما أكبر كمية من كلوريد الصوديوم يمكن أن تذوب في 1 كغم من الماء عند درجة 100 س°؟

يذوب 37 غم كلوريد الصوديوم في 100 غم ماء عند 100 س°

س غم كلوريد الصوديوم في 1000 غم ماء عند 100 س°

الكمية (س) = 370 غم

الفصل الثاني (تركيز المحاليل وخواصها الجامعة)

الأنشطة والأسئلة الداخلية:

سؤال: (ص 81): يُعدّ الجليسرين $C_3H_8O_3$ مادة كيميائية عديمة اللون والرائحة، ويمتاز بخواص طبيعية تجعل منه مادة مهمة في صناعة مواد التجميل. ما النسبة المئوية الكتلية والحجمية للجليسرول في محلول يحتوي على 10 سم³ جليسرين مذاب في 250 غم ماء، علماً أن كثافة الجليسرين تساوي 1.26 غم/سم³، وكثافة الماء تساوي 1 غم/سم³؟

الحل: النسبة المئوية الكتلية = (كتلة المذاب ÷ كتلة المحلول) × 100%

لكن كتلة الجليسرين (المذاب) = كثافة الجليسرين × حجم الجليسرين

$$= 1.26 \text{ غم} / \text{سم}^3 \times 10 \text{ سم}^3 = 12.6 \text{ غم}$$

إذن النسبة المئوية الكتلية للجليسرين = $(12.6 \text{ جليسرين} \div (250 + 12.6)) \times 100\%$

$$= (12.6 \div 262.6) \times 100\% = 4.79\%$$

النسبة المئوية الحجمية للمذاب = (حجم المذاب ÷ حجم المحلول) × 100%

$$\text{حجم المذيب (الماء)} = \text{كتلة الماء} \div \text{كثافة الماء} = 250 \div 1 = 250 \text{ سم}^3$$

النسبة المئوية الحجمية للجليسرين = (حجم الجليسرين ÷ حجم المحلول) × 100%

ملاحظة: اعتبر أن حجم المحلول في السوائل = (حجم المذيب + حجم المذاب)

$$= (10 \div (250 + 10)) \times 100\% = 3.85\%$$

سؤال: (ص 82): يُسمى المحلول المائي للفورمالدهيد (HCOH) بالفورمالين؛ إذ يستخدم المحلول المخفف منه في حفظ العينات البيولوجية. احسب حجم محلول فورمالين تركيزه 0.1 مول/لتر يحتوي على 6 غم من فورمالدهايد.

الحل: المولارية (مول/لتر) = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول (لتر)

$$\text{عدد مولات المذاب} = \text{الكتلة} \div \text{الكتلة المولية}$$

$$\text{الكتلة المولية للفورمالدهايد} = 1 \times 2 + 12 \times 1 + 16 \times 1 = 30 \text{ غم/مول}$$

$$\text{إذن عدد مولات الفورمالدهايد} = 6 \text{ غم فورمالدهايد} \div 30 \text{ غم/مول} = 0.2 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المحلول} = \text{عدد المولات} \div \text{المولارية} \quad \leftarrow \text{حجم المحلول} = 0.2 \div 0.1 = 2 \text{ لتر}$$

سؤال: (ص83):

محلول من حمض الكبريتيك H_2SO_4 حجمه 100 سم³ وتركيزه بالنسبة المئوية الكتلية يساوي 27%، احسب مولارية ومولالية المحلول علماً أن كثافته تساوي 1.198 غم/سم³.



الحل:

1 - نحسب كتلة المحلول كما يلي:

الكثافة = الكتلة ÷ الحجم

$$1.198 \text{ غم/سم}^3 = \text{ك} \div 100 \text{ سم}^3$$

$$\text{إذن كتلة المحلول} = 100 \times 1.198 = 119.8 \text{ غم}$$

2 - نحسب كتلة حمض الكبريتيك كما يلي:

النسبة المئوية الكتلية = (كتلة المذاب ÷ كتلة المحلول) × 100%

$$27\% = (\text{كتلة المذاب} \div 119.8 \text{ غم}) \times 100\%$$

$$\text{ك للحمض (المذاب)} = (119.8 \times 27) \div 100 = 32.346 \text{ غم}$$

3 - نحسب عدد مولات الحمض = الكتلة ÷ الكتلة المولية = $32.346 \div 98 = 0.33$ مول

4 - المولارية = عدد المولات ÷ الحجم باللتر = $0.33 \div 3.3 = 0.1$ مول/لتر

5 - المولالية = عدد مولات الحمض ÷ كتلة المذيب بالكغم = $0.33 \div (119.8 - 32.346)$

$$= 0.33 \div 0.0875 = 3.77 \text{ مول/كغم}$$

سؤال: (ص83):

ما هي وحدة قياس الكسر المولي؟

لا يوجد له وحدة قياس لأنه عبارة عن نسبة مولات.

سؤال: (ص84):

محلول مائي من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه بالنسبة المئوية الكتلية 20%. احسب الكسر المولي لمكونات المحلول.

نفرض أن لدينا 100 غم من المحلول، فيكون المحلول محتوياً على 20 غم $AgNO_3$ و 80 غم ماء.

$$\text{الكتلة المولية لنترات الفضة } AgNO_3 = 108 \times 1 + 14 \times 1 + 16 \times 3 = 170 \text{ غم/مول.}$$

الكتلة المولية للماء $H_2O = 16 \times 1 + 1 \times 2 = 18$ غم/مول

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية

عدد مولات $AgNO_3 = 20 \text{ غم} \div 170 = 0.12$ مول.

عدد مولات $H_2O = 80 \text{ غم} \div 18 = 4.44$ مول

مجموع مولات مكونات المحلول = مولات H_2O + مولات $AgNO_3 = 4.44 + 0.12 = 4.56$ مول.

الكسر المولي للمذاب = عدد مولات المذاب ÷ مجموع عدد مولات المذيب والمذاب.

الكسر المولي لـ $AgNO_3 = 0.12 \text{ مول} \div 4.56 = 0.026$

الكسر المولي لـ $H_2O = 4.44 \div 4.56 = 0.974$

سؤال: (ص86):

معظم الأحماض المتوفرة في المختبرات الجامعية والمدرسية تكون مركزة، فإذا علمت أنّ حمض الهيدروكلوريك HCl يوجد بتركيز 32 % بالكتلة وكثافته 1.18 غم/مل. وأردنا تخفيف كمية من هذا المحلول للحصول على محلول حجمه 250 مل بتركيز 1 مول/لتر. بيّن بخطوات الآلية الواجب إتباعها لمعرفة الحجم المطلوب أخذه من الحمض المركز.

الحل:

1 - احسب تركيز الحمض اللازم تخفيفه بالماء للحصول على حجم 250 مل بتركيز 1 مول/لتر كما يلي:

نفرض حجم المحلول من الحمض = 100 سم³

كتلة المحلول = الحجم × الكثافة = 100 سم³ × 1.18 غم/مل = 118 غم

النسبة المئوية الكتلية = (كتلة المذاب ÷ كتلة المحلول) × 100 %

32 % = (كتلة حمض HCl ÷ 118) × 100 %

كتلة حمض HCl = 37.76 غم

عدد مولات حمض HCl = الكتلة ÷ الكتلة المولية = 37.76 ÷ 36.5 = 1.035 مول

إذن المولارية (مول/لتر) = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول (لتر)

= 1.035 ÷ 0.1 = 10.35 مول/لتر

2- باستخدام قانون التخفيف، احسب حجم الحمض المركز المطلوب استخدامه

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \text{ (قبل التخفيف) } = \text{ (بعد التخفيف) }$$

$$10.35 \times C_1 = 250 \times 1 \quad \leftarrow \text{ ومنه } C_1 = \text{تقريباً } 24.00 \text{ مل}$$

3- اسحب حجماً مقداره 24 مل من محلول حمض HCl المركز بالماصة وضعه في دورق حجمي سعته 250 مل والذي يحتوي على مقدار قليل من الماء.

4- أضف الماء مع التحريك بشكل دائري حتى تصل العلامة المبينة على الحلقة.

5- أغلق الدورق بالسدادة الخاصة به وامزج بشكل جيد. وبذلك نكون قد حصلنا على محلول حجمه 250 مل بتركيز 1 مول/لتر.

سؤال: (ص92):

من التطبيقات العملية للخواص الجامعة للمحاليل حساب الكتلة المولية لمركب ما. فإذا تم إذابة عينة من مركب عضوي كتلتها 3.75 غم في 95 غم من الأسيتون. احسب الكتلة المولية للمركب العضوي، علماً أن درجة غليان الأسيتون = 55.95°س، ودرجة غليان المحلول = 56.5°س، وثابت الغليان المولالي للأسيتون يساوي 1.71°س.كغم/مول.

الحل:

بتطبيق المعادلة: الإرتفاع في درجة غليان المحلول = ثابت الغليان X المولالية

$$\Delta \text{ دغ} = \text{ك غ} \times m$$

$$\Delta \text{ دغ} = \text{درجة غليان المحلول} - \text{درجة غليان المذيب} = 56.5 - 55.95 = 0.55^\circ \text{س}$$

$$m = \frac{\Delta \text{ دغ}}{\text{ك غ}} = \frac{0.55}{1.71} = 0.32 \text{ مول/كغم.}$$

$$\text{عدد مولات المذاب} = \text{مولالية المحلول} \times \text{كتلة المذيب (كغم)}$$

$$= 0.095 \times 0.32 = 0.0304 \text{ مول}$$

$$\text{الكتلة المولية للمركب العضوي} = \text{كتلة المركب العضوي} \div \text{عدد مولات المركب}$$

$$= 123.35 \div 0.0304 = 123.35 \text{ غم/مول.}$$

أسئلة الفصل (صفحة 96)

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

الفقرة	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	أ	أ	ب	أ	أ

السؤال الثاني: وضح المقصود بكل من:

المولارية: عدد مولات المذاب في لتر من المحلول.

الكسر المولي: النسبة بين عدد مولات أحد مكونات المحلول إلى مجموع مولات مكونات المحلول.

الخواص الجامعة للمحاليل: هي خصائص تعتمد على عدد دقائق المذاب فقط (جزيئات أو أيونات) و ليس نوع تلك الدقائق.

السؤال الثالث: احسب مولارية محلول ناتج من إضافة 0.5 لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.5 مول/لتر إلى محلول من المادة نفسها، حجمه 0.25 لتر وتركيزه 0.2 مول/لتر.

الحل:

عدد مولات المحلول الأول = التركيز المولاري X الحجم = 0.5 X 0.5 = 0.25 مول.

عدد مولات المحلول الثاني = التركيز المولاري X الحجم = 0.2 X 0.25 = 0.05 مول.

التركيز المولاري للمحلول الناتج = عدد المولات الكلي ÷ الحجم الكلي = (0.25 + 0.5) ÷ (0.25 + 0.5) = 0.75 ÷ 0.5 = 1.5 مول/لتر

السؤال الرابع: يحتوي محلول على 45 غم من مادة غير متطايرة وغير متأينة مذابة في 500 غم ماء، فإذا تجمد المحلول على درجة 0.93 °س تحت الصفر، وعلمت أن ثابت التجمد الماء يساوي 1.86 °س. كغم/مول

1- احسب الكتلة المولية للمذاب.

2- إذا كانت الصيغة الأولية للمذاب هي CH_2O ، أوجد صيغته الجزيئية.

الحل:

1- الانخفاض في درجة تجمد المحلول = ثابت الانخفاض في درجة التجمد X التركيز المولالي للمحلول (م)

بالرموز: $\Delta T = K_f \times m$

درجة تجمد المحلول = درجة تجمد المذيب النقي - Δ د ت
 $- 0.93 = \Delta$ د ت - صفر - Δ د ت ومنه Δ د ت = 0.93°
 مولالية المحلول = Δ د ت $\div$ ك ت = $0.93 \div 1.86 = 0.5$ مول/كغم.

عدد مولات المذاب = مولالية المحلول $\times$ كتلة المذيب (كغم)

$$= 0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ مول}$$

الكتلة المولية للمذاب = كتلة المذاب $\div$ عدد مولات المذاب

$$= 0.25 \div 45 = 180 \text{ غم/مول.}$$

2- الصيغة الجزيئية للمركب = ن $\times$ الصيغة الأولية

$$ن = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب الحقيقي}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}} = \frac{180}{30} = 6$$

$$\text{إذن الصيغة الجزيئية للمركب} = (\text{CH}_2\text{O}) \times 6 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

حلول أسئلة الوحدة (صفحة 97)

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

الفقرة	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	ج	أ	ج	د	ج

السؤال الثاني: ما المقصود بكل من الآتية:

الذائبية: أكبر كمية من المذاب يمكن أن تذوب في 100 غم مذيب عند درجة حرارة معينة.

تركيز المحلول: هي تعبير عن العلاقة الكمية بين المذاب والمذيب في المحلول.

ثابت التجمد: مقدار الانخفاض في درجة تجمد المذيب عند إذابة (1) مول من مادة غير متطايرة وغير متأينة في كيلوغرام واحد من ذلك المذيب.

السؤال الثالث: احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الفوسفوريك، تركيزه بالنسبة المئوية الكتلية تساوي 85%، وحجمه لتر واحد، علماً أن كثافة المحلول تساوي 1.7 غم/مل.

الحل:

$$\text{كتلة المحلول} = \text{حجم المحلول} \times \text{كثافة المحلول} = 1000 \text{ مل} \times 1.7 \text{ غم/مل} = 1700 \text{ غم}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = (\text{كتلة المذاب} \div \text{كتلة المحلول}) \times 100\%$$

$$85\% = (\text{كتلة الحمض} \div 1700) \times 100\%$$

$$\text{كتلة الحمض} = 1445 \text{ غم}$$

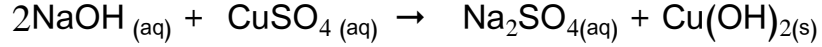
$$\text{عدد مولات الحمض} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{1445 \text{ غم}}{98 \text{ غم/مول}} = 14.74 \text{ مول}$$

$$\text{إن المولارية (مول/لتر)} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{حجم المحلول (لتر)}}$$

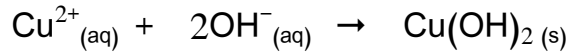
$$14.74 \text{ مول الحمض} \div 1 \text{ لتر} = 14.74 \text{ مول/لتر}$$

السؤال الرابع: اكتب المعادلة الأيونية الصافية الناتجة من تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع محلول كبريتات النحاس (II) CuSO_4 .

الحل: المعادلة الكيميائية:



ومن المعادلة الكيميائية نحصل على المعادلة الأيونية الصافية وتكون كما يلي:



السؤال الخامس: إذا أذيب 900 غم من ايثيلينجلايكول ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) في 6 كغم ماء داخل مبرد السيارة، فهل نتوقع حدوث التجمد في مشع السيارة إذا انخفضت درجة حرارة الجو إلى $(-4)^\circ\text{C}$.

الحل: نحسب درجة تجمد المحلول، وذلك بمعرفة مقدار الانخفاض في درجة التجمد من العلاقة:

$$\Delta t = K_f \times m$$

ولحساب Δt يلزم حساب المولالية ومعرفة K_f من جدول ثابت الإنخفاض في درجة التجمد

$$\text{عدد مولات المذاب} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{900}{62} = 14.52 \text{ مول}$$

$$\text{المولالية (م)} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{كتلة المذيب (كغم)}} = \frac{14.52}{6} = 2.42 \text{ مول/كغم.}$$

$$\Delta t = K_f \times m = 1.86 \times 2.42 = 4.5^\circ\text{C}$$

$$\text{درجة تجمد المحلول} = \text{درجة تجمد المذيب النقي} - \Delta t$$

$$= -4.5^\circ\text{C}$$

إذاً نتوقع عدم حدوث التجمد في مشع السيارة؛ لأن درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد حرارة الجو.

السؤال السادس: حضر محلول مائي بإذابة 10 مل من الكحول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (كثافته = 0.789 غم/مل) في حجم مناسب من الماء ليصبح حجم المحلول = 100 مل وكثافته تساوي 0.982 غم/مل احسب التركيز للمحلول بوحدة:

$$1 - \text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \quad 2 - \text{الكسر المولي للمذاب} \quad 3 - \text{النسبة المئوية الحجمية للمذاب}$$

$$4 - \text{المولالية} \quad 5 - \text{المولارية}$$

الحل:

1- النسبة المئوية الكتلية للمذاب = (كتلة المذاب ÷ كتلة المحلول) X 100 %
لكن كتلة المحلول = حجم المحلول X كثافة المحلول = 100 مل X 0.982 غم/مل = 98.2 غم
و كتلة المذاب (C₂H₅OH) = حجم المذاب X كثافة المذاب = 10 مل X 0.789 غم/مل = 7.89 غم.
وبالتعويض في قانون النسبة المئوية الكتلية نجد أن:
النسبة المئوية الكتلية للمذاب = (98.2 ÷ 7.89) X 100 % = 8.03 %

2- الكسر المولي للمذاب = عدد مولات المذاب ÷ مجموع عدد مولات الهذيب والمذاب.
عدد مولات المذاب = كتلة المذاب ÷ الكتلة المولية للمذاب = 7.89 ÷ 46 = 0.17 مول
عدد مولات الهذيب = كتلة الهذيب ÷ الكتلة المولية للهذيب
لكن كتلة الهذيب = كتلة المحلول - كتلة المذاب = 98.2 - 7.89 = 90.31 غم
إذن عدد مولات الهذيب = 90.31 ÷ 18 = 5.02 مول
مجموع مولات مكونات المحلول = مولات H₂O + مولات C₂H₅OH = 5.02 + 0.17 = 5.19 مول.
الكسر المولي لـ C₂H₅OH = 0.17 ÷ 5.19 = 0.032

3- النسبة المئوية الحجمية للمذاب = (حجم المذاب ÷ حجم المحلول) X 100 %
= (10 مل كحول ÷ 100) X 100 % = 10 %.

4- المولالية (م) = عدد المولات ÷ كتلة الهذيب (كغم)
= 0.17 مول C₂H₅OH ÷ 0.09031 = 1.88 مول/كغم.

5- المولارية (مول/لتر) = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول (لتر)
= 0.1 ÷ 0.17 = 1.7 مول/لتر

السؤال السابع: كم مل من المذيب يجب إضافتها إلى 0.69 لتر من محلول تركيزه 2.4 مول /لتر للوصول إلى تركيز مقداره 0.5 مول /لتر.

الحل:

باستخدام قانون التخفيف: $X_1 \text{ ح}_1 (\text{قبل التخفيف}) = X_2 \text{ ح}_2 (\text{بعد التخفيف})$

$$2.4 \times 0.69 = 0.5 \times \text{ح}_2$$

$$\text{ح}_2 = 3.31 \text{ لتر}$$

لكن $\text{ح}_2 = 1 \text{ ح} + \text{حجم الماء المضاف (حجم المذيب)}$

$$\text{إذن حجم المذيب} = 3.31 - 0.69 = 2.62 \text{ لتر}$$

السؤال الثامن: علل ما يلي:

1- يتأثر التركيز المولاري بتغير درجة الحرارة، بينما لا يتأثر التركيز المولالي.

لأن التركيز المولاري يعتمد على حجم المحلول، والذي يتغير بتغير درجة الحرارة، بينما التركيز المولالي يعتمد فقط على كتلة المذيب التي لا تتأثر بدرجة الحرارة.

2- عند إضافة مادة غير متطايرة وغير متأينة إلى الماء يحدث ارتفاع في درجة غليان المحلول.

لأن الضغط البخاري لمحلول يحوي مادة غير متطايرة يكون أقل منه للمادة النقية؛ ويعزى ذلك إلى أن قوى التجاذب بين دقائق المذيب والمذاب؛ تقل من عدد جزيئات المذيب التي تتبخر من سطح المحلول، وبالتالي يحتاج المحلول إلى درجة حرارة أعلى ليصبح ضغطه البخاري مساوٍ للضغط الخارجي وهذا يرفع من درجة غليان المحلول.

3- يذوب اليود I_2 في رابع كلوريد الكربون CCl_4 ولا يذوب في الماء.

لأن اليود ورابع كلوريد الكربون كلاهما مركبان غير قطبيين، فتنشأ بينهما قوى تجاذب متقاربة في قوتها، فتحدث الإذابة. بينما الماء قطبي يرتبط بترابط هيدروجيني فتكون القوى بين جزيئاته أقوى من التي تنشأ بينه وبين اليود فلا تحدث إذابة.

السؤال التاسع: قام تائر بخلط 75 غم من KCl في 200 غم ماء نقي عند 20°C ، فإذا علمت أن ذائبية KCl هي 34 غم/100 غم ماء عند درجة الحرارة نفسها.

1. ما كمية KCl الذائبة؟

2. هل المحلول الناتج مشبع أم غير مشبع؟

3. ما مقدار الكمية المترسبة من KCl؟

الحل:

1. يذوب 34 غم KCl في 100 غم ماء
يذوب (س) غم KCl في 200 غم ماء
إذن (س) = 68 غم KCl
2. بما أن الكمية المتوفرة أكبر من حد الإشباع فهو مشبع.
3. مقدار الكمية المترسبة من KCl = 75 - 68 = 7 غم.

السؤال العاشر: أنبوبان يحتويان على محلول لمادة أيونية مجهولة، فإذا تم إضافة محلول كبريتات الخارصين للأنبوب الأول فتكون راسب، وتم إضافة محلول كلوريد الصوديوم للأنبوب الثاني فتكون راسب، بالرجوع إلى قواعد الذائبية، ماذا نتوقع أن تكون المادة المجهولة؟

الحل:

المادة التي يمكن أن تترسب في المحلولين هي مادة تحتوي على أيون يكون راسب مع كل منهما ومن الممكن أن يكون نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$.

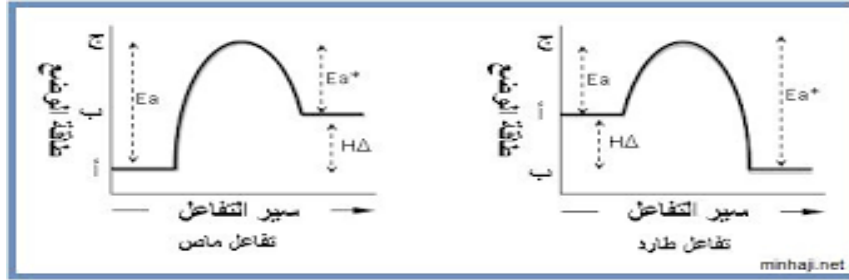
الوحدة الرابعة

الكيمياء الحرارية

الأنشطة والأسئلة الداخلية:

سؤال: (صفحة 102): ما سبب التصاق الكأس بسطح الخشب في الصورة الموضحة في الشكل (2)؟
لأن التفاعل ماص لكمية كبيرة من الطاقة الحرارية، والتي يأخذها من المحيط، فتتخفض درجة حرارة الدورق والمزيج دون درجة التجمد؛ مسببة تجمد الماء على سطح الخشب.

سؤال : (صفحة 103): ارسم مخطط توضيحي لتفاعل ماص للطاقة، وقارن الرسم الناتج مع مخطط التفاعل الطارد للطاقة.



في حالة التفاعل الماص تكون طاقة المواد الناتجة أكبر من طاقة المواد المتفاعلة، ويكون الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة قيمة موجبة.

سؤال: (صفحة 106) : لديك ميزان حرارة في داخله سائل على اعتبار أنّ هذا السائل هو النظام الذي تريد دراسته، وأنّ جدار الميزان هو الحد الذي يفصل بينه وبين المحيط.

1. هل هذا النظام مفتوح أم مغلق؟

2 . كيف يتم تحويله إلى نظام معزول؟

يمثل ميزان الحرارة نظاماً مغلقاً، ويمكن تحويله إلى نظام معزول من خلال تغليفه بمواد تمنع انتقال الحرارة بينه وبين المحيط.

سؤال: (صفحة 109): احسب التغير في طاقة نظام طارد للحرارة إذا كانت كمية الحرارة المنبعثة تساوي 15.6 كيلو جول وأنجز شغل على النظام مقداره 1.4 كيلو جول.

الحل:

التغير في الطاقة حسب العلاقة $\Delta E = q + w$

التغير في الطاقة = $-15.6 + 1.4 = -14.2$ كيلو جول

أي أن النظام أشع طاقة مقدارها 14.2 كيلو جول

سؤال: (صفحة 112): قارن بين المسعر الكأس والمسعر القنبلة من حيث:

1. التفاعل الذي يناسب كل منها.

2. نوع النظام في المسعر.

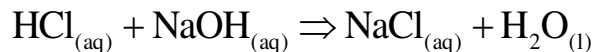
3. ظروف التفاعل.

- المسعر الكأس مناسب لقياس انسياب الطاقة الحرارية إذا كانت مواد التفاعل محاليل، وهو غير مناسب إذا كانت مواد التفاعل غازات، وفي حالة التفاعلات التي تنتج طاقة حرارية عالية.
- أما المسعر القنبلة فهو مناسب لقياس انسياب الطاقة الحرارية للغازات، وفي التفاعلات التي تنتج طاقة حرارية عالية لذا فإن مسعر القنبلة يستخدم لقياس حرارة الاحتراق.
- يمثل مسعر الكأس المغلق نظاماً مغلقاً بينما يمثل مسعر القنبلة نظاماً معزولاً.
- تحدث التفاعلات في مسعر الكأس تحت ضغط ثابت ممثل بالضغط الجوي، بينما تحدث التفاعلات في مسعر القنبلة تحت حجم ثابت.

سؤال: (صفحة 115): لماذا نستعمل ميزان حرارة لكل محلول ولا نقيس درجة حرارة المحلولين بنفس الميزان إلا بعد غسله بالماء المقطر؟

لأن بقايا الحمض على مستودع ميزان الحرارة تتفاعل مع محلول القاعدة تفاعلاً منتجاً للطاقة الحرارية فتؤثر على قراءة الميزان.

سؤال: (صفحة 116): احسب حرارة التعادل الناتجة من إضافة 150 مل من محلول حمض الهيدروكلوريك بتوكيز 0.35 مول/لتر إلى 150 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.35 مول/لتر وأدى ذلك إلى رفع حرارة المحلول في المسعر عند الضغط الثابت إلى 25.6 درجة مئوية، إذا كانت حرارة كل من محلول الحمض والقاعدة قبل التفاعل تساوي 23.25 درجة مئوية وحرارة النوعية للماء تساوي 4.18 جول/غرام. ⁰س، وكثافة المحلول تساوي 1 غم/مل، ومعادلة التفاعل



الحل:

نحسب حرارة تفاعل التعادل بشكل مباشر من العلاقة:

$$\text{كمية الحرارة} = \text{الكتلة} \times \text{الحرارة النوعية} \times \text{الفرق في درجة الحرارة}$$

حيث الكتلة = كتلة كلاً من الحمض والقاعدة = 150 غم + 150 غم = 300 غم

والفرق في درجة الحرارة (Δ) = $d_2 - d_1 = 25.6 - 23.25 = 2.35$ °س

وبالتعويض في المعادلة السابقة:

كمية الحرارة = 300 غم $\times$ 4.18 جول/غم.°س $\times$ 2.35 °س = 3017.4 جول = $10^3 \times 3$ جول

نحسب عدد مولات الحمض أو القاعدة (التي انتجت هذه الكمية من الطاقة) = التركيز $\times$ الحجم (بالتر)

عدد مولات الحمض أو القاعدة = 0.35 مول/لتر $\times$ 0.15 لتر = 0.0525 مول

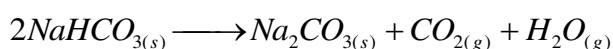
أي ان تفاعل 0.0525 مول من الحمض مع 0.0525 مول من القاعدة $\rightarrow$ 3 كيلو جول

لذا تكون الحرارة المصاحبة لتفاعل 1 مول من الحمض مع 1 مول من القاعدة $\rightarrow$ س

س (حرارة التعادل) = $1 \times 3 = 0.0525 \div 57.14$ كيلوجول/مول

أي ان حرارة التعادل = - 57.14 كيلوجول/مول

سؤال: (صفحة 119): يحتفظ العديد من الطباخين بمادة كربونات الصوديوم الهيدروجينية في متناول اليد، كونها مادة جيدة لإطفاء حرائق الزيوت والدهون لأن المركبات الناتجة من تفككها تخدم اللهب، ويمثل تفاعل تفكك كربونات الصوديوم الهيدروجينية بالمعادلة الآتية:



احسب حرارة تكوين كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ إذا كانت حرارة التفاعل تساوي 128 كيلو جول وحرارة التكوين لمركبات

المركب	Na_2CO_3	H_2O	CO_2
$(\Delta H_f^\circ) \text{ K.J/mol}$	1131-	241.8-	393.5-

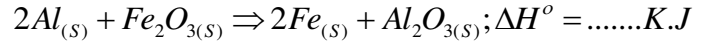
الحل: حرارة التفاعل ΔH° = مجموع حرارة التكوين للمواد الناتجة - مجموع حرارة التكوين للمواد المتفاعلة

$$\text{حرارة التفاعل } \Delta H^\circ = (1x\Delta H_f^\circ Na_2CO_3 + 1x\Delta H_f^\circ CO_2 + 1x\Delta H_f^\circ H_2O) - (2x\Delta H_f^\circ NaHCO_3)$$

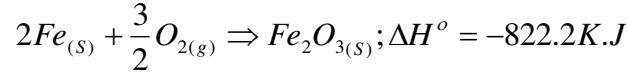
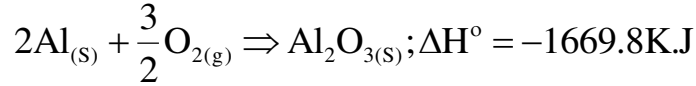
$$(1131-x1 + 393.5-x1 + 241.8-x1) - (2x\Delta H_f^\circ NaHCO_3) = 128$$

$$\Delta H_f^\circ NaHCO_3 = -947.15 \text{ كيلو جول}$$

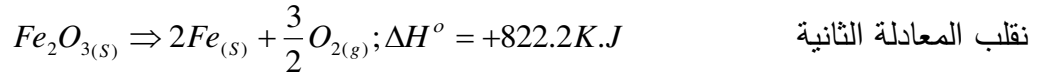
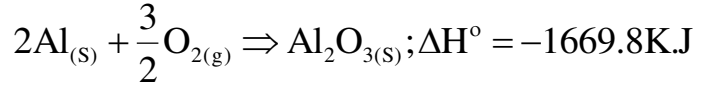
سؤال: (صفحة 123): احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل الآتي:



باستخدام المعادلتين الآتيتين:



الحل: تبقى المعادلة الأولى كما هي:



نقلب المعادلة الثانية

بجمع المعادلتين وشطب الأكسجين تصبح حرارة التفاعل $= -1669.8 + 822.2 = -847.6$ كيلو جول

حلول أسئلة الوحدة (صفحة 128)

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة:

الفقرة	1	2	3	4	5
رمز الإجابة	ب	أ	ج	د	ج

السؤال الثاني: ما الفرق بين كل من .

1. حرارة التفاعل وحرارة التكوين.

حرارة التكوين: كمية الحرارة المصاحبة عندما يتكوّن مول واحد من المادة من عناصرها الأولية في حالتها القياسية.

حرارة التفاعل: مجموع الفرق في المحتوى الحراري بين المواد الناتجة والمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة.

2. دالة الحالة ودالة المسار.

دالة الحالة: الكمية التي يعتمد فيها التغيير على الحالة الابتدائية والنهائية وليس على الطريق الذي يسلكه للوصول للحالة النهائية.

دالة المسار: الكمية التي يعتمد فيها التغيير على المسار الذي تسلكه ومن الأمثلة عليها الشغل وكمية الحرارة .

3. النظام المغلق والنظام المعزول.

النظام المغلق (Closed System): النظام الذي لا يسمح بتبادل المادة ويسمح بتبادل الطاقة بين النظام والمحيط.

النظام المعزول (Isolated System): النظام الذي لا يحدث فيه تبادل للمادة وللطاقة بين النظام والمحيط.

السؤال الثالث: لديك التفاعل الآتي: $2Na_2O_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \Rightarrow 4NaOH_{(s)} + O_{2(g)}$

1. احسب حرارة التفاعل القياسية (ملاحظة: حرارة تكون $Na_2O_{2(s)}$ القياسية تساوي -504.6)

2. ما مقدار الطاقة المصاحبة (كيلو جول) عندما يتفاعل 25 غرام من Na_2O_2 ، علماً بأن الكتلة المولية Na_2O_2 تساوي 78 غم/مول

الحل:

1. اعتماداً على قيم حرارة التكوين المولية الواردة بالجدول، احسب حرارة التفاعل ΔH° للتفاعل

حرارة التفاعل $\Delta H^\circ =$ مجموع ΔH_f° للمواد الناتجة - مجموع ΔH_f° للمواد المتفاعلة

حرارة التفاعل $(2x\Delta H_f^\circ Na_2O_2 + 2x\Delta H_f^\circ H_2O) - (4x\Delta H_f^\circ NaOH + 1x\Delta H_f^\circ O_2) = \Delta H^\circ$
 حرارة التفاعل = (صفر + 4×426.8) - (2×285.8 + 2×504.6) = -126.4 كيلو جول

2. عدد المولات الموجودة في 25 غم = الكتلة ÷ الكتلة المولية

عدد المولات الموجودة في 25 غم = $25 \div 78$ غم/مول = 0.32 مول

بما أن الطاقة الناتجة من 2 مول Na_2O_2 = -126.4 كيلو جول

فان الطاقة الناتجة من 25 غم (0.32 مول) = (0.32×-126.4 كيلو جول) ÷ 2 مول

= -20.2 كيلو جول

يعني تفاعل 25 غم من Na_2O_2 يحرر طاقة مقدارها 20.2 كيلو جول

السؤال الرابع: احسب حرارة التفاعل الآتي:

باستخدام المعادلات الآتية: $B_2H_{6(g)} + 3O_{2(g)} \Rightarrow B_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)} \dots \Delta H = ??$

$$\left(\begin{array}{l} 1) .. 2B_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \Rightarrow B_2O_{3(s)} \dots \Delta H = -1273 K.J \\ 2) .. H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \Rightarrow H_2O_{(l)} \dots \Delta H = -286 K.J \\ 3) .. H_2O_{(l)} \Rightarrow H_2O_{(g)} \dots \Delta H = 44 K.J \\ 4) .. 2B_{(s)} + 3H_{2(g)} \Rightarrow B_2H_{6(g)} \dots \Delta H = 36 K.J \end{array} \right)$$

الحل: بعد إعادة ترتيب المعادلات

تبقى المعادلة الأولى كما هي، وضرب المعادلة الثانية والمعادلة الثالثة بـ (3)، وقلب المعادلة الرابعة لتصبح حرارة

التفاعل $B_2H_{6(g)} + 3O_{2(g)} \Rightarrow B_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)} \dots \Delta H = ??$

($-1273 + 36 + 858 + 132$) = -2035 كيلو جول

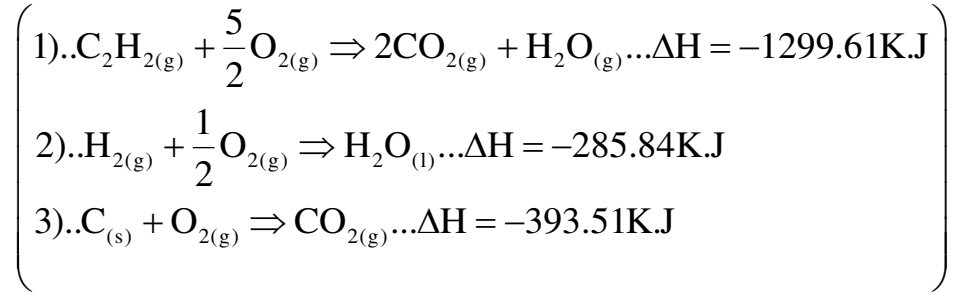
السؤال الخامس: ما حرارة التكوين القياسية لمركب الايثانين (الاستيلين) $C_2H_{2(g)}$ إذا علمت أن حرارة الاحتراق

المولية لكل من غاز الايثانين $C_2H_{2(g)}$ والجرافيت C والهيدروجين $H_{2(g)}$ هي:

(1299.61^- ، 393.51^- ، 285.84^- كيلو جول/مول).

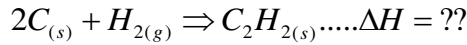
الحل:

نكتب معادلات الاحتراق اللازمة للمعادلة المطلوبة $2C_{(s)} + H_{2(g)} \Rightarrow C_2H_{2(s)} \dots \Delta H = ??$



بعد إعادة ترتيب المعادلات

تبقى المعادلة الثانية كما هي، ونضرب المعادلة الثالثة بـ (2)، ونقلب المعادلة الأولى لتصبح حرارة التفاعل



$$-(787.02 + 285.84 - 1299.61) = +226.75 \text{ كيلو جول}$$

السؤال السادس: عينة تتكوّن من مزيج من السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$ وكلوريد الصوديوم NaCl كتلتها 3 غرام وضعت في مسعر قنبلة لحرق السكروز فقط احسب النسبة المئوية للسكروز في العينة إذا أدى احتراق السكروز إلى رفع درجة حرارة المسعر بمقدار 1.67 درجة مئوية علماً أنّ السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته 22.5 كيلو جول /⁰س وحرارة احتراق السكروز 5.64×10^3 جول / مول، والكتلة المولية للسكروز تساوي 342 غم .

الحل:

$$\text{كمية الحرارة} = \text{السعة الحرارية للمسعر} \times \text{فرق درجات الحرارة} = 1.67 \times 22.5 = 37.57$$

$$1 \text{ مول سكروز} \text{ — } 5.64 \times 10^3 \text{ كيلو جول}$$

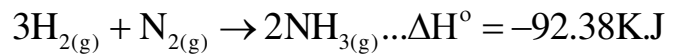
$$342 \text{ غم} \text{ — } 5.64 \times 10^3 \text{ كيلو جول}$$

$$\text{س} \text{ — } 37.57 \text{ كيلو جول}$$

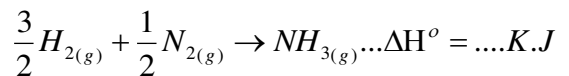
$$\text{س (كتلة السكروز)} = \frac{37.57 \times 342}{5.64 \times 10^3} = 2.28 \text{ غم}$$

$$\text{النسبة المئوية للسكروز} = \frac{2.28}{3} \times 100 = 76\%$$

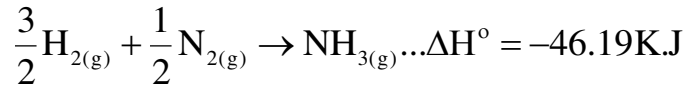
السؤال السابع: إذا كانت حرارة التفاعل القياسية للمعادلة الآتية



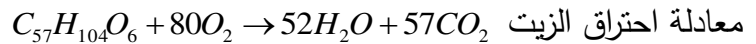
ما حرارة التفاعل القياسية للمعادلات الآتية



الحل:



السؤال الثامن: يساعد زيت الزيتون في تحسين صحة الإنسان، وذلك لاحتوائه على الكثير من مضادات الأكسدة والعناصر الغذائية المهمة مثل الحموض الدهنية غير المشبعة، فعند حرق 1 غم حرقاً تاماً بوجود كمية كافية من الأكسجين النقي بمسعر قنبلية ارتفعت درجة الحرارة من 22 - 22.25 درجة مئوية، احسب كمية الحرارة الناتجة إذا كانت السعة الحرارية للمسعر 9.032 كيلو جول / مول والكتلة المولية للزيت تساوي 885.4 غم / مول على اعتبار أن الزيت يتكون من $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$.



الحل:

كمية الحرارة = السعة الحرارية × الفرق في درجة الحرارة

$$= 9.032 \text{ كيلو.جول/س}^0 \times 0.25 = 2.258 \text{ كيلو جول} = - 2.258 \text{ كيلو جول (لأنها حرارة احتراق)}$$

عدد المولات الموجودة في 1 غم = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$\text{عدد المولات الموجودة في 1 غم} = 1 \text{ غم} \div 885.4 \text{ غم/مول} = 1.13 \times 10^{-3} \text{ مول}$$

لحساب حرارة الاحتراق (كمية الحرارة الناتجة عن حرق مول واحد)

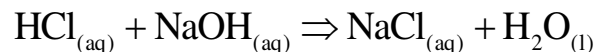
$$1.13 \times 10^{-3} \text{ مول زيت نتج} \frac{2.258 \text{ كيلو جول}}{\text{مول زيت ينتج}}$$

$$1 \text{ مول زيت ينتج} \frac{\text{س كيلو جول}}{\text{س}}$$

$$\text{س} = \text{حرارة الاحتراق} = (2.258 \times 1) \div (1.13 \times 10^{-3}) = 1998.2 \text{ كيلو جول/مول ينتج}$$

السؤال التاسع: احسب مقدار التغير في درجة الحرارة عند إضافة 50 مل من محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه

1 مول/لتر إلى 50 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1 مول/لتر والممثلة بالمعادلة الآتية .



إذا تمّ التفاعل في الظروف القياسية وكانت كمية الحرارة المصاحبة للتفاعل تساوي 55.8 والحرارة النوعية للمحلول

$$4.18 \text{ جول/غم}^0 \text{ س} ، \text{ وكثافة المحلول } 1.02 \text{ غم/سم}^3.$$

الحل: كتلة الحمض = الكثافة x الحجم

$$\text{كتلة الحمض} = 50 \times 1.02 = 51 \text{ غم}$$

$$\text{كتلة القاعدة} = \text{الكثافة} \times \text{الحجم}$$

$$\text{كتلة الحمض} = 50 \times 1.02 = 51 \text{ غم}$$

$$\text{كتلة المحلول} = (\text{كتلة الحمض} + \text{كتلة القاعدة}) = 51 + 51 = 102 \text{ غم}$$

$$\text{كمية الحرارة المكتسبة} = \text{كتلة المحلول (غم)} \times \text{الحرارة النوعية (جول/غم.}^{\circ}\text{س)} \times \text{فرق درجات الحرارة (}^{\circ}\text{س)}$$

$$55.8 = 102 \times 4.18 \times \text{الفرق في درجات الحرارة}$$

$$\text{فرق درجات الحرارة} = 55.8 \div 426.36 = 0.13 \text{ درجة.}$$

السؤال العاشر: صنّف الأنظمة الآتية إلى مفتوح، ومغلق، ومعزول.

1. حساء طعام في قارورة تيرموس مغلقة . **معزول**

2. قراءة الطالب في غرفة نومه. **مفتوح**

3. الهواء في كرة التنس. **مغلق**