

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية



\* للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

<https://almanahj.com/ae>

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

<https://almanahj.com/ae/15>

\* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر المتقدم في مادة كيمياء وجميع الفصول, اضغط هنا

<https://almanahj.com/ae/15chemistry>

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم في مادة كيمياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

<https://almanahj.com/ae/15chemistry1>

\* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

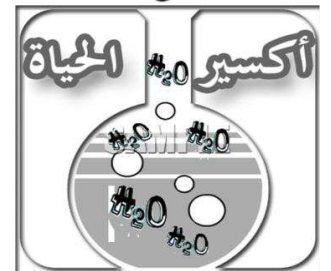
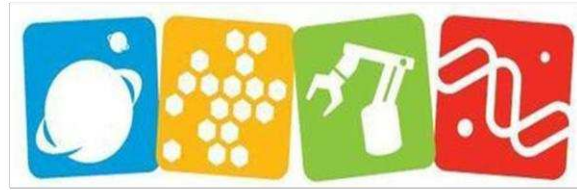
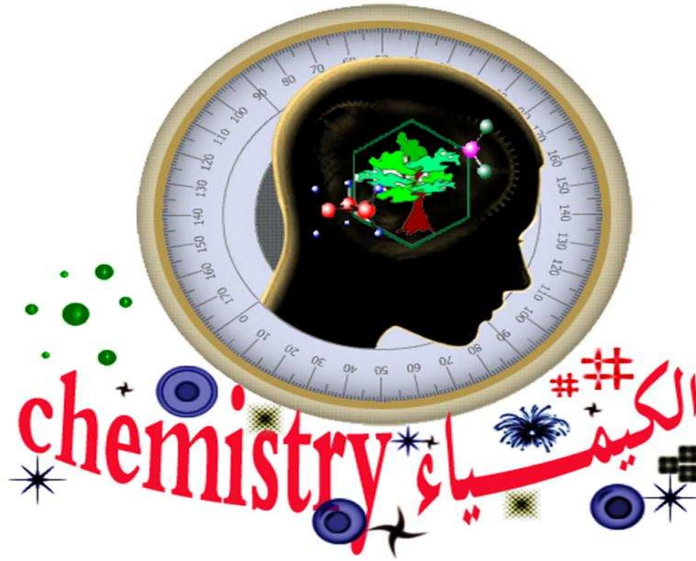
<https://almanahj.com/ae/grade15>

\* لتحميل جميع ملفات المدرس أحمد المالكي اضغط هنا

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

[https://t.me/almanahj\\_bot](https://t.me/almanahj_bot)

إهداء  
إلى الذين يسعون  
للتميز في العلم  
وتحصيله بغية الارتقاء  
بأمتهم ، أهدي ثمرة  
جهدي المتواضع هذا  
ليكون لهم نبراساً  
ودليلاً



إعداد الأستاذ : أحمد المالكي

معرفةنا محدودة وجهلنا غير محدود

عقد صداقة

أساسها تبادل المعرفة والثقة والتقدير ، وديدها تقديم أفضل ما عندنا جميعاً .. معلماً وطالباً !.

الطالب

الأستاذ

أ/ أحمد حميد الجعدي

يقول فيثاغورس : إذا اخترت إنسان فوجدته لا يصلح أن يكون صديقاً فأحذر من أن تجعله لك عدواً .

ملاحظات

1- هذه الأوراق لا تعتبر كافية والمرجع المطلوب هو الكتاب.

2- هذه الأوراق الهدف منها التنظيم والتوضيح.

3- يجب حل الأسئلة الموجودة في نهاية كل فصل في الكتاب.

# التفاعلات الكيميائية

الفصل  
الرابع 4

## Chemical Reactions

الفكرة العامة

### تحول المتفاعلات إلى نواتج يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها

- ماذا ترى في الصورة الموجودة في ص 6
- ماذا نسمي هذا التغير.
- ما هو الفرق بين التغيرات الفيزيائية والكيميائية؟
- عدد التغيرات التي تحدث للخشب.
- هل حرق أية مادة يعد تغير كيميائي؟ أمثلة على ذلك.
- ما نوع التغير الذي يحدث للخشب. علل.

- حقائق كيميائية :

- 1- لكي يشتعل الخشب يجب أن يسخن إلى  $260\text{ C}^0$ .
  - 2- يغلي الماء الموجود في الخشب قبل أن يحترق الخشب.
  - 3- يحتوي الدخان الناتج عن احتراق الخشب على أكثر من مادة كيميائية.
- نشاط استهلاكي : راجع ص 9 —

### الدرس الأول : 4-1 : التفاعلات والمعادلات Reactions and Equations

■ الفكرة الرئيسية : يعبر عن التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية.

■ الربط بواقع الحياة :

عندما تشتري موزاً أخضر اللون فإنه يتحول خلال أيام إلى اللون الأصفر، وهذا التغير في اللون يدل على حدوث تفاعل كيميائي.

■ التفاعلات الكيميائية.

جميع المواد تنتج عندما يُعاد ترتيب الذرات فيها لتكوين مواد أخرى مختلفة.

فمثلاً يُعاد ترتيب الذرات خلال حرائق الغابات ، وكذلك يُعاد ترتيب الذرات عندما ألقى بالقرص الفوار في كأس الماء

☞ التفاعل الكيميائي: مثل  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{HCl}$

☞ تذكر أن :

التفاعلات تؤثر في جميع نواحي الحياة. من تحلل الطعام إلى إنتاج الطاقة التي نحتاجها، كذلك إنتاج الطاقة لتحريك المحركات، وكذلك تنتج الألياف الطبيعية كالقطن في النبات والصوف في الحيوانات، والألياف الصناعية كالنايلون المستعمل في المنتجات كالملابس والسجاد.

☞ مؤشرات على حدوث تفاعل كيميائي كتغير اللون ، أو الرائحة ، أو درجة الحرارة ، أو إنتاج غاز ، أو تكون مادة صلبة عند مزج المتفاعلات.

### تمثيل التفاعلات الكيميائية.

الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية	الرمز	+	→	⇌	(s)	(l)	(g)	(aq)
	يفصل بين مادتين أو أكثر من المتفاعلة أو الناتجة	يفصل المواد المتفاعلة عن الناتجة	يفصل المتفاعلات عن النواتج، ويشير إلى التفاعل الانعكاسي	يشير إلى الحالة الصلبة	يشير إلى الحالة السائلة	يشير إلى الحالة الغازية	يشير إلى المحلول المائي	

لماذا تستعمل الرموز في الكيمياء.  
لأن الرموز طريقة مختصرة لوصف  
التفاعلات المعقدة، وهي تسمح للعلماء  
الذين يتحدثون بلغات مختلفة أن  
يتواصلون بسهولة.

- الصيغة : مجموعة من الرموز للدلالة على اسم المركب.
- فوائد الصيغة الجزيئية: التعرف على نوع و عدد الذرات.
- أمثلة على صيغ المركبات.  $\text{NH}_3$  ,  $\text{H}_2\text{O}$

س/ ضع خطأ تحت الإجابة الصحيحة:

(1) صيغة مركب الماء (  $\text{H}_2\text{O}$  ,  $\text{HO}_2$  ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  ,  $\text{NH}_3$  )

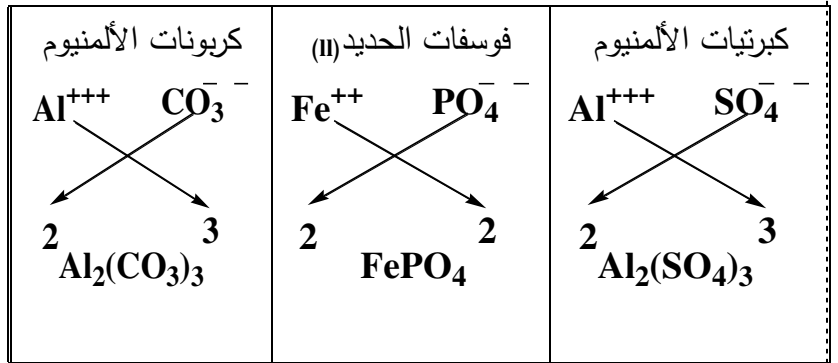
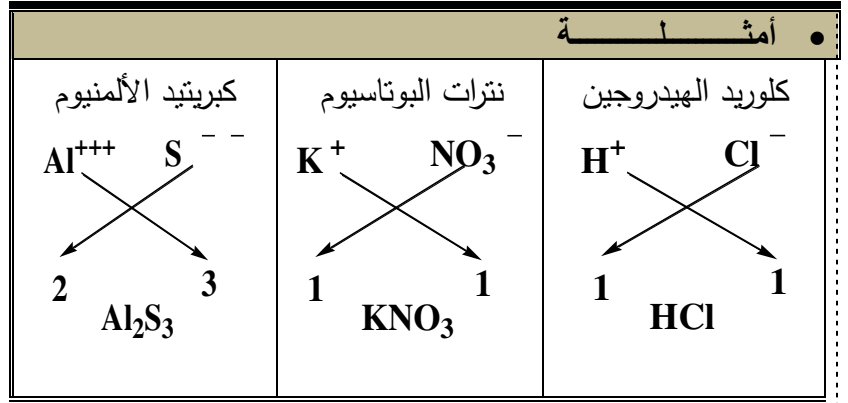
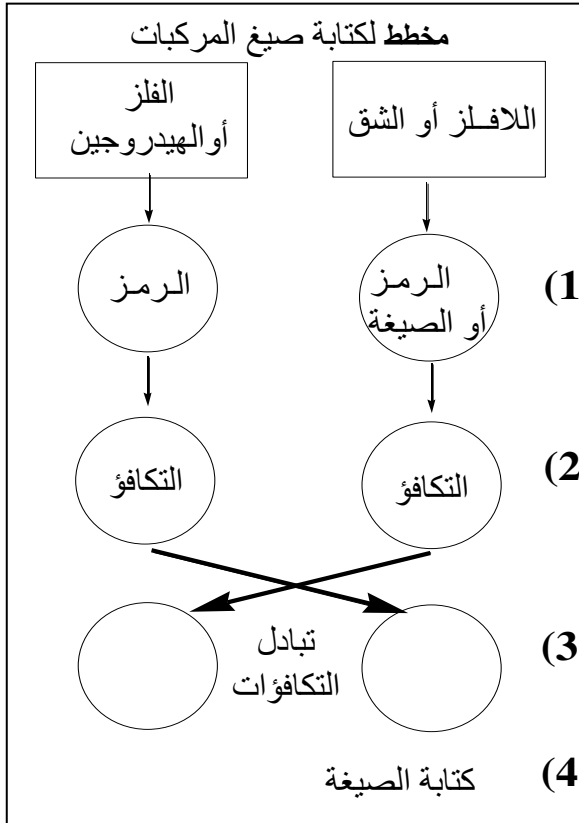
(2) رمز عنصر الكالسيوم (  $\text{Cr}$  ,  $\text{C}$  ,  $\text{Ca}$  ,  $\text{Cu}$  )

(3) عدد ذرات النيتروجين في المركب  $\text{NH}_3$  ( ذرة واحدة ، ذرتين ، 3 ذرات ، 4 ذرات )

### رموز بعض العناصر وصيغ بعض الشقوق [ الجذور ] وتكافؤاتها

اسم العنصر	الرمز بالتكافؤ	اسم الشق (الجذر)	الصيغة	ملاحظات
ليثيوم	$\text{Li}^+$	أمونيوم	$\text{NH}_4^+$	ملاحظات تهتمك !! كشقوق ( الجذور ) : هي مجموعة من الذرات مرتبطة مع بعضها وتكون وحدة متكاملة لها تكافؤ مشترك . - جميع الشقوق سالبة ما عدا جذر الأمونيوم . - الهيدروجين والفلزات ومجموعة الأمونيوم أيونات موجبة . - اللافلزات أيونات سالبة . - عند كتابة صيغة مركب كيميائي يكون الطرف الأيسر موجب الأيون والطرف الأيمن سالب الأيون . - أثناء الاتحاد الكيميائي تكون أسماء الفلزات كما هي أما اللافلزات فيضاف (يد) نهاية العنصر فمثلا كلور .. " كلوريد " كبريت .. " كبريتيد " وهكذا .
بوتاسيوم	$\text{K}^+$	نترات	$\text{NO}_3^-$	
صوديوم	$\text{Na}^+$	هيدروكسيد	$\text{OH}^-$	
كالسيوم	$\text{Ca}^{++}$	بيكربونات	$\text{HCO}_3^-$	
مغنيسيوم	$\text{Mg}^{++}$	كلورات	$\text{ClO}_3^-$	
باريوم	$\text{Ba}^{++}$	كبريتات	$\text{SO}_4^{--}$	
بورون	$\text{B}^{+++}$	كربونات	$\text{CO}_3^{--}$	
ألومنيوم	$\text{Al}^{+++}$	سليكات	$\text{SiO}_3^{--}$	
نحاس	$\text{Cu}^+$ , $\text{Cu}^{++}$	فوسفات	$\text{PO}_4^{--}$	
خارصين	$\text{Zn}^{++}$	ألومينات	$\text{AlO}_3^{---}$	
حديد	$\text{Fe}^{++}$	جزيئات ثنائية الذرة		
فضة	$\text{Ag}^+$	جزيء هيدروجين	$\text{H}_2$	
ذهب	$\text{Au}^{3+}$ , $\text{Au}^+$	جزيء أكسجين	$\text{O}_2$	
منجنيز	$\text{Mn}^{4+}$ , $\text{Mn}^{++}$	جزيء نيتروجين	$\text{N}_2$	
رصاص	$\text{Pb}^{4+}$ , $\text{Pb}^{++}$	جزيء فلور	$\text{F}_2$	
زئبق	$\text{Hg}^+$ , $\text{Hg}^{++}$	جزيء كلور	$\text{Cl}_2$	
هيدروجين	$\text{H}^+$	جزيء بروم	$\text{Br}_2$	
فلور	$\text{F}^-$	جزيء يود	$\text{I}_2$	
كلور	$\text{Cl}^-$	كيفية كتابة صيغة مركب كيميائي ؟		
بروم	$\text{Br}^-$	(1) نكتب رموز العناصر وصيغ الشقوق الداخلة في تكوين المركب.		
يود	$\text{I}^-$	(2) نكتب التكافؤات أسفل رموز العناصر وصيغ الشقوق .		
أكسجين	$\text{O}$	(3) نبادل التكافؤات بينها .		
كبريت	$\text{S}^{--}$	(4) نكتب الصيغة النهائية للمركب .		
نيتروجين	$\text{N}^{---}$	- إذا تساوت التكافؤات فإنها لا تكتب . ( إذا كان بين التكافؤات عامل مشترك نقسم عليه لنحصل على أبسط قيمة عددية ) - يوضع الشق (الجذر) بين قوسين إذا اتحد مع عنصر أو شق لا يساويه في التكافؤ .		





أكتب صيغ المركبات الآتية

هيدروكسيد الحديدك هيدروكسيد الحديد (III)	نترات الحديدوز نترات الحديد (II)	كبريتيد اللثيوم	أكسيد الكالسيوم	كلوريد الصوديوم
.....	.....	.....	.....	.....
بروميد المغنسيوم	هيدروكسيد الأمونيوم	كربونات الألمنيوم	كلوريد الهيدروجين	بيكربونات البوتاسيوم
.....	.....	.....	.....	.....
كربونات الصوديوم	كبريتات المغنسيوم	أكسيد الحديد (II)	نترات الفضة	كبريتات الصوديوم
.....	.....	.....	.....	.....

أكتب اسم المركبات التالية

HBr	$(NH_4)_2SO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$K_2S$	$Na_2O$
.....	.....	.....	.....	.....
LiCl	CuO	$Ca(HCO_3)_2$	$CaCO_3$	$Mg(OH)_2$
.....	.....	.....	.....	.....

## ■ المعادلات اللفظية.

تذكر أن :  
المعادلات اللفظية : تصف التفاعلات مع أنها تقتصر على معلومات مهمة.

مثال (1)

بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم  
تقرأ هذه المعادلة على النحو التالي: الألومنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألومنيوم.

مثال (2)

كلوريد الهيدروجين → كلور + هيدروجين  
تقرأ هذه المعادلة على النحو التالي: الكلور والهيدروجين يتفاعلان لإنتاج كلوريد الهيدروجين.

## ■ المعادلات الكيميائية.

مثال (1)

تذكر أنه :  
يتم الوصف الموجز باستخدام رموز العناصر وصيغ المركبات بدلاً من الكلمات – للتعبير عن المتفاعلات والنواتج –

وفي هذه الحالة المعادلة الكيميائية صحيحة ولكنها لا توضح العدد الصحيح للذرات المتفاعلة

معادلة لفظية	بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم
معادلة رمزية	

مثال (2)

تذكر أنه :  
يتم الوصف الدقيق بتوضيح العدد الصحيح للذرات المتفاعلة والناتجة، بحيث يكون عدد ذرات المتفاعلات يساوي عدد ذرات النواتج .

معادلة لفظية	كلوريد الهيدروجين → كلور + هيدروجين
معادلة رمزية	

## ■ المعادلات الكيميائية الموزونة.

مثال (1)

تذكر جيداً :  
لوزن المعادلة يجب أولاً: التأكد من كتابة الصيغ ورموز العناصر بشكل صحيح.  
ثانياً: التأكد من عدد الذرات في طرفي المعادلة ووزن الهيدروجين أولاً ثم الأكسجين إذا وجدت ثم الذرات الأخرى .

معادلة لفظية	بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم
معادلة رمزية	
معادلة رمزية موزونة	

مثال (2)

ثالثاً: معلومة مهمة جداً جداً جداً  
وهي عند وزن المعادلة العدد الموجود أسفل الرمز أو الصيغة عن اليمين لا لا لا لا لا يعدل - يبقى كما هو ثابت - مثل  $Cl_2$   
وإنما يعدل العدد الموجود أمام الرمز أو الصيغة ( يسمى المعامل) - مثل  $2HBr$   
عند الانتهاء من الوزن يكون عدد الذرات في طرفي المعادلة متساوي

معادلة لفظية	كلوريد الهيدروجين → كلور + هيدروجين
معادلة رمزية	
معادلة رمزية موزونة	

لا تنسى أن لكل قاعدة شواذ

### مسائل تدريبية ص 11

تذكر أنه :  
ليس من الضروري أن تكون المعاملات في طرفي المعادلة متساوية.

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للمعادلات اللفظية الآتية:  
1. بروميد الهيدروجين → هيدروجين + بروم

2. ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + أول أكسيد الكربون

3. تحدّ اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي :  
عند تسخين كلورات البوتاسيوم  $KClO_3$  الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

### مسائل تدريبية ص 13

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

1. يتفاعل كلوريد الحديد (III)  $FeCl_3$  مع هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد (III)  $Fe(OH)_3$  الصلب وكلوريد الصوديوم  $NaCl$ .

الحل:

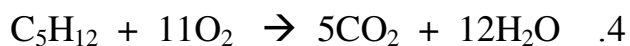
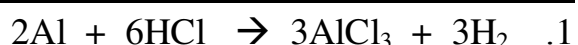
2. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون  $CS_2$  السائل مع غاز الأكسجين  $O_2$  لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وغاز ثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$

الحل:

3. تحدّ يتفاعل فلز الخارصين  $Zn$  مع حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  لإنتاج غاز الهيدروجين  $H_2$  ومحلول كبريتات الخارصين  $ZnSO_4$

الحل:

سؤال : هل المعادلات الآتية موزونة أم لا ؟ زن المعادلات الغير موزونة .



## الدرس الثاني : 2-4 : تصنيف التفاعلات الكيميائية Classifying Chemical Reactions

- الفكرة الرئيسية : أنواع التفاعلات الكيميائية هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.
- الرباط بواقع الحياة : عندما تبحث عن كتاب في مكتبة غير مصنفة ستحتاج إلى وقت طويل، فالتصنيف مهم جداً لتسهيل عملية البحث. كذلك يستخدم التصنيف في التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة لتسهيل دراسة التفاعلات وفهمها.

- س1: أي نوع من التفاعلات يحدث عندما يحرق الخشب ؟  
س2: (يتكون الماء عندما يتفاعل الأكسجين مع الهيدروجين) ما نوع هذا التفاعل ؟

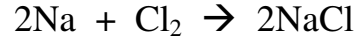
### أنواع التفاعلات الكيميائية:

يعتمد التصنيف لتنظيم الأعداد الكبيرة من التفاعلات التي تحدث يومياً.

النوع الأول : تفاعلات التكون.  $A + B \rightarrow AB$

ملاحظة: عندما يتفاعل عنصران فإن التفاعل يكون دائماً تفاعل تكوين

مثال: تفاعل عنصر الصوديوم مع الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم



هل سمع بتقنية النانو؟  
ماذا تعني نانو وما هي تطبيقاتها  
المستقبلية.

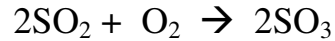
ملاحظة: يمكن أن يتحد مركبان لتكوين مركب واحد

مثال: تفاعل مركب أكسيد الكالسيوم مع الماء



ملاحظة: هناك نوع آخر من تفاعلات التكون يتضمن تفاعل مركب مع عنصر

مثال: تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع غاز الأكسجين لتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت



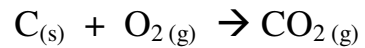
النوع الثاني : تفاعلات الاحتراق:

ملاحظة: يعد التفاعل  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$  تفاعل احتراق كما يعتبر تفاعل تكون. لماذا ؟

الجواب :

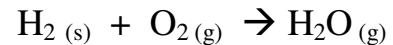
تفاعل تكون لأن التفاعل لمادتين تتحد وتكون مادة واحدة وتفاعل احتراق لأن الأكسجين يتحد مع مادة أخرى ويطلق طاقة.

مثال آخر: تفاعل احتراق الفحم



هل يمكن تصنيفه تفاعل تكون: نعم

مثال آخر: صنف التفاعل التالي

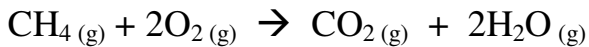


التفاعل يعتبر تفاعل احتراق وتفاعل تكون.

ملاحظ مهمة:

ليس كل تفاعل احتراق تفاعل تكون

مثال:



## حل مسائل تدريبية ص 17

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات التالية، وصنف كل تفاعل منها:

1. تفاعل الألومنيوم الصلب Al والكبريت الصلب S لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب  $Al_2S_3$ .

2. تفاعل الماء وغاز خامس أكسيد النيتروجين  $N_2O_5$  لإنتاج محلول حمض النتريك  $HNO_3$ .

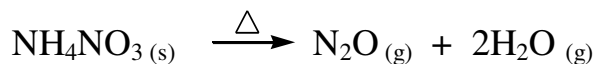
3. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين  $NO_2$  والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد النيتروجين.

## النوع الثالث : تفاعلات التفكك ( تحلل ) : $AB \rightarrow A + B$

تذكر أن: تفاعلات التفكك عكس تفاعلات التكون.

كما أنها لكي تحدث تحتاج إلى مصدر للطاقة، كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء.

مثال: تفكك نترات الأمونيوم إلى أكسيد النيتروجين الأحادي وماء عن التسخين.



مثال آخر مشهور: وهو تفكك أزيد الصوديوم



## حل مسائل تدريبية ص 18 اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل الآتية:

1. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصلب  $Al_2O_3$  عندما تسري فيه الكهرباء إلى الومنيوم صلب وغاز الأكسجين.

2. يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب  $Ni(OH)_2$  لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب  $NiO$  والماء.

3. تحدد: ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية ( بيكربونات الصوديوم ) الصلبة  $NaHCO_3$  كربونات الصوديوم الصلبة  $Na_2CO_3$  وبخار الماء  $H_2O$  وغاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ .

هل سبق أن أصيبوا ( الغرب ) بحساسية من الحلي المعدنية ؟ نعم مع الأخذ بعين الاعتبار موقع النيكل والذهب والفضة والبلاتين في سلسلة النشاط. ■ أي من هذه الفلزات أكثر نشاطاً وأبها أقل ؟ الأكثر نشاطاً : النيكل ، والأقل نشاطاً : الذهب ■ أي هذه الفلزات أكثر احتمالاً في تسبب الحساسية عند استعمالها في الحلي ؟ النيكل ■ أي أنواع الحلي الفلزية يعد أفضل اختيار لشخص لديه حساسية من الحلي ؟ الذهب أو البلاتين أو الفضة.

## حكمة من تحريم الذهب على الرجال :

الحكمة هنا تعيدية بمعنى أنه حرام لأن الله حرمه وعلينا الامتنال ( لا يعني خطأ التعليل ).

ذكر موقع طبي أن جميع المصابين بمرض الزهايمر عندهم نسبة عالية من الذهب وهو ما يعرف بهجرة الذهب . وهجرة الذهب معروفة بالنسبة للفيزيائيين حيث أن الذهب إذا لامس معدن آخر تتسلل أو تهاجر قليل من الذرات منه إلى العنصر الملامس له وطبعاً هذا يحدث خلال فترة طويلة . ولم يعرف أن ذرات الذهب تتسلل من خلال جلد الإنسان إلى الدم إلا حديثاً.

وأن أعلنوا عن تطوير تحليل للبول يتعرف على نسبة الذهب فيه وبالتالي على وجود المرض أو عدمه.

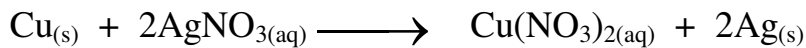
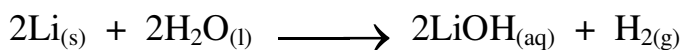
مهم جداً هنا الإشارة إلى أن النساء لا تعاني من هذا الموضوع لأن أي ذرات مضره تخرج شهريا من جسم المرأة !!؟

فسبحان الله. ما حرم الله شيء إلا وله سبب

## □ النوع الرابع : تفاعلات الإحلال

أ) تفاعلات الإحلال البسيط ( إزاحة مفردة )  $A + BX \rightarrow AX + B$

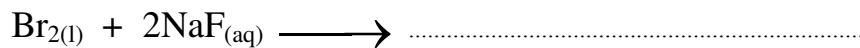
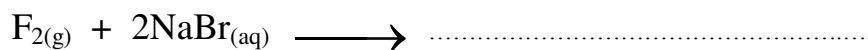
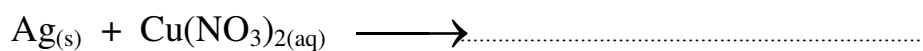
يتم بإحلال ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.



علل: لا يحل الفلز دائماً محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء.

وذلك لأن الفلزات تختلف في نشاطها وقدرتها على التفاعل مع مادة أخرى.

☞ بالنظر إلى الشكل : هل تستطيع التنبؤ بحدوث التفاعلات التالية من عدم حدوثها.

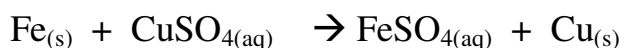


☞ مثال 2-4 ص 21

تفاعلات الإحلال البسيط : توقع نواتج التفاعلات الكيميائية التالية، واكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة تمثل كلاً منها:



يحدث التفاعل لأن الحديد يقع قبل النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي ( إي أن الحديد أنشط من النحاس ) أي يحل الحديد محل النحاس.



والمعادلة موزونة



سلاسل النشاط الكيميائي  
للفلزات والهالوجينات

الأكثر نشاطاً

**الفلزات**



ليثيوم  
روبيديوم  
بوتاسيوم  
كالسيوم  
صوديوم  
ماغنسيوم  
ألومنيوم  
منجنيز  
خارصين  
حديد  
نيكل  
قصدير  
رصاص  
نحاس  
فضة  
بلاتين  
ذهب

الأقل نشاطاً

الأكثر نشاطاً

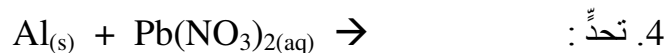
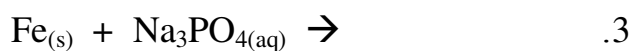
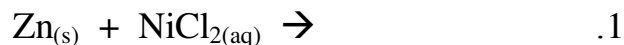
**الهالوجينات**



فلور  
كلور  
بروم  
يود

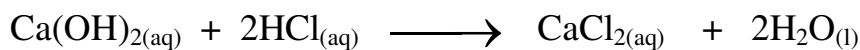
الأقل نشاطاً

توقع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط التالية ستحدث أم لا ، وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة لكل تفاعل يتوقع حدوثه:

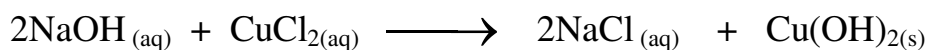


(أ) تفاعلات الإحلال المزدوج: ( تحدث غالباً في المحاليل )  $AX + BY \rightarrow AY + BX$

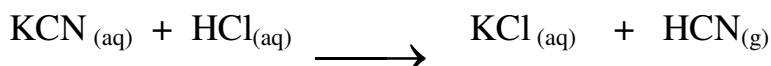
■ مثال: تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع الهيدروكلوريك



■ مثال آخر: تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس



■ مثال آخر: تفاعل كلوريد الهيدروجين مع سيانيد البوتاسيوم



⚠️ **لاحظ:** تسمى المادة الصلبة التي تنتج خلال التفاعل كيميائي في محلول ما راسباً.

⚠️ **لاحظ:** جميع تفاعلات الإحلال المزدوج تنتج ماءً ، أو راسباً ، أو غازاً. راجع المعادلات السابقة ستجد ذلك

⚠️ **يجب عليك مراجعة:** الجدول 3-4 والجدول 4-4 ص 23 - 24



تابع حل مسائل تدريبية ص 17

4. تحدّ تفاعل محلولي حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  وهيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$  والماء.

تابع حل مسائل تدريبية ص 23

1. يتفاعل نترات الفضة  $AgNO_{3(aq)}$  مع يوديد الليثيوم  $LiI_{(aq)}$  لإنتاج يوديد الفضة  $AgI$  الصلب ومحلول نترات الليثيوم  $LiNO_3$

2. يتفاعل محلول كلوريد الباريوم  $BaCl_{2(aq)}$  مع محلول كربونات البوتاسيوم  $K_2CO_{3(aq)}$  لإنتاج كربونات الباريوم الصلبة ومحلول كلوريد البوتاسيوم.

3. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$  مع محلول نترات الرصاص II  $Pb(NO_3)_2$  لإنتاج كبريتات الرصاص II  $PbSO_4$  الصلبة ومحلول نترات الصوديوم  $NaNO_3$ .

4. تحدّ : تفاعل حمض الإيثانويك ( حمض الخل )  $CH_3COOH$  مع هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم ( خلات البوتاسيوم )  $CH_3COOK$  والماء.

## الدرس الثالث : 3-4 : التفاعلات في المحاليل المائية Reactions in Aqueous Solutions

### ■ الفكرة الرئيسية :

- تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية ، وتؤدي إلى إنتاج رواسب، أو ماء، أو غازات.
- الرابط بواقع الحياة : يستعمل مسحوق نكهة الليمون في تحضير شراب الليمون فعندما يضاف المسحوق إلى الماء فإن بلوراته تذوب فيه مكونة محلولاً له نكهة الليمون.

### المحاليل المائية Aqueous Solutions

### المحلول :

#### ☞ أنظر إلى الشكلين

(4-15) و (4-16)

لفهم كيف تكون المركبات أيونات عندما تذوب في الماء.

#### - المركبات الجزيئية في المحلول

☞ هناك مواد جزيئية تبقى جزيئية عندما تذوب في الماء  
مثال: السكر (سكر المائدة) ، الإيثانول (الكحول)

☞ تسمى المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين المائي أحماض.

☞ هناك مواد جزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء  
مثال:  $\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

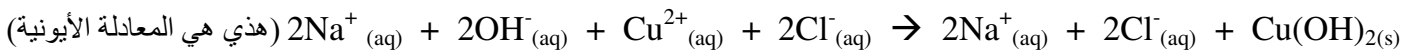
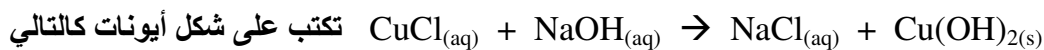
#### - المركبات الأيونية في المحلول

عبارة عن أيونات موجبة وأيونات سالبة مرتبطة معاً بروابط أيونية. عندما تذوب في الماء تنفصل هذه الأيونات عن بعضها البعض (تسمى هذه العملية بالتفكك) (مثال مشهور: المحلول المائي لكلوريد الصوديوم يحتوي على  $\text{Cl}^-$  و  $\text{Na}^+$ )

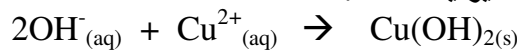
### ■ المعادلات الأيونية :

في المعادلة الأيونية، تكتب المواد التي تكون على هيئة أيونات في المحلول بصورة أيونات في المعادلة.

☞ مثال : المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي  $\text{NaOH}$  و  $\text{CuCl}$  على شكل أيونات



☞ المعادلة الأيونية النهائية للمعادلة الأيونية الكاملة.



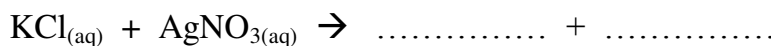
#### ☞ ملاحظات

(1) تسمى المعادلة التي تبين الجسيمات في المحلول بالمعادلة الأيونية الكاملة

(2) أيونات الصوديوم والكلور مواد متفاعلة وناجحة في الوقت نفسه ، أي أنها لم تشارك في التفاعل، ولهذا تسمى أيونات متفرجة.

(3) عند شطب الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة من طرفي المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية (المختصرة) وهي التي تشمل على الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط .

☞ سؤال أكمل المعادلة الكيميائية التالية :



مثال 4-3

التفاعلات التي تكون راسباً : اكتب المعادلة الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلول نترات الباريوم  $Ba(NO_3)_2$  وكربونات الصوديوم  $Na_2CO_3$  والذي يكون راسباً من كربونات الباريوم  $BaCO_3$

$Ba(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$	المعادلة الرمزية الموزونة
$Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}_{(aq)}$	المعادلة الأيونية الكاملة
$Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}_{(aq)}$	حذف الأيونات المتفرجة
$Ba^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)}$	المعادلة الأيونية النهائية

حل مسائل تدريبية ص 28

اكتب معادلات كيميائية أيونية كاملة، وأيونية نهائية لكل من التفاعلات الآتية التي قد تكون راسباً، مستخدماً (NR) لبيان عدم حدوث تفاعل.

1. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة  $AgNO_3$  تكون راسب من يوديد الفضة  $AgI$

	المعادلة الرمزية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

2. عند خلط محلولي فوسفات الأمونيوم  $(NH_4)_3PO_4$  وكبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$  لم يتكون أي راسب، ولم يتصاعد غاز.

	المعادلة الرمزية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

3. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم  $AlCl_3$  وهيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  تكون راسب من هيدروكسيد الألومنيوم  $Al(OH)_3$ .

	المعادلة الرمزية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

4. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  و نترات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  تكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم  $\text{CaSO}_4$ .

	المعادلة الرمزية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

5. تحدّد: عند خلط محلولي كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  وكلوريد المنجنيز  $\text{MnCl}_2$  تكوّن راسب يحتوي على المنجنيز.

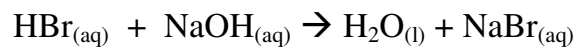
	المعادلة الرمزية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

■ التفاعلات التي تكون الماء :

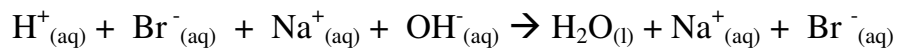
(هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزوج يؤدي إلى تكوين جزيئات الماء بخلاف التفاعلات التي يتكون فيها راسب)

□ ملاحظة: لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي، لأن الماء عديم اللون والرائحة كما أنه يشكل معظم المحلول.

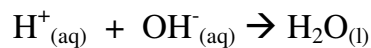
☞ مثال : عند خلط الهيدروبروميك  $\text{HBr}$  مع هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$



في هذه الحالة تكون مواد التفاعل على هيئة أيونات في المحلول المائي.



عند حذف الأيونات المتفرجة التي لم تشارك في التفاعل، تكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي.



كل حل مسائل تدريبية ص 30  
اكتب المعادلات كيميائية أيونية كاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات التي تنتج الماء.

1. عند خلط حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  ينتج ماء ومحلول كبريتات البوتاسيوم  $K_2SO_4$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

2. عند خلط حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  وينتج ماء ومحلول كلوريد الكالسيوم  $CaCl_2$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

3. عند خلط حمض النيتريك  $HNO_3$  بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم  $NH_4OH$  ينتج ماء ومحلول نترات الأمونيوم  $NH_4NO_3$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

4. عند خلط كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  ينتج ماء ومحلول كبريتيد الكالسيوم  $CaS$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

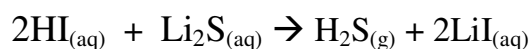
5. تحدّد: عند خلط حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  وهيدروكسيد المغنسيوم  $Mg(OH)_2$  يتكون ماء وبنزوات المغنسيوم  $(C_6H_5COO)_2Mg$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

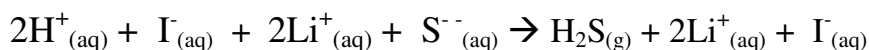
■ التفاعلات التي تكوّن غازات:

( هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين غازات، مثل  $\text{CO}_2$  و  $\text{HCN}$  و  $\text{H}_2\text{S}$  )

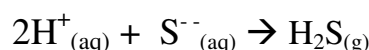
☞ مثال : عند خلط الهيدروبيوديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم  $\text{Li}_2\text{S}$  فيتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$ ، كما ينتج بيوديد الليثيوم LiI الذي يظل ذائباً في المحلول.



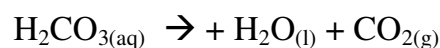
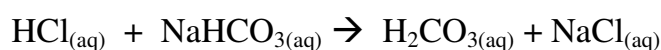
في هذه الحالة تكون مواد التفاعل على هيئة أيونات باستثناء  $\text{H}_2\text{S}$ .



عند حذف الأيونات المتفرجة التي لم تشارك في التفاعل، تكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي.



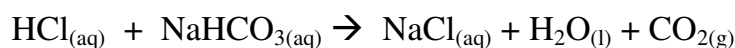
☞ مثال آخر : عند خلط أي محلول حمضي مع بيكربونات الصوديوم ( كربونات الصوديوم الهيدروجينية )



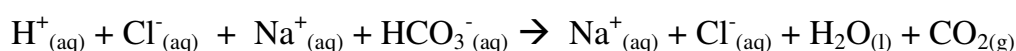
يمكن دمج المعادلتين المتفاعلات مع المتفاعلات والنواتج مع النواتج



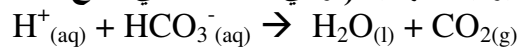
وبحذف حمض الكربونيك  $\text{H}_2\text{CO}_3$  من طرفي المعادلة نحصل على المعادلة الكيميائية



ويمكن الآن كتابة المعادلة الأيونية الكاملة



بحذف الأيونات المتفرجة نكتب المعادلة الأيونية النهائية ( وهي المعادلة التي تدمج تفاعلين )



☞ مثال: 4-4

التفاعلات التي تكوّن غازات: اكتب كلاً من المعادلة الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم  $\text{Na}_2\text{S}$ ، والذي ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

حل مسائل تدريبية ص 32

اكتب المعادلات كيميائية أيونية كاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

1. يتفاعل حمض البيركلوريك  $\text{HClO}_4$  مع محلول كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلوريد الصوديوم

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

2. يتفاعل حمض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مع محلول سيانيد الصوديوم  $\text{NaCN}$  لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين  $\text{HCN}$  ومحلول كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

3. يتفاعل حمض الهيدروبروميك  $\text{HBr}$  مع محلول كربونات الأمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ليتكون غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبروميد الأمونيوم.

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

4. يتفاعل حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$  مع محلول كبريتيد البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{S}$  لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$ .

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

5. تحدّ: يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم  $\text{KI}$  مع محلول نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  لتكوين يوديد الرصاص  $\text{PbI}_2$  الصلب.

	المعادلة الكيميائية الموزونة
	المعادلة الأيونية الكاملة
	المعادلة الأيونية النهائية

📖 راجع الكتاب ص 34 كيف تعمل الأشياء ؟؟؟



# اختبار مقتن 1

أسئلة الاختيار من متعدد

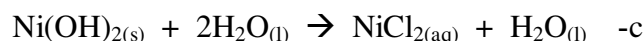
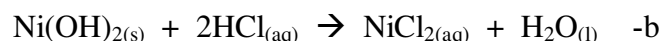
استعمل الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية				
المركب	الاسم	الحالة عند 25°C	يذوب في الماء	درجة الإنصهار °C
NaClO <sub>3</sub>	كلورات الصوديوم	صلب	نعم	248
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	كبريتات الصوديوم	صلب	نعم	884
NiCl <sub>2</sub>	كلوريد النيكل II	صلب	نعم	1009
Ni(OH) <sub>2</sub>	هيدروكسيد النيكل II	صلب	لا	230
AgNO <sub>3</sub>	نترات الفضة	صلب	نعم	212

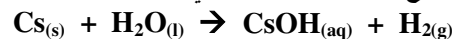
1- إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكل II بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم ، فهل يحدث تفاعل مائي؟  
 a- لا، لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب يذوب في الماء .  
 b- لا، لأن كبريتات الصوديوم الصلبة تذوب في الماء .  
 c- نعم ، لأن كبريتات الصوديوم الصلبة ستترسب في المحلول .  
 d- نعم ، لأن هيدروكسيد النيكل II الصلبة ستترسب في المحلول

2- ماذا يحدث عند خلط محلول AgClO<sub>3</sub>(aq) بمحلول NaNO<sub>3</sub> ؟  
 a- لا يحدث تفاعل مرئي.  
 b- تترسب NaNO<sub>3</sub> الصلبة في المحلول.  
 c- ينطلق غاز NO<sub>2</sub> خلال التفاعل.  
 d- ينتج فلز Ag الصلب.

3- عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل II الصلب فإن الهيدروكسيد يختفي. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟  
 a- Ni(OH)<sub>2</sub>(s) + HCl(aq) → NiO(aq) + H<sub>2</sub>(g) + HCl(aq)

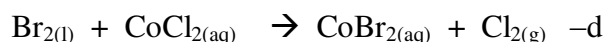
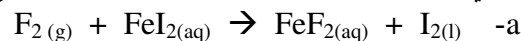


4- ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟



a- تكوين. b- احتراق. c- تفكك. d- إجلال بسيط.

5- أي التفاعلات الآتية ستحدث بين الهالوجينات والأملاح الهاليدات ؟



# المول The Mole

يمثل المول عدداً كبيراً من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

كيس يحتوي على ثلاث مجموعات متساوية في العدد من القطع المعدنية  
( فئة 5 هللة ، فئة 10 هللة ، فئة 25 هللة )

أجب على الأسئلة التالية

- ما العامل المشترك بينهما؟ تحتوي على العدد نفسه من القطع المعدنية.
  - ما وجه الاختلاف بينهما باستثناء قيمتهما؟ كتلة كل مجموعة
  - ما سبب وضعها في مجموعات؟ ليسهل عدّها بالمجموعات بدلاً من القطعة الفردية.
  - ما الطرائق الأخرى التي يمكن عدّ المواد بواسطتها؟ فالبيض مثلاً بالدرزن والأحذية فتعد بالزوج. ( أنظر الشكل 1-5 ص 42 )
- أخي الطالب : الكيميائيين يستعملون وحدة عد كبيرة جداً تسمى المول لعد الذرات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

- حقائق كيميائية :

1-العملات المعدنية السعودية هي 5 ، 10 ، 25 ، 50 ، 1000 هللات.

2- تتركب العملات السعودية من

نحاس ونيكل بنسب مختلفة.

- نشاط استهلاكي: راجع ص 41 —

## الدرس الأول : 1-5 : قياس المادة Measuring Matter

■ الفكرة الرئيسية : يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات والأيونات ووحدات الصيغ الكيميائية.

■ الربط بواقع الحياة : عندما يطلب منك عد زملائك في الفصل ستجد سهولة في ذلك . وستلاحظ في أمورك كلها أنه كلما صغرت المادة صعب العد.

■ عدّ الجسيمات : Counting Particles

درست سابقاً أن الذرات تتفاعل معاً بنسب عددية ثابتة لتكوين الجزيئات فمثلاً تتحد ذرتا هيدروجين H مع ذرة أكسجين O لتكوين جزيء H<sub>2</sub>O ، فكيف يمكن التعامل مع هذا التفاعل عملياً ؟ وهل نستطيع قياس كتلة ذرة واحدة أو اثنتين في المختبر ؟

بما أن الذرات صغيرة جداً ولا يمكن عدّها أو قياس كتلتها في المختبر فلا بد من إيجاد مقياس عملي لقياس كتل المواد بحيث تكون الكميات قابلة للقياس ويمكن التعامل معها مخبرياً ، لذلك نحتاج إلى عدد كاف من الذرات للحصول على كتلة يمكن قياسها بالغمات

استخدم الكيميائيون مصطلح المول كوحدة قياس عملية للمادة ، إذ إن المول الواحد يكافئ  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة أو جزيء أو أيون من المادة وهذا العدد يسمى عدد أفوجادرو .

هل تعلم

أن جميع سكان الأرض لو بدأوا بعد حبات القمح لقضوا حياتهم قبل أن يصلوا في العد إلى عدد أفوجادرو من الحبات

عدد أفوجادرو 602,213,670,000,000,000,000

مليون بليون تريليون بيتايلون إكسايلون زيتايلون فوتايلون

وبذلك يمكن وصف تفاعل الأكسجين مع الهيدروجين لإنتاج الماء بأن 2 مول من ذرات الهيدروجين تتفاعل مع 1 مول من ذرات الأكسجين لتنتج 1 مول من جزيئات الماء

أي أن  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$  ذرة من الهيدروجين تتفاعل مع  $1 \times 6.02 \times 10^{23}$  ذرة من الأكسجين لتنتج  $1 \times 6.02 \times 10^{23}$  جزيء ماء

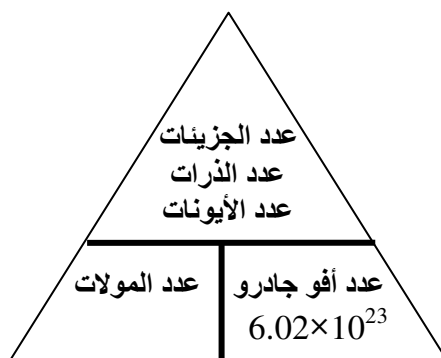
- المول:

$6.02 \times 10^{23} = 1 \text{ mol}$  من الجسيمات Particles ( ذرات أو جزيئات أو أيونات )

## التحويل بين المولات والجسيمات

$6.02 \times 10^{23} = 1 \text{ mol}$  من الجسيمات Particles (ذرات أو جزيئات أو أيونات)

جسيمات	Particles
مول	Mol
جزيئات	molecules
ذرات	Atoms
أيونات	Ions



### □ مثال:

لحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه، نستخدم عدد أفوجادرو- أي العلاقة بين عدد المولات والجسيمات- كمعامل للتحويل

عدد الجزيئات (molecules) = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$3.5 \times 6.02 \times 10^{23} = (\text{molecules}) \text{ عدد الجزيئات}$$

$$2.11 \times 10^{24} = (\text{molecules}) \text{ عدد الجزيئات}$$

## التحويل بين المولات والجسيمات

لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات نستخدم مقلوب عدد أفوجادرو كمعامل للتحويل

$$\frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = (\text{Mol}) \text{ عدد المولات}$$

لحساب عدد مولات السكر في عينة تحتوي على  $2.11 \times 10^{24}$  molecules منه

$$\frac{2.11 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = (\text{Mol}) \text{ عدد المولات}$$

$$3.5 \text{ mol} = (\text{Mol}) \text{ عدد المولات}$$

أي أن هناك 3.5 mol من السكر في  $2.11 \times 10^{24}$  molecules منه

### حل مسائل تدريبية ص 44

1. يستخدم الخارصين Zn لتكوين طبقة على الحديد لحمايته من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه

---



---



---



---



---

2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H<sub>2</sub>O.

---



---



---



---



---

3. احسب عدد الجسيمات لـ  $\text{AgNO}_3$  في 3.25 mol منها؟

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

4. تحدّد : احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من  $\text{O}_2$ .

10 <sub>2</sub>	لاحظ:
1 مول من O <sub>2</sub> ⇔ 2 مول من O	
5 مول من O <sub>2</sub> ⇔ ؟ مول من O	

□ مثال 5-1

يستخدم النحاس Cu في صناعة الأسلاك الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على  $4.5 \times 10^{24}$  atoms منه.

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

✓ حل مسائل تدريبية ص 45

1. ما عدد المولات ( mol ) في كل من:

a.  $5.75 \times 10^{24}$  atoms من الألومنيوم Al

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

b.  $2.50 \times 10^{20}$  atoms من الحديد Fe

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

2. تحدّد : احسب عدد المولات في كل من:

a.  $3.75 \times 10^{24}$  molecules من ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

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

b.  $3.58 \times 10^{23}$  molecules من كلوريد الخارصين  $\text{ZnCl}_2$

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

## الدرس الثاني : 2-5 : الكتلة والمول . Mass and the Mole

- الفكرة الرئيسية : يحتوي المول دائماً على العدد نفسه من الجسيمات ، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.
- الرابط مع واقع الحياة : عند شراء درزن من البيض، بإمكانك اختيار أحجام مختلفة: صغيرة، وسط، وكبيرة. لا يؤثر حجم البيضة في عدد ما يحتويه الصندوق. وهذا وضع مشابه لحجم الذرات التي تكون المول.

### ■ كتلة المول The mass of a mole :

س: هل تتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي درزن من البيض؟

ج:

س: هل كتلة عدد من ذرات الكربون  $6.02 \times 10^{23}$  atoms تساوي عدد من ذرات النحاس  $6.02 \times 10^{23}$  atoms

ج:

### ✿ الكتلة المولية:

⚡ لاحظ: الكتلة المولية g/mol  
( الكتلة الذرية الجرامية لمول واحد )

(والكتلة المولية هي نفسها الكتلة الذرية ولكن بوحدة الجرام)

وعدد الذرات في الكتلة المولية للعنصر =  $6.02 \times 10^{23}$  ( عدد أفوجادرو )

1/ أحسب عدد ذرات الهيدروجين إذا كانت كتلته المولية 1g ؟  
عدد ذرات  $H_2 = 6.02 \times 10^{23}$  ذرة هيدروجين.

2/ ما عدد ذرات الأكسجين إذا كانت كتلته المولية 16g ؟  
عدد ذرات  $O_2 = 6.02 \times 10^{23}$  ذرة أكسجين.

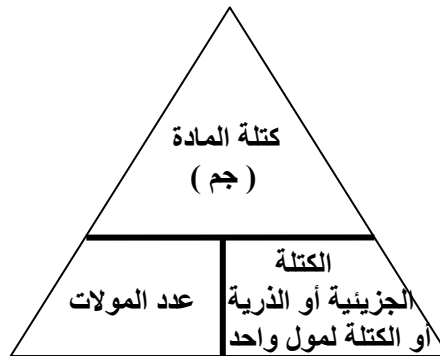
3/ ما عدد ذرات الكربون إذا كانت كتلته الذرية الجرامية 12g ؟  
عدد ذرات  $C = 6.02 \times 10^{23}$  ذرة كربون.

-هل كتلة مول من H تساوي كتلة مول  
من O ولماذا؟  
طبعاً لا  
لأن كل عنصر له كتلة خاصة به

### ■ استخدام الكتلة المولية Using Molar Mass

تحويل المولات إلى كتلة

افرض أنه خلال عمالك في المختبر الكيميائي احتجت إلى 3.00 mol من النحاس Cu لتفاعل كيميائي، فكيف تقيس هذه الكمية؟  
يمكن تحويل عدد مولات النحاس إلى كتلة مكافئة تقاس بالميزان. ولحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية



□ مثال: لتحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس علماً بأن الكتلة الذرية للنحاس = 36.546 amu

كتلة النحاس = الكتلة الذرية × عدد المولات  
كتلة النحاس = 3 × 36.546 = 191g  
وبذلك يمكن قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191g

الربط مع علم الأحياء يكتشف علماء الخلية بروتينات جديدة باستمرار. وبعد اكتشاف جزيء حيوي جديد يقوم عالم الأحياء بتعيين الكتلة المولية للمركب باستخدام تقنية مطياف الكتلة ، الذي يوفر - بالإضافة إلى الكتلة المولية معلومات إضافية تساعد على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

□ مثال 2-5

التحويل من المول إلى الكتلة:

الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفلزات لحمايتها من التآكل. احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.

علماً بأن الكتلة المولية للكروم ( الكتلة الذرية الجرامية ) هي 52.00 g/mol

كتلة الكروم = الكتلة الذرية × عدد المولات  
كتلة الكروم = 0.0450 × 52.00 = 20.34g

✓ حل مسائل تدريبية ص 50

1. احسب الكتلة بالجرامات (g) لكل مما يلي:

a. 3.57 mol من Al ( الكتلة المولية لـ Al = 26.982g/mol )

b. 42.6 mol من Si ( الكتلة المولية لـ Si = 28.086g/mol )

2. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a.  $3.45 \times 10^2$  mol من Co ( الكتلة المولية لـ Co = 58.933g/mol )

b.  $2.45 \times 10^{-2}$  mol من Zn ( الكتلة المولية لـ Zn = 65.409g/mol )

□ مثال 3-5 التحويل من الكتلة إلى المول:  
الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافراً في الأرض، ويوجد دائماً متحداً مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي.  
ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟  
علماً بأن الكتلة المولية للكالسيوم ( الكتلة الذرية الجرامية ) هي 40.08 g/mol

مرحل مسائل تدريبية ص 51

1. احسب عدد مولات (mol) في كل مما يلي:

a. 25.5 g من Ag ( الكتلة المولية لـ Ag = 107.868g/mol )

b. 300.0 g من S ( الكتلة المولية لـ S = 32.065g/mol )

2. تحدّد: حول كلا من الكتل التالية إلى مولات:

a.  $1.25 \times 10^3$  g من Zn ( الكتلة المولية لـ Zn = 65.409g/mol )

b. 1.00 kg من Fe ( الكتلة المولية لـ Fe = 55.854g/mol )



## التحويل بين الكتلة والذرات

إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها ، إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد مولات في البداية ، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 4-5

□ مثال 4-5 التحويل من الكتلة إلى ذرات:

الذهب Au هو أحد فلزات العملة ( النحاس ، والفضة ، والذهب ). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g  
علما بأن الكتلة المولية للذهب ( الكتلة الذرية الجرامية ) هي 196.97 g/mol

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{31.1}{196.97} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 0.158 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 9.51 \times 10^{22} \text{ atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

$$\text{عدد أفوجادرو} = 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة الذهبية}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{31.1}{196.97}$$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

□ مثال 5-5

التحويل من الذرات إلى كتلة: الهيليوم He غاز نبيل ، فإذا احتوى بالون على  $5.50 \times 10^{22}$  atoms من الهيليوم ، فأحسب كتلة الهيليوم فيه.

علما بأن الكتلة المولية للهيليوم ( الكتلة الذرية الجرامية ) هي 4.00 g/mol

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

حل مسائل تدريبية ص 53

⚠ لاحظ : يعد المول أساس التحويل ما بين الكتلة والجسيمات ( الذرات ، الأيونات ، الجزيئات )

1. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg ؟  
(الكتلة المولية لـ Hg = 200.59g/mol)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ما كتلة  $1.50 \times 10^{15}$  atoms من N  
(الكتلة المولية لـ Hg = 14.007g/mol)

3. احسب عدد الجسيمات في كل مما يلي:

a.  $4.56 \times 10^3$  g من Si (الكتلة المولية لـ Si = 28.086g/mol)

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti  
(الكتلة المولية لـ Hg = 47.867g/mol)

## الدرس الثالث : 3-5 : مولات المركبات Moles of Compounds

■ الفكرة الرئيسية :

يمكن حساب الكتلة المولية للمركب باستعمال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال الكتلة المولية لتحويل الكتلة إلى مولات المركب.

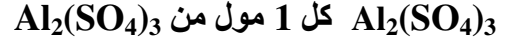
■ الربط بواقع الحياة : تخيل حقيبتين فُحصتا في المطار ، وتبين أن أحدهما قد تجاوزت حد الوزن المسموح به. وبما أن وزن كل حقيبة يعتمد على مجموع الأشياء الموجودة بداخلها ، فإن تغيير هذه الأشياء يغير وزن كل منها.

■ الصيغة الكيميائية والمول :

الصيغة الكيميائية يشترط فيها

1/ أن تكون الصيغة متكافئة .

2/ استخدام حسابات المول من الصيغة حيث أعداد الذرات في الصيغة هي مولات الذرات في الصيغة فمثلاً:-



□ مثال 5-6

علاقة المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية:

احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم  $\text{Al}^{3+}$  في 1.25 mol من أكسيد الألومنيوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$

الحل :

□ حل مسائل تدريبية ص 57

1. يستعمل كلوريد الخارصين  $\text{ZnCl}_2$  بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين ببعضهما ببعض.

احسب عدد مولات أيونات  $\text{Cl}^-$  في 2.50 mol من  $\text{ZnCl}_2$ .

الحل :

2. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$  بوصفه مصدراً للطاقة.  
احسب عدد مولات كل عنصر في  $1.25 \text{ mol}$  من  $C_6H_{12}O_6$

3. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في  $3.00 \text{ mol}$  من  $Fe_2(SO_4)_3$ .

4. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجود في  $5.00 \text{ mol}$  من  $P_2O_5$  ؟

5. تحدّد: احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في  $1.15 \times 10^1 \text{ mol}$  من الماء.

## ■ الكتلة المولية للمركبات The Molar Mass of Compounds

☞ الكتلة المولية للمركبات :

مثال: لحساب الكتلة المولية لمركب  $K_2CrO_4$  يبدأ بمعرفة الكتلة المولية لكل عنصر في المركب ثم ضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولات العنصر المماثلة في الصيغة الكيميائية ثم نجمع حاصل عملية الضرب.

$$194.2g/mol = (4 \times 16.0) + (1 \times 52.0) + (2 \times 39.1) = K_2CrO_4$$

☞ الكتل المولية للذرات

$$1.008 = H$$

$$16.00 = O$$

$$39.1 = K$$

$$12.011 = C$$

$$40.078 = Ca$$

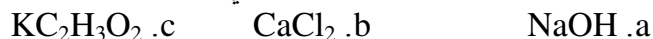
$$35.453 = Cl$$

$$23.00 = Na$$

$$52 = Cr$$

□ حل مسائل تدريبية ص 57

1. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات التالية:



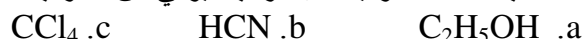
الحل :

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ NaOH = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ CaCl<sub>2</sub> = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ KC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub> = .....

2. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات التالية:



☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ HCN = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ CCl<sub>4</sub> = .....

3. تحدّد صنف كلاً من المركبات التالية بوصفه مركباً جزيئياً أو أيونياً، ثم احسب كتلته المولية:



☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> = .....

☞ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = .....

## Converting Moles of Compound to mass

8 مثال 5-7

تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود المركب  $(C_3H_5)_2S$  . فما كتلة  $2.50 \text{ mol}$  من  $(C_3H_5)_2S$  علماً بأن الكتلة المولية لـ  $C = 12.01$  و  $H = 1.008$  و  $S = 32.07$

الكتل المولية

للذرات

1.008 =H

16.00 =O

39.1 =K

12.011 =C

40.078 =Ca

35.453 =Cl

23.00 =Na

14.007 =N

30.974 =P

87.62 =Sr

32.065 =S

65.409 =Zn

54.938 =Mn

107.868 =Ag

55.845 =Fe

207.2 =Pb

26.982 =Al

□ حل مسائل تدريبية ص 58

1. ما كتلة  $3.25 \text{ mol}$  من حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  ؟

2. ما كتلة  $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$  من كلوريد الخارصين  $ZnCl_2$

3. تحدّد: اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة  $2.55 \text{ mol}$  من هذا المركب بالجرامات.

■ تحويل كتلة المركب إلى مول

Converting the Mass of a Compound to Moles

إذا نتج من إحدى التجارب التي أجريتها في المختبر 5.55 g من مركب ما، فما عدد المولات في هذه الكتلة؟

8 مثال 5-8

يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من غازات العادم المنبعثة من محطات الطاقة ، وفي معالجة عسر الماء لإزالة أيونات  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  احسب عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم في 325 g من المركب.

.....

.....

.....

.....

.....

□ حل مسائل تدريبية ص 58

1. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية؟

b. 6.5g من كبريتات الخارصين  $\text{ZnSO}_4$

a. 22.6g من نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$

حل a:

.....

.....

.....

.....

حل b:

.....

.....

.....

.....

2. تحدّد صنف كلاً من المركبين التاليين إلى أيوني أو جزيئي ، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:

b. 25.4mg من  $\text{PbCl}_4$  أيون

a. 2.50Kg من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  أيون

حل a:

1000 g ← 1K

1000 mg ← 1g

الكتل المولية للذرات

1.008 =H
16.00 =O
39.1 =K
12.011 =C
40.078 =Ca
35.453 =Cl
23.00 =Na
14.007 =N
30.974 =P
87.62 =Sr
32.065 =S
65.409 =Zn
54.938 =Mn
107.868 =Ag
55.845 =Fe
207.2 =Pb
26.982 =Al



حل b:

■ تحويل كتلة مركب إلى عدد جسيمات

**Converting the Mass of a Compound to Number of particles**

إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها ، إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد مولات في البداية ، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 5-9

8 مثال 5-9 يستعمل كلوريد الألومنيوم  $AlCl_3$  لتكرير البترول وصناعة المطاط والشحوم.

فإذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فجد :

a. عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها. b. عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

الحل:

a. عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.

الكتل المولية للذرات  
35.453 = Cl  
26.982 = Al

b. عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

1. يستعمل الإيثانول  $C_2H_5OH$  مصدراً للوقود ، ويخلط أحياناً مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثانول  $C_2H_5OH$  كتلتها 45.1g جد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

الكتل المولية للذرات

1.008 =H

16.00 =O

39.1 =K

12.011 =C

40.078 =Ca

35.453 =Cl

23.00 =Na

14.007 =N

30.974 =P

87.62 =Sr

32.065 =S

65.409 =Zn

54.938 =Mn

107.868 =Ag

55.845 =Fe

207.2 =Pb

26.982 =Al

2. عينة من كبريتيت الصوديوم  $Na_2SO_3$  كتلتها 2.25g جد:

a. عدد أيونات  $Na^+$  الموجودة فيها.

b. عدد أيونات  $SO_3^{2-}$  الموجودة فيها.

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من  $Na_2SO_3$  في العينة.

3. عينة من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  كتلتها 52.0g جد:  
a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

الكتل المولية للذرات

1.008 =H

16.00 =O

39.1 =K

12.011 =C

40.078 =Ca

35.453 =Cl

23.00 =Na

14.007 =N

30.974 =P

87.62 =Sr

32.065 =S

65.409 =Zn

54.938 =Mn

107.868 =Ag

55.845 =Fe

207.2 =Pb

26.982 =Al

51.996 =Cr

c. كتلة جزيء واحد من  $CO_2$  بالجرامات.

4. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على  $4.59 \times 10^{24}$  Formula unit :

2. تحدّد: عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8g :

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.



b. عدد الأيونات الموجودة فيها.

c. عدد الأيونات السالبة فيها.

d. مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغية واحدة منها.

الدرس الرابع : 4-5 : الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية.  
Empirical and Molecular Formulas

■ الفكرة الرئيسية: الصيغة الجزيئية لمركب ما هي أكبر مضاعف لصيغته الأولية، وتضم أعداداً صحيحة فقط.

■ الربط بواقع الحياة :

هل لاحظت أن بعض المشروبات أو وجبات الطعام تحدد كمية السرعات الحرارية في جزء منها ( قطعة، ملعقة، ml، g ) فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسرعات الحرارية في عبوة أو الوجبة.

■ التركيب النسبي المئوي:

تحضر المركبات الجديد بكميات صغيرة من الكيميائي الصناعي ثم يقوم الكيميائي التحليلي بتحديد العناصر التي يحويها المركب، وتحديد نسبها المئوية بالكتلة. فالتحاليل الكتلية والحجمية هي إجراءات عملية مبنية على قياس كتل المواد الصلبة وحجوم السوائل.

□ التركيب النسبي المئوي من البيانات العملية

مثال: عينة من مركب كتلتها 100g تحتوي على 55g من عنصر X و 45g من عنصر Y فالنسبة المئوية بالكتلة لأي عنصر في المركب يمكن حسابها بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب والضرب في مئة.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة للعنصر } \% = \frac{\text{كتلة للعنصر في المركب}}{\text{الكتلة المولية}} \times 100$$

$$55\% = 100 \times \frac{55}{100} = X \text{ } \downarrow \%$$

$$45\% = 100 \times \frac{45}{100} = Y \text{ } \downarrow \%$$

المركب يتكون من 55% من X و 45% من Y ( للتأكد مجموع النسب المئوية 100% )

■ التركيب النسبي المئوي من خلال الصيغة الكيميائية.

يمكن تحديد التركيب النسبي المئوي للمركب من خلال الصيغة الكيميائية

$$\text{باستخدام العلاقة التالية : النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة للعنصر في المركب ( مول واحد في المركب)}}{\text{الكتلة المولية}} \times 100$$

⊗ مثال 5-10

حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> . علماً بأن الكتلة المولية لـ C = 12.01 و O = 16.00

الجواب:

$$\text{الكتلة المولية للمركب} = [(2 \times 16.00) + (1 \times 12.01)] = 44.01 \text{g/mol}$$

$$27.29\% = 100 \times \frac{12.01}{44.01} = C \text{ } \downarrow \%$$

$$72.71\% = 100 \times \frac{32.00}{44.01} = O \text{ } \downarrow \%$$

CO<sub>2</sub> يتكون من 27.29% من C و 72.71% من O ( للتأكد مجموع النسب المئوية 100% )

الكتل المولية للذرات

1.008 =H
16.00 =O
39.1 =K
12.011 =C
40.078 =Ca
35.453 =Cl
23.00 =Na
14.007 =N
30.974 =P
87.62 =Sr
32.065 =S
65.409 =Zn
54.938 =Mn
107.868 =Ag
55.845 =Fe
207.2 =Pb
26.982 =Al
51.996 =Cr

1. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفسفوريك  $H_3PO_4$   
الحل:

2. أي المركبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى:  $H_2SO_3$  أم  $H_2SO_4$  ؟  
الحل:

3. يستعمل كلوريد الكالسيوم  $CaCl_2$  لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في  $CaCl_2$  .  
الحل:

4. تحدد: تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.  
a. حدد العناصر المكونة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ■ الصيغة الأولية Empirical Formula

الصيغة الأولية (التجريبية) :

الصيغة الجزيئية (الفعلية ، الحقيقية) :

هناك مواد لها خواص مختلفة تماماً ولها نفس التركيب النسبي المئوي والعددي (الصيغة الأولية) مثل غاز الأستيلين وسائل البنزين لهما صيغة أولية واحدة هي (CH)

يتم إيجاد الصيغة الجزيئية بعد تعيين الصيغة الأولية

جهاز مطياف الكتلة : جهاز يحدد الكتلة الجزيئية للمركب (صلب ، سائل ، غاز) بدقة حيث تتحول المركبات إلى أيونات موجبة تمرر بين قطبين كهربائيين وقطبين مغناطيسيين لتحديد مسار الأيون (المعتمد على الكتلة والشحنة) وبالتالي الكتلة الجزيئية .

### 8 مثال 5-11 ص 67

حدد الصيغة الأولية لمركب يتكون من 48.64% كربون، و 8.16% هيدروجين، و 43.20% أكسجين.

الكتل المولية للذرات  
1.008 = H  
12.011 = C  
16.00 = O

الجواب:  
مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H و O = 48.64 + 8.14 + 43.20 = 100%  
يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g  
إيجاد الصيغة الأولية :

O	H	C	العناصر
$2.70 = \frac{43.20}{16.00}$	$8.10 = \frac{8.16}{1.008}$	$4.05 = \frac{48.64}{12.01}$	العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
$2.70 \div 2.70$	$2.70 \div 8.10$	$2.70 \div 4.05$	بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
1	3	1.5	أبسط نسبة مولية
2	6	3	ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

إذا الصيغة الأولية  $C_3H_6O_2$

للتحقق من صحة الجواب : احسب التركيب النسبي المئوي الممثل بالصيغة ، للوقوف على مدى اتفاهه مع معطيات المسألة.

التحقق من صحة الجواب :

$$74.081 \text{ g/mol} = [ ( 2 \times 16.00 ) + ( 6 \times 1.008 ) + ( 3 \times 12.011 ) ] = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 \text{ لـ الكتلة المولية}$$

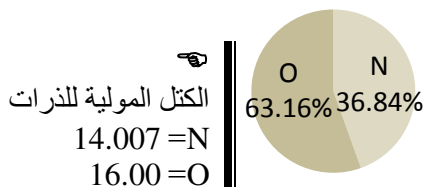
$$8.16 \% = 100 \times \frac{6.048}{74.081} = \text{H لـ } \%$$

$$48.64 \% = 100 \times \frac{36.033}{74.081} = \text{C لـ } \%$$

$$43.2 \% = 100 \times \frac{32}{74.081} = \text{O لـ } \%$$

حل مسائل تدريبية ص 68 □

1. يمثل الرسم البياني الدائري المجاور التركيب النسبي المولي لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟



O	N	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
		أبسط نسبة مولية
		ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

الكتل المولية للذرات  
26.982 = Al  
32.065 = S

2. ما الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و 64.02% كبريت.

S	Al	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
		أبسط نسبة مولية
		ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة



3. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و 18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟

الكتل المولية للذرات  
1.008 =H  
12.011 =C

H	C	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
		أبسط نسبة مولية
		ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

4. تحدّد الإسبرين يعد من أكثر الأدوية استعمالاً في العالم. ويتكون من 60.00% كربون، و 4.44% هيدروجين، و 35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟

الكتل المولية للذرات  
1.008 =H  
12.011 =C  
16.00 =O

O	H	C	العناصر
			العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
			بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
			أبسط نسبة مولية
			ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

## ■ الصيغة الجزيئية Molecular Formula

الصيغة الأولية ( التجريبية ) :

الصيغة الجزيئية ( الفعلية ، الحقيقية ) :

مثال 5-12 ص 70

يشير التحليل الكيميائي لمركب كيميائي إلى % 40.68 كربون، و % 5.08 هيدروجين، و % 54.24 أكسجين. وللمركب كتلة مولية 118.1 g/mol حدد الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لهذا المركب

الكتل المولية للذرات
1.008 =H
12.011 =C
16.00 =O

O	H	C	العناصر
			العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
			بالقسمة على أصغر ناتج نحصل على
			أبسط نسبة مولية
			ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

8 مثال 5-13 ص 71

يستعمل معدن الألمنيوم لاستخراج التيتانيوم. وعند التحليل عينة منه وجد أنها تحتوي 5.41g من الحديد، 4.64g من التيتانيوم، 4.65g من الأكسجين، حدد الصيغة الأولية لهذا المعدن.

الكتل المولية للذرات  
55.85 = Fe  
47.88 = Ti  
16.00 = O

O	Ti	Fe	العناصر
			العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
			بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على
			أبسط نسبة مولية

س3 من المسائل التدريبية 72

3. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج 19.55g من K، و4.00g من O. فما الصيغة الأولية للأكسيد؟  
الجواب:

الكتل المولية للذرات  
39.098 = K  
16.00 = O

O	K	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على
		أبسط نسبة مولية

□ حل مسائل تدريبية ص 72

1. وجد أن مركباً يحتوي على 49.98g من الكربون و 10.47g من الهيدروجين. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12g/mol فما صيغته الجزيئية.



الكتل المولية للذرات

$$1.008 = \text{H}$$

$$12.011 = \text{C}$$

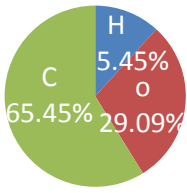
H	C	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على
		أبسط نسبة مولية
		ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة

2. سائل عديم اللون يتكون من 46.68% نيتروجين و 53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01g/mol فما صيغته الجزيئية.

الكتل المولية للذرات  
14.007 = N  
16.00 = O

O	N	العناصر
		العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$
		بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على
		أبسط نسبة مولية

4. تحدّد: عند تحليل مادة كيميائية تستعمل في سائل تظهير الأفلام الفوتوغرافية تم التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضحة في الشكل المجاور. الكتلة المولية للمركب 110.0g/mol ، فما الصيغة الجزيئية ؟



العناصر	C	O	H
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$			
بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على			
أبسط نسبة مولية			

5. عند تحليل مسكن الآلام المعروف المورفين تم التوصل إلى البيانات المبينة في الجدول أدناه. فما الصيغة الأولية للمورفين؟

العنصر	كربون	هيدروجين	أكسجين	نيتروجين
الكتلة (g)	17.900	1.68	4.225	1.228

العناصر	C	H	O	N
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$				
بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على				
أبسط نسبة مولية				

## الدرس الخامس : 5-5 : صيغ الأملاح المائية Formulas of Hydrates

- **الفكرة الرئيسية :** الأملاح المائية هي مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.
- **الربط بواقع الحياة :** تُعبأ بعض المنتجات، كالمعدات الإلكترونية، في صناديق مع أكياس صغيرة مكتوب عليها "مجفف". تضبط هذه الأكياس الرطوبة بامتصاص الماء. ويحتوي بعضها مركبات أيونية تسمى الأملاح المائية.
- **تسمية الأملاح المائية.**
- الملاح المائي :

☞ أنظر الشكل 5-14 بالكتاب ص 73

☞ يكتب في صيغة الملاح المائي، عدد جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة للمركب تالياً لنقطة.

☞ مثال :  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ويسمى هذا المركب كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء ( أي يحتوي على 6 جزيئات ماء )

☞ ملاحظة : يسمى الماء الملتصق بالملاح (ماء التبلور)

☞ للمزيد من الأمثلة على صيغ الأملاح المائية أنظر الجدول 5-1 صيغ الأملاح المائية

### ■ تحليل الأملاح المائية.

☞ عند تسخين ملح مائي، تُطرد جزيئات الماء تاركة وراءها الملاح اللامائي.

☞ أنظر الشكل 5-15 بالكتاب ص 74

### § كيف يمكن تحديد صيغة ملح مائي ؟

يجب أن تحسب عدد مولات الماء المرتبطة بـ مول واحد من الملاح المائي.

**تابع جيداً المثال :** عينة مكونة من 5.00g من كلوريد الباريوم المائي. صيغة الملاح المائي هي  $\text{BaCl}_2 \cdot X\text{H}_2\text{O}$  لمعرفة مولات ماء التبلور ( X ) في كتلة الملاح المائي يجب عليك أن تسخن العينة للتخلص من ماء التبلور. أفرض أنه بعد التسخين وجدت أن كتلة الملاح اللامائي لـ  $\text{BaCl}_2$  هي 4.26g

عند هذا نستطيع معرفة كتلة ماء التبلور التي تساوي الفرق بين كتلة الملاح المائي وكتلة الملاح اللامائي

كتلة ماء التبلور = كتلة الملاح المائي - كتلة الملاح اللامائي

$$\text{كتلة ماء التبلور} = 5.00 - 4.26 = 0.74\text{g}$$

بعد معرفة كتلة كل من  $\text{BaCl}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  يمكن تحويلها إلى مولات

$$\text{عدد مولات } \text{BaCl}_2 = \frac{\text{كتلة للمركب}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{4.26}{208.23} = 0.0205 \text{ mol}$$

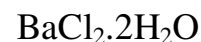
☞ لحساب الكتلة المولية ( الكتلة الجزيئية ) للمركب يكون بمجموع الكتل الذرية التي يتألف منها الجزيء

$$\text{عدد مولات } \text{H}_2\text{O} = \frac{0.74}{18.02} = 0.041 \text{ mol}$$

بعد ذلك نحسب نسبة مولات  $\text{H}_2\text{O}$  إلى مولات  $\text{BaCl}_2$

$$2 = \frac{0.0205}{0.041} = X$$

أي أن مولات ماء التبلور ضعف مولات الملاح اللامائي  
لكتابة الصيغة بصورة صحيحة كالتالي :



## مثال 5-14

### تحديد صيغة الملح المائي

وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  كتلتها 2.50g في جفنة وسخنت. وبقي بعد التسخين 1.59g من كبريتات النحاس اللامائية البيضاء  $\text{CuSO}_4$ . فما صيغة الملح المائي؟ وما اسمه؟

الجواب:

علماً بأن الكتلة المولية

$$18.02 \text{ g/mol} = \text{H}_2\text{O}$$

والكتلة المولية

$$159.6 \text{ g/mol} = \text{CuSO}_4$$

■

### ■ استعمالات الأملاح المائية.

من استعمالات الأملاح المائية تكوين جو جاف لحفظ المواد جافة.

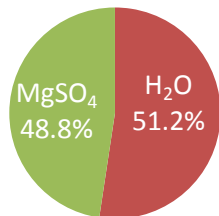
مثل : يوضع ملح كلوريد الكالسيوم اللامائية في قعر أوعية محكمة الإغلاق تسمى المجففات يقوم بتكوين جواً جافاً يمكن حفظ المواد الأخرى فيه جافة

مثل آخر : تضاف كبريتات الكالسيوم اللامائية إلى المذيبات العضوية كالأثير والكلورفورم للحفاظ عليها خالية من الماء.

من استعمالات الأملاح المائية حفظ المعدات الإلكترونية والبصرية خاصة التي تشحن عبر البحار بالسفن ويكون ذلك بتعبئة أكياس من المجففات التي تمنع تأثير الرطوبة .

من استعمالات الأملاح المائية خزن الطاقة باستخدام بعض الأملاح مثل كبريتات الصوديوم المائية  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . فعند تسخين الشمس الملح المائي إلى أكثر من  $32^\circ\text{C}$  تذوب  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  في 10 جزيئات الماء وخلال ذلك يمتص الملح المائي الطاقة، وهذه الطاقة تنطلق عندما تنخفض درجة الحرارة ويتبلور الملح المائي ثانية.





1. يظهر في الشكل المجاور تركيب أحد الأملاح المائية فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟.

الجواب:

الكتل المولية للذرات

1.008 =H
16.00 =O
32.065 =S
24.305 =Mg

4. تحدّد: سخنت عينة كتلتها 11.75g من ملح مائي شائع لكلوريد الكوبلت II . وبقي بعد التسخين، 0.0712mol من كلوريد الكوبلت اللامائي. فما هي صيغة هذا الملح المائي؟

الجواب:

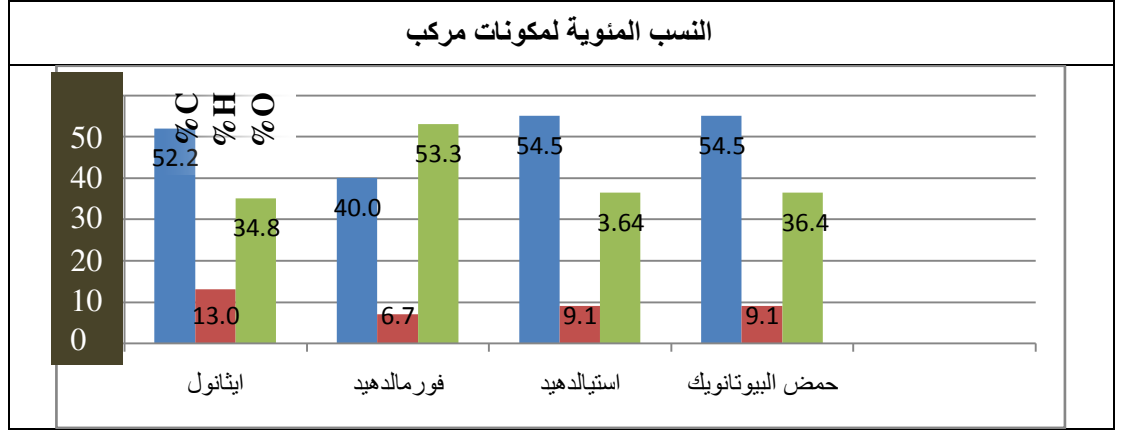
الكتل المولية للذرات

1.008 =H
16.00 =O
35.453 =Cl
58.933 =Co

## اختبار مقنن 2

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة 1-4



1- يتشابه الأستالدهد وحمض البيوتانويك في :

أ- الصيغة الجزيئية. ب- الصيغة الأولية. ج- الكتلة المولية. د- الخواص الكيميائية.

2- إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك  $88.1 \text{ g/mol}$  فما صيغته الجزيئية ؟

أ-  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  ب-  $\text{C}_2\text{H}_{12}\text{O}$  ج-  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  د-  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

3- ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

أ-  $\text{C}_4\text{HO}_3$  ب-  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  ج-  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  د-  $\text{C}_4\text{H}_{13}\text{O}_2$

4- الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها . فكم جراماً يوجد في  $2.00 \text{ mol}$  من الفورمالدهيد :

أ-  $30.00 \text{ g}$  ب-  $182.0 \text{ g}$  ج-  $60.06 \text{ g}$  د-  $200.0 \text{ g}$

5- أي مما يلي لا يُعد وصفاً للمول ؟

أ- وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات  
ب- عدد أفوجادرو من جزيئات مركب  
ج- عدد الذرات في  $12 \text{ g}$  بالضبط من  $\text{C-12}$  النقي  
د- وحدة النظام العالمي لكمية المادة

6- ما الصيغة الأولية لهذا المركب :

أ-  $\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_6\text{O}_3$  ب-  $\text{C}_4\text{HN}_5\text{O}_{10}$  ج-  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  د-  $\text{CH}_5\text{NO}_3$

7- ما نوع التفاعل الموضح أدناه ؟  $2\text{HI} + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 2\text{NH}_4\text{I}$

أ- تكوين ب- إحلال بسيط ج- تفكك د- إحلال مزدوج

8- كم ذرة توجد في  $0.625 \text{ mol}$  من Ge ؟ علماً بأن الكتلة الذرية =  $72.59 \text{ g/mol}$

أ-  $2.73 \times 10^{25}$  atoms ب-  $6.99 \times 10^{25}$  atoms ج-  $3.76 \times 10^{23}$  atoms د-  $9.63 \times 10^{23}$  atoms

9- ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ؟ علماً بأن الكتلة المولية =  $180 \text{ g/mol}$

أ-  $6.02 \times 10^{-23}$  ب-  $2.99 \times 10^{-22}$  ج-  $2.16 \times 10^{25}$  د-  $3.34 \times 10^{21}$

10- ما عدد ذرات الأكسجين في  $18.94 \text{ g}$  من  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  ؟ علماً بأن الكتلة المولية =  $189 \text{ g/mol}$

أ-  $3.61 \times 10^{23}$  ب-  $1.81 \times 10^{23}$  ج-  $6.02 \times 10^{25}$  د-  $1.14 \times 10^{25}$

11- إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  تساوي  $40.0 \text{ g/mol}$  فما عدد المولات في  $20.00 \text{ g}$  منه ؟

أ-  $0.50 \text{ mol}$  ب-  $1.00 \text{ mol}$  ج-  $2.00 \text{ mol}$  د-  $4.00 \text{ mol}$

12- كم ذرة في  $116.14 \text{ g}$  من Ge ؟ علماً بأن الكتلة المولية =  $72.59 \text{ g/mol}$

أ-  $2.73 \times 10^{25}$  atoms ب-  $6.99 \times 10^{25}$  atoms ج-  $3.76 \times 10^{23}$  atoms د-  $9.63 \times 10^{23}$  atoms

13- ما كتلة جزيء واحد من  $(\text{BaSiF}_6)$  ؟ علماً بأن الكتلة المولية =  $180 \text{ g/mol}$

أ-  $1.68 \times 10^{26}$  ب-  $2.16 \times 10^{21}$  ج-  $4.64 \times 10^{-22}$  د-  $6.02 \times 10^{-23}$  g

14- ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  ؟

أ-  $314 \text{ g/mol}$  ب-  $344 \text{ g/mol}$  ج-  $442 \text{ g/mol}$  د-  $504 \text{ g/mol}$  هـ-  $524 \text{ g/mol}$

أدرك ما فاتك تدرك مستقبلك