

الجمهورية العربية السورية
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء

الصف الحادي عشر العلمي

2025 – 2026 م

حقوق الطباعة والتوزيع محفوظة للمؤسسة العامة للطباعة
حقوق التأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم
الجمهورية العربية السورية

طبع أول مرة للعام الدراسي 2018 – 2019 م

الفهرس

الوحدة الأولى:

3	..... الأكسدة والإرجاع	1
16	..... الزوج الهدروجيني	2
25	..... الخلية الغلفانية	3
39	..... الخلايا الكهربائية	4
50	..... التحليل الكهربائي	5
59	..... المعايرة الحجمية بطريقة تفاعل الأكسدة والإرجاع	6

الوحدة الثانية:

70 الكيمياء الحرارية	1
----	-------------------------	---

الوحدة الثالثة:

94	..... الكيمياء العضوية	2
101	..... المركبات الهدروكربونية	3
111	..... الألكينات	4
120	..... الألكينات	5
127	..... النفط والغاز الطبيعي	6

الوحدة الرابعة

133	..... الصناعات والتعدين	1
145	..... المعادن والسبائك	2

الوحدة الأولى الكيمياء الكهربائية

1

الأكسدة والإرجاع



الأهداف:

- * يتعرّف التفاعل بين معدن وأيون معدن.
- * يتعرّف العامل المؤكسد والعامل المرجع.
- * يُحدّد عمليّتي الأكسدة والإرجاع.
- * يستنتج الشئية (M/Mⁿ⁺).
- * يفهم السلسلة الكهر كيميائية للأزواج المعدنية.
- * يُحدّد رقم الأكسدة.
- * يستخدم تغيّر رقم الأكسدة في تحديد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع.
- * يوازن تفاعلات الأكسدة والإرجاع في وسط حمضي - أساسي).

يعتمد إطلاق بعض الصواريخ الحاملة للسفن والأقمار الصناعية على احتراق الوقود، الذي يُعتبر نوعاً من أنواع التفاعلات الكيميائية، ماهي برأيك؟
أجرب وأستنتج:

تجربة:

المواد والأدوات اللازمة:

صفحة من الحديد - صفيحة من الزنك - محلول كبريتات النحاس II - محلول كبريتات الحديد II - كأس زجاجي / بيشر / عدد 2.

خطوات التجربة:

1. أضع صفيحة الحديد في محلول كبريتات النحاس II، وانتظر فترة مناسبة من الزمن، ماذا ألاحظ؟



الكلمات المفتاحية:

- * أكسدة.
- * إرجاع.
- * مؤكسد.
- * مرجع.
- * الزوج الأيوني المعدني.
- * السلسلة الكهر كيميائية.
- * رقم الأكسدة.

2. أضع صفيحة الزنك في محلول كبريتات الحديد II، وانتظر فترة مناسبة من الزمن، ماذا ألاحظ؟



3. أضع صفيحة من النحاس في محلول كبريتات الزنك، وانتظر فترة زمنية مناسبة، ماذا ألاحظ؟
أستأهل:

ما سبب زوال اللون الأزرق وظهور اللون الأخضر في الخطوة 1؟

ما سبب زوال اللون الأخضر في الخطوة 2؟

في الخطوة 1:

- تتأكسد ذرات الحديد إلى أيونات الحديد II ذات اللون الأخضر وفق المعادلة:



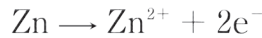
- تُرجع أيونات النحاس II زرقاء اللون في المحلول باكتسابها الإلكترونات المُحررة من الحديد، وترسب ذرات النحاس وفق المعادلة:



أستنتج: يقوم الحديد بدور مُرجع، وأيونات النحاس بدور مُؤكسد.

في الخطوة 2:

- تتأكسد ذرات الزنك إلى أيونات الزنك عديمة اللون وفق المعادلة:



- تُرجع أيونات الحديد II إلى ذرات الحديد باكتسابها الإلكترونات المُحررة من الزنك وفق المعادلة:



أستنتج: تقوم أيونات الحديد II بدور المُؤكسد، والزنك بدور المُرجع.

بالمقارنة بين الخطوتين يقوم الحديد بدور المُرجع، وأيوناته بدور المُؤكسد Fe/Fe^{2+} . يُسمى الزوج (أيون المعدن / المعدن) بالزوج مؤكسد/مرجع، ويُعبّر عنه بالشكل M/M^{n+}

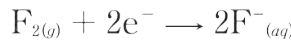
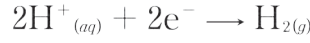
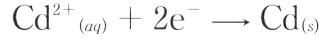
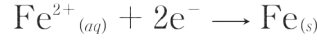
في الخطوة 3

- لا يحصل أي تغيير على صفيحة النحاس، أو على لون المحلول.

أستنتج: النحاس غير قادر على إرجاع أيون الزنك.

وبتجاربٍ مماثلة تمّ التوصل إلى ترتيب بعض العناصر في سلسلة تبعاً لنشاطها الكهروكيميائي.

نصف التفاعل



(1-1) جدول يُبينُ ازدياد قوّة العامل المؤكسد والعامل المُرجع للأزواج

نشاط (1):

حدّد الزوجين (مُؤكسد / مُرجع) للتفاعل الآتي:



تطبيق (1):

لديك الزوجان المعدنيان $(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})$, $(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+})$. المطلوب:

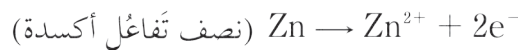
1. اكتب نصفي تفاعلي الأكسدة والإرجاع المُعبرين عن تفاعلي الزوجين السابقين، ثم حدّد العامل المؤكسد والعامل المُرجع.

2. استنتج مُعادلة التفاعل الكليّ الحاصل.

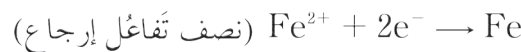
الحل:

1. بالاعتماد على السلسلة الكهركيميائية في الجدول (1-1) نلاحظُ أنّ:

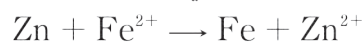
الزنك أكثر قدرة إرجاعية من الحديد، لذلك يتأكسد ويقومُ بدور العامل المُرجع:



تُرجع أيونات الحديد II وتقومُ بدور العامل المؤكسد:



2. بجمع المُعادلتين السابقتين نحصلُ على التفاعل الكليّ للأكسدة والإرجاع:



نشاط (2):

لديك الزوجان المعدنيان (Ag/Ag^+)، (Al/Al^{3+}) المطلوب:

1. اكتب نصفي تفاعلي الأكسدة والإرجاع المُعَبَّرَين عن تفاعلي الزوجين السابقين، ثم حدّد العامل المؤكسد والعامل المُرجِع.
2. استنتج مُعادلة التفاعل الكليّ الحاصل.

الأكسدة والإرجاع وفوق مفهوم رقم الأكسدة

رقم الأكسدة: هو عدد الشّحنات الكهربائيّة التي تحملها ذرّة عنصرٍ ما في المركّبات الأيونيّة والمُشترَكة.
قواعدُ حسابِ رقمِ الأكسدة:

نشاط (3):

ألاحظ الجداول الآتية وأستنتج:

Na	Ag	Cu	H ₂	Cl ₂	O ₂	S ₈	رمزُ العنصرِ الحُرِّ
0	0	0	0	0	0	0	رقمُ الأكسدة

رقم أكسدة العنصر الحُرّ يساوي الصفر.

O ²⁻	S ²⁻	Al ³⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	رمزُ الأيون البسيط
-2	-2	+3	+2	+1	-1	رقمُ الأكسدة

رقم أكسدة الأيون البسيط يساوي المقدار الجبري لشحنته.

Mg ₃ (PO ₄) ₂	K ₂ CO ₃	CaF ₂	FeCl ₃	صيغةُ المركّب
+2	+1	+2	+3	رقمُ أكسدة المعدن

رقم أكسدة معدن في مركّباته يساوي قيمة تكافؤه مسبوقةً بإشارة (+).

H ₂ O	NO ₂	NaBrO ₃	H ₂ SO ₄	صيغةُ المركّب
0	0	0	0	مجموعُ أرقامِ أكسدة عناصر المركّب

مجموعُ أرقامِ أكسدة العناصر في مركّب يساوي صفر.

SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	NH_4^+	NO_3^-	صيغة الأيون المركب
-2	-3	+1	-1	رقم أكسدة الأيون

مجموع أرقام أكسدة العناصر في أيون مركب يساوي مقدار شحنته.

LiH	KH	H_2S	HF	صيغة مركب يحوي الهيدروجين
-1	-1	+1	+1	رقم أكسدة الهيدروجين

رقم أكسدة الهيدروجين في مركباته (+1), عدا هيدريدات المعادن (-1).

OF_2	KO_2	H_2O_2	H_2O	صيغة مركب يحوي الأكسجين
+2	$-\frac{1}{2}$	-1	-2	رقم أكسدة الأكسجين

رقم أكسدة الأكسجين في مركباته (-2), عدا فوق الأكاسيد (-1), وأعلى الأكاسيد (سوبر أكاسيد) $(-\frac{1}{2})$, ومع الفلور يأخذ (+2)

تطبيق (2):

احسب رقم أكسدة العنصر الذي تحته خط:

$$\begin{aligned} \text{Mg}\underline{\text{Cl}}_2 \\ +2 + 2x = 0 \\ 2x = -2 \\ \Rightarrow x = -1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\text{Mn}}\text{O}_4^- \\ x + 4(-2) = -1 \\ \Rightarrow x - 8 = -1 \\ x = +7 \end{aligned}$$

نشاط (4):

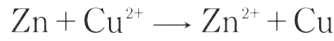
احسب رقم الأكسدة لذرة الكبريت في كل من المركبات الآتية:

H_2SO_4	H_2S	SO_2
-------------------------	----------------------	---------------

مفهوم الأكسدة والإرجاع وفق تغيير رقم الأكسدة

نشاط (5):

في تفاعل الأكسدة والإرجاع الآتي:



- أُحَدِّدُ نَصْفَي تَفَاعُلِ الأكسدة والإرجاع، ثُمَّ أُحَدِّدُ تَغْيِيرَ رَقْمِ أكسدة كُلِّ مِنَ الزِّنكِ وَالنَّحَاسِ.



يزدادُ رَقْمُ الأكسدة بِمِقْدَارِ (2) أي: $2 - 0 = 2$.



ينقصُ رَقْمُ الأكسدة بِمِقْدَارِ (2) أي: $0 - 2 = -2$.

أستنتج:

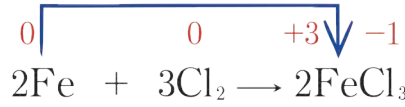
- يزدادُ رَقْمُ أكسدة العنصر في نصف تفاعل الأكسدة.
- ينقصُ رَقْمُ أكسدة العنصر في نصف تفاعل الإرجاع.
- يزدادُ رَقْمُ أكسدة العامل المُرجع.
- ينقصُ رَقْمُ أكسدة العامل المؤكسد.

تطبيق (3):

أحَدِّدُ نَصْفَي تَفَاعُلِ الأكسدة والإرجاع، وَفُقِ مَفْهُومَ تَغْيِيرِ رَقْمِ الأكسدة فِي التَّفَاعُلِ الآتِي:



أكسدة (+3)



إرجاع (-1)

إثراء:



يتأكسد الحديد بأكسجين الهواء فيتشكّل ما يُعرَفُ بالصِّدَأ، وهذه العمليّة غيرُ مرغوبٍ بها لأنها تُؤدِّي معَ الوقت لتآكل الحديد وتلف بنيته. بينما في بعض المعادن مثل الألمنيوم فالأكسدة تُؤدِّي لتشكل طبقة واقية من أكسيد الألمنيوم تقي المعدن من استمرار تآكله.



نشاط (6):

حدّد نصفَي تفاعل الأكسدة والإرجاع، والعامل المؤكسد والعامل المُرجع، في التفاعل الآتي:



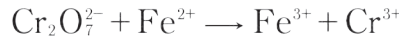
موازنة معادلات أكسدة - إرجاع للتفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية

1. طريقة أنصاف التفاعل

a. في وسط حمضي:

نشاط (7):

أضيف كمية من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم إلى كمية من محلول يحوي أيونات الحديد II في وسط حمضي. يحدث التفاعل الآتي:

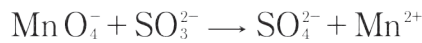


أوازن المعادلة بطريقة أنصاف التفاعل في وسط حمضي عبر المراحل الآتية:

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	1. أكتب نصفَي تفاعل الأكسدة والإرجاع.
$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	2. أحقق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+ .
$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$	3. أحقق قانون مصونية الشحنة بإضافة إلكترونات.
$1 \times \{14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}\}$ $6 \times \{\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-\}$	4. أحقق التساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة وعدد الإلكترونات المكتسبة بالضرب بالأمثال.
$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + \cancel{6\text{e}^-} \rightarrow 6\text{Fe}^{3+} + \cancel{6\text{e}^-} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	5. أجمع المعادلتين.
$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} \rightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	6. اختصر.

نشاط (8):

وازن المعادلة الآتية في وسط حمضي بطريقة أنصاف التفاعل:

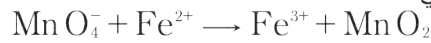


b. في وسط أساسي:

نشاط (9):

أضيف كمية من محلول برمغنات البوتاسيوم إلى محلول يحوي أيونات الحديد II في وسط أساسي.

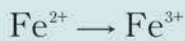
يحدث التفاعل الآتي:



أوازن المعادلة بطريقة أنصاف التفاعل في وسط أساسي:



1. أكتب نصفي تفاعل الأكسدة والإرجاع.



2. أحقق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم

موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، و

موازنة الهيدروجين بإضافة H^+ .

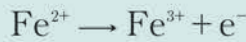


3. أضيف إلى الطرفين عدداً من أيونات

OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث

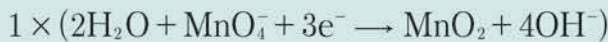
يُشكلان H_2O ، ثم أكتب الشكل

المختصر.



4. أحقق قانون مصونية الشحنة بإضافة

إلكترونات.



5. أحقق التساوي بين عدد الإلكترونات

المفقودة وعدد الإلكترونات المكتسبة

بالضرب بالأمثال.



6. أجمع المعادلتين.



7. أختصر

نشاط (10)

وازن المعادلة الآتية بطريقة أنصاف التفاعل بوسط أساسي.



٢. طريقة أرقام التأكسد

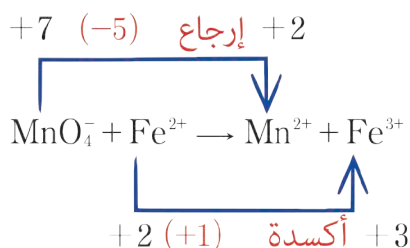
a. في وسط حمضي:

نشاط (11):

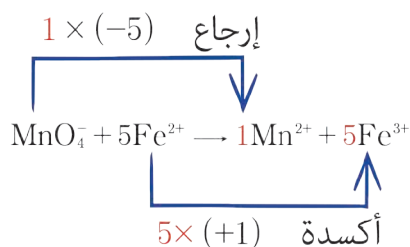
أوازن التفاعل الآتي بطريقة أرقام الأكسدة:



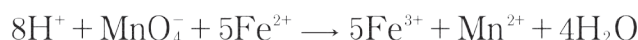
1. أحدد نصفَي تفاعل الأكسدة والإرجاع وفق مفهوم رقم الأكسدة، وأحسب التغير في رقمي الأكسدة في كلٍّ منهما:



2. أحقق التساوي في تغير رقمي الأكسدة بالضرب بالأمثال:



3. أوازن الأكسجين بإضافة جزيئات H_2O ، والهيدروجين بإضافة أيونات H^+ :



نشاط (12):

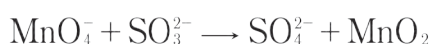
أوازن بطريقة تغير رقم الأكسدة المعادلة الآتية في وسط حمضي.



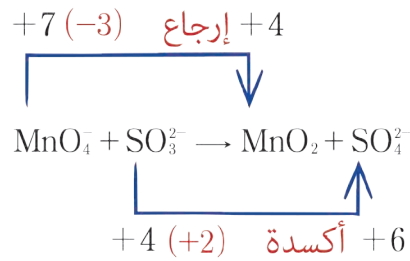
b. في وسط أساسي:

نشاط (13):

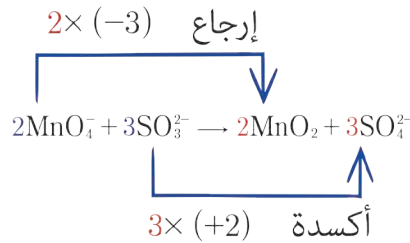
أوازن بطريقة تغير رقم الأكسدة المعادلة الآتية:



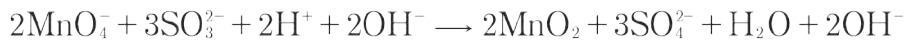
1. أحددُ نصفَي تفاعل الأكسدة والإرجاع، وفق مفهوم رقم الأكسدة، وأحسب التغير في رقمي الأكسدة في كلٍ منهما:



2. أحقق التساوي في تغير رقمي الأكسدة بالصَّرْب بالأمثال:



3. أوازنُ الأكسجين بإضافة H_2O ، والهيدروجين بإضافة H^+ ، ثم أضيفُ إلى طرفي المعادلة عددًا من أيونات OH^- تساوي عددًا أيونات H^+ :

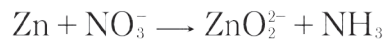


4. أختصرُ جزيئات الماء: (باعتبار $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)



نشاط (14):

أوازنُ بطريقة تغير رقم الأكسدة المعادلة الآتية في وسطٍ أساسي:



- يُسمَّى المعدن وأيونه، الزَّوج مؤكسِد/ مرجع ، ويعبَّر عنه بالشكل M/M^{n+} .
- ازديادُ قوَّة العَامِلِ المؤكسِدِ والعَامِلِ المُرْجِعِ للأزواج M/M^{n+} وفقَ النِّشاطِ الكيِّمائيِّ لكلِّ منهما.
- رقمُ الأكسدة: هو عددُ الشَّحنات الكهربيَّة التي تحملُها الذرَّة في المُرْكَبات الأيونيَّة والمُشترَكة.
- قواعدُ تعيين أرقام الأكسدة:
 - * رقمُ أكسدة العنصر الحرِّ يُساوي الصفر.
 - * رقمُ أكسدة الأيون البسيط يُساوي مقدار شحنته.
 - * مجموعُ أرقام أكسدة عناصر مركب يُساوي صفر.
 - * مجموعُ أرقام الأكسدة للعناصر في الأيون المركَّب يُساوي مقدار شحنته.
 - * رقمُ أكسدة معدن في مُركَّباته يُساوي قيمة تكافؤُه مسبقاً بإشارة (+).
 - * رقمُ أكسدة الهيدروجين في مُركَّباته (+1)، عدا هيدريدات المعادن (-1).
 - * رقمُ أكسدة الأكسجين في مُركَّباته (-2)، عدا فوق الأكاسيد (-1)، والأكاسيد العليا ($-\frac{1}{2}$)، ومع الفلور يأخذُ (+2).
- مفهومُ الأكسدة والإرجاع وفقَ تغيُّر رقم التأكسد:
 - * يزدادُ رقمُ أكسدة عنصر في تفاعل الأكسدة.
 - * ينقصُ رقمُ أكسدة عنصر في تفاعل الإرجاع.
 - * العَامِلُ المُرْجِعُ يزدادُ رقمُ أكسدته.
 - * العَامِلُ المؤكسِدُ ينقصُ رقمُ أكسدته.

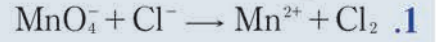
موازنة تفاعلات الأكسدة إرجاع

طريقةُ تغيُّر رقم الأكسدة	طريقةُ أنصافِ التفاعل							
تحديدُ نصفي تفاعل الأكسدة والإرجاع وفقَ مفهوم رقم الأكسدة، وحساب التغيُّر بين رقمي الأكسدة لكلِّ منها.	كتابة نصفي تفاعل الأكسدة والإرجاع							
	<table border="1"> <tr> <td>في الوسط الحمضي</td> <td>في الوسط الأساسي</td> </tr> <tr> <td>- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+</td> <td>- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+</td> </tr> <tr> <td>- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O</td> <td>- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O</td> </tr> <tr> <td>- يُكتَبُ الشكلُ المختصر.</td> <td>- يُكتَبُ الشكلُ المختصر.</td> </tr> </table>	في الوسط الحمضي	في الوسط الأساسي	- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+	- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+	- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O	- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O	- يُكتَبُ الشكلُ المختصر.
في الوسط الحمضي	في الوسط الأساسي							
- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+	- تحقيق قانون مصونية الكتلة، حيث تتم موازنة الأكسجين بإضافة H_2O ، وموازنة الهيدروجين بإضافة H^+							
- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O	- يضاف لطرفي المعادلة عددٌ من أيونات OH^- تساوي عدد أيونات H^+ حيث يُشكَّلان H_2O							
- يُكتَبُ الشكلُ المختصر.	- يُكتَبُ الشكلُ المختصر.							
مساواة التغيُّر في رقم الأكسدة.	تحقيق قانون مصونية الشحنة بإضافة إلكترونات.							
موازنة الأكسجين بحسب طبيعة الوسط (الحمضي أو الأساسي).	مساواة عدد الإلكترونات المفقودة بعدد الإلكترونات المكتسبة بالضرب بالأمثال.							
	جمع المعادلتين، ثم الاختصار.							

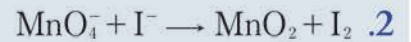
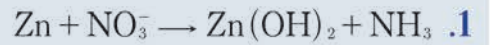
سادساً: لديك الزوجان المعدنيان Pb/Pb^{2+} ، Ag/Ag^+ المطلوب:

1. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والإرجاع المُعَبَّرَين عن تفاعل كلٍّ منهما، اعتماداً على السلسلة الكهروكيميائية.
2. حدّد العامل المُؤكسد والعامل المُرجع.
3. استنتج المُعادلة المُمثَّلة للتفاعل الكلي الحاصل.

سابعاً: وازن المُعادلتين الآتيتين، اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ حمضيّ:



ثامناً: وازن المُعادلتين الآتيتين، اعتماداً على مفهومَي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ أساسيّ:

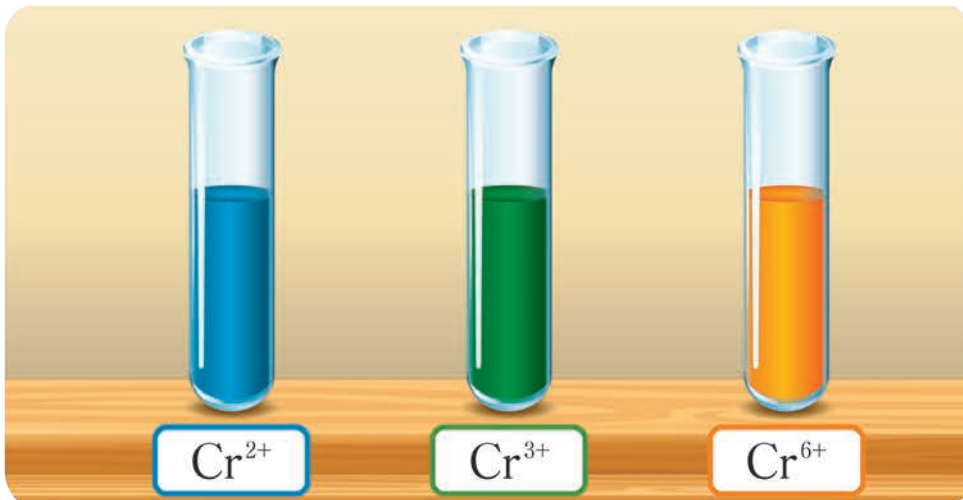


تفكير ناقد

يأخذ النتروجين في مُركَّب نترات الأمونيوم NH_4NO_3 رقمَي أكسدةٍ، ما هما؟

أبحث أكثر

للكروم أرقامُ أكسدةٍ مُختلفة، فالكرومُ السداسي لونه برتقاليّ، بينما الكرومُ الثلاثي لونه أخضر، لذلك تميّزُ مركّباتُ الكروم بالألوان المُختلفة، لهذا اشتقَّ اسمُ العنصر من الكلمة اليونانية chroma التي تعني اللون. أبحث في سبب تشكّل الألوان المُختلفة في محاليل الكروم.



2

الزّوج الهدروجينيّ



الأهداف:

- * يَحسب تركيز المحلول الحمضيّ.
- * يتعرّف درجة الحموضة أو ما يُدعى الأس الهدروجينيّ (pH).
- * يُحصّر بعض المحاليل الحمضيّة المُمدّدة.
- * يتعرّف تأثير المحاليل الحمضيّة على المعادن.
- * يستنتج الزّوج الهدروجينيّ $\cdot H_2/2H^+$.
- * يستنتج عدد المولات الإلكترونيّة في تفاعل الأكسدة والإرجاع.

الكلمات المفتاحية:

- * التركيز.
- * التركيز الغراميّ.
- * التركيز الموليّ.
- * الأس الهدروجينيّ (pH).

يقع البحر الميت بين الأردن وفلسطين المُحتلّة. لماذا سمّي بالبحر الميت؟ وما الفرق بين ملوحة مياهه وملوحة مياه البحر الأبيض؟

أجرب وأنتج (1):

المواد والأدوات اللازمة:

حوجلة عدد 2/1 - ماء مقطر - ميزان إلكتروني - أسطوانة مدرجة - ملح كبريتات النحاس II .
خطوات التجربة

- أضع في كل من الحوجلتين 100 mL من الماء المقطر.
- أزن بدقة كتلة 5.0 g من كبريتات النحاس II المائية، وأضيفها إلى الحوجلة الأولى. ماذا ألاحظ؟
- أزن بدقة كتلة 10.0 g من كبريتات النحاس II المائية، وأضيفها إلى الحوجلة الثانية. ماذا ألاحظ؟



- أقرن بين لوني المحلولين الناتجين.
- أسألك ما سبب تباين اللون الأزرق في الحوجلتين.

أنتج:

المحلول: هو مزيج متجانس من مادتين نقيتين، إحداهما تدعى المذيب (المحل)، وهي ذات الكمية الأكبر، والأخرى المذاب (المنحل) وهي ذات الكمية الأقل.
التركيز: نسبة كمية المادة المنحلة في كمية محددة من المادة المنحلة.

- التركيز الغرامي: عدد غرامات (كتلة) المادة المنحلة في لتر واحد من المحلول.

$$C_{(g.L^{-1})} = \frac{m(g)}{V(L)}$$

حيث (m) كتلة المادة، (V) حجم المحلول.

- التركيز المولي: عدد مولات المادة المنحلة في لتر من المحلول.

$$C(\text{mol.L}^{-1}) = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

حيث (n) عدد المولات، (V) حجم المحلول.

- يمكن حساب عدد المولات من العلاقة:

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(\text{g.mol}^{-1})}$$

حيث (m) كتلة المادة، M الكتلة المولية للمادة.

تطبيق (1):

يُذاب 15.95 g من كبريتات التحاس II اللامائية في الماء المقطر، ثم يُكمل الحجم إلى 500 mL. المطلوب حساب:

1. التركيز الغرامي لمحلول كبريتات التحاس II الناتج.
2. التركيز المولي لمحلول كبريتات التحاس II الناتج.

(Cu:63.5 S:32 O:16)

الحل:

$$1. C = \frac{m}{V} = \frac{15.95}{500 \times 10^{-3}} = 31.9 \text{ g.L}^{-1}$$

$$2. n = \frac{m}{M} = \frac{15.95}{159.5} = 0.1 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

الأس الهيدروجيني الـ pH :

أجرب وأستنتج (2):

المواد والأدوات اللازمة:

كأس زجاجي/بيشر، محلول حمض كلور الماء، مقياس pH، ماء مقطر.

خطوات التجربة:

- أضع في أنبوب اختبار 10 mL من محلول حمض كلور الماء، تركيزه $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- أقيس درجة pH المحلول، باستخدام مقياس pH.
- أكمل الحجم بالماء المقطر إلى 100 mL.
- أقيس الأس الهيدروجيني، باستخدام مقياس pH

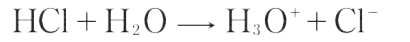


الأس الهيدروجيني الـ pH	تركيز الحمض (mol.L^{-1})
2	10^{-2}
3	10^{-3}

جدول يبين قيم الأس الهيدروجيني pH للحمض المستعمل.

أفسر النتائج السابقة:

1. يتأين حمض كلور الماء كلياً بالماء وفق المعادلة:



$$1 \text{ mol} \qquad \qquad 1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{HCl})} \qquad \qquad n_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

$$n_{(\text{HCl})} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

وبما أن الحجم ذاته للمحلول: $C_1 V = C_2 V$

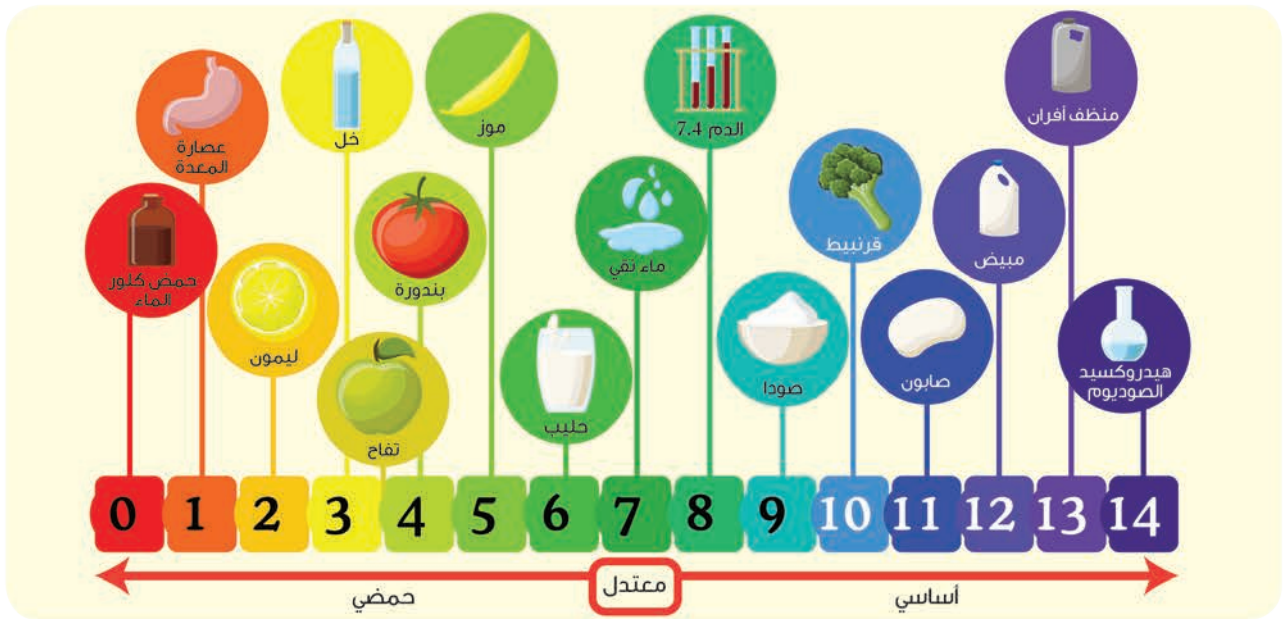
$$C_{(\text{HCl})} = C_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

فيكون:

$$\text{قبل التمديد} \quad C_{(\text{HCl})} = C_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{بعد التمديد} \quad C_{(\text{HCl})} = C_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

أستنتج: تركيز أيونات الهيدرونيوم يساوي $10^{-\text{pH}}$, أي: $C_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-\text{pH}}$



تأخذ الـ pH قيمة تتراوح بين (0 ← 14) في درجة الحرارة 25°C .

تطبيق (2):

يوضع 10 mL من محلول حمض الأزوت، تركيزه 0.1 mol.L^{-1} في وعاء، ثم يُضاف إليه 90 mL ماء مقطراً. المطلوب حساب:

1. تركيز محلول حمض الأزوت الناتج.

2. قيمة pH المحلول الناتج.

الحل:

1. ينقص تركيز المحلول عند زيادة حجمه مع بقاء عدد المولات ذاته.

$$n \text{ بعد} = n \text{ قبل}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.1 \times 10 = C_2(10 + 90)$$

$$C_2 = 0.01 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-\text{pH}}$$

2.

$$C_{\text{HNO}_3} = C_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

بالمقارنة نجد أن: $\text{pH} = 2$

نشاط (1):

احسب pH لمحلول حمض قوي وحيد الوظيفة HA تركيزه $C_{\text{HA}} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

إثراء: ★



يتغير لون زهرة hydrangea shrub بتغير pH التربة، حيث يمكنك تغيير لونها بإضافة أسمدة حمضية أو أساسية.

الزوج العنبري جيني $\text{H}_2/2\text{H}^+$

أجرب وأنتج (3):

المواد والأدوات اللازمة:

محلول حمض الكبريت الممدد، أنابيب اختبار، قطع صغيرة من الحديد والزنك والنحاس، حامل أنابيب.

خطوات التنفيذ:

- أضع في ثلاثة أنابيب كميات متساوية من محلول حمض الكبريت الممدد.
- أضيف إلى الأنبوب الأول قطعة حديد، وإلى الأنبوب الثاني قطعة زنك، وإلى الأنبوب الثالث قطعة نحاس. ماذا ألاحظ؟
- اقرب عود ثقاب مشتعل من فوهة كل أنبوب. ماذا ألاحظ؟



ألاحظُ:

- تفاعلُ قطعةِ الحديدِ مع ظهورِ اللونِ الأخضرِ الفاتحِ، وانطلاقِ غازِ.
- تفاعلُ قطعةِ الزنكِ، وانطلاقِ غازِ.
- لا يحدثُ أيّ تغيّرٍ في الأنبوبِ الثالثِ.
- احتراقُ الغازِ المنطلقِ مُترافقاً بفرقعةٍ، في كلِّ من الأنبوبينِ الأوّلِ والثانيِ.

أستنتجُ:

- لا يتفاعلُ حمضُ الكبريتِ المُمدّدُ مع النحاسِ.
- لا يحدثُ تفاعلُ $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Cu \rightarrow X$
- يتفاعلُ حمضُ الكبريتِ المُمدّدُ مع كلِّ من الحديدِ والزنكِ، وينطلقُ غازُ الهيدروجينِ، وفقَ المُعادلتينِ الآتيتين:
 1. $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Fe \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-}) + H_2$
 2. $(2H^+ + SO_4^{2-}) + Zn \rightarrow (Zn^{2+} + SO_4^{2-}) + H_2$
- يتأكسدُ الحديدُ ويُرجعُ الهيدروجينِ:
 - نصفُ تفاعلِ الأكسدة: $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
 - نصفُ تفاعلِ الإرجاع: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
- يتأكسدُ الزنكُ ويُرجعُ الهيدروجينِ:
 - نصفُ تفاعلِ الأكسدة: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 - نصفُ تفاعلِ الإرجاع: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

- كلُّ 1 mol من ذرات الحديد أو الزنك تمنحُ 2 mol من الإلكترونات، وكلُّ 2 mol من أيون الهيدروجين يكتسبُ 2 mol من الإلكترونات لتشكيل 1 mol من غاز الهيدروجين، ويكونُ عددُ مولاتِ الإلكترونات الممنوحة تساوي عددَ مولاتِ الإلكترونات المكتسبة.
- في التفاعل الأول: الزوجين مؤكسد / مُرجع، هما: Fe/Fe^{2+} ، $\text{H}_2/2\text{H}^+$
- في التفاعل الثاني: الزوجين مؤكسد / مُرجع، هما: Zn/Zn^{2+} ، $\text{H}_2/2\text{H}^+$
- الزوج $\text{H}_2/2\text{H}^+$ يسمّى بالزوج الهيدروجيني.

نشاط (2):

اكتب مُعادلتَي نصفَي التفاعل أكسدة إرجاع لتفاعل المغنيزيوم مع حمض كلور الماء المُمدد. ثم حدّد الأزواج مؤكسد / مُرجع.

تعلمت

- التركيز الغرامي: عددُ غرامات (كتلة) المادة المنحلّة في لترٍ واحدٍ من المحلول.

$$C = \frac{m}{V} (\text{g.L}^{-1})$$
- التركيز المولي: عددُ مولاتِ المادة المنحلّة في لترٍ من المحلول.

$$C = \frac{n}{V} (\text{mol.L}^{-1})$$
- تركيزُ أيونات الهيدرونيوم يُساوي: $C_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 10^{-\text{pH}}$
- تتراوحُ قيمُ pH بينَ (0 ← 14) في درجة الحرارة 25°C .
- تحضيرُ المحاليل المُمدّدة لمادّة ما، بإضافة كميّة من الماء المُقطّر لمحلول مركزٍ من هذه المادّة.
- يسمّى الزوج $\text{H}_2/2\text{H}^+$ بالزوج الهيدروجيني.



أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. يذاب 0.56 g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء المُقَطَّر، ويكتمل الحجم إلى 200 mL، فيكون تركيز المحلول الناتج مُقدَّراً بـ mol.L^{-1} مُساوياً: (K:39, H:1, O:16)
 a. 0.02 b. 0.2 c. 0.05 d. 0.5

2. محلول حمض كلور الماء، تركيزه 3.65 g.L^{-1} ، تكون قيمة pH لمحلول هذا الحمض مُساوية: (H:1, Cl:35.5)
 a. 2.5 b. 3 c. 2 d. 1

3. نُمدد محلول حمض قويّ وحيد الوظيفة الحمضية عشر مرّات، فإنّ قيمة pH للمحلول الناتج:
 a. تنقص بمقدار واحد. b. تزداد بمقدار واحد. c. تزداد مرّتين. d. تنقص مرّتين.

4. المعدن الأقل قدرة إرجاعية من الهيدروجين من المعادن الآتية هو:

a. Cu b. Al c. Fe d. Na

5. العلاقة بين التركيزين $(C(\text{g.L}^{-1}), C(\text{mol.L}^{-1}))$ هي:

$$C(\text{mol.L}^{-1}) = \frac{M}{C(\text{g.L}^{-1})} \quad \text{b.} \quad C(\text{g.L}^{-1}) = \frac{C(\text{mol.L}^{-1})}{M} \quad \text{a.}$$

$$C(\text{mol.L}^{-1}) = \frac{C(\text{g.L}^{-1})}{m} \quad \text{d.} \quad C(\text{g.L}^{-1}) = C(\text{mol.L}^{-1}) \times M \quad \text{c.}$$

ثانياً: أجب عن السؤال الآتي:

نضع كمية من مسحوق الزنك في حوجلة ونضيف لها كمية كافية من حمض كلور الماء المُمدد. المطلوب:

1. اكتب معادلة التفاعل الحاصل.
2. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة - إرجاع.
3. اكتب الزوجين مؤكسد/مُرجع.
4. حدّد عدد مولات الإلكترونات المُتبادلة في التفاعل السابق.

ثالثاً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

تتفاعل كمية كافية من مسحوق المغنيزيوم مع 200 mL من محلول حمض الكبريت المُمدد، فينتلق غاز حجمه 224 mL مقاساً في الشّرطين النظاميين. المطلوب:

- 1 - اكتب معادلة التفاعل الحاصل.
- 2 - احسب تركيز الحمض السابق مُقدَّراً بـ $(\text{g.L}^{-1}, \text{mol.L}^{-1})$
- 3 - احسب قيمة pH لمحلول الحمض المُستعمل، بفرض أن حمض الكبريت يتأين بشكل تامّ.
 (Mg: 24, H: 1, S: 32, O: 16)

المسألة الثانية:

- لديك محلول حمض بروميد الهيدروجين HBr (حمض قوي تام التأيّن)، تركيزه 0.1 mol.L^{-1} . المطلوب:
1. اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض.
 2. احسب تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ ، وقيمة pH محلول هذا الحمض.
 3. احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 mL من الحمض السابق لتصبح $\text{pH} = 3$.

تفكير ناقد

يستخدم هيدروكسيد الصوديوم في صناعة الصابون من خلال إضافته للزيوت، ومن أجل ذلك يطلب تحضير محلول من هيدروكسيد الصوديوم حجمه 10 L بتركيز 0.1 mol.L^{-1} . يبيّن خطوات تحضير المحلول، واحسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازمة لذلك.

أبحث أكثر

تمّ توثيق أضرار الأمطار الحامضية، على الغابات والصُخور والمباني. ابحث في مكتبة مدرستك، أو في الشّابكة عن سبب هذه الظاهرة، وكيفية تفادي أضرارها.



3

الخلية الغلفانية



التطوُّر المُتسارع للتكنولوجيا في مُجتمَعنا الحديث، أدَّى لتزايد الحاجة إلى الأجهزة التي تعمل بالطاقة الكهربية، والتي أصبحت جزءاً لا يتجزأ من حياتنا اليومية، ولكن بقيت مُشكلة تزويدها المُستمر بالطاقة، فكان أفضل الحل هو الخلية الغلفانية.

الأهداف:

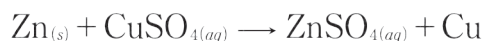
- * يتعرّف الخلية الغلفانية.
- * يكتشف دور الجسر الملحي في الخلية الغلفانية.
- * يحسب القوة المُحرّكة الكهربائية للخلية الغلفانية.
- * يتعرّف نصف الخلية الغلفانية والتمثيل الرّمزي لها.
- * يتعرّف مسرى الهدروجين القياسي.
- * يقيس كمون الإرجاع لأنصاف الخلايا الغلفانية اعتماداً على مسرى الهدروجين.
- * يُحدّد قطبي الخلية الغلفانية.

الكلمات المفتاحية:

- * الخلية الغلفانية.
- * نصف الخلية.
- * كمون المسرى.
- * الجسر الملحي.
- * كمون الإرجاع القياسي.
- * مسرى الهدروجين القياسي.

الخلية الغلفانية البسيطة (خلية دانيال)

عند تفاعل الزنك مع محلول كبريتات النحاس ألاحظُ:
تتأكسد صفيحة الزنك في محلول كبريتات النحاس II، وفق التفاعل:



تنتقل الإلكترونات من الزنك إلى أيون النحاس بشكل مباشر، وفق نصفي التفاعل:



يقوم الزنك بدور المرجع وأيون النحاس بدور المؤكسد.



جون فريدريك دانيال 1790 - 1845
عالم فيزيائي كيميائي إنكليزي الأصل،
قام بأبحاث عديدة حول طرائق
إنتاج الكهرباء من خلال التفاعلات
الكيميائية وتوصل إلى اختراع أول
بطارية كهركيميائية، هي خلية دانيال



خلايا دانيال التي تم صنعها عام 1836
محافظة في المتحف الدولي للتاريخ الأمريكي بواشنطن

أُتساءلُ:

هل يُمكن انتقال الإلكترونات بطريقة غير مباشرة من العامل المرجع إلى العامل المؤكسد؟

أُجرب وأستنتج (1):

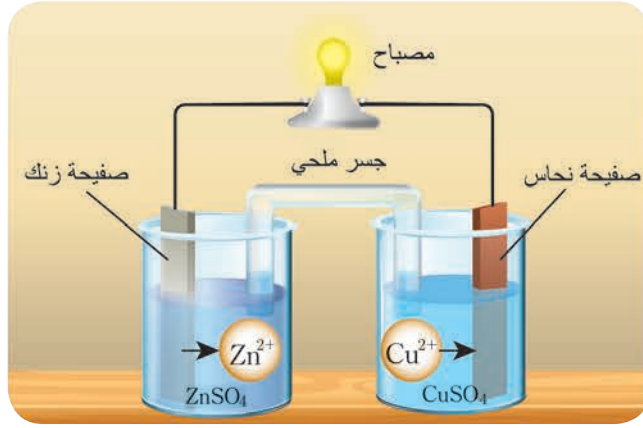
الأدوات والمواد اللازمة:

صفيحة نحاس - صفيحة زنك - كأس زجاجي /بيشر/ عدد 2/1 - أسلاك توصيل - مصباح مناسب -
مقياس أفومتر (AVO) - أنبوب زجاجي أو بلاستيكي على شكل U - قطن - محاليل مركزة من كلوريد
البوتاسيوم وكبريتات النحاس وكبريتات الزنك.

خطوات التجربة:

- أضع محلول كبريتات النحاس II في البيشر الأول، ثم أغمس فيه صفيحة النحاس.
- أضع محلول كبريتات الزنك في البيشر الثاني، ثم أغمس فيه صفيحة الزنك.

— أضغ محلول كلوريد البوتاسيوم في الأنبوب الزجاجي على شكل U، وأغلق طرفيه بقطعتي قطن (جسر ملحي)، ثم أغمس كل طرف في بيشر.



— أصل الدارة كما في الشكل الآتي، ماذا ألاحظ؟

— أرفع الجسر الملحي من البيشرين، ماذا ألاحظ؟

ألاحظ وأستنتج:

• عند وصل الدارة يُضيء المصباح نتيجة انتقال الإلكترونات من خلال سلك التوصيل الكهربائي بين صفحة الزنك وصفحة النحاس.

— تعود حركة الإلكترونات نتيجة وجود فرق كمون كهربائي بين ثنائية صفحة الزنك في محلوله (Zn/Zn²⁺)، وثنائية النحاس في محلوله (Cu/Cu²⁺) اللتين تشكلان مسرّي الخلية الغلفانية.

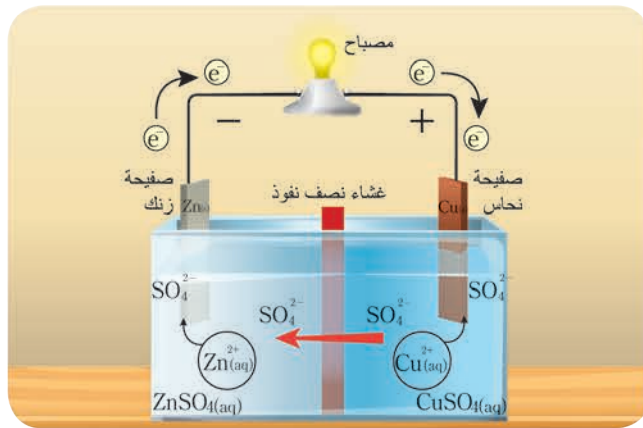
• ينطفئ المصباح الكهربائي عند إزالة الجسر الملحي. وتعود أهمية الجسر الملحي إلى أنه:

— يحقق التوازن الأيوني في كلا المحلولين.

— يمنع اختلاط أيونات محلولي نصفي الخلية ببعضهما.

— يقوم بدور موصل كهربائي.

— يمكن استبدال الجسر الملحي بغشاء نصف نفوذ.



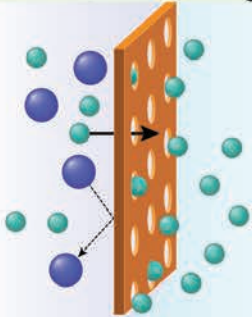
إضاءة



غشاء نصف النفوذ: نوع من الأغشية الحيويّة أو الصناعيّة، يسمح بعبور الجزيئات أو

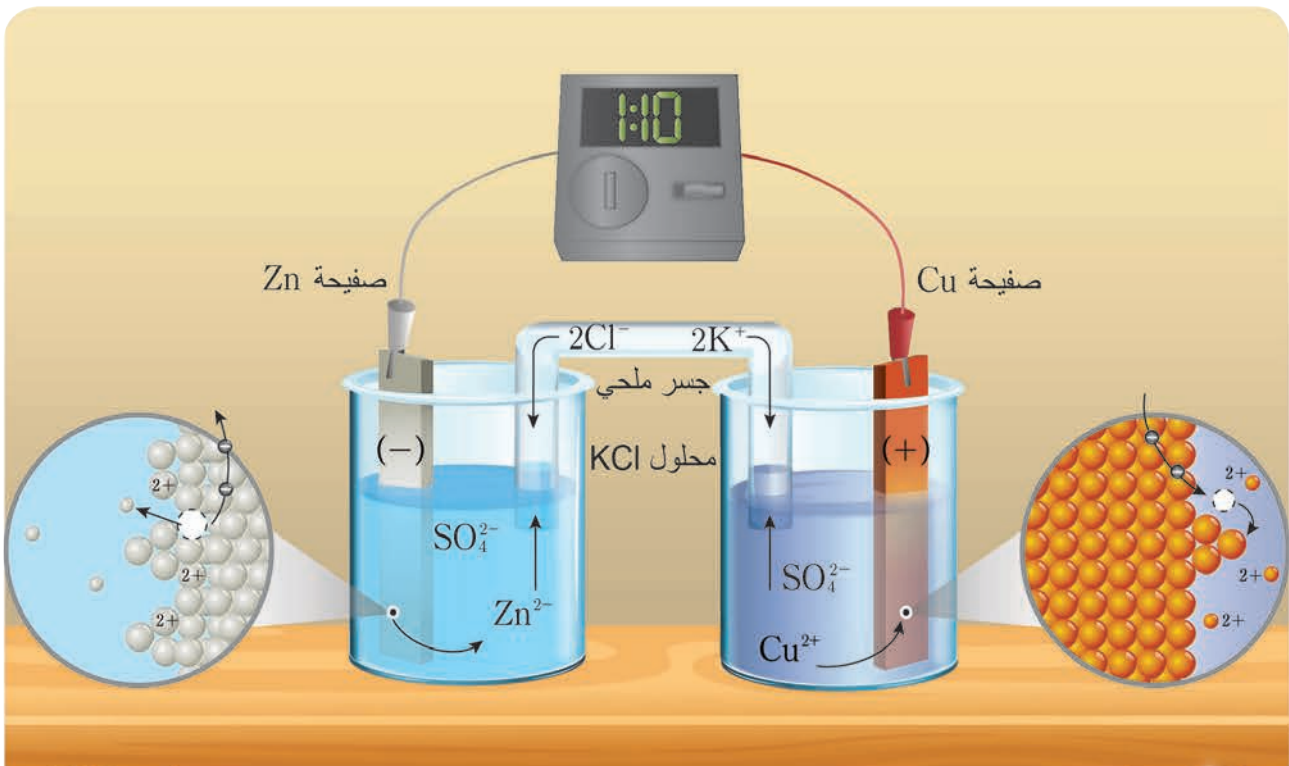
الأيونات خلاله عن طريق الانتشار، يعتمد معدل انتشار المواد النافذة عبره على الضّغط، ودرجة الحرارة، وعلى تركيز الجزيئات في المحلول على طرفي الغشاء، بالإضافة إلى درجة نفوذّيته بالنسبة لهذه الجزيئات.

عند اختلاف التركيز بين طرفي الغشاء تتجه الأيونات نحو الطرف الأقل تركيزاً تحت تأثير الضّغط الأسموزي.

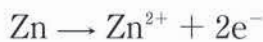


أجرّب وأستنتج (2):

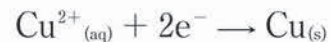
أعيد إجراء التجربة السابقة، باستبدال المصباح الكهربائي، بمقياس افومتر (مقياس فولت)، ماذا ألاحظ؟



تآكل صفيحة الزنك
وفق نصف التفاعل التالي:



ترسب النحاس على صفيحة النحاس
وفق نصف التفاعل التالي:



المعادلة الكلية التي تحدث بالخلية:



أستنتج:

- دلالة مقياس الأفومتر تدل على قيمة فرق في الكمون بين المسريين، ويُدعى بالقوة المحركة الكهربائية.
- تدل القيمة الموجبة لفرق الكمون على مرور تيار كهربائي متواصل، جهته من صفيحة النحاس إلى صفيحة الزنك، حيث يحدث تفاعل أكسدة لصفيحة الزنك، وتفاعل إرجاع لأيونات النحاس، وتنتقل الإلكترونات بطريقة غير مباشرة من صفيحة الزنك إلى صفيحة النحاس.

لماذا يشيّرُ مقياسُ أفومترٍ إلى فرقِ كمونٍ ثابتٍ يساوي 1.10 V بينَ صفيحةِ الزنكِ والنحاسِ.
رتّبِ العلماءُ الثنائياتِ (M/Mⁿ⁺) بحسبِ كمونِ إرجاعِها في الشّروطِ القياسيّةِ، وفقّ جدولٍ سُمّي بكمونِ الإرجاعِ القياسيّ.

الكمونُ القياسيّ مُقدراً بالفولط (V)	نصفُ خليةِ الإرجاعِ (المهبط)
-3.04	$\text{Li}^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Li}_{(s)}$
-2.71	$\text{Na}^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Na}_{(s)}$
-2.38	$\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mg}_{(s)}$
-1.66	$\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}_{(s)}$
-0.83	$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$
-0.76	$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(s)}$
-0.74	$\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}_{(s)}$
-0.41	$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(s)}$
-0.40	$\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}_{(s)}$
-0.23	$\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ni}_{(s)}$
-0.14	$\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}_{(s)}$
-0.13	$\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pb}_{(s)}$
-0.04	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(s)}$
0.00	$2\text{H}^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)}$
0.15	$\text{Sn}^{4+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}_{(aq)}$
0.16	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+_{(aq)}$
0.34	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(s)}$
0.52	$\text{Cu}^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(s)}$
0.54	$\text{I}_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-_{(aq)}$
0.77	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$
0.80	$\text{Hg}^{2+}_{2(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Hg}_{(l)}$
0.80	$\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}_{(s)}$
0.85	$\text{Hg}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Hg}_{(l)}$
0.90	$2\text{Hg}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+}_{2(aq)}$
1.07	$\text{Br}_{2(l)} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-_{(aq)}$
1.23	$\text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + 4e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

بالاعتماد على الجدول السابق نجد:

– كمون الإرجاع للزنك (Zn/Zn^{2+}) يساوي $-0.76 V$ ، وهو أصغر من كمون إرجاع النحاس (Cu/Cu^{2+}) الذي يساوي $+0.34 V$.

– يمثل الزوج (Zn/Zn^{2+}) نصف خلية غلفانية، يحدث عنده تفاعل الأكسدة، ويلعب دور المصعد، لأن كمون إرجاعه هو الأصغر.

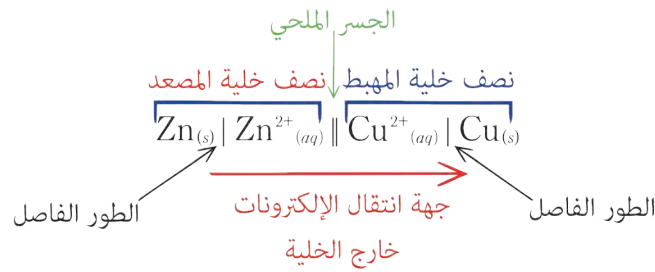
– يمثل الزوج (Cu/Cu^{2+}) نصف خلية غلفانية، يحدث عنده تفاعل الإرجاع، ويلعب دور المهبط، لأن كمون إرجاعه هو الأكبر.

– القيمة الناتجة على مقياس أفومتر بطرح قيمتي كموني الإرجاع السابقين، والتي تمثل القوة المحركة الكهربائية للخلية الغلفانية E .

$$E = +0.34 - (-0.76) = 1.10 V$$

أنتج:

- الخلية الغلفانية: جملة مؤلفة من صفيحتين معدنيتين مختلفتين، غُمست كلٌّ منها في محلول يحوي أيوناتهما، لتشكيل مسرى (الكتروود)، يصل بين المحلولين فيها جسراً ملحياً.
 - يحدث في الخلية الغلفانية تفاعل أكسدة وإرجاع تلقائي ينتج عنه تيار كهربائي.
 - قيمة القوة المحركة للخلية الغلفانية تتعلق بنوع نصفي الخلية المكونين لها.
 - تُحسب القوة المحركة للخلية الغلفانية بالعلاقة: $E_{\text{خلية}}^{\circ} = E_{\text{إرجاع}}^{\circ}(\text{مصعد}) - E_{\text{إرجاع}}^{\circ}(\text{مهبط})$
- تمثل الخلية الغلفانية الكهربائية بالشكل الآتي:



إثراء: ★



ثعبان البحر الكهربائي: يعيش هذا الثعبان في قارة أمريكا الجنوبية، يملك هذا الثعبان خلايا تستطيع إنتاج الكهرباء، وذلك من خلال اختلاف تركيزي أيوني Na^+ و K^+ ، حيث تولد كل خلية قوة محركة كهربائية مقدارها $0.1 V$. ومن خلال ربط آلاف الخلايا على الجلد يستطيع توليد نبضة كهربائية قصيرة تفوق $500 V$ ، يستخدمها للدفاع فيها عن نفسه ومهاجمة طرائده.

إثراء: ★

خلية بغداد

في شهر حزيران من عام 1936 ، وفي أثناء الأعمال الإنشائية لخطوط سكة الحديد في العراق قريبا من بغداد، وُجدت مقابر أثرية، فيها الكثير من القطع التي نُقلت إلى المتحف العراقي، في عام 1940 جذبت هذه القطع انتباه عالم الآثار ويليم كونيك الذي فجّر مفاجأة حين نشر مقالا عن هذه القطع، بأنها قد تكون خلايا غلفانية استخدمت لتوليد كميات صغيرة من الكهرباء، يُعتقد أنها استخدمت في عمليات طلاء الفضة بالذهب في ذلك الوقت.

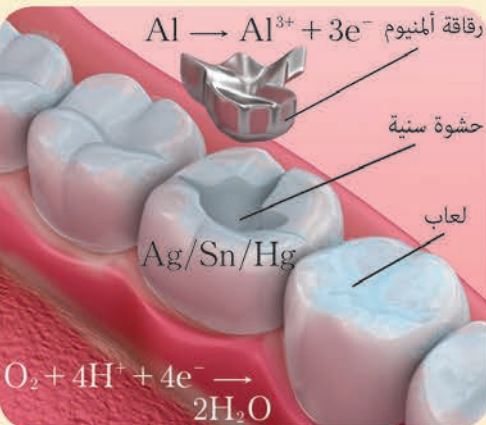
القطع الأثرية المكتشفة كانت لجرار خزفية بفتحة دائرية في أعلى كل جرة. ووُجد أيضاً أسطوانات مصنوعة من صفائح النحاس تحيط بقضبان من الحديد. ووُجد في الأعلى أن القضبان الحديدية معزولة عن النحاس بواسطة سدادات من الإسفلت (القار)، ويُعتقد أن السوائل التي كانت تُستخدم في داخل هذه البطارية هي سوائل حمضية من عصارة الليمون أو العنب أو الخل.



إثراء: ★

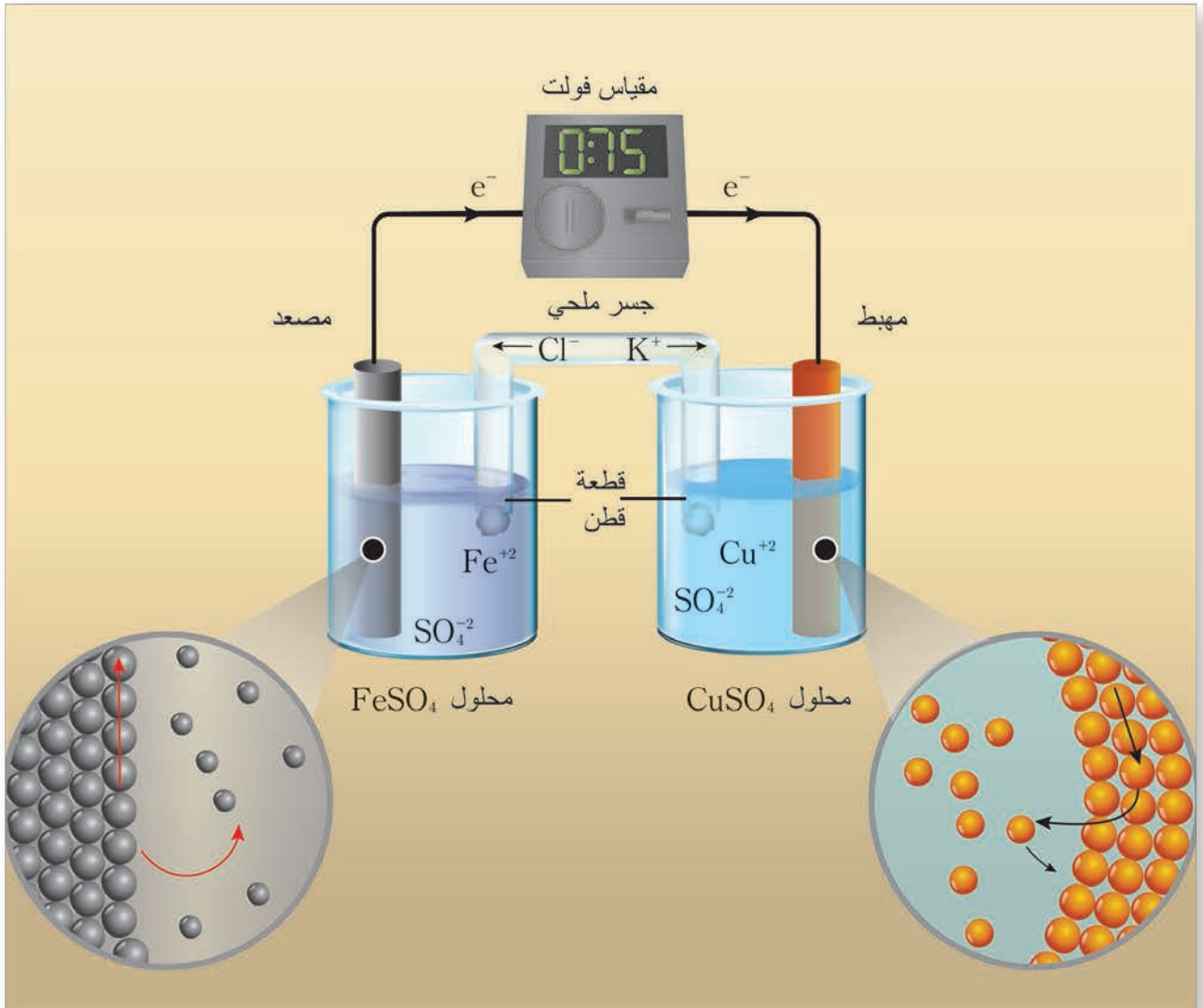
أحيانا عندما يُضغَط على قطعة ألمنيوم بضرس تم إصلاحه، بوضع حشوة في داخل الضرس يدخل في تركيبها أحد العناصر الأتية (الفضة - القصدير - الزئبق).

ينتج تيار كهربائي، نتيجة تشكّل خلية غلفانية مُكوّنة من الألمنيوم (المصعد) والحشوة المعدنية (مهبط) واللعب المحلول الناقل بينهما. يُتسبب الألم ولمعان في هذا الضرس، نتيجة مرور تيار كهربائي صغير يصل إلى عصب الضرس مسبباً هذا الألم.



تطبيق (1):

خلية غلفانية موضحة بالشكل الآتي:



بالاعتماد على جدول كمونات الإرجاع القياسية:

1. أحدد كل من المصعد والمهبط.
2. أحسب القوة المحركة الكهربائية لهذه الخلية الغلفانية.
3. أكتب الرمز الذي يمثل الخلية السابقة، وأحدد القطبين الموجب والسالب.

الحل:

1. المصعد هو مسرى الحديد، والمهبط مسرى النحاس.

$$E_{\text{خلية}}^{\circ} = E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مهبط}) - E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مصعد}) \quad 2.$$

$$E_{\text{(cell)}}^{\circ} = 0.34 - (-0.41) = 0.75 \text{ V}$$

تدل الإشارة الموجبة للقوة المحركة الكهربائية على أن تفاعل الأكسدة والإرجاع تلقائي.

$$\text{Fe/Fe}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} \quad 3.$$

يمثل المسرى Cu^{2+}/Cu القطب الموجب، أما المسرى Fe/Fe^{2+} فيمثل القطب السالب.

تطبيق (2):

تتألف خلية غلفانية من مسريّ النحاس والفضة، وبالاعتماد على جدول كمونات الإرجاع القياسية.

1. أكتب مُعادلتَي نصفَي التفاعل الحادّتين، وأستنتج مُعادلة التفاعل الكليّ.

2. أمثلُ الخلية السابقة، وأحدّد كلاً من المصعد، والمهبط، ووجهة التيار.

3. أحسبُ القوّة المُحرّكة الكهربائيّة لهذه الخلية.

الحلّ:

1. قيمةُ كمونِ الإرجاع القياسية لكلّ من مسريّ الخلية:

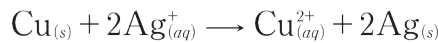
كمونُ نصفِ خليةِ الفضة: $Ag/Ag^+ = 0.80 V$

كمونُ نصفِ خليةِ النحاس: $Cu/Cu^{2+} = 0.34 V$

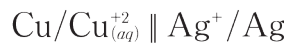
أستنتجُ: الفضةُ أقلُّ نشاطاً كيميائياً من النحاس، لذلك سيُرجع الفضة (يترسب معدن الفضة)، ويشكّل المهبط، بينما يتأكسدُ النحاس، وتشكّل صفيحة النحاس المصعد، في هذه الخلية.



أجمعُ المُعادلتين بعدَ المُساواة بعددِ الإلكترونات، للحصولِ على مُعادلة التفاعل الكليّ:



2. رمزُ الخلية الغلفانية:



– يمثّلُ المسرى Ag^{+}/Ag القطب الموجب، أمّا المسرى Cu^{2+}/Cu فيمثّلُ القطبَ السالب.

– تنتقلُ الإلكتروناتُ من مسرى النحاس إلى مسرى الفضة خارجَ الخلية. وبالتالي تكونُ جهةُ التيار الكهربائيّ من مسرى الفضة (مهبط)، إلى مسرى النحاس (المصعد).

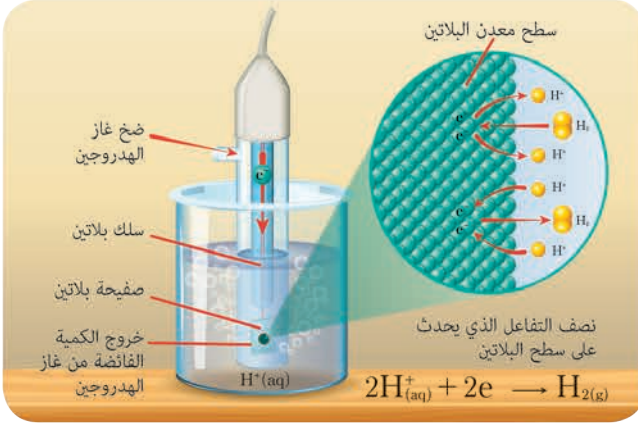
3. قيمةُ كمونِ الخلية يُحسبُ بالعلاقة:

$$E_{\text{خلية}}^{\circ} = E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مهبط}) - E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مصعد})$$

$$E_{\text{(cell)}}^{\circ} = 0.80 - 0.34 = 0.46 V$$

تدلُّ الإشارة الموجبة للقوة المحركة الكهربائية على أنّ تفاعل الأكسدة والإرجاع تلقائيّ.

مَسْرَى الهَدْرُوجِيَّة القِيَاسِيَّة

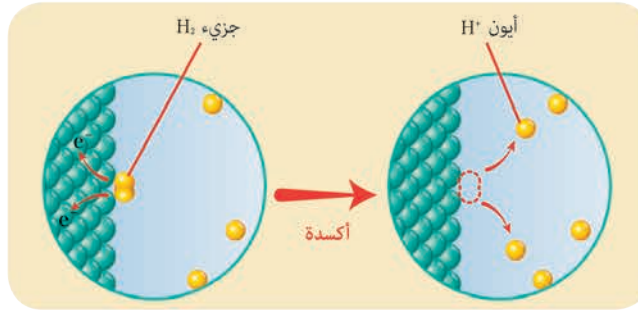


هل يُمكنُ قياس كَمون نصف خَلِيَّة بشكل مُباشر؟ لقياس الكَمون القِيَاسِي لأي نصف خَلِيَّة بشكل مُباشر، من الضَّروريّ إيجاد كَمون إرجاع قِيَاسِي يُعتَبَر مرجعاً لباقي الكَمونات، وقد تمَّ اعتبارُ كَمون مَسْرَى الهَدْرُوجِين في الشَّرُوط القِيَاسِيَّة ($H_2/2H^+$) مُساوياً للصَّفَر.

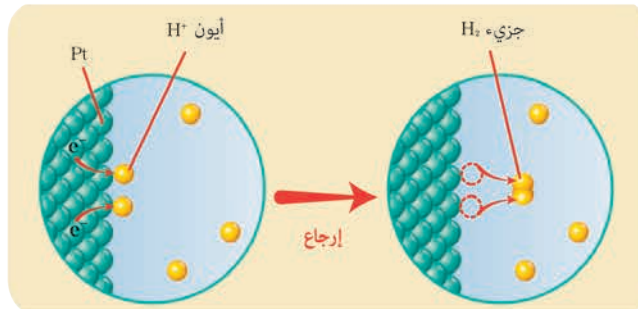
مِمَّ يتكوَّن مَسْرَى الهَدْرُوجِين؟ وما أهمِّيَّته؟

يتكوَّن مَسْرَى الهَدْرُوجِين من صفيحةٍ من البلاتين رُسِبَت عليها طبقةٌ من البلاتين، لزيادة سطح التماس، توضع هذه الصَّفِيحة في محلول لحمض كلور الماء، تركيزه 1 mol.L^{-1} ، ويضخُّ فيه غاز الهَدْرُوجِين بشكلٍ كافٍ ومُستَمِرٍّ في الشَّرُوط القِيَاسِيَّة.

- يتأكسدُ جزءٌ من غازِ الهَدْرُوجِين إلى أيونِ الهَدْرُوجِين: $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$



- كما يرجعُ جزءٌ من أيونِ الهَدْرُوجِين إلى غازِ الهَدْرُوجِين: $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$

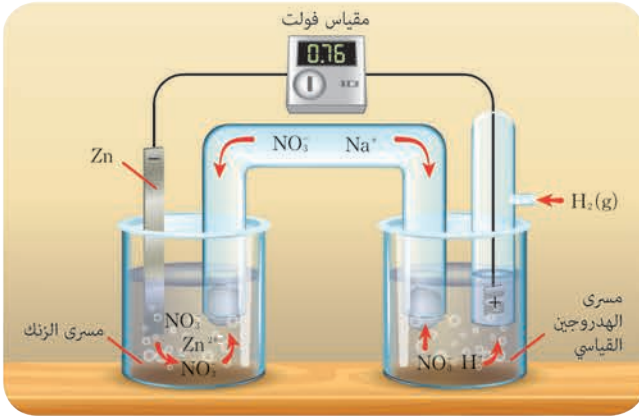


- يُعتَبَرُ كَمونُ مَسْرَى الهَدْرُوجِين في الشَّرُوط القِيَاسِيَّة مُساوياً للصَّفَر.

$$E^{\circ}_{(H_2/2H^+)} = 0 \text{ V}$$

تكمُن أهمِّيَّة مَسْرَى الهَدْرُوجِين القِيَاسِي في قياسِ كَمونِ إرجاعِ بقِيَّة المسارِ الأخرى.

تطبيق (3):



أتأمل الخلية الغلفانية الموضحة بالشكل المجاور، المُستخدمة لقياس كمون إرجاع الزنك، بواسطة مسرى الهدروجين القياسي.

1. أكتب المعادلتين المُعبرتين عن نصفي التفاعلين الحاصلين في الخلية:

بما أن الإلكترونات تنتقل من مسرى الزنك إلى مسرى الهدروجين القياسي.

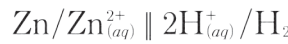
أستنتج: أن مسرى الزنك يقوم بدور المُرجع، ويشكل المصعد:



بينما مسرى الهدروجين القياسي يقوم بدور المُهبط، ويشكل المهبط:



2. أكتب رمز هذه الخلية الغلفانية:



3. أطبق العلاقة: $E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مصعد})$ لحساب قيمة كمون الإرجاع القياسي لمسرى الزنك $E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})$ بالاستفادة من:

— دلالة مقياس الفولط تُساوي: $E^{\circ}_{\text{خلية}} = 0.76 \text{ V}$

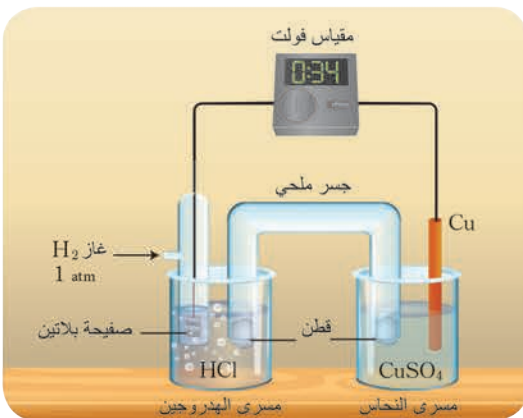
— قيمة كمون مسرى الهدروجين القياسي: $E^{\circ}_{\text{H}_2/2\text{H}^{+}} = 0 \text{ V}$ بالتعويض:

$$E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}}(\text{مصعد})$$

$$0.76 \text{ V} = 0 - E^{\circ}_{(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})}$$

$$E^{\circ}_{(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})} = -0.76 \text{ V}$$

نشاط (1):



تتألف خلية غلفانية من مسرى النحاس، ومسرى الهدروجين القياسي، الجسر الملحي فيها من نترات البوتاسيوم KNO_3 تركيزه 1 mol.L^{-1} ، إذا علمت أن القوة المُحرّكة الكهربائية للخلية يُساوي 0.34 V ،

المطلوب:

1. حدّد المصعد و المهبط في هذه الخلية.

2. احسب كمون إرجاع مسرى النحاس القياسي

$$E^{\circ}_{\text{red}}(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+})$$

قياس كمون خلية في الشُّروط غير القياسية

أَسْأَلُ

- إلى أيّ مدى تعملُ الخلية الغلفانية في إنتاجِ القوّة المُحرّكة الكهربائيّة إذا خضعت إلى شروطٍ مُختلفة عن الشُّروط القياسية؟
- هل تتغيّر القوّة المُحرّكة الكهربائيّة في حالِ كانتِ درجة حرارة الخلية مُرتفعةً، أو اختلف تركيزُ المحلول، عند كلِّ مسرى من مسارِ الخلية؟

أَجِبْ

- درس العلماء تأثيرَ الشُّروط الخارجية على الخلايا، وقد توصلَ العالمُ نرنست إلى قانونٍ سُمِّي باسمه:

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

حيثُ E هي القوّة المُحرّكة الكهربائيّة للخلية.

R ثابتُ الغازات العام، ويُساوي $8.314472 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

T درجة الحرارة مُقدّرة بالكلفن، وُساوي: $T (\text{K}) = 273 + t^{\circ}\text{C}$.

n عددُ الإلكترونات المُتبادلة في مُعادلة الأكسدة إرجاعِ الحاصلة.

F ثابتُ فاراداي $F = 96485 \text{ C/mol}$.

Q نسبةُ تركيز أيونات الموادّ الناتجة إلى تركيز أيونات الموادّ المُتفاعلة.

بتعويض R بقيمتها، واعتبار درجة الحرارة 298 K ، وثابتُ فاراداي بقيمته، وتحويل اللوغاريتم النبري إلى عشري، يصبحُ القانون:

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log Q$$

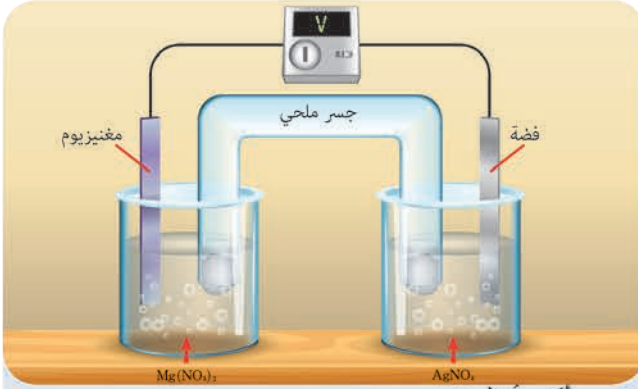
تعلمت

- تتألّف الخلية الغلفانية من مسريين لمعدنين مُختلفين يربطُ بينهما جسرٌ ملحيّ.
- يتألّف المسرى من صفيحة معدنيّة مغمورة في محلولٍ يحوي أيوناته.
- تستطيع الخلية الغلفانية توليدَ قوّةٍ مُحرّكة كهربائيّة، وتتعلّقُ القوّة المُحرّكة الكهربائيّة بكمونِ الإرجاعِ القياسيِّ لكلا المسريين المُستخدمين في تشكيل الخلية.
- يُمكنُ حسابِ كمونِ الإرجاعِ القياسيِّ للخلية الغلفانية من خلال تطبيق القانون الآتي:

$$E^{\circ}_{\text{خلية}} = E^{\circ}_{\text{إرجاع}} (\text{مهبط}) - E^{\circ}_{\text{إرجاع}} (\text{مصعد})$$

- يتكوّنُ مسرى الهيدروجين من صفيحةٍ من البلاتين مغمورةٍ في محلولٍ لحمض كلور الماء، تركيزه 1 mol.L^{-1} ويضخُّ فيه غازُ الهيدروجين بشكلٍ كافٍ ومُستمرٌّ في الشُّروط القياسية، ليكونَ ضغطه مُساوياً 1 atm .
- يعتبرُ كمونُ مسرى الهيدروجين في الشُّروط القياسيةّ مساوياً للصفر.

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:
الخلية الغلفانية الكهروكيميائية $Mg/Mg^{2+} \parallel Ag^+/Ag$
المبيّنة في الشكل الآتي:

1. عند وصل دارتها الخارجية تنتقل الإلكترونات فيها نحو صفيحة:

- a. الفضة، ويتأكسد الفضة.
b. الفضة، ويتأكسد المغنيزيوم.
c. المغنيزيوم، ويتأكسد الفضة.
d. المغنيزيوم، ويتأكسد المغنيزيوم.

2. الجسر الملحي في الخلية:

- a. يسمَحُ بالخلط الميكانيكي بين محلولي المسريين.
b. ينقلُ الإلكترونات الحرة بين المسريين.
c. يسمَحُ بالتوازن الأيوني بين المسريين.
d. ليسَ ضرورياً لعمل الخلية ويُمكنُ إزالته.

3. يدلُّ الرمز || في تمثيل الخلية الغلفانية على:

- a. إلكترود غازي.
b. سلك معدني ناقل للإلكترونات.
c. مسرى الهدروجين القياسي.
d. الجسر الملحي.

4. نصفُ الخلية Mg/Mg^{2+} يمثلُ:

- a. المصعد ويشكّل القطب الموجب للخلية.
b. المهبط ويشكّل القطب السالب للخلية.
c. المصعد ويشكّل القطب السالب للخلية.
d. المهبط ويشكّل القطب الموجب للخلية.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. وجود الجسر الملحي في الخلية الغلفانية.
2. القوة المُحرّكة الكهربائية لخلية مؤلفة من مسريين متماثلين تساوي الصفر.
3. يشكّل مسرى النحاس المهبط ومسرى الزنك المصعد في خلية دانيال.

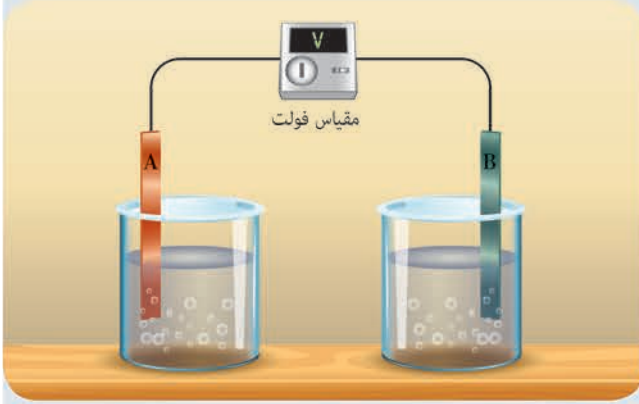
ثالثاً: اعتماداً على كمونات الإرجاع القياسية لأنصاف التفاعلات التلقائية في الجدول الآتي:

$A^+_{(aq)} + e^- \rightarrow A_{(s)}$	1.33 V
$D^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow D_{(s)}$	-1.59 V
$C^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow C^{2+}_{(aq)}$	-0.12 V
$B^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow B_{(s)}$	0.87 V

المطلوب:

1. رتّب العوامل المؤكسدة في أنصاف التفاعلات السابقة تنازلياً حسب قوة كل منها.
2. أكتب العوامل المؤكسدة التي تؤكسد C^{2+} .

رابعاً: خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التلقائي الآتي:

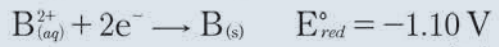


1. اكتب نصفي التفاعلين الحاصلين فيها.
2. حدّد التفاعل ذو كمون الارجاع الأعلى.
3. اكتب تمثيل هذه الخلية.

خامساً: حلّ المسألتين الآتيتين:

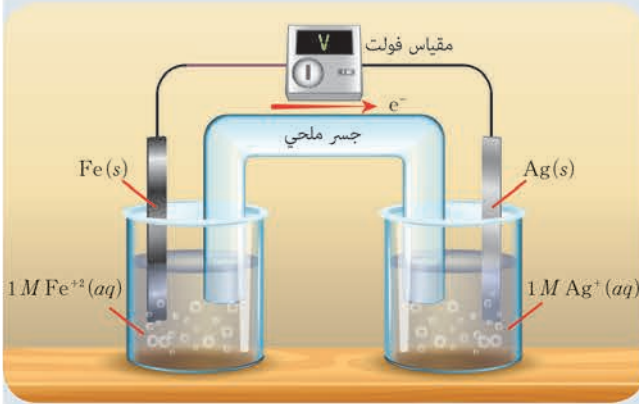
المسألة الأولى:

اعتماداً على نصفي التفاعلين الآتين:



المطلوب:

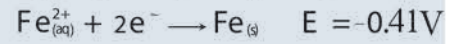
1. أكمل الرسم المجاور لتشكيل خلية غلفانية قياسية، يحدث فيها نصفي التفاعلين السابقين.
2. حدّد كلاً من مصعد ومهبط هذه الخلية.
3. حدّد جهة حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية.
4. احسب القوة المُحرّكة الكهربائيّة للخلية في الشّروط القياسيّة.



المسألة الثانية:

لديك الخلية الغلفانية الآتية:

اعتماداً على نصفي تفاعلي الارجاع الآتين:



المطلوب:

1. اكتب اسم المسرى الذي يشكّل كلاً من المهبط والمصعد.
2. احسب القوة المُحرّكة الكهربائيّة لهذه الخلية.

تفكير ناقد



عند قياس فرق الكمون لبعض الخلايا الكهربائيّة بوساطة مقياس فولط، غالباً تكون قيمته مُغايرةً للقيمة التي كتبت عليها، ما أسباب ذلك برأيك؟

أبحث أكثر



تستخدم في عددٍ من الأجهزة خلايا ذات قوّة مُحرّكة كهربائيّة 1.5 V قابلة للشحن، ابحث في مكتبة مدرستك أو في الشّابكة عن المواد التي تدخل في تركيبها وآلية عملها.

4

الخلايا الكهربية



الأهداف:

- * يُصنّف الخلايا الكهربية إلى أولية وثانوية.
- * يتعرّف الخلايا الملحية.
- * يُقارن بين الخلايا الملحية والخلايا القلوية.
- * يتعرّف الخلية الرصاصية.
- * يتعرّف خلية الليثيوم - أيون.
- * يتعرّف خلايا الوقود الهيدروجينية.

الكلمات المفتاحية:

- * خلايا لوكالانشيه.
- * الخلايا القلوية.
- * خلايا الوقود الهيدروجينية.
- * المُدخّرة الرصاصية.
- * مُدخّرة الليثيوم أيون.
- * الخلية الجافة.

تعتمدُ بعضُ الأجهزة الكهربية على خلية غلفانية أو أكثر، للحصول على الطاقة الكهربية، صُمّمت هذه الخلايا بحيث تُلائم عمل الأجهزة التي تحويها، ندعو هذه الخلية عموماً بالمُدخّرة، ويُشاعُ بينَ الناس استخدامُ كلمة بطارية Battery.

كيف تتمُّ صناعتها؟ وما التفاعلات التي تحدثُ فيها؟

نشاط (1):

صنّف الخلايا الآتية، بحسب قابليتها للشحن، وإعادة الاستخدام من جديد.



تصنّف الخلايا الكهربائية إلى نوعين:

- الخلايا الأوليّة: غير قابلة للشحن، مثل الخلايا المستخدمة في المصباح الكهربائي المحمول.
- الخلايا الثانوية: قابلة للشحن، مثل الخلايا المستخدمة في الهاتف المحمول.

بعض الخلايا الأولية:

خلية لوكلانشيه:

تُستخدم في بعض الأجهزة الكهربائية المنزلية، مثل أجهزة التحكم عن بُعد، وساعات الحائط، وبعض أجهزة الراديو الصغيرة وغيرها.

وصف الخلية

- تتألف من:
 - المصعد: أسطوانة من الزنك تُشكّل القطب السالب للخلية.
 - مزيج مؤلّف من: ثنائي أكسيد المنغنيز MnO_2 ، محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ، محلول كلوريد الزنك $ZnCl_2$ ، ومسحوق الكربون C ، يُضاف النشاء إلى المزيج ليصبح بشكل عجينة كي لا ينساب من أسطوانة الزنك.
 - المهبط: قلم من الكربون ذو رأس نحاسي يوضع في مركز الأسطوانة من دون أي تماس معها، تحيط به العجينة بشكل كامل، ويُشكّل القطب الموجب للخلية.
- القوّة المُحرّكة الكهربائية لهذه الخلية تساوي $1.5 V$.

التفاعلات الكيميائية التي تتم في خلية لوكلا نشيه

نشاط (2):

لديك خلية لوكلا نشيه. المطلوب:

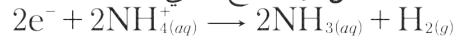
1. أكتب نصفي التفاعل الحادثين عند كل من المصعد والمهبط. أحدد دور كل من: ثنائي أكسيد المنغنيز، قلم الكربون، مسحوق الكربون. أستنتج التفاعل الكلي الذي يحدث في هذه الخلية.

الحل:

1. عند المصعد يحدث تفاعل الأكسدة الآتي:



عند المهبط يحدث تفاعل الإرجاع الآتي:

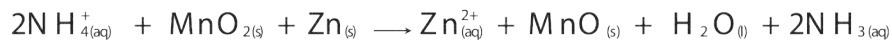


2. يؤكسد ثنائي أكسيد المنغنيز الهيدروجين المتشكل عند المهبط، وفق المعادلة الآتية:



ينقل قلم الكربون الإلكترونات إلى العجينة، يعمل مسحوق الكربون على تحسين التماس.

3. بجمع المعادلات الثلاث نحصل على التفاعل الكلي:



الخلية القلوية

وصف الخلية

- تتألف من:

– المصعد: مسحوق من الزنك.

– محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المركز KOH هلامي القوام لمنع انسيابه خارج الخلية.

– المهبط: مزيج من مسحوق الكربون وثنائي أكسيد المنغنيز MnO_2 .

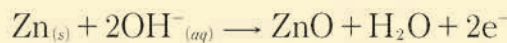
يوضع المصعد والمهبط في أسطوانة معدنية مغلقة بشكل جيد.

- القوة المحركة الكهربائية لهذه الخلية تساوي 1.5 V.

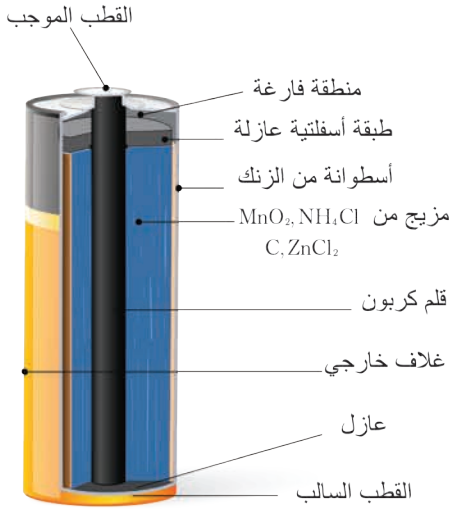
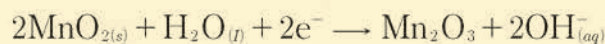
إثراء: ★

التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية القلوية:

- عند المصعد:



- عند المهبط:



إثراء: ★



تُباع في الأسواق مدخرات بقوة مُحركة كهربائية مقدارها 9 V ، هذه مدخرات تحوي بداخلها على ستّ خلايا لوكلانشيه أو خلايا قلوية، قدرة كلّ خلية صغيرة 1.5 V موصولة على التسلسل.

الخلايا الثانوية : القابلة للشحن

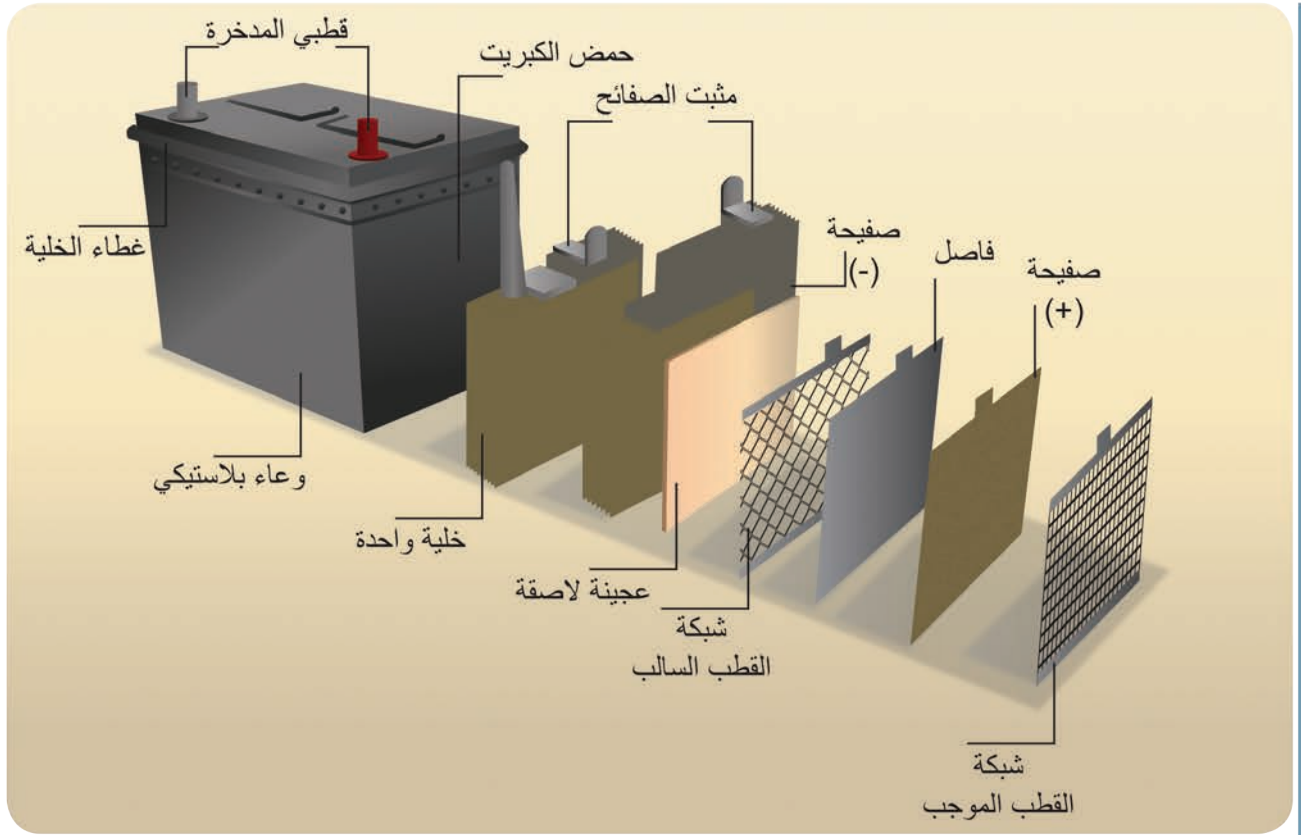


المُدخرة الرصاص الحامضية

وصف المُدخرة

- تتألف من ستّ خلايا ترتبط مع بعضها على التسلسل.
- تتألف الخلية الواحدة من:
 - المهبط: شبكة من ثنائي أكسيد الرصاص PbO_2 مثبت على صفيحة ناقلة.
 - المصعد: شبكة من الرصاص Pb مثبت على صفيحة ناقلة.
- طبقة رقيقة من مادة بلاستيكية تفصل بين الشبكتين المتقابلتين في وعاء بلاستيكي، ويتم غمرهما بمحلول حمض الكبريت، تركيزه 1 mol.L^{-1} .
- القوة المُحرّكة الكهربائية لكلّ خلية تساوي 2.05 V ، فتكون القوة المُحرّكة الكهربائية للمُدخرة تُساوي:

$$2.05 \times 6 = 12.3 \text{ V}$$
- يكون حمض الكبريت سائلاً في المُدخرة السائلة، بينما تُضاف له بعض المُركبات الكيميائية ليصبح هلامياً في المُدخرة الرصاصية الجافة.



نشاط (3):

لديك مُدَخَّرَةٌ رصاصية والمطلوب:

1. اكتب التفاعلات الكيميائية التي تحدث عند كل من المصعد والمهبط في أثناء عملية التفريغ.
2. استنتج مُعادلة التفاعل الكلي التي تحدث في أثناء التفريغ.
3. احسب القوة المُحرَّكة الكهربائية للمُدَخَّرَةِ، إذا علمت أن:



4. اكتب التفاعل الذي يحدث في الخلية في أثناء عملية شحن المُدَخَّرَةِ بالتيار الكهربائي DC.

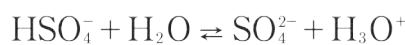
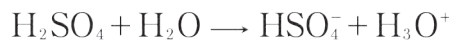
الحل:

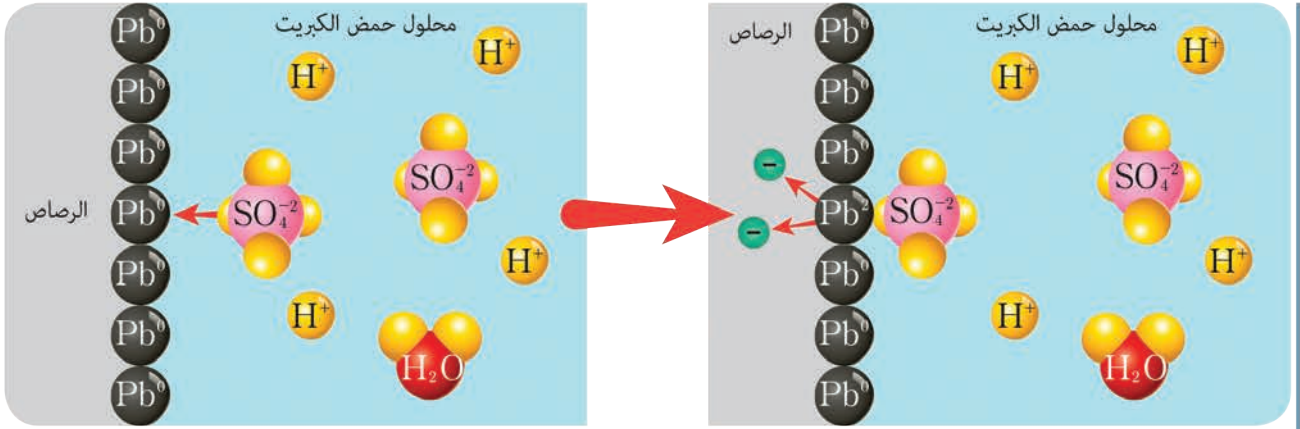
- في أثناء تفريغ الخلية تحدث التفاعلات الآتية:
عند المصعد:

— يتأكسد الرصاص وفق المُعادلة الآتية:



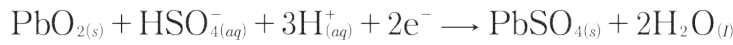
— يتأين حمض الكبريت على مرحلتين على الشكل



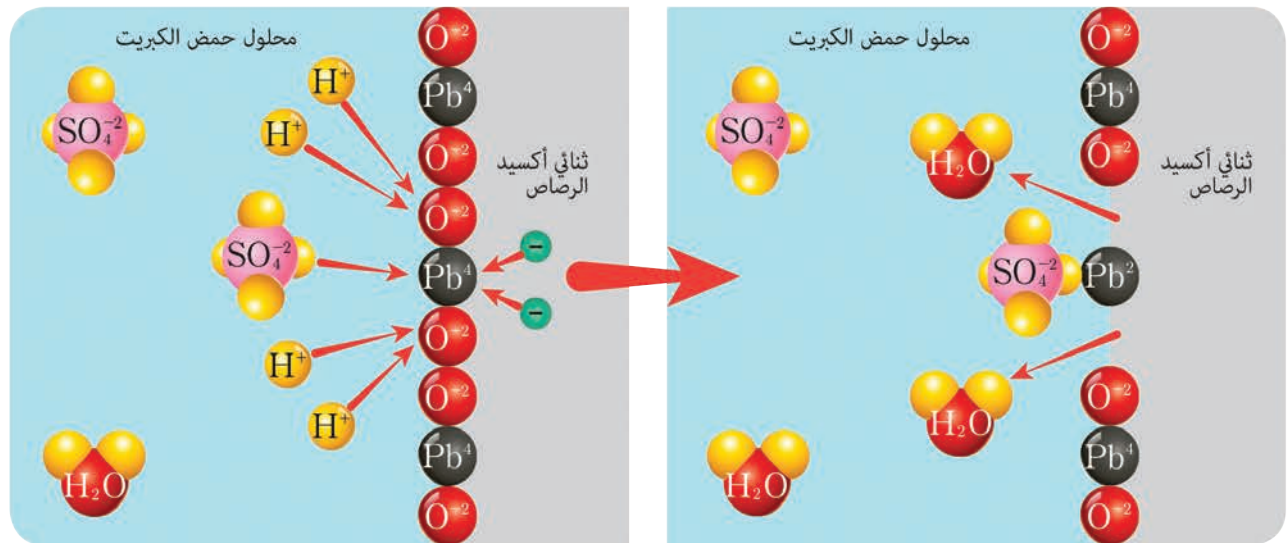
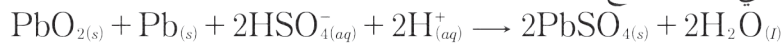


عند المهبط:

– يرجع ثنائي أكسيد الرصاص وفق المعادلة الآتية:



– يكون التفاعل الكلي عند التفريغ ممثلاً بالمعادلة الآتية:



– القوة المحركة الكهربية للخلية:

$$E_{\text{خلية}}^{\circ} = E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مصعد}) - E_{\text{إرجاع}}^{\circ} (\text{مهبط})$$

$$E_{\text{cell}} = +1.685 - (-0.456) = +2.014 \text{ V}$$

بالتالي القوة المحركة الكهربية للمُدخرة:

$$E = 2.041 \times 6 = 12.246 \text{ V}$$

– في أثناء شحن المُدخرة بالتيار الكهربائي DC



التعامل مع المُدخّرة الرصاصيّة

تستخدم المُدخّرة الرصاصيّة الحمضيّة عموماً في السيارات لتشغيلها من خلال إدارة المُقلع (المارش) وفي المنازل لإنارة المصابيح في حال انقطاع التيار الكهربائي، ولضمان عمرٍ طويل لهذه المُدخّرات لابدّ من بعض النصائح العامة:

- عند شراء مدخرة جديدة يجب الانتباه إلى سعتها، حيث أن كلّ مُدخّرة تمتلك سعةً مُحدّدة تُقدّر بوحدة الأمبير تتناسبُ هذه السعة مع حجمها.
- عند شراء مُدخّرة لتعمل ضمن المنزل يجب اقتناء شاحن يتناسبُ وسعة المُدخّرة، بشكل عام ينصح بالآ يتجاوزُ شدة تيار الشاحن 10% من سعة المُدخّرة التخزينيّة للمُدخّرة.
- عند وصل سلّكي الشّاحن إلى المُدخّرة يراعى أن يكون فرق الكمّون ثابتاً بين طرفيه، ويزيدُ عن 12.5V، وتعتبرُ القيمة المثاليّة لفرق الكمّون لتيار الشّحن 13.2V حيث يتمُّ شحن المُدخّرة ببطء، وهذا يتناسبُ مع سرعة تفاعل تفكّك كبريتات الرصاص، علماً أن الشّحن السّريع يقلّلُ من عمر المُدخّرة بشكلٍ كبير، وأن سرعة الشّحن تزدادُ كلما زاد فرق الكمّون بين سلّكي الشّاحن.
- لشحن المُدخّرة يتمُّ وصلُ سلّك الشّاحن الموجب ذي اللون الأحمر بقطب المُدخّرة الموجب (+)، ووصلُ سلّك الشّاحن السّالب (-) ذي اللون الأسود إلى القطب المُدخّرة السّالب.
- يجبُ فصلُ الشّاحن عن المُدخّرة بعد انتهاء الشّحن، وتجدرُ الإشارة أن استمرارَ وصلِ الشّاحن بعد اكتمالِ الشّحن يؤديُ لحدوثِ تفاعلاتٍ جانبيّة، حيثُ يتفكّك الماء إلى هيدروجين وأوكسجين، وتظهرُ فقاعاتٌ واضحة في السائل الحمضيّ مُترافقاً مع انخفاضِ مُستواه في الخلايا إلى مستوى يؤديُ لأضرارٍ في المُدخّرة.
- عند نقصان مستوى السائل في المُدخّرة يجبُ إضافة الماء المقطر حصرأً، ويلجأ بعضُ الأشخاص إلى إضافة الماء العادي أو المغلي أو حتى الماء المُستخرج من المكيفات وأجهزة التبريد، هذا الماء يحوي على أيونات مختلفة تؤدي لحدوثِ تفاعلاتٍ جانبية وهو ما يعرف بتسمُّم المُدخّرة.
- يجبُ أن يتمَّ التأكّد من تركيز حمض الكبريت من خلال فتّي مُختصّ كلّ عدّة أسابيع، واستبدال الحمض في حال لزم ذلك.

أصبحت مُدخَرَاتُ اللَّيْثِيُومِ - أَيُون أكثر أنواع المُدخَرَاتِ انتشاراً، تعتمدُ عليها الأجهزة الكهربائيّة المحمولة الحديثة بشكل أساسي، كالهواتف المحمولة والحواسِب المُتَنقِلة والكاميرات الرقميّة والأجهزة اللوحية وغيرها. من أهمّ ميزاتِها:



- وزنها أخفُّ مُقارَنةً مع المُدخَرَاتِ الأخرى.
- قدرتها على تخزين كمية كبيرة من الطاقة.
- عمرها طويلٌ مُقارَنةً مع المُدخَرَاتِ الأخرى.

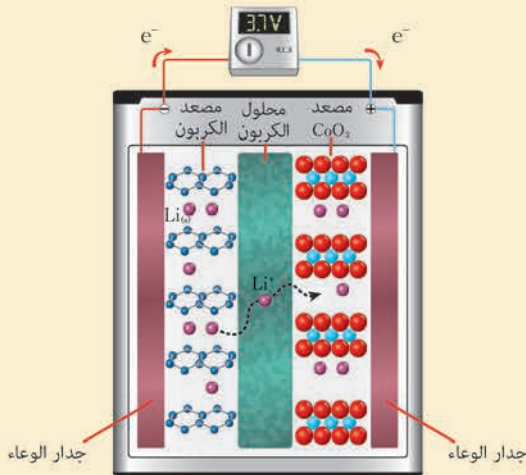
وصف المُدخَرَة

- تتألّف المُدخَرَة من:
 - المصعد: يتكوّن من طبقاتٍ صغيرةٍ جداً من الكربون (الغرافيت) تترسّبُ عليه ذراتُ الليثيوم.
 - المهبط: يتكوّن من أكسيد أحد العناصر الانتقاليّة، وعادة ما يُستخدم أكسيد الكوبالت CoO_2 في المُدخَرَاتِ التجاريّة.
 - يتمُّ فصل المصعد عن المهبط بمحلول إلكتروليتي كثيف لا يحوي على الماء، يسمَحُ بمرور أيونات الليثيوم عبره ليشكّل بذلك جسراً ملحياً.
- القوّة المُحرّكة لهذه المُدخَرَة $3.7 V$

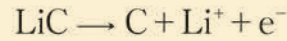
إثراء:



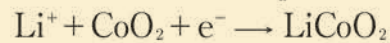
التفاعلات الكيميائية التي تحدث عند كل من المصعد والمهبط في أثناء التفريغ



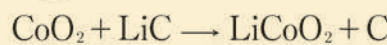
- عند المصعد: تتأكسد ذرات الليثيوم وفق المعادلة الآتية:



- عند المهبط: تنتقل أيونات الليثيوم عبر المحلول الكهربائي إلى المهبط ليحدث التفاعل الآتي:



- بجمع المعادلتين نحصل على المعادلة الكلية لعملية التفريغ



في أثناء شحن المُدخَرَة يحدث التفاعل الكلي الآتي:



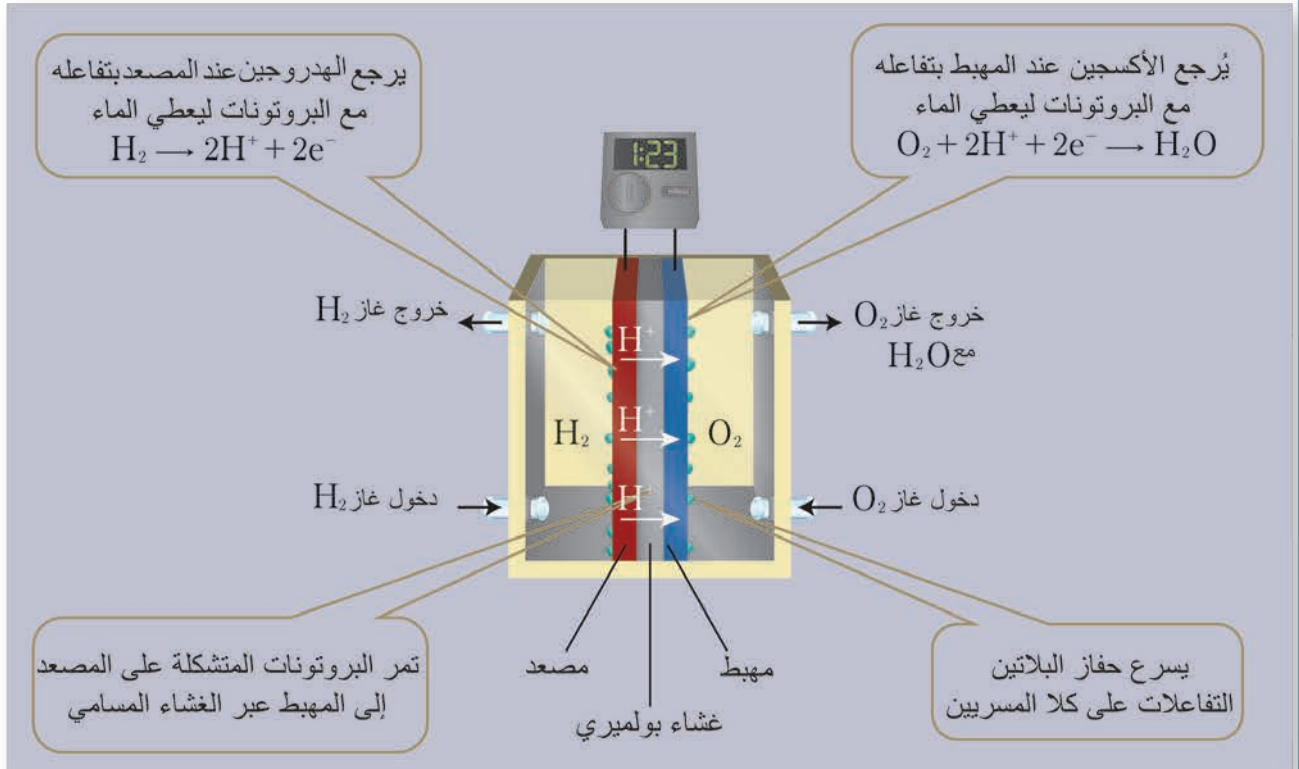


أدت بعض الحوادث إلى انفجار خلايا الليثيوم، ويعود ذلك إلى أن الليثيوم يعتبر من العناصر ذات نشاط كيميائي كبير، فعند ارتفاع درجة الحرارة في المُدخِّرة أو وصول كمية قليلة من الرطوبة فإن المُدخِّرة قد تنفجر لذلك يُنصح بعدم استخدام الأجهزة الحاوية على مُدخِّرة الليثيوم في أثناء شحن الجهاز خوفاً من ارتفاع درجة حرارته.

بسبب خطورة الليثيوم يتم تغليف الخلية بشكل جيد جداً منعاً من وصول الرطوبة إلى داخلها، ولذلك وعند حدوث تفاعلات جانبية قد تنطلق بعض الغازات داخل الخلية نتيجة للاستخدام السيء أو انتهاء فترة صلاحيتها مما يؤدي لانفاجها إلى حجم قد يصل إلى 200% من حجم الخلية ويُنصح عند ملاحظة ذلك بتبديلها.

خلية الوقود الهيدروجينية:

تُستخدم هذه الخلايا في الأقمار الصناعية، ويعمل على استخدامها حديثاً في وسائط النقل، لتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري. تُعدُّ هذه الخلية صديقة للبيئة لأنها تعتمد على الهيدروجين والأكسجين معاً كوقود في توليد التيار الكهربائي المتواصل.



- تُصنّف الخلايا الكهربيّة إلى نوعين: خلايا أولية: غير قابلة للشحن وخلايا ثانوية: قابلة للشحن.
- خلية لوكلانشيه تتألّف الخلية من:
 - المصعد: أسطوانة من الزنك.
 - مزيج من: ثنائي أكسيد المنغنيز، محلول كلوريد الأمونيوم، محلول كلوريد الزنك، ومسحوق الغرافيت.
 - المهبط: قلم من الغرافيت.
 - القوّة المُحرّكة الكهربيّة لهذه الخلية تساوي 1.5 V.
- الخلية القلوية تتألّف الخلية من:
 - المصعد: مسحوق من الزنك.
 - محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المُركّز KOH.
 - المهبط: مزيج من مسحوق الغرافيت وثنائي أكسيد المنغنيز MnO_2 .
 - القوّة المُحرّكة الكهربيّة لهذه الخلية تُساوي 1.5 V.
- مُدخّرة الرصاص الحمضية تتألّف من ست خلايا موصولة على التسلسل تتألّف الواحدة من:
 - المهبط: شبكة من ثنائي أكسيد الرصاص PbO_2 .
 - المصعد: شبكة من الرصاص Pb.
 - يتمّ غمرهما بمحلول حمض الكبريت، تركيزه 1 mol.L^{-1} .
 - القوّة المُحرّكة الكهربيّة لكلّ خلية تُساوي 2.041 V، ولكامل المُدخّرة 12.246 V.
- مُدخّرة الليثيوم – أيون تتألّف من:
 - المصعد: يتكوّن من طبقاتٍ صغيرة جداً من الغرافيت تترسّب عليه ذرّات الليثيوم.
 - المهبط: يتكوّن من أكسيد الكوبالت CoO_2 .
 - يتمّ فصل المصعد عن المهبط بمحلول إلكتروليتي كثيف يشكّل الجسرّ الملحيّ.

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. القوة المُحرّكة الكهربائية لخلية لو كلانشيه:

a. 5.1 V . b. 1.5 V . c. 3.7 V . d. 2.1 V .

2. يُؤكسد ثنائي أكسيد المنغنيز في خلية لو كلانشيه:

a. الزنك. b. كلوريد الأمونيوم. c. الغرافيت. d. الهيدروجين.

3. يلعب دور المهبط في الخلية الرصاص الحمضية:

a. الرصاص. b. أكسيد الرصاص. c. حمض الكبريت. d. ثاني أكسيد المنغنيز.

4. تصنع المسار في خلايا الوقود الهيدروجينية من:

a. الرصاص. b. الغرافيت. c. أكسيد الكوبالت. d. البلاتين.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. القوة المُحرّكة الكهربائية للخلية القلوية تُساوي القوة المُحرّكة الكهربائية لخلية لو كلانشيه.

2. عزل الخلايا القلوية ومُدخّرة الليثيوم - أيون بشكل جيد.

3. يجب ألا يحوي المحلول الإلكتروني الناقل في مُدخّرة الليثيوم - أيون على الماء.

4. تحتاج خلايا الوقود الهيدروجينية لدارة تبريد.

5. تُعتبر خلايا الوقود الهيدروجينية صديقة للبيئة.

ثالثاً: أجب عن السؤالين الآتيين:

1. قارن بين خلية لو كلانشيه والخلية القلوية من حيث: (المهبط، المصعد، المحلول الإلكتروني).

2. احسب القوة المُحرّكة الكهربائية لمُدخّرة رصاصية حمضية، إذا علمت أنها تحوي ثلاث خلايا، وتتم التفاعلات



تفكير ناقد



تحتاج آلة موسيقية كهربائية إلى قوة مُحركّة كهربائية قيمتها 12 V. حدّد عدد خلايا لو كلانشيه اللازمة لهذه الآلة، وطريقة وصلها؛ علماً أنّ القوة المُحرّكة الكهربائية لخلية الواحدة 1.5 V.

أبحث أكثر



سمعنا كثيراً عن انفجار مُدخّرة الليثيوم أيون في بعض الهواتف المحمولة. ابحث في الشبكة عن الأسباب المُحتملة لحدوث ذلك.

5

التحليل الكهربائي



الأهداف:

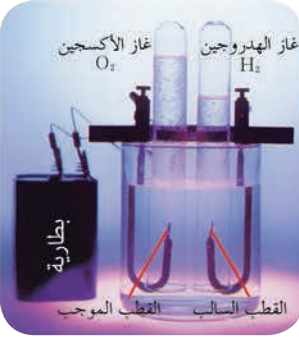
- * يشرح عملية التحليل الكهربائي.
- * يُعطي أمثلة عن التحليل الكهربائي.
- * يُقارن بين التحليل الكهربائي للماء في وسط (حمضي، أساسي).
- * يُطبّق قانون فارداي في التحليل الكهربائي.
- * يتعرّف بعض التطبيقات الصناعية للتحليل الكهربائي.

الكلمات المفتاحية:

- * التحليل الكهربائي.
- * الفاراداي.
- * تنقية المعادن.
- * الطلي الغلفاني.
- * خلية التحليل الكهربائي.

يلجأ الصناعيون لطلاء بعض المعادن كهربائياً بمعادن أخرى للحفاظ عليها من العوامل الخارجية وتحسين مظهرها وخصائصها الفيزيائية والميكانيكية.

مفهوم التحليل الكهربائي:



أجرّب وأستنتج (1):

المواد والأدوات اللازمة:

وعاء فولتا - منبع كهربائي DC - محلول هيدروكسيد الصوديوم - محلول حمض الكبريت - أنابيب زجاجية - أسلاك توصيل - قاطعة كهربائية.

خطوات العمل:

1. أضع كمية من الماء في وعاء فولتا، وأضيف إليه كمية قليلة من محلول هيدروكسيد الصوديوم.
2. أركب الدارة الموضحة في الشكل، ثم أغلق القاطعة، ماذا ألاحظ؟
3. أكشف عن الغازين المتجمعين في الأنبوبين، ماذا أستنتج؟
4. أكتب نصفي التفاعل اللذان يحدثان عند كل من المهبط والمصعد.
5. أكتب التفاعل الكلي الحاصل.
6. أكرّر الخطوات السابقة باستبدال محلول هيدروكسيد الصوديوم بمحلول حمض الكبريت.

أستنتج: يتحلل الماء في وعاء التحليل بوجود محلول هيدروكسيد الصوديوم أو محلول حمض الكبريت بإمرار تيار كهربائي، مما يؤدي إلى انطلاق غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد.

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$	
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	عند المهبط
$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$	عند المصعد

تكوّن خلية التحليل الكهربائي من:

1. وعاء يحوي:

- محلول أو مصهور ناقل للتيار الكهربائي.
- قطبين ناقلين للتيار الكهربائي من مادة واحدة أو من مواد مختلفة مغمورين في المحلول أو المصهور. المصعد: يتصل بالقطب الموجب لمنبع كهربائي DC ويحدث عنده تفاعل الأكسدة. المهبط: يتصل بالقطب السالب لمنبع كهربائي DC ويحدث عنده تفاعل الإرجاع.
- 2. منبع لتيار كهربائي متواصل DC: قوته المحركة الكهربائية أكبر من القوة المحركة الكهربائية الناتجة عن تفاعل الأكسدة والإرجاع التلقائي.

نتيجة:

- التحليل الكهربائي: عملية يحدث فيها تفاعل أكسدة إرجاع غير تلقائي عند إمرار تيار كهربائي.
- في حال وجود أكثر من نصف تفاعل إرجاع عند المهبط يحدث نصف التفاعل ذي الكمون الإرجاع الأكبر.
- في حال وجود أكثر من نصف تفاعل أكسدة عند المصعد يحدث نصف التفاعل ذي الكمون الإرجاع الأصغر.

قانون فاراداي في التحليل الكهربائي

نشاط (1):

دلت الدراسة التجريبية أن كمية الفضة المترسبة عند إمرار تيار كهربائي متواصل شدته 19.3 A في محلول نترات الفضة لفترات زمنية مختلفة تزداد مع ازدياد الزمن كما هو مبين في الجدول الآتي:

الزمن t	50 s	100 s	200 s
كمية الكهرباء $q = I \times t$	-----	-----	-----
كتلة الفضة المترسبة m	1.08 g	2.16 g	4.32 g
$\frac{m}{q}$	-----	-----	-----



العالم فارداي (1791-1867)
أوجد سنة 1834 قانوناً في التحليل
الكهربائي.

المطلوب:

أكمل الجدول السابق، ماذا تستنتج.

استنتج: تتناسب كتلة الفضة المترسبة على المهبط طردياً مع كمية الكهرباء المارة في خلية التحليل الكهربائي.

ينص قانون فاراداي في التحليل الكهربائي:

تتناسب كتل المواد المتفاعلة أو الناتجة عند قطب كهربائي سواء كانت غازية أو صلبة في أثناء التحليل الكهربائي طردياً مع كمية الكهرباء المارة في خلية التحليل. ويكتب بالصيغة الرياضية:

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$

n عدد الإلكترونات المتبادلة.

q كمية الكهرباء المارة في الدارة.

m كتلة المادة المترسبة أو المنطلقة.

F الفاراداي حيث $1F = (6.02 \times 10^{23})(1.6 \times 10^{-19}) \approx 96500 \text{ C/mol}$

M الكتلة المولية للمادة المترسبة أو المنطلقة.

تطبيق (1):

نمرّر تياراً كهربائياً شدته 0.5 A في خلية تحليل كهربائية تحوي محلول نترات الذهب لفترة زمنية فيترسب على المهبط 1.97 g من الذهب وينطلق غاز الأكسجين على المصعد.

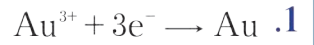
مع العلم أن (O:16, Au:197). المطلوب حساب:

1. كمية الكهرباء المارة في الدارة.

2. عدد مولات الأكسجين المنطلق.

3. زمن عملية التحليل.

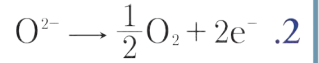
الحلّ:



$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$

$$1.97 = \frac{q}{96500} \times \frac{197}{3}$$

$$q = 2895 \text{ C}$$



$$m = \frac{2895}{96500} \times \frac{16}{2}$$

$$m = 0.24 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0.24}{32} = 0.0075 \text{ mol}$$

$$t = \frac{q}{I} = \frac{2895}{0.5} = 5790 \text{ s} \quad .3$$

نشاط (2):

نمرّر تياراً كهربائياً، شدته 10 A لمدة 5 min في محلول مائي لكوريد الباريوم. المطلوب حساب:

1. كتلة الباريوم المترسبة على المهبط.

2. كتلة غاز الكلور المنطلق عند المصعد.

الكتل الذرية (Ba: 137 , Cl: 35.5).

التطبيقات الصناعية للتحليل الكهربائي

1. -الطلاء الكهربائي: (الطلاء الغلفاني):

أجرب:

أدوات ومواد التجربة:

مربع كهربائي DC – محلول نترات الفضة – صفيحة من الفضة –
ملعقة معدنية.

خطوات التجربة:

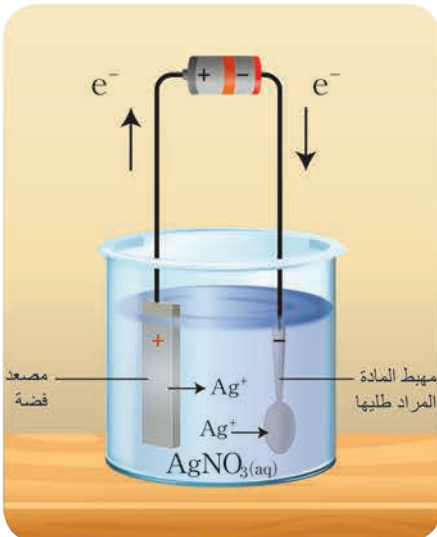
1. أكوّن دائرة كهربائية كما في الشكل.

2. أصل صفيحة الفضة إلى القطب الموجب كما أصل ملعقة إلى القطب
السالب.

3. أغمّر كلاً من صفيحة الفضة والملعقة المعدنية بمحلول نترات الفضة،
وأغلق الدارة. ماذا ألاحظ؟

ألاحظ:

ترسب طبقة من الفضة على الملعقة وتآكل صفيحة الفضة تدريجياً.



أستنتج: يتم طلي معدنٍ بمعدنٍ آخرٍ بجعله مهبطاً، والمعدنُ الآخرُ مصعداً، في خلية تحليل كهربائي تحوي محلولاً لأملاح المعدن المراد الطلي به.

نشاط (3):

ما الخطوات التي تقومُ بها لطي قلادة معدنية بطبقة من النحاس.

أهمية الطلي الكهربائي:

- إكساب المعدن الأصلي مظهراً جميلاً.
- حماية المعدن من التآكل والصدأ.
- إكساب المعدن قيمةً اقتصاديةً عالية، نتيجة طلائه بمعدنٍ ثمين.
- إكساب المعدن خصائص كهربائية ومغناطيسيةً جديدةً.

إثراء: 

بعض تطبيقات الطلاء الكهربائي

المصعد المعدن الذي يزود المحلول بالأيونات المطلوبة	المهبط المعدن الذي يراد طلاؤه	المحلول	مجال التطبيق
Ag	Ag	4% AgCN 4% KCN 4% K ₂ CO ₃	مجوهرات وأواني طاولة الطعام
Au	Au, C, Ni, Cr	3% AuCN 19% KCN	مجوهرات
Cr	Pb	25% CrO ₃ 0.25% H ₂ SO ₄	قطع السيارات
Zn	Fe	4% Zn (CN) ₂ 5% NaCN 8% NaOH 5% Na ₂ SO ₄	حديد مغلفن
Sn	Fe	8% H ₂ SO ₄ 7% SnSO ₄	علب حفظ الطعام

٢. استحصال المعادن النشطة:

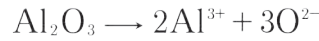
لا يُمكنُ استحصال بعض المعادن الشديدة الفعالية الكيميائية كالصوديوم والألمنيوم، إلا بطريقة التحليل الكهربائي لمُرَكَّبَاتِها.

مثال:

تحضير الألمنيوم:

يُستخلصُ الألمنيوم بالتحليل الكهربائي لمصهور أكسيد الألمنيوم بعد تنقية خام البوكسيت من الشوائب وتخليصه من الماء.

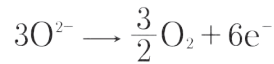
• يتأينُ أكسيدُ الألمنيوم وفق التفاعل:



• تُرجع أيونات الألمنيوم عند المهبط، ثم يخرج الألمنيوم المصهور من فتحات أسفل الخلية وفق التفاعل:



• تتأكسدُ أيونات الأكسجين عند المصعد وفق التفاعل:



٣. تنقية المعادن:

تحتوي أغلب المعادن المُحضَّرة على شوائب معدنية وغير معدنية تؤثر في خاصياتها الفيزيائية، لذلك لابدَّ من تنقيتها، ويعتبر التحليل الكهربائي من أفضل الطرائق للحصول على معدن له درجة عالية من النقاء.

مثال:

تنقية النحاس:

نشاط (4):

المواد والأدوات اللازمة:

منبع DC ، وعاء تحليل، محلول كبريتات النحاس، أسلاك توصيل، صفيحة من النحاس النقي، صفيحة نحاس مشوب.

خطوات التجربة:

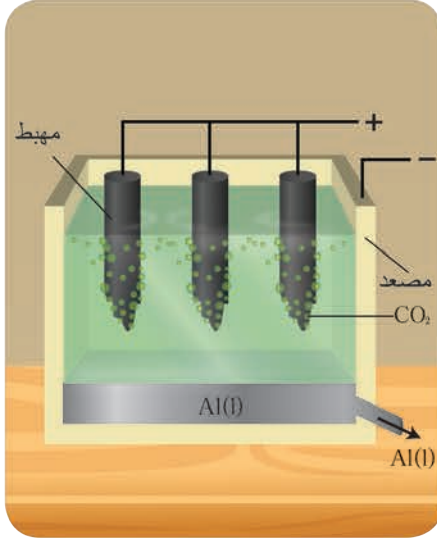
1. أغمر صفيحة النحاس المشوب في محلول كبريتات النحاس وأصلها بالقطب الموجب.

2. أغمر صفيحة النحاس النقية في محلول كبريتات النحاس وأصلها بالقطب السالب.

3. أمرر تياراً كهربائياً في وعاء التحليل الذي يحوي محلول كبريتات النحاس.

4. أصف ما يحدث عند ذلك.

5. أفسر كيف يُمكنُ تغطية نفقات التحليل الكهربائي المرتفعة.



أُستخ:

- يتأكسد النحاس عند المصعد ويتحوّل الى أيون:



- ترجع أيونات النحاس عند المهبط وتحوّل الى نحاسٍ نقيّ يترسّب على المهبط:



تتجمّع الشوائب في قعر وعاء التحليل على شكل راسبٍ يُطلقُ عليه اسم الوحل المصعديّ، وأهم هذه الشوائب الفضة والذهب والسيليكون، وهذه الموادّ غالية الثمن تغطّي قيمتها نفقاتِ التنقيّة الكهربائيّة.

تعلمت

- تتكوّن خلية التحليل الكهربائيّ من:

1. وعاء يحوي:

— محلول أو مصهور ناقل للتيار الكهربائيّ مغمور فيه قطبان.

— قطبين ناقلين للتيار الكهربائيّ من مادة واحدة أو كلّ منهما من مادة مختلفة.

المصعد: يتصل بالقطب الموجب لمربع كهربائي DC ، ويحدث عنده تفاعل الأكسدة.

المهبط: يتصل بالقطب السالب لمربع كهربائي DC ، ويحدث عنده تفاعل الإرجاع.

2. منبع DC للتيار الكهربائيّ:

قوته المُحرّكة الكهربائيّة أكبر من القوّة المُحرّكة الكهربائيّة الناتجة عن التفاعل التلقائيّ.

— التحليل الكهربائيّ: عملية يحدث فيها تفاعل أكسدة إرجاع غير تلقائيّ عند إمرار تيار كهربائيّ.

— نصّ قانون فاراداي في التحليل الكهربائيّ:

تناسب كتل الموادّ المتفاعلة أو الناتجة عند قطب كهربائيّ، سواء كانت غازيّة أو صلبة،

في أثناء التحليل الكهربائيّ طرداً مع كميّة الكهرباء المأزّة في خلية التحليل.

الصيغة الرياضيّة لقانون فاراداي:

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n}$$

- التطبيقات الصناعيّة للتحليل الكهربائيّ

— الطلي الكهربائيّ.

— استحصال المعادن النشطة كيميائيّاً.

— تنقية المعادن.



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. عند تحليل محلول نترات الفضة كهربائياً باستخدام قطبين من البلاتين، يترسب مول واحد من الفضة على المهبط إذا كان عدد مولات الأكسجين المنطلقة على المصعد:
 - a. 4 mol
 - b. 0.5 mol
 - c. 0.25 mol
 - d. 2 mol
 2. عند إمرار تيار كهربائي في مصهور كلوريد الصوديوم، باستخدام مسرين من الغرافيت:
 - a. ينطلق غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد.
 - b. ينطلق غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.
 - c. يتجمع الصوديوم عند المهبط، وينطلق غاز الكلور عند المصعد.
 - d. يتجمع الصوديوم عند المصعد، وينطلق غاز الكلور عند المهبط.
 3. عند مرور تيار كهربائي في خلية التحليل تكون جهة حركة الإلكترونات:
 - a. في المحلول من المهبط إلى المصعد.
 - b. في المحلول من المصعد إلى المهبط.
 - c. في السلك من المصعد إلى المهبط.
 - d. في السلك من المهبط إلى المصعد.
- ثانياً: نضع في وعاء تحليل محلول كلوريد الصوديوم، ونمرّر بالوعاء تياراً كهربائياً مناسباً. المطلوب:
1. ما المواد الناتجة عند المصعد وعند المهبط.
 2. اكتب معادلة التفاعل الحاصل.
- ثالثاً: لديك سبيكة من الذهب والتحاس، اقترح تجربة يُمكنُ من خلالها فصل الذهب عن التحاس، موضّحاً إجابتك بكتابة المعادلات الكيميائية المناسبة.
- رابعاً: نريد طلاء قطعة معدنية بالنيكل، اقترح تجربة مناسبة لتحقيق ذلك، موضّحاً إجابتك بالرسم وكتابة المعادلات الكيميائية المناسبة.
- خامساً: يُستخدم التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك من أجل الحصول على معدن الزنك بدرجة عالية جداً من النقاء. المطلوب:
1. ارسم شكل خلية التحليل الكهربائي المناسبة لذلك.
 2. حدّد نوع مادة المصعد ومادة المهبط ونوع المحلول.
 3. اكتب المعادلتين المُعبرتين عن نصفي التفاعل الحادّتين عند كلّ من المهبط والمصعد.

سادساً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

نمرّر تياراً كهربائياً، شدته 5 A، في وعاء تحليل مسرياه من البلاتين، يحوي مصهور كلوريد الألمنيوم لمدة ساعتين. المطلوب حساب:

1. كتلة الألمنيوم المترسبة.
2. كتلة الغاز المتصاعد عند المصعد.

(Al:27, Cl:35.5)

المسألة الثانية:

نمرّر تياراً كهربائياً، شدته I، في وعاء تحليل يحوي محلول يوديد البوتاسيوم لمدة ساعة واحدة فيتحرّر 10 g من اليود. المطلوب حساب

1. كمية الكهرباء اللازمة لذلك.
2. شدة التيار المار في الدارة.

(K:39, I:127)

تفكير ناقد



عند تحضير الألمنيوم بطريقة التحليل الكهربائي يجب استبدال المصاعد بشكل دوري، فسّر ذلك؟

أبحث أكثر



في حال وجود أكثر من نصف تفاعل أكسدة عند المصعد، أي تفاعل يحدث؟

6

المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة بِطَرِيقَة تَفَاعُلِ الأكْسِدَة والإِرْجَاع



الأهداف:

- * يوضِّحُ مفهومَ المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة.
- * يشرحُ مبدأ المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة.
- * يذكرُ شروطَ المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة.
- * يقومُ بتجاربٍ توضحُ معَايِرَة أكْسِدَة - إِرْجَاع.
- * يستنتجُ قانونَ المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة.
- * يطبِّقُ قوانينَ المُعَايِرَة الحِجْمِيَّة.

الكلمات المفتاحية:

- * المُعَايِرَة.
- * المحلول القياسي.
- * المشعر.

تحتاجُ خلايا الجسم، ولاسيَّما الدِّماغ، العضلات والقلب إلى كميَّة من الكالسيوم في الدِّم لكي تستطيعَ العمل بشكل سليم، يُمكنُ قياسَ كميَّته عملياً اعتماداً على تفاعلات أكْسِدَة إِرْجَاع بعمليَّة تُسمَّى مُعَايِرَة

مفهوم المعايرة الحجمية

أجرّب وأستنتج (1)

المواد والأدوات اللازمة:

سحاحة - حامل مع قاعدة - ملقط تثبيت - أرلينة - أنبوب مدرج - محلول كبريتات الحديد II - محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيز 0.1 mol.L^{-1} .

خطوات تنفيذ التجربة:

1. أركب الأدوات كما في الشكل المجاور:

2. أغلق صنوبر السحاحة، وأملأ السحاحة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم (MnO_4^- ذو اللون البنفسجي، K^+ لا لون له) حتى التدرج 0 في أعلى السحاحة

3. أضع 10 ml من محلول كبريتات الحديد II (SO_4^{2-} لا لون له، Fe^{2+} ذي اللون الأخضر) في الأرلينة

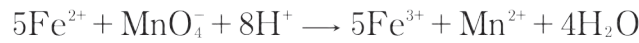
4. أضيف محلول البرمنغنات إلى محلول كبريتات الحديد II تدريجياً. ماذا ألاحظ؟

ألاحظ:

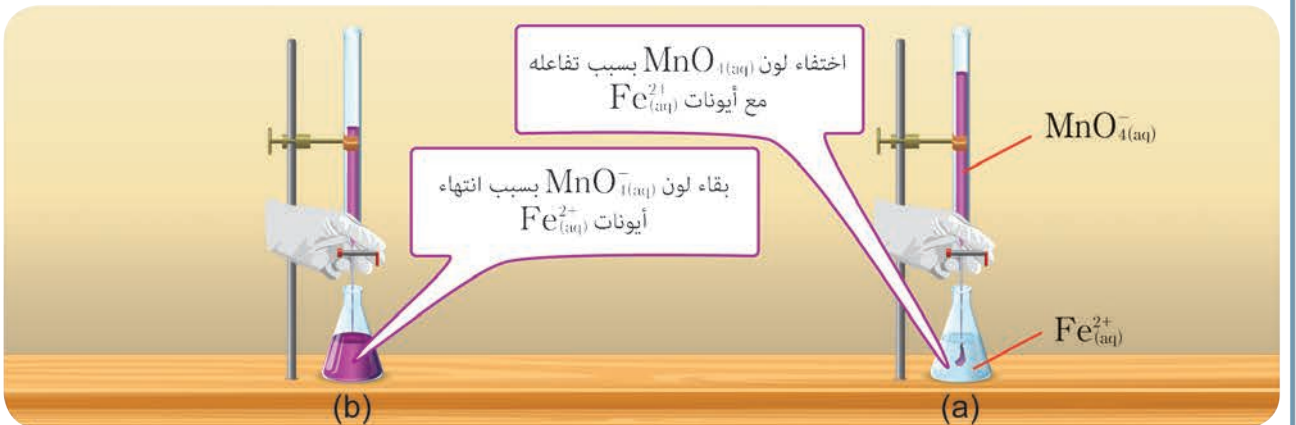
- زوال لون قطرات برمنغنات البوتاسيوم المضافة مباشرة إلى محلول كبريتات الحديد II. واختفاء اللون الأخضر تدريجياً.
- وبعد إضافة كمية مناسبة من البرمنغنات يظهر اللون البنفسجي.

أفسر:

- تتفاعل أيونات البرمنغنات المضافة مع أيونات الحديد II، مما يؤدي إلى زوال لون أيون البرمنغنات
- وفق التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



- يدل ظهور اللون البنفسجي في المحلول على تفاعل أيونات الحديد II، بشكل كامل مع أيونات البرمنغنات المضافة، يُستفاد من ذلك في حساب تركيز أيونات الحديد II.



استنتاج:

مفهوم المعايرة الحجمية:

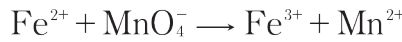
- هي عملية مخبرية في التحليل الكمي يُعرف بها تركيز محلول مادة مؤكسدة بواسطة تفاعلها مع محلول مادة مرجعة معلومة التركيز أو العكس.
 - مبدأ المعايرة:
- أضغ المحلول القياسي (تركيزه دقيق وثابت) في سحاحة، ويُضاف في أثناء المعايرة إلى حجم مُحدّد من المحلول المُعاير في الأرنينة حتى تمام التفاعل.
- شروط المعايرة الحجمية:

- أن تتفاعل المادة المراد معايرتها على نحو تام مع المادة القياسية.
- أن يكون تفاعل المعايرة مُستمرّاً وسريعاً.
- أن يُمثّل تفاعل المعايرة بمعادلة كيميائية موزونة.
- أن يكون تفاعل المعايرة تفاعلاً بسيطاً لا يترافق بأيّ تفاعلات ثانوية.
- أن يتوافر مشعرٌ مناسب يُمكن من خلاله تحديد نقطة نهاية المعايرة.

حسابات المعايرة

نشاط (1):

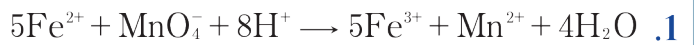
لديك معادلة التفاعل الآتي في وسط حمضي:



المطلوب:

1. وازن معادلة التفاعل.
2. استنتج العلاقة بين عدد مولات أيونات الحديد II وعدد مولات أيونات البرمنغنات.
3. يُعاير 10 ml من محلول كبريتات الحديد II مع محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه 0.01 mol.L^{-1} ، فلزم لإتمام المعايرة 50 ml منه. احسب تركيز محلول كبريتات الحديد II.

الحل:



$$5 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{Fe}^{2+})} \quad n_{(\text{MnO}_4^-)}$$

$$2. \text{ عند نهاية المعايرة: } n_{(\text{Fe}^{2+})} = 5n_{(\text{MnO}_4^-)}$$

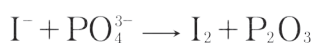
$$3. C_1 \cdot V_1 = 5 \cdot C_2 \cdot V_2$$

$$C_1 = \frac{5 \cdot C_2 \cdot V_2}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{5 \times 0.01 \times 50 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

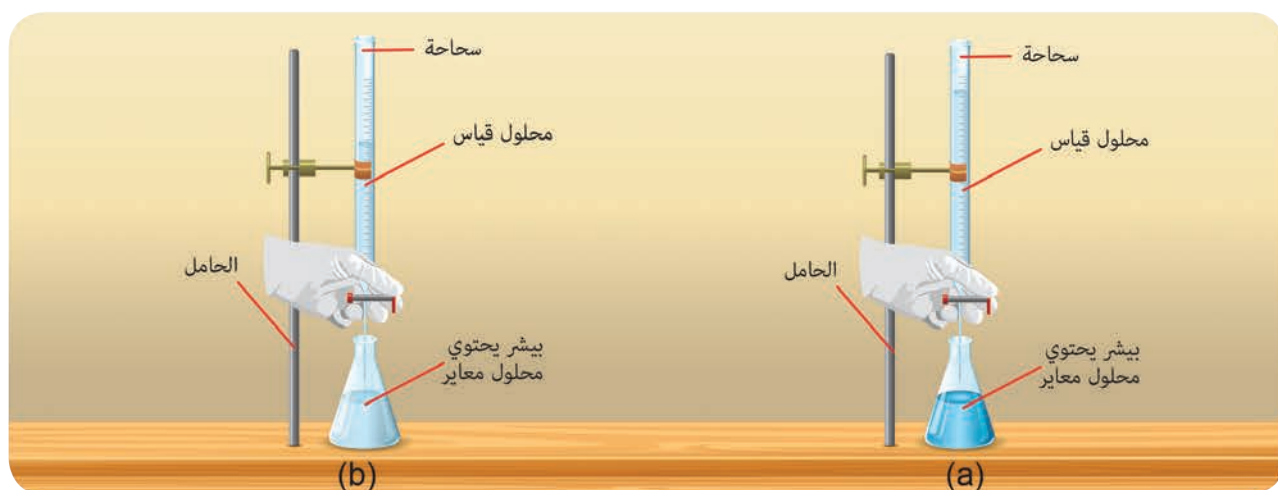
ألاحظ من المعادلة النهائية أن إرجاع أيون من البرمنغنات يحتاج إلى خمسة إلكترونات يكتسبها أيون المنغنيز من أيون الحديد II الذي بدوره يؤكسد إلى الحديد III
تطبيق (1):

- أضغ 10 ml من محلول يوديد البوتاسيوم المجهول التركيز في بيشر، ثم أضف إليه قطرات من مطبوخ النشاء.
- أضغ في السحاحة محلول فوسفات ثلاثية الصوديوم تركيزه 0.2 mol.L^{-1} ، وابدأ بإضافته تدريجياً إلى محلول يوديد البوتاسيوم السابق حتى ظهور اللون الأزرق، فيلزم 20 ml منه لإتمام المعايرة.
- يحدث التفاعل في وسط حمضي وفق المعادلة:



والمطلوب:

- 1- وازن معادلة التفاعل. 2- استنتج العلاقة بين عدد مولات أيونات اليود وعدد مولات أيونات الفوسفات.
- 3- احسب تركيز يوديد البوتاسيوم.

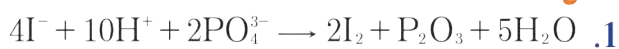


إضاءة



يتلون اليود مع مطبوخ النشاء باللون الأزرق، حيث يُستخدم كمشعر لتحديد نهاية المعايرة.

الحل:



$$4 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}^-) \quad n(\text{PO}_4^{3-})$$

$$n(\text{I}^-) = 2n(\text{PO}_4^{3-}) \quad \text{عند نهاية المعايرة} \quad 2.$$

$$C_1 V_1 = 2C_2 V_2 \quad 3.$$

$$C_1 = \frac{2 \times 0.2 \times 20 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

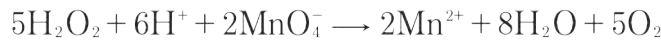
إثراء:

تُستخدم مُعايرة أكسدة إرجاع في تقدير كميّة:

1. المواد المؤكسدة في المُنظّفات والموادّ القاصِرة.
2. الحديد في خاماته بعدَ تحويله إلى حديدٍ ثنائيّ.
3. اليورانيوم و الزّرنِخ والكالسيوم إلخ

نشاط (2):

يلزمُ لمُعايرة 20 ml من محلول الماء الأكسجيني 16 ml من محلول برمنغنات البوتاسيوم, تركيزه 0.1 mol.L^{-1} وفق المُعادلة الآتية:



المطلوب:

1. كيفَ تستدلُّ على نهاية تفاعل المُعايرة؟
2. احسب تركيز الماء الأكسجيني المُستعمل.

تعلمت

- مفهوم المُعايرة الحجميّة.
- هي عملية مخبريّة في التحليل الكمي يُعرفُ بها تركيزُ محلول مادّةٍ مؤكسدة بوساطة تفاعلها مع محلول مادّةٍ مرجعة معلومة التركيز أو العكس.
- مبدأ المُعايرة
- أضغ المحلول القياسي (تركيزه دقيق وثابت) في سحاحة ويضافُ في أثناء المُعايرة إلى حجمٍ مُحدّدٍ من المحلول المُعاير في الأرنينة حتى تمام التفاعل.
- شروط المُعايرة الحجميّة:
 1. أن تتفاعل المادّة المراد مُعايرتها على نحو تامّ مع المادّة القياسيّة.
 2. أن يكون تفاعل المُعايرة مستمرا وسريعا.
 3. أن يمثّل تفاعل المُعايرة بمعادلة كيميائيّة موزونة.
 4. أن يكون تفاعل المُعايرة تفاعلا بسيطا لا يترافق بأيّ تفاعلات ثانويّة.
 5. أن يتوافر مشعر مُناسب يُمكنُ من خلاله تحديد نقطة نهاية المُعايرة.



- أولاً: ضع كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (غلط) أمام العبارة المغلوطة، ثم صححها:
1. في أثناء معايرة أيونات اليود بمحلول برمنغنات البوتاسيوم نستخدم مطبوخ النشاء كمشعر.
 2. يتميز المحلول القياسي المستخدم في المعايرة الحجمية بتركيزه الدقيق والثابت.
 3. يوضع المحلول القياسي في الأرنينة والمحلول المجهول التركيز في السحاحة.

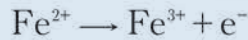
ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. عند نهاية معايرة أكسدة إرجاع يكون عدد مولات الإلكترونات المفقودة:
 - a. أكبر من عدد مولات الإلكترونات المكتسبة.
 - b. أقل من عدد مولات الإلكترونات المكتسبة.
 - c. تساوي نصف عدد مولات الإلكترونات المكتسبة.
 - d. تساوي عدد مولات الإلكترونات المكتسبة.
2. عند نهاية معايرة أيونات الحديد II بمحلول برمنغنات البوتاسيوم، يصبح لون المحلول الناتج عن المعايرة:
 - a. أخضر فاتح.
 - b. عديم اللون.
 - c. بني.
 - d. بنفسجي.

ثالثاً: حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

- نعاير 10 ml من محلول كلوريد الحديد II بمحلول ثنائي كرومات البوتاسيوم، تركيزه 0.02 mol.L^{-1} ، فيلزم 30 ml منه. فإذا علمت أن نصفَي التفاعلين الحاصلين هما:
- $$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$

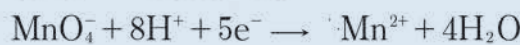
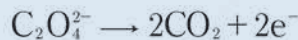


المطلوب:

1. استنتج معادلة التفاعل الأيونية المختصرة الكلية.
2. احسب تركيز محلول كلوريد الحديد II مقدراً بال mol.L^{-1} ثم بال g.L^{-1} (Fe:56 , Cl:35.5)

المسألة الثانية:

- نعاير 10 ml من محلول أكزالات الصوديوم بمحلول برمنغنات البوتاسيوم، تركيزه 0.1 mol.L^{-1} ، فيلزم 40 mL منه. فإذا علمت أن نصفَي التفاعلين الحاصلين هما:



المطلوب:

1. استنتج معادلة التفاعل الأيونية المختصرة الكلية.
2. احسب تركيز محلول أكزالات الصوديوم مقدراً بال mol.L^{-1} ثم بال g.L^{-1} (O:16 , C:12 , Na:23)

لا تظهرُ الإلكترونيات في مُعادلة التفاعل الكليّ للأكسدة والإرجاع، كيف تفسّر ذلك؟

أبحث أكثر

ابحث في مكتبة مدرستك أو في الشّابكة عن كيفة قياس نسبة الكالسيوم في الدّم باستخدام مُعايرة أكسدة إرجاع.

مشروع الخلايا الكهربائيّة

تحدث في الطبيعة تحوُّلات مُستمرة مُعطية كمّيات ضخمة من الطاقة، إلا أن الإنسان لا يستخدمُ إلا جزءاً ضئيلاً منها. ومع تطوّر العلوم والنهضة الصناعيّة والتكنولوجيّة ظهرت الحاجة إلى تأمين طاقة تلبّي عمل الأجهزة الكهربائيّة والأقمار الصناعيّة وغيرها. فكان لابدّ من صناعة الخلايا الكهربائيّة.

هدف المشروع:

التعرّف على الخلايا الكهربائيّة واستخداماتها.

مراحل المشروع:

أولاً: التخطيط

1. التعرّف على الخلايا الأولى (لوكلانشيه - القلوية) وأهمّ استخداماتها.
2. التعرّف على الخلايا الثانوية (مُدخّرة الرصاص - مُدخّرة الليثيوم أيون.....) وأهمّ استخداماتها.
3. التعرّف على خلية الوقود الهيدروجينيّة واستخداماتها.
4. التعرّف على أضرار الخلايا وطرائق التخلّص من الخلايا التالفة.

ثانياً: التنفيذ

1. توزيع الطّلاب إلى مجموعاتٍ وتحديد مهمّة كلّ مجموعة:
 - المجموعة الأولى: تبحثُ في الخلايا الأولى، وأهمّ استخداماتها.
 - المجموعة الثانية: تبحثُ في الخلايا الثانوية، وأهمّ استخداماتها.
 - المجموعة الثالثة: تبحثُ في خلية الوقود الهيدروجينيّة، وأهمّ استخداماتها.
 - المجموعة الرابعة: تبحثُ في أضرار الخلايا الكهربائيّة وطرائق التخلّص من الخلايا التالفة.
2. تبادل المعلومات بين المجموعات للوصول إلى النتائج، ثمّ تسليم نسخة ورقيّة من البحث أو نسخة إلكترونيّة.

ثالثاً: التقويم:

3. مُناقشة النتائج وإعداد تقرير كامل خلال مدّة خمسة عشر يوماً.

أسئلة الوحدة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. العامل المرجع في المعادلة الموزونة الآتية:



a. Ni b. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ c. Ni^{2+} d. H_2O

2. رقم أكسدة البوتاسيوم في برمنغنات البوتاسيوم KMnO_4 يُساوي:

a. +6 b. +2 c. +7 d. +1

3. معدن مجهول M يستطيع ترسيب النيكل عند وضعه في محلول كبريتات النيكل، ولكن لا يستطيع ترسيب المنغنيز عند وضعه في محلول كبريتات المنغنيز، فيكون الترتيب الصحيح لقدرة المعدن الإرجاعية:

a. $\text{Ni} > \text{Mn} > \text{M}$ b. $\text{Mn} > \text{Ni} > \text{M}$

c. $\text{M} > \text{Ni} > \text{Mn}$ d. $\text{Mn} > \text{M} > \text{Ni}$

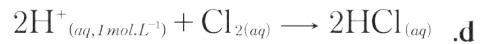
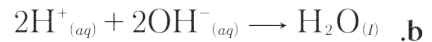
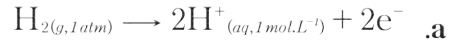
4. عدد الإلكترونات المنتقلة في نصف التفاعل الآتي $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} \rightarrow 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ هو:

a. 1 b. 4 c. 2 d. 6

5. عند اتحاد غاز الكلور Cl_2 مع غاز الأوكسجين O_2 لتشكيل سباعي كلور الأوكسجين Cl_2O_7 يكون تغير رقم أكسدة الكلور مُساوياً:

a. -7 b. +5 c. +7 d. +3.5

6. نصف تفاعل الإرجاع الذي يحدث في مسرى الهدروجين القياسي:

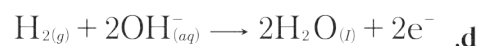
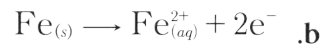


7. أحد الشّروط الآتية غير مُحقق في مسرى الهدروجين القياسي:

a. تركيز أيونات الهدروجين 1 mol.L^{-1} b. درجة الحرارة 25°C

c. الضّغط الجوّي 1 atm d. الصفيحة المعدنية لا تؤثر في الهدروجين.

8. نصف التفاعل الذي يحدث عند المهبط من أنصاف التفاعلات الآتية هو:



9. القوّة المُحرّكة الكهربائيّة للخليّة الغلفانيّة الآتية: $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$ في الشّروط القياسيّة تُساوي:

- a. +1.21 b. -0.46 c. +0.617 d. +0.46

10. في أثناء شحن المُدخّرة الرّصاصيّة الحمضيّة:

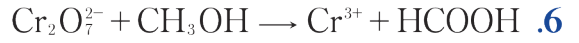
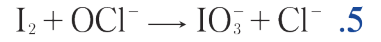
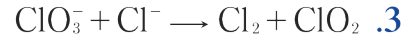
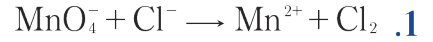
- a. يصبح المصعدُ ذا لونٍ أبيض.
b. ينخفضُ تركيزُ حمض الكبريت في المُدخّرة.
c. يزدادُ تركيزُ حمض الكبريت في المُدخّرة.
d. تنخفضُ درجة الحرارة.

11. ينطلقُ على المصعد في التحليل الكهربائي لحمض كلور الماء.

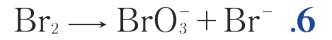
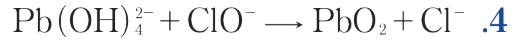
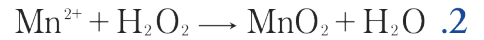
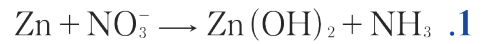
- a. غاز الأكسجين. b. غاز الهيدروجين. c. غاز الكلور. d. غاز كلوريد الهيدروجين.

ثانياً: وازن التّفاعلات الآتية:

a. اعتماداً على مفهومي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ حمضيّ:



b. اعتماداً على مفهومي الأكسدة والإرجاع في وسطٍ أساسيّ:



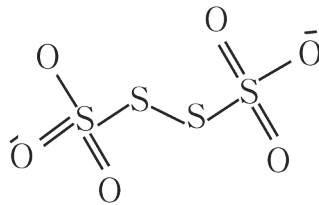
ثالثاً: اعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1. يتفاعل حمض الكبريت المُمدّد مع المغنزيوم، ولا يتفاعل مع الفضة.

2. ينقصُ تركيزُ محلول بإضافة كمّية له من الماء المُقطّر.

رابعاً: يبيّن التّشكيل الآتي الشّكل الفراغيّ لأيون رابع الثيونات $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. والمطلوب:

أكتبُ رقم الأكسدة لكلّ ذرّة كبريت في المركب



خامساً: قارن بين كل من المهبط والمصعد في الخلايا الغلفائية وخلايا التحليل.

سادساً: بالاعتماد على جدول كمونات الإرجاع:

1. حدّد كلاً من المصعد والمهبط في الخلية.

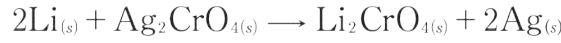
– الأولى: تتألف من مسرى الألمنيوم Al/Al^{3+} ، ومسرى فضة Ag/Ag^+ .

– الثانية: تتألف من مسرى نيكل Ni/Ni^{2+} ، ومسرى مغنيزيوم Mg/Mg^{2+} .

سابعاً: حلّ المسائل الآتية

المسألة الأولى:

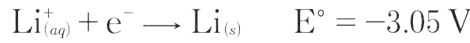
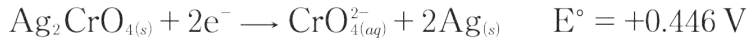
تُستخدم مُدخّرة الليثيوم – فضّة في أجهزة تنظيم ضربات القلب، وتعتمد هذه المُدخّرة في عملها على التفاعل الآتي:



المطلوب:

1. هل يشكّل معدن الليثيوم المصعد أم المهبط في المُدخّرة؟

2. إذا علمتُ أنّ كمون الإرجاع القياسي لكلّ من المسريين على الشكل:



3. احسب القوّة المُحرّكة الكهربائيّة لهذه المُدخّرة في الشّروط القياسيّة.

المسألة الثانية:

نُذيبُ 0.4 g من هيدروكسيد الصوديوم في الماء المُقطّر، ونُكمّلُ الحجم إلى 1 L. المطلوب:

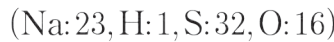
1. احسب تركيز المحلول الناتج مُقدّراً بالـ $g \cdot L^{-1}$ ، $mol \cdot L^{-1}$.

نأخذُ منه 20 mL ، ونُضيفُ إليها كميّة كافية من حمض الكبريت المُمدّد لإتمام التفاعل. المطلوب:

1. اكتب مُعادلة التفاعل الحاصل.

2. احسب عدد مولات حمض الكبريت المُستعمل.

3. احسب كتلة الملح الناتج.



المسألة الثالثة:

نمرّر تياراً كهربائياً في وعاء تحليل، يحوي محلول بروميد النحاس. والمطلوب:

1. اكتب نصفي التفاعل الحاصلين عند المسرين.
2. إذا ترسب 0.42 g من النحاس على المهبط، احسب كتلة البروم المتكوّن عند المصعد.

المسألة الرابعة:

نريدّ طلاءً قطعة معدنية بالنيكل، فإذا كان سطحها يساوي 125 cm^2 ، وسماكة طبقة النيكل 0.2 mm. المطلوب:
احسب كمية الكهرباء المارة في وعاء التحليل علماً أنّ الكثلة الحجمية للنيكل 8.9 g.cm^{-3} .

المسألة الخامسة:

لدى معايرة محلول لأيونات اليورانيوم U^{4+} ، حجمه 20 mL، بمحلول قياسي لبرمنغنات البوتاسيوم ذي التركيز 0.2 mol.L^{-1} ، يتأكسد اليورانيوم وفق نصف التفاعل الآتي:



كما يرجع أيون البرمنغنات وفقاً لنصف التفاعل الآتي:



وقد لزم للوصول لنقطة نهاية المعايرة حجم مقداره 15 mL من برمنغنات البوتاسيوم. المطلوب:

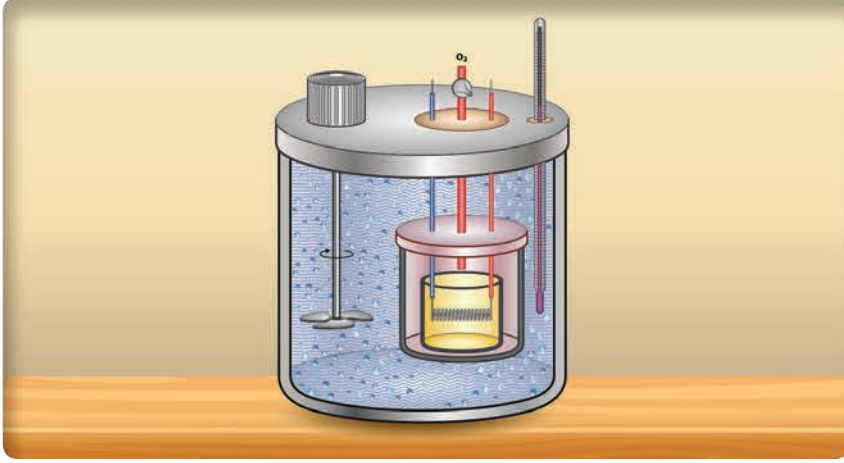
1. اكتب المعادلة الكلية للتفاعل بشكلها الموزون.
2. احسب تركيز أيونات اليورانيوم في محلولها.

الأهداف:

- * يفهم الأثر الحراري للتفاعلات.
- * يتعرف مفهوم الإنتالبية.
- * يستنتج حرارة التشكل القياسية.
- * يفهم حرارة الاحتراق.
- * يتعرف الحرارة المولية للذوبان.
- * يستنتج حرارة التعديل.
- * يحسب إنتالبية تفاعل اعتماداً على إنتالبية التشكل القياسية.
- * يبين أهمية استخدام قانون هس.
- * يحسب إنتالبية تفاعل اعتماداً على قانون هس.
- * يحسب إنتالبية تفاعل اعتماداً على طاقات الروابط.

الكلمات المفتاحية:

- * الإنتالبية.
- * الكيمياء الحرارية.
- * إنتالبية التشكل.
- * إنتالبية التفكك.
- * حرارة الاحتراق.
- * الحرارة المولية للذوبان.
- * حرارة التعديل.
- * طاقة الرابطة.
- * قانون هس.



يحتاج الإنسان إلى طاقة للقيام بأعماله اليومية، يحصل عليها من الأغذية التي يتناولها، ويطلق اسم الكيمياء الحرارية على فرع الكيمياء الذي يعني بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافق التحولات. تبين الصور المحتوى الحراري في 100 g لكل من الأطعمة الآتية:



62 kJ



2000 kJ



720 kJ

ما سبب اختلاف قيمة المحتوى الحراري للأطعمة المختلفة؟

الأثر الحراري:

نشاط (1):



ألاحظ الصورة المُجاورة، وأمَيِّزُ فيها التحولَ الناشر للحرارة والتحولَ الماص للحرارة.

أستتج: التحولات الحرارية نوعان: تحولات ناشرة للحرارة، وماصة للحرارة.

نشاط (2):

اذكر أمثلة من بيئتك على تحولات ناشرة للحرارة وتحولات ماصة للحرارة.

حرارة التفاعل الكيميائي مع ثبات الضغط

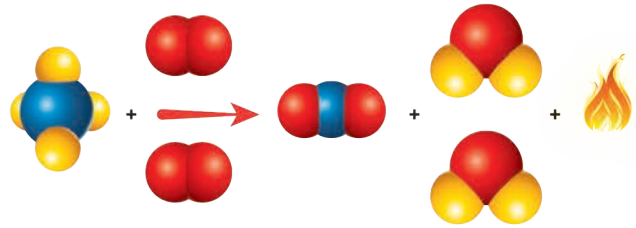
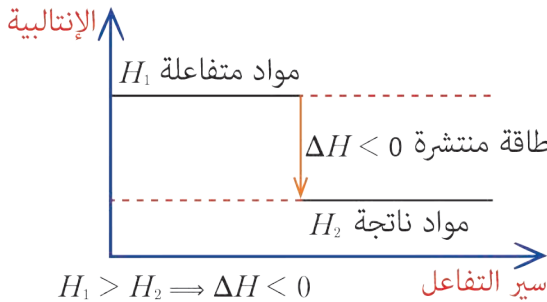
- إن مجموع الطاقات المخزنة في المادة تحت ضغط ثابت يُسمى المحتوى الحراري للمادة (الانتالبية) ويرمز له H ، ولكل مادة انتالبية خاصة بها، يُمكن قياس تغيرها ΔH ، وهو الفرق بين انتالبية المواد الناتجة وانتالبية المواد المتفاعلة $\Delta H = H_2 - H_1$.
- تغير الانتالبية ΔH المرافقة لتفاعل تساوي كمية الحرارة عند ضغط ثابت $\Delta H = Q_p$.
- الحالة القياسية لأي مادة هي الحالة التي توجد عندها المادة بشكل أكثر استقراراً عند الضغط القياسي 1 atm ، ودرجة الحرارة 298.15° K أو 25° C ، فالحالة القياسية للأكسجين والهيدروجين والنيتروجين غازات، بينما البوتاسيوم والرصاص والنحاس مواد صلبة في الشروط ذاتها، أما الزئبق فإنه سائل.
- ويرمز لتغير الانتالبية القياسية المرافق لأي تفاعل كيميائي بـ ΔH_{rxn}^0

تطبيق (1):

يحترق 1 mol من الميثان CH_4 بأكسجين الهواء O_2 ويتشكّل غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وتنتشر كمية من الحرارة، والمطلوب:

1. أكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل التفاعل.
2. أرسم مخططاً يمثل طاقة المواد المتفاعلة، وطاقة المواد الناتجة والطاقة المنتشرة.

الحل:

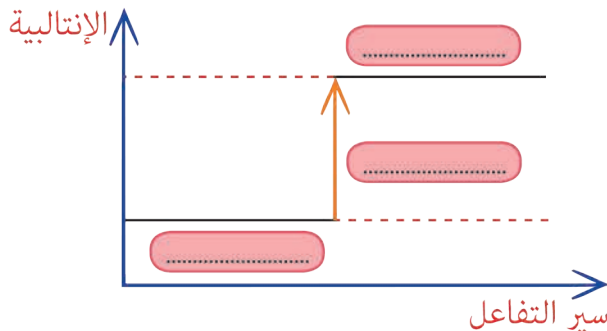


مخطط الانتالبية لتفاعل ناشر للحرارة

نشاط (3):

لديك المخطط البياني الآتي الذي يُمثل تفاعل ماص للحرارة:

- حدّد عليه إنتالبية كلّ من: المواد المتفاعلة، المواد الناتجة وتغير الإنتالبية.
- قارن بين قيمة إنتالبية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.



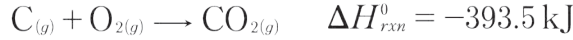
مخطط الانتالبية لتفاعل ماص للحرارة

كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية.

1. تُكتب المُعادلة الكيميائية بشكلٍ موزونٍ، ثم تُكتب قيمة ΔH_{rxn} إلى يمين المُعادلة.
2. تكون قيمة ΔH_{rxn} سالبة إذا كان التفاعل ناشراً للحرارة، وتكون موجبة إذا كان التفاعل ماصاً للحرارة.
3. يُكتب رمز الحالة الفيزيائية الطبيعية للمواد، (s) للمادة الصلبة، (l) للسائلة، (g) للغاز، (aq) للمادة المنحلة.

مثال:

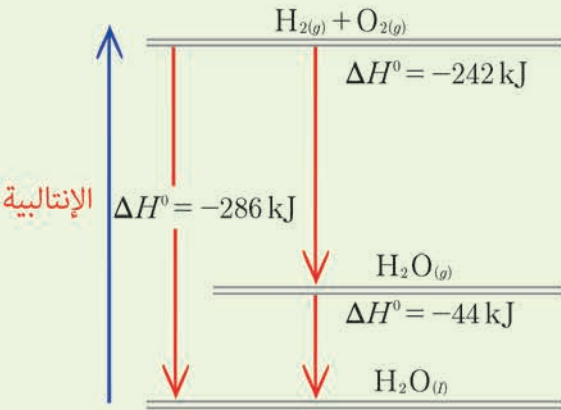
احتراق الكربون في الشروط القياسية



إضاءة



تغيّر الإنتالبية ΔH تابع حالة، لا يتوقّف على الطريق المسلوكة بل يعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للجملة. فمثلاً عند تشكّل 1 mol من الماء السائل من تفاعل غازي الهيدروجين والأكسجين يكون تغيّر الإنتالبية $\Delta H^0 = -286 \text{ kJ}$ ، والذي سنحصل عليه مهما كانت الطرائق المُستعملة لتحضير الماء من عناصره الأولية، ومهما تعددت مصادر الحصول على الهيدروجين والأكسجين.



العوامل التي يتوقّف عليها تغيّر الإنتالبية

ألاحظ وأستنتج

- ألاحظ المُعادلتين المُعبّرتين عن التفاعلين الآتيين:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H_{rxn}^0 = -286 \text{ kJ}$$

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_{rxn}^0 = -572 \text{ KJ}$$

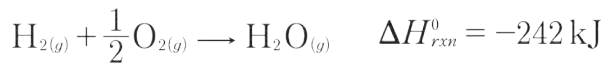
— أجد عدد مولات الهيدروجين المُتفاعلة في كلّ منهما.

— أقرّن بين قيمتي تغيّر الإنتالبية.

— أبين سبب اختلاف قيمة تغيّر الإنتالبية للتفاعلين السابقين.

- ألاحظ المُعادلتين المُعبّرتين عن التفاعلين الآتيين:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H_{rxn}^0 = -286 \text{ kJ}$$

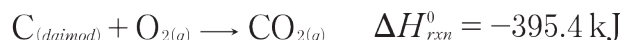
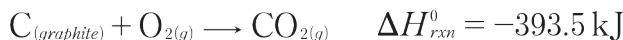


— أُحدِّدُ عددَ الحالة الفيزيائية للماء الناتج في كلٍّ منهما.

— أقرِّبُ بينَ قيمتي تعيُّر الإنتالبية.

— أبيِّنُ سببَ اختلافِ قيمة تعيُّر الإنتالبية للتفاعليْن السابقيْن.

• الأِحْظِ المُعادلتَيْن المُعَبَّرَتَيْنِ عَنِ التَّفَاعُلَيْنِ الآتِيَيْنِ:



— أتعرِّفُ الشَّكْلَ التَّاصِلِيَّ للكربون (الفحم) المتفاعِّل في كلٍّ منهما.

— أقرِّبُ بينَ قيمتي تعيُّر الإنتالبية.

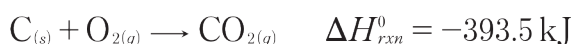
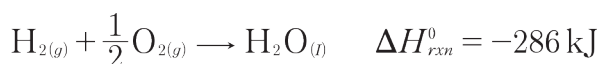
— أبيِّنُ سببَ اختلافِ قيمة تعيُّر الإنتالبية للتفاعليْن السابقيْن.

أستنتج: يتعلَّقُ تعيُّرُ الإنتالبية للتفاعلِ بكميةِ المادَّة، وحالتها الفيزيائية، والشَّكْلَ التَّاصِلِيَّ لها.

أنواع حرارة التفاعل ΔH :

1. إنتالبية التشكُّل القياسية ΔH_f°

ألاحِظِ المُعادلات الآتية وأجيب:



1. ما عددُ مولاتِ الموادِّ المُتشكِّلة في كلٍّ من المُعادلات السَّابقة؟

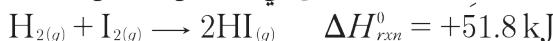
2. هل الموادُّ المتفاعِّلة عناصرٌ أم مركَّباتٌ؟

3. ماذا تعرِّفُ إنتالبية التشكُّل القياسية؟

أستنتج: إنتالبية التشكُّل القياسية هي تعيُّرُ الإنتالبية عندَ تكوُّن 1 mol من المادَّة انطلاقاً من عناصرها الأولية في الشُّروط القياسية وحدتها $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

تطبيق (1):

احسب قيمة إنتالبية التشكُّل القياسية لغاز يود الهيدروجين في التفاعل المُمثَّل بالمعادلة الآتية:



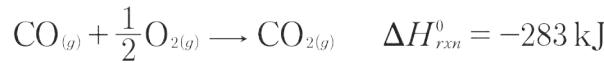
الحل:

يتكوّن مولان من غاز يود الهيدروجين انطلاقاً من عناصره الأولية وبالتالي:

$$\Delta H_{f(\text{HI})}^{\circ} = \frac{\Delta H_{rxn}^{\circ}}{2} = +25.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

نشاط (4):

لديك التفاعل المُمثل بالمعادلة الآتية:



هل تُعتبر حرارة هذا التفاعل إنتالبية تشكّل قياسية لثنائي أكسيد الكربون؟ فسّر إجابتك.

إضاءة



اتفق العلماء على أن ΔH_f° لجميع العناصر في حالتها القياسية تُساوي صفرًا. مثال الأكسجين يوجد في ثلاثة أشكال، وهي:

الأكسجين الذري O، والأكسجين الجزيئي O₂، والأوزون O₃. ويُعد الأكسجين الجزيئي O₂ الأكثر استقراراً عند درجة الحرارة (298.15K) والضغط الجوي القياسي (1atm)،

لذا فإن: $\Delta H_f^{\circ}(\text{O}_2) = 0$ و $\Delta H_f^{\circ}(\text{O}) \neq 0$ و $\Delta H_f^{\circ}(\text{O}_3) \neq 0$.

٢. إنتالبية التفكك القياسية ΔH_d°

ألاحظ المخطط البياني لتغير الإنتالبية في أثناء سير

التفاعل، وأستنتج:

1. أتعرف قيمة ودلالة ΔH_1

2. أتعرف قيمة ودلالة ΔH_2

3. أقرن بين قيمتي ΔH_1 و ΔH_2 ، ماذا أستنتج؟

أستنتج:

– إنتالبية التشكّل القياسية لغاز CO₂ تُساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة إنتالبية تفككه إلى عنصريه الكربون C والأكسجين O₂.

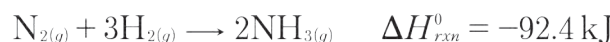
– إنتالبية التفكك القياسية هي تغير الإنتالبية عند تفكك 1 mol من المادة إلى عناصرها

الأولية في الشروط القياسية، ونرمز لها ΔH_d° وحدتها $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

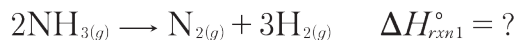
فتكون: $\Delta H_d^{\circ} = -\Delta H_f^{\circ}$

تطبيق (2):

لديك التفاعل الحراري المُمثل بالمعادلة الآتية:



حدّد تغيّر الإنتالبية في كلّ من المُعادلتين الآتيتين:



الحل:

$$\Delta H_{rxn1}^\circ = -\Delta H_{rxn}^\circ = +92.4 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{rxn2}^\circ = 2\Delta H_{rxn}^\circ = -184.8 \text{ kJ}$$

نشاط (5):

اكتب المُعادلة الحرارية المُعبّرة عن تشكّل غاز الميثان CH_4 علماً أنّ $\Delta H_{f(\text{CH}_4)}^\circ = -74.8 \text{ kJ.mol}^{-1}$

٣. علاقة إنتالبية التشكّل بالثبات الحراريّ.

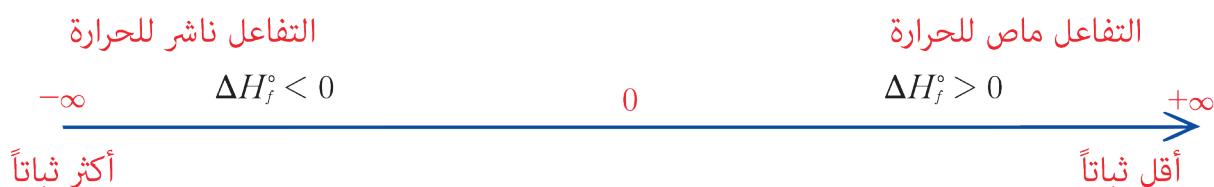
نشاط (6):

أكمل الجدول الآتي:

C_6H_6	H_2S	SO_2	C_2H_4	CO	صيغة المركّب
+49.04	-----	-296.1	-----	-110.5	$\Delta H_f^\circ \text{ kJ.mol}^{-1}$
-----	+20.2	-----	-52.3	-----	$\Delta H_f^\circ \text{ kJ.mol}^{-1}$

1. أحدّد المركّب الذي ينشُر أكبر كمية من الحرارة عند تشكّله من عناصره الأولية.
2. أحدّد المركّب الذي يحتاج إلى أكبر كمية من الحرارة حتّى يتفكك إلى عناصره الأولية.
3. تعرّف العلاقة بين الثبات الحراريّ لمركّب وكمية الحرارة المُنتشرة عند تشكّله. ماذا أُنتج؟
4. تعرّف العلاقة بين الثبات الحراري لمركب وكمية الحرارة المُمتصة عند تشكّله. ماذا أُنتج؟
5. أرسّم محوراً يمثّل تغيّر إنتالبية التشكّل، ثمّ أحدّد عليه أتالبيات التشكّل للمركّبات السابقة. ماذا أُنتج؟

أُنتج:



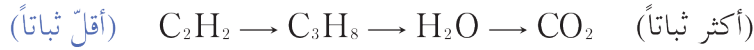
- يزداد الثبات الحراريّ للمركّب بازدياد كمية الحرارة المُنتشرة عند تشكّله.
- يقلّ الثبات الحراريّ للمركّب بازدياد كمية الحرارة المُمتصة عند تشكّله.

تطبيق (3):

رتّب المركّبات الآتية بحسب تزايد ثباتها الحراريّ، بالاعتماد على أنتالبيات تشكيلها القياسيّة:

C ₂ H ₂	H ₂ O	CO ₂	C ₃ H ₈	صيغة المركّب
+226.7	-286	-393.5	-103.8	ΔH_f° kJ.mol ⁻¹

الحل:



نشاط (7):

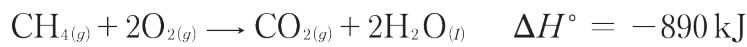
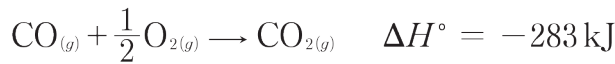
رتّب المركّبات الآتية تنازلياً بحسب ثباتها الحراريّ بالاعتماد على أنتالبيات تشكيلها القياسيّة:

HI _(g)	H ₂ S _(g)	CH ₃ OH _(l)	C ₆ H _{6(l)}	صيغة المركّب
+25.9	-20.2	-238.6	+49.04	ΔH_f° kJ.mol ⁻¹

حرارة الاحتراق القياسيّة ΔH_c° :

نشاط (8):

يحترق كلٌّ من غاز أول أكسيد الكربون وغاز الميثان احتراقاً تاماً في الشّروط القياسيّة، وفق المعادلتين الآتيتين:



— أحدّد عددَ مولات CO المتفاعلة.

— أحدّد عددَ مولات CH₄ المتفاعلة.

— أحدّد كمّيّة الحرارة المُرافقة لاحتراق مول واحد من غاز أول أكسيد الكربون. ماذا أستنتج؟

— أحدّد كمّيّة الحرارة المُرافقة لاحتراق مول واحد من غاز الميثان. ماذا أستنتج؟

أستنتج: كمّيّة الحرارة المُنتشرة عند احتراق 1 mol من المادّة احتراقاً تاماً بوجود كمّيّة كافية من الأكسجين في الشّروط القياسيّة، تختلفُ من مادّةٍ لأخرى، وتسمّى حرارة الاحتراق القياسيّة، يُرمزُ لها بـ ΔH_c° ، ووحدها kJ.mol^{-1} .

نشاط (9):

اكتب المُعادلة الحراريّة المُعبّرة عن احتراق الإستيلين C₂H₂، علماً أنّ حرارة احتراقه $\Delta H_c^\circ = -1255.5 \text{ kJ.mol}^{-1}$

أهمية حرارة الاحتراق

نشاط (10):

ألاحظ وأستنتج

أنظر إلى الصور الآتية، ثم أجب:



سيارة تعمل على البنزين



سيارة تعمل على الديزل (المازوت)

- أتعرف أسباب اختلاف نوع الوقود المُستعمل في وسائل النقل.
- أقرن بين أنواع الوقود من حيث الطاقة الناتجة عن احتراق كميات متساوية من كل منها في شروطٍ مُماثلة. ماذا أستنتج؟



- أتعرف الغذاء المُمكن تناوله من قبل شخصٍ يرغب في إنقاص وزنه.
 - أقرن بين أنواع الأغذية من حيث الطاقة الناتجة عن تناول كمياتٍ متساويةٍ من كل منها. ماذا أستنتج؟
- أستنتج: لكل مادة حرارة احتراق ثابتة، وتتوقف قيمتها على طبيعة المادة، وتختلف قيمتها من مادة لأخرى. يُستفاد منها في تقدير القيمة الحرارية لأنواع الوقود والأغذية.

نشاط (11):

حدّد الوقود الأفضل من حيث قيمة ونظافة الطاقة الناتجة عن احتراق كلّ من أنواع الوقود الآتية، بالاعتماد على الجدول الذي يبيّن كمية حرارة احتراق كلّ منها:

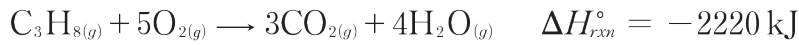
المادّة	الغاز الطبيعي	الهيدروجين	الفحم	البنزين
الحرارة المنتشرة عن احتراق 1 g (kJ.g ⁻¹)	49	143	31	48

تطبيق (4):

اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن احتراق البروبان C₃H₈, ثمّ احسب كمية الحرارة المُنتشرة من احتراق 880 g بروبان، إذا علمت أنّ حرارة احتراقه القياسية $\Delta H_c^\circ = -2220 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

الحل:

كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية المُتمثلة للتفاعل:



حساب عدد مولات البروبان الموجودة في 880 g:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{880}{44} = 20 \text{ mol}$$

حساب كمية الحرارة المُنتشرة من احتراق 880 g:

$$\Delta H = 20 \times (-2220) = -44400 \text{ kJ}$$

ع. حرارة الذّوبان المولية ΔH_s :

تشعُر بارتفاع درجة حرارة يدك عند إذابة كمية قليلة من مسحوق الغسيل بالماء فيها.

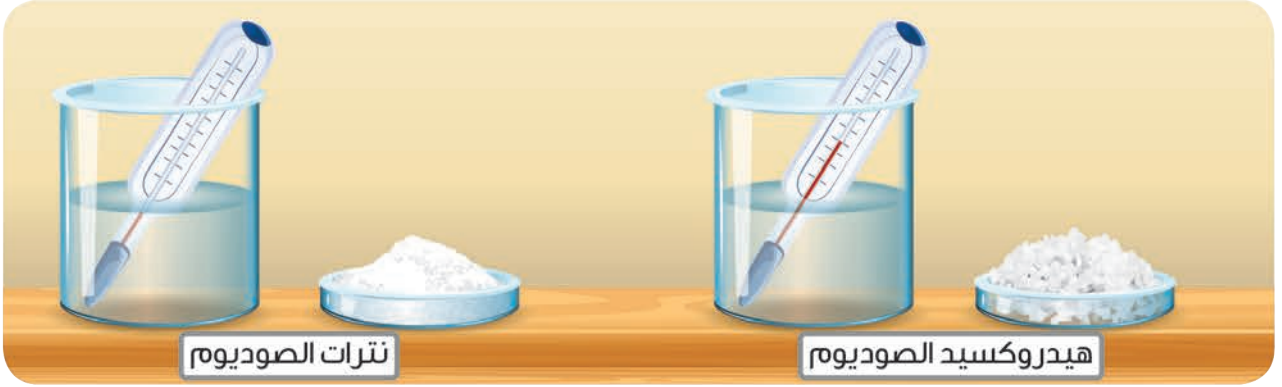
أجرّب وأستنتج:

الموادّ والأدوات اللازمة:

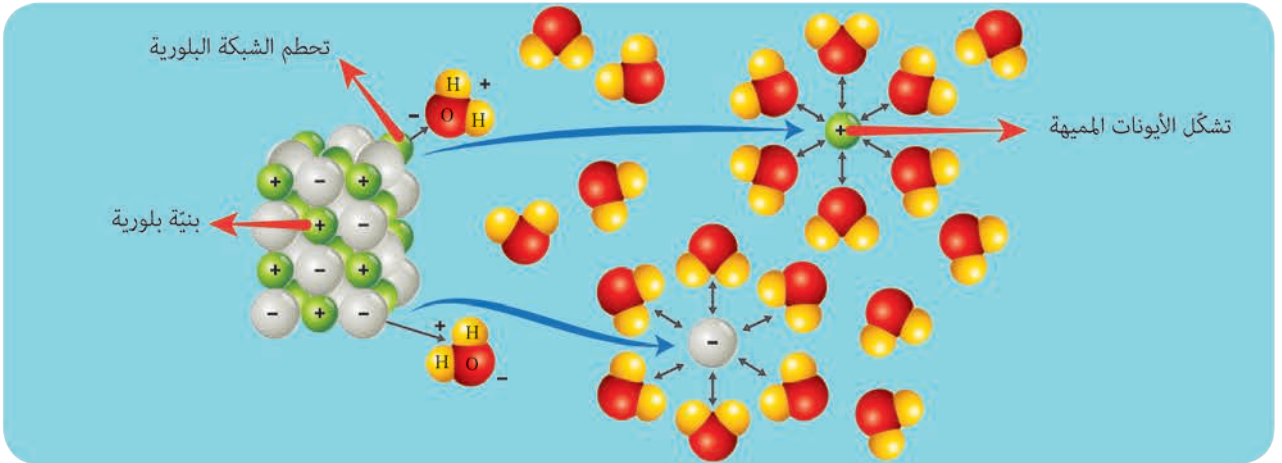
كأس زجاجي عدد 2 - ميزان حرارة عدد 2 - أنبوب مدرّج - ميزان لقياس الكتلة - حبات من هيدروكسيد الصوديوم التقي - نترات الصوديوم الصلب - ماء مقطّر.

خطوات تنفيذ التجربة:

- أضع في كلّ كأس 80 mL ماءً مقطّراً.
- أحدّد درجة الحرارة في كلّ كأس، وأسجّل ملاحظاتي.
- أضيف 5 g من حبات هيدروكسيد الصوديوم في الكأس الأول، و 5 g من نترات الصوديوم في الكأس الثاني. ماذا ألاحظ؟
- أحدّد درجة الحرارة في كلّ من الكأسين، وأسجّل النتائج.
- أقارن النتائج، وأستنتج:



- ترتفع درجة الحرارة عند انحلال حبات هيدروكسيد الصوديوم في الماء.
- ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء ناشر للحرارة.
- تنخفض درجة الحرارة عند انحلال نترات الصوديوم في الماء.
- ذوبان نترات الصوديوم في الماء الماص للحرارة



- توجد معظم المواد الصلبة على شكل بنية بلورية، وتمرّ عملية الذوبان بالماء المُقطّر بالمرحلتين الآتيتين:
 - **المرحلة الأولى:** تحطيم الشبكة البلورية، وهي عملية ماصة للحرارة، وتسمى طاقة التبلور ΔH_1 .
 - **المرحلة الثانية:** تشكّل الأيونات المميّهة وهي عملية ناشرة للحرارة، وتسمى طاقة التميّه ΔH_2 .
- تكون عملية الذوبان:

— ماصة للحرارة عندما $\Delta H_2 < \Delta H_1$.

— ناشرة للحرارة عندما $\Delta H_2 > \Delta H_1$.

تعرف حرارة الذوبان المولية:

- بأنها التغير الحراري الناتج عن ذوبان مول واحد من المادة المُنحلّة في الماء المُقطّر، لتكوين لتر من المحلول، ويرمز لها بـ ΔH_s ، ووحدتها $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، وتحسب حرارة الذوبان من القانون $\Delta H_s = \Delta H_1 + \Delta H_2$.

تطبيق (5):

اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن ذوبان هيدروكسيد الصوديوم بالماء, إذا علمت أنّ حرارة ذوبانه

$$\Delta H_s = -51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

الحل:



إثراء: ★



تستخدم أكياس خاصة للتسخين أو للتبريد، بالاعتماد على ذوبان ملح في الماء فيحدث تحوّل حراري يُمكن الاستفادة منها في الإسعافات الأولية للإصابات.

نشاط (12):

عند ذوبان ملح كلوريد الصوديوم بالماء المُقطّر, تكون قيمة طاقة البلور $\Delta H_1 = 766 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ وطاقة التميّه $\Delta H_2 = -770 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. المطلوب: احسب الحرارة المولية للذوبان, ثم اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن ذوبان كلوريد الصوديوم.

ه. حرارة التّعديل ΔH_N :



يُمكن تناول أقراص دواءٍ تحتوي على هيدروكسيد المغنيزيوم لمعالجة زيادة حموضة المعدة. ما المقصود بتفاعل التعديل؟

أجرّب وأستنتج (2):

الموادّ والأدوات اللازمة:

وعاء زجاجي عدد 2 - محلول حمض كلور الماء - محلول هيدروكسيد الصوديوم - ميزان حرارة عدد 2.

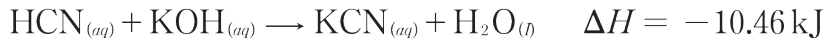
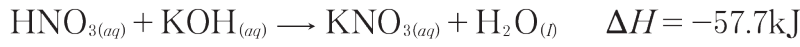
خطوات تنفيذ التجربة:

- أضع كمية من محلول حمض كلور الماء في وعاء, وكمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم في وعاءٍ آخر.
 - أضع ميزان حرارة في كلّ وعاء, وانتظر حتى تصبح درجة حرارتهما متساوية.
 - امزج المحلولين, وأقيس درجة حرارة المحلول الناتج, ماذا ألاحظ؟
 - أقرن النتائج, ماذا أستنتج؟
- أستنتج: تفاعل التعديل هو تفاعل حمض مع أساس.

- تُعرّف حرارة التعديل بأنها: كمية الحرارة المنطلقة نتيجة تكوّن مول واحد من الماء عند تعديل أيون H^+ ناتج من تأين حمض مع أيون OH^- ناتج من تأين أساس، وحدتها $kJ.mol^{-1}$.

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O \quad \Delta H = -57.7 kJ$$

– ألاحظ المعادلات التي تعبّر عن تفاعلات التعديل الآتية وأستنتج:



– ماهي قيمة حرارة تعديل حمض قويّ مع أساس قويّ؟

– علّل حرارة تعديل حمضٍ بأساسٍ، أحدهما أو كلاهما ضعيفٌ أصغر بالقيمة المطلقة من $-57.7 kJ.mol^{-1}$

أستنتج:

- حرارة تعديل حمض قويّ مع أساس قويّ تساوي $-57.7 kJ.mol^{-1}$.
- الحموض والأسس الضعيفة ذات درجة تأينٍ صغيرة، وعملية التأين تحتاج إلى طاقة حراريّة.
- حرارة التعديل = حرارة تعديل حمضٍ قويّ مع أساسٍ قويّ + حرارة تأين الحمض أو الأساس الضعيف.

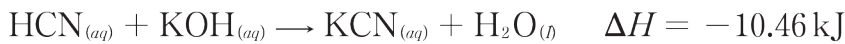
تطبيق (6):

إذا علمت أنّ حرارة تأين حمض سيانيد الهيدروجين $47.24 kJ.mol^{-1}$, احسب حرارة تعديل حمض سيانيد الهيدروجين مع هيدروكسيد البوتاسيوم، ثم اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن التفاعل.

الحل:

حرارة التعديل = حرارة تعديل حمضٍ قويّ مع أساسٍ قويّ + حرارة تأين حمض سيانيد الهيدروجين

$$\Delta H_N = (-57.7) + 47.24 = -10.46 kJ.mol^{-1}$$



نشاط (13):

يتفاعل حمض الخلّ مع هيدروكسيد الصوديوم، فإذا علمت أنّ حرارة تعديل حمض الخلّ مع هيدروكسيد الصوديوم $-56 kJ.mol^{-1}$. المطلوب:

1. احسب حرارة تأين حمض الخلّ.
2. اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن تعديل حمض الخلّ مع هيدروكسيد الصوديوم.

7. طاقة الرابطة ΔH_b :

— ألاحظُ المُعادلتين الحراريتين الآتيتين:



— أحددُ قيمة الطاقة الناتجة عن تكوُّن الرابطة المُشتركة في جُزيء غاز الهيدروجين H_2 .

— أحددُ قيمة الطاقة الناتجة عن تكوُّن الرابطة المُضاعفة في جُزيء غاز الأكسجين O_2 .

— أقارنُ النتائج، ماذا أستنتج؟

— أحددُ قيمة الطاقة اللازمة لتفكيك الرابطة المُشتركة في كلٍّ من جُزيء غاز الهيدروجين وجُزيء غاز الأكسجين؟

— أتعرفُ العلاقة بين طاقة تكوُّن الرابطة المُشتركة، والطاقة اللازمة لتفكيكها.

— أتعرفُ العلاقة بين قيمة طاقة الرابطة المُشتركة في مُركَّب، وثبات هذا المُركَّب حرارياً.

أستنتج:

- عند تفكيك رابطة مُشتركة يجبُ تقديم طاقة للجزيء، وتكونُ مُقدَّراً موجباً.
- عند تكوُّن رابطة مُشتركة ينطلقُ طاقة، وتكونُ مُقدَّراً سالباً.
- طاقة تكوُّن الرابطة المُشتركة تُساوي طاقة تفكيكها بالمقدار وتخالُفه بالإشارة.
- طاقة الرابطة المُشتركة $A - B$: هي الطاقة اللازمة لتفكيك 1 mol من المادة $A - B$ في حالته الغازية إلى ذرات مُنفردة A, B في الحالة الغازية، يُرمز لها بـ ΔH_b ، ووحدها $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- تدلُّ قيمة طاقة الرابطة الأكبر على أن تفكيك الرابطة يحتاجُ إلى طاقة أكبر، فيكونُ المُركَّب أكثر ثباتاً حرارياً.

نشاط (14):

إذا علمتَ أن طاقة الرابطة بين ذرتي نتروجين في جُزيء N_2 تساوي $\Delta H_{b(N \equiv N)} = 946 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، وطاقة الرابطة بين ذرتي الفلور في جُزيء F_2 تساوي $\Delta H_{b(F - F)} = 158 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. أيُّ الجزيئين أكثر ثباتاً حرارياً؟ علل إجابتك.

نشاط (15):

إذا علمتَ أن الطاقة اللازمة لتفكيك جُزيء الميثان CH_4 إلى عناصره الأولية تُساوي 1660 kJ . المطلوب: احسب مُعدَّل طاقة الرابطة $C - H$.

حساب إنتالبية التفاعل اعتماداً على إنتالبية التشكل القياسية

• يُمكنُ حساب إنتالبية تفاعل اعتماداً على إنتالبية التشكل لكل من المواد المتفاعلة والناتجة باستخدام القانون:

إنتالبية التفاعل القياسية = مجموع قيم إنتالبيات التشكل للمواد الناتجة - مجموع إنتالبيات التشكل للمواد المتفاعلة

$$\Delta H_{rxn}^0 = \sum \Delta H_f^0 - \sum \Delta H_f^0$$

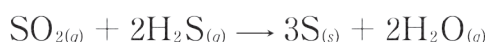
مواد متفاعلة مواد ناتجة

جدول قيم إنتالبيات التشكل لبعض المواد:

المركب	حرارة التشكل القياسية ΔH_f (kJ.mol ⁻¹)	المركب	حرارة التشكل القياسية ΔH_f (kJ.mol ⁻¹)
H ₂ O (g)	-241.8	C ₂ H ₄ (g)	+52.3
H ₂ O (l)	-286.0	C ₂ H ₂ (g)	+226.7
HCl (g)	-92.3	C ₆ H ₆ (l)	+49.04
HBr (g)	-36.2	CH ₃ OH (g)	-201.2
HI (g)	+25.9	CH ₃ OH (l)	-238.6
H ₂ S (g)	-20.2	SO ₂ (g)	-296.1
NH ₃ (g)	-46.2	CO (g)	-110.5
NaCl (s)	-411	CO ₂ (g)	-393.5
CH ₄ (g)	-74.85	Al ₂ O ₃ (s)	-1669.8
C ₂ H ₆ (g)	-84.67	Fe ₂ O ₃ (s)	-822.2

تطبيق (7):

اعتماداً على جدول قيم إنتالبيات التشكل القياسية، احسب تغيّر الإنتالبية القياسية للتفاعل المُمثّل بالمعادلة الآتية:



الحل:

$$\Delta H_{rxn}^0 = \sum \Delta H_f^0 - \sum \Delta H_f^0$$

مواد متفاعلة مواد ناتجة

$$\Delta H = [3\Delta H_{f(s)}^0 + 2\Delta H_{f(\text{H}_2\text{O}g)}^0] - [2\Delta H_{f(\text{H}_2\text{S})}^0 + 2\Delta H_{f(\text{SO}_2g)}^0]$$

$$\Delta H = [3(0) + 2(-241.8)] - [2(-20.2) + (-296.1)] = -147.1 \text{ kJ}$$

نشاط (16):

لديك التفاعل المُمثل بالمعادلة الآتية: $\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(g)$ والمطلوب:

1. احسب تغيّر الإنتالبية القياسية لهذا التفاعل، اعتماداً على جدول إنتالبيات التشكل القياسية.
2. هل هذا التفاعل ناثيرٌ أم ماضٌ للحرارة؟ علّل إجابتك.

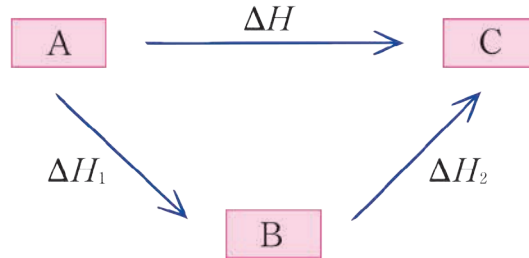
قانون هس



عند الانطلاق من مكان ما في مدينة دمشق للصعود إلى جبل قاسيون، والوصول إلى قمته المُطلّة على مدينة دمشق.

يُمكنُ سلوك طرائق ومساراتٍ مُختلفة، هل سيختلفُ ارتفاعُ القمّة عن نقطة الانطلاق؟

كذلك تغيّر الإنتالبية المُرافق لتفاعل يحافظُ على قيمة ثابتة، سواء تمّ التفاعل في مرحلة واحدة أو في عدّة مراحلٍ في الشّروط نفسها، وهذا يُدعى قانون هس.



يُمكنُ حساب تغيّر الإنتالبية في التحوّل: $A \rightarrow C$

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \text{ من القانون}$$

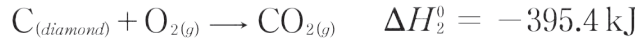
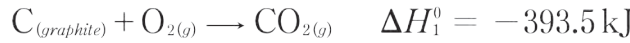
أهمية استخدام قانون هس

- لكي يتحوّل الفحم (الغرافيت) إلى ألماس، يلزمه ملايين السنين، وبالتالي لا يُمكنُ حساب إنتالبية هذا التحوّل بشكلٍ مباشرٍ.
- احتراق الكربون لتشكيل أحادي أكسيد الكربون فقط صعب، لأنّه يتشكّلُ غازُ ثنائي أكسيد الكربون أيضاً.

يُمكنُ استخدام قانون هِس في الحالات التي لا يُمكنُ حساب تعيُّر الإنتالبية بشكلٍ مُباشر.

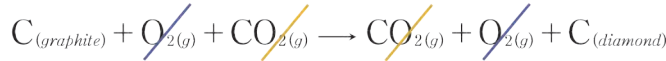
تطبيق (8):

احسب تعيُّر الإنتالبية المُرافق لتحوُّل الفحم (الغرافيت) إلى ألماس $C_{(graphite)} \rightarrow C_{(diamond)}$, اعتماداً على التفاعلات الحرارية المُمثَّلة بالمعادلتين الآتيتين:



الحل:

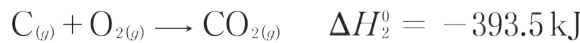
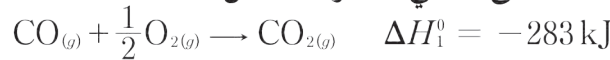
تبقى المُعادلة الأولى كما هي: $\Delta H_1^0 = -393.5 \text{ kJ}$
 نعكس المُعادلة الثانية: $\Delta H_2^0 = +395.4 \text{ kJ}$
 بجمع المُعادلتين، واختصار المُشترك في الطرفين:



نحصلُ على المُعادلة المطلوبة $C_{(graphite)} \rightarrow C_{(diamond)}$ وبالتالي حسب قانون هِس نجدُ:
 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -393.5 + 395.4 = +1.9 \text{ kJ}$

نشاط (17):

احسب إنتالبية تشكُّل $CO_{(g)}$ اعتماداً على تفاعلي الاحتراق الآتيين:



حساب إنتالبية التفاعل اعتماداً على مُعدَّل قيم طاقات الرُّوابط

كيف يُمكنُ حساب إنتالبية تفاعل ما اعتماداً على قيم طاقات الرُّوابط؟

نشاط (18):

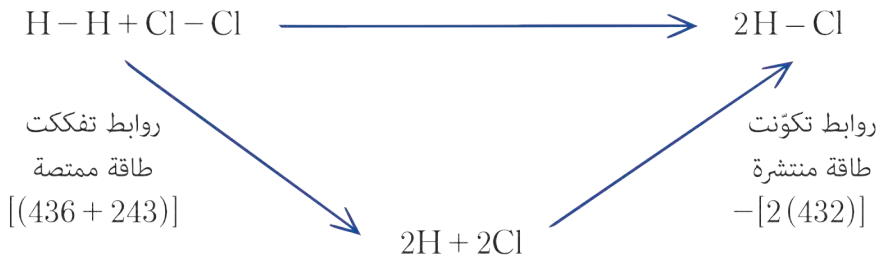
المُعادلة الحرارية المُعبَّرة عن اتِّحاد غاز الهيدروجين مع غاز الكلور، وفق التفاعل الآتي:



اعتماداً على جدول طاقات الرُّوابط، المطلوب حساب:

$$1. \text{ أحسب مجموع طاقات روابط المواد المتفاعلة: } H-H + Cl-Cl \rightarrow \text{ (مقدار موجب) } [(436 + 243)] = 679 \text{ kJ}$$

2. أحسب مجموع طاقات روابط المواد الناتجة: $2\text{H} - \text{Cl}$
 (مقدار سالب) $[2(432)] = 864 \text{ kJ}$



3. أحسب المجموع الجبري لطاقات الروابط في التفاعل: $\Delta H = (679) - (864) = -185 \text{ kJ}$

4. أحسب تعبير إنتالبية التفاعل بتطبيق القانون:

$$\Delta H_{rxn}^0 = \sum \Delta H_f^0 - \sum \Delta H_f^0$$

مواد متفاعلة مواد ناتجة

$$\Delta H_{rxn}^0 = [2 \times \Delta H_f^0(\text{HCl})] - [\Delta H_f^0(\text{H}_2) - \Delta H_f^0(\text{Cl}_2)]$$

$$\Delta H_{rxn}^0 = [2(-92.3)] - [0 + 0] = 184.6 \text{ kJ}$$

أفان النتائج، ماذا أستنتج؟

أستنتج أن:

- إنتالبية التفاعل يُمكن حسابها اعتماداً على قيم طاقات الروابط من القانون:
 إنتالبية التفاعل = مجموع طاقات روابط المواد المتفاعلة - مجموع طاقات روابط المواد الناتجة

$$\Delta H_{rxn} = \sum \Delta H_b - \sum \Delta H_b$$

مواد ناتجة مواد متفاعلة

- الاختلاف بين القيمتين السابقتين يُعزى إلى البنية الهندسية للجزيئات.

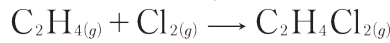
جدول مُعدّل قيم بعض طاقات الروابط

نوع الرابطة	مُعدّل تغير طاقة الرابطة $\Delta H_b = (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	نوع الرابطة	مُعدّل تغير طاقة الرابطة $\Delta H_b = (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$
H - H	436	O = O	495
H - F	563	N - H	391
H - Cl	432	C - H	415
H - Br	366	C - C	344
H - I	299	C = C	615
F - F	158	C \equiv C	812

Cl – Cl	243	C – Cl	328
Br – Br	193	C = O	724
I – I	151	C – Br	226
O – H	463	N ≡ N	946

تطبيق (9):

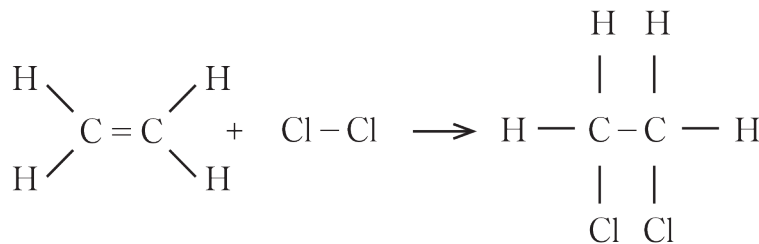
احسب تغيّر إنتالبية التفاعل الآتي، اعتماداً على جدول قيم طاقات الرّوابط.



الحل:

$$\Delta H_{rxn} = \sum \Delta H_b - \sum \Delta H_b$$

مواد ناتجة مواد متفاعلة



$$\Delta H^\circ = [4\Delta H_{b(\text{C-H})} + \Delta H_{b(\text{C=C})} + \Delta H_{b(\text{Cl-Cl})}] - [4\Delta H_{b(\text{C-H})} + \Delta H_{b(\text{C-C})} + 2\Delta H_{b(\text{C-Cl})}]$$

$$\Delta H^\circ = [1660 + 615 + 243] - [1660 + 344 + 656]$$

$$\Delta H^\circ = -142 \text{ kJ}$$

نشاط (19):

لديك التفاعل المُمثّل بالمعادلة الآتية: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$. المطلوب:

1. احسب إنتالبية هذا التفاعل، اعتماداً على جدول قيم طاقات الرّوابط

2. هل هذا التفاعل ناشئ أم ماصّ للحرارة؟ علّل إجابتك.

• التغيّر الحراريّ الذي يحصلُ خلال التّفاعُل هو الفرق بين إنتالبيّة الموادّ الناتجة وإنتالبيّة الموادّ المتّفاعِلة.

• أنواع حرارة التّفاعُل:

1. إنتالبيّة التشكّل القياسيّة: هي تغيّر الإنتالبيّة عند تشكّل 1 mol من المادّة انطلاقاً من عناصرها الأولية في الشّروط القياسيّة.

2. إنتالبيّة التّفكك القياسيّة: هي تغيّر الإنتالبيّة عند تفكك 1 mol من المادّة إلى عناصرها الأولية في الشّروط القياسيّة وحدثها $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3. حرارة الاحتراق القياسيّة: هي كمّيّة الحرارة المُنتشرة عند احتراق 1 mol من المادّة احتراقاً تاماً بوجود كمّيّة كافية من الأكسجين في الشّروط القياسيّة وحدثها $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

4. حرارة الذّوبان الموليّة: هي التغيّر الحراريّ الناتج عن ذوبان مول واحدٍ من المُحلّ لتكوين لترٍ من المحلول.

5. حرارة التّعديل: هي كمّيّة الحرارة المُنتظمة نتيجة تكوّن مول واحدٍ من الماء عند تعادل أيون H^+ ناتج من تأيّن حمض مع أيون OH^- ناتج من تأيّن أساس.

6. طاقة الرّابطة المُشتركة A-B: هي الطّاقة اللازمة لتفكيك 1 mol من المادّة A-B في حالتها الغازيّة إلى ذرّاتٍ مُنفردة B, A في الحالة الغازيّة، ويُرمز لها ΔH_b .

• حساب إنتالبيّة التّفاعُل:

1. اعتماداً على إنتالبيّات التشكّل من القانون:

$$\Delta H_{rxn} = \sum \Delta H_f^0 - \sum \Delta H_f^0$$

مواد متّفاعِلة مواد ناتجة

2. اعتماداً على طاقات الرّوابط من القانون:

$$\Delta H_{rxn} = \sum \Delta H_b - \sum \Delta H_b$$

مواد ناتجة مواد متّفاعِلة

3. اعتماداً على قانون هِس الذي ينصّ على أنّ تغيّر الإنتالبيّة المُرافق لتّفاعُلٍ يُحافظ على قيمةٍ ثابتةٍ سواء تمّ التّفاعُل في مرحلةٍ واحدةٍ أو في عدّة مراحلٍ.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$



أولاً: اكتب المُعادلات الكيميائية الحرارية للتفاعلات الآتية:

1. احتراق ثنائي كبريت الكربون (CS_2) السائل مُعطياً ثنائي أكسيد الكربون، وثنائي أكسيد الكبريت، علماً أنّ حرارة احتراقه $(-1075 \text{ kJ.mol}^{-1})$.

2. تفاعل النتروجين مع الأكسجين لتكوّن 1 mol من أحادي أكسيد النتروجين (NO) يحتاجُ إلى (90.37 kJ) .

3. احتراق الميثانول CH_3OH علماً أنّ حرارة احتراقه -727 kJ.mol^{-1} .

4. تشكّل 2 mol من SO_2 انطلاقاً من عناصره الأولية، علماً أنّ إنتالبية التشكّل القياسية له $-296.1 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

5. احتراق الكربون (الغرافيت) بوجود كمية كافية من الأكسجين، علماً أنّ حرارة احتراقه $-393.5 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

6. تشكّل CO انطلاقاً من عناصره الأولية، علماً أنّ $\Delta H_{f(CO)}^0 = -110.5 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

7. ذوبان نترات الأمونيوم بالماء المُقطّر، علماً أنّ حرارة ذوبانه $+25 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1. إذا علمت أنّ:

$$\Delta H_{f(C_2H_4)}^0 = +52.3 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f(C_2H_6)}^0 = -84.7 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

يكونُ التغيّر في إنتالبية التفاعل: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$

a. $\Delta H = -137 \text{ kJ}$.b. $\Delta H = +137 \text{ kJ}$.c. $\Delta H = -32.4 \text{ kJ}$.d. $\Delta H = +32.4 \text{ kJ}$

2. إذا علمت أنّ:

$$\Delta H_{f(HCl)}^0 = -92 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f(HF)}^0 = -270 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

فإنّ مقدارَ التغيّر في إنتالبية التفاعل: $2HCl_{(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)} + Cl_{2(g)}$

a. $\Delta H = -356 \text{ kJ}$.b. $\Delta H = +356 \text{ kJ}$.c. $\Delta H = -362 \text{ kJ}$.d. $\Delta H = -178 \text{ kJ}$

3. إذا علمت أن حرارة تشكّل هاليدات الهيدروجين:

$$\Delta H_{f(\text{HBr})}^0 = -36.2 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta H_{f(\text{HF})}^0 = -269 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f(\text{HI})}^0 = +25.9 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta H_{f(\text{HCl})}^0 = -92.3 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

فإن أقل هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

HF .a HI .b HBr .c HCl .d

4. إذا علمت أن حرارة تشكّل كل من الحموض:

$$\Delta H_{f(\text{HCl})}^0 = -92.5 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta H_{f(\text{H}_2\text{SO}_4)}^0 = -814 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f(\text{CH}_3\text{-COOH})}^0 = -487 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta H_{f(\text{HNO}_3)}^0 = -173 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

فإن أكثر هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

HNO₃ .d H₂SO₄ .c HCl .b CH₃-COOH .a

5. إذا علمت أن حرارة تعادل حمض ضعيف وأساس قويّ تُساوي (-10.5 kJ.mol⁻¹)، فإن حرارة تأيّن الحمض الضعيف تكون:

10.5 kJ.mol⁻¹ .a 57.7 kJ.mol⁻¹ .b 47.2 kJ.mol⁻¹ .c ΔH = -178 kJ .d

6. إذا علمت أن $\Delta H_{f(\text{Al}_2\text{O}_3)}^0 = -1676 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ، فإن قيمة إنتالبية التفاعل $2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{O}_2$ هي:

3352 kJ .a -838 kJ .b -3352 kJ .c 838 kJ .d

ثالثاً: أعط تفسيراً لكل مما يأتي:

1. تغير الإنتالبية يُعدّ تابع حالة.

2. يزداد الثبات الحراري للمركب كلما زادت الحرارة المنتشرة عند تشكّله.

3. حرارة تعديل حمض ضعيف بأساس قويّ، أقلّ بالقيمة المطلقة من حرارة تعديل حمض قويّ بأساس قويّ.

رابعاً: رتب الغازات الآتية:

(Cl_{2(g)} , N_{2(g)} , O_{2(g)} , H_{2(g)})

حسب تزايد ثباتها الحراريّ، اعتماداً على جدول طاقات الروابط الآتي:

Cl - Cl	N ≡ N	O = O	H - H	الرابطة
243	946	495	436	طاقة الرابطة (kJ.mol ⁻¹) ΔH _b

خامساً: حلّ المسائل الآتية:

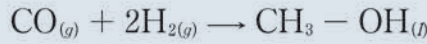
المسألة الأولى:

احسب تغيّر إنتالبية التفاعل الآتي: $C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$ في الدرجة (25°C)، اعتماداً على جدول إنتالبيات التشكّل القياسية.

المسألة الثانية:

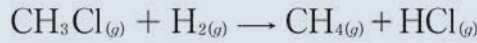
إذا علمت أنّ حرارة احتراق كلّ من CO و H_2 و CH_3-OH هي على الترتيب: -284 kJ.mol^{-1} ، -286 kJ.mol^{-1} ، -727 kJ.mol^{-1} . والمطلوب:

1. اكتب المعادلات الحرارية المُعبّرة عن تفاعلات احتراق كلّ من الموادّ السّابقة.
2. احسب تغيّر الإنتالبية القياسية للتفاعل الآتي:



المسألة الثالثة:

احسب تغيّر الإنتالبية القياسية للتفاعل الآتي:



وذلك اعتماداً على جدول مُعدّل طاقات الرّوابط الكيميائية.

المسألة الرابعة:

يتفاعل محلول حمض الخلّ مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم، فإذا علمت أنّ حرارة تأيّن حمض الخلّ 1.4 kJ.mol^{-1} .

المطلوب:

1. احسب حرارة تعديل التفاعل الحاصل.
2. اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن تفاعل الحاصل.

المسألة الخامسة:

لديك المُعادلة الحرارية الآتية:



المطلوب:

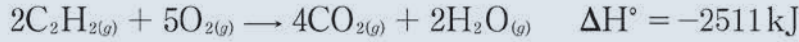
1. احسب طاقة الرّابطة $\Delta H_{b(O-H)}$ اعتماداً على جدول طاقات الرّوابط الآتي:

الرابطة	C-H	C-O	C-C	C=C
طاقة الرّابطة (ΔH_b (kJ.mol^{-1}))	415	351	344	615

2. هل هذا التفاعل ناشئ أم ماص للحرارة؟ علّل إجابتك.

المسألة السادسة:

لديك المعادلة الحرارية الآتية:



إذا علمت أن: $\Delta H_{f(\text{CO}_2)}^\circ = -393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $\Delta H_{f(\text{H}_2\text{O})}^\circ = -242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب إنتالبية التشكل القياسية للإستلين C_2H_2 .
2. احسب حرارة احتراق الإستلين.

المسألة السابعة:

إذا علمت أن حرارة احتراق الميثانول CH_3-OH القياسية تُساوي $(-727 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$. وإنتالبية التشكل القياسية لـ H_2O $\Delta H_{f(\text{H}_2\text{O})}^\circ = -286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $\Delta H_{f(\text{CO}_2)}^\circ = -393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. احسب إنتالبية تشكّل الميثانول القياسية.

المسألة الثامنة:

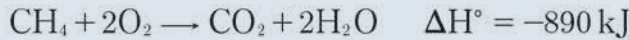
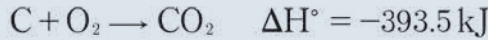
اعتماداً على جدول قيم طاقات الرّوابط احسب إنتالبية التكوّن القياسية لـ HBr . انطلاقاً من عناصره الأولية.

المسألة التاسعة:

اكتب المعادلة الحرارية المُعبّرة عن ذوبان يوديد البوتاسيوم بالماء المُقطّر، ثمّ احسب الحرارة المولية لذوبانه، إذا علمت أن: طاقة التبلور $632 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، وطاقة التميّه $-619 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

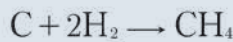
المسألة العاشرة:

اعتماداً على التفاعلات المُمثّلة بالمعادلات الآتية:



المطلوب:

1. ما قيمة حرارة احتراق الميثان؟
2. ما قيمة إنتالبية التفكك القياسية للماء؟
3. احسب تعيّر إنتالبية التفاعل الآتي:



تفكير ناقد

إنّ مُعظم قيم إنتالبيات التشكل للموادّ سالبة، ما تفسّرك لذلك؟

أبحث أكثر

أبحث في مكتبة مدرستك أو في الشّابكة عن كيفية قياس حرارة التفاعل تجريبياً ضمن المسعر.

مشروع الكيمياء الحرارية

الطاقة أحد الأسباب الرئيسية لاستمرار حياة الكائنات الحيّة، حيثُ تترافقُ مُعظم التفاعلات والتحوّلات بتغيّرات حراريّة. وتُعدّ الكيمياء الحراريّة، التي هي جزءٌ من الترموديناميك الحراري، بدراسة هذه التغيّرات.

هدف المشروع:

التعرّف على الكيمياء الحراريّة.

مراحل المشروع

أولاً – التخطيط

1. التعرّف على الأنظمة الحراريّة (المغلق – المعزول – المفتوح).
2. التعرّف على الطّاقة الداخليّة وعلاقتها بمتحوّلات الحالة.
3. التعرّف على أنواع الإنتالبية.
4. التعرّف على الطّرائق التجريبيّة التي يتم من خلالها قياس حرارة التفاعل.
5. التعرّف على أهمية الكيمياء الحراريّة في حياتنا اليوميّة.

ثانياً – التنفيذ

تقسيم الطلاب إلى أربع مجموعات

- المجموعة الأولى تبحث في الأنظمة الحراريّة.
المجموعة الثانية تبحث في مفهوم الطّاقة الداخليّة و علاقتها بمتحوّلات الحالة.
المجموعة الثالثة تبحث في أنواع الإنتالبية.
المجموعة الرابعة تبحث في الطّرائق التجريبيّة لقياس حرارة التفاعل.
المجموعة الخامسة في أهمية الكيمياء الحراريّة في حياتنا اليوميّة.

ثالثاً – التقويم:

مناقشة النتائج وإعداد تقرير كامل خلال مدة خمسة عشر يوماً.

التحليل العنصري للمركبات العضوية

1



الأهداف:

- * يتعرّف المُركّبات العضوية.
- * يتعرّف التحليل العنصري النوعي للمادة العضوية.
- * يكشف نوع العناصر الموجودة في مادة عضوية.
- * يحسب النسب المئوية للعناصر في مادة عضوية.
- * يستنتج صيغة مركب عضوي اعتماداً على النسب المئوية لمكوناته.

الكلمات المفتاحية:

- * المُركّب العضوي.
- * المركبات الهيدروكربونية.
- * التحليل العنصري النوعي.
- * التحليل العنصري الكمي.

استخدم الإنسان منذ القدم مركبات عضوية استخلصها من الحيوانات والنباتات كالدهون والزيوت والسكر والخل والمطاط وغيرها. وقد أثبت علماء التاريخ استخدام التدمريين القدماء العقاقير في عمليات التحنيط والأصباغ ذات الألوان الثابتة.

المركبات العضوية:

نشاط (1):

- ما العنصر المشترك في المركبات العضوية؟
- يوجد الملايين من المركبات العضوية، ما تفسيريك لذلك؟

أستنتج:

1. تحتوي المركبات العضوية بشكل أساسي على عنصر الكربون.
2. تتميز المركبات العضوية بتنوعها الكبير ويعود ذلك إلى عدّة عوامل، أهمّها:
 - قدرة الكربون على تشكيل سلاسل طويلة وحلقات وروابط مضاعفة.
 - تمتلك ذرة الكربون قيمةً متوسطةً للكهرسلبية، لذلك تستطيع الارتباط بعدد كبير من عناصر الجدول الدوري.

تصنيف المركبات العضوية حسب أنواع العناصر الداخلة في تركيبها

نشاط (2):

صنّف المركبات العضوية في الجدول الآتي إلى مركبات هيدروكربونية وهيدروكربونية مشتقة:

المركب	الميتان	إيتانول	بروبان	كلورو إيثان
الصيغة	CH ₄	C ₂ H ₅ OH	C ₃ H ₈	CH ₃ CH ₂ Cl
التصنيف	-----	-----	-----	-----

أستنتج:

1. المركبات الهيدروكربونية: وهي المركبات التي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط.
2. مشتقات الهيدروكربونية: وهي المركبات التي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين، إضافة إلى عناصر أخرى؛ مثل الأزوت والأكسجين والهالوجينات والكبريت وغيرها.

إثراء: ★



نظرية القوة الحيوية:

كان سائداً الاعتقاد أنّ المركبات العضوية لديها قوة حيوية تُميّزها عن المركبات اللاعضوية وبالتالي لا يمكن اصطناع مركب عضوي انطلاقاً من مركب غير عضوي.

فريدرش فولر Friedrich Wohler كيميائي ألماني، وُلد سنة 1800 وتوفي سنة 1882، استطاع عام 1828 الحصول على اليوريا من سيانات الأمونيوم في المختبر، وكان أول من يُنتج مادةً عضويةً من مادةٍ غير عضوية.

التحليل العنصري النوعي:

ما الطريقة المتبعة لمعرفة مكونات كل مركب ونسب مكوناتها؟

1. الكشف عن الكربون والهيدروجين (طريقة لبيغ):

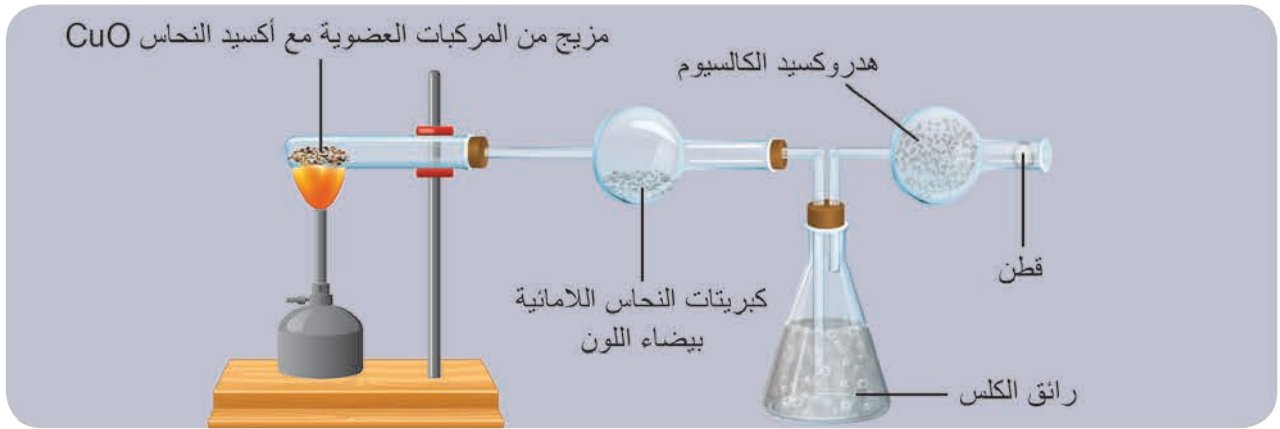
تجربة:

المواد والأدوات اللازمة:

أكسيد النحاس الأسود - مسحوق كبريتات النحاس اللامائية (بيضاء اللون) - مادة عضوية (سكر مائدة،)
- رائق الكلثس - حوامل معدنية - موقد بنزن - سداة - أنبوبي اختبار.

خطوات تنفيذ التجربة:

- أضع المواد وأركب الأدوات كما في الشكل.



- أسخن الأنبوب الذي يحوي المادة العضوية وأكسيد النحاس الأسود، ماذا ألاحظ؟

ألاحظ وأستنتج:

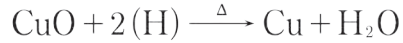
- تغير لون المادة العضوية نتيجة تفككها.

- تغير لون كبريتات النحاس البيضاء CuSO_4 إلى

اللون الأزرق $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، دليل على امتصاص

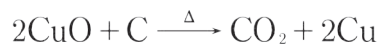
بخار الماء الناتج عن تفاعل أكسيد النحاس مع

هيدروجين المادة العضوية وفق المعادلة:

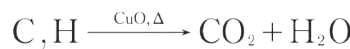


- تعكّر رائق الكلثس نتيجة امتصاصه لغاز CO_2 الناتج عن تفاعل أكسيد النحاس مع كربون المادة

العضوية وفق المعادلة:



وبشكل عام:



تحتوي جميع المركبات العضوية على عنصري الكربون والهيدروجين.

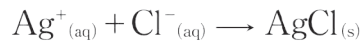
الكشف عن الهالوجينات والبريت والنتروجين (طريقة لاسيه):

- تصهر عينة من مادة عضوية مع قطعة صغيرة من معدن الصوديوم.
- عند وجود النتروجين في المادة العضوية يتشكّل سيانيد الصوديوم.
 - عند وجود الكبريت في المادة العضوية يتشكّل كبريتيد الصوديوم.
 - عند وجود الهالوجين (X, I, Br, Cl) في المادة العضوية يتشكّل هاليد الصوديوم:
- $$(X, N, S) \xrightarrow{Na/\Delta} NaX, NaCN, Na_2S$$

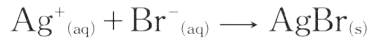
يحلّ الناتج في الماء ويقسم المحلول إلى ثلاثة أقسام كما يلي:

- نضيف إلى القسم الأول نترات الفضة فإذا تشكّل:

- راسب أبيض من كلوريد الفضة، يدلّ على وجود الكلور في العينة:



- راسب أبيض مُصَفَّر من بروميد الفضة، يدلّ على وجود البروم في العينة:

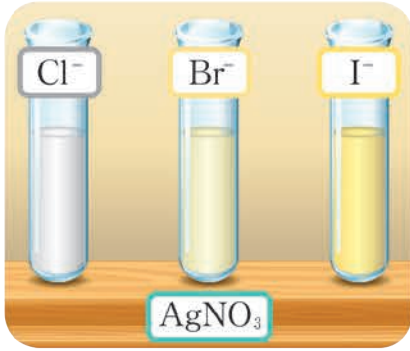


- راسب لونه أصفر من يوديد الفضة، يدلّ على وجود اليود في العينة:



- نضيف إلى القسم الثاني كمية قليلة من خلات الرصاص، فإذا تشكّل راسب أسود من كبريتيد الرصاص، يدلّ على وجود الكبريت في العينة.

- نضيف إلى القسم الثالث كمية من مزيج من كلوريد الحديد III، وكبريتات الحديد II، فيظهر لون أزرق داكن (أزرق بروسيا)، يدلّ على وجود النتروجين في العينة.



التحليل العنصري الكمي:

يهدف التحليل الكمي إلى معرفة نسبة العناصر المكوّنة للعينة وتحديدتها كنسبة مئوية، ويعبّر مُصطلح النسبة المئوية في الحسابات الكيميائية عن عددِ الوحدات من عنصرٍ أو مُركّبٍ بالنسبة لكل 100 وحدةٍ من العينة.

حساب النسب المئوية للعناصر في مركّباتها

تطبيق (1):

لديك مُركّب عضويّ، صيغته المُجملة C_2H_6O ، المطلوب:

– احسب النسبة المئوية للعناصر المكوّنة له.

(O:16 , H:1 , C:12)

الحل:

$$M = (2 \times 12) + (1 \times 6) + (1 \times 16) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$100 \times \frac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركّب}} = \text{النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركّب}$$

$$\text{النسبة المئوية للكربون في المركّب} = \frac{12 \times 2}{46} \times 100 = 52.17 \%$$

$$\text{النسبة المئوية للهيدروجين في المركّب} = \frac{1 \times 6}{46} \times 100 = 13.05 \%$$

$$\text{النسبة المئوية للأكسجين في المركّب} = \frac{1 \times 16}{46} \times 100 = 34.78 \%$$

تطبيق (2):

يحتوي مُركّب عضويّ على (40%) كربون (6.66%) هيدروجين، (53.34%) أكسجين. المطلوب:

– استنتج الصيغة المُجملة للمركّب، علماً أنّ كتلته الجزيئية 90 g.mol^{-1} .

(O:16 , H:1 , C:12)

$$100 \times \frac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركّب}} = \text{النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركّب}$$

$$100 \times \frac{12 \times \text{عدد ذرات الكربون في المركّب}}{90} = 40$$

$$3 = \frac{36}{12} = \frac{40 \times 90}{100 \times 12} = \text{عدد ذرات الكربون في المركّب}$$

$$6 = \frac{6.66 \times 90}{100 \times 1} = \text{عدد ذرات الهيدروجين في المركّب}$$

$$3 = \frac{53.34 \times 90}{100 \times 16} = \text{عدد ذرات الاكسجين في المركّب}$$

وبالتالي تكون الصيغة المُجملة: $C_3H_6O_3$

نشاط (3):

مُرَكَّبٌ عضويٌّ يحتوي على كربون وهيدروجين فقط. المطلوب:

1. استنتج صيغته المُجمَّلة إذا علمت أنَّ النسبة المئوية الكتليَّة للكربون في هذا المُرَكَّب هي 85.71% والكتلة المولية لهذا المُرَكَّب 56 g.mol^{-1} .
2. اكتب مُتصاوغات هذا المُرَكَّب (C:12, H:1).

إثراء:

يوجدُ مُرَكَّبَاتٌ تحتوي على الكربون وليست عضوية؛ مثل أملاح الكربونات، وغاز ثنائي أكسيد الكربون، ومُرَكَّبَات الكرييدات، وغيرها.

تعلمت

- تحتوي المُرَكَّبَات العضويَّة بشكل أساسيٍّ على عنصر الكربون.
- المركبات الهيدروكربونية: وهي المُرَكَّبَات التي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط.
- المُشتَقَّات الهيدروكربونية: وهي المُرَكَّبَات التي تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين، إضافة إلى عناصرٍ أخرى، مثل الآزوت والأكسجين والهالوجينات والكبريت وغيرها.
- النسبة المئوية لكتلة عنصرٍ في مُرَكَّب = $\frac{\text{الكتلة المولية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمُرَكَّب}} \times 100$

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لما يلي:

1. العنصر المُشترك في جميع المُركّبات العضويّة هو:
a. النتروجين. b. الكربون. c. الكربون والهيدروجين فقط. d. الهيدروجين وعناصر أخرى.
2. يُمكنُ معرفة الهالوجين الموجود في مُركّب عضويّ من لون الرّاسب، فالرّاسبُ الأصفر دليلٌ وجود:
a. نترات الفضة. b. كلوريد الفضة. c. بروميد الفضة. d. يوديد الفضة.

ثانياً: فسّر ما يأتي اعتماداً على طريقة لبيغ:

- تعكّر رائق الكلس
- تغيّر لون كبريتات التّحاس البيضاء إلى اللون الأزرق.

ثالثاً: هل يُمكنُ اعتبار الخشب والورق موادّ عضويّة، كيف تُثبت ذلك؟

رابعاً: وضح كيف تكشف عن وجود كلّ من الكربون والكلور في عيّنة.

خامساً: احسب النسبة المئوية لمُكوّنات المُركّبات الآتية:

حمض الخلّ CH_3COOH ، الإيتانول C_2H_5OH ، بروبان C_3H_8

(N:14 , O:16 , H:1 , C:12)

سادساً: استنتج الصّيغة المُجمّلة للمُركّبات الآتية:

1. مُركّب عضويّ يحوي على (53.3%) كربون، (15.55%) هيدروجين، (31.15%) نتروجين، علماً أنّ كتلته الجزيئيّة 45 g.mol^{-1} .

2. مُركّب عضويّ يحوي على (47.05%) كربون، و (6.53%) هيدروجين، و كلور، علماً أنّ كتلته الجزيئيّة 76.5 g.mol^{-1} .

(Cl: 35.5 , N:14 , O:16 , H:1 , C:12)

تفكير ناقذ



لديك مُركّب عضويّ، صيغته المُجمّلة C_2H_6O ، المطلوب: اكتب متصاوغات هذا المُركّب

أبحث أكثر



أدى تطوّر التقنيات المستخدمة في الكشف عن صيغ المُركّبات العضويّة والتحليل إلى تطوّر الاصطناع العضوي وإنتاج المزيد من المُركّبات العضوية ومن هذه الطرائق: مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR، ومطيافية NMR، الكروماتوغرافيا. ابحث باستخدام الشّابكة عن آلية عمل إحدى هذه الطرائق وأهمّيّتها في التحليل الكيميائي.

2 المُرَكَّبَات الهيدروكربونية



الأهداف:

- * يُصنَّفُ المُرَكَّبَات الهيدروكربونية المشبعة وغير المشبعة.
- * يَتعرَّفُ الألكانات.
- * يَسْتنتجُ الصِّيغَةُ العامة للألكانات.
- * يَسْتنتجُ صيغَ الجذور الألكيلية.
- * يُسمي الألكانات وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC.
- * يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيات الفيزيائية للألكانات.
- * يَتعرَّفُ بعضَ الخاصيات الكيميائية للألكانات.
- * يَتعرَّفُ بعضَ استخدامات مُشتقات الألكانات.

الكلمات المفتاحية:

- * المُرَكَّبَات الهيدروكربونية.
- * الألكانات.
- * الجذور الألكيلية.

يُستخدم لتشغيل وسائط النقل المختلفة وقودٌ يحتوي على خليطٍ من مُرَكَّبَات هيدروكربونية. ما المُرَكَّبَات الهيدروكربونية؟

المركبات الهيدروكربونية المشبعة وغير المشبعة:

نشاط (1):

أكمل الجدول الآتي:

الاسم	الإيتان	الإيتلين	اسم المركب
C ₂ H ₂	-----	C ₂ H ₄	الصيغة الجذلية
-----	CH ₃ - CH ₃	-----	الصيغة نصف المنشورة
-----	-----	مشتركة ثنائية	نوع الرابطة بين ذرتي الكربون
غير مشبعة	-----	-----	تصنيفها

أستنتج: تُصنّف المركبات الهيدروكربونية إلى:

1. مشبعة، روابطها مشتركة أحادية بين ذرتي كربون.
2. غير مشبعة، تحتوي على رابطة مشتركة ثنائية أو ثلاثية بين ذرتي كربون.



الألكانات

يستخدم شمع البارافين في صناعة الشموع و يتكون من مركبات هيدروكربونية مشبعة تسمى ألكانات (بارافينات).

نشاط (2):

لديك الجدول الآتي الذي يمثل بعض صيغ الألكانات ذات السلاسل المفتوحة:

الصيغة النصف منشورة	عدد ذرات الكربون	الصيغة الجزيئية	اسم المركب
CH ₄	1	CH ₄	ميثان
CH ₃ -CH ₃	2	C ₂ H ₆	إيتان
CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	3	C ₃ H ₈	بروبان
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	4	C ₄ H ₁₀	بوتان
CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	5	C ₅ H ₁₂	بنتان
CH ₃ (CH ₂) ₄ -CH ₃	6	C ₆ H ₁₄	هكسان
CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	7	C ₇ H ₁₆	هبتان
CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	8	C ₈ H ₁₈	أوكتان
CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	9	C ₉ H ₂₀	نونان
CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	10	C ₁₀ H ₂₂	ديكان

- ما العلاقة بين عدد ذرات الكربون وعدد ذرات الهيدروجين في كل مركب.
- استنتج الصيغة العامة للألكانات.
- حدّد اللاحقة التي تميّز الألكانات.
- تُعدّ الألكانات مركّبات هيدروكربونية مُشَبَّعة، فسّر ذلك.

أستنتج:

- عدد ذرات الهيدروجين = عدد ذرات الكربون $\times 2 + 2$
- الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2}
- تميّز الألكانات باللاحقة (أن).
- الرّوابط بين ذرات الكربون مُشتركة أحادية.

تطبيق (1):

ألکان كتلته المولية 44 g.mol^{-1} ، استنتج صيغته المُجملة ونصف المنشورة واذكر اسمه، علماً أنّ الكتل الذرية (C:12 ، H:1).

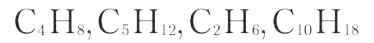
الحل:

$$\begin{aligned}
 C_nH_{2n+2} &= 44 \\
 \Rightarrow 12n + 2n + 2 &= 44 \\
 \Rightarrow 14n &= 42 \\
 \Rightarrow n &= 3 \\
 \Rightarrow C_3H_8 \\
 CH_3-CH_2-CH_3
 \end{aligned}$$

اسم الألكان بروبان.

نشاط (3):

استخدم الصيغة العامة للألكانات لتحديد أيّ من المركّبات العضوية الآتية من الألكانات:

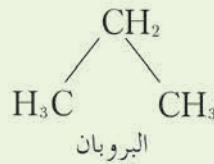


إضاءة



يتشكّل حلقي الألكان عند ارتباط ذرتي الكربون الطرفيتين في ألكان ما، وصيغته العامة C_nH_{2n} .

مثال:



نشاط (4):

أكتب الصيغة نصف المنشورة لحلقي الهكسان.

الجزور الألكيلية

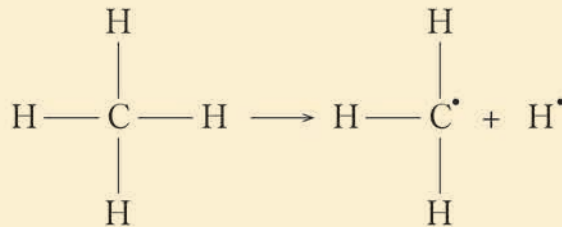
نحصلُ على الجذور الألكيلية الحرة عندَ إنقاص ذرّة هيدروجين من الصيغة العامة للألكانات، نرّمز لها بالرمز R-، صيغتها العامة C_nH_{2n+1} ، وتشتقُ أسماؤها من أسماء الألكانات الموافقة باستبدال الألقية (آن) باللاحقة (يل)

مثال:

إيزو بروبيل	نظامي بروبيل	إيثيل	متيل
$\begin{array}{c} H_3C \\ \diagdown \\ CH \\ \diagup \\ H_3C \end{array} -$	$CH_3-CH_2-CH_2-$	CH_3-CH_2-	CH_3-

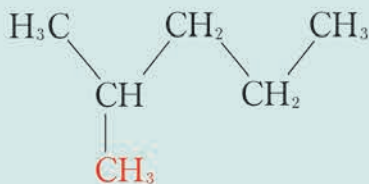
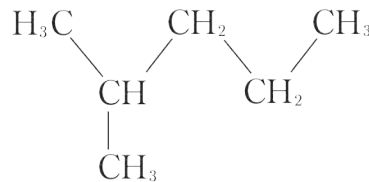
إثراء: ★

تشكّل الجذور الألكيلية نتيجة انقسام مُتجانسٍ للرابطة C-H

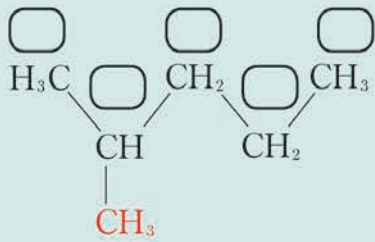


تسمية الألكانات بحسب الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC

أكتب اسم المركب الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.



1. أحدّد أطول سلسلة كربونية.
2. أحدّد عدد ذرات الكربون في السلسلة الأطول، عدّها يساوي
3. أكتب اسم الألكان الموافق



4. أكتب أرقام ذرات الكربون في السلسلة بدءاً من أحد طرفيها، بحيث تأخذ مجموع أرقام ذرات الكربون الدالة على مواضع الفروع (المبادلات) أصغر ما يمكن.
5. أحدد رقم كل من ذرة الكربون الدالة على الفرع
6. أسمي الفرع مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها

2- بنتان

7. أكتب اسم المركب :
أكتب اسم الألكان الموافق مسبقاً باسم الفرع ورقم ذرة الكربون المرتبط بها

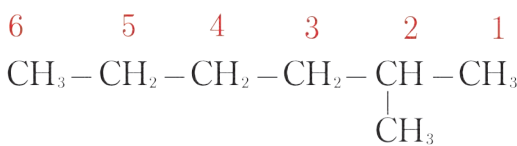
استنتج:

قواعد تسمية الألكانات المتفرعة بحسب نمط الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

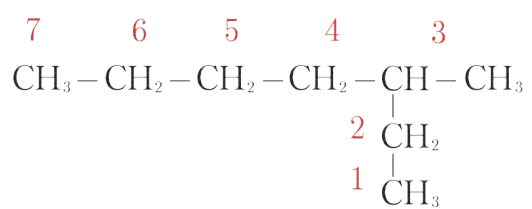
1. نرقم أطول سلسلة كربونية من الطرف الأقرب للفروع المرتبطة بها.
2. نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة مسبقاً برقم واسم الفرع بحيث يفصل بين الرقم والاسم خطاً قصيراً (-).
3. إذا احتوت السلسلة على أكثر من جذر ألكيلي، تُرتب أسماء الفروع بحسب الحروف الأبجدية إيتيل - ميتيل - برويل -
4. استخدام المقاطع ثنائي ثلاثي، عندما يوجد جذران أو ثلاثة جذور متشابهة على الترتيب على السلسلة الطويلة.
5. عندما توجد مجموعتان فرعيتان على ذرة الكربون نفسها يُكرر الرقم مع كل مجموعة فرعية.

تطبيق (2):

أكتب اسم كل من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.



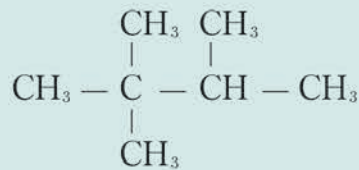
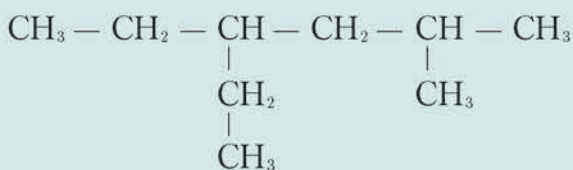
2-ميتيل الهكسان



3-ميتيل الهبتان

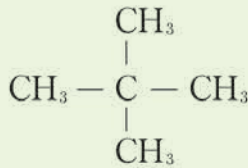
نشاط (6):

أكتب اسم كل من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

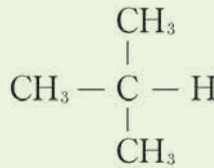


تصنّف ذرات الكربون بحسب عدد ذرات الكربون المرتبطة إلى:

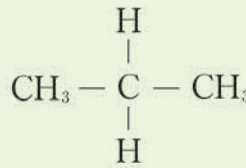
1. أوليّة، إذا ارتبطت بذرة كربون واحدة فقط.
2. ثانوية، إذا ارتبطت بذرتي كربون.
3. ثالثة، إذا ارتبطت بثلاث ذرات كربون.
4. ذرة كربون رابعة، إذا ارتبطت بأربع ذرات كربون.



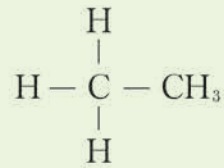
كربون رابعة (٤)



كربون ثالثة (٣)



كربون ثانوية (٢)



كربون أولية (١)

نشاط (7):

حدّد نوع كلّ ذرة كربون في الصيغة نصف المنشورة التالية:



الخصائص الفيزيائية للألكانات:

نشاط (8)

لديك الجدول الآتي الذي يمثّل بعض الخصائص الفيزيائية للألكانات:

اسم المركب	الصيغة الجزيئية	الكتلة الجزيئية	درجة C الانصهار	درجة C الغليان
ميثان	CH ₄	16	-182.5	-176.7
إيثان	C ₂ H ₆	30	-183.3	-88.6
بروبان	C ₃ H ₈	44	-187.7	-42.1
بوتان	C ₄ H ₁₀	58	-138.3	-0.5
بنتان	C ₅ H ₁₂	72	-129.8	36.1
هكسان	C ₆ H ₁₄	86	-95.3	68.7
هيبتان	C ₇ H ₁₆	100	-90.6	98.4
أوكتان	C ₈ H ₁₈	114	-56.7	127.7

— حدّد الحالة الفيزيائية للألكانات الأربع الأولى في الجدول السابق عند درجة حرارة الغرفة 25°C.

— ما العلاقة بين درجتي الغليان و الانصهار والكتلة الجزيئية للألكان؟

– فسّر سبب انخفاض درجتي الانصهار والغليان للألكانات.

– فسّر عدم انحلال الألكانات بالماء؟

الخصائص الكيميائية للألكانات:

الألكانات مُركّبات ضعيفة الفعالية الكيميائية، لا تتفاعل إلا في شروطٍ معيَّنة، مثل وجود طاقةٍ ضوئيةٍ أو طاقةٍ حراريةٍ، لاحتوائها على روابطٍ من النوع σ يصعب تفكيكها، ومن تفاعلاتها:

1. تفاعلات التخريب

a. تفاعل الاحتراق:

تحترق الألكانات احتراقاً تاماً بوجود كميةٍ وافرةٍ من الأكسجين وفق المعادلة الآتية:



نشاط (9): اكتب المعادلة المعبرة عن احتراق الإيثان.

إثراء: ★



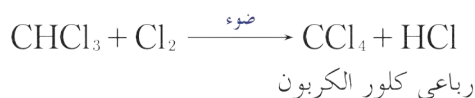
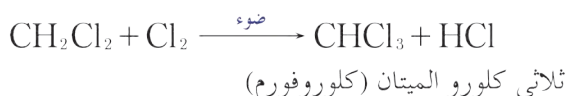
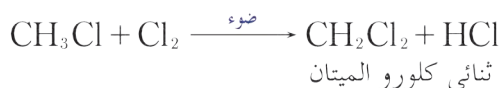
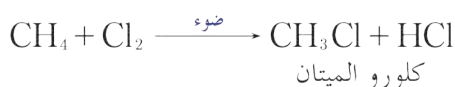
يتكوّن غازُ الطبخ من مزيج من البروبان والبوتان بشكل أساسي، حيث لا رائحة لهذه الغازات الخائفة، لذلك تُضاف لها مُركّباتٌ عضوية كبريتية ذات رائحةٍ نفاذة من أجل عامل الأمان.

b. التفاعل مع الكلور بوجود ضوء الشمس المباشر:



2. تفاعلات الاستبدال:

إذا عُرّض مزيج من غازي الميثان والكلور إلى الضوء بشكل غير مباشرٍ تشكّل مُركّباتٌ كلورية ناتجة عن استبدال ذرات الهيدروجين بذرات من الكلور وفق المعادلات الآتية:



كيف يُمكن فصل الألكانات اعتماداً على خاصياتها الفيزيائية؟
ماذا تسمى العملية الفيزيائية التي يُمكن من خلالها فصل الألكانات؟

أستنتج: تُفصل الألكانات في برج التقطير اعتماداً على اختلاف درجات غليانها بعملية التقطير التجزيئي.
أهمية غاز الميثان:

– يُستخدم الغاز الطبيعي الميثان كوقود في المنازل، وفي المصانع، وفي تحضير رباعي كلور الكربون CCl_4 الذي يستخدم كمذيب عضوي، وفي إطفاء الحرائق، وكما يُحضّر منه أسود الكربون الذي يُستخدم في صناعة حبر المطابع.



إثراء:

غاز الميثان CH_4 :

غازٌ عديم اللون والرائحة إذا كان نقياً، وهو يشكلُ نسبة 70–95 % من مكونات الغاز الطبيعي، وينتج من التخمر اللاهوائي للمُخلفات العضوية.



إنتاج غاز الميثان من تخمر المواد العضوية

تعلمت

- المُرَكَّبَات الهيدروكربونية: هي مُرَكَّبَات تحوي عنصري الكربون والهيدروجين فقط.
- تُصنَّف المُرَكَّبَات الهيدروكربونية إلى:
 1. مُشَبَّعة، روابطها مُشترَكة أحاديَّة بين ذرَّتَيَّي كربون.
 2. غير مُشَبَّعة، تحتوي على رابطة مُشترَكة ثنائيَّة أو ثلاثيَّة بين ذرَّتَيَّي كربون.
- الصِّيغة العامَّة للألكانات C_nH_{2n+2} ، وتتميَّز باللاحقة (آن) الرِّوابط بين ذرَّات الكربون مُشترَكة أحاديَّة.
- الصِّيغة العامَّة للجذور الألكيليَّة C_nH_{2n+1}
- الخاصيَّات الفيزيائيَّة للألكانات: تزدادُ درجاتُ انصهارها وجليانها بشكلٍ عامٍ بازديادِ عددِ ذرَّاتِ الكربون في المُرَكَّب.
- الخاصيَّات الكيميائيَّة للألكانات
 1. تفاعلات التخریب ومنها:
 - a. تفاعل الاحتراق.
 - b. التفاعل مع الكلور بوجود ضوء الشمس المباشر.
 2. تفاعلات الاستبدال.

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلِّ ممَّا يأتي:

1. أحد المُرَكَّبَات الآتية هو من المركبات الهيدروكربونية:

C_2H_5OH .d

CCl_4 .c

$C_6H_{12}O_6$.b

C_5H_{10} .a

2. المُرَكَّب الذي ليس من الألكانات هو:

C_8H_{18} .d

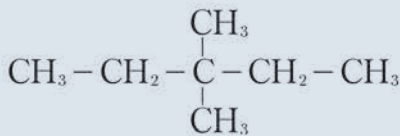
C_6H_{14} .c

C_9H_{16} .b

C_3H_8 .a

ثانياً: اكتب اسم كلِّ من المُرَكَّبَات الآتية وفق تسمية الاتحاد الدولي IUPAC.

a. $CH_3 - (CH_2)_3 - CH_3$.b. $CH_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - CH_2 - CH_3$.c.



ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكلِّ ممَّا يأتي:

1. تزدادُ درجاتُ جليان الألكانات بازديادِ عددِ ذرَّاتِ الكربون فيها.

2. لا تنحلُّ الألكانات في الماء.

3. تُعدُّ الألكانات قليلة الفعاليَّة الكيميائيَّة في الشُّروط العاديَّة.

رابعاً: اكتب الصيغ الكيميائية للمتصاوغات البنيوية الممكنة للصيغة المُجمّلة C_4H_{10} , ثم اكتب اسم كلٍّ منها وفق قواعد IUPAC.

خامساً: اكتب الصيغة النصف منشورة للمركبات الآتية:

a. 2- متيل البنتان. b. 3،2- ثنائي متيل البوتان. c. 3- إتيل - 2- متيل الهكسان.

سادساً: ألكان نظامي كتلته المولية 58 g.mol^{-1} . المطلوب:

1. استنتج صيغته المُجمّلة.
2. اكتب صيغته نصف المنشورة و اكتب اسمه.
3. اكتب مُعادلة تفاعل احتراقه، ثم احسب حجم غاز CO_2 الناتج عن احتراق 3 mol من الألكان السابق مقاساً في الشرطين النظاميين.
(C:12 , H:1)

تفكير ناقد



حدد أنماط تهجين ذرتي الكربون في جزيء الإيتان C_2H_6 ، ثم فسر الخمول الكيميائي للألكانات مقارنة مع باقي المركبات العضوية الموافقة

أبحث أكثر



يعتبر وقود السيارات المعروف باسمه الشائع "البنزين" بأنه مزيج من ألكانات مختلفة تتراوح طول سلاسلها بين C_6 و C_{10} ولكن أفضلها على الإطلاق هو الوقود الذي يحوي كمية كبيرة من C_8 الأوكتان، إبحث في الشابكة عن ما يسمى رقم الأوكتان الذي يحدد جودة الوقود والتأثير السلبي الذي يحدث عند إنخفاض رقم الأوكتان وأسبابه

الأهداف:

- * يتعرّفُ الإلكينات.
- * يستنتج الصيغة العامة للإلكينات.
- * يُسمّي الإلكينات وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC.
- * يتعرّفُ بعض الخصائص الفيزيائية للإلكينات.
- * يتعرّفُ بعض الخصائص الكيميائية للإلكينات.
- * يتعرّفُ بعض استخدامات الإلكينات.

الكلمات المفتاحية:

- * ألكينات.
- * تفاعل ضم.
- * تفاعل بلمرة.



يُحفّزُ الإيتلن (الإتن) نمو النباتات، ويعملُ على إنضاج ثمارها ويُعدُّ من الفحوم الهدروجينية غير المُشبّعة، حيثُ يحتوي على رابطة مُشتركة ثنائيّة بين ذرّتي كربون.

الصيغة العامة للإلكينات :

نشاط (1):

لديك الجدول الآتي الذي يمثل بعض صيغ الإلكينات:

الصيغة البنائية	عدد ذرات الكربون	الصيغة الجزيئية	اسم المركب
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	2	C_2H_4	إثن
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	3	C_3H_6	بروبن
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	4	C_4H_8	بوتن-1
$\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$			بوتن-2

- ما العلاقة بين عدد ذرات الكربون وعدد ذرات الهيدروجين في كل مركب؟
- استنتج الصيغة العامة للإلكينات.
- حدّد اللاحقة التي تميّز الإلكينات.
- تُعدّ الألكينات مركبات هيدروكربونية غير مُشبعة، فسّر ذلك.

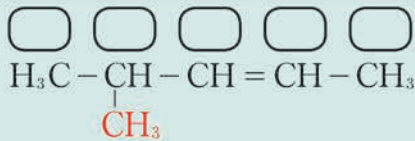
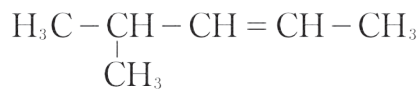
أستنتج:

- عدد ذرات الهيدروجين = $2 \times$ عدد ذرات الكربون.
- الصيغة العامة للإلكينات C_nH_{2n} .
- تميّز الإلكينات باللاحقة (ين).
- تحتوي على رابطة واحدة مُشتركة ثنائية.

تسمية الإلكينات وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية IUPAC :

نشاط (2):

أكتب اسم المركب الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحثية والتطبيقية IUPAC.



1. أرقم أطول سلسلة كربونية حاوية على الرابطة الثنائية بدءاً من الطرف الأقرب للرابطة.

2. نشتق اسم الألكين من الألكان الموافق باستبدال اللاحقة (آن) باللاحقة (ين) مع تحديد موضع الرابطة في السلسلة.

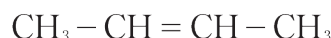
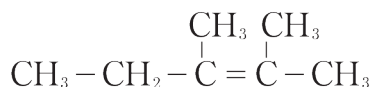
3. في حال وجود فروع مُرتبطة بالسلسلة نكتب رقم واسم الفرع.

4. نكتب اسم المركب الناتج

4-..... بنتن

نشاط (3):

أكتب اسم المركبات الآتية وفق قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:



الخاصيات الفيزيائية للإلكينات :

تشابه الإلكينات والألكانات في بعض خصائصها الفيزيائية كدرجتي الانصهار والغليان.

نشاط (4):

جدول يوضّح علاقة الكتلة الجزيئية ودرجتي الانصهار والغليان:

اسم المركب	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الكتلة الجزيئية	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C
إيتن	C ₂ H ₄	CH ₂ = CH ₂	28	-169.2	-103.7
بروبين	C ₃ H ₆	CH ₂ = CH - CH ₃	42	-185.2	-47.6
بوتن-1	C ₄ H ₈	CH ₂ = CH - CH ₂ - CH ₃	56	-185.3	-6.47
بوتن-2	C ₄ H ₈	CH ₃ - CH = CH - CH ₃	56	-138.9	3.7

— حدّد الحالة الفيزيائية للإلكينات في الجدول السابق عند درجة حرارة الغرفة 25°C .

— ما العلاقة بين درجتي الغليان والانصهار والكتلة الجزيئية للألكين؟

— فسّر سبب انخفاض درجتي الانصهار والغليان للإلكينات.

— فسّر عدم انحلال الألكينات بالماء.

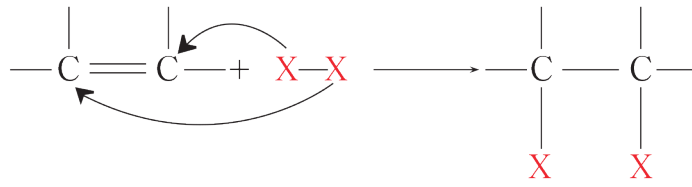
الخاصيات الكيميائية للإلكينات :

تفاعلات الضم:

تقوم الألكينات بتفاعلات ضم نظراً لوجود رابطة مشتركة ثنائية بين ذرتي كربون C=C من النوع σ، π، حيث تهاجم الكواشف الرابطة π نظراً لضعفها.

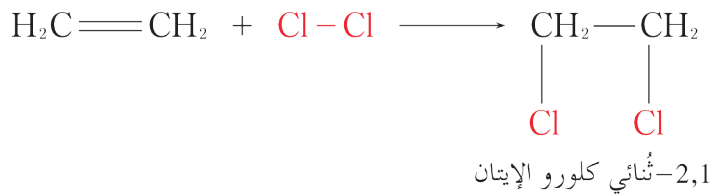
ضمّ الهالوجينات

عند ضمّ الهالوجين المُذاب في رباعي كلور الكربون إلى الإيتن يُعطي 1،2-ثنائي هاليد الإيتان.



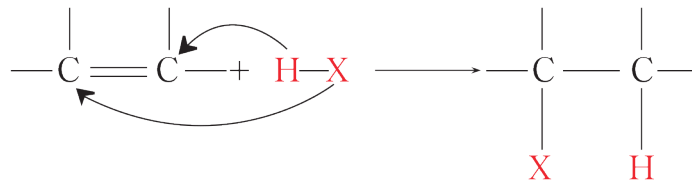
مثال

ضمّ الكلور إلى غاز الإيتن يُعطي 1،2-ثنائي كلورو الإيتان.



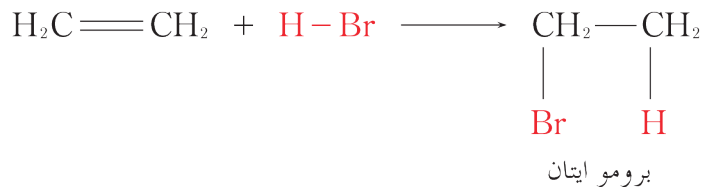
ضمّ هاليدات الهيدروجين:

عند ضمّ هاليدات الهيدروجين مثل HBr, HI إلى الإلكينات تنتج هاليد الألكيل المُوافق:



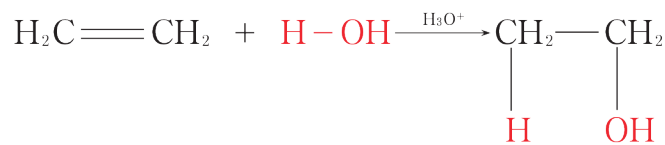
تطبيق (1)

اكتب مُعادلة تفاعل ضمّ بروميد الهيدروجين إلى الإيتن، وسمّ المُركَّب العضويّ الناتج.



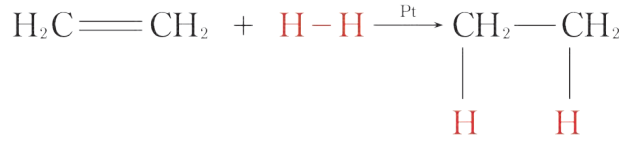
ضمّ الماء:

يتمّ ضمّ الماء إلى الإيتن في وسطٍ حمضيّ لينتج الإيتانول وفق التفاعل الآتي:



ضمّ الهيدروجين (الهدرجة):

يتمّ ضمّ غاز الهيدروجين إلى الرابطة الثنائية في الإلكنات لتكوين الألكانات ويتمّ هذا التفاعل في وجود عامل حفّاز مثل البلاتين Pt أو النيكل Ni أو الباديوم Pd



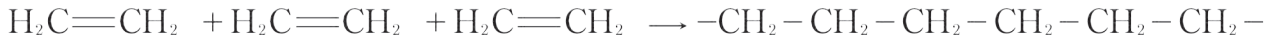
إثراء:



تحتوي الزيوت غير المشبعة مثل زيت عباد الشمس على روابط $\text{C}=\text{C}$ ، حيث يؤدي إشباعها إلى تحوّلها من سائل إلى مادة طرية يمكن دهنها بسهولة.

البلمرة:

تتميّز الألكينات بقدرتها على تشكيل سلاسل طويلة عبر تفاعلات ضمّ متكرّرة لعدد كبير من جزيئاتها، وتُعرف هذه التفاعلات بالبلمرة، وينتج عنها مركّبات تُعرف باسم البوليمرات. وقد اصطلح اسم البوليمرات من اللغة اللاتينية وهو من كلمتين: بولي (وتعني مُتعدّد) + مير (وتعني جزيء). يتمّ تفاعل البلمرة للإيتين على الشكل الآتي: في حال وجود ثلاث جزيئات إيتين تنكسر الرابطة π لتشكّل سلسلة طويلة كما في المعادلة الآتية:



في حال وجود n جزيء فإننا نحصل على جزيء ضخم ذي كتلة جزيئية كبيرة كما في المعادلة الآتية:



يمثل العدد n عدداً كبير جداً من الجزيئات قد يصل للملايين، لتشكّل سلاسل طويلة من وحدات مُتكرّرة وقد اعتبرت هذه التفاعلات أسس الصناعة الحديثة للدائن (البلاستيك)، حيثُ اختلاف طول السلسلة البوليمرية يؤدي لتنووع المنتجات في الصناعة.

من الأمثلة على صناعة البوليمرات

عند استخدام الإيتن (الإيتلن وفق الاسم الشائع) نحصل على بولي إيتلن P.E، يستخدم في صناعة الخزانات و الحبال و غيرها:



خزانات مياه الشرب

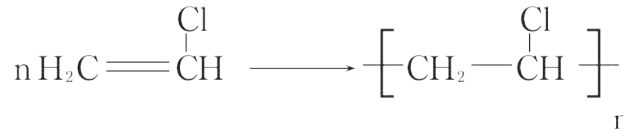


حبال

تطبيق (2):

اكتب تفاعل بلمرة 1-كلورو الإيتن، ثم سمِّ البوليمر الناتج، واذكر إحدى استخداماته في الحياة.

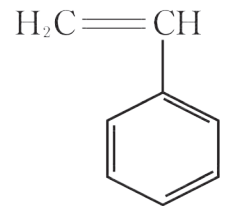
الحل:



يعرف 1-كلورو الإيتن في الصناعة باسمه الشائع (فينيل كلوريد) نحصل على بولي فينيل كلوريد P.V.C. المستخدم في صناعة أنابيب نقل المياه والخراطيم البلاستيكية

نشاط (5):

تصنع أوعية حفظ الطعام من البولي ستيرين Polystyrene



المطلوب: اكتب معادلة تفاعل البلمرة.

أهمية غاز الإيثين

ازدادت أهمية غاز الإيتن الصناعي منذ سنوات عديدة، إذ يُستخدم في تحضير مركبات كثيرة؛ مثل حمض الخل والإيثانول، وكذلك يُستخدم في صناعة البلاستيك، وفي الإسراع بنضج الفواكه.

المنتجات البلاستيكية والبيئة:

تشكّلُ المُخلفات البلاستيكية بشكل خاصّ والبوليميرات الصناعيّة بشكلٍ عامٍ مُشكلةً بيئيةً كبيرةً وخطيرةً على مُستوى العالم. هل يُمكنك أن تتوقّع سببَ ذلك؟ يصعبُ التخلّص منها بعد استعمالها لأنّها موادّ غيرُ قابلةٍ للتحلّل بيولوجياً، بعكس البوليميرات الطبيعيّة كالسيللوز في الورق الذي تستطيعُ الكائنات الدّقيقة أن تحلّله فهي تبقى بعد دفنها، وبالتالي تتزايدُ المساحات التي تحتلّها هذه النفايات باستمرار، وهذا يؤدّي إلى خسارتنا لمساحاتٍ كبيرةٍ كانَ من الأفضل استغلالها لأغراضٍ زراعيّة، كما أن دفنها يؤدّي إلى تلويث المياه الجوفيّة.

كيف يُمكنُ معالجة هذه المُشكلة والحدّ من أثارها السلبية؟

بعضُ الطرائق المُتبعة في معالجة النفايات البلاستيكية:

- إنتاج أنواع جديدة من البلاستيك يُمكنُ أن تتحلّل بيولوجياً.
- حرق النفايات البلاستيكية في منشآت خاصّة، واستخدام الحرارة الناتجة في توليد الكهرباء والتدفئة، بشرط أن توجد في هذه المنشآت أجهزة خاصّة للتخلّص من الغازات السامة الناتجة عن حرق بعض أنواع البلاستيك كغاز الكلور الناتج عن احتراق بولي فينيل كلوريد PVC.

إعادة التدوير:

هي عمليّة يتمُّ فيها تحويل النفايات، سواء المنزلية أو الصناعيّة أو الزراعيّة، إلى موادّ أخرى قابلة للاستخدام من جديد، وذلك لحماية البيئة بالدرجة الأولى، وتحسين الموارد الاقتصاديّة، وتوفير الموادّ الأولية.

- أهميّة إعادة تدوير البلاستيك:
- الحدّ من نفاذ الموارد غير المُتجدّدة.
- إنقاص المساحات اللازمة للتخلّص من النفايات بطورها، واستغلال هذه المساحات لأغراضٍ زراعيّة.
- توفير الطّاقة حيثُ إنّ الطّاقة اللازمة لإنتاج مُنتج ما من الموادّ الخام أكبر بكثيرٍ من الطّاقة اللازمة لإنتاج المُنتج نفسه من إعادة تدوير المُخلفات.
- تأمين فرص عمل.
- تخفيض استهلاك الموادّ الخام وتكلفة التشغيل

تعلمت

الصيغة العامة للإلكينات C_nH_{2n} وتتميز الإلكينات باللاحقة (ين).

الخصائص الفيزيائية للإلكينات :

تشابه الإلكينات والألكانات في بعض خصائصها الفيزيائية كدرجتي الانصهار والغليان.

الخصائص الكيميائية للإلكينات :

تفاعلات الضم:

مثل ضم (الهالوجينات - هاليدات الهيدروجين - الماء - البلمرة)

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. الألكين من المركبات الآتية هو:

CH₄ .d C₃H₄ .c

C₃H₈ .b C₂H₄ .a

2. ينتج عن الاحتراق التام للإين في الهواء:

.b هيدروجين + ثنائي أكسيد الكربون.

.a كربون فقط.

.d ماء + ثنائي أكسيد الكربون.

.c هيدروجين فقط.

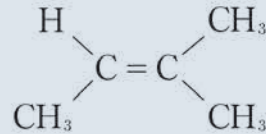
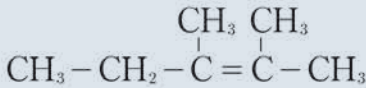
3. الجزيء المُشبع بين الجزيئات الآتية هو:

C₃H₄ .d CH₄ .c

C₃H₆ .b C₆H₆ .a

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. اكتب اسم المركبين الآتين بحسب IUPAC:



2. اكتب الصيغ البنوية لجميع المتصاوغات المفتوحة الموافقة للصيغة C_4H_8 .

3. يملك حلقي البنتان والبتن - 1 الصيغة الجزيئية نفسها. اقترح تفاعلاً كيميائياً بسيطاً يمكن بواسطته تمييز أحدهما عن الآخر.

4. اكتب الصيغ نصف المنشورة للمركبات الآتية:

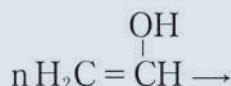
الإين، الميتان، البوتان

5. اكتب الصيغة العامة للإلكينات، ثم استنتج منها الصيغة المُجملة للمركب عندما $n = 2$ ، و $n = 3$ ، ثم اكتب اسم كل منهما والصيغة المنشورة.

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1. يزول لون ماء البروم الأحمر عند إمرار غاز الإيتن فيه.
2. يعدّ البروبن مركّباً غير مشبع.

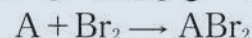
رابعاً: اكتب بالزّموز الصيغة المفصّلة لكلّ المعادلات الكيميائيّة المُعبّر عن التفاعلات الآتية:



رابعاً: حلّ المسألتين الآتيتين:

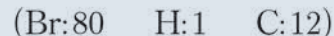
المسألة الأولى:

يتفاعل 0.84 g من ألكن A مع 3.2 g من البروم وفق المعادلة الآتية:



المطلوب:

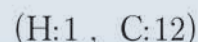
1. حدّد نوع التفاعل.
2. احسب الكتلة المولية للألكن، ثمّ استنتج صيغته المُجمّلة.



المسألة الثانية:

نريد تحضير 0.01 mol من غاز الإيتن بنزع ذرتي هيدروجين من جزيء إيتان بوجود حفّاز من النحاس في الدرجة 800°C. المطلوب:

1. اكتب المعادلة الكيميائيّة المُمثّلة لهذا التفاعل.
2. احسب كتلة وحجم غاز الإيتان اللازم مقاساً في الشّرطين التّظاميين.



تفكير ناقد



اكتب الصيغة النصف منشورة للمركب: 2،3-ثنائي كلورو بوتن 2- ثم اكتب المتصاوغات الفراغية لهذه المركب محدداً اسم كل منها

أبحث أكثر



يدخل البروبن في صناعات عديدة منها صناعة مواد أولية لصناعة المطاط ابحث في ذلك مستعينا بالشابكة

4

الألكينات



يُعدُّ غاز الاستلين C_2H_2 من الألكينات، حيثُ يُستفادُ من حرارة احتراقه في لحام المعادن

الأهداف:



- * يتعرَّفُ الألكينات
- * يستنتج الصيغة العامة للألكينات.
- * يُسمِّي الألكينات وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC.
- * يتعرَّفُ بعض الخصائص الفيزيائية للألكينات.
- * يتعرَّفُ بعض الخصائص الكيميائية للألكينات.
- * يتعرَّفُ بعض استخدامات الألكينات.
- * يتعرَّفُ بعض تفاعلات البنزن.

الكلمات المفتاحية:



- * ألكينات.
- * البنزن.

الألكينات (الاستيلينات)

هي مركّبات هيدروكربونية غير مُشَبَّعة، تميّزُ بوجود رابطة مُشترَكة ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون متتاليتين $-C \equiv C-$ ، وصيغتها العامة C_nH_{2n-2} ، وأبسط أفرادها الإيتينين $HC \equiv CH$ ويُعرَف بالإستلين.

تسمية الألكينات بحسب نمط IUPAC

لتسمية الألكينات غير المُتفرّعة نتبع الخطوات التالية:

1. نرقم ذرات الكربون في السلسلة بدءاً من الطرف القريب للرابطة المُشترَكة الثلاثية.
2. نكتب اسم الألكان الموافق، ثم رقم ذرة الكربون التي تبدأ عندها الرابطة الثلاثية.
3. نستبدل المقطع (آن) في نهاية الألكان بالمقطع (ين) كما في الأمثلة التالية:

${}^4CH_3-{}^3CH_2-{}^2C \equiv {}^1CH$	${}^3CH_3-{}^2C \equiv {}^1CH$
بوتين-1	بروبين-1
${}^1CH_3-{}^2C \equiv {}^3C-{}^4CH_2-{}^5CH_3$	
بنزين-2	

نشاط (1):

اكتب الصيغة نصف منشورة للمركّب: 3-متيل البنزين-1

الخصائص الفيزيائية للألكينات:

تشابه الألكينات مع كلٍّ من الإلكينات والألكانات في بعض الخصائص كما يتّضح من الجدول التالي:

اسم المركّب	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الكتلة الجزيئية	درجة الانصهار C°	درجة الغليان C°
إيتين	C_2H_2	$HC \equiv CH$	26	-82	-84
بروبين	C_3H_4	$HC \equiv C-CH_3$	40	-101.5	-23.2

1. تزداد درجة الغليان بازدياد الكتلة الجزيئية للمركّب.
2. جميع الألكينات لا تذوبُ بالماء، ولكنها تذوبُ في المذيبات العضوية (غير القطبية).

نشاط (2):

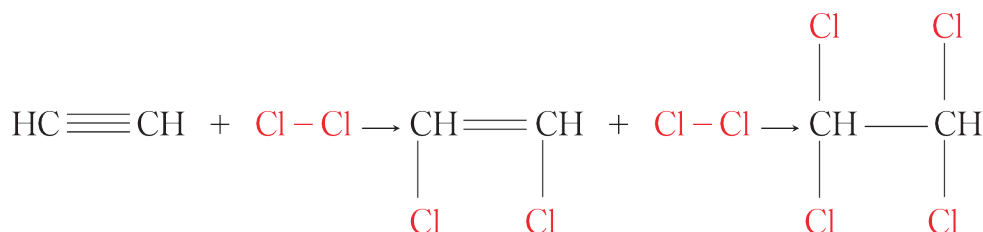
ما الحالة الفيزيائية للبروبين في درجة حرارة الغرفة؟

الخاصيات الكيميائية للألكينات

ستقتصر الأمثلة على تفاعل غاز الإيتين (الإستلين).

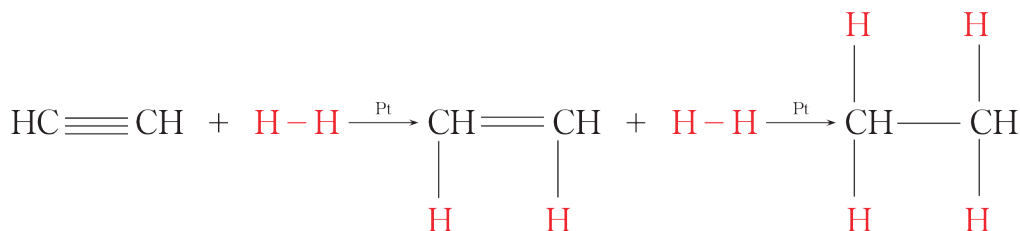
ضم الهالوجينات:

تتفاعل الألكينات مع الهالوجينات، مثل الكلور Cl_2 أو البروم Br_2 المذاب في رباعي كلور، لتعطي هاليدات الألكيل الموافقة، ويتوقف نوع الناتج على كمية الهالوجين في التفاعل كما هو موضح بالمعادلة التالية:



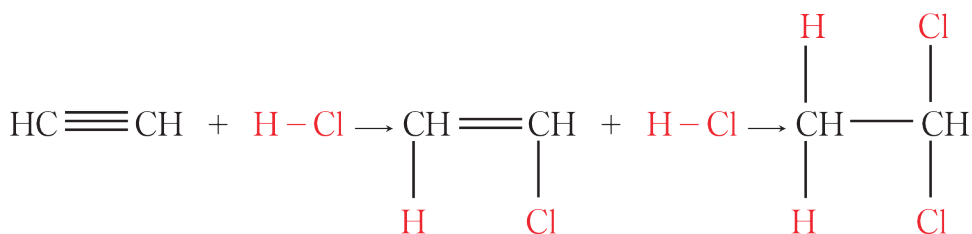
ضم الهيدروجين:

بتفاعل غاز الاستلين مع غاز الهيدروجين في وجود عامل حفاز، مثل البلاتين Pt أو البلاديوم Pd، ليكون الإيتان وهذا تفاعل ناشر للحرارة.



ضم هاليدات الهيدروجين:

يتفاعل غاز الاستلين مع غاز هاليد الهيدروجين HBr, HCl بالطريقة نفسها المثبتة مع الإلكينات.



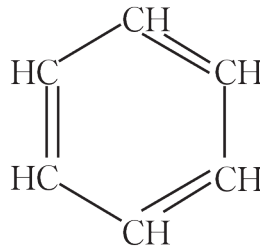
أهمية غاز الإستلين

1. يُستخدم غاز الإستلين في صناعة المطاط الصناعي .
2. يحترق غاز الإستلين في جوّ من الأكسجين احتراقاً تاماً مُعطيّاً لهبَ الأكسي إستلين الذي يُستخدم في لحام وقطع المعادن مثل الحديد .

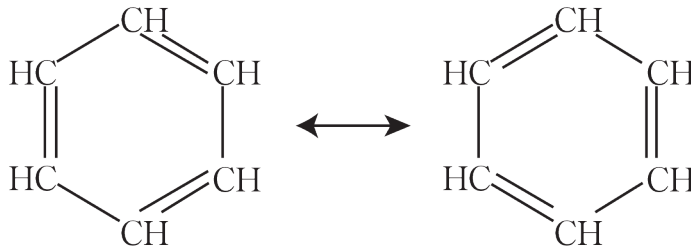
المركبات الهيدروكربونية الأروماتية (العطرية)

البنزن

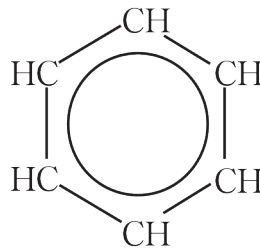
يتشكّل البنزن من حلقة تحتوي على ستّ ذرّات كربون، ترتبطُ مع بعضها البعض بروابط أحاديّة وتثنائية متناوبة وفق الشّكل الآتي:



يُمكنُ كتابة الرّوابط بين ذرّات الكربون في البنزن بأكثر من طريقة:



يُمكنُ التعبير عن البنزن بصيغة واحدة تجمعُ كلا الصيغتين:



وتُعرفُ هذه الظاهرة بالرّنين أو الطّنين.

المركبات الهيدروكربونية الأروماتية تسلك سلوكاً كيميائياً مختلفاً عن المركبات الهيدروكربونية الأليفاتية كالإلكينات، على الرغم من أن كلا المجموعتين تمتاز بوجود روابط ثنائية في تركيبها، ويُعزى هذا الاختلاف في السلوك الكيميائي إلى أن البنزن أكثر ثباتاً من الإلكينات بسبب ظاهرة الطنين.

الخصائص الفيزيائية للبنزن:

سائلٌ عديم اللون، له رائحة مميزة، وبخاره سامٌ ومُسِرطن، لا يذوب في الماء ولكنه يذوب في المذيبات العضوية مثل الإيثر والكحول. كثافته أقل من الماء، ودرجة غليانه 80.1°C ، ويتجمد عند 5.5°C على شكل بلورات بيضاء. يشتعل بلهبٍ ساطعٍ مُدخِّن كما يعتبر من المذيبات الهامة؛ لأنه يذيب كثيراً من المواد العضوية وبعض العناصر كاليود والفسفور.

نشاط (3):

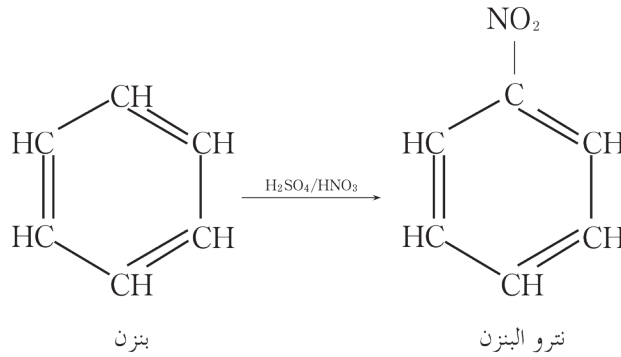
فسّر عدم ذوبان البنزن في الماء.

الخصائص الكيميائية للبنزن:

تفاعلات الاستبدال:

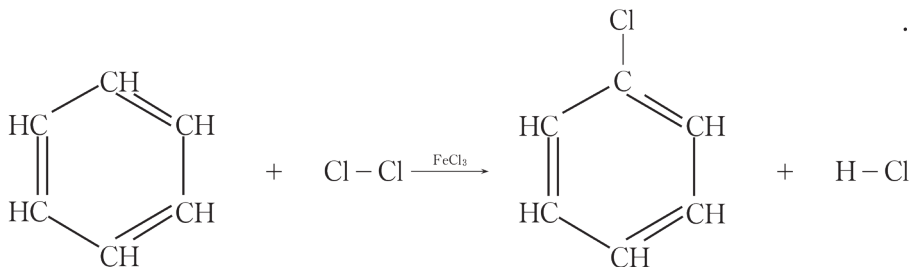
1. النترجة:

يُقصدُ بالنترجة استبدال ذرة هيدروجين من البنزن بمجموعة نيترو $-\text{NO}_2$ ، ويتم ذلك عن طريق معالجة البنزن بمزيج حمضي من حمضي الأزوت والكبريت المركزين، والذي يُعرف بالمزيج المُنترج وفق المعادلة الآتية:



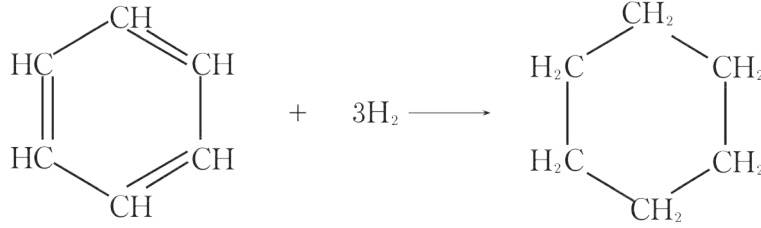
2. الهلجنة:

هي العملية التي يتم من خلالها استبدال ذرة هيدروجين من البنزن بذرة هالوجين، وعادة تكون Cl أو Br، ويتم ذلك عن طريق معالجة البنزن بالهالوجين في وجود ملح الحديد (III) كعامل حفّاز.



تفاعلات الضم:

يضم البنزن الهيدروجين مُشكلاً حلقي الهكسان.



نشاط (4):

فسر تفاعل البنزن تفاعلات ضم.

تعلمت

- الألكينات مُركّبات هيدروكربونية تتضمن رابطة مشتركة ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون متتالية وصيغتها العامة $\text{C}_2\text{H}_{2n-2}$
- درجة الغليان للمُركّبات الألكينية تزداد بازدياد الكتلة الجزيئية للمُركّب.
- الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات وتتفاعل بالضم.
- البنزن أبسط المُركّبات الهيدروكربونية الأروماتية، وهو يتكوّن من حلقة ذات روابط أحادية وثنائية مُتبادلة.
- أهم تفاعلات التبادل في البنزن هي النترجة - الهلجنة.

أختبر نفسي



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1. الألكين من المُركّبات الآتية هو:

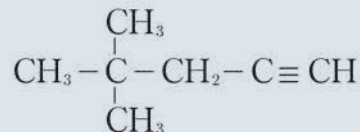
a. C_2H_6 b. C_3H_6 c. C_3H_4 d. CH_4

2. ينتج عن الاحتراق التام للإيتين (الإستلين) في الهواء:

a. ماء + ثنائي أكسيد الكربون.
 b. هيدروجين + ثنائي أكسيد الكربون.
 c. هيدروجين فقط.
 d. كربون فقط.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. اكتب اسم المُركّب الآتيين بحسب IUPAC:



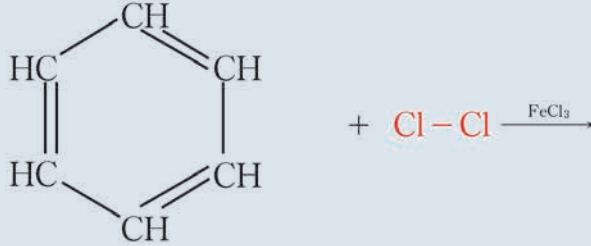
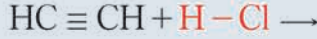
2. اكتب الصيغة نصف المنشورة لكل من المركبات الآتية:

3- كلورو-4، 4- ثنائي متيل الهكسين-1

3- متيل البنزين-1

3. اكتب الصيغة العامة للألكينات، ثم استنتج منها الصيغة المُجملة للمركب عندما $n = 2$ ، و $n = 3$ ، ثم اكتب اسم كل منهما والصيغة المنشورة.

ثالثاً: أكمل المعادلات الكيميائية المُعبر عن التفاعلات الآتية:



رابعاً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

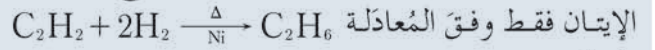
1. لاتنحل الألكينات في الماء.

2. يعد البنزين أكثر ثباتاً من الألكينات الموافقة ذات السلاسل المفتوحة.

3. يعدُّ البروبين مركباً غير مُشبع.

خامساً: حل المسألة الآتية:

يتفاعل 5.2 g من غاز الإيتين (الإستيلين) مع كمية كافية من غاز الهيدروجين بوجود حفاز مناسب، ويتكوّن



المطلوب حساب:

— عدد مولات غاز الهيدروجين المتفاعل. — حجم غاز الإيتان المتكوّن. — كتلة غاز الإيتان المتكوّن.

علماً بأن حجوم الغازات مقيسة في الشّرتين النظاميين.

(C:12, H:1)

تفكير ناقد



يقوم البنزين بتفاعلات الاستبدال بشكل أكبر من تفاعلات الظم، بينما تقوم الألكينات بتفاعلات الظم بشكل أكبر من تفاعلات الاستبدال مع العلم أن كلا المركبين يحتويان على روابط مضاعفة؟

أبحث أكثر



يعد الاستلين من المركبات الهامة صناعياً
ابحث في الشبكة أو في مكتبة مدرستك عن طرائق اصطناع الاستلين.

5 النّفط والغاز الطّبيعيّ



الأهداف:

- * يتعرّف منشأ النّفط.
- * يفهمُ مكوّنات النّفط.
- * يشرحُ تصفية النّفط.
- * يحدّد استخدامات مُشتقّات النّفط.

الكلمات المفتاحية:

- * النّفط.
- * الغاز الطّبيعيّ.
- * التقطير التجزيئيّ.

تراكمت بقايا الكائنات الحيّة منذُ ملايين السنين في البحار والمُحيطات، واستقرّت في القاع، وتجمّعت فوقها الرّواسبُ والطّمي بوجود الضّغط والحرارة العالية وعدم وجود الأكسجين اللازم لتحلّلها، تفكّكت الموادّ العضويّة إلى مركّبات هيدروكربونيّة أُطلقَ عليها اسم النّفط.

نشاط (1):



- ما مصدرُ الغاز المنزلي ووقود السيارات والحافلات والطائرات والسفن والمصانع؟
- ما الوقود اللازم لتوليد الكهرباء في المحطات الحرارية؟
- من أين نحصلُ على الرّفْت المُستخدَم في تعبيد الشوارع؟
- لماذا سُمِّي النّفط بالذهب الأسود؟

تصنيف النّفط

- يُمكنُ تصنيف النّفط بحسب الخصائص الفيزيائية والكيميائية إلى ثلاثة أصناف:
 1. النّفط الخفيف ذي أساسٍ بارفيني: الذي يحتوي على نسبة عالية من الألكانات.
 2. النّفط الثّقيل ذي أساسٍ أسفَلتي: الذي يحتوي على نسبة عالية من الزيوت ثقيلة.
 3. النّفط المُختلط: الذي يحتوي على كلا النوعين السابقين بنسبٍ مُتقاربة.
- كما صُنّف بحسب ما يحتويه من الكبريت إلى:
 1. نّفطٍ ذي محتوى كبريتيّ عالٍ: نسبة الكبريت فيه أكثر من 3% وزناً.
 2. نّفطٍ ذي محتوى كبريتيّ مُتوسّط: نسبة الكبريت فيه أقلّ من 3% وأكبر من 1% وزناً.
 3. نّفطٍ ذي محتوى كبريتيّ مُنخفض: نسبة الكبريت فيه أقلّ من 1% وزناً.

إثراء: ★

يتمّ تنقية النّفط المُستخرَج قبلَ عمليّة التّقطير لأنّ وجودَ بخار الماء يؤدي إلى حدوث انفجار في برج التّقطير، أمّا الأملاح فتسبّب تآكل الحديد المصنوع منه البرج.

تكرّر النّفط

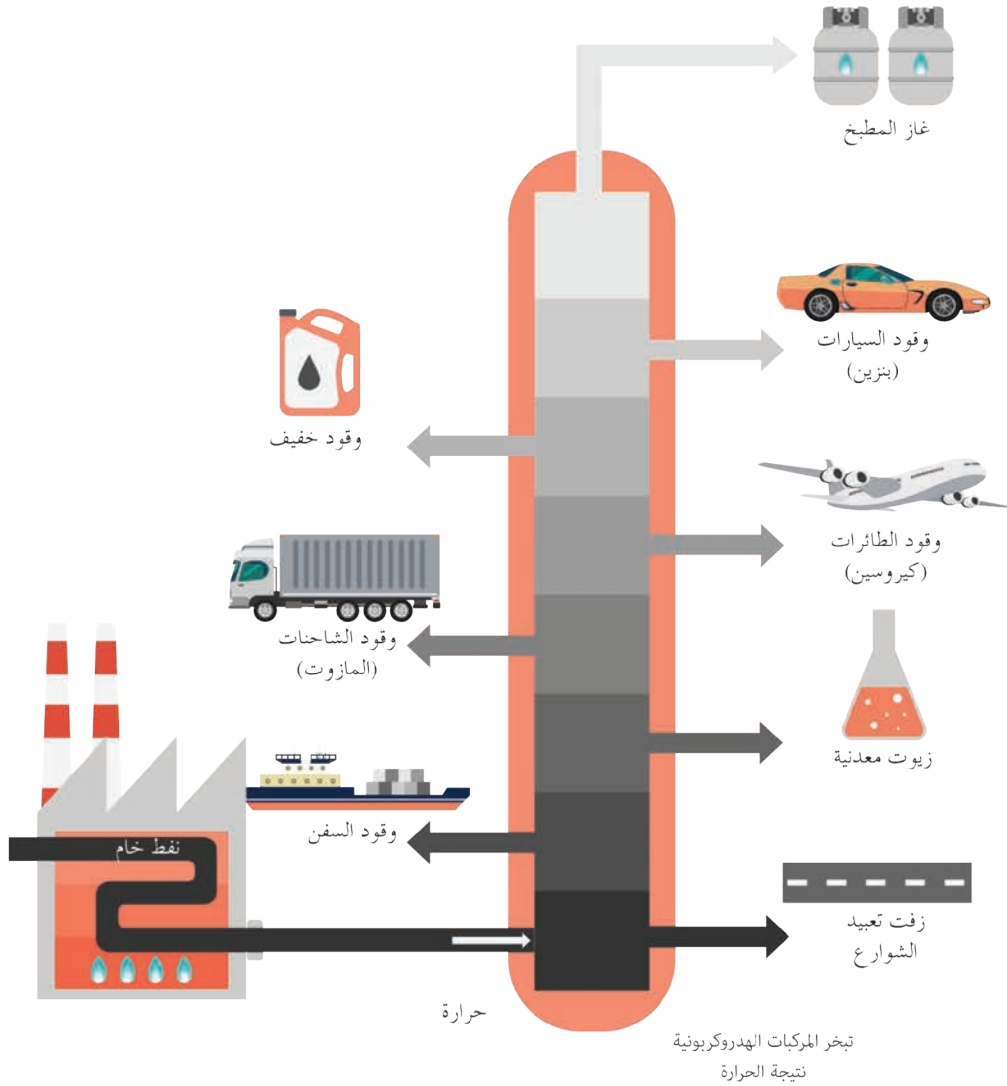
نشاط (2):

هل يُمكنُ استخدام النّفط مُباشرة بعد استخراجِه؟

يحتوي النّفط المُستخرَج على غازاتٍ ذائبة إضافة للماء والأملاح والمركّبات الكبريتية التي تُشكّلُ ضرراً على المُعدّات في حال استخدامه، لذلك يُمّرُّ بعدة مراحل لعزل الغاز والتخلّص من المركّبات المُنحلة فيه قبلَ تقطيره.

يتمّ التّقطير التّجزئيّ للنّفط على الشّكل:

1. تسخين النّفط ليتحوّل معظمُه إلى بخارٍ ويبقى جزءٌ سائلٌ يترسب في قاع البرج.
2. يوجّه البخار إلى مُكثّف بدرجّة حرارةٍ مُحدّدة تعملُ كوسيلة تبريدٍ وتبخيرٍ في أنٍ واحدٍ معاً، حيثُ تتكاثفُ عليها الزيوت الثّقيلة ذات درجاتِ الغليان المُرتفعة بينما تتبخّرُ المركّبات الخفيفة ذات درجاتِ الغليان المُنخفضة.



ليتابع الغاز نحو مُكثِّفٍ آخر بدرجة حرارة أقلّ وهكذا.... كما في الشكل الآتي:
نشاط (3):

اعتماداً على الشكل السابق:
أذكر أهم المشتقات النفطية الناتجة عن برج التقطير التجزيئي، وأهم استخداماتها.

الغاز الطبيعي

يتكوّن الغاز الطبيعي في ظروفٍ مُشابهة لتلك التي يتشكّل عندها النفط.

مُكوّنات الغاز الطبيعي:

مزيجٌ من المُركّبات الهيدروكربونية، تحوي من 1 إلى 4 ذرات كربون تكون نسبة الميثان فيه ما بين 70% إلى 100%.

بعض استخدامات الغاز الطبيعي:

- منزلياً، في الطبخ، والتدفئة، وتسخين الماء.
- في محطات توليد الكهرباء.
- في الصناعات الكيميائية.

تعلمت

- يتشكّل النّفط من بقايا الكائنات الحيّة
- يُمكنُ تصنيف النّفط بحسب الخصائص الفيزيائيّة والكيميائيّة إلى ثلاثة أصناف:
 1. النّفط الخفيف: الذي يحتوي على نسبة عالية من الألكانات.
 2. النّفط الثّقيل: الذي يحتوي على نسبة عالية من الزيوت ثقيلة.
 3. النّفط المُختلط: الذي يحتوي على كلا النوعين السّابقين بنسبٍ مُتقاربة.
- يصنّف النّفط بحسب ما يحتويه من الكبريت إلى نّفط ذي محتوى كبريتي (عالٍ، مُتوسّط، مُنخفض).
- تتحوّل بقايا الكائنات الأوليّة بعدَ مئات السنين من الزّمن نتيجة الضّغط والحرارة تحت الطّبقات الرّسوبيّة إلى غازٍ طبيعيّ.

أختبر نفسي



أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. صنّف النّفط بحسب الخصائص الفيزيائية الى عدّة أصناف، ما هي؟ قارن بينها.
2. كيف يتشكّل النّفط؟ ولماذا يعدُّ من أنواع الطّاقة غير المتجدّدة.
3. فسّر ما يلي:
 - a. تحوّل بقايا الكائنات الأوليّة الى غازٍ طبيعيّ.
 - b. تسمية النّفط بالذهب الأسود؟
4. اشرح آليّة التقطير التجزيئيّ.

أبحث أكثر



ابحث في الشّابكة، عن أنواع الموادّ المُنبعثّة من مصافي النّفط وكيف يُمكنُ تقليل ضررها لحماية البيئة؟

أسئلة الوحدة

السؤال الأول: اربط المفاهيم الآتية لتكوين خارطة مفاهيم مناسبة:

الألكين

المركبات العضوية

روابطها مشتركة أحادية فقط

هدروكربونية مشتقة

تحتوي رابطة مشتركة ثلاثية

الألكان

الألكين

هدروكربونية

تحتوي رابطة مشتركة ثنائية

السؤال الثاني: اكتب كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة في كل مما يلي :

1. تتفاعل الألكانات تتفاعل ضم.
2. الألكينات مُركَّبات هيدروكربونية تحتوي على رابطة ثنائية بين ذرتي كربون متتاليتين.
3. البوتان هو مُركَّب غير مُشبع يحتوي على 4 ذرات كربون.
4. الصيغة الجزيئية C_4H_{10} يُمكنُ تمثيلها بثلاث صيغ منشورة.
5. درجة غليان المُركَّب هبتين -1 أقل من درجة غليان المُركَّب أوكتين -1.

السؤال الثالث: اختر الإجابة الصحيحة:

1. الهدروكربون الذي ينتمي إلى الألكينات من المُركَّبات الآتية هو:

- a. C_4H_6 b. C_5H_8 c. C_4H_8 d. C_4H_{10}

2. الصيغة العامة التي ينتمي إليها المُركَّب C_5H_8 :

- a. C_nH_{2n+1} b. C_nH_{2n} c. C_nH_{2n-2} d. C_nH_{2n+2}

3. عدد الروابط المشتركة الأحادية في المُركَّب ذي الصيغة الكيميائية C_3H_8 هي:

- a. 6 b. 8 c. 10 d. 12

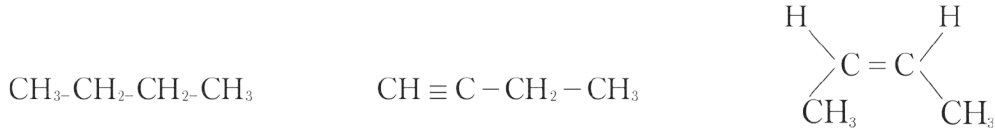
4. المُركَّب ذو درجة الغليان الأعلى من المُركَّبات الآتية هو:

- a. $CH_3CH_2CH_3$ b. $CH_3CH_2CH_2CH_3$ c. C_3H_4 d. CH_4

5. يزيد عدد ذرات الهيدروجين في حلقي الهكسان عن عددها في البنزن بـ:

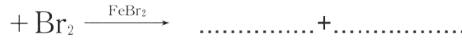
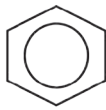
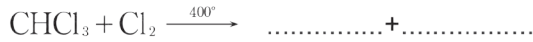
- a. أربع ذرات b. ثمان ذرات c. ست ذرات d. ذرتين

السؤال الرابع: ارسم متصاوفاً واحداً لكل مُركَّب من المُركَّبات الآتية مُحدداً نوع التصاوغ:



السؤال الخامس: هل تُعدُّ الصيغة 3-متيل بوتان صحيحة؟ فسر إجابتك.

السؤال السادس: أكمل المعادلات الآتية:



السؤال السابع: لديك المُركَّبات الهدروكربونية الآتية:

- 2,2-ثنائي متيل بروبان. 3,2-ثنائي متيل بوتن-1. 4-متيل بنتين-2.

المطلوب:

1. اكتب الصيغة نصف المنشورة لكل منها.
2. حدّد نوع ذرات الكربون فيها (أولية - ثانوية - ثالثة).
3. حدّد نمط تهجين كل ذرة كربون.

مشروع النفط والغاز الطبيعي

يُعدّ النفط مصدراً أساسياً للطاقة غير المتجدّدة، فضلاً عن أنّه يحتوي على عددٍ كبيرٍ من الموادّ الأولية التي تقومُ عليها الصناعات البتروكيميائية.

هدف المشروع

التعرّف إلى النفط والغاز والصناعات البتروكيميائية في سورية.

مراحل المشروع

أولاً - التخطيط:

1. يتعرّف إلى منشأ النفط والغاز الطبيعي.
2. يتعرّف إلى طرائق تكرير النفط والغاز.
3. يتعرّف إلى أهمية النفط الاقتصادية والاستراتيجية كمصدرٍ للطاقة والموادّ الأولية.
4. يبحث في طرائق معالجة فضلات الصناعات البتروكيميائية والحدّ من أثارها السلبية.

ثانياً - التنفيذ

- تقسيم الطلاب إلى أربع مجموعاتٍ.

- المجموعة الأولى: تبحث في أصل النفط.
- المجموعة الثانية: تبحث في تكرير النفط والغاز.
- المجموعة الثالثة: تبحث في أهمية النفط كمصدرٍ للطاقة والموادّ الأولية.
- المجموعة الرابعة: تبحث في مشكلة فضلات الصناعات البتروكيميائية والاستفادة الأمثل منها، بحيث تتمّ عملية المحافظة على البيئة.

ثالثاً - التقويم:

تبادل المعلومات بين المجموعات ومناقشتها، وتسليم نسخة ورقية أو إلكترونية حول البحث خلال مدّة خمسة عشر يوماً.

1 الموادّ الأوليّة وتقنيات التصنيع



الأهداف:

- * يميّز بين الموادّ الأوليّة الطبيعيّة والصناعيّة.
- * يتعرّف طرائق تصنيع الموادّ الأوليّة.
- * يتعرّف تقنيات التصنيع الصناعيّ للموادّ الرئيسيّة ذات الاستخدام الشائع.
- * يتعرّف طرائق تصنيع بعض المنتجات الصناعيّة (أسمدة، إسمنت، زجاج).

الكلمات المفتاحية:

- * المادّة الأوليّة.
- * النّشادر.
- * حمض الآزوت.
- * الأوليوم.
- * الأسمدة الأزوتية.
- * الأسمدة الفوسفورية.
- * إسمنت.
- * زجاج.

تهتمّ الجمهوريّة العربيّة السّوريّة بالحرف، ومنها صناعة الفخّار الذي يدخل في صناعته الطين والرّمْل وبعض الفخّار القديم كموادّ أوليّة، ويلوّن بأكاسيد المعادن.

المواد الأولية

نشاط (1):

لديك المواد الأولية الآتية:

حمض الكبريت - القطن - هيدروكسيد الصوديوم - الحجر الكلسي - الرمل - الخشب
المطلوب:

صنّف هذه المواد إلى مواد أولية طبيعية أو صناعية.

نتيجة:

المواد الأولية هي إما مواد طبيعية أو مواد تحضّر صناعياً.

إثراء:



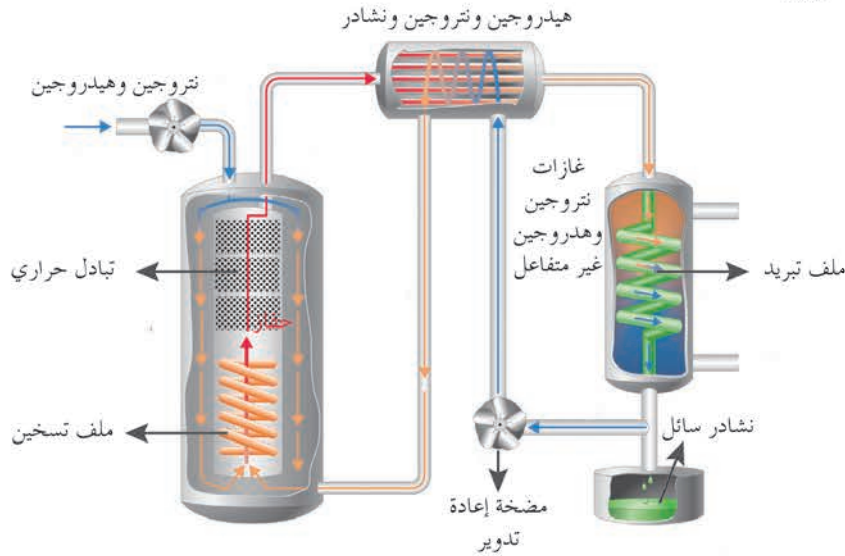
اشتهر السوريون منذ القدم بصناعة الصابون، حيث يصنع في مدينة حلب نوع من الصابون يسمى صابون الغار مواده الأولية، هي زيت الزيتون وهيدروكسيد الصوديوم بشكل أساسي وكمية قليلة من زيت الغار.

طرائق التحضير الصناعي لبعض المواد الأولية:

١- صناعة النشادر (طريقة هابر - بوش):

نشاط (2):

ألاحظ المخطط وأجيب:



- حدّد الموادّ الأولية التي تدخل في تحضير غاز النشادر.
- بيّن دور كلّ من ملفّ التبريد والحفّاز.

أستنتج:

- يتفاعل غازا النتروجين والهيدروجين بنسبة 3:1 على التوالي، عند الدرجة 475°C ، وتحت الضّغط 300 atm ، بوجود حفّاز أكسيد الحديد III المنشّط ببعض أكاسيد المعادن مثل أكسيد الألمنيوم. يلاحظ أنّ نسبة النشادر تزدادُ بازدياد الضّغط وانخفاض درجة الحرارة.

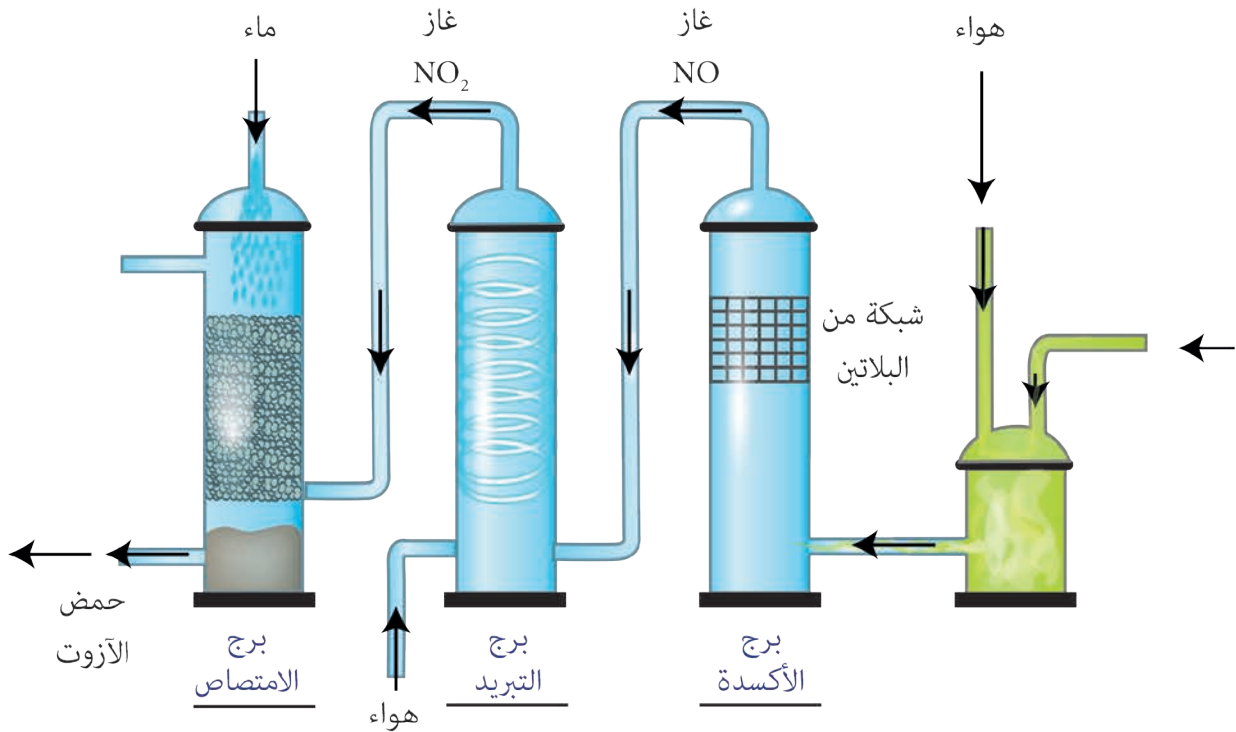
نشاط (3):

أكتب معادلة تفاعل تحضير النشادر، هل يعدّ التفاعل تاماً أو عكوساً؟

2- صناعة حمض الآزوت:

نشاط (4):

ألاحظ الشكل وأجيب:



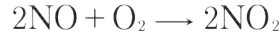
- حدّد الموادّ الأولية التي تدخل في تحضير حمض الآزوت.
- حدّد الغاز المنطلق من برج الأكسدة.
- أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحادث في برج التبريد.
- أصفّ ما يحدث في برج الامتصاص.

أستنتج:

1. يدفَع خليطٌ من الهواء وغاز النشادر في برج خاص، فيه شبكة من البلاتين (عامل مُساعد)، ويسخَنُ إلى الدرجة 900°C ، فيتأكسدُ غازُ النشادر بالأكسجين إلى أكسيد النتروجين NO وفق المعادلة:



2. يبردُ المزيجُ الغازي المُتشكّل بسرعةٍ حتى لا يتفككُ الأكسيد المُتشكّل في برج خاصّ بوساطة تيارٍ من الهواء، حيثُ يتحوّلُ الأكسيد NO إلى NO_2 وفق المعادلة:



3. ينحلّ NO_2 بالماء ويتشكّلُ حمضُ الأزوت وفق المعادلة:



تعادُ أكسدة NO الناتج عن التفاعل إلى NO_2 مُعطيًا حمضَ الأزوت من جديد. هذه الطريقة مردودها من محلول حمض الأزوت بتركيز 68%، أمّا حمضُ الأزوت المُدخّن 98% فيحضّر من انحلال NO_2 في محلول حمض الأزوت المُمدّد والسّاخن بوجود الأكسجين وتحت ضغطٍ مُعيّن.

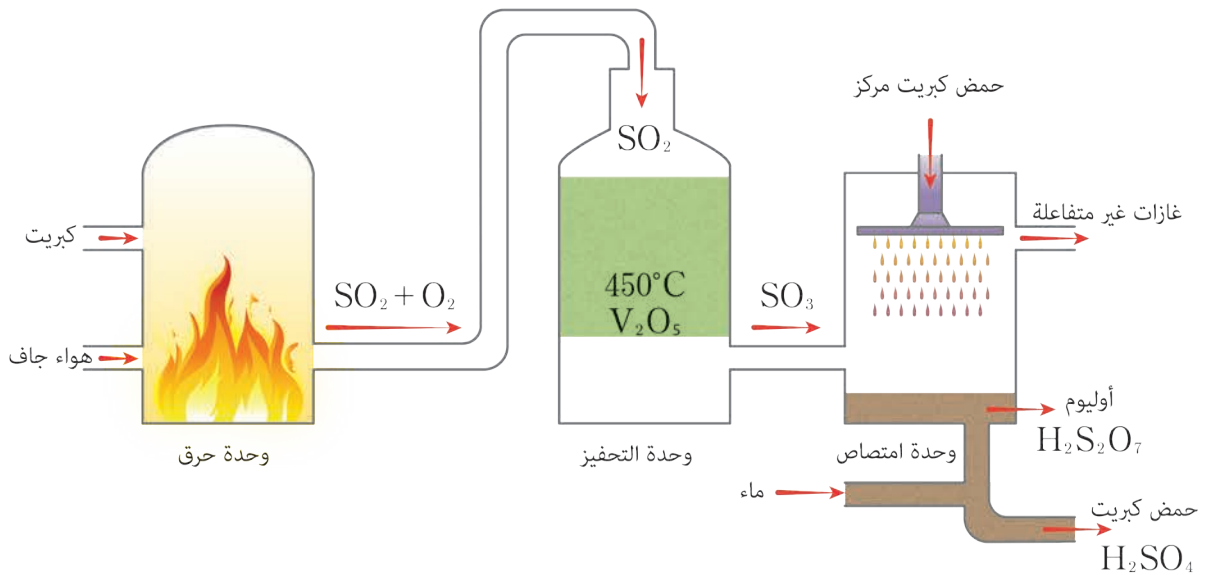
نشاط (5):

ما وظيفة كلٍّ من (شبكة البلاتين، برج التبريد) عند تحضير حمض الأزوت؟

3- صناعة حمض الكبريت:

نشاط (6):

ألاحظُ المُخطّط وأجيبُ:

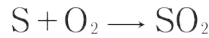


- أحدّد الموادّ الأوليّة التي تدخل في تحضير حمض الكبريت.
- أحدّد الغاز المُنتج من برج التّحويل (وحدة التّحفيز).
- أعبرُ بمعادلة كيميائيّة عن تفاعل تحضير الأليوم.

أستنتج:

يحضّر حمض الكبريت من الكبريت كمادّة أوليّة وفق المراحل الآتية:

1. يُدخل الكبريت مع تيار من الهواء الجاف إلى وحدة الحرق فيتأكسد معطياً غاز ثنائي أكسيد الكبريت وفق المعادلة:



2. تمرّر الغازات إلى برج التّحويل المحتوي على حفّاز أكسيد الفناديوم ليتأكسد غاز ثنائي أكسيد الكبريت إلى ثلاثي أكسيد الكبريت في درجة حرارة مُعيّنة وفق المعادلة:



3. يُمتصّ غاز SO_3 بواسطة حمض الكبريت المُركّز المُضاف لينتج الأليوم $H_2S_2O_7$



4. يُضاف الماء إلى الأليوم فنحصل على حمض الكبريت وفق المعادلة:



5. تنطلق الغازات غير المتفاعلة من فتحة أعلى البرج.

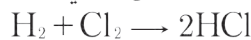
نشاط (7):

ما التفاعل الحادث في كلّ من وحدتي التّحفيز والامتصاص؟

4- صناعة حمض كلور الماء:

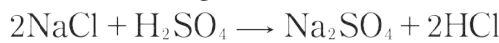
يحضّر حمض كلور الماء بعدة طرائق منها:

1. الاتحاد المُباشر بين الكلور والهيدروجين وفق التفاعل الآتي:



يُذاب غاز كلوريد الهيدروجين بالماء للحصول على الحمض بتركيز مُعيّن.

2. تفاعل أملاح الكلوريدات مع حمض الكبريت. مثال: تفاعل كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريت وفق ما يأتي:



يُذاب غاز كلوريد الهيدروجين بالماء للحصول على الحمض بتركيز مُعيّن.

نشاط (8):

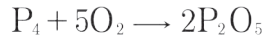
يحضّر كلوريد الأمونيوم من تفاعل حمض كلور الماء مع غاز النّشادر. أكتب المعادلة المُعبّرة عن التفاعل بشكلٍ موزون.

جابر بن حيان من علماء العرب يعدّ أول من فصل الذهب عن الفضة بواسطة الحمض وشرح عملية تحضير وتنقية بعض المعادن. يعدّ أول من حضّر حمض الكبريت بتقطير مادة الشبّ وحمض الأزوت، وحضّر حمض كلور الماء وسمّاه روح الملح.

5- صناعة حمض الفوسفور بالطريقة الحرارية:

تتمّ وفق المراحل الآتية:

1. تعتمد على إرجاع فلزات الفوسفات إلى فوسفور بواسطة الكربون.
2. يؤكسد الفوسفور الناتج بالأكسجين في درجات الحرارة العالية متحولاً إلى خماسي أكسيد الفوسفور.



3. يمتصّ خماسي أكسيد الفوسفور الماء، ويتشكّل حمض الفوسفور.



طرائق صناعة بعض المنتجات الكيميائية

صناعة الأسمدة:

نشاط (9):

- ما أهمّ العناصر التي تحتاجها النباتات؟
- كيف نعوض نقص العناصر الأساسية في التربة اللازمة لنموّ النباتات؟

الأسمدة الفوسفاتية:

يساهم الفوسفور في نموّ التّبات والمزروعات، ومن أهمّ أنواع الأسمدة الفوسفاتية:

1. السوبر فوسفات: وهو عبارة عن حبيبات تحتوي فوسفات أحادية الكالسيوم مترافقة مع كبريتات الكالسيوم، ويُعدّ من الأسمدة الرخيصة الثمن.
2. السوبر فوسفات المضاعف: وهو سماءً عالي التركيز يحتوي بشكل رئيس فوسفات أحادية الكالسيوم من دون كبريتات الكالسيوم كما يحتوي بعض فوسفات حديد، ألمنيوم، السيليكون.

نشاط (10):

أقارن بين السوبر فوسفات والسوبر فوسفات المضاعف من حيث مكوناته؟

تحضير الأسمدة الفوسفاتية صناعياً:



تتمُّ بطريقتين :

1. تحضير السّماذ بمعالجة فلزّات فوسفات ثلاثي الكالسيوم بحمض الكبريت، حيثُ يتشكّل فوسفات أحادي الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم الضّارة بعملية التّحضير.
2. تحضير السّماذ بمعالجته فلزّات فوسفات ثلاثي الكالسيوم بحمض الفوسفور، حيثُ يتشكّل فوسفات أحادي الكالسيوم.

نشاط (11):

برأيك أيُّ طريقةٍ أفضل في صناعة السّماذ الفوسفاتي، ولماذا؟

تحضير الأسمدة الآزوتية صناعياً:



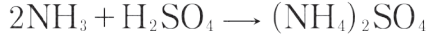
أهم أنواع الأسمدة الأزوتية :

1. اليوريا $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$: تُحضّر من تفاعل الأمونيا مع ثنائي أكسيد الكربون وفق المعادلة :



2. كبريتات الأمونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:

تُحضّر من تفاعل حمض الكبريت مع الأمونيا تحت ضغط مُنخفض واسترداد البلورات بواسطة طارد مركزي أو مرشح وفق المعادلة :



3. نترات الصوديوم NaNO_3 : استعملت كسماد جيد للقطن والتبغ.

وجدت في تشيلي بشكل مادة خام، تمّ سحقها وطحنها، ثمّ ترشح في أوعية مُعيّنة بعد الغسل . يؤخّذ الناتج عن الترشيح ليبرّد في وحدات خاصة، فيترسّب نترات الصوديوم البلورية .

4. نترات الكالسيوم : ينتج من تفاعل حمض الأزوت مع كربونات الكالسيوم وفق المعادلة:



يجب حماية هذا السماد لأنّه يمتصّ الرطوبة لذلك يخلط مع موادّ كارهة للماء، وعادةً يُمزج مع نترات الأمونيوم.

إثراء: ★

تُجمّع الأغذية التالفة والمُنتهية الصّلاحية لمعالجتها، ولصنع الأعلاف والأسمدة منها. كلُّ ذلك يدلُّ على تقدّم المُجتمع، حيثُ إنّ مُستقبله يتوقّف على مدى التطوّر العلميّ فيه ولاسيّما في مجال الكيمياء.

صناعة الإسمنت:



اكتشف الإنسان أنواعاً من الصخور تتصلّب عند إضافة الماء له واعتمده في البناء، وكان النّواة لصناعة الإسمنت، وأصل كلمة إسمنت في المصطلح اللاتيني يعني المُقطع الحجريّ.



المواد الأولية في صناعة الإسمنت:

تُقسَم المواد الأولية إلى قسمين هما:

1. الغضار، حبيبات تحوي بشكل رئيسي سيليكات الألمنيوم المائية، وقد يحتوي أيونات الألمنيوم أو الحديد أو... بدلاً من أيون السيليكون، مما يؤدي إلى اختلاف في خاصيات ولون الغضار.
2. الكلس (كربونات الكالسيوم).

مراحل صناعة الإسمنت :

تتم صناعة الإسمنت وفق المراحل التالية :

1. تكسير المواد الأولية وسحقها وتجفيفها.
2. خلط المواد الأولية بنسبٍ مُعيّنة.
3. تسخين المزيج في أفران بالدرجة تتراوح بين $1400^{\circ}\text{C} - 1600^{\circ}\text{C}$ ويُسمى الخليط الناتج كلنكر.
4. يُمزج الكلنكر بعد تبريده مع كمية صغيرة من مادة مُبطئة للتصلب كالجص.
5. يُسحق المزيج من جديد للحصول على الإسمنت.
6. يُخزّن في مستودعاتٍ لمدّة لا تقلّ عن عشرة أيام .
7. يُمكن الحصول على عدّة أنواع من الإسمنت من خلال تغيير نسب المزج وإضافة موادّ أخرى.

نشاط (13):

أميّز بين الإسمنت والكلنكر؟

صناعة الزجاج :

اكتشف الفينيقيون الزجاج عندما أضرّم بعض بحارتهم النار فوق رمال الشاطئ، فتشكّلت كتلة زجاجية على الرمال نتيجة الحرارة، وتطوّرت فكرة هذه الصناعة، حيث اشتهر الدمشقيون بهذا الفن، وهذا ما يبدو واضحاً بالسيف الدمشقي الموضوع في ساحة الأمويين.

المواد الخام المُستخدمة في صناعة الزجاج :

يُستخدم في صناعة الزجاج المواد الخام الآتية:

1. رمل السيلكا الذي يحتوي أكسيد السيلكون.
2. كربونات الصوديوم.
3. الحجر الكلسي.
4. قطع الزجاج الصغيرة التي تحتاج إلى إعادة تدوير (الكسارة).



إثراء:

يحتاج الزجاج إلى 4000 سنة ليتحلل، حيث يؤدي تراكمه إلى تلوث البيئة لذلك يُعاد تدويره، ويُستخدم في صنع القوارير والعلب الزجاجية الجديدة.



تحضير الزجاج صناعياً:

تمر صناعة الزجاج بعدة مراحل هي:

1. تُوزن المواد الأولية بنسبٍ مُعيّنة، ثم يتم مزجها، ثم تُنقل إلى الفرن ليتم صهرها، فتحوّل إلى عجينة.

2. تُشكّل العجينة بالشكل المطلوب بعدة طرق، كالتفخ والتشكيل الآلي مع مراعاة السرعة قبل أن يتحوّل الزجاج إلى الحالة الصلبة.

3. يبرد الزجاج المُشكّل بفرنٍ خاصّ عند الدرجة من $400 - 600^{\circ}\text{C}$ ، وتتم هذه العملية ببطء.

4. تصقل وتنظف قطع الزجاج بعد التبريد لتصبح جاهزة للاستخدام.

إثراء:

أنواع الزجاج:

نوع الزجاج	استخدامه
السيليكا المزججة	صنع العدسات والمواشير.
زجاج الكلس الصودي	صناعة الألواح الزجاجية والأواني.
الزجاج السائل	1- صناعة الدهانات السيليكاتية. 2- يستخدم في لصق أوراق الكرتون.
الزجاج الرصاص	صناعة زجاج الزينة والمصابيح.
زجاج البوروسيليكات	1- صنع الأجهزة المخبرية الكيميائية والصناعية. 2- صناعة أواني الطهي.
الزجاج الخاص (الملون - الفوسفوري - الشفاف - اللين - الزجاجي - زجاج الأمان)	أنواع مُتعددة من الاستخدامات

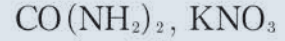
- المواد الأولية هي إما مواد طبيعية أو مواد تُحضّر صناعياً.
- غاز النشادر NH_3 يستخدم كمادة أساسية في صناعة الأسمدة الأزوتية واليوريا، يُحضّر صناعياً بطريقة هابر - بوش.
- حمض الأزوت يدخل في صناعة الأسمدة يُحضّر بأكسدة غاز النشادر بأكسجين الهواء، فيتكوّن أكسيد الأزوت NO_2 الذي ينحلّ بالماء مُعطياً حمض الأزوت.
- حمض الكبريت يُحضّر بأكسدة الكبريت بالهواء وبوجود حفّاز أكسيد الفناديوم يتشكّل غاز SO_3 ، الذي ينحلّ بحمض الكبريت المركّز مُشكّلاً الأوليوم، يضاف الماء إلى الأوليوم ليتشكّل حمض الكبريت.
- يُحضّر حمض كلور الماء بعدّة طرائق أبرزها: الاتحاد المُباشّر بين الكلور والهيدروجين.
- يُعدّ حمض الفوسفور من المواد الأولية المهمّة في صناعة الأسمدة الفوسفاتية . يُحضّر صناعياً بالطريقة الحرارية، حيثُ ترجعُ فلزّات الفوسفات بالكربون إلى فوسفور الذي يؤكسد مُعطياً P_2O_5 خماسي أكسيد الفوسفور الذي يمتصّ الماء مُعطياً حمض الفوسفور.
- الأسمدة هي مواد طبيعية أو مُصطنعة تُضاف إلى التربة لتمدّها بعنصر غذائي أو أكثر، وتعويض ما تفقده التربة من العناصر المُغذية للنبات وتزيدُ من خصوبة التربة. منها الأسمدة الأزوتية (اليوريا - كبريتات الأمونيوم - نترات الصوديوم - نترات الكالسيوم). منها الأسمدة الفوسفورية (السوبر فوسفات - السوبر فوسفات المُضاعف).
- الإسمنت مادة تُستخدمُ بالبناء، تُحضّر بسحق المواد الأولية (الغضار والرمل) وخلطها بالنسب المطلوبة، ثمّ تسخينها للحصول على الكلنكر الذي يُمزج بعد تبريده مع الجصّ، ويُسحق الناتج للحصول على الإسمنت .
- صناعة الزجاج: توزن المواد الأولية (الرمل - كربونات الصوديوم - الحجر الكلسي - الكسارة) بنسبٍ مُعيّنة، ثمّ يتمّ خلطها و تُنقل إلى الفرن ليتمّ صهرها وتحوّل إلى عجينة. لتشكّل بعدة طرائق كالنفخ والتشكيل الألي ثم يبردُ الزجاج المُتشكّل ببطءٍ في فرنٍ خاصّ عند الدرجة $400 - 600^\circ C$ ، ثمّ تُصقل قطع الزجاج وتُنظف لتصبح جاهزة للاستخدام.

أختبر نفسي



أولاً: أجب عن الأسئلة التالية :

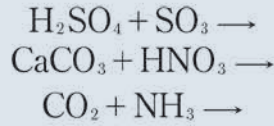
1. عدّد مراحل صناعة الإسمنت.
2. ما الموادّ الأوليّة التي تدخلُ في صناعة الرّجاج.
3. ما أهميّة الأسمدة للتربة الزراعيّة.
4. أيّ سماد تختاره لتسميد أرض فقيرة بالأزوت غنيّة بالبوتاسيوم من السّمادّين الآتيين:



ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي :

1. يُحفظُ سماد نترات الكالسيوم بمزجه بنترات الأمونيوم.
 2. يُستخدم حمض الكبريت في تجفيف الغازات.
 3. يُستخدم فوسفات أحاديّة الكالسيوم في الأسمدة الفوسفورية.
- ثالثاً: قارن بين السّوبر فوسفات و السّوبر فوسفات المضاعف من حيث التّركيز والحبيبات التي يحتويها السّماد

رابعاً: أكمل المعادلات الآتية، ثمّ وازنها:



خامساً: يتفاعل 5g من كربونات الكالسيوم مع حمض الكبريت المُمدّد. المطلوب :

1. اكتب المُعادلة الكيميائيّة بشكل موزون.
 2. احسب كتلة الراسب الناتج.
 3. احسب عددَ مولات الحمض المتفاعل .
 4. احسب حجمَ الغاز المُنتج في الشّرطين النّظاميين.
- (S:32 , H:1 , C:12 , O:16 , Ca:40)

تفكير ناقد



السّوبر فوسفات سماد غير مرغوبٍ فيه مقارنةً بالسّوبر فوسفات المضاعف، فسّر ذلك.

أبحث أكثر



- ابحث في مكتبة المدرسة و الشّابكة عن صناعة الأسمدة الكيميائيّة في سورية موضّحاً:
1. أنواع الأسمدة الكيميائيّة المُصنّعة .
 2. الأثار السّلبية لاستخدام الأسمدة الكيميائيّة في الزراعة.
 3. طرائق الاستفادة من الأسمدة الكيميائيّة في الزراعة .

2

المعادن والسبائك

الأهداف:

- * يتعرّف أشكال وجود بعض المعادن في الطبيعة ومصادرها.
- * يعرف عملية التعدين.
- * يشرح استخراج المعادن من خاماتها.
- * يتعرّف بنية السبائك.
- * يذكر بعض خصائص السبائك.

الكلمات المفتاحية:

- * التعدين.
- * السبائك.



عرف الإنسان منذ آلاف السنين المعادن التي تدخل في تركيب القشرة الأرضية، وتمكّن من استخراجها واستخدامها في صنع الأدوات والحلي، ومع التطور الواسع في الصناعة تطوّرت عمليات استحصال المعادن من باطن الأرض لتلبي احتياجات المصانع للمواد الأولية ولدعم اقتصاد الدول.

أشكال وجود بعض المعادن في الطبيعة:



عروق الذهب



بلاتين متركز في الصخر



فلز البوكسيت

نشاط (1):

- ما أهم المعادن التي توجد حرة في الطبيعة؟
- ما أهم المعادن التي توجد على شكل فلزات؟
- ما الأشكال التي تأخذها المعادن في القشرة الأرضية؟

أستخرج

- يوجد الذهب حراً في الطبيعة على شكل عروق أو مع الرواسب الطينية، وقد يوجد البلاتين متركزاً في التكوين الصخري.
- توجد بعض المعادن مثل الألمنيوم والحديد على شكل فلزات طبقية.

نشاط (2):

أفسر وجود الذهب والبلاتين بشكل حر في الطبيعة، بينما الألمنيوم والحديد يوجد على شكل مركبات.

إثراء: ★

يتكوّن الماء الملكي من مزيج من حمضي الأزوت وكلور الماء بنسبة 3:1، وسمي بالماء الملكي لقدرته على إذابة الذهب.

التعدين

للحصول على المعادن من خاماتها، لابد من القيام بمجموعة عمليات مترابطة تُدعى التعدين.

نشاط (3):

ما العمليات الأساسية في التعدين؟

أُستنتج:

يتضمَّنُ التعدين العمليَّات الآتية :

1. المُعالِجة الأولى:

تتضمَّنُ الحفْرَ وتجهيز كمّيات من الصّخور التي تحتوي على كمّيات كبيرةٍ ومُناسبةٍ من المعدن.

2. المُعالِجة الآلية والفيزيائية للفلزّات:

يُكسَّر الفلزُّ إلى قطع صغيرةٍ بآلاتٍ خاصّة، ثمَّ يمرُّ عليه تيارٌ مائيٌّ فيحمَلُ القسم الأكبر من الشوائب.

3. المُعالِجة الكيميائيّة للفلزّات:

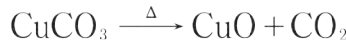
تهدفُ إلى الحصول على المعدن من مُركّباته وتختلفُ بحسب نوع الفلزّ.

1. الفلزُّ على شكل أكسيد: يرجع بفحم الكوك وبوجود الحرارة، كما في إرجاع أكسيد النحاس II.



2. الفلزُّ على شكل كربونات: يتمُّ على مرحلتين:

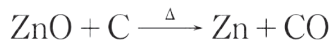
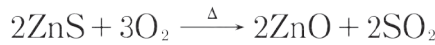
— تُسخَّنُ الكربونات مثل (كربونات النحاس II) بوجود فحم الكوك فتتفكَّك وفق المُعادلة الآتية:



ثم يرجعُ الأكسيد بعدها مُباشرةً بالكربون.

3. الفلزُّ على شكل كبريتيد معدن:

— يُشوى الفلزُّ لتحويله إلى أكسيد المعدن في أفرانٍ خاصّة، ثمَّ يرجعُ الأكسيدُ بعدها بالكربون، كما في تعدين الزنك من كبريتيد الزنك.



4. إرجاع الأكاسيد المعدنيّة بالألمنيوم:

يصعبُ إرجاع بعض المعادن بالكربون كالكروم والمغنيز، لذلك يُستعملُ الألمنيوم في استحصالها من أكاسيدها.



5. استحصال المعدن بالتحليل الكهربائي:

المعادن شديدةُ الفعاليّة كالصوديوم والألمنيوم يتمُّ استحصالها بالتحليل الكهربائي لمُركّباتها.



تنقية المعادن:

أصبحت الصناعات الحديثة بحاجة ماسة إلى المعادن بدرجة عالية من النقاء لتلبية متطلبات التكنولوجيا الحديثة

نشاط (4):

كيف يُمكن الحصول على المعدن بدرجة عالية من النقاء؟

أستنتج: تُحضّر المعادن على درجة عالية من النقاء بعدة طرائق، أهمّها:

1. التقطير التجزيئي: وتعتمد على الفرق بين درجة غليان المعدن ودرجة غليان شوائبه.
2. الانصهار المتبوع بالتبريد الجزئي (إعادة البلورة): وتعتمد على الفرق بين درجة تجمّد المعدن ودرجة تجمّد شوائبه، حيث يتم صهر المعدن المراد تنقيته، ثم يبرّد جزئياً فيتجمد جزء من المعدن الصّرف ويرسب في أسفل الوعاء، بينما تبقى الشوائب في الجزء السائل منه.
3. التنقية بنزع الشوائب: وتتم باستعمال معدن مُنصهر عديم الامتزاج بالمعدن المراد تنقيته، يقوم بدور المُحلّل للشوائب.

إثراء: ★

تعدين الذهب:

الذهب من أهم المعادن الثمينة الموجودة على سطح الأرض في الوقت الحالي، استُخدم كوحدة للتعامل التجاري و شراء البضائع في كثير من الأماكن، كما استُخدم في صناعة الحلبي والصناعات الإلكترونية المتطورة (صناعة المعالجات).



طرائق استخراج الذهب

تختلف طرائق استخراج الذهب بحسب نوع الرّواسب العالقة فيه ومنها:

1. طريقة الطّفو: وتكون بعد طحن خام الذهب وغربلته ومعالجته بالتعويم أو الطفو لفصله عن باقي المعادن.

2. طريقة السيانيد: تتم من خلال رشّ المادة الخام بمحلول السيانيد الذي يقوم بإذابة الذهب، ومن ثم يُمرّر على أعمدة تحتوي حبيبات الكربون ليرسب الذهب، وتعدّ هذه الطريقة الأفضل نظراً لكفاءتها في عملية الاستخلاص بنسبة 96%، ولكن كمية الملوّثات الضارة بالبيئة الناتجة عنها كبيرة، وكلفتها قليلة وبالإمكان إعادة تدوير الموادّ المُستخدمة في عملية الاستخراج مرّة أخرى.



3. طريقة الماء المالكي: تحتاج إلى علمٍ ومعرفةٍ بعملية ترسيب الذهب، وهي خطيرة نظراً للغازات المستخدمة فيها.
4. طريقة الزئبق: وتشكل ما نسبته 100% من حيث الكفاءة. إلا أن أبرز عيوبها الكلفة العالية وخطورة استرجاع الذهب.

السبائك



تحتاج صناعة الطائرات إلى معدنٍ خفيفٍ ومتين، ولا تتوفر هذه الخصائص في معدنٍ واحدٍ، كيف يُمكن تحقيق ذلك؟

نشاط (5):

1. ما الغاية من صناعة السبائك؟

2. ممّا تتكوّن السبيكة؟

أستنتج

- تتطلب الصناعات الحديثة موادّ أولية تتوافر فيها خصائص فيزيائية وآلية لا تتوفر في المعادن النقية وحدها، لذلك لجأ العلماء إلى صناعة السبائك.
- تتكوّن السبيكة من معدنين أو أكثر، وقد يكون أحد عناصرها من اللامعادن كالكربون.

إثراء: ★

جدولٌ يبيّن بعض أنواع السبائك، نسبها، مكوناتها، واستخداماتها:

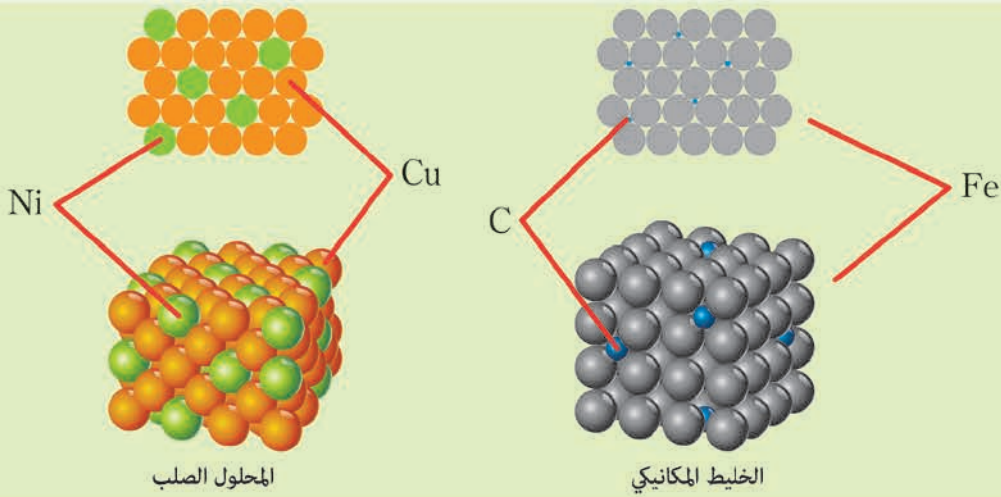
استخداماتها	نسب مكوناتها	السبيكة
صناعة أدوات المائدة.	74% حديد 18% كروم 8% نيكل.	ال فولاذ غير القابل للصدأ.
صناعة الطائرات والسيارات وغيرها.	95% ألومنيوم 4% نحاس 1% مغنزيوم ومغنيز وسيليكون	الألمنيوم القاسي (الدورالومين)
صناعات عديدة.	99% حديد 1% كربون	الفولاذ
يستعمل في الأفران الكهربائية.	50% نحاس 25% نيكل 25% زنك	الميخور
صناعة الأجراس والتماتيل.	85% نحاس 15% قصدير	البرونز
صناعة حروف الطباعة.	55% نحاس 25% أنتمان 20% قصدير	خليطة حروف الطباعة.
صناعة الصمامات والأنابيب	66% نحاس 34% زنك	خليطة النحاس الأصفر



بنية السبائك:

تصنّف السبائك من حيث بنيتها إلى:

1. الخليط الميكانيكي: تتكوّن السبيكة من خليطٍ من بلّورات العناصر الداخلة في تركيبها كما في سبيكة رصاص وقصدير.
2. المحلول الصلب: تتكوّن السبيكة عندئذٍ من شبكة بلورية واحدة، فيها ذرّات العناصر المكوّنة للسبيكة كما في سبيكة المحلول الصلب.
3. المركّب الكيميائي: مثل الزنك مع النحاس حيث يتشكّل مركّب $(Cu \cdot Zn_2)$ من بلورات الزنك والنحاس $(Cu \cdot Zn)$



خاصيات السبائك:

1. درجة انصهار السبائك غالباً أخفض من درجة انصهار المعادن الداخلة في تركيبها.
 تمّ المقاومة الكهربائية للسبيكة أعلى من مقاومة العناصر الداخلة في تركيبها.

إثراء:

يُعادُ تدويرُ مُخلفاتِ المَعادنِ كالألومنيومِ والصلبِ، فيقلُّ استنزافُ المواردِ الطَّبيعةِ، ويقلُّ من الاحتباسِ الحراريِّ، حيثُ تُصهَّرُ علبُ الألومنيومِ للمشروباتِ الغازيةِ في مسابكٍ تُصنَعُ منها ألواحُ الألومنيومِ المُستخدمةِ في المنازلِ وبعضِ قطعٍ للسياراتِ. ويعدُّ الحديدُ الصلبُ من المُخلفاتِ التي يمكنُ تدويرُها وإعادةُ تصنيعها بنسبةٍ 100%.

تعلمت

تأخذُ المَعادنُ أشكالاً مُختلفةً في القشرةِ الأرضيةِ بحسبِ الظُّروفِ الجيولوجيةِ التي تكونتُ خلالها، ويُمكنُ تحديدُ هذه الأشكالِ وفقَ ما يأتي (العروق - معادن مُتمركزة في التكوين الصخري - خامات طباقية - معادن في الرواسب الطينية).

- التعدينُ هو مجموعةُ أعمالٍ مُترابطةٍ لاستخراجِ وتنقيةِ الرّواصبِ والخاماتِ المعدنيةِ من القشرةِ الأرضيةِ.
- تتضمَّنُ عملياتِ التعدينِ عدَّةَ مراحلٍ تتضمَّنُ (المُعالَجةَ الأوليةَ - المُعالَجةَ الفيزيائيةَ - المُعالَجةَ الكيميائيةَ والتي تختلفُ بحسبِ نوعِ الفلزِّ) يلي ذلك تنقيةِ المعدنِ باستخدامِ التحليلِ الكهربائيِّ .
- تُحضَّرُ المَعادنُ على درجةٍ عاليةٍ من النقاءِ لتلبيِّ مُتطلَّباتِ التكنولوجيا الحديثةِ بعدَّةِ طرائقٍ، أهمُّها: (التقطيرُ التَّجزئيُّ - الانصهارُ المتبوعُ بالتبريدِ الجزئيِّ - التَّنقيةُ بنزعِ الشوائبِ).
- الصناعاتِ الحديثةِ تتطلَّبُ موادَّ أوليةً تتوافرُ فيها خاصياتٌ فيزيائيةٌ وآليةٌ لا تتوافرُ في المَعادنِ النقيةِ لوحدها، لذلك لجأ العلماءُ إلى صناعةِ السبائكِ.
- تتكوَّنُ السبيكةُ من معدنينِ أو أكثرٍ وقد يكونُ أحدُ عناصرِها من اللا معادنِ .
- تصنَّفُ بنيةُ السبائكِ في (الخليطِ الميكانيكيِّ - المحلولِ الصلبِ - المُركَّبِ الكيماويِّ).
- تختلفُ الخاصياتِ الآليةِ والفيزيائيةِ للسبائكِ عن خاصياتِ المَعادنِ الداخلةِ في تركيبها فهي أكثرُ قساوةً وأقلُّ مرونةً، لكنَّها أكثرُ قابليةً للكسرِ وأقلُّ قابليةً للسَّحبِ والتَّصفيحِ، أخفضُ درجةً انصهارٍ، مُقاومتها الكهربائيةُ عاليةٌ، وأيضاً أقلُّ نشاطاً كيميائياً.

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة للجمل الآتية :

1. من المَعادنِ التي توجدُ في الرّواصبِ الطينيةِ:

a. الحديد. b. الذهب. c. الألومنيوم. d. النحاس.

2. يرجع أكسيد الكروم (Cr_2O_3) الصَّعبُ الانصهارُ :

a. بالكربون. b. بالحديد. c. بالنحاس. d. بالألمنيوم.

3. يُمكنُ الحصول على معدنٍ بدرجةٍ عالية من النقاء عن طريق:
- التقطير التجزيئي.
 - التقطير.
 - التحليل الكهربائي.
 - إرجاع أكاسيدها.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلِّ ممَّا يأتي:

- صعوبة استحصال الألمنيوم من خاماته.
- تجمُّع الذهب في قاع أوعية الغربله.
- تفضُّل السبائك على المعادن النقيَّة في الصناعات.

ثالثاً: قارن بين السبائك والمعادن من حيث القساوة والمتانة والمقاومة الكهربائيَّة.

رابعاً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى :

سبيكة مُكوَّنة من نحاس وحديد، كتلتها 24 g ، يضاف إليها كميَّة مُعيَّنة من حمض كلور الماء ذي التركيز 0.5 mol.L^{-1} ، فينتجُ غازٌ حجمه في الشَّرطين النظاميَّين 6.72 L .

المطلوب:

- اكتب مُعادلة التفاعل الحاصل.
 - احسب النسبة المئوية لكلِّ من الحديد والنحاس في السبيكة .
 - احسب حجم حمض كلور الماء المتفاعل.
- (Cu:63.5 , Cl:35.5 , Fe:56 , H:1)

المسألة الثانية :

يتفكَّكُ 8 g من فلز السديريت (كربونات الحديد II) بالحرارة، يعالجُ ناتجُ التفكُّك بأحادي أكسيد الكربون حتَّى تمام الإرجاع، ثمَّ يلقي الناتج في مقياس الغاز الذي يحوي حمض الكبريت المُمدَّد، فينطلقُ غازٌ حجمه بالشَّرطين النظاميَّين 1.12 L . المطلوب :

- اكتب مُعادلات التفاعل الحادِثة.
 - احسب النسبة المئوية لكربونات الحديد II في الفلز.
- (O:16 , Fe:56 , C:12)

تفكير ناقد

كيف يُمكنُ تغيير الخاصَّيات الآليَّة والفيزيائيَّة للسبائك؟

أبحث أكثر

ابحث في مكتبة مدرستك أو في الشبكة عن تحضير السبائك وأهمَّيتها في الصناعات.

أسئلة الوحدة

أولاً: ضع إشارة صح أو غلط أمام العبارات الآتية، وصحح المغلوط فيها:

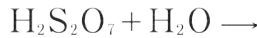
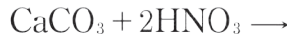
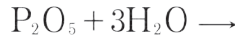
1. () حمض الآزوت المدخن ينتج من انحلال غاز NO في حمض الآزوت الممدد والساخن.
2. () يسحق مزيج الكلنكر مع الجص ويتشكّل الإسمنت.
3. () الأوليوم هو الحمض الناتج عن امتصاص حمض الكبريت المركز لغاز SO_2 .

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. ما وظيفة مضخة إعادة التدوير عند صناعة غاز النشادر؟
2. عدّد المواد الخام الضرورية في صناعة الزجاج؟
3. بين أهميّة الأسمدة للتربة، ثم اذكر بعض أنواع الأسمدة الآزوتية.
4. عدّد مراحل صناعة الإسمنت.
5. ما التعدين، عدّد مراحلها.
6. تُحضّر المعادن على درجة عالية من النقاء بطريقة إعادة البلورة، كيف يتم ذلك؟

ثالثاً: قارن بين السبائك والمعادن الداخلة في تركيبها من حيث النشاط الكيميائي، المقاومة الكهربائية، المساواة، قابلية السحب والطرق.

رابعاً: أتمم ووازن التفاعلات الآتية:



خامساً: حلّ المسائل الآتية

المسألة الأولى :

سبيكة نحاس وزنك، كتلتها 20 g، نعاملها بكمية كافية من محلول حمض كلور الماء، فينطلق غاز حجمه بالشرطين النظاميين 2.24 L.

المطلوب:

1. اكتب معادلة التفاعل الحادثة بشكل موزون.
2. احسب النسب المئوية لكل من الزنك والنحاس في السبيكة.
3. احسب تركيز المحلول الحمضي المتفاعل بفرض أن الحجم المستخدم منه 100 ml.
(Cl:35.5, Zn:65, Cu:64, H:1)

المسألة الثانية :

يُعالج طنٌّ من كربونات النّحاس الأساسيّة $\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCO}_3$ المحتوية على 25% شوائب بالكربون في فرنٍ خاصٍّ للحصول على النّحاس.

المطلوب:

1. اكتب مُعادلات التّفاعلات الحاصلة.

2. احسب كتلة النّحاس الناتج .

(Cu:63.5 , C:12 , O:16 , H:1)

المسألة الثالثة :

يرادُ الحصولُ على طنٌّ من الزّنك الصّرف من فلز بلاند، الذي يحوي 80% من ZnS، وذلك بشيّه ثمّ إرجاعه بالكربون. المطلوب:

1. اكتب مُعادلات التّفاعل الحاصلة.

2. احسب كتلة الباند المُستعمل.

3. احسب كتلة فحم الكوك اللازم، مع العلم أنّ فحم الكوك المُستعمل يحوي 85% من الكربون.

(Zn = 65 , S = 32 , C = 12)

مشروع صناعات

سورية غنيّة بالموادّ الأوليّة الخام، التي استُخدمت في الكثير من الصناعات، ومع التطوُّر العلميّ تمّ التوسُّع بالصناعات الكيميائيّة التي حدّدت مدى تقدُّم المُجتمع وتطوُّره.

هدف المشروع:

- التعرّف إلى إحدى الصناعات في سورية.

مراحل المشروع:

أولاً التّخطيط:

- التعرّف إلى الموادّ الأوليّة في هذه الصنّاعة.
- التعرّف إلى مراحل عمل المنشأة والتفاعلات الكيميائيّة في كلّ مرحلة.
- التعرّف إلى المُنتجات وأهمّيّتها الاقتصاديّة.
- اقتراح طرائق لتطوير عمل المنشأة.
- اقتراح حلول لمُعالجة تلوث البيئة من مُخلفات الصنّاعة.

ثانياً التنفيذ:

- توزيع طلاب الصفّ إلى مجموعات.
- تحديد مهمّة كلّ مجموعة.
- القيام برحلة علميّة إلى إحدى المنشآت الصنّاعيّة القريبة، أو القيام برحلة إلكترونيّة عبر الشّابكة.

المجموعة	الصنّاعة	اسم المنشأة	موقع المنشأة
الأولى	الدهان		
الثانية	الصابون		
الثالثة	الإسمنت		
الرابعة	الزجاج		
الخامسة	الأسمدة		

- تبادل المعلومات بين المجموعات.
- تسليم نسخة ورقيّة من البحث أو نسخة إلكترونيّة.

ثالثاً التّقويم:

مناقشة النتائج التي تمّ التوصل إليها، وإعداد تقرير كاملٍ عن الصنّاعة خلال مدّة عشرين يوماً.

الجدور الدوري

- معادن أخرى
- لا معادن
- غازات نبيلة (حاملة)
- معادن انتقالية داخلية (نادرة)
- الهيدروجين
- معادن قلوية
- معادن ترابية قلبية
- معادن انتقالية

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1 H Hydrogen 1.00784	2 He Helium 4.002602	3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012182	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.0107	7 N Nitrogen 14.0067	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797	11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.305	13 Al Aluminum 26.9815386	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.9559	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938045	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933195	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.9216	34 Se Selenium 76.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.9063	42 Mo Molybdenum 95.96	43 Tc Technetium [98]	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.293
55 Cs Cesium 132.9054519	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94788	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.227	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.966569	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.9804	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Actinoids	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [268]	106 Sg Seaborgium [271]	107 Bh Bohrium [272]	108 Hs Hassium [270]	109 Mt Meitnerium [276]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium [288]	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium [294]	118 Uuo Ununoctium [294]

العدد الذري → 11

رمز العنصر → Na

اسم العنصر → Sodium

متوسط الكتلة الذرية → 22.98976928

سلسلة اللانثانيدات

سلسلة الأكتينيدات