أولمبياد الموهبة الوطني
NATIONAL GIFTED OLYMPIAD

حقيبة المرحلة الثانية

المسار العلمي " نسمو"

تخصص كيمياء

الفريق العلمي للكيمياء

فهرس الموضوعات

م	الموضوع	المكونات	الصفحات
1	مبادئ أولية Elementary principles	• الأرقام المعنوية Significant Figures • التدوين العلمي Scientific notation • الوحدات الأساسية والمشتقة للقياس Fundamental and derived units of measurement • البادئات المستخدمة في نظام الوحدات الدولي Prefixes Used in the SI System	3-15
2	التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions	• تمثيل التفاعلات الكيميائية Representing chemical reactions • المعادلات الكيميائية اللفظية Word chemical equations • المعادلات الكيميائية الرمزية Symbolic chemical equations • أنواع التفاعلات الكيميائية Types of Chemical Reactions • التفاعلات في المحاليل المائية Reactions in aqueous solutions • ذوبان المركبات الأيونية في المحاليل Dissolution of ionic compounds in solutions	16-39
3	قياس المادة Measuring Matter	• الكتلة والمول Mass and mole • العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية للمركبات Relationships between the mole and the chemical formula of compounds • الصيغة الأولية Empirical formula • الصيغة الجزيئية Molecular formula • صيغ الأملاح المائية Formulas of Hydrates • تسمية الأملاح المائية Naming of Hydrates	40-56

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

01 Elementary Principles مبادئ أولية (1)

الأرقام المعنوية Significant Figures

الرقم غير الدقيق يتم تدوينه بطريقة تشير إلى عدم اليقين في قيمته، ويتم ذلك باستخدام أرقام معنوية. الأرقام المعنوية هي الأرقام ذات المعنى في الرقم المدون.



إذا أخذنا بالاعتبار قياس بطاقة الذاكرة "في الشكل المجاور" باستخدام المسطرة التي فوقها، يتراوح عرض البطاقة بين 2 و 3 cm. يمكننا تسجيل العرض على أنه 2.5 cm ، ولكن نظرًا لعدم وجود تدرجات بين 2 و 3 cm على هذه المسطرة، فإننا نقدِّر الرقم الثاني. على الرغم من أننا متأكدين من الرقم 2 في 2.5 ، إلا أننا لسنا متأكدين من الرقم 5 .

يُشار إلى الرقم الأخير في الرقم المُقاس بالرقم غير المؤكد؛ ويعتبر عدم اليقين المرتبط بالرقم المُقاس عمومًا 1 ± في المنزلة العشرية للرقم الأخير المسجل. وبالتالي، عندما نقول أن عرض بطاقة الذاكرة يبلغ 2.5 cm ، فإننا نعني ضمنًا أن عرضها هو 2.5 ± 0.1 cm ، وأن عرضها الفعلي قد يصل إلى 2.4 cm أو يصل إلى 2.6 cm . كل رقم في العدد المُقاس، بما في ذلك الرقم غير المؤكد، هو رقم معنوي. يحتوي العرض المدون لبطاقة الذاكرة، وهو 2.5 cm ، على رقمين معنويين.

ستمكننا المسطرة ذات التدرجات المليمترية من التأكد من الرقم الثاني في هذا القياس وتقدير الرقم الثالث. الآن فكِّر في قياس بطاقة الذاكرة باستخدام المسطرة الموجودة أسفلها. يمكننا تسجيل العرض بـ 2.45 cm. مرة أخرى، نُقدِّر رقمًا واحدًا إضافةً للذي يمكننا قراءته. يحتوي العرض المُقاس وهو 2.45 cm على ثلاثة أرقام معنوية. تدوين العرض بـ 2.45 يعني أن العرض هو 2.45 ± 0.01 cm .

قواعد الأرقام المعنوية Rules of significant figures

(أ) قواعد حساب عدد الأرقام المعنوية في عدد معين:

(1) الأرقام غير الصفرية (9 – 1) والأصفار الموجودة بين رقمين غير الصفر تكون دائمًا معنوية.

(2) الأصفار البادئة ليست معنوية أبدًا.

(3) تكون الأصفار الزائدة معنوية "فقط" في حالة وجود علامة عشرية في الرقم.

* أمثلة

	a. 809,231	b. 0.00456	c. 2300	d. 130.00
التفسير	الصفر بين الأرقام محسوب كرقم معنوي	الأصفار البادئة غير محسوبة	الأصفار الزائدة غير محسوبة	الأصفار الزائدة تحسب قبل العلامة العشرية
عدد الأرقام المعنوية	6	3	2	5

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

(ب) قواعد إجراء عمليات الجمع والطرح:

تتم كتابة الإجابة النهائية بحيث تحتوي على نفس عدد المنازل العشرية للعدد ذو الأعداد العشرية الأقل.

* أمثلة

	a. 420.03 + 299.270 + 99.068	b. 504.09 - 246.8 - 119.32
التفسير	هذا الرقم هو الأقل دقة (منزلتان عشريتان). لذلك يجب تقريب الإجابة إلى منزلتين عشريتين.	الأقل دقة
الإجابة	818.37	138.0

(ج) قواعد إجراء عمليات الضرب والقسمة:

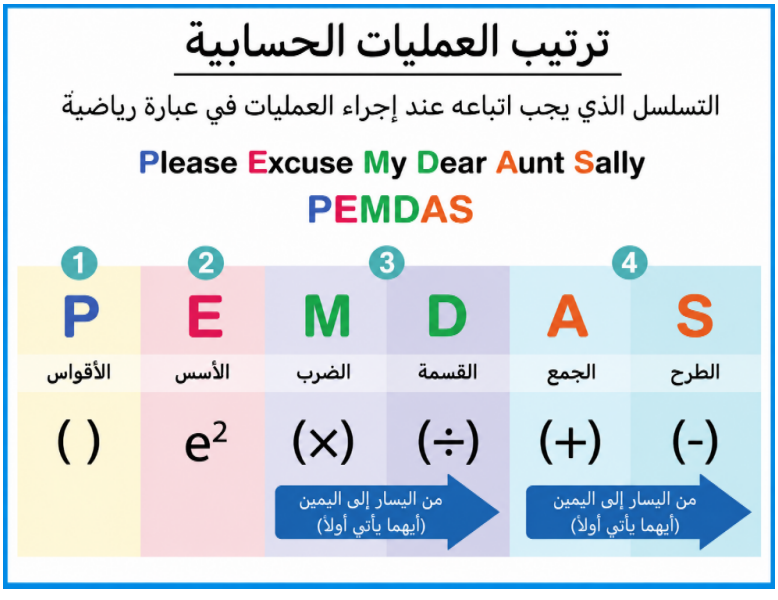
تتم كتابة الإجابة النهائية بحيث تحتوي على نفس عدد الأرقام المعنوية للعدد ذو الأرقام المعنوية الأقل.

* أمثلة

	a. (2400)(3.45)(16.21)	b. 0.9935 × 10.48 × 13.4
التفسير	يحتوي هذا الرقم على رقمين معنويين فقط، لذلك يجب تقريب الإجابة إلى رقمين معنويين.	يحتوي هذا الرقم على 3 أرقام معنوية، لذلك يجب تقريب الإجابة إلى 3 أرقام معنوية .
الإجابة	130000 Or 1.3×10^5	140. Or 1.40×10^2

(د) قواعد إجراء عمليات مختلطة:

نستخدم نفس القواعد السابقة (جمع / طرح) و (ضرب / قسمة) مع تضمين قواعد ترتيب العمليات (PEMDAS). ومع ذلك، كن حذرًا من عدم تقريب الإجابة مبكرًا.



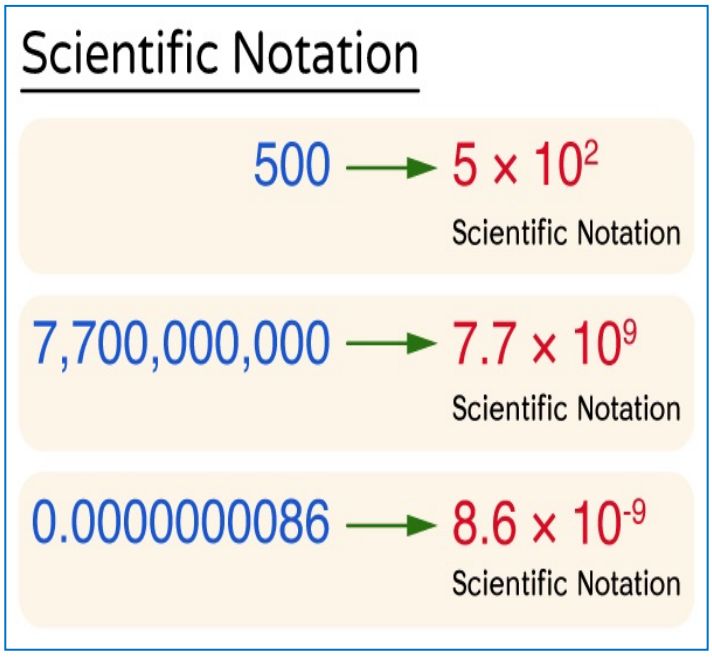
ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

* مثال

$1.4 \times 2.639 + 117.25$	
$(1.4 \times 2.639) + 117.25$ $(3.7) + 117.25$  تم تقريبه مبكرًا وهذا خطأ، كان ينبغي تركه عند 3.6946	الخطوة الأولى : الضرب $(1.4 \times 2.639) + 117.25$  $(3.6946) + 117.25$ نظرًا لأن العملية ضرب، فإن إجابة هذا الجزء يمكن أن تحتوي على رقمين معنويين فقط (3.7). قم بتدوين هذا، لكن لا تقم بالتقريب بعد.
الخطوة الثانية : الجمع $3.6946 + 117.25 = 120.9446 = 120.9$ 1 2 المنازل العشرية	

التدوين العلمي Scientific notation

يتعامل الكيميائيون غالبًا مع أرقام كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا. على سبيل المثال، في 1 g من عنصر الهيدروجين يوجد ما يقرب من 602,200,000,000,000,000,000,000 ذرة هيدروجين. تبلغ كتلة كل ذرة هيدروجين 0.00000000000000000000000166 g فقط. من الصعب التعامل مع هذه الأرقام، ومن السهل ارتكاب الأخطاء عند استخدامها في العمليات الحسابية. وبالتالي، عند التعامل مع أعداد كبيرة جدًا وصغيرة جدًا، نستخدم نظامًا يسمى التدوين العلمي. بغض النظر عن حجم الأرقام، يمكن التعبير عنها باستخدام الصيغة : $N \cdot 10^n$



ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

التقريب Rounding Off

عادةً يكون من الضروري تقريب الإجابة النهائية بحيث تحتوي على العدد المناسب من الأرقام المعنوية. لتقريب رقم، اتبع الإجراء الموضح أدناه.

حدد العدد المطلوب من بين الأرقام المعنوية للتقريب إليه

انظر إلى الرقم الأول بعد آخر رقم معنوي (على يمين الرقم المختار)

إذا كان هذا الرقم أكبر من 5، فسيتم إسقاط كافة الأرقام الموجودة بعد آخر رقم معنوي ويتم زيادة الرقم المعنوي الأخير بمقدار واحد

5.7 ≈5.6801

إذا كان هذا الرقم يساوي 5

5.6501

إذا كان هذا الرقم أقل من 5، فسيتم إسقاط كافة الأرقام الموجودة بعد الرقم المعنوي الأخير

5.6 ≈5.6201

إذا تبعته أرقام إضافية (1-9)، تتم زيادة الرقم المعنوي الأخير بمقدار واحد

5.7 ≈5.6541

إذا كان الرقم المعنوي الأخير هو رقم زوجي، فسيتم ترك الرقم المعنوي الأخير دون تغيير. (ملاحظة: الصفر يعتبر رقمًا زوجيًا)

5.6 ≈5.6501

إذا كان الرقم المعنوي الأخير رقمًا فرديًا، تتم زيادة الرقم المعنوي الأخير بمقدار واحد

5.8 ≈5.7501

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa



النظام العالمي أو الدولي للوحدات International System of Units (SI) هو نظام وحدات القياس الأوسع انتشارًا في العالم.

* أمثلة على وحدات القياس الأساسية Examples of Fundamental Units

الكمية	الوحدة القياسية الدولية	الرمز
الطول	meter	**m**
الكتلة	kilogram	**kg**
الزمن	second	**s**
درجة الحرارة	kelvin	**K**
التيار الكهربائي	ampere	**A**
كمية المادة	mole	**mol**
شدة الإضاءة	candela	**cd**

* أمثلة على وحدات القياس المشتقة Examples of Derived Units

الكمية	الوحدة القياسية الدولية	الرمز
المساحة	square meter	**m^2**
الحجم	cubic meter	**m^3**
الكثافة	kilogram per cubic meter	**kg/m^3**
القوة	newton	**$N = kg.m/s^2$**
الطاقة	joule	**J = N.m**



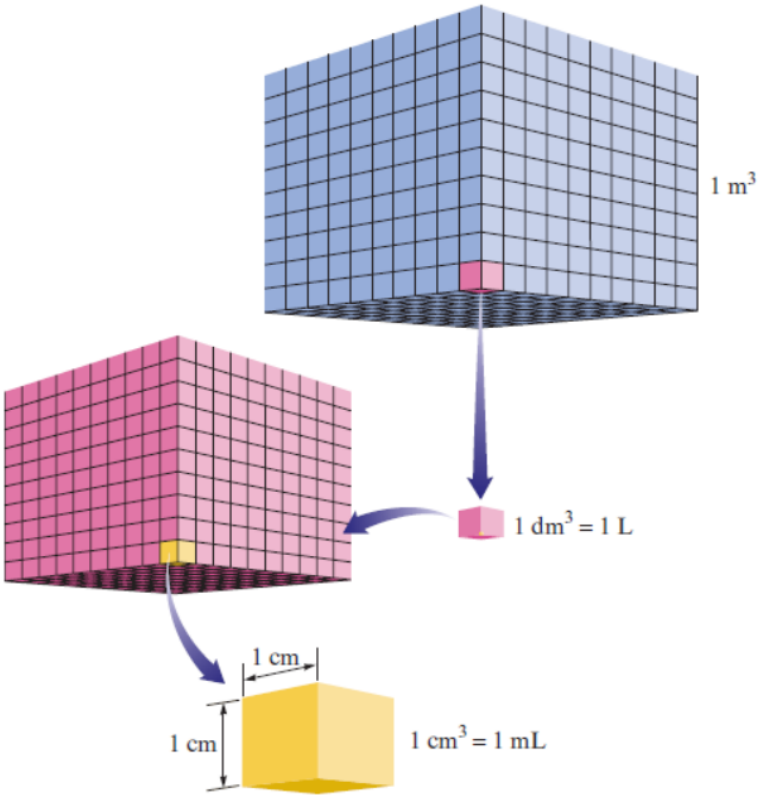
ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

Prefixes Used in the SI System — البادئات المستخدمة في نظام الوحدات الدولي

البادئة	الرمز	المعنى	الترميز الأسي*
exa	E	1,000,000,000,000,000,000	10^{18}
peta	P	1,000,000,000,000,000	10^{15}
tera	T	1,000,000,000,000	10^{12}
giga	G	1,000,000,000	10^{9}
mega	M	1,000,000	10^{6}
kilo	k	1,000	10^{3}
hecto	h	100	10^{2}
deka	da	10	10^{1}
—	—	1	10^{0}
deci	d	0.1	10^{-1}
centi	c	0.01	10^{-2}
milli	m	0.001	10^{-3}
micro	μ	0.000001	10^{-6}
nano	n	0.000000001	10^{-9}
pico	p	0.000000000001	10^{-12}
femto	f	0.000000000000001	10^{-15}
atto	a	0.000000000000000001	10^{-18}

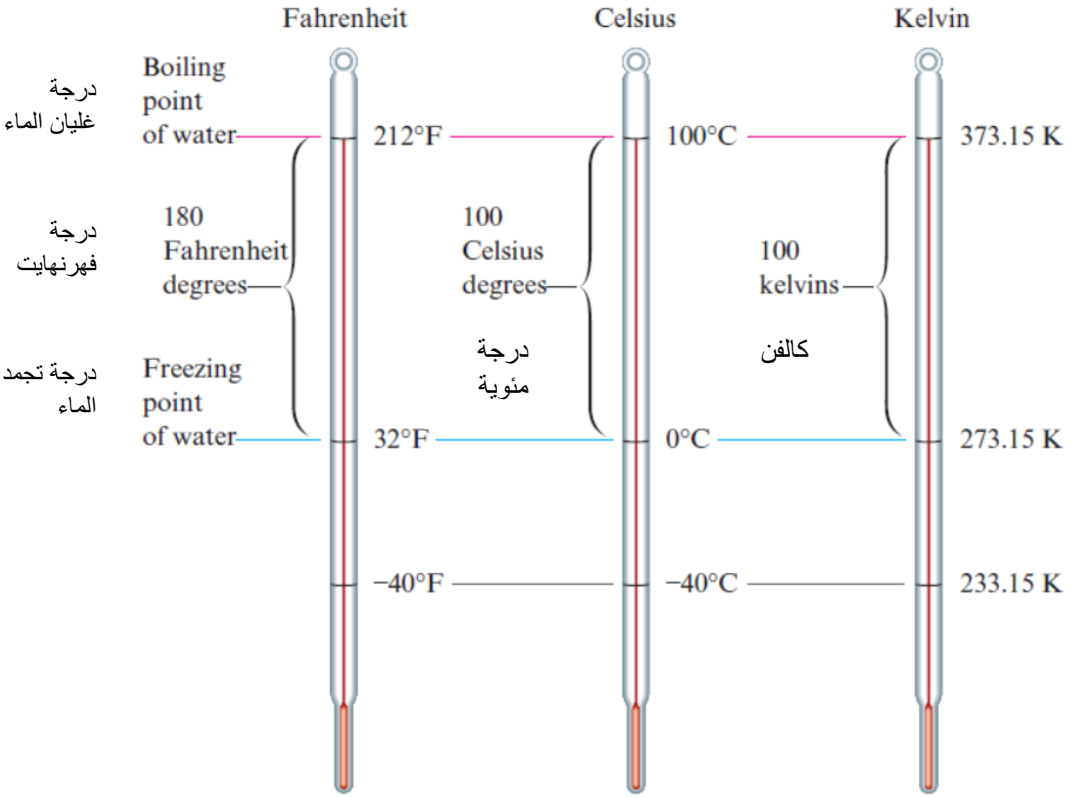
البادئات الأكثر شيوعًا تظهر باللون الأزرق

$1\ L = 1\ (dm)^3 = (10\ cm)^3 = 1000\ cm^3$



ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

$$K = °C + 273.15$$



*** أمثلة:**

مثال 1-1: حوّل $2.3\ cm^3$ إلى وحدة m^3 .

$$2.3\ cm^3 = 2.3\ (cm)^3 = 2.3\ (10^{-2}\ m)^3 = 2.3 \times 10^{-6}\ m^3$$

مثال 2-1: حوّل $5000\ \mu s^{-1}$ إلى وحدة s^{-1} .

$$5000\ \mu s^{-1} = 5000\ (\mu s)^{-1} = 5000\ (10^{-6}\ s)^{-1} = 5 \times 10^{9}\ s^{-1}$$

مثال 3-1: سرعة الصوت تساوي 330 m/s ، حولها إلى وحدة km/h

$$330\ m/s = 330\ \frac{\cancel{m}}{\cancel{s}} \times \frac{1\ km}{1000\ \cancel{m}} \times \frac{3600\ \cancel{s}}{1\ h} = 1188\ km/h$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريبات

(1-1)

حدد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس مما يلي:

1) 2804 m	2) 2.84 km	3) 5.029 m
.....	.....	.....
4) 0.003068 m	5) 4.6×10^5 m	4) 0.003068 m
.....	.....	.....
7) 750 m	8) 75 m	9) 75,000 m
.....	.....	.....
10) 75.00 m	11) 75,000.0 m	12) 10 cm
.....	.....	.....

(1-2)

قم بتقريب الأرقام التالية كما هو موضح:

(أ) إلى أربعة أرقام معنوية:

3.682417	21.860051	375.6523	112.511	45.4673
.....	.....	.....	.....	.....

(ب) إلى منزلة عشرية واحدة:

1.3511	2.473	5.687524	7.555	8.235
.....	.....	.....	.....	.....

(ج) إلى منزلتين عشريتين:

22.494	79.2588	0.03062	3.4125	41.86632
.....	.....	.....	.....	.....

(1-3)

حل المسائل التالية وسجِّل الإجابات بالعدد المناسب من الأرقام المعنوية.

1) 6.201 cm + 7.4 cm + 0.68 cm + 12.0 cm = ...

2) 1.6 km + 1.62 m + 1200.0 cm = ...

3) 8.264 g - 7.8 g = ...

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

4) 10.4168 m - 6.0 m = ...

5) 12.00 m + 15.001 kg = ...

6) 1.31 cm × 2.3 cm = ...

7) 5.7621 m × 6.201 m = ...

8) 20.2 cm: 7.410 s = ...

9) 40.002 g / 13.000005 g = ...

(1-4)

عبِّر عن الأعداد الآتية بالتدوين العلمي المكافئ لها:

1) 123,876.3

.....

2) 1,236,840

.....

3) 422000

.....

4) 0.000000000000211

.....

5) 0.000238

.....

6) 0.0000205

.....

(1-5)

قم بإجراء العمليات الحسابية التالية، وعبِّر عن النتيجة بالعدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

1) $\dfrac{(1.00866 - 1.00728)}{6.02205 \times 10^{23}}$

2) $\dfrac{(14.86 + 13.7) \times (65.346 - 4.10)}{(43.888 - 32.888)}$

(1-6)

مساحة سطح مختبر العلوم تبلغ $60\ m^2$. أوجد مساحة السطح بوحدة cm^2 و mm^2 .

.....

.....

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

(1-7)

كثافة الزئبق $13.6\ g/cm^3$. حول الكثافة إلى وحدة Mg/mm^3 .

.....
.....
.....
.....

(1-8)

كثافة ماء البحر $1024\ kg.m^{-3}$. أوجد الكثافة بوحدة $g.cm^{-3}$.

.....
.....
.....
.....

(1-9)

في عملية لقياس تلوث الهواء، تم سحب الهواء من خلال مرشح بمعدل 26.2 لترًا في الدقيقة لمدة 48.0 ساعة. اكتسب المرشح 0.0241 جرامًا من الكتلة بسبب الجزيئات الصلبة المحبوسة. عبِّر عن تركيز الملوثات الصلبة في الهواء بوحدات ميكروجرام لكل متر مكعب.

.....
.....
.....
.....

(1-10)

في عام 1978، كان سكان مدينة نيويورك البالغ عددهم 7.9 مليون نسمة يستهلكون 656 لترًا من الماء يوميًا للفرد. كم عدد الأطنان المترية (10^3 kg) من فلوريد الصوديوم (45% فلور بالكتلة) التي ستكون مطلوبة سنويًا لإعطاء هذا الماء جرعة مناسبة لتقوية الأسنان مكونة من جزء واحد (بالكتلة) من الفلور لكل مليون جزء من الماء ؟ (كثافة الماء $1.000\ g/cm^3$ أو $1.000\ kg/L$).

.....
.....
.....
.....
.....

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

إجابات التدريبات

(1-1)

1) 2804 m
.....4.....

2) 2.84 km
.....3.....

3) 5.029 m
.....4.....

4) 0.003068 m
.....4.....

5) 4.6×10^5 m
.....2.....

4) 0.003068 m
.....3.....

7) 750 m
...2 or 3.....

8) 75 m
.....2.....

9) 75,000 m
...2, 3, 4, or 5.....

10) 75.00 m
.....4.....

11) 75,000.0 m
.....6.....

12) 10 cm
.....1 or 2.....

(1-2)

(a) To four figures: (أ) إلى أربعة أرقام معنوية:

3.682417	21.860051	375.6523	112.511	45.4673
...3.682.....	...21.86....	...375.7....	... 112.5....	...45.47....

(b) To one decimal place: (ب) إلى منزلة عشرية واحدة:

1.3511	2.473	5.687524	7.555	8.235
...1.4.....	.....2.5....	... 5.7.....	...7.6.....	...8.2.....

(c) To two decimal places: (ج) إلى منزلتين عشريتين:

22.494	79.2588	0.03062	3.4125	41.86632
.....22.49....	...79.26.....	...0.03.....	...3.41.....	...41.87.....

(1-3)

1) 6.201 cm + 7.4 cm + 0.68 cm + 12.0 cm = 26.3 cm
2) 1.6 km + 1.62 m + 1200.0 cm = 1.6 km or 1613.6 m or 161362.0 cm
3) 8.264 g - 7.8 g = 0.5 g
4) 10.4168 m - 6.0 m = 4.4 m
5) 12.00 m + 15.001 kg = can't add m and kg لا يمكن إضافة الكيلوجرام مع المتر
6) 1.31 cm × 2.3 cm = 3.0 cm^2
7) 5.7621 m × 6.201 m = 35.73 m^2
8) 20.2 cm : 7.410 s = 2.73 cm/s
9) 40.002 g / 13.000005 g = 3.0771

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

(1-4)

1) 123,876.3

1.238763×10^{5}

2) 1,236,840

1.23684×10^{6}

3) 422000

4.22×10^{5}

4) 0.000000000000211

2.11×10^{-13}

5) 0.000238

2.38×10^{-4}

6) 0.0000205

2.05×10^{-5}

(1-5)

1) $$\frac{(1.00866 - 1.00728)}{6.02205 \times 10^{23}} = 2.29 \times 10^{-27}$$

2) $$\frac{(14.86 + 13.7) \times (65.346 - 4.10)}{(43.888 - 32.888)} = 159$$

(1-6)

$1\ m = 10^{2}\ cm\ (100\ cm)$

$1\ m^{2} = (10^{2}\ cm)^{2} = 10^{4}\ cm^{2}$

$$60\ m^{2} = 60\ \cancel{m}^{2} \times \frac{10^{4}\ cm^{2}}{1\ \cancel{m}^{2}} = 60 \times 10^{4}\ cm^{2} = 6 \times 10^{5}\ cm^{2}$$

and $1\ cm = 10\ mm$

$1\ cm^{2} = (10\ mm)^{2} = 10^{2}\ mm^{2}$

$$60\ m^{2} = 6 \times 10^{5}\ \cancel{cm}^{2} \times \frac{10^{2}\ mm^{2}}{1\ \cancel{cm}^{2}} = 6 \times 10^{7}\ mm^{2}$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

(1-7)

$1\ Mg = 10^6\ g\ ,\ 1\ cm^3 = (10\ mm)^3 = 10^3\ mm^3$

$$13.6\ g/cm^3 = 13.6\ \frac{\cancel{g}}{\cancel{cm}^3} \times \frac{1\ Mg}{10^6\ \cancel{g}} \times \frac{1\ \cancel{cm}^3}{10^3\ mm^3} = 13.6 \times 10^{-9}\ Mg/mm^3$$

(1-8)

$1\ kg = 10^3\ g\ ,\ 1\ m^3 = (10^2\ cm)^3 = 10^6\ cm^3$

$$1024\ kgm^{-3} = 1024\ \frac{\cancel{kg}}{\cancel{m}^3} \times \frac{10^3\ g}{1\ \cancel{kg}} \times \frac{1\ \cancel{m}^3}{10^6\ cm^3} = 1.024\ gcm^{-3}$$

(1-9)

$$\frac{(0.0241\ g)\ (10^6\ \mu g/1\ g)}{(48.0\ h)(60\ min/h)(\ 26.2\ L/1\ min)(1\ dm^3/1\ L)(1\ m^3/10^3\ dm^3)} = 319\ \mu g/m^3$$

(1-10)

البداية الجيدة هي حساب كتلة الماء المطلوبة سنويًا بالطن.

$(7.9 \times 10^6\ persons)\ (656\ L\ water\ /1\ person \cdot day)\ (365\ days/year)\ (1\ kg\ water/1\ L\ water)\ (1\ metric\ ton/1000\ kg) = 1.89 \times 10^9\ metric\ tons\ water\ /\ year.$

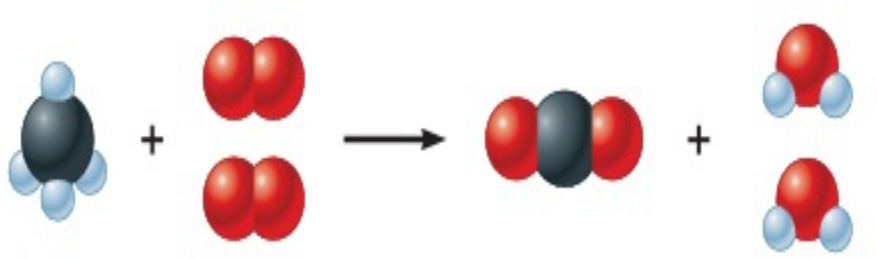
لاحظ أن جميع الوحدات تُلغى باستثناء الأطنان المترية من الماء/السنة ؛ فهي ضرورية للخطوة التالية. الآن، قم بإعداد وحساب الكتلة الإجمالية لفلوريد الصوديوم، بالطن، المطلوبة كل عام.

$(1.89 \times 10^9\ metric\ tons\ water\ /\ year)\ (1\ ton\ fluorine/10^6\ tons\ of\ water)\ (1\ ton\ sodium\ fluoride/0.45\ ton\ of\ fluorine) = 4.2 \times 10^3\ tons\ of\ sodium\ fluoride\ /\ year.$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

التفاعل الكيميائي هو عملية يتم فيها تحويل مجموعة من المواد الأولية (المواد المتفاعلة) إلى مواد جديدة (النواتج) تختلف كلياً في خصائصها الكيميائية والفيزيائية عن المواد الأصلية.

فعلى سبيل المثال عند احتراق الميثان يتم كسر الروابط الكيميائية الموجودة بين جزيئات المواد المتفاعلة، وتكوين روابط كيميائية جديدة لإعادة ترتيب الذرات وتشكيل جزيئات المواد الناتجة. المهم هنا أن نوع الذرات لا يتغير (فذرة الكربون تبقى كربون، وذرة الهيدروجين تبقى هيدروجين)، لكن ما يتغير هو طريقة ارتباطها مع بعضها.



أهمية التفاعلات الكيميائية في حياتنا
The Importance of Chemical Reactions in Our Lives

التفاعلات الكيميائية جزء لا يتجزأ من حياتنا اليومية والكون، ومن أهميتها:

- **العمليات الحيوية:** مثل عملية التمثيل الضوئي (البناء الضوئي) في النباتات لإنتاج الغذاء والأكسجين، وعملية الهضم في أجسامنا لتحويل الطعام إلى طاقة، وعملية التنفس الخلوي لإنتاج الطاقة.
- **الصناعة والتقنية:** إنتاج الأدوية، الوقود (احتراق الجازولين في محركات السيارات)، البلاستيك، الأسمدة، والمنظفات.
- **البيئة:** مثل تفاعل تكوين الصدأ (تفاعل الحديد مع الأكسجين)، ودورات العناصر الطبيعية مثل دورة الكربون والماء.

دلائل حدوث التفاعل الكيميائي: Signs of a Chemical Reaction:

1) دلائل نوعية (مرصودة بالحواس أو تجارب بسيطة).

a) تغير اللون.
- مثال: عند خلط محلول برمنجنات البوتاسيوم مع بعض المواد المختزلة يزول اللون البنفسجي.
- التفسير: تغير في تركيب الأيونات/الجزيئات يؤدي إلى اختلاف امتصاص الضوء.

b) تكون رائحة جديدة أو اختلاف الرائحة.
- مثال: رائحة الكبريت الناتجة عن تفاعل بعض الكبريتيدات مع الأحماض (H_2S).
- التفسير: إنتاج غازات أو مركبات طيّارة ذات رائحة مميزة.

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

c) تكون غاز (تحرر غاز).

- مثال: حدوث فوران عند خلط بيكربونات الصوديوم مع حمض يتكوّن CO_2. الذي يمكن الكشف عنه بتمرير الغاز في ماء الجير $Ca(OH)_2$ حيث يتكوّن عكارة بيضاء دليل على وجود CO_2.
- التفسير: تكوّن جزيئات غازية ناتجة عن إعادة ترتيب الذرات

d) تكون راسب (مادة صلبة تترسب).

- مثال: مزج محلول كبريتات الصوديوم مع محلول كلوريد الصوديوم لا يعطي راسب، لكن مزج كبريتات الصوديوم مع نترات الباريوم يعطي راسب أبيض ($BaSO_4$).
- التفسير: تكون مركب جديد ذو ذوبانية منخفضة.

e) تغير في الطاقة (تغير في الحرارة، ضوء، صوت).

- مثال: انبعاث ضوء أو شرار: احتراق أو تفاعلات تأكسد قوية.
- التفسير: تغير في طاقة الروابط – تكوين روابط جديدة يطلق طاقة أو امتصاص طاقة لكسر روابط.

f) تغير في الموصلية الكهربائية.

- مثال: إذابة حمض أو قاعدة أو تفاعل يؤدّي إلى تكوّن أيونات يزيد أو ينقص توصيل المحلول للكهرباء.
- التفسير: عدد الأيونات في المحلول يتغير.

2) دلائل كمية.

a) قياس التغيّر الكتلي.

- في تفاعل مغلق كليًا، الكتلة الإجمالية لا تتغير (قانون حفظ الكتلة).
- في تجارب مفتوحة: فقدان كتلة يدل على تحرير غاز؛ زيادة كتلة قد تدل على امتصاص غاز (مثال: معدن يمتص أكسجين من الهواء في تفاعل أكسدة).

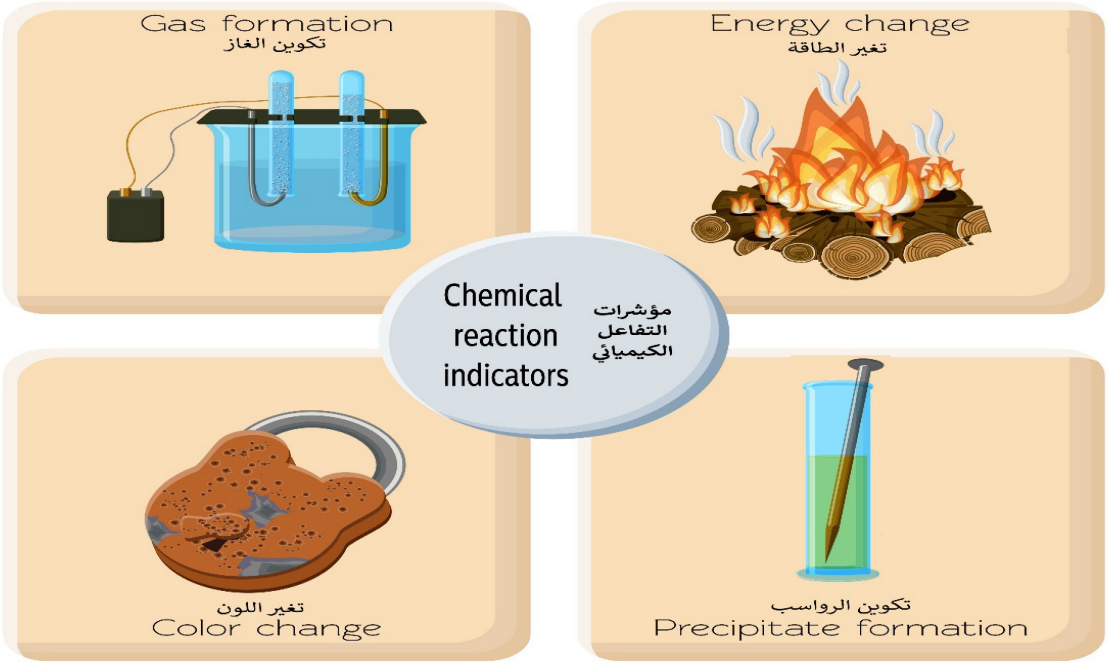
b) قياسات حرارة التفاعل.

- باستخدام المسعر يمكن قياس الحرارة المنطلقة أو الممتصة بدقة، ما يؤكد حدوث تحول في الطاقة مرتبط بتكوين الروابط أو كسرها.

c) قياسات التركيز.

- تتبع انخفاض تركيز مادة وتكوّن مادة أخرى باستخدام التحليل الطيفي أو الكروماتوجرافيا أو قياس الموصلية الكهربائية يقدّم دليلًا قويًا على حدوث تفاعل، ويبين كمية المادة الناتجة وسرعة التفاعل.

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa



الشكل 1-2: بعض الأمثلة للتفاعلات الكيميائية

تمثيل التفاعلات الكيميائية Representing chemical reactions

تُعد المعادلات الكيميائية الأداة الأساسية والأكثر فعالية لتمثيل التفاعلات الكيميائية. إنها لغة عالمية ومختصرة يستخدمها الكيميائيون لوصف ما يحدث على المستوى الجزيئي أثناء التفاعل.

المقصود من تمثيل التفاعل الكيميائي:

تمثيل التفاعل الكيميائي هو كتابة وصف رمزي لما يحدث أثناء التفاعل، باستخدام رموز العناصر والصيغ الكيميائية والأسهم بدلًا من كتابة التفاعل بالكلمات.

المكونات الأساسية للمعادلة الكيميائية

The basic components of a chemical equation

1) **المتفاعلات Reactants**

وهي المواد الأولية التي تبدأ التفاعل. تُكتب على الجانب الأيسر من السهم (أو على يسار علامة المساواة في بعض الحالات).

2) **النواتج Products**

وهي المواد الجديدة التي تنتج عن التفاعل. تُكتب على الجانب الأيمن من السهم (أو على يمين علامة المساواة في بعض الحالات).

3) **السهم Arrow**

يُشير السهم (⟶) من المتفاعلات إلى النواتج، ويُقرأ عادةً على أنه "تُنتج" أو "تتفاعل لتُعطي".

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

رموز تُستخدم في المعادلات — Symbols used in equations

الرمز	المعنى	المثال
→	ينتج أو يُعطي. يفصل بين المتفاعلات والنواتج، ويشير إلى تفاعل غير عكسي يسير في اتجاه واحد.	$A + B \rightarrow C$
⇌	تفاعل عكوس. يشير إلى أن التفاعل يصل إلى حالة اتزان ويحدث في الاتجاهين الأمامي والعكسي.	$A + B \rightleftharpoons C + D$
+	يتفاعل مع أو بالإضافة إلى , يفصل بين المواد المتفاعلة و/أو المواد الناتجة.	$H_2 + O_2$
(s)	يشير إلى الحالة الصلبة.	$NaCl(s)$
(l)	يشير إلى الحالة السائلة.	$H_2O(l)$
(g)	يشير إلى الحالة الغازية.	$CO_2(g)$
(aq)	يشير إلى المحلول المائي.	$HCl(aq)$
Δ أو الحرارة	يُوضع فوق السهم. يشير إلى أن التفاعل يتطلب تسخينًا لحدوثه.	$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$
الضغط أو قيمة الضغط	يُوضع فوق السهم. يشير إلى أن التفاعل يتطلب ضغطًا محددًا.	$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{200\ atm} 2NH_3$
العامل الحفاز مثل Pt	يُوضع فوق السهم. يشير إلى استخدام عامل حفاز لتسريع التفاعل دون أن يُستهلك فيه.	$C_2H_4 + H_2 \xrightarrow{Pt} C_2H_6$
↓(راسب)	يُوضع بعد الصيغة الكيميائية. يشير إلى تكوّن راسب، وهو مادة صلبة غير ذائبة، في النواتج.	$AgCl\downarrow$
↑(غاز متصاعد)	يُوضع بعد الصيغة الكيميائية. يشير إلى تصاعد غاز في النواتج.	$CO_2\uparrow$

المعادلات الكيميائية اللفظية — Word chemical equations

المعادلة اللفظية هي تعبير يكتب بالكلمات ليوضح المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل الكيميائي دون استخدام رموز أو صيغ كيميائية.

المتفاعل(1) + المتفاعل (2) ⟶ الناتج(1) + الناتج(2)

مثال 1:

يتفاعل الميثان مع الأكسجين لينتج الماء وثاني أكسيد الكربون.

ميثان + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + ماء

تدريب (1-2):

اكتب المعادلة اللفظية لتفاعل غاز البروم مع الهيدروجين لينتج غاز بروميد الهيدروجين.

.....

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (2-2):

اكتب المعادلة اللفظية لتحلل نترات الأمونيوم بالحرارة لتكوين أكسيد النيتروز (الغاز المضحك) وبخار الماء.

.....

تدريب (2-3):

عند تسخين نترات الأمونيوم الصلبة، تتحلل إلى غازات مختلفة. ينتج من هذا التحلل أكسيد النيتروز (الغاز المضحك) وبخار الماء.

بعد ذلك يُمرَّر غاز أكسيد ثنائي النيتروجين فوق شريط من الماغنيسيوم الساخن، فيحدث تفاعل ينتج عنه أكسيد الماغنيسيوم وغاز النيتروجين.

أي من المعادلات اللفظية التالية تمثل السلسلة الكاملة للتفاعلين بشكل صحيح؟

	المعادلة
(a	بخار الماء + أكسيد ثنائي النيتروجين ← نترات الأمونيوم ثم بخار الماء + نيتريد الماغنيسيوم ← ماغنيسيوم + أكسيد ثنائي النيتروجين
(b	أكسجين + أكسيد النيتريك ← نترات الأمونيوم ثم نيتروجين + أكسيد الماغنيسيوم ← الماغنيسيوم + أكسيد النيتريك
(c	بخار الماء + أكسيد ثنائي النيتروجين ← نترات الأمونيوم ثم نيتروجين + أكسيد الماغنيسيوم ← الماغنيسيوم + أكسيد ثنائي النيتروجين
(d	ماء + ثاني أكسيد النيتروجين ← نترات الأمونيوم ثم أكسجين + نيتريد الماغنيسيوم ← ماغنيسيوم + ثاني أكسيد النيتروجين

المعادلات الكيميائية الرمزية Symbolic chemical equations

المعادلات الكيميائية الرمزية هي الطريقة الأدق والأكثر علمية لتمثيل التفاعلات الكيميائية. تستخدم هذه المعادلات رموز وصيغ العناصر والمركبات وأرقام تكتب قبلها تسمى (المعاملات) لإظهار ما يحدث على المستوى الجزيئي.

المعامل: هو العدد الذي يكتب قبل المادة المتفاعلة أو الناتجة. وتكون المعاملات عادة أعداداً صحيحة، ولا تكتب إذا كانت القيمة واحداً. وتصف المعاملات أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

وزن المعادلات الكيميائية Balancing chemical equations

وزن المعادلات الكيميائية يعني جعل عدد الذرات من كل عنصر متساويًا في طرفي المعادلة (المتفاعلات والنواتج)، حتى يتحقق قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تُستحدث، بل تتحول من شكل إلى آخر.

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

أهمية الموازنة The importance of balancing

الخاصية الأكثر أهمية للمعادلة الرمزية هي أنها يجب أن تكون موزونة. يبين شكل 2-2 خطوات وزن المعادلات الكيميائية.

- **التعريف:** موازنة المعادلة تعني ضبط المعاملات للتأكد من أن عدد ذرات كل عنصر متساوي في طرفي المعادلة (المتفاعلات والنواتج).
- **الهدف:** تحقيق قانون حفظ الكتلة، الذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم في التفاعل الكيميائي.
- **الطريقة:** يتم تغيير المعاملات فقط، ولا يجوز تغيير الأرقام السفلية في الصيغة، لأن ذلك يغير من هوية المادة.

خطوات وزن المعادلات الكيميائية Steps for balancing chemical equations

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

خطوات وزن المعادلات

الخطوات	العملية	مثال
1	**اكتب معادلة كيميائية غير موزونة.** تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسهم تفصل المتفاعلات عن النواتج. وإشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$ ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين وذرة كلور
2	**عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات.** تتفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow$ 2 ذرة هيدروجين، 2 ذرة كلور
3	عدّ ذرات العناصر في النواتج. تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	HCl 1 ذرة هيدروجين + 1 ذرة كلور
4	**غيّر المعاملات لتجعل عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.** ولا تغير أبدًا أي رقم ضمن الصيغة الكيميائية لتزن معادلة؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين، 2 ذرة كلور
5	**اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة**، بحيث تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة $2HCl : 1Cl_2 : 1H_2$ (2:1:1) هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعدادًا صحيحة.	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ $1H_2 : 1Cl_2 : 2HCl$ 1:1:2
6	**تأكد من عملك تأكد** أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ 2 ذرة هيدروجين، 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين، 2 ذرة كلور يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.

الشكل 2-2: خطوات وزن المعادلات الكيميائية

مثال 2:

اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة لتفاعل كلوريد الحديد III مع هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد III الصلب وكلوريد الصوديوم.

المعطيات نصيًا:

كلوريد الصوديوم + هيدروكسيد الحديد (III) الصلب → هيدروكسيد الصوديوم + كلوريد الحديد (III)

كتابة الصيغ الكيميائية الصحيحة للمواد:

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

الصيغة الكيميائية Chemical Formula	المادة The Substance
$FeCl_3$	كلوريد الحديد (III) Iron (III) chloride
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم sodium hydroxide
$Fe(OH)_3$	هيدروكسيد الحديد (III) Iron (III) hydroxide
NaCl	كلوريد الصوديوم sodium chloride

كتابة المعادلة غير الموزونة: **Writing the unbalanced equation:**

$$FeCl_3 + NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + NaCl$$

موازنة المعادلة:

1. الحديد (Fe):

1. Iron (Fe):

1 في المتفاعلات و1 في النواتج ← ✔ متوازن.

2. الكلور (Cl):

2. Chlorine (Cl):

3 في $FeCl_3$ ← نحتاج 3 في NaCl ← نضع 3 أمام NaCl.

3. الصوديوم (Na):

3. Sodium (Na):

3 في NaCl ← إذًا نضع 3 أمام NaOH في المتفاعلات.

4. الهيدروكسيد (OH):

4. Hydroxide (OH):

لدينا الآن 3×(OH) في المتفاعلات = 3 في $Fe(OH)_3$ ← ✔ متوازن.

المعادلة الموزونة النهائية:

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$$

تدريب (4-2):

اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

.....

.....

.....

.....

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (2-5):

عبر عن المعادلات اللفظية التالية بمعادلات رمزية موزونة:

CO_2 + ماء + كلوريد الكالسيوم ← حمض الهيدروكلوريك + كربونات الكالسيوم .....
ماء + كبريتات البوتاسيوم ← حمض الكبريتيك + هيدروكسيد البوتاسيوم .....
كبريتات البوتاسيوم + فوسفات القصدير II ← فوسفات البوتاسيوم + كبريتات القصدير II .....
غاز الهيدروجين + كلوريد الألومنيوم ← حمض الهيدروكلوريك + الألومنيوم الصلب .....

تدريب (2-6):

حدد المعادلة الموزونة من الخيارات التالية:

a) $2Al + 6HCl \rightarrow 3AlCl_3 + 3H_2$

b) $Ba(ClO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 + 2O_2$

c) $2Li_3PO_4 + 3CaCl_2 \rightarrow 6LiCl + Ca_3(PO_4)_2$

d) $C_5H_{12} + 6O_2 \rightarrow 3CO_2 + 5H_2O$

تدريب (2-7):

وازن المعادلات التالية:

a)

……ZnS + ……HCl → ……$ZnCl_2$ + ……H_2S				
العنصر	Zn	S	H	Cl
المتفاعلات				
النواتج				

b)

……HCl + ……Cr → ……$CrCl_3$ + ……H_2			
العنصر			
المتفاعلات			
النواتج			

c)

……$FeCl_3$ + ……Na_2CO_3 → ……$Fe_2(CO_3)_3$ + ……NaCl				
العنصر				
المتفاعلات				
النواتج				

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

d)

$\ldots\ldots Na_2O + \ldots\ldots (NH_4)_2SO_4 \rightarrow \ldots\ldots Na_2SO_4 + \ldots\ldots H_2O + \ldots\ldots NH_3$					
العنصر					
المتفاعلات					
النواتج					

تدريب (8-2):

وازن المعادلات التالية:

1) $\ldots\ldots C_2H_4O_2 + \ldots\ldots O_2 \rightarrow \ldots\ldots CO_2 + \ldots\ldots H_2O$
2) $\ldots\ldots Mn(NO_2)_2 + \ldots\ldots BeCl_2 \rightarrow \ldots\ldots Be(NO_2)_2 + \ldots\ldots MnCl_2$
3) $\ldots\ldots AgBr + \ldots\ldots GaPO_4 \rightarrow \ldots\ldots Ag_3PO_4 + \ldots\ldots GaBr_3$
4) $\ldots\ldots H_2SO_4 + \ldots\ldots B(OH)_3 \rightarrow \ldots\ldots B_2(SO_4)_3 + \ldots\ldots H_2O$
5) $\ldots\ldots NaNO_3 + \ldots\ldots PbO \rightarrow \ldots\ldots Pb(NO_3)_2 + \ldots\ldots Na_2O$
6) $\ldots\ldots Ca_3(PO_4)_2 + \ldots\ldots H_2SO_4 \rightarrow \ldots\ldots CaSO_4 + \ldots\ldots H_3PO_4$
7) $\ldots\ldots Al + \ldots\ldots H_2SO_4 \rightarrow \ldots\ldots Al_2(SO_4)_3 + \ldots\ldots H_2$
8) $\ldots\ldots Al_4C_3 + \ldots\ldots H_2O \rightarrow \ldots\ldots Al(OH)_3 + \ldots\ldots CH_4$
9) $\ldots\ldots Na + \ldots\ldots H_2O \rightarrow \ldots\ldots NaOH + \ldots\ldots H_2$

أنواع التفاعلات الكيميائية — Types of Chemical Reactions

تتنوع التفاعلات الكيميائية إلى عدة أنماط رئيسة، منها:

1) تفاعلات الاحتراق: هو نوع من التفاعلات الكيميائية السريعة التي تحدث بين مادة متفاعلة وعامل مؤكسد (عادةً ما يكون الأكسجين الجوي)، وينتج عنه طاقة.

مثال 3: الاحتراق التام للميثان (الغاز الطبيعي)

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + \text{طاقة}$$

2) تفاعلات التكوين: اتحاد مادتين أو أكثر لتكوين مركب جديد.

الناتج دائمًا مركب واحد فقط. هذا هو المؤشر الأوضح على أن التفاعل هو تفاعل تكوين. وغالبًا ما تكون تفاعلات تطلق طاقة على شكل حرارة وضوء. وهذا منطقي لأن تكوين الروابط غالبًا ما يكون مصحوبًا بإطلاق طاقة.

الصورة العامة للمعادلة:

$$A + B \longrightarrow AB$$

تفاعلات التكوين يمكن أن تحدث بين:

- عنصرين لتكوين مركب:

مثال 4: تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء.

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$$

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

- عنصر ومركب لتكوين مركب جديد:

مثال 5: تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين لتكوين ثالث أكسيد الكبريت.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$$

- مركبين لتكوين مركب جديد وأكثر تعقيدًا.

مثال 6: تفاعل أكسيد الكالسيوم (الجير الحي) مع الماء لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ).

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(s)}$$

3) تفاعلات التفكك: هو تفاعل كيميائي يتم فيه تكسير مركب واحد إلى مادتين أو أكثر أبسط منه (سواء كانت عناصر أو مركبات أبسط). ببساطة، هو تفاعل "تكسير" أو "تحلل".

الصورة العامة للمعادلة:

$$AB \longrightarrow A + B$$

نظرًا لأن تفاعلات التفكك تتضمن تكسير روابط كيميائية، فإنها غالبًا ما تتطلب إضافة طاقة لحدوثها. يمكن أن تكون هذه الطاقة في أشكال مختلفة كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء.

مثال 7: تفكك نترات الأمونيوم الى أكسيد النيتروز وماء.

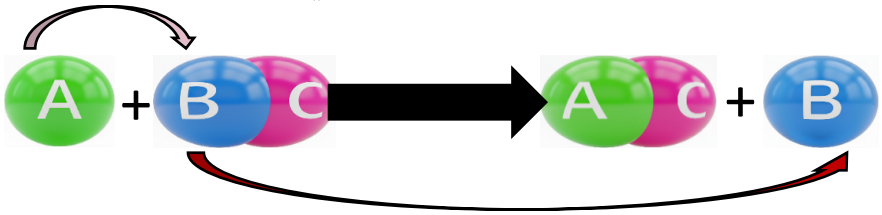
$$NH_4NO_{3(s)} \longrightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

4) تفاعلات الإحلال البسيط: إحلال عنصر مكان عنصر آخر في مركب.

الصورة العامة للمعادلة:

$$A + BC \longrightarrow AC + B$$

في هذا النوع من التفاعلات، يتفاعل عنصر نشط (أكثر نشاطاً) مع مركب، ليحل العنصر النشط محل أحد العناصر المكونة لذلك المركب (العنصر الأقل نشاطاً). والنتيجة هي تكوين مركب جديد وعنصر حر.



أنواع تفاعلات الإحلال البسيط:

- **إحلال الفلز محل فلز آخر:**

يحدث عندما يكون الفلز الحر أكثر نشاطًا من الفلز الموجود في المركب.

مثال 8:

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

- **إحلال الهيدروجين من الأحماض بواسطة فلز:**

بعض الفلزات النشطة تحل محل الهيدروجين في الأحماض.

مثال 9:

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

- **إحلال اللافلز محل لافلز آخر:**

غالبًا يحدث بين الهالوجينات (مثل F_2، Cl_2، Br_2، I_2).

مثال 10:

$$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$$

يحدث التفاعل فقط إذا كان العنصر الحر أكثر نشاطًا من العنصر الذي سيحل محله. ترتيب النشاط يُعرف باسم سلسلة النشاط الكيميائي. كما هو مبيّن في شكل 3-2.

سلسلة نشاط الفلزات																				
الأدنى		←																	الأعلى	
Au	Ag	Cu	Pb	Sn	Ni	Co	Fe	Cr	Zn	Mn	Ti	Al	Mg	Na	Ca	Sr	Ba	Cs	K	Rb	Li
سلسلة نشاط اللافلزات																				
الأدنى		←																	الأعلى	
																	I_2	Br_2	Cl_2	F_2

الشكل 3-2: سلسلة نشاط بعض العناصر

تدريب (9-2):

أي التفاعلات الآتية تحدث بين الهالوجينات وأملاح الهاليدات؟

a) $F_{2(g)} + FeI_{2(aq)} \rightarrow FeF_{2(aq)} + I_{2(s)}$

b) $I_{2(s)} + MnBr_{2(aq)} \rightarrow MnI_{2(aq)} + Br_{2(l)}$

c) $Cl_{2(g)} + SrF_{2(aq)} \rightarrow SrCl_{2(aq)} + F_{2(g)}$

d) $Br_{2(l)} + CoCl_{2(aq)} \rightarrow CoBr_{2(aq)} + Cl_{2(g)}$

تدريب (10-2):

توقع هل ستحدث كل من التفاعلات الآتية، وبين النواتج المتكوّنة، ثم زنها:

1)	$Mg_{(s)} + ZnCl_{2(aq)} \rightarrow$
2)	$F_{2(g)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow$
3)	$Al_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow$
4)	$Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$
5)	$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (11-2):

في سلسلة من التجارب المعملية، أُجريت التجارب التالية باستخدام ثلاث فلزات مجهولة: Z،Y،X ومحاليل لأملاحها: XCl_2، YCl_2، ZCl_2.

التجربة الأولى: عند وضع الفلز X في المحلول YCl_2 ، لوحظ تكون طبقة لامعة على الفلز X وتغير لون المحلول.

التجربة الثانية: عند وضع الفلز Y في محلول ZCl_2 ، لم يحدث أي تغيير ملحوظ بعد مرور فترة زمنية كافية.

التجربة الثالثة: عند وضع الفلز Z في محلول XCl_2 ، لوحظ تكون راسب وتغير واضح في المحلول.

بناءً على هذه الملاحظات، أي العبارات التالية صحيحة؟

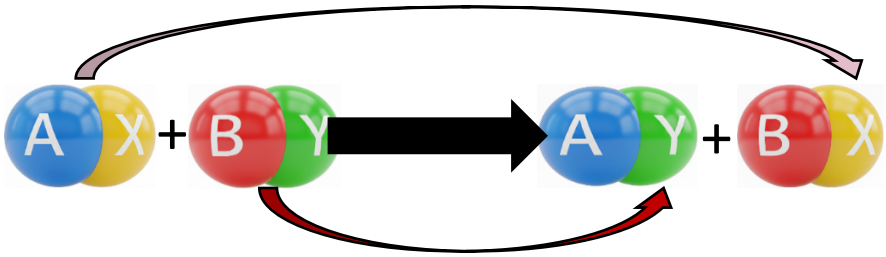
	العبارة
(a	الفلز X هو الأنشط كيميائياً، وقدرته على فقد الإلكترونات هي الأقل بين الفلزات الثلاثة.
(b	الفلز Y هو الأنشط كيميائياً، والمعادلة الكيميائية للتفاعل الثالث هي: $Y_{(s)} + XCl_{2(aq)} \rightarrow YCl_{2(aq)} + X_{(s)}$
(c	ترتيب الفلزات من الأقل نشاطاً إلى الأنشط هو: Y < X < Z
(d	تفاعل الإحلال البسيط لا يمكن أن يحدث إلا إذا كان الفلز في المحلول (على شكل أيون) أنشط من الفلز الحر.

5) تفاعلات الإحلال المزدوج: تبادل الأيونات بين مركبين لتكوين مركبين جديدين.

الصورة العامة للمعادلة:

$$AX + BY \rightarrow AY + BX$$

حيث A و B هي الكاتيونات (الأيونات الموجبة) و X و Y هي الأنيونات (الأيونات السالبة). في هذا التفاعل، يتبادل كل من الكاتيونين أماكنهما مع الأنيونات المقابلة لتكوين مركبات جديدة.



مثال 11:

$$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

تفاعلات الإحلال المزدوج هي عملية تبادل أيوني بسيطة ومنظمة (الكاتيونات والأنيونات)، لكنها أساسية في العديد من العمليات الكيميائية، بدءًا من تكوين الرواسب في المختبرات، مرورًا بتفاعلات التعادل التي تضبط حموضة المحاليل، وانتهاءً بإنتاج الغازات في تطبيقات مختلفة. المفتاح دائمًا هو تكوين ناتج مستقر يدفع التفاعل للاكتمال. وفي شكل 4-2 خطوات كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

الخطوات الأساسية لكتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج:

الخطوة	الخطوات	المثال
1	اكتب الصيغة الكيميائية للمتفاعلات.	$Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4$
2	عيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	يحتوي $Ba(NO_3)_2$ على Ba^{2+} وNO_3^-، ويحتوي H_2SO_4 على H^+ وSO_4^{2-}
3	اربط كل أيون موجب بالأيون السالب في المركب الآخر.	يرتبط SO_4^{2-} مع Ba^{2+} ، ويرتبط NO_3^- مع H^+
4	اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستعينًا بالخطوة الثالثة.	$BaSO_4$ و HNO_3
5	اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل الإحلال المزدوج.	$Ba(NO_3)_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + HNO_{3(aq)}$ تحقق من الذوبانية للتأكد من حدوث التفاعل.
6	زن المعادلة.	$Ba(NO_3)_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + 2HNO_{3(aq)}$

الشكل 4-2: خطوات كتابة معادلات الاحلال المزدوج

تدريب (12-2):

تم إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كأسين، إحداهما يحتوي على محلول كلوريد الصوديوم، وفي الآخر محلول نترات الفضة. الإضافة تؤدي إلى ترسب مادة بيضاء في إحدى الكأسين.

1) أي الكأسين يحتوي على راسب؟

.....

2) ما الراسب المتكون؟

.....

3) اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل.

.....

4) صنف هذا التفاعل.

.....

تدريب (13-2):

صنّف التفاعلات التالية وفقاً للأنواع التي درستها:

	المعادلة	التصنيف
(1	حمض الكبريتيك → ماء + ثالث أكسيد الكبريت sulfur trioxide + water → Sulfuric acid	
(2	حديد + كلوريد الماغنسيوم → كلوريد الحديد Ⅲ +ماغنسيوم Magnesium + Iron Ⅲ Chloride → Magnesium Chloride + Iron	
(3	عند تسخين غاز فلوريد الأكسجين ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور	
(4	الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء بواسطة عملية التحليل الكهربائي.	
(5	نحصل على ملح الطعام من تفاعل الصوديوم والكلور	

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (14-2):

صنّف التفاعلات التالية وفقاً للأنواع التي درستها:

1) $Q + XZ \rightarrow X + QZ$ (.....)
2) $Q + Z \rightarrow QZ$ (.....)
3) $RX + TW \rightarrow RW + TX$ (.....)

تدريب (15-2):

الجدول التالي يمثل نتائج تجربة حصل عليها باحث كيميائي تم فيها إضافة فلزات (معادن) مختلفة إلى محاليل مائية لأيونات مختلفة من تلك الفلزات، حيث تمثل الإشارة الموجبة (+) حدوث تفاعل وتمثل الإشارة السالبة (-) عدم حدوث تفاعل.

الفلز / المحلول	Al	Cd	Co	Mn	Ni	Pb
$AlCl_3$		-	-	-	-	-
$CdCl_2$	+		-	+	-	-
$CoCl_2$	+	+		+	-	-
$MnCl_2$	+	-	-		-	-
$NiCl_2$	+	+	+	+		-
$PbCl_2$	+	+	+	+	+	

ادرس الجدول أعلاه جيدا ثم أجب عن الأسئلة التالية:

i. أي الفلزات أكثر نشاطا؟

.....

ii. وأيها أقل نشاطا؟

.....

iii. هل يمكن حفظ محلول كلوريد الكوبالت في وعاء مصنوع من المنجنيز؟ لماذا؟

.....

iv. هل يمكن حفظ محلول كلوريد الألومينيوم في وعاء مصنوع من الرصاص؟ لماذا؟

.....

v. لو طلب منك صناعة أوعية لحفظ جميع المحاليل في الجدول أعلاه كل على حدة، ما الفلز الذي ستختاره من بين الفلزات السابقة لصنع الأوعية؟

.....

vi. أكتب معادلة كيميائية لتفاعل الكوبالت مع كلوريد النيكل؟ مبينًا نوع التفاعل؟

.....

التفاعلات في المحاليل المائية — Reactions in aqueous solutions

هي التفاعلات الكيميائية التي تحدث عندما تكون المواد المتفاعلة (المذاب) مذابة في الماء. في هذه التفاعلات يعمل الماء كمذيب وهو الأكثر كمية في المحلول.

تصنيف المواد في الماء: بناءً على قدرتها على التفكك إلى أيونات (توصيل الكهرباء).

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

النوع	الخصائص	مثال
الإلكتروليتات القوية	تتفكك أو تتأين بشكل كامل في الماء لتكوين عدد كبير من الأيونات. تشمل معظم المركبات الأيونية الذائبة والأحماض والقواعد القوية.	ملح الطعام **NaCl** حمض الهيدروكلوريك **HCl**
الإلكتروليتات الضعيفة	تتأين جزئياً في الماء لتكوين عدد قليل من الأيونات. تشمل الأحماض والقواعد الضعيفة.	**CH_3COOH** (حمض الأسيتيك)
اللاإلكتروليتات	تذوب في الماء لكنها لا تتأين أو تتفكك إلى أيونات، وتبقى على شكل جزيئات.	**$C_{12}H_{22}O_{11}$** (سكر المائدة)

ذوبان المركبات الجزيئية في المحاليل المائية:

Dissolution of Molecular Compounds in Aqueous Solutions:

تُعد المركبات الجزيئية (أو التساهمية) مواد تتكون من ذرات مرتبطة بروابط تساهمية. عندما تذوب هذه المركبات في محلول مائي، فإنها تتصرف بإحدى طريقتين رئيسيتين:

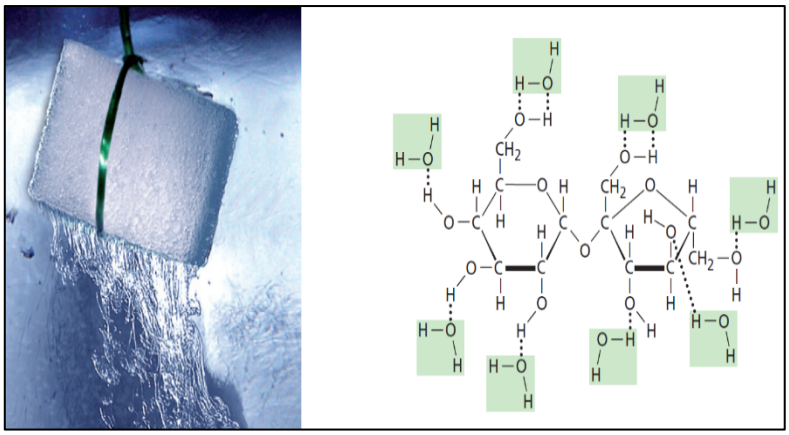
1) الذوبان دون تأين (تكوين اللاإلكتروليتات):

هذا هو السلوك الأكثر شيوعًا للمركبات الجزيئية العادية، خاصة تلك غير المصنفة كأحماض أو قواعد قوية. كما هو مبيّن في شكل 5-2.

مثال 12:

السكر (السكروز): Sugar (sucrose):

$$C_{12}H_{22}O_{11(s)} \xrightarrow{H_2O} C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$$



الشكل 5-2: ذوبان السكر في الماء

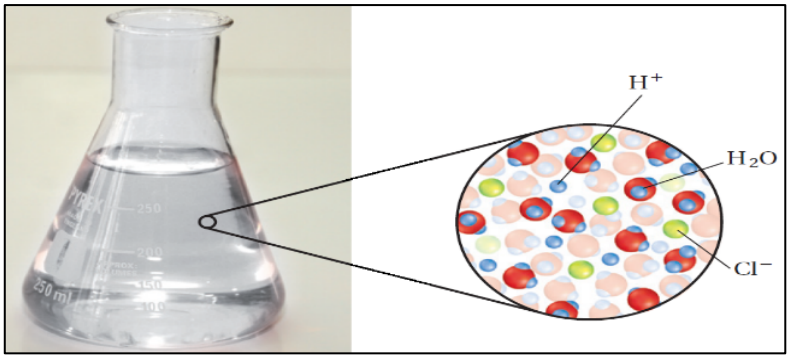
2) الذوبان مع التأين (تكوين إلكتروليتات):

في حالات خاصة، تتفاعل بعض المركبات الجزيئية القطبية مع جزيئات الماء لتكوين أيونات. تسمى هذه العملية التأين. كما هو مبيّن في شكل 6-2.

مثال 13:

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

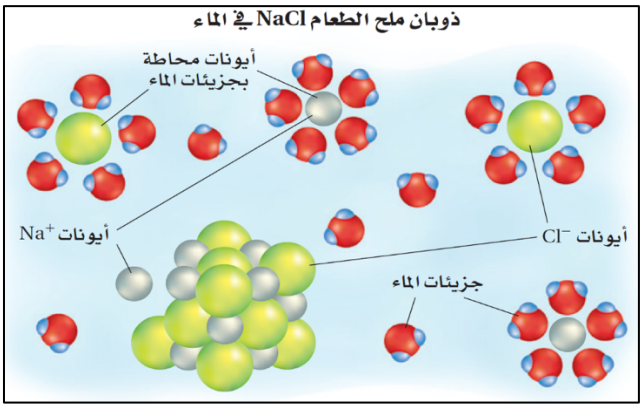
ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa



الشكل 6-2: ذوبان الالكتروليت في الماء

ذوبان المركبات الأيونية في المحاليل المائية
Dissolution of Ionic Compounds in Aqueous Solutions

تذوب المركبات الأيونية في المحاليل القطبية (مثل المحلول المائي) عن طريق تفككها إلى أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة. تُعرف هذه العملية باسم الذوبان أو الإماهة (Hydration) عندما يكون المذيب هو الماء. يبيّن شكل 2-7 عملية ذوبان ملح الطعام في الماء.



الشكل 7-2: ذوبان المركبات الأيونية في الماء

وصف التفاعلات بالمعادلات الأيونية: Describing reactions with ionic equations:

تُستخدم المعادلات الأيونية لوصف التفاعلات في المحاليل المائية بشكل أكثر دقة، خاصة بالنسبة للإلكتروليتات القوية.

1) المعادلة الأيونية الكاملة (الكلية): تُظهر جميع الإلكتروليتات القوية المذابة في الماء على شكل أيونات متفككة، بينما يُكتب الراسب أو الماء أو الغاز (أو الإلكتروليت الضعيف) بصيغته الجزيئية.

مثال 14:

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

كتابة المعادلة الايونية الكاملة لهذا التفاعل كالتالي:

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + Na^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

2) المعادلة الأيونية الصافية (النهائية): يتم الحصول عليها بحذف الأيونات المتفرجة، وهي الأيونات التي تظهر دون تغيير في جانبي المتفاعلات والنواتج، ولا تشارك فعليًا في التفاعل الكيميائي.

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

مثال 15:

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + Na^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

لكتابة المعادلة الأيونية الصافية لهذا التفاعل تحذف الأيونات المتفرجة:

$$Ag^{+}_{(aq)} + \cancel{NO_3^{-}{}_{(aq)}} + \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{NO_3^{-}{}_{(aq)}}$$

النتيجة النهائية: Final result:

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

الأيونات المتفرجة: هي أيونات موجودة في طرفي المعادلة الأيونية (المتفاعلات والنواتج) دون أن يطرأ عليها أي تغيير في حالتها الكيميائية أو الفيزيائية.

أنواع التفاعلات في المحاليل المائية: Types of reactions in aqueous solutions:

يحدث تفاعل الإحلال المزدوج ويُعتبر مكتملًا فقط إذا تم سحب بعض الأيونات من المحلول لتكوين أحد النواتج التالية:

1) تكوين راسب (تفاعلات الترسيب):

هو النوع الأكثر شيوعًا. يتحد الأيون الموجب والسالب ليكونا مركبًا أيونيًا غير ذائب (مادة صلبة) ينفصل عن المحلول. يبيّن شكل 8-2 عملية ترسّب هيدروكسيد النحاس الثنائي.

مثال 16:

$$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

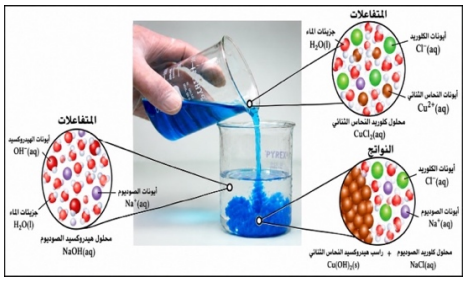
المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2Na^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية الصافية:

$$\cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + 2OH^{-}_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} \rightarrow \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{2Cl^{-}_{(aq)}} + Cu(OH)_{2(s)}$$

$$2OH^{-}_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$$



الشكل 8-2:
تفاعلات الترسيب

2) تكوين جزيء ماء (تفاعلات التعادل):

يحدث بين حمض وقاعدة. يتحد أيون الهيدروجين الموجب (H^+) من الحمض مع أيون الهيدروكسيد السالب (OH^-) من القاعدة لتكوين جزيء ماء (H_2O) متعادل. يبيّن شكل 2-9 عملية تكون الماء.

مثال 17:

$$HBr_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaBr_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

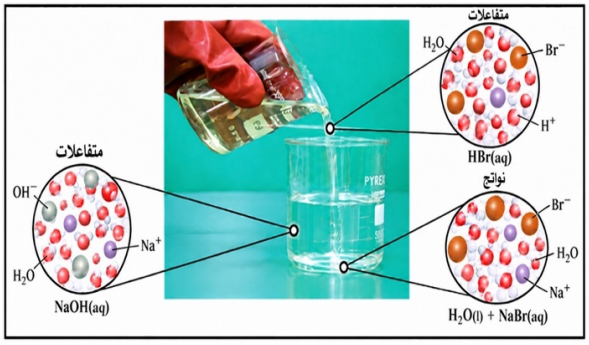
$$H^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الصافية:

$$H^{+}_{(aq)} + \cancel{Br^{-}_{(aq)}} + \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow \cancel{Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{Br^{-}_{(aq)}} + H_2O_{(l)}$$

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa



الشكل 9-2:
تفاعلات التعادل

3) تكوين غاز:

أحد النواتج غازًا يغادر المحلول. غالبًا ما ينتج هذا الغاز من تحلل مركب وسيط غير مستقر، مثل حمض الهيدروكلوريك مع صودا الخبز(كربونات الصوديوم الهيدروجينية)، ليتصاعد غاز CO_2.

مثال 18:

المعادلة الكيميائية:

$$NaHCO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

يتم التفاعل على مرحلتين:

$$NaHCO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2CO_{3(g)}$$

$$H_2CO_{3(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$NaHCO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} + \cancel{H_2CO_{3(g)}} \rightarrow \cancel{H_2CO_{3(g)}} + NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$Na^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

المعادلة الأيونية الصافية:

$$\cancel{Na^+_{(aq)}} + HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} \rightarrow \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

تدريب (2-16):

اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية، عندما يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصلب.

.....

.....

.....

.....

تدريب (2-17):

يُعدّ بيروفوسفات الحديد الثلاثي، الذي يُباع تحت الاسم التجاري ثلاثي الفوسفات (Triphosphate)، منتجًا دوائيًا بديلًا للحديد يُستخدم للحفاظ على مستوى الهيموجلوبين في دم البالغين.

ويُحضَّر هذا المركّب من خلال تفاعل محلول بيروفوسفات الكالسيوم ($Ca_2P_2O_7$) مع محلول كلوريد الحديد الثلاثي ($FeCl_3$)، مما ينتج محلول كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) ورواسب صلبة من بيروفوسفات الحديد الثلاثي

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

.....
.....
.....
.....

تدريب (2-18):

اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية، عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز (V) يتكون راسب يحتوي على المنجنيز.

.....
.....
.....

تدريب (2-19):

عند دراسة الناتج من تفاعل أسيتات الباريوم مع كبريتيت الصوديوم تبين بأن طاقة الشبكة لمركب كبريتيت الباريوم عالية جدا. وبعد ترشيح التفاعل تم خلط الراسب مع محلول حمض الهيدروكلوريك.

اكتب المعادلة الأيونية الكاملة والمعادلة الأيونية الصافية للتفاعل الاخير؟

.....
.....
.....
.....

تدريب (2-20):

أُجريت أربع تجارب في مختبر كيميائي بخلط محاليل مائية لأملاح مختلفة، وكانت الملاحظات كالتالي:

التجربة	المحاليل المائية المُضافة	الملاحظة بعد الخلط
1	بروميد البوتاسيوم + نترات الصوديوم	لم يحدث أي تغيير ملحوظ، وبقي المحلول شفافًا.
2	كبريتات النحاس + هيدروكسيد الصوديوم	تكوَّن راسب أزرق كثيف.
3	كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد البوتاسيوم	انطلق غاز له رائحة نفاذة.
4	حمض الكبريتيك + هيدروكسيد الباريوم	تكوَّن راسب أبيض وحدث ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة المحلول.

بناءً على مبادئ تفاعلات الإحلال المزدوج، أيّ العبارات التالية غير صحيحة؟

	العبارة
(a	تفاعلات الإحلال المزدوج تحدث دائمًا ما لم تنتج جميع النواتج في شكل محاليل مائية ذائبة.
(b	التفاعل في التجربة (2) نتج عنه تكوين كبريتات الصوديوم وراسب هيدروكسيد النحاس.
(c	التفاعل في التجربة (4) هو تفاعل ترسب فقط، حيث إن حرارة التفاعل لا ترتبط بشروط حدوث الإحلال المزدوج.
(d	التفاعل الذي لم يحدث في التجربة (1) كان سيحدث لو استبدلنا $NaNO_3$ بمركب $AgNO_3$.

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

إجابات التدريبات

تدريب (2-1):

بروميد الهيدروجين ⟶ هيدروجين + بروم

تدريب (2-2):

ماء + أكسيد النيتروز $\xrightarrow{\Delta}$ نترات الأمونيوم

تدريب (2-3):

C

تدريب (2-4):

غاز الأكسجين + كلوريد البوتاسيوم الصلب ⟶ كلورات البوتاسيوم الصلبة

$2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$

تدريب (2-5):

CO_2 + ماء + كلوريد الكالسيوم ⟶ حمض الهيدروكلوريك + كربونات الكالسيوم $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$
ماء + كبريتات البوتاسيوم ⟶ حمض الكبريتيك + هيدروكسيد البوتاسيوم $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$
كبريتات البوتاسيوم + فوسفات القصدير II ⟶ فوسفات البوتاسيوم + كبريتات القصدير II $3SnSO_4 + 2K_3PO_4 \rightarrow Sn_3(PO_4)_2 + 3K_2SO_4$
غاز الهيدروجين + كلوريد الألومنيوم ⟶ حمض الهيدروكلوريك + الألومنيوم الصلب $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

تدريب (2-6):

$2Li_3PO_4 + 3CaCl_2 \rightarrow 6LiCl + Ca_3(PO_4)_2$ (c

تدريب (2-7):

a)

$ZnS + 2HCl \rightarrow 2ZnCl_2 + H_2S$				
العنصر	Zn	S	H	Cl
المتفاعلات	1	1	2	2
النواتج	1	1	2	2

b)

$6HCl + 2Cr \rightarrow 2CrCl_3 + 3H_2$			
العنصر	H	Cl	Cr
المتفاعلات	6	6	2
النواتج	6	6	2

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

c)

$2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 \rightarrow Fe_2(CO_3)_3 + 6NaCl$				
العنصر	Fe	Cl	Na	CO_3
المتفاعلات	2	6	6	3
النواتج	2	6	6	3

d)

$Na_2O + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + 2NH_3$					
العنصر	Na	O	N	H	S
المتفاعلات	2	5	2	8	1
النواتج	2	5	2	8	1

تدريب (2-8):

1) $C_2H_4O_2 + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
2) $Mn(NO_2)_2 + BeCl_2 \rightarrow Be(NO_2)_2 + MnCl_2$
3) $3AgBr + GaPO_4 \rightarrow Ag_3PO_4 + GaBr_3$
4) $3H_2SO_4 + 2B(OH)_3 \rightarrow B_2(SO_4)_3 + 6H_2O$
5) $2NaNO_3 + PbO \rightarrow Pb(NO_3)_2 + Na_2O$
6) $Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3CaSO_4 + 2H_3PO_4$
7) $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$
8) $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$
9) $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

تدريب (2-9):

$$F_{2(g)} + FeI_{2(aq)} \rightarrow FeF_{2(aq)} + I_{2(s)}$$

تدريب (2-10):

1)	$Mg_{(s)} + ZnCl_{2(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Zn_{(s)}$
2)	$F_{2(g)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2HF_{(aq)}$
3)	$Al_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow NR$
4)	$Fe_{(s)} + Na_3PO_{4aq)} \rightarrow NR$
5)	$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$

تدريب (2-11):

c

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (2-12):

1. كأس نترات الفضة
2. كلوريد الفضة
3. $AgNO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + HNO_{3(aq)}$
4. تفاعل إحلال مزدوج

تدريب (2-13):

	المعادلة	التصنيف
1	حمض الكبريتيك → ماء + ثالث أكسيد الكبريت	تكوين
2	حديد + كلوريد الماغنسيوم → كلوريد الحديد III +ماغنسيوم	إحلال بسيط
3	عند تسخين غاز فلوريد الأكسجين ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.	تفكك
4	الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء بواسطة عملية التحليل الكهربائي.	تفكك
5	نحصل على ملح الطعام من تفاعل الصوديوم والكلور.	تكوين

تدريب (2-14):

1) $Q + XZ \rightarrow X + QZ$ (إحلال بسيط)
2) $Q + Z \rightarrow QZ$ (تكوين)
3) $RX + TW \rightarrow RW + TX$ (إحلال مزدوج)

تدريب (2-15):

i. Al
ii. Pb
iii. لا، لأنه يحدث تفاعل بين كلوريد الكوبالت والمنجنيز.
iv. نعم، لعدم حدوث تفاعل بين كلوريد الألومينيوم والرصاص.
v. الرصاص.
vi. $Co + Ni^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Ni$
نوع التفاعل: إحلال بسيط

تدريب (2-16):

المعادلة الكيميائية:

$$2KI_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbI_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2K^{+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} + Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)} \rightarrow 2K^{+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)} + PbI_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$\cancel{2K^{+}_{(aq)}} + 2I^{-}_{(aq)} + Pb^{2+}_{(aq)} + \cancel{2NO_3^{-}{}_{(aq)}} \rightarrow \cancel{2K^{+}_{(aq)}} + \cancel{2NO_3^{-}{}_{(aq)}} + PbI_{2(s)}$$

$$2I^{-}_{(aq)} + Pb^{2+}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (2-17):

المعادلة الكيميائية:

$$3Ca_2P_2O_{7(aq)} + 4FeCl_{3(aq)} \rightarrow 6CaCl_{2(aq)} + Fe_4(P_2O_7)_{3(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$6Ca^{2+}_{(aq)} + 3P_2O_7^{4-}{}_{(aq)} + 4Fe^{3+}_{(aq)} + 12Cl^-_{(aq)} \rightarrow 6Ca^{2+}_{(aq)} + 12Cl^-_{(aq)} + Fe_4(P_2O_7)_{3(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$6\cancel{Ca^{2+}_{(aq)}} + 3P_2O_7^{4-}{}_{(aq)} + 4Fe^{3+}_{(aq)} + 12\cancel{Cl^-_{(aq)}} \rightarrow 6\cancel{Ca^{2+}_{(aq)}} + 12\cancel{Cl^-_{(aq)}} + Fe_4(P_2O_7)_{3(s)}$$

$$3P_2O_7^{4-}{}_{(aq)} + 4Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow Fe_4(P_2O_7)_{3(s)}$$

تدريب (2-18):

المعادلة الكيميائية:

$$5Na_2CO_{3(aq)} + 2MnCl_{5(aq)} \rightarrow 10NaCl_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$10Na^+_{(aq)} + 5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)} \rightarrow 10Na^+_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$10\cancel{Na^+_{(aq)}} + 5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} + 10\cancel{Cl^-_{(aq)}} \rightarrow 10\cancel{Na^+_{(aq)}} + 10\cancel{Cl^-_{(aq)}} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

$$5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

تدريب (2-19):

المعادلة الكيميائية:

$$BaSO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow BaCl_{2(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$BaSO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الصافية:

$$BaSO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} + 2\cancel{Cl^-_{(aq)}} \rightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2\cancel{Cl^-_{(aq)}} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

$$BaSO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

تدريب (2-20):

C

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025

03 Measuring Matter 3- قياس المادة

يشير مصطلح قياس المادة في الكيمياء إلى تحديد كمية المادة بدقة، خاصة عند التعامل مع التفاعلات الكيميائية التي تتطلب نسبًا محددة من المتفاعلات والنواتج. ولأن الذرات والجزيئات متناهية في الصغر ولا يمكن عدّها بشكل فردي، فقد اعتمد الكيميائيون المول (Mole) كوحدة قياس أساسية لـ "كمية المادة" في النظام الدولي للوحدات (SI).

المول: هو الوحدة القياسية لعد الجسيمات (الذرات، الجزيئات، الأيونات، أو وحدات الصيغة الكيميائية) في الكيمياء.

الجسيمات	المثال
الذرات	ذرات العناصر (Fe, Cu, Ag و هكذا)
الجزيئات	جزيئات العناصر (O_2, F_2, P_4 وهكذا)، وجزيئات المركبات (CO_2, H_2O وهكذا)
الأيونات	الأيونات الأحادية الذرات (Cr^{2+}, Cl^- وهكذا)، والأيونات عديدة الذرات (NH_4^+, OH^- وهكذا)
وحدات الصيغة الكيميائية	المركبات التساهمية الشبكية (SiO_2)، والمركبات الأيونية (NaCl ، Al_2O_3)

ويُعرف أيضاً المول بأنه كمية المادة التي تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات الموجودة في 12 g من نظير الكربون-12. هذا العدد الثابت يسمى عدد أفوجادرو (N_A).

عدد أفوجادرو (N_A) = 6.02×10^{23} جسيم

العلاقة بين المولات وعدد الجسيمات

The relationship between moles and the number of particles

يمكن استخدام عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات بحسب العلاقة التالية:

العلاقة الرياضية:

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

مثال 1:

ما عدد مولات 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم؟

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{5.75 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 9.55 \text{ mol}$$

تدريب (3-1):

أي الخيارات التالية يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين؟

a) 10.0 mol O_3
b) 3.0 mol O_2
c) 16.0 mol O_2
d) 16.0 mol H_2O

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (2-3):

لدينا عينة مجهولة من غاز الأوزون (O_3) تم توزيعها على ثلاث حاويات مختلفة:

- الحاوية الأولى: تحتوي على 0.75 مول من جزيئات غاز الأوزون (O_3).
- الحاوية الثانية: تحتوي على عدد من الجزيئات يعادل نصف عدد جزيئات الحاوية الأولى.
- الحاوية الثالثة: تحتوي على عدد من الجزيئات أكبر من الحاوية الثانية بمقدار 3.011×10^{23} جزيء.

ما العدد الكلي لمولات جزيئات الأوزون (O_3) الموجود في الحاويات الثلاث معاً؟

.....
.....
.....
.....

الكتلة والمول — Mass and mole

كتلة المول الواحد هي كتلة مول واحد من المادة، أي كتلة عينة تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.

الكتلة المولية (M_m)

الكتلة المولية للعنصر هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر (g/mol).



الشكل 1-3: تمثيل الكتلة المولية

الكتلة المولية للعنصر تساوي الكتلة الذرية النسبية لذلك العنصر (الموجودة في الجدول الدوري)، ولكن بوحدة g/mol بدلاً من وحدة الكتلة الذرية (amu).

مثال 2:

الكتلة المولية للأكسجين (O_2):

O : 2×16.00 g/mol = 32.00 g/mol

الكتلة المولية (M) = 32.00 g/mol

تدريب (3-3):

أي من الخيارات التالية لا يمكن اعتبارها مول واحد؟

a) 65.34 g Zn
b) 26.0 g Fe
c) 6.02×10^{23} ذرة Ag
d) 6.02×10^{23} جزئ O_2

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

العلاقة الرياضية:

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

مثال 3:

احسب الكتلة بالجرامات للألومنيوم Al الذي له عدد مولات 3.75 mol؟

$m = n \times M$

$m = 3.75\ mol \times 27\ g/mol$

$m = 101.25\ g$

تدريب (4-3):

ما الكتلة المولية للجزئ $C_8H_9NO_2$ ؟

a) 162 g/mol
b) 76 g/mol
c) 151 g/mol
d) 70 g/mol

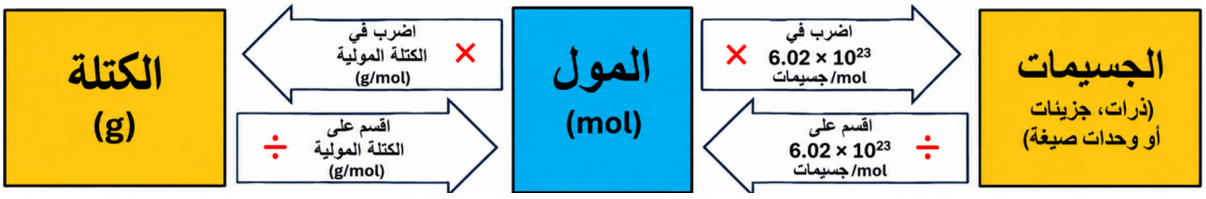
تدريب (5-3):

لدينا عينة من مركب كبريتات الألومنيوم $(Al_2(SO_4)_3)$، إذا كان الجزء الذي يمثل ثلث الكتلة الكلية للعينة يحتوي على 0.8700 مول من مجموعات الكبريتات (SO_4^{2-}) .

ما الكتلة الكلية للعينة الأصلية من كبريتات الألومنيوم بالجرامات؟

.....
.....
.....
.....

العلاقة بين عدد الجسيمات والكتلة



الشكل 2-3: بعض العلاقات المولية

مثال 4:

ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

$N = \frac{m}{M} \times 6.02 \times 10^{23}$

$N = \frac{11.5}{200.6} \times 6.02 \times 10^{23}$

$N = 3.45 \times 10^{22}$ ذرة

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-6):

كم عدد مولات الأيونات الموجودة في 2 mol من فلوريد الصوديوم NaF ؟

a) 2 mol
b) 0.5 mol
c) 4 mol
d) 1 mol

تدريب (3-7):

لدينا خليط صلب يتكون من مركبين نقيين هما: كلوريد الصوديوم (NaCl) وكلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$). الكتلة الكلية للخليط هي 55.7 g، عند إذابة الخليط بالكامل في الماء؛ وجد أن المحلول الناتج يحتوي على 6.022×10^{23} أيون كلوريد (Cl^-).

ما عدد وحدات الصيغة لكلوريد الصوديوم (NaCl) في هذا الخليط؟

.....
.....
.....
.....

العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية للمركبات
Relationships between the mole and the chemical formula of compounds

تربط العلاقات بين المول والصيغة الكيميائية للمركبات بثلاث مفاهيم أساسية.

- **الكتلة المولية وعلاقتها بالصيغة الكيميائية للمركبات**

تُستخدم الصيغة الكيميائية للمركب لتحديد عدد الذرات من كل عنصر، ومن ثم تُحسب الكتلة المولية للمركب بجمع الكتل الذرية لجميع الذرات المكونة له كما تظهر في الصيغة.

مثال 5:

لحساب الكتلة المولية للماء (H_2O).

$$H : 2\times1.008 = 2.016\ g/mol$$
$$O : 1\times16.00 = 16.00\ g/mol$$
$$\text{الكتلة المولية } M = 2.016 + 16.00 = 18.016\ g/mol$$

تدريب (3-8):

احسب الكتلة المولية لمركب كلوريد سداسي أمين الكوبالت (III) الذي صيغته الكيميائية $[Co(NH_3)_6]Cl_3$؟

a) 184.35 g/mol
b) 267.52 g/mol
c) 496.93 g/mol
d) 189.44 g/mol

- **عدد أفوجادرو وعلاقته بالصيغة الكيميائية للمركبات**

تمثل الصيغة الكيميائية نسبة عدد الجسيمات (أو المولات) من العناصر المكونة للمركب.

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

مثال 6:

1 مول من غاز الميثان (CH_4) يحتوي على 6.02×10^{23} جزيء من الميثان. وبناءً على الصيغة، فإن هذا المول يحتوي أيضاً على:

1مول من ذرات الكربون (C) (6.02×10^{23} ذرة). لأنه يوجد ذرة واحدة فقط من الكربون في الصيغة.

4 مول من ذرات الهيدروجين (H) ($4 \times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة). لأنه يوجد أربع ذرات فقط من الهيدروجين في الصيغة.

تدريب (9-3):

يُعد مركب الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ من السكريات الهامة. إذا كان لديك عينة من الجلوكوز كتلتها 180.16 g ، فاحسب العدد الكلي لذرات الأكسجين الموجودة في هذه العينة؟

a) 6.02×10^{23} ذرة أكسجين
b) 3.61×10^{24} ذرة أكسجين
c) 1.82×10^{23} ذرة أكسجين
d) 2.97×10^{22} ذرة أكسجين

- **النسب المولية وعلاقتها بالصيغة الكيميائية للمركبات**

تُشير الأرقام السفلية في الصيغة الكيميائية إلى عدد مولات الذرات لكل مول من المركب.

مثال 7:

ما هي النسبة المولية في ثاني أكسيد الكربون (CO_2)؟

النسبة المولية بين الكربون والأكسجين هي 1 مول إلى 2 مول لكل 1 مول من CO_2.

التركيب النسبي المئوي للصيغة الكيميائية
Relative percentage composition of the chemical formula

التركيب النسبي المئوي هو النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب أو العينة. هذه النسبة تكون ثابتة للمركب النقي، بغض النظر عن حجم العينة.

العلاقة الرياضية:

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

أو

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة الذرية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

ملاحظة هامة: يجب أن يكون مجموع النسب المئوية الكتلية لجميع العناصر المكونة للمركب مساويًا أو قريبًا جدًا من 100%.

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

مثال 8:

حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO_2؟

$M_m = (1\times C) + (2\times O)$

$M_m = (1\times 12.01) + (2\times 16.00)$

$M_m = 44.01\ g/mol$

$C\% = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلية المولية للمركب}} \times 100$

$C\% = \frac{12.01}{44.01} \times 100$

$C\% = 27.29\%$

$O\% = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلية المولية للمركب}} \times 100$

$O\% = \frac{2\times 16.00}{44.01} \times 100$

$O\% = 72.71\%$

تدريب (3-10):

مركب أيوني لا مائي يتكون من الكروم (Cr) ومجموعة الكبريتات (SO_4^{2-}). إذا كانت الصيغة الكيميائية لهذا المركب هي $Cr_2(SO_4)_3$ (كبريتات الكروم الثلاثي)، فما النسبة المئوية الكتلية للأكسجين (O) في المركب؟

.....

.....

.....

.....

تدريب (3-11):

لدينا مركب كيميائي مجهول يُرمز له بالصيغة $X(OH)_2$، حيث X هو عنصر فلزي مجهول. تبلغ نسبة الأكسجين (O) بالكتلة في هذا المركب 37.20% . ما العدد الكلي لمولات ذرات الأكسجين (O) الموجودة في هذه العينة التي كتلتها 15.0 g؟ وما هو هذا العنصر؟

.....

.....

.....

.....

الصيغة الأولية Empirical formula

هي صيغة كيميائية تُعبّر عن أبسط نسبة عددية صحيحة لذرات العناصر المكوِّنة للمركب. ولا تمثل العدد الفعلي للذرات في الجزيء. وغالبًا ما تُشتق من البيانات التجريبية (الملاحظة أو التجربة). وقد تكون الصيغة الأولية هي نفسها الصيغة الجزيئية لبعض المركبات، مثل الماء (H_2O) وثاني أكسيد الكربون (CO_2). يبيّن شكل 3-3 خطوات مختصرة لعملية إيجاد الصيغة الأولية.

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

خطوات إيجاد الصيغة الأولية

الخطوة	الشرح
1	إذا كانت المعطيات هي نسب مئوية كتلية، افترض أن لديك عينة كتلتها 100 g. هذا التحويل يبسط الحسابات، حيث تصبح النسبة المئوية للعنصر مساوية لكتلته بالجرام.
2	حوّل كتل العناصر بعد الحصول عليها، سواء من المعطيات المباشرة أو بعد التحويل في الخطوة 1، إلى مولات. استخدم الكتلة الذرية للعنصر لتحويل كتلته إلى عدد المولات.
3	حدّد أبسط نسبة مولية عن طريق تقسيم عدد مولات كل عنصر التي حصلت عليها في الخطوة 2 على أصغر عدد مولات بينها.
4	إذا كانت النتائج في الخطوة 3 أعدادًا صحيحة، فتجاوز هذه الخطوة. أما إذا كانت تحتوي على كسور عشرية، فحوّلها إلى أعداد صحيحة عن طريق ضرب جميع القيم في أصغر عدد صحيح يجعلها كلها أعدادًا صحيحة.
5	اكتب الصيغة الأولية باستخدام الأعداد الصحيحة الناتجة من الخطوة 3 أو 4 كأرقام سفلية للعناصر في الصيغة الكيميائية بالترتيب

الشكل 3-3: خطوات إيجاد الصيغة الأولية

مثال 9:

مركب عضوي يتكون من 40.0% كربون (C) و6.7% هيدروجين (H) و53.3% أكسجين (O). (الكتل الذرية: C =12.0، H =1.0، O =16.0).

العنصر	الكتلة (الخطوة 1)	عدد المولات (الخطوة 2)	النسبة المولية (الخطوة 3)	الأعداد الصحيحة (الخطوة 4)
C	40.0 g	40.0/12.0 = 3.33	3.33/3.33 = 1.0	1
H	6.7 g	6.7/1.0 = 6.7	6.7/3.33 = 2.01	2
O	53.3 g	53.3/16.0 = 3.33	3.33/3.33 = 1.0	1

بما أن الأعداد الصحيحة هي C = 1، H = 2، O = 1، فإن الصيغة الأولية هي CH_2O.

تدريب (12-3):

هناك مركبان ثنائيان من الزئبق والأكسجين. يؤدي تسخين كل منهما إلى تحلل المركب مع انطلاق غاز الأكسجين إلى الغلاف الجوي تاركًا بقايا من الزئبق النقي. تسخين 0.6498 g من أحد المركبين يترك بقايا مقدارها 0.6018 g وتسخين 0.4172 g من المركب الآخر يؤدي إلى فقدان كتلة مقدارها 0.016 g . حدد الصيغة الأولية لكل مركب.

.....

.....

.....

.....

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (13-3):

مركب عضوي مجهول يتكون من الكربون (C)، والهيدروجين (H)، والأكسجين (O)، والكبريت (S).
تم حرق عينة كتلتها 5.000 g من المركب بالكامل، فنتج 6.600 g من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) و 2.700 g من الماء (H_2O). أظهر تحليل منفصل أن المركب يحتوي على 25.66% من كتلته كبريت (S). أوجد الصيغة الأولية لهذا المركب؟

.....
.....
.....
.....

الصيغة الجزيئية Molecular formula

هي الصيغة التي تُظهر التركيب الحقيقي للمركب، أي عدد ذرات كل عنصر في الجزيء، وليس النسبة البسيطة بينها.

الفرق بين الصيغة الجزيئية والصيغة الأولية

المقارنة	الصيغة الأولية	الصيغة الجزيئية
التعريف	تبين أبسط نسبة عددية صحيحة بين الذرات.	تبين العدد الحقيقي للذرات في الجزيء
مثال	CH_2O	$C_6H_{12}O_6$
العلاقة بينهما	**الصيغة الجزيئية = (n × الصيغة الأولية)**	

كيفية إيجاد الصيغة الجزيئية:

a) احسب الصيغة الأولية للمركب.
b) احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية.
c) احسب النسبة التالية:

$$n = \frac{\text{الكتلة المولية الحقيقية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الآولية}}$$

d)اضرب رموز الصيغة الأولية في n لتحصل على الصيغة الجزيئية.

مثال 10:

مركب صيغته الأولية CH_2 وكتلته المولية تساوي 56.12 g/mol . ما صيغته الجزيئية؟

a) الكتلة المولية للصيغة الأولية CH_2:

$$(1\times12.01) + (2\times1.01) = 14.03\ g/mol$$

b)عدد وحدات التكرار n:

$$n = \frac{56.12}{14.03} \approx 4$$

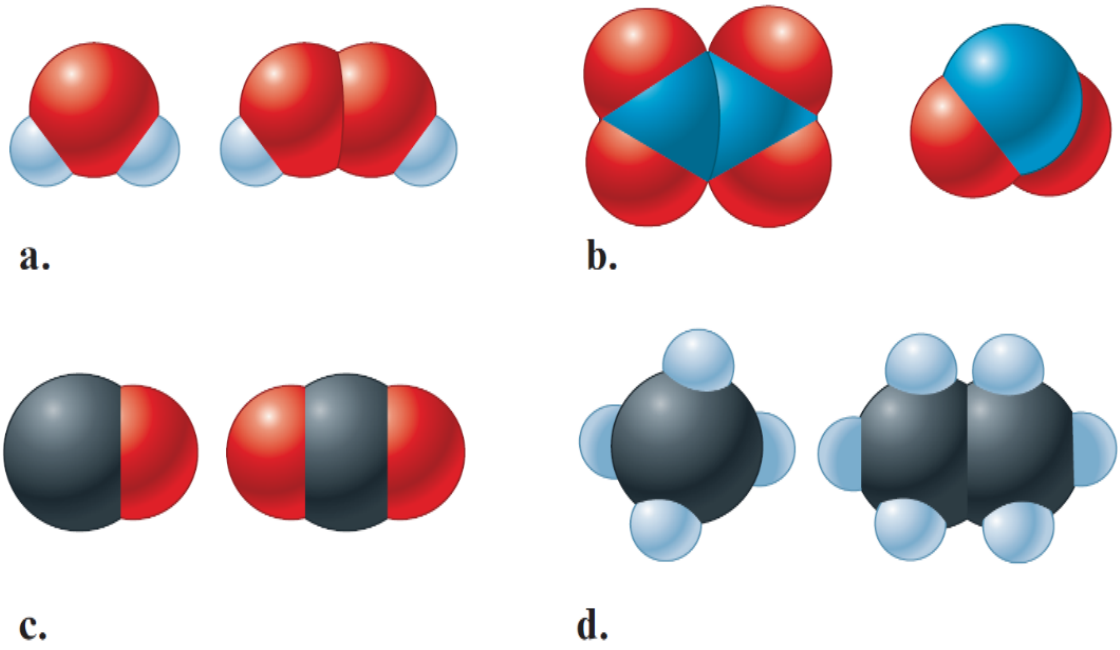
c)الصيغة الجزيئية:

$$(CH_2) \times 4 = C_4H_8$$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-14):

أي من المركبات التالية لها نفس الصيغ الأولية؟



تدريب (3-15):

الكومين مركب يحتوي فقط على الكربون والهيدروجين، ويُستخدم في إنتاج الأسيتون والفينول في الصناعات الكيميائية. ينتج عن احتراق 47.6 mg من الكومين كمية من ثاني أكسيد الكربون و 42.8mg من الماء. تتراوح الكتلة المولية للكيومين بين 115 و 125 g/mol. حدد الصيغتين الأولية والجزيئية.

.....
.....
.....
.....

تدريب (3-16):

فيتامين C (كتلته المولية 176.12g/mol) مركب من C وH وO، يوجد في العديد من المصادر الطبيعية، وخاصةً الحمضيات. عند حرق عينة من فيتامين C كتلتها 1.000 g في جهاز احتراق، نحصل على البيانات التالية:

كتلة ثاني أكسيد الكربون الممتصة بعد الاحتراق: 85.35 g

كتلة ثاني أكسيد الكربون الممتصة قبل الاحتراق: 83.85 g

كتلة الماء الممتصة بعد الاحتراق: 37.96 g

كتلة الماء الممتصة قبل الاحتراق: 37.55 g

ما الصيغة الجزيئية لفيتامين C؟

.....
.....
.....
.....

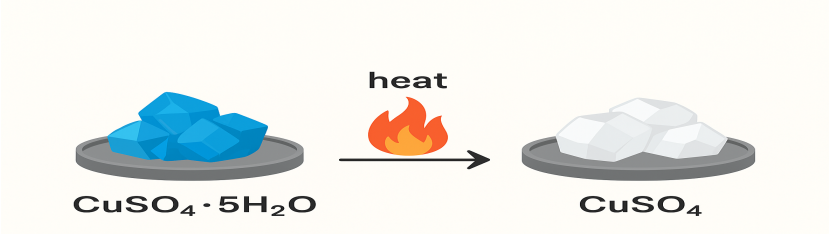
ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

صيغ الأملاح المائية — Formulas of Hydrates

الملح المائي هو مركب أيوني صلب يحتوي على عدد معين ومحدد من جزيئات الماء محتجزة داخل شبكته البلورية. تُسمى جزيئات الماء هذه بـ "ماء التبلور".

الملح اللامائي هو نفس الملح، ولكن بعد إزالة جميع جزيئات ماء التبلور منه (عادة عن طريق التسخين).

يؤدي وجود ماء التبلور إلى إعطاء الملح المائي خصائص مختلفة عن الملح اللامائي، بما في ذلك اللون (مثل تحول كبريتات النحاس من الأزرق المائي إلى الأبيض اللامائي كما هو مبيّن في الشكل 4-3).



الشكل 4-3: تحول كبريتات النحاس من الأزرق المائي إلى الأبيض اللامائي

تُكتب صيغة الملح المائي بدمج صيغة الملح اللامائي مع جزيئات الماء، ويفصل بينهما نقطة (·).

الصيغة العامة: xH_2O.الملح اللامائي

حيث:

الملح المائي: هي الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني (الملح).

x: هو عدد صحيح (مولي) يمثل عدد مولات جزيئات الماء المرتبطة بكل مول واحد من الملح.

مثال11: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ كبريتات النحاس الثنائي خماسي الماء

تسمية الأملاح المائية — Naming of hydrates

1. تسمية الملح الأيوني (اللامائي) بالطريقة المعتادة (اسم الأنيون ثم اسم الكاتيون).
2. إضافة مقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة به باستخدام البادئات اليونانية.
3. إنهاء الاسم بكلمة "ماء" أو "هيدرات".

المقطع	عدد جزيئات الماء	الصيغة	الاسم
أحادي	1	$(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$	إكسالات الأمونيوم أحادية الماء.
ثنائي	2	$CaCl_2 . 2H_2O$	كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء.
ثلاثي	3	$NaC_2H_3O_2. 3H_2O$	أسيتات الصوديوم ثلاثية الماء
رباعي	4	$FePO_4. 4H_2O$	فوسفات الحديد (III) رباعية الماء.
خماسي	5	$CuSO_4. 5H_2O$	كبريتات النحاس (II) خماسية الماء
سداسي	6	$CoCl_2.6H_2O$	كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء
سباعي	7	$MgSO_4 . 7H_2O$	كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.
ثماني	8	$Ba(OH)_2. 8H_2O$	هيدروكسيد الباريوم ثماني الماء.
عشاري	10	$Na_2CO_3.10H_2O$	كربونات الصوديوم عشارية الماء

الشكل 5-3: أمثلة على الأملاح المائية

ص.ب : 700 الرياض 11421
المملكة العربية السعودية هاتف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

كيفية تحديد صيغة الملح المائي:

1) يُقاس مقدار كتلة العينة الأصلية من الملح المائي.

2) التسخين: تسخين الملح المائي لإزالة ماء التبلور (تبخيره) والحصول على الملح اللامائي.

3) يُقاس مقدار كتلة الملح اللامائي بعد إزالة الماء بالكامل.

4) حساب كتلة الماء: تُطرح كتلة الملح اللامائي من كتلة الملح المائي لتحديد كتلة ماء التبلور المفقود.

5) تحديد النسبة المولية (x):

- تحويل كتلة الماء المفقودة وكتلة الملح اللامائي المتبقي إلى مولات.
- تُقسم مولات الماء على مولات الملح اللامائي:

$$x = \frac{\text{عدد مولات الماء}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي}}$$

مثال 12:

وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $CuSO_4.xH_2O$ كتلتها 2.50 g في كأس وسخنت. وبقي بعد التسخين 1.59 g من كبريتات النحاس اللامائية البيضاء $CuSO_4$. ما صيغة الملح المائي؟ وما اسمه؟

كتلة الملح اللامائي – كتلة الملح المائي = كتلة الماء المفقود

m = 2.50 g - 1.59 g = 0.91 g

$$n_{(CuSO4)} = \frac{m}{M}$$

$$n_{(CuSO4)} = \frac{1.59}{159.6}$$

$n_{(CuSO4)}$ = 0.00996 mol

$$n_{(H2O)} = \frac{m}{M}$$

$$n_{(H2O)} = \frac{0.91}{18.02}$$

$n_{(H2O)}$ = 0.05 mol

$$X = \frac{\text{عدد مولات الماء}}{\text{عدد مولات الملح اللامائي}}$$

$$X = \frac{0.05}{0.00996} \approx 5$$

$CuSO_4.5H_2O$ كبريتات النحاس (II) خماسية الماء

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-17):

يُستخدم مركب كبريتات الماغنيسيوم المائية ($MgSO_4.xH_2O$) كمليّن. تم تحليل عينة منه، ووُجِدَ أن النسبة المئوية الكتلية للماء (H_2O) فيه هي 51.22%. إذا كانت النسبة المئوية الكتلية لعنصر الماغنيسيوم (Mg) في هذا المركب هي 9.93% ، فما قيمة المعامل (x) (عدد جزيئات ماء التبلور) في الصيغة الكيميائية للمركب؟

.....
.....
.....
.....

تدريب (3-18):

ملح مائي غير معروف له الصيغة $Na_2CO_3.xH_2O$ (كربونات الصوديوم المائية) يحتوي على النيتروجين (N) كشوائب في كربونات الصوديوم اللامائية بنسبة 2.80% من كتلة الملح اللامائي (Na_2CO_3). عند تسخين 5.00 g من هذا الملح المائي حتى زوال جميع ماء التبلور، كانت كتلة المواد المتبقية هي 3.00 g. اوجد قيمة x ؟

.....
.....
.....
.....

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

إجابات التدريبات

تدريب (3-1):

(c 16.0 mol O_2

تدريب (3-2):

$N_1 = 0.75\ mol \times 6.022 \times 10^{23}$ جزيئات/ مول

$N_1 = 4.5165 \times 10^{23}$ جزيء

$N_2 = \frac{N_1}{2}$

$N_2 = \frac{4.5165 \times 10^{23}}{2}$

$N_2 = 2.25825 \times 10^{23}$ جزيء

$n_2 = \frac{N_2}{N_A}$

$n_2 = \frac{2.25825 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.375mol$

$\Delta n = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.50mol$

$n_3 = n_2 + \Delta n$

$n_3 = 0.375 + 0.50 = 0.875\ mol$

المولات الكلية = $n_1 + n_2 + n_3$

المولات الكلية = $0.75 + 0.375 + 0.875 = 2.0\ mol$

تدريب (3-3):

(b 26.0 g Fe

تدريب (3-4):

151g/mol

تدريب (3-5):

$M = (2 \times M_{Al}) + (3 \times M_S) + (3 \times 4 \times M_O)$

$M = (2 \times 27.0) + (3 \times 32.1) + (3 \times 4 \times 16.0) = 342.3\ g/mol$

$n_{(الجزء)} = n(SO_4) \times \frac{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}{3\ mol\ SO_4}$

$n_{(الجزء)} = 0.87\ mol \times \frac{1}{3} = 0.29mol$

$m_{(الجزء)} = n_{(الجزء)} \times M$

$m_{(الجزء)} = 0.29\ mol \times 342.3\ g/mol = 99.267\ g$

$m_{(الكلية)} = 3 \times m_{(الجزء)} = 3 \times 99.267 = 297.8\ g$

تدريب (3-6):

(c 4 mol

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-7):

$$n_{Cl^-} = \frac{\text{عدد أيونات } Cl^-}{N_A}$$

$$n_{Cl^-} = \frac{6.022\times10^{23}\,\text{ion}}{6.022\times10^{23}\,\text{ion/mol}} = 1.00\ \text{mol}$$

$M_{NaCl} = 23.0 + 35.5 = 58.5\ \text{g/mol}$

$M_{CaCl2} = 40.1 + (2 \times 35.5) = 111.1\ \text{g/mol}$

$m_{Total} = n_1M_{NaCl} + n_2M_{CaCl2}$

$m_{Total} = 58.5n_1 + 111.1n_2$

$55.7 = 58.5n_1 + 111.1n_2$

$n_1 + 2n_2 = 1.00\ \text{mol}$

$n_1 = 1.00 - 2n_2$

$55.7 = 58.5\ (1.00 - 2n_2) + 111.1n_2$

$55.7 = 58.5 - 117.0n_2 + 111.1n_2$

$55.7 - 58.5 = -5.9n_2$

$-2.8 = -5.9n_2$

$n_2 = \frac{2.8}{5.9} = 0.475\ \text{mol}$

$n_1 = 1.00 - 2(0.475)$

$n_1 = 0.0508\ \text{mol}$

$N_{NaCl} = n_1 \times N_A$

$N_{NaCl} = 0.0508 \times 6.022 \times 10^{23} = 3.06 \times 10^{22}$ Formula unit

تدريب (3-8):

b) 267.52 g/mol

تدريب (3-9):

b) 3.61×10^{24} ذرة أكسجين

تدريب (3-10):

(الكتلة المولية) M = (2xCr) + (3×S) + (12×O)

(الكتلة المولية) M = (2×52.0) + (3×32.1) + (12×16.0)

(الكتلة المولية) M = 104 + 96.3 + 192

(الكتلة المولية) M = 392.3 g/mol

(الكتلة المولية) (O) M = 12 × 16.0 = 192.0 g/mol

$$O\% = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلية المولية للمركب}} \times 100$$

$$O\% = \frac{192.0}{392.3} \times 100$$

$O\% = 48.94\%$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-11):

$$O\% = \frac{\text{كتلة O في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$m_O = 2 \times 16.00 = 32.00\ g$

$$37.20\% = \frac{32.00}{M_{X(OH)_2}} \times 100$$

$$M_{(X(OH)2)} = \frac{32.00}{0.3720} \times 100$$

$M_{(X(OH)2)} = 86.02\ g/mol$

$$n_{\text{المركب}} = \frac{m_{\text{العينة}}}{M_{\text{المركب}}} = \frac{15.0}{86.02} = 0.1744\ mol$$

$$n_O = n_{\text{المركب}} \times \frac{2\,mol\ O}{1\,mol\ \text{المركب}}$$

$n_O = 0.1744\ mol \times 2 = 0.349\ mol$

$M_X = M_{X(OH)2} - M_{O2} - M_{H2}$

$M_X = 86.02 - 32.00 - (2\times1.00) = 52.02\ g/mol$

هذه الكتلة قريبة من الكتلة الذرية لعنصر الكروم Cr.

تدريب (3-12):

المركب I: Mass O = 0.6498 g Hg_xO_y - 0.6018 g Hg = 0.0480 g O

$$0.6018\ g\ Hg \times \frac{1\ mol}{200.6\ g} = 3.000\times10^{-3}\ mol\ Hg$$

$$0.0480\ g\ O \times \frac{1\ mol}{16\ g} = 3.00\times10^{-3}\ mol\ O$$

النسبة المولية بين Hg و O هي: 1 : 1 وبالتالي الصيغة الأولية للمركب I هي: HgO

المركب II: Mass Hg = 0.4172 g Hg_xO_y - 0.016 g O = 0.4012 g Hg

$$0.4012\ g\ Hg \times \frac{1\ mol}{200.6\ g} = 2.00 \times 10^{-3}\ mol\ Hg;\ 0.016\ g\ O \times \frac{1\ mol}{16\ g} = 1.0\times10^{-3}\ mol\ O$$

النسبة المولية بين Hg و O هي: 1 : 2 وبالتالي الصيغة الأولية للمركب II هي: Hg_2O

تدريب (3-13):

$$m_C = 6.600\ g\ CO_2 \times \frac{12.01\ g\ C}{44.01\ g\ CO_2} = 1.800\ g$$

$$m_H = 2.700\ g \times \frac{2\times1.01\ g\ H}{18.02\ g\ H_2O} = 0.303\ g$$

$$m_S = \text{كتلة العينة الكلية} \times \frac{\text{النسبة المئوية للكبريت}}{100\%}$$

$m_S = 5.000 \times 0.2566 = 1.283\ g$

$m_O = \text{الكتلة الكلية} - (m_C + m_H + m_S)$

$m_O = 5.000\ g - (1.800\ g + 0.303\ g + 1.283\ g) = 1.614\ g$

العنصر	الكتلة (الخطوة 1)	عدد المولات (الخطوة 2)	النسبة المولية (الخطوة 3)	الأعداد الصحيحة (الخطوة 4)
C	1.800 g	1.800/12.0 = 0.1499	0.1499/0.0400 = 3.747	3.747 × 4 = **15**
H	0.303 g	0.303/1.0 = 0.3030	0.3030/0.0400 = 7.500	7.500 × 4 = **30**
S	1.283 g	1.283/32.07 = 0.0400	0.0400/0.0400 = 1	1 × 4 = **4**
O	1.614 g	1.614/16 = 0.1009	0.1009/0.0400 = 2.522	2.522 × 4 = **10**

الصيغة الأولية لهذا المركب المعقد هي: $C_{15}H_{30}S_4O_{10}$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-14):

b.

تدريب (3-15):

$42.8\ mg\ H_2O \times \frac{1\ g}{1000\ mg} \times \frac{2.016\ gH}{18.02\ gH_2O} \times \frac{1000\ mg}{1\ g} = 4.79\ mg\ H$

$Mass\ \%\ H = \frac{4.79\ mg\ H}{47.6\ mg\ cumene} = \times 100 = 10.1\%\ H$

$mass\ \%\ C = 100.0 - 10.1 = 89.9\%\ C$

Suppose we have 100 grams of the compound: نفرض أن لدينا 100 جرام من المركب:

$89.9\ g\ C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ g\ C} = 7.49\ mol\ C$

$10.1\ g\ H \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\ g\ H} = 10.0\ mol\ H$

$\frac{10.0}{7.49} = 1.34 \approx \frac{4}{3}$

النسبة المولية H إلى C هي 4: 3. الصيغة الأولية هي C_3H_4.

(كتلة الصيغة الأولية) ≈ 3(12) + 4(1) = 40 g/mol.

يجب أن تكون الصيغة الجزيئية $(C_3H_4)_3$ أو C_9H_{12} لأن الكتلة المولية لهذه الصيغة ستكون بين 115 و 125 g/mol (الكتلة المولية ≈ 3 × 40 g/mol = 120 g/mol).

تدريب (3-16):

$m_{CO2} = m_{(CO2)(قبل)} - m_{(CO2)(بعد)}$

$m_{CO2} = 85.35\ g - 83.85\ g = 1.50\ g\ CO_2$

$m_C = 1.50\ g\ CO_2 \times \frac{12.01g\ C}{44.01g\ CO_2} = 0.409\ g\ C$

$m_{H2O} = m_{(H2O)(بعد)} - m_{(H2O)(قبل)}$

$m_{H2O} = 37.96\ g - 37.55\ g = 0.41\ g\ H_2O$

$m_H = 0.41\ g\ H_2O \times \frac{2\times1.01\ g\ H}{18.02\ g\ H_2O} = 0.046\ g\ H$

m_O = الكتلة الكلية – (m_C + m_H)

$m_O = 1.000\ g - (0.409\ g + 0.046\ g) = 0.545\ g\ O$

العنصر	الكتلة (الخطوة 1)	عدد المولات (الخطوة 2)	النسبة المولية (الخطوة 3)	الأعداد الصحيحة (الخطوة 4)
C	0.409 g	0.409/12.0 = 0.034	0.034/0.034 = 1.0	1.0 × 3 = **3**
H	0.046 g	0.046/1.0 = 0.046	0.046/0.034 = 1.35	1.35 × 3 = **4**
O	0.545 g	0.545/16 = 0.034	0.034/0.034 = 1.0	1.0 × 3 = **3**

الصيغة الأولية لهذا المركب المعقد هي:

$C_3H_4O_3$

$n = \frac{\text{الكتلة المولية الحقيقية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}} = \frac{176.12}{88.06} = 2$

الصيغة الجزيئية: $(C_3H_4O_3)\times2 = C_6H_8O_6$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

تدريب (3-17):

$\%(MgSO_4) = 100 - \%(H_2O)$

$\%(MgSO_4) = 100 - 51.22\%$

$\%(MgSO_4) = 48.78\%$

$\%Mg = \frac{M_{Mg}}{M_{\text{الكلية}}} \times 100$

$9.93 = \frac{24.3}{M_{\text{الكلية}}} \times 100$

$M_{\text{الكلية}} = 244.7\ g/mol$

$M_{MgSO4} = 24.3 + 32.1 + (4 \times 16.0) = 24.3 + 32.1 + 64.0 = 120.4\ g/mol$

$m_{H2O} = M_{\text{الكلية}} - M_{MgSO4}$

$m_{H2O} = 244.7 - 120.4$

$m_{H2O} = 124.3\ g/mol$

$x = \frac{m_{H2O}}{M_{H2O}} = \frac{124.3}{18}$

$x = 6.905 \approx 7$

$MgSO_4.7H_2O$

تدريب (3-18):

كتلة الملح اللامائي – كتلة الملح المائي = كتلة الماء المفقود

كتلة الماء المفقود = 5.00 g – 3.00 g = 2.00 g

كتلة الشوائب = $3.00 \times \frac{2.80}{100}$ = 0.084 g

$m_{Na2CO3} = 3.00\ g - 0.084\ g = 2.916\ g$

$M_{Na2CO3} = (2 \times 23.0) + 12.0 + (3 \times 16.0) = 106.0\ g/mol$

$M_{H2O} = (2 \times 1.0) + 16.0 = 18.0\ g/mol$

$n_{Na2CO3} = \frac{2.916\ g}{106.0\ g/mol} = 0.0275\ mol$

$n_{H2O} = \frac{2.00\ g}{18.0\ g/mol} = 0.1111\ mol$

$X = \frac{n_{H_2O}}{n_{Na_2CO_3}} = \frac{0.1111}{0.0275} = 4.0$

كربونات الصوديوم رباعية الماء

$Na_2CO_3.4H_2O$

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

PERIODIC TABLE

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
	I.A								VIII. B				III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
1.	2.1 **1 H** 1.0	II. A																
2.	1.0 **3 Li** 6.9	1.5 **4 Be** 9.0											2.0 **5 B** 10.8	2.5 **6 C** 12.0	3.0 **7 N** 14.0	3.5 **8 O** 16.0	4.0 **9 F** 19.0	**10 Ne** 20.2
3.	0.9 **11 Na** 23.0	1.2 **12 Mg** 24.3	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B				I. B	II. B	1.5 **13 Al** 27.0	1.8 **14 Si** 28.1	2.1 **15 P** 31.0	2.5 **16 S** 32.0	3.0 **17 Cl** 35.5	**18 Ar** 40.0
4.	0.8 **19 K** 39.1	1.0 **20 Ca** 40.1	1.3 **21 Sc** 45.0	1.5 **22 Ti** 47.9	1.6 **23 V** 50.9	1.6 **24 Cr** 52.0	1.5 **25 Mn** 54.9	1.8 **26 Fe** 55.8	1.8 **27 Co** 58.9	1.8 **28 Ni** 58.7	1.9 **29 Cu** 63.5	1.6 **30 Zn** 65.4	1.6 **31 Ga** 69.7	1.8 **32 Ge** 72.6	2.0 **33 As** 74.9	2.4 **34 Se** 79.0	2.8 **35 Br** 79.9	**36 Kr** 83.8
5.	0.8 **37 Rb** 85.5	1.0 **38 Sr** 87.6	1.3 **39 Y** 88.9	1.4 **40 Zr** 91.2	1.6 **41 Nb** 92.9	1.8 **42 Mo** 95.9	1.9 **43 Tc** [98]	2.2 **44 Ru** 101.1	2.2 **45 Rh** 102.9	2.2 **46 Pd** 106.4	1.9 **47 Ag** 107.9	1.7 **48 Cd** 112.4	1.7 **49**	1.8 **50 Sn** 118.7	1.9 **51 Sb** 121.8	2.1 **52 Te** 127.6	2.5 **53 I** 126.9	**54 Xe** 131.3
6.	0.7 **55 Cs** 132.9	0.9 **56 Ba** 137.3	1.1 **57 La** 138.9	1.3 **72 Hf** 178.5	1.5 **73 Ta** 180.9	1.7 **74 W** 183.8	1.9 **75 Re** 186.2	2.2 **76 Os** 190.2	2.2 **77 Ir** 192.2	2.2 **78 Pt** 195.1	2.4 **79 Au** 197.0	1.9 **80 Hg** 200.6	1.8 **81 Tl** 204.4	1.8 **82 Pb** 207.2	1.9 **83 Bi** 209.0	2.0 **84 Po** [209]	2.2 **85 At** [210]	**86 Rn** [222]
7.	0.7 **87 Fr** [223]	0.9 **88 Ra** [226]	1.1 **89 Ac** [227]	**104 Rf** [261]	**105 Db** [262]	**106 Sg** [266]	**107 Bh** [264]	**108 Hs** [269]	**109 Mt** [268]	**110 Ds** [271]	**111 Rg** [272]	**112 Cn** [285]	**113 Nh** [284]	**114 Fl** [289]	**115 Mc** [289]	**116 Lv** [293]	**117 Ts** [294]	**118 Og** [294]

EN* — atomic number — Chem. symbol — relative atomic mass

1.1 **58 Ce** 140.1	1.1 **59 Pr** 140.9	1.1 **60 Nd** 144.2	1.1 **61 Pm** [145]	1.2 **62 Sm** 150.4	1.2 **63 Eu** 152.0	1.2 **64 Gd** 157.3	1.2 **65 Tb** 158.9	1.2 **66 Dy** 162.5	1.2 **67 Ho** 164.9	1.2 **68 Er** 167.3	1.2 **69 Tm** 168.9	1.1 **70 Yb** 173.0	1.2 **71 Lu** 175.0
1.3 **90 Th** 232.0	1.5 **91 Pa** 231.0	1.4 **92 U** 238.0	1.3 **93 Np** [237]	1.3 **94 Pu** [244]	1.3 **95 Am** [243]	1.3 **96 Cm** [247]	1.3 **97 Bk** [247]	1.3 **98 Cf** [251]	1.3 **99 Es** [252]	1.3 **100 Fm** [257]	1.3 **101 Md** [258]	1.3 **102 No** [259]	1.3 **103 Lr** [262]

* EN: electronegativity

ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa

المصادر والمراجع العلمية

- وزارة التعليم . سلسلة مقررات الكيمياء في المرحلة الثانوية (نظام المسارات) ، المملكة العربية السعودية ، 2025 .

- Burdge , Julia and Jason Overby . Chemistry - atoms first , Third Edition . USA : McGraw-Hill , 2018 .
- Chang, Raymond. Chemistry, Tenth Edition. USA: McGraw-Hill, 2010.
- Ebbing , Darrell D and Steven D. Gammon . General Chemistry , Eleventh Edition . USA : Cengage Learning , 2015 .
- Rosenberg , Jerome L and Others . Schaum's Outline Theory and Problems of College Chemistry , Ninth Edition . USA : McGraw-Hill , 2007 .
- Silberberg , Martin S . Principles of General Chemistry , Third Edition . USA : McGraw-Hill , 2013 .
- Villanyi , Attila . How to Get an A in Chemistry ? , Budapest : Muszaki KonyvKiado , 2021 .
- Zumdahl , Steven S and Susan A. Zumdahl . Chemistry , Ninth Edition . USA : Brooks Cole , 2014 .



ص.ب : 700 الريـاض 11421
المملكـة العربيـة السعوديـة هاتـف : 920014025
@mawhiba | mawhiba.sa