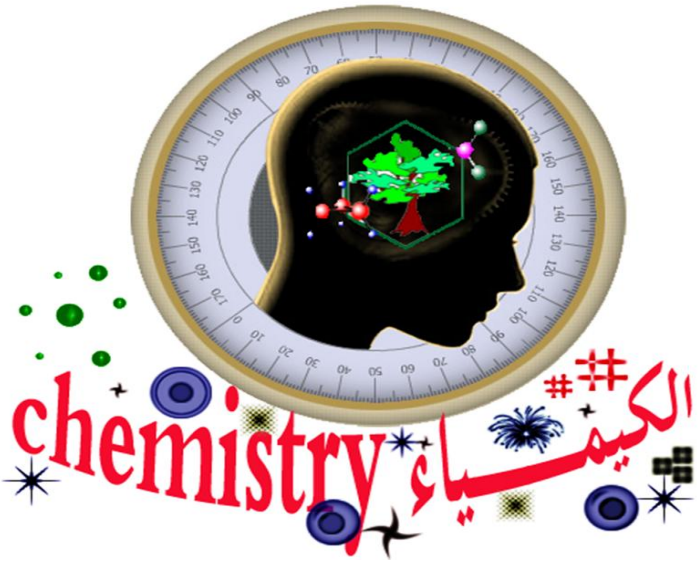


إهداء
إلى الذين يسعون للتميز في العلم وتحصيله بغية الارتقاء بأمتهم ، أهدي ثمرة جهدي المتواضع هذا ليكون لهم نبراساً ودليلاً

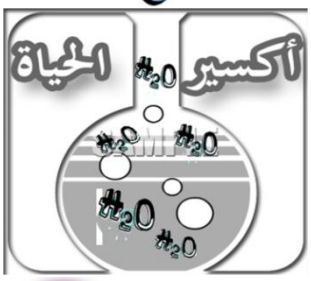
كيمياء الصف الأول ثانوي

الفصل الدراسي الأول

إعداد الأستاذ : أحمد المالكي

Almalki101@gmail.com

معرفتنا محدودة وجهلنا غير محدود



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.

عقد صداقة

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

الأستاذ

أ/ أحمد حميد الجعدي

الطالب

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

يوزع مجاناً ولا يباع

التفاعلات الكيميائية

Chemical Reactions

الفصل الرابع 4

الفكرة العامة

تحول المتفاعلات إلى نواتج يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها

- ماذا ترى في الصورة الموجودة في ص6
- 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 $260\ C^0$.

2- يغلي الماء الموجود في الخشب قبل أن يحترق الخشب.

3- يحتوي الدخان الناتج عن احتراق الخشب على أكثر من مادة كيميائية.

- نشاط استهلالي : راجع صـ 9 ـــ

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

- الفكرة الرئيسيّ : 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 ألقي بالقرص الفوار في كأس الماء

☜التفاعل الكيميائي: مثل $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl + HCl$
هو تغير تركيب المواد المتفاعلة لتعطي مواد ناتجة تختلف خواصها عن مكوناتها.

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

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

تمثيل التفاعلات الكيميائية.

الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية	الرمز	+	$\rightarrow$	$\rightleftharpoons$	(s)	(l)	(g)	(aq)
	الغرض	يفصل بين مادتين أو أكثر من المواد 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

🕮 الرموز و الصيغ

✍أولاً: الرموز

الرمز: حرف أو حرفان مشتقان من أسم العنصر للدلالة عليه.

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

✍ثانياً: الصيغ

- الصيغة : مجموعة من الرموز للدلالة على اسم المركب.
- فوائد الصيغة الجزيئية: التعرف على نوع و عدد الذرات.
- أمثلة على صيغ المركبات. H_2O , NH_3

س/ ضع خطاً تحت الإجابة الصحيحة:

١) صيغة مركب الماء (NH_3 , H_2O_2 , HO_2 , H_2O)

٢) رمز عنصر الكالسيوم (Cu , Ca , C , Cr)

٣) عدد ذرات النيتروجين في المركب NH_3 (ذرة واحدة ، ذرتين ، 3 ذرات ، 4 ذرات)

رموز بعض العناصر وصيغ بعض الشقوق [الجذور] وتكافؤاتها

اسم العنصر	الرمز بالتكافؤ		
ليثيوم	Li^+		الفلزات (تفقد الإلكترونات) وتكون أيونات موجبة
بوتاسيوم	K^+		
صوديوم	Na^+		
كالسيوم	Ca^{++}		
مغنيسيوم	Mg^{++}		
باريوم	Ba^{++}		
بورون	B^{+++}		
ألومنيوم	Al^{+++}		
نحاس	Cu^{++}	Cu^+	
خارصين	Zn^{++}		
حديد	Fe^{++}	Fe^{+++}	
فضة	Ag^+		
ذهب	Au^+	Au^{3+}	
منجنيز	Mn^{++}	Mn^{4+}	
رصاص	Pb^{++}	Pb^{4+}	
زئبق	Hg^{++}	Hg^+	
هيدروجين	H^+		
فلور	F^-		اللافلزات (تكتسب الإلكترونات) وتكون أيونات سالبة
كلور	Cl^-		
بروم	Br^-		
يود	I^-		
أكسجين	O^{--}		
كبريت	S^{--}		
نيتروجين	N^{---}		

اسم الشق (الجذر)	الصيغة
أمونيوم	NH_4^+
نترات	NO_3^-
هيدروكسيد	OH^-
بيكربونات	HCO_3^-
كلورات	ClO_3^-
كبريتات	SO_4^{--}
كربونات	CO_3^{--}
سليكات	SiO_3^{--}
فوسفات	PO_4^{---}
ألومينات	AlO_3^{---}

جزيئات ثنائية الذرة	
جزيء هيدروجين	H_2
جزيء أكسجين	O_2
جزيء نيتروجين	N_2
جزيء فلور	F_2
جزيء كلور	Cl_2
جزيء بروم	Br_2
جزيء يود	I_2

✍الشقوق (الجذور) :
هي مجموعة من الذرات مرتبطة مع بعضها وتكون وحدة متكاملة لها تكافؤ مشترك .

- جميع الشقوق سالبة ما عدا جذر الأمونيوم .

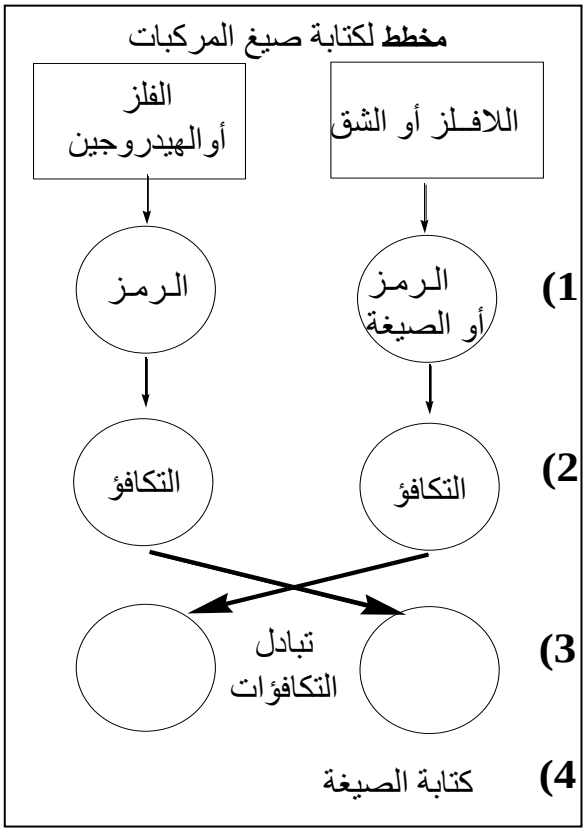
- الهيدروجين والفلزات ومجموعة الأمونيوم أيونات موجبة .

- 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 .

✍ كيف نكتب صيغة مركب كيميائي ؟
1) نكتب رموز العناصر وصيغ الشقوق الداخلة في تكوين المركب.
2) نكتب التكافؤات أسفل رموز العناصر وصيغ الشقوق .
3) نبادل التكافؤات بينها .
4) نكتب الصيغة النهائية للمركب .
- 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 .



- **أمثـــلـــــة**

كلوريد الهيدروجين	نترات البوتاسيوم	كبريتيد الألمنيوم
H^{+} Cl^{-}	K^{+} NO_3^{-}	Al^{+++} S^{--}
1 1	1 1	2 3
HCl	KNO_3	Al_2S_3

كبرتيات الألمنيوم	فوسفات الحديد(II)	كربونات الألمنيوم
Al^{+++} SO_4^{--}	Fe^{++} PO_4^{---}	Al^{+++} CO_3^{--}
2 3	2 2	2 3
$Al_2(SO_4)_3$	$Fe_3(PO_4)_2$	$Al_2(CO_3)_3$

- **أكتب صيغ المركبات الآتية**

كلوريد الصوديوم $NaCl$	**أكسيد الكالسيوم** CaO	**كبريتيد اللثيوم** Li_2S	**نترات الحديدوز** **نترات الحديد(II)** $Fe(NO_3)_2$	**هيدروكسيد الحديديك** **هيدروكسيد الحديد(III)** $Fe(NO_3)_3$
بيكربونات البوتاسيوم $KHCO_3$	**كلوريد الهيدروجين** HCl	**كربونات الألمنيوم** $Al_2(CO_3)_3$	**هيدروكسيد الأمونيوم** NH_4OH	**بروميد** المغنسيوم $MgBr_2$
كبريتات الصوديوم Na_2SO_4	**نترات الفضة** $AgNO_3$	**أكسيد الحديد(II)** FeO	**كبريتات** المغنسيوم $MgSO_4$	**كربونات الصوديوم** Na_2CO_3

- **أكتب اسم المركبات التالية**

Na_2O أكسيد الصوديوم	K_2S كبريتيد البوتاسيوم	$Al_2(SO_4)_3$ كبريتات الألمونيوم	$(NH_4)_2SO_4$ كبريتات الأمونيوم	HBr بروميد الهيدروجين
$Mg(OH)_2$ هيدروكسيد المغنسيوم	$CaCO_3$ كربونات الكالسيوم	$Ca(HCO_3)_2$ بيكربونات الكالسيوم	CuO أكسيد النحاس(II)	$LiCl$ كلوريد اللثيوم

أنواع المعادلات الكيميائية

▪ **المعادلات اللفظية.**

وصف عام للتغير الكيميائي بالكلمات للتعبير عن المتفاعلات والنواتج.

☜تذكر أن :
المعادلات اللفظية : تصف التفاعلات مع أنها تفتقر إلى معلومات مهمة.

☜**مثال(1)**

بروميد الألومانيوم → 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 الرمزية.**

وصف موجز للتغير الكيميائي باستعمال الرموز والأرقام للمتفاعلات والنواتج.

☜**مثال(1)**

معادلة لفظية	**بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم**
معادلة رمزية	$Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$

☜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

☜**مثال(2)**

معادلة لفظية	**كلوريد الهيدروجين → كلور + هيدروجين**
معادلة رمزية	$H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$

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

▪ **المعادلات الرمزية الموزونة.**

وصف موجز ودقيق للتغير الكيميائي باستعمال الرموز والأرقام للمتفاعلات والنواتج.

☜**مثال(1)**

معادلة لفظية	**بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم**
معادلة رمزية	$Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$
معادلة رمزية موزونه	$2Al + 3Br_2 \rightarrow 2AlBr_3$

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

ثالثاً: معلومة مهمة جداً جداً جداً جداً
وهي عند وزن المعادلة العدد الموجود أسفل الرمز أو الصيغة عن اليمين **لالالالا** 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

لا تنسى أن لكل قاعدة شواذ

☜**مثال(2)**

معادلة لفظية	**كلوريد الهيدروجين → كلور + هيدروجين**
معادلة رمزية	$H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$
معادلة رمزية موزونة	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

✍ مسائل تدريبية ص11

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروميد الهيدروجين → هيدروجين + بروم

$$Br_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$$

2. ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + أول أكسيد الكربون

$$2CO_{\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)}$$

3. تحدِّ اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي :

عند تسخين كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

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

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

✍ مسائل تدريبية ص13

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

1. يتفاعل كلوريد الحديد(lll) $FeCl_{3\,(lll)}$ مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد(lll) $Fe(OH)_{3\,(lll)}$ الصلب وكلوريد الصوديوم NaCl.

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

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: $CS_{2\,(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)}$

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

الحل: $Zn_{\,(s)} + H_2SO_{4\,(aq)} \rightarrow H_{2\,(g)} + ZnSO_{4\,(aq)}$

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

1. $2Al + 6HCl \rightarrow 3AlCl_3 + 3H_2$

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي: $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

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

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي: $Ba(ClO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 + 3O_2$

3. $3Sn(SO_4)_2 + 4K_3PO_4 \rightarrow Sn_3(PO_4)_4 + 6K_2SO_4$

المعادلة موزونة

4. $C_5H_{12} + 11O_2 \rightarrow 5CO_2 + 12H_2O$

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي: $C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$

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

- **الفكرة الرئيسية** : **أنواع التفاعلات الكيميائية هي: *التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال*.**
- **الرابط 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 ؟ تفاعل احتراق.

س2: (يتكون الماء عندما يتفاعل الأكسجين مع الهيدروجين) ما نوع هذا التفاعل ؟ تفاعل تكون.

🕮 أنواع التفاعلات الكيميائية:

يعتمد التصنيف لتنظيم الأعداد الكبيرة من التفاعلات التي تحدث يومياً.

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

هو اتحاد كيميائي لمادتين أو أكثر لتكوين مادة واحدة.

✋ **ملاحظة**: عندما يتفاعل عنصران فإن التفاعل يكون دائماً تفاعل تكوين

مثال: تفاعل عنصر الصوديوم مع الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

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

✋ **ملاحظة**: **يمكن أن يتحد مركبان لتكوين مركب واحد**

مثال: تفاعل مركب أكسيد الكالسيوم مع الماء

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

✋ **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

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$

❑ **النوع الثاني : تفاعلات الاحتراق**: هو اتحاد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقاً طاقة حرارية وضوء.

✍ **لاحظ** : 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

$$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$$

هل يمكن تصنيفه تفاعل تكون: نعم

☜ مثال آخر: صنف التفاعل التالي

$$H_{2\,(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$$

التفاعل يعتبر تفاعل احتراق وتفاعل تكون.

☜ **ملاحظ مهمة:**

ليس كل تفاعل احتراق تفاعل تكون

مثال:

$$CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

✍ حل مسائل تدريبية ص17

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 .

$$2Al_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Al_2S_{3(s)}$$ ⏳ تفاعل تكون

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

$$H_2O_{(l)} + N_2O_{5(g)} \rightarrow 2HNO_{3(aq)}$$ ⏳ تفاعل تكون

3. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد النيتروجينN_2O_5 .

$$4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)}$$ ⏳ تفاعل تكون واحتراق

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

هو تفاعل يتفكك لمركب واحد لإنتاج عنصرين أو أكثر أو مركبات جديدة.

☜**مثال**: تفكك نترات الأمونيوم إلي أكسيد النيتروجين الأحادي وماء عن التسخين.

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

☜**مثال آخر مشهور**: وهو تفكك أزيد الصوديوم

$$2NaN_3 \xrightarrow{\text{شرارة كهربائية}} 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

☜**تذكر أن:** تفاعلات التفكك عكس تفاعلات التكون.

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

✍ حل مسائل تدريبية ص18

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل الآتية:

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

$$2Al_2O_{3(s)} \rightarrow Al_{(s)} + O_{2(g)}$$

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

$$Ni(OH)_{2(s)} \rightarrow NiO_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

3. تحدٍّ: 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 .

$$2NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

☜ 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 وأيها 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.

☜ شيء من حكمة تحريم الذهب على الرجال :

الحكمة هنا تعبدية بمعنى أنه حرام لأن الله حرمه وعلينا الامتثال(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 ، وطبعا هذا يحدث خلال فترة طويلة . ولم يعرف أن ذرات الذهب تتسلل من خلال جلد الإنسان إلى الدم إلا حديثا. 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 مضرة تخرج شهريا من جسم المرأة ؟؟!!

فسبحان الله..ما حرم الله شيء إلا ولها سبب

سلاسل النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات

الفلزات

الأكثر نشاطاً

الأقل نشاطاً

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

الهالوجينات

الأكثر نشاطاً

الأقل نشاطاً

فلور
كلور
بروم
يود

❑ النوع الرابع : تفاعلات الإحلال

أ) تفاعلات الإحلال البسيط (إزاحة مفردة) A + BX → AX + B

هي تفاعلات تتم بإحلال ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

$$2Li_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2LiOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

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.

$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \longrightarrow NR$$ لا يحدث التفاعل

$$F_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \longrightarrow 2NaF_{(aq)} + Br_{2(l)}$$

$$Br_{2(l)} + 2NaF_{(aq)} \longrightarrow NR$$ لا يحدث التفاعل

مثال 2-4 ص 21

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

① $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow$

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

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

والمعادلة موزونة

② $Br_{2(l)}\ MgCl_{2(aq)} \rightarrow$

لا يحدث التفاعل لأن البروم يقع بعد الكلور في سلسلة النشاط الكيميائي (إي أن البروم أقل نشاطاً من الكلور)

$Br_{2(l)}\ MgCl_{2(aq)} \rightarrow$ لا يحدث التفاعل NR

المعادلة لا تتطلب وزناً

③ $Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow$

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

$$Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Al_{(s)}$$

وزن المعادلة كالتالي:

$$3Mg_{(s)} + 2AlCl_{3(aq)} \rightarrow 3MgCl_{2(aq)} + 2Al_{(s)}$$

حل مسائل تدريبية ص21

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

1. $Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow$

يحدث التفاعل لأن الخارصين أعلى من النيكل في النشاط الكيميائي حسب سلسلة النشاط الكيميائي.

$$Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Ni_{(s)}$$

2. $Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$

لا يحدث التفاعل لأن الكلور أقل من الفلور في النشاط الكيميائي حسب سلسلة النشاط الكيميائي.

$Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$ لا يحدث التفاعل NR

3. $Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$

لا يحدث التفاعل لأن الحديد أقل من الصوديوم في النشاط الكيميائي حسب سلسلة النشاط الكيميائي.

$Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$ لا يحدث التفاعل NR

4. تحدٍّ : $Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

يحدث التفاعل لأن الألومنيوم أعلى من الرصاص في النشاط الكيميائي حسب سلسلة النشاط الكيميائي.

$$Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$$

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

هي تفاعلات يتم فيها تبادل الأيونات بين مركبين

لاحظ: تسمى المادة الصلبة التي تنتج خلال التفاعل كيميائي في محلولٍ ما راسباً.

- **مثال: تفاعل هيدروكسيد الكالسوم مع الهيدروكلوريك**

$$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

- **مثال آخر: تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس**

لاحظ : جميع تفاعلات الإحلال المزدوج تنتج ماءً ، أو راسباً ، أو غازاً.

راجع المعادلات السابقة ستجد ذلك

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

- **مثال آخر: تفاعل كلوريد الهيدروجين مع سيانيد البوتاسيوم**

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

$$KCN_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow KCl_{(aq)} + HCN_{(g)}$$

تابع حل مسائل تدريبية ص17

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

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4\,(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$ تفاعل إحلال مزدوج

حل مسائل تدريبية ص23

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

$$LiI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

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

$$BaCl_{2(aq)} + K_2CO_{3\,(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + KCl_{(aq)}$$

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

$$Na_2SO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2\,(aq)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + NaNO_{3\,(aq)}$$

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

$$CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

الدرس الثالث : 4-3 : 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 مكوّنة محلولا له نكهة الليمون.

المحاليل المائية Aqueous Solutions

المحلول : مخلوط متجانس قد يحتوي مواد صلبة أو سائلة أو غازية.

أو المحلول : عبارة عن مذاب ومذيب

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: السكروز (سكر المائدة) ، الإيثانول (الكحول)

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

تسمى المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين المائي أحماض.

- المركبات الأيونية في المحلول

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

■ **المعادلات الأيونية** :

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

مثال : المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي NaOH و $CuCl_2$ على شكل أيونات

المعادلة الرمزية الموزونة	$CuCl_{2(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$
حذف الأيونات المتفرجة (التي لم تدخل في التفاعل)	
المعادلة الأيونية النهائية	$2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$

ملاحظات

1) تسمى المعادلة التي تبين الجسيمات في المحلول **بالمعادلة الأيونية الكاملة**
2) أيونات الصوديوم والكلور مواد متفاعلة وناتجة 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 :

$KCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow$ ..... + ...

الجواب على التوالي KNO_3 ، AgCl

مثال 3-4

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 يكوّن راسباً من كربونات الباريوم $BaCO_3$

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

حل مسائل تدريبية ص28

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

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

المعادلة الرمزية الموزونة	$KI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgI_{(s)} + KNO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)} + K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)}$

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	$2(NH_4)_3PO_{4\,(aq)} + 3Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow 3(NH_3)_2SO_{4(aq)} + 2Na_3PO_{4(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$6NH_3^+{}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)} + 6Na_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow 6NH_3^+{}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 6Na_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	لا يحدث تفاعل ولهذا لا يوجد معادلة أيونية نهائية

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

المعادلة الرمزية الموزونة	$AlCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-{}_{(aq)} + 3Na^+_{(aq)} + 3OH^-{}_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)} + 3Na^+_{(aq)} + 3Cl^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$Al^{3+}_{(aq)} + 3OH^-{}_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)}$

4. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم Li_2SO_4 ونترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ تكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$.

المعادلة الرمزية الموزونة	$Li_2SO_{4(aq)} + Ca(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + 2LiNO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2Li^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + 2Li^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)}$

5. تحدّ:عند خلط محلولي كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وكلوريد المنجنيز $MnCl_2$ تكوّن راسب يحتوي على المنجنيز.

المعادلة الرمزية الموزونة	$5Na_2CO_{3(aq)} + 2MnCl_{5(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)} + 10NaCl_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$10Na^+_{(aq)} + 5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}{}_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)} + 10Na^+_{(aq)} + 10Cl^-_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}{}_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)}$

- **التفاعلات التي تكون الماء** :

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

❑**ملاحظة**: **<u>لا يلاحظ</u>** في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي، لأن الماء عديم اللون والرائحة كما أنه يشكل معظم المحلول.

☜**مثال** : عند خلط الهيدروبروميك HBr مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH

المعادلة الرمزية الموزونة	$HBr_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaBr_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$H^+_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

✍ 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	$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + K_2SO_{4(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + SO_4^{--}{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + K^+_{(aq)} + SO_4^{--}{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

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

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + CaCl_{2(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Ca^{2+}{}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + CaCl_{2(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

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

المعادلة الكيميائية الموزونة	$HNO_{3(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4NO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

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

المعادلة الكيميائية الموزونة	$H_2S_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + CaS_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + S^{--}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)} + S^{--}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

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

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2C_6H_5COOH_{(aq)} + Mg(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + (C_6H_5COO)_2Mg_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2C_6H_5COO^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + (C_6H_5COO)_2Mg_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

▪ **التفاعلات التي تكوّن غازات**:

(هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين غازات، مثل CO_2 و HCN و H_2S)

☜**مثال** : عند خلط الهيدرويوديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم Li_2S فيتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S، كما ينتج يوديد الليثيوم LiI الذي يظل ذائباً في المحلول.

$$2HI_{(aq)} + Li_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2LiI_{(aq)}$$

في هذه الحالة تكون مواد التفاعل على هيئة أيونات باستثناء H_2S .

$$2H^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} + 2Li^+_{(aq)} + S^{--}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2Li^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$$

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

$$2H^+_{(aq)} + S^{--}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

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

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

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

يمكن دمج المعادلتين المتفاعلات مع المتفاعلات والنواتج مع النواتج

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

وبحذف حمض الكربونيك H_2CO_3 من طرفي المعادلة نحصل على المعادلة الكيميائية

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

ويمكن الآن كتابة المعادلة الأيونية الكاملة

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

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

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

☜**مثال: 4-4**

التفاعلات التي تكوّن غازات:اكتب كلًّا من المعادلة الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم Na_2S ، والذي ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S.

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2NaCl_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

✍ **حل مسائل تدريبية ص 32**

اكتب المعادلات كيميائية أيونية كاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

1. يتفاعل حمض البيركلوريك $HClO_4$ مع محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلوريد الصوديوم

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HClO_{4(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 2NaClO_{4(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$H^+_{(aq)} + ClO_4^-{}_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + 2ClO_4^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

2. يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول سيانيد الصوديوم NaCN لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين HCN ومحلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4.

المعادلة الكيميائية الموزونة	$H_2SO_{4(aq)} + NaCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + Na_2SO_{4(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$

3. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ ليتكون غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبروميد الأمونيوم.

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HBr_{(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + 2NH_4Br_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} + 2NH_4^+{}_{(aq)} + CO_3^{--}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + 2NH_4^+{}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + CO_3^{--}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

4. يتفاعل حمض النيتريك HNO_3 مع محلول كبريتيد البوتاسيوم K_2S لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S .

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HNO_{3(aq)} + K_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2KNO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + S^{--}{}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

5. تحدّ:يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم KI مع محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ لتكوين يوديد الرصاص PbI_2 الصلب.

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2KI_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2K^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} + Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2I^-_{(aq)} + Pb^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$

📖راجع الكتاب ص 34 كيف تعمل الأشياء ؟؟؟؟

■ حل أسئلة المراجعة للفصل الرابع.ص36

■ 4-1 إتقان المفاهيم

1. عرّف المعادلة الكيميائية.
ج: المعادلة الكيميائية : وصف موجز للتغير الكيميائي باستعمال الرموز والأرقام للمتفاعلات والنواتج

2. ميّز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.
ج: المعادلة الكيميائية : وصف موجز للتغير الكيميائي باستعمال الرموز والأرقام للمتفاعلات والنواتج
التفاعل الكيميائي : مثل $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl + HCl$
ج: هو تغير تركيب المواد المتفاعلة لتعطي مواد ناتجة تختلف خواصها عن مكوناتها.

3. وضح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.
ج: المتفاعلات هي المكونات الابتدائية ، والنواتج المكونات النهائية

4. هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائماً إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فسِّر إجابتك.
ج: نعم : لأن تكون مواد جديدة يعني حدوث تغير في تركيب المواد المتفاعلة.

5. حدِّد المتفاعلات في التفاعل الآتي : عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكون الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.
ج: $Zn(NO_3)_2$ و K

6. زن المعادلة الكيميائية الآتية: $H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$
ج: $2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

7. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:
a. $Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CuO_{(s)}$
b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$
c. $CaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}$

ج:
a. أكسيد النحاس(II) → أكسجين + نحاس
b. هيدروجين + هيدروكسيد البوتاسيوم → ماء + بوتاسيوم
c. كلوريد الصوديوم + كبريتات الكالسيوم → كبريتات الصوديوم + كلوريد الكالسيوم

8. زن المعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:
a. $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(g)}$
b. $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + O_{2(g)}$

ج:
a. $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$
b. $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)}$

إتقان حل المسائل
1. يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز اليود في تفاعل تفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تبين هذا التفاعل.
ج: $2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(s)}$

2. اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات الآتية:
a. ثاني أكسيد الكربون(g) + أكسيد الصوديوم(s) $\xrightarrow{\Delta}$ كربونات الصوديوم (s)
b. يوديد الألومنيوم(s) → ألومنيوم(s) + يود(s)
c. أكسيد الحديدIII (s) → أكسيد الحديدII (s) + أكسجين (g)
d. كبريتيد الفضة(s) + نترات الصوديوم (aq) → نترات الفضة(aq) + كبريتيد الصوديوم (g)

ج:

a. $Na_2CO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$

b. $I_{2(s)} + Al_{(s)} \rightarrow AlI_{3(s)}$

c. $O_{2(g)} + FeO_{(s)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$

d. $Na_2S_{(g)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$

3. اكتب معادلة كيميائية للتفاعل بين الليثيوم الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

ج: $2Li_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2LiCl_{(s)}$

4. اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات الآتية ثم زنها:

a. حمض الكبريتيك(aq) → ماء (l) + ثالث أكسيد الكبريت(g)

b. كلوريد الماغنسيوم(aq) + حديد(s) → كلوريد الحديدIII (s) + ماغنسيوم(s)

c. أكسيد النيكلII (s) + خماسي أكسيد ثنائي الكلور → أكسجين (g) + كلوريد النيكلII (s)

ج:

a. $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$

b. $Mg_{(s)} + FeCl_{3(s)} \rightarrow Fe + MgCl_{2(aq)}$

c. $NiCl_{2(S)} + O_{2(g)} \rightarrow Cl_2O_{5(g)} + NiO_{(s)}$

5. اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات الآتية:

a. عند حرق غاز البيوتان C_4H_{10} في الهواء ينتج ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

b. يتفاعل الماغنسيوم الصلب مع غاز النيتروجين لإنتاج نيتريد الماغنسيوم الصلب.

c. عند تسخين غاز ثاني فلوريد الأكسجين OF_2 ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.

ج:

a. $2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)}$

b. $3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$

c. $2OF_{2(g)} \rightarrow O_{2(g)} + 2F_{2(g)}$

<u>4-2 إتقان المفاهيم</u>

1. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربع ، وأعط مثالاً واحداً على كل منها.

ج: راجع أنواع التفاعلات الكيميائية الأربع.

2. ما نوع التفاعل بين مادتين ناتجهما مركب واحد؟

ج: تفاعل تكون

3. أي فلز سيحل محل الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال في كل من الأزواج الآتية (مستخدماً سلسلة النشاط):

a. القصدير والصوديوم **b. الفلور واليود**
c. الرصاص والفضة **d. النحاس والنيكل**

ج:

a. Na يحل محل Sn
b. F يحل محل I
c. Pb يحل محل Ag
d. Ni يحل محل Cu

إتقان حل المسائل

1. صنف التفاعلات الآتية:

a. حمض الكبريتيك(aq) → ماء (l) + ثالث أكسيد الكبريت(g)
b. كلوريد الماغنسيوم(aq) + حديد(s) → كلوريد الحديدIII (s) + ماغنسيوم(s)
c. أكسيد النيكلII (s) + خماسي أكسيد ثنائي الكلور → أكسجين (g) + كلوريد النيكلII (s)

ج:

a. تفاعل تكون
b. تفاعل أحلال بسيط
c. تفاعل أحتراق

2. صنف التفاعلات الواردة في سؤال الأول لإتقان المفاهيم 2-4

3. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل احتراق الميثانول السائل CH_3OH

ج: $CH_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

4. اكتب معادلات كيميائية لكل من تفاعلات التكوين الآتي:

a. → بورون + فلور
b. → جرمانيوم + كبريت
c. → كالسيوم + فلور

ج:

a. $2B + 3F_2 \rightarrow 2BF_3$
b. $Ge + 2S \rightarrow GeS_2$
C. $3Ca + N_2 \rightarrow Ca_3N_2$

5. الاحتراق. اكتب معادلة كيميائية رمزية لاحتراق كل من المواد الآتية:

a. الباريوم الصلب
b. البورون الصلب
c. الأسيتون السائل C_3H_6O
d. الأوكتان السائل C_8H_{18}

ج:

a. $Ba_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2BaO_{(s)}$
b. $4B_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2B_2O_{3(s)}$
c. $C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$
d. $2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(l)}$

6. اكتب معادلات كيميائية لتفاعلات التفكك الآتية:

a. → بروميد الماغنسيوم
b. → أكسيد الكوبلت II
c. → كربونات الباريوم

ج:

a. $MgBr_{2(s)} \rightarrow Mg_{(s)} + Br_{2(l)}$

b. $2CoO_{(g)} \rightarrow 2Co_{(g)} + O_{2(g)}$

c. $BaCO_{3(s)} \rightarrow BaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

7. اكتب معادلات كيميائية لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي تحدث في الماء: (وإذا لم يحدث تفاعل فاكتب لا يحدث تفاعل (NR) في مكان النواتج).

a. كلوريد الماغنسيوم + نيكل →

b. بروميد النحاس II + كالسيوم →

c. نترات الفضة + ماغنسيوم →

ج:

a. $Ni_{(s)} + MgCl_{2(s)} \rightarrow NR$

b. $Ca_{(s)} + CuBr_{2(aq)} \rightarrow CaBr_{2(aq)} + Cu_{(s)}$

c. $Mg_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$

4-3 إتقان المفاهيم

2. أكمل المعادلة اللفظية الآتية: مذاب + مذيب →

ج: محلول → مذاب + مذيب

3. ما أنواع النواتج الشائعة عندما تحدث التفاعلات في محاليل مائية؟

ج: رواسب ، ماء ، غازات

4. قارن بين المعادلات الكيميائية والمعادلات الأيونية.

ج: المعادلة الكيميائية: وصف موجز للتغير الكيميائي باستعمال الرموز والأرقام للمتفاعلات والنواتج

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

5. ما المعادلة الأيونية النهائية ؟ وفيم تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

ج: المعادلة الأيونية الكاملة : هي المعادلة التي تبين الجسيمات في المحلول

المعادلة الأيونية النهائية : هي المعادلة الأيونية الكاملة مشطوب منها الأيونات المتفرجة في طرفي المعادلة

6. عرف الأيون المتفرج. الأيونات التي لم تشارك في التفاعل

إتقان حل المسائل

1. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

a. $\mathbf{Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow}$

b. $\mathbf{K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow}$

c. $\mathbf{CuCl_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow}$

ج:

a. $Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

c. $CuCl_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow CuSO_{4(aq)} + 2NaCl_{(aq)}$

2. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية:

a. $H_3PO_{4(aq)} + 3KOH_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} + K_3PO_{4(aq)}$

b. $HCl_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4Cl_{(aq)}$

c. $HNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + KNO_{3(aq)}$

d. $2HClO_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca(ClO)_{2(aq)}$

ج: a

المعادلة الكيميائية الموزونة	$H_3PO_{4(aq)} + 3KOH_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} + K_3PO_{4(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$3H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)} + 3K^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} + 3K^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$3H^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)}$

ج: b

المعادلة الكيميائية الموزونة	$HCl_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4Cl_{(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

ج: c

المعادلة الكيميائية الموزونة	$HNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + KNO_{3(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$

ج: d

المعادلة الكيميائية الموزونة	$2HClO_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca(ClO)_{2(aq)}$
المعادلة الأيونية الكاملة	$2H^+_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)}$
المعادلة الأيونية النهائية	$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

اختبار مقتن 1

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية				
المركب	الاسـم	الحالة عند $25C^o$	يذوب في الماء	درجة الإنصهار ^oC
$NaClO_3$	كلورات الصوديوم	صلب	نعم	248
Na_2SO_4	كبريتات الصوديوم	صلب	نعم	884
$NiCl_2$	كلوريد النيكلII	صلب	نعم	1009
$Ni(OH)_2$	هيدروكسيد النيكلII	صلب	لا	230
$AgNO_3$	نترات الفضة	صلب	نعم	212

1-إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكلII بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم ، فهل يحدث تفاعل مائي؟

a-لا، لأن هيدروكسيد النيكلII 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 النيكلII الصلبة ستترسب في المحلول

2-ماذا يحدث عند خلط محلول $AgClO_{3(aq)}$ بمحلول $NaNO_3$ ؟

a-لا يحدث تفاعل مرئي.
b-تترسب $NaNO_3$ الصلبة في المحلول.
c- ينطلق غاز NO_2 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- $\mathbf{Ni(OH)_{2(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NiO_{(aq)} + H_{2(g)} + HCl_{(aq)}}$

b- $Ni(OH)_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$

c- $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$

d– $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 3H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

4-ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟

$$\mathbf{Cs_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CsOH_{(aq)} + H_{2(g)}}$$

a-تكوين.
b-احتراق.
c- تفكك.
d –إحلال بسيط.

5-أي التفاعلات الآتية ستحدث بين الهالوجينات والأملاح الهاليدات ؟

a- $\mathbf{F_{2\,(g)} + FeI_{2(aq)} \rightarrow FeF_{2(aq)} + I_{2(l)}}$

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

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

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

الفصل الخامس 5

المـول The Mole

الفكرة العامة

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

- حقائق كيميائية :

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

2- تتركب العملات السعودية من نحاس ونيكل بنسب مختلفة.

- نشاط استهلالي: راجع صـ *41* ـــ

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 قيمتها؟ **كتلة** كل مجموعة
- ما سبب وضعها في مجموعات؟ **ليسهل** عدها 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.

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

- **الفكرة الرئيسية** : يستعمل الكيميائيون المول **لعد الذرات والأيونات ووحدات الصيغ الكيميائية(الجزيئات).**
- **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_2O ، فكيف يمكن التعامل مع هذا التفاعل عملياً ؟ وهل نستطيع قياس كتلة ذرة واحدة أو اثنتين في المختبر ؟

بما أن الذرات صغيرة جداً ولا يمكن عددها 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 بالغرامات

استخدم الكيميائيون مصطلح المول كوحدة قياس عملية للمادة ، إذ إن المول الواحد يكافئ 6.02×10^{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 602,213,670,000,000,000,000,000
مليون بليون تيرليون بيتاليون إكسااليون زيتاليون فوتاليون

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

أي أن $2 \times 6.02\times10^{23}$ ذرة من الهيدروجين تتفاعل مع $1 \times 6.02\times10^{23}$ ذرة من الأكسجين لتنتج $1 \times 6.02\times10^{23}$ جزيء ماء

- المول: هو عدد أفوجادرو من (ذرات أو جزيئات أو أيونات) المادة.

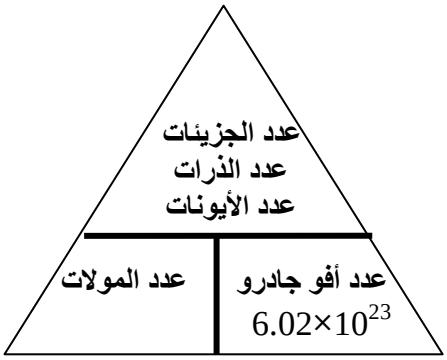
$1\ mol = 6.02\times10^{23}$ Particles ⇐ Atoms or Ions or molecules

1 مول = 6.02×10^{23} جسيمات ⇐ ذرات أو أيونات أو جزيئات

✍التحويل بين المولات والجسيمات

1 mol = 6.02×10^{23} **من الجسيمات** Particles **(ذرات أو جزيئات أو أيونات)**

جسيمات	Particles
مول	Mol
جزيئات	molecules
ذرات	Atoms
أيونات	Ions



❑ مثال:

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

عدد الجزيئات (molecules) = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد الجزيئات (molecules) = 6.02×10^{23} × 3.5

عدد الجزيئات (molecules) = 2.11×10^{24}

✍التحويل بين المولات والجسيمات

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

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

لحساب عدد مولات السكروز في عينة تحتوي على molecules 2.11×10^{24} منه

$$\textbf{عدد المولات (Mol)} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{2.11\times10^{24}}{6.02\times10^{23}}$$

عدد المولات (Mol) = 3.5 mol

أي أن هناك 3.5 mol من السكروز في molecules 2.11×10^{24} 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

عدد الذرات (atoms) = 6.02×10^{23} × 2.5

عدد الذرات (atoms) = 1.51×10^{24}

2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O.

عدد الجزيئات (molecules) = 6.02×10^{23} × 11.5

عدد الجزيئات (molecules) = 6.923×10^{24}

3. احسب عدد الجسيمات لـ $AgNO_3$ في 3.25 mol منها؟

عدد الجسيمات (Particles) = $3.25 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجسيمات (Particles) = 1.9565×10^{24}

4. تحدّ : احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من O_2.

عدد الذرات (atoms) = عدد مولات ذرات O × عدد أفوجادرو

عدد الذرات (atoms) = $10 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الذرات (atoms) = 6.02×10^{32}

لاحظ: $1O_2$

1 مول من O_2 ⇦ 2 مول من O

5 مول من O_2 ⇦ ؟ مول من O

❑ **مثال 1-5**

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

عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{4.5\times10^{24}}{6.02\times10^{23}}$

عدد المولات (Mol) = 7.48 mol من النحاس

✍ **حل مسائل تدريبية ص 45**

1. ما عدد المولات (mol) في كل من:

a. 5.75×10^{24} atoms من الألومنيوم Al

عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{5.75\times10^{24}}{6.02\times10^{23}} = 9.55$ mol

b. 2.50×10^{20} atoms من الحديد Fe

عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{2.50\times10^{20}}{6.02\times10^{23}} = 4.155$ mol

2. تحدّ : احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} molecules من ثاني أكسيد الكربون CO_2

عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{3.75\times10^{24}}{6.02\times10^{23}} = 6.229$ mol

b. 3.58×10^{23} molecules من كلوريد الخارصين II $ZnCl_2$

عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{3.58\times10^{23}}{6.02\times10^{23}} = 0.595$ mol

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

- **الفكرة الرئيسية** : يحتوي **<u>المول دائماً</u>** على العدد نفسه من الجسيمات ، غير أن **<u>مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة</u>**.
- **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.

1 درزن = 12 عدد

1 مول = 6.02×10^{23}

- **<u>كتلة المول The mass of a mole</u> :**

س: هل تتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي درزن من البيض؟
جـ: لا لأن البيض والليمون يختلفان في الحجم والتركيب الكيميائي

س: هل كتلة عدد من ذرات الكربون 6.02×10^{23} atoms تساوي كتلة عدد من ذرات النحاس 6.02×10^{23} atoms
جـ: لا لأن الكربون والنحاس يختلفان في الحجم والتركيب الكيميائي

❁ <u>الكتلة المولية</u>: لاحظ :

الكتلة المولية لذرات العناصر			
هي	16 amu	14.007 amu	1.008 amu
صعب التعامل مع الوحدة الكتلة الذرية فيؤخذ ما يقابلها بـ g	16 g	14.007 g	1.008 g
عدد الذرات في هذه الكتل المختلفة والتي تمثل مول واحد وكما تقول القاعدة تقول : 1 مول = 6.02×10^{23}	6.02×10^{23} Atoms	$6.02 \times$ *10*23Atoms	6.02×10^{23} Atoms

الكتلة المولية : هي كتلة عدد أفوجادرو من ذرات العنصر بوحدة الجرام.

(والكتلة المولية هي نفسها الكتلة الذرية ولكن بوحدة الجرام)

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

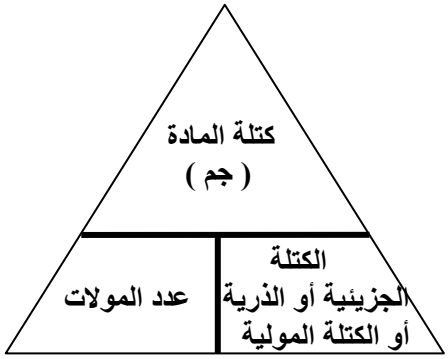
☜لاحظ :الكتلة المولية g/mol
تعني (الكتلة الذرية الجرامية لمول واحد)

-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 عملك 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 = $3 \times 36.546 = 191g$
وبذلك يمكن قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191g

❑ **مثال2-5**
التحويل من المول إلى الكتلة:
الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفلزات لحمايتها من التآكل.
احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.
علما بأن الكتلة المولية للكروم (الكتلة الذرية الجرامية) هي 52.00 g/mol

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

☜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.

✍ **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)

كتلة الكروم = الكتلة الذرية × عدد المولات
كتلة الكروم = 3.57×26.982
كتلة الكروم = $96.3g$

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

كتلة السليكون = الكتلة الذرية × عدد المولات
كتلة السليكون = 42.6×28.086
كتلة السليكون = $1196.4g$

2. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

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

كتلة الكوبلت = الكتلة الذرية × عدد المولات
كتلة الكوبلت = $3.45 \times 10^2 \times 58.933$
كتلة الكوبلت = $20862g$

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

كتلة الخارصين = الكتلة الذرية × عدد المولات
كتلة الخارصين = $2.45 \times 10^{-2} \times 65.409$
كتلة الخارصين = $1.06g$

❑ **مثال3-5 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؟

علما بأن الكتلة المولية للكالسيوم (الكتلة الذرية الجرامية) هي 40.08 g/mol

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة العينة بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{525}{40.08} = 31.1 \text{ mol}$$

✍**حل 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)

$$\text{عدد المولات} = \frac{\mathbf{25.5}}{\mathbf{107.868}} = 0.236 \text{ mol}$$

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

$$\text{عدد المولات} = \frac{\mathbf{300.0}}{\mathbf{32.065}} = 9.356 \text{ mol}$$

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

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

$$\text{عدد المولات} = \frac{1.25\times10^3}{65.409} = 19.11 \text{ mol}$$

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

$$\text{عدد المولات} = \frac{1000}{\mathbf{55.854}} = 17.904 \text{ mol}$$

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

❑ مثال4-5 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

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

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

$$\text{عدد الذرات} = 9.512 \times 10^{22} \text{ atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

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

☜ **عدد المولات** $= \frac{\text{كتلة اللجرهلمية}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{31.1}{196.97}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

❑ مثال5-5

التحويل من الذرات إلى كتلة: **الهيليوم He غاز نبيل ، فإذا احتوى بالون على 5.50×10^{22} atoms من الهيليوم ، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.**

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

كتلة He = الكتلة الذرية × عدد المولات

$$\text{كتلة He} = \frac{5.50 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} \times 4.00$$

$$\text{كتلة He} = 0.0941 \times 4.00$$

$$\text{كتلة He} = 0.366 \text{ g}$$

للحصول على كتلة He يتطلب ذلك إيجاد

☜ **الكتلة الذرية** $= 4.00$

☜ **عدد المولات** $= \frac{\text{عدد أفوجادرو}}{\text{عدد}} = \frac{5.50 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

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

✍حل مسائل تدريبية ص 53

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

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{11.5}{200.59} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 0.057 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 3.45 \times 10^{22} \text{ atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

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

☜ **عدد المولات** $= \frac{11.5}{200.59}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

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

كتلة N = الكتلة المولية × عدد المولات

$$\text{كتلة N} = \frac{1.50\times10^{15}}{6.02\times10^{23}} \times 14.007$$

$$\text{كتلة N} = 2.49 \times 10^{-9} \times 14.007$$

$$\text{كتلة N} = 3.49 \times 10^{-8}\ \text{g}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

☜ **الكتلة المولية = 14.007g/mol**

☜ **عدد المولات** $= \frac{1.50\times10^{15}}{6.02\times10^{23}}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

3. احسب عدد الجسيمات في كل مما يلي:

a. 4.56×10^{3} g من Si (الكتلة المولية لـ Si = 28.086g/mol)

عدد جسيمات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد جسيمات} = \frac{4.56\times10^{3}}{28.086} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد جسيمات} = 162.358 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد جسيمات} = 9.77 \times 10^{25}\ \text{Particles}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

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

☜ **عدد المولات** $= \frac{4.56\times10^{3}}{28.086}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti
(الكتلة المولية لـ Ti = 47.867g/mol)
لاحظ : يجب تحويل Kg إلى g

عدد جسيمات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد جسيمات} = \frac{120}{47.867} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد جسيمات} = 0.00251 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد جسيمات} = 1.51 \times 10^{24}\ \text{atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

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

☜ **عدد المولات** $= \frac{120}{47.867}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

الدرس الثالث : 5-3 : 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:-

كل 1 مول من $Al_2(SO_4)_3$

يحتوي على 2 مول من ذرات Al و3 مول من ذرات S و 12 مولاً من ذرات O

❑ **مثال5-6**

علاقة المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية:

احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم Al^{3+} في 1.25 mol من أكسيد الألومنيوم AL_2O_3

الحل :

من الصيغة = (1 مول من Al_2O_3 يحتوي على 2 مول من Al^{3+})

من السؤال = (1.25 مول من Al_2O_3 يحتوي على ؟ مول من Al^{3+}) وسطين في طرفين

عدد مولات Al^{3+} = (1.25 × 2) ÷ 1 = 2.50 mol

❑ **حل مسائل تدريبية ص 57**

1. يستعمل كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين بعضهما ببعض.
احسب عدد مولات أيونات Cl^- في 2.50 mol من $ZnCl_2$.

الحل :

من الصيغة = (1 مول من $ZnCl_2$ يحتوي على 2 مول من Cl^-)

من السؤال = (2.50 مول من $ZnCl_2$ يحتوي على ؟ مول من Cl^-) وسطين في طرفين

عدد مولات Cl^- = (2.50 × 2) ÷ 1 = 5 mol

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

☜ عدد مولات C

من الصيغة = (1 مول من $C_6H_{12}O_6$ يحتوي على 6 مول من C)

من السؤال = (1.25 مول من $C_6H_{12}O_6$ يحتوي على ؟ مول من C)وسطين في طرفين

عدد مولات C = (1.25 × 6) ÷ 1 = 7.5 mol

☜ عدد مولات H بنفس الطريقة

عدد مولات H = (1.25 × 12) ÷ 1 = 15 mol

☜ عدد مولات O بنفس الطريقة

عدد مولات O = (1.25 × 6) ÷ 1 = 7.5 mol

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

الحل :

من الصيغة = (1 مول من $Fe_2(SO_4)_3$ يحتوي على 3 مول من SO_4^{--})

من السؤال = (3.00 مول من $Fe_2(SO_4)_3$ يحتوي على ؟ مول من SO_4^{--}) وسطين في طرفين

عدد مولات SO_4^{--} = (3 × 3) ÷ 1 = 9 mol

4. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجود في 5.00 mol من P_2O_5 ؟

الحل :

من الصيغة = (1 مول من P_2O_3 يحتوي على 5 مول من O)

من السؤال = (5.00 مول من P_2O_3 يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات O = (5 × 5) ÷ 1 = 25 mol

5. تحدٍّ: احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في 1.15×10^1 mol من الماء.

الحل :

من الصيغة = (1 مول من H_2O يحتوي على 2 مول من H)

من السؤال = (1.15×10^1 مول من H_2O يحتوي على ؟ مول من H) وسطين في طرفين

عدد مولات O = (1.15×10^1 × 2) ÷ 1 = 23 mol

■ الكتلة المولية للمركبات The Molar Mass of Compounds

☜الكتلة المولية للمركبات : هي حاصل مجموع كتل جميع العناصر المكونة له.

مثال: لحساب الكتلة المولية لمركب كرومات البوتاسيوم 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.

الكتلة المولية لـ K_2CrO_4 = (2 × 39.1) + (1 × 52.0) + (4 × 16.0)

☜
الكتل المولية للذرات
H= 1.008
O= 16.00
K= 39.1
C= 12.011
Ca= 40.078
Cl= 35.453
Na= 23.00
Cr= 52.00

☐ حل مسائل تدريبية ص 57

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

a. NaOH b. $CaCl_2$ c. $KC_2H_3O_2$

الحل :

✍**الكتلة المولية (الجزيئية) لـ NaOH =**

40.008 g/mol= [(1×1.008) + (1×16.00) + (1×23.00)]

✍**الكتلة المولية (الجزيئية) لـ $CaCl_2$ =** 110.984 g/mol= [(2×35.453) + (1×40.078)]

✍**الكتلة المولية (الجزيئية) لـ $KC_2H_3O_2$ =**

98.142 g/mol = [(2 ×15.999) + (3 ×1.008) + (2 ×12.011) + (1×39.1)]

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

a. C_2H_5OH b. HCN c. CCl_4

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ C_2H_5OH = [(1 ×16.00) + (6 ×1.008) + (2 ×12.011)] = 46.07 g/mol

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ HCN = [(1 ×14.007) + (1 ×12.011) + (1 ×1.008)] = 27.026 g/mol

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ CCl_4 = [(4 ×35.453) + (1 ×12.011)] = 153.823 g/mol

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

a. $Sr(NO_3)_2$ b. $(NH_4)_3PO_4$ c. $C_{12}H_{22}O_{11}$

أيون أيون جزيء

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ $Sr(NO_3)_2$ =[(1 × 87.62) + (2 ×14.007) + (5 ×16.00)] = 195.634 g/mol

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ $(NH_4)_3PO_4$ =
[(3 ×14.007) + (12 ×1.008) + (1× 30.974) + (1 ×16.00)] = 101.091 g/mol

✍ الكتلة المولية (الجزيئية) لـ $C_{12}H_{22}O_{11}$ =[(12 ×12.011) + (22 ×1.008) + (11 ×16.00)] = 342.308 g/mol

■ تحويل مولات المركب إلى كتلة
Converting Moles of Compound to mass

مثال 7-5

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

كتلة $(C_3H_5)_2S$ = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة $(C_3H_5)_2S$ = [(6 × 12.01) + (10 × 1.008) + (1 × 32.07)] × 2.50

كتلة $(C_3H_5)_2S$ = [(6 × 12.01) + (10 × 1.008) + (1 × 32.07)] × 2.50

كتلة $(C_3H_5)_2S$ = 114.21 × 2.50 = 286 g

□ حل مسائل تدريبية ص 58

1. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

كتلة H_2SO_4 = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة H_2SO_4 = [(2 × 1.008) + (1 × 32.065) + (4 × 16.00)] × 3.25

كتلة H_2SO_4 = 318.76 g

☜ الكتل المولية للذرات

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

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

كتلة $ZnCl_2$ = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة $ZnCl_2 = [(2 \times 35.453) + (1 \times 65.409)] \times 4.35 \times 10^{-2}$

كتلة $ZnCl_2 = 5.93g$

3. تحدِّ: اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol من هذا المركب بالجرامات.

كتلة برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4$ = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4 = [(1 \times 39.1) + (1 \times 54.938) + (4 \times 16.00)] \times 2.55$

كتلة برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4 = 158.038$ g

■ 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 ؟

⌛ مثال 8-5

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

$$\text{عدد مولات } Ca(OH)_2 = \frac{\text{كتلة } Ca(OH)_2}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{عدد مولات } Ca(OH)_2 = \frac{325}{(2\times1.008)+(2\times16.0)+(1\times40.08)}$$

$$\text{عدد مولات } Ca(OH)_2 = \frac{325}{74.10} = 4.39 \text{ mol}$$

□ حل مسائل تدريبية ص 58

1. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية ؟

a. 22.6g من نترات الفضة $AgNO_3$ b. 6.5g من كبريتات الخارصين $ZnSO_4$

حل a:

$$\text{عدد مولات } AgNO_3 = \frac{\text{كتلة } AgNO_3}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{عدد مولات } AgNO_3 = \frac{22.6}{(3\times16.00)+(1\times14.007)+(1\times107.868)} = \frac{22.6}{169.875} = 0.133\text{mol}$$

حل b:

$$\text{عدد مولات } ZnSO_4 = \frac{\text{كتلة } ZnSO_4}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{عدد مولات } ZnSO_4 = \frac{6.5}{(4\times16.00)+(1\times32.065)+(1\times65.409)} = \frac{6.5}{161.474} = 0.04\text{mol}$$

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

a. Fe_2O_3 من 2.50Kg أيون

b. $PbCl_4$ من 25.4mg أيون

حل a:

$$\text{عدد مولات } Fe_2O_3 = \frac{\text{كتلة } Fe_2O_3}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{عدد مولات } Fe_2O_3 = \frac{1000 \times 2.50}{(3\times16.00)+(2\times55.845)}$$

$$\text{عدد مولات } Fe_2O_3 = \frac{2.500}{159.69} = 0.0157 \text{ mol}$$

حل b:

$$\text{عدد مولات } PbCl_4 = \frac{\text{كتلة } PbCl_4}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{عدد مولات } PbCl_4 = \frac{1000 \div 25.4}{(4\times35.453)+(1\times207.2)}$$

$$\text{عدد مولات } PbCl_4 = \frac{0.0254}{349.012} = 0.000073 \text{ mol}$$

☜ 1000 g ← 1K

☜ 1000 mg ← 1g

☜ الكتل المولية للذرات

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

■ 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

⧗ 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.

علما بأن الكتلة المولية للألمونيوم (الكتلة الذرية الجرامية) هي 26.98 g/mol

الكتلة المولية للكلور (الكتلة الذرية الجرامية) هي 35.45 g/mol

الحل:

a. عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من $AlCl_3$ يحتوي على 1 مول من Al^{3+})

من السؤال = ($\frac{35.6}{133.341}$ مول من $AlCl_3$ يحتوي على ؟ مول من Al^{3+}) وسطين في طرفين

عدد مولات Al^{3+} = (1 × 0.267) ÷ 1 = 0.267 mol

عدد أيونات Al^{3+} = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات $Al^{3+} = 6.02 \times 10^{23} \times 0.267 = 1.607 \times 10^{23}$ **Ions**

b. عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من $AlCl_3$ يحتوي على 3 مول من Cl^-)

من السؤال = ($\frac{35.6}{133.341}$ مول من Al_2O_3 يحتوي على ؟ مول من Cl^-) وسطين في طرفين

عدد مولات Cl^- = (0.267 × 3) ÷ 1 = 0.801 mol

عدد أيونات Cl^- = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Cl^- = 0.801 × 6.02×10^{23} **Ions** = 4.822×10^{23}

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

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

كتلة Al_2O_3 = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة Al_2O_3 = [(1 × 26.982) + (3 × 35.453)] × 1 = 133.341 g/mol

☐ حل مسائل تدريبية ص 58

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.

من الصيغة = (1 مول من C_2H_5OH يحتوي على 2 مول من C)

من السؤال = ($\frac{45.1}{46.07}$ مول من C_2H_5OH يحتوي على ؟ مول من C) وسطين في طرفين

عدد مولات C = (0.979 × 2) ÷ 1 = 1.958 mol

عدد ذرات C = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد ذرات C = 1.958 × 6.02×10^{23} **atoms** = 1.179×10^{24}

b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من C_2H_5OH يحتوي على 6 مول من H)

من السؤال = ($\frac{45.1}{46.07}$ مول من C_2H_5OH يحتوي على ؟ مول من H) وسطين في طرفين

عدد مولات C = (0.979 × 6) ÷ 1 = 5.874 mol

عدد ذرات C = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد ذرات C = 5.874 × 6.02×10^{23} **atoms** = 3.536×10^{24}

C. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من C_2H_5OH يحتوي على 1 مول من O)

من السؤال = ($\frac{45.1}{46.07}$ مول من C_2H_5OH يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات C = (0.979 × 1) ÷ 1 = 0.979 mol

عدد ذرات C = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد ذرات C = 0.979 × 6.02×10^{23} **atoms** = 5.894×10^{23}

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

a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من Na_2SO_3 يحتوي على 2 مول من Na^+)

من السؤال = ($\frac{2.25}{126.065}$ مول من Na_2SO_3 يحتوي على ؟ مول من Na^+) وسطين في طرفين

عدد مولات Na^+ = (0.018 × 2) ÷ 1 = 0.036 mol

عدد أيونات Na^+ = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Na^+ = 0.036 × 6.02×10^{23} = 2.167×10^{22} **Ions**

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

من الصيغة = (1 مول من Na_2SO_3 يحتوي على 1 مول من SO_3^{2-})

من السؤال = ($\frac{2.25}{126.065}$ مول من Na_2SO_3 يحتوي على ؟ مول من SO_3^{2-}) وسطين في طرفين

عدد مولات Na^+ = (0.018 × 1) ÷ 1 = 0.018 mol

عدد أيونات Na^+ = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Na^+ = 0.018 × 6.02×10^{23} = 1.084×10^{22} **Ions**

C. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na_2SO_3 في العينة.

كتلة Na_2SO_3 = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة Na_2SO_3 = [(3 × 16.00) + (1 × 32.065) + (2 × 23.00)] = 126.065 g

☜
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

3. عينة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 كتلتها 52.0g جد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من CO_2 يحتوي على 1 مول من C)

من السؤال = ($\frac{52.0}{44.011}$ مول من CO_2 يحتوي على ؟ مول من C) وسطين في طرفين

عدد مولات Na^+ = (1.182 × 1) ÷ 1 = 1.182 mol

عدد أيونات Na^+ = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Na^+ = 1.182 × 6.02×10^{23} = 7.116×10^{23} **Ions**

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من CO_2 يحتوي على 2 مول من O)

من السؤال = ($\frac{52.0}{44.011}$ مول من CO_2 يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات Na^+ = (1.182 × 2) ÷ 1 = 2.364 mol

عدد أيونات Na^+ = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Na^+ = 2.364 × 6.02×10^{23} = 1.423×10^{24} **Ions**

C. كتلة جزيء واحد من CO_2 بالجرامات.

كتلة CO_2 = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة CO_2 = [(2 × 16.00) + (1 × 12.011)] = 44.011

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

كتلة NaCl = الكتلة المولية × عدد المولات (عدد الوحدات ÷ عدد أفوجادرو)

كتلة NaCl = [(1 × 35.453) + (1 × 23.00)] × $\frac{4.59\times10^{24}}{6.02\times10^{23}}$

كتلة NaCl = 58.453 × 7.625 = 445.704 g/mol

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

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

Ag_2CrO_4

b. عدد الأيونات الموجودة فيها.

من الصيغة = (1 مول من Ag_2CrO_4 يحتوي على 3 مول من Ag و CrO_4)

من السؤال = ($\frac{25.8}{331.732}$ مول من Ag_2CrO_4 يحتوي على ؟ مول من Ag و CrO_4) وسطين في طرفين

عدد مولات Ag و CrO_4 = (3 × 0.078) ÷ 1 = 0.234 mol

عدد أيونات Ag و CrO_4 = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات Ag و CrO_4 = 6.02×10^{23} × 0.234 = 1.409×10^{23} **Ions**

C. عدد الأيونات السالبة فيها.

من الصيغة = (1 مول من Ag_2CrO_4 يحتوي على 2 مول من CrO_4)

من السؤال = ($\frac{25.8}{331.732}$ مول من Ag_2CrO_4 يحتوي على ؟ مول من CrO_4) وسطين في طرفين

عدد مولات CrO_4 = (2 × 0.078) ÷ 1 = 0.156 mol

عدد أيونات CrO_4 = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد أيونات CrO_4 = 6.02×10^{23} × 0.156 = 9.391×10^{22} **Ions**

d. مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغية واحدة منها.

كتلة Ag_2CrO_4 = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة Ag_2CrO_4 = [(2 × 107.868) + (1 × 51.996) + (4 × 16.00)] × 1 = 331.732 g/mol

☜ الكتل المولية للذرات

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

الدرس الرابع : 5-4 : 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 السعرات الحرارية في جزء منها (قطعة، ملعقة، ml، g) فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسعرات 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.

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

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

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

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

☜ **باستخدام العلاقة التالية : النسبة المئوية بالكتلة** $= \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلة المولية}} \times 100$

مثال 5-10

حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO_2 . علماً بأن الكتلة المولية لـ C = 12.01 و O = 16.00

الجواب:

الكتلة المولية للمركب = [(2×16.00) + (1×12.01)] = 44.01g/mol

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

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

CO_2 يتكون من 27.29% من C و 72.71% من O (للتأكد مجموع النسب المئوية 100%)

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

☐ حل مسائل تدريبية ص 65

1. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفسـفوريك H_3PO_4
الحل:
الكتلة المولية لـ H_3PO_4 = [(4×16.00) + (1×30.974) + (3×1.008)] = 97.998g/mol

$$\%\ \text{لـ H} = \frac{3.024}{97.998} \times 100 = 3.086\%$$

$$\%\ \text{لـ P} = \frac{30.974}{97.998} \times 100 = 31.61\%$$

$$\%\ \text{لـ O} = \frac{64.00}{97.998} \times 100 = 65.31\%$$

2. أي المركبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4 ؟
الحل:
الكتلة المولية لـ H_2SO_3 = [(3×16.00) + (1×32.065) + (2×1.008)] = 82.081 g/mol
الكتلة المولية لـ H_2SO_4 = [(4×16.00) + (1×32.065) + (2×1.008)] = 98.081 g/mol

$$\%\ \text{لـ S في } H_2SO_3 = \frac{32.065}{82.081} \times 100 = 39.07\%$$

$$\%\ \text{لـ S في } H_2SO_4 = \frac{32.065}{98.081} \times 100 = 32.69\%$$

واضح لدينا الآن أن النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى في مركب H_2SO_3

3. يستعمل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في $CaCl_2$.
الحل:
الكتلة المولية لـ $CaCl_2$ = [(2×35.453) + (1×40.078)] = 110.984/mol

$$\%\ \text{لـ Ca} = \frac{40.078}{110.984} \times 100 = 36.11\%$$

$$\%\ \text{لـ Cl} = \frac{35.453}{110.984} \times 100 = 63.89\%$$

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

جواب: عناصر كبريتات الصوديوم هي الصوديوم Na والكبريت S والأكسجين O
صيغة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4

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

الكتلة المولية لـ Na_2SO_4 = [(4×16.00) + (1×32.065) + (2×23.00)] = 142.065g/mol

$$\%\text{ لـ Na} = \frac{46.00}{142.065} \times 100 = 32.38\% \qquad \%\text{ لـ S} = \frac{32.065}{142.065} \times 100 = 22.57\%$$

$$\%\text{ لـ O} = \frac{64.00}{142.065} \times 100 = 45.05\% \qquad (\text{ للتأكد مجموع النسب المئوية} 100\%)$$

■ الصيغة الأولية Empirical Formula

- الصيغة الأولية (التجريبية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها النسبي في الجزيء .
- الصيغة الجزيئية (الفعلية ، الحقيقية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها الفعلي في الجزيء .

☜ 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

مثال 11-5 ص67

حدد الصيغة الأولية لمركب يتكون من 48.64% كربون، و 8.16% هيدروجين، و 43.20% أكسجين.
علماً بأن الكتلة المولية لـ C = 12.01 و H = 1.008 و O = 16.00

الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H و O = 48.64 + 8.14 + 43.20 = 100%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	H	O
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$\frac{48.64}{12.01} = 4.05$	$\frac{8.16}{1.008} = 8.10$	$\frac{43.20}{16.00} = 2.70$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	2.70 ÷ 4.05	2.70 ÷ 8.10	2.70 ÷ 2.70
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1.5	3	1
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	3	6	2
☜إذا الصيغة الأولية	$C_3H_6O_2$		

✍لتحقق من صحة الجواب : احسب التركيب النسبي المئوي الممثل بالصيغة ، للوقوف على مدى اتفاقه مع معطيات المسألة.

التحقق من صحة الجواب :

☜الكتلة المولية لـ $C_3H_6O_2$ = [(3×12.011) + (6×1.008) + (2×16.00)] = 74.081g/mol

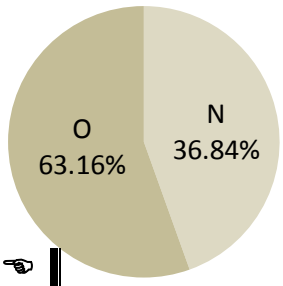
$$\%\text{ لـ C} = 100 \times \frac{36.033}{74.081} = 48.64\ \%$$

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

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

☐ حل مسائل تدريبية ص 68

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



☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ N و O = 36.84 + 63.16 = 100%

☜الكتل المولية للذرات
N= 14.007
O= 16.00

☜يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	N	O
العدد النسبي المولي = كتلة العنصر أو% / الكتلة الذرية له	$\frac{36.84}{14.007} = 2.63$	$\frac{63.16}{16.00} = 3.94$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	2.63 ÷ 2.63	2.63 ÷ 3.94
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1	1.5
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	2	3
☜إذا الصيغة الأولية	N_2O_3	

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

☜الكتل المولية للذرات
Al= 26.982
S= 32.065

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ Al و S = 35.98 + 64.02= 100%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	Al	S
العدد النسبي المولي = كتلة العنصر أو% / الكتلة الذرية له	$\frac{35.98}{26.982} = 1.33$	$\frac{64.02}{32.065} = 1.997$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	1.33 ÷ 1.33	1.33 ÷ 1.997
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1	1.5
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	2	3
☜إذا الصيغة الأولية	Al_2S_3	

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
H= 1.008
C= 12.011

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H = 81.82 + 18.18 = 100%
☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g
☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	H
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$6.812 = \frac{81.82}{12.011}$	$18.04 = \frac{18.18}{1.008}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	18.04 ÷ 6.812	18.04 ÷ 18.04
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	0.378	1
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	3	1
☜إذا الصيغة الأولية	C_3H	

4. تحدِّ: 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
H= 1.008
C= 12.011
O= 16.00

الجواب:
☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H و O = 60.00 + 4.44 + 35.56 = 100 %
☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g
☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	H	O
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$4.995 = \frac{60.00}{12.011}$	$4.405 = \frac{4.44}{1.008}$	$2.22 = \frac{35.56}{16.00}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	2.22 ÷ 4.995	2.22 ÷ 4.405	2.22 ÷ 2.22
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	2.25	1.98	1
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	3	2	1
☜إذا الصيغة الأولية	C_3H_2O		

■ الصيغة الجـزيئية Molecular Formula

- الصيغة الأولية (التجريبية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها النسبي في الجزيء .
- الصيغة الجزيئية (الفعلية ، الحقيقية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها الفعلي في الجزيء .

مثال 12-5 ص70

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
H= 1.008
C= 12.011
O= 16.00

الجواب:

☜ مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H و O = 40.68 + 5.08 + 54.24 = 100%

☜ يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜ إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	H	O
العدد النسبي المولي = كتلة العنصر أو% / الكتلة الذرية له	$3.39 = \frac{40.68}{12.01}$	$5.04 = \frac{5.08}{1.008}$	$3.39 = \frac{54.24}{16.00}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	3.38 ÷ 3.38	3.387 ÷ 5.04	3.38 ÷ 3.39
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1	1.5	1
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	2	3	2
☜ إذا الصيغة الأولية	$C_2H_3O_2$		

☜ إيجاد الصيغة الجزيئية = (هي تكرار الصيغة الأولية)

عدد مـرات التكرار = الكتلة الأولية للمركب / الكتلة الجزيئية للصيغة $= \frac{118.1}{59.04} = 2.00$

✍ الصيغة الجزيئية هي ضعف الصيغة الأولية $C_4H_6O_4$ (للتأكد من الصيغة الجزيئية توجد كتلة الجزيئ)

مثال 13-5 ص71

يستعمل معدن الإلمنيت 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.

الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ Fe و Ti و O = 55.85 + 47.88 + 16.00 = 100%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

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

العناصـــر	Fe	Ti	O
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$\frac{5.41}{55.85} = 0.097$	$\frac{4.64}{47.88} = 0.097$	$\frac{4.65}{16.00} = 0.291$
بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على	0.097 ÷0.097	0.097 ÷0.097	0.097 ÷0.291
أبسط نسبة مولية	1	1	3
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية	$FeTiO_3$		

□ 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.

الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H = 49.98 + 10.47 = 60.45%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 60.45

☜إيجاد الصيغة الأولية :

☜
الكتل المولية للذرات
H = 1.008
C = 12.011

العناصـــر	C	H
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$\frac{49.98}{12.01} = 4.162$	$\frac{10.47}{1.008} = 10.39$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	4.162 ÷ 4.162	4.162 ÷ 10.39
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1	2.5
ضرب كل عدد في أصغر عدد ممكن ليعطي أعداد صحيحة	2	5
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية	C_2H_5	

☜إيجاد الصيغة الجزيئية = (هي تكرار الصيغة الأولية)

عدد مرات التكرار = $\frac{\text{الكتلة الأولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة}} = \frac{58.12}{29.06} = 2$

✍الصيغة الجزيئية هي ضعف الصيغة الأولية C_4H_{10} (للتأكد من الصيغة الجزيئية توجد كتلة الجزيئ)

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

☜ الكتل المولية للذرات
N= 14.007
O= 16.00

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ N و O = 46.68 + 53.32 = 100%
☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g
☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	N	O
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$3.333 = \frac{46.68}{14.007}$	$3.333 = \frac{53.32}{16.00}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	3.333 ÷ 3.333	3.333 ÷ 3.333
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	1	1
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية	NO	

☜إيجاد الصيغة الجزيئية = (هي تكرار الصيغة الأولية)

عدد مـرات التكرار = $\frac{\text{الكتلة الأولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة}} = \frac{60.01}{30.007} = 2.00$

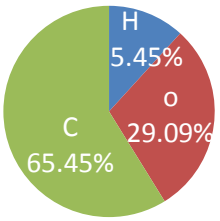
✍الصيغة الجزيئية هي ضعف الصيغة الأولية N_2O_2 (للتأكد من الصيغة الجزيئية توجد كتلة الجزيئ)

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

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ K و O = 19.55 + 4.00 = 23.55%
☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 23.55 g
☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	K	O
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$\mathbf{0.5 = \frac{19.55}{39.098}}$	$\mathbf{0.25 = \frac{4.00}{16.00}}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	**0.25 ÷0.5**	**0.25 ÷0.25**
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	2	1
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية	K_2O	

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



الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و O و H = 65.45 + 29.09 + 5.45 = 100%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	O	H
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$\mathbf{5.45 = \frac{65.45}{12.01}}$	$\mathbf{1.82= \frac{29.09}{16.00}}$	$\mathbf{5.407 = \frac{5.45}{1.008}}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	**1.82 ÷ 5.45**	**1.82 ÷1.82**	**1.82 ÷5.407**
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	3	1	3
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية	C_3H_3O		

☜إيجاد الصيغة الجزيئية = (هي تكرار الصيغة الأولية)

$$\textbf{عدد مرات التكرار} = \frac{\text{الكتلة الأولية للمركب}}{\text{الكتلة الجزيئية للصيغة}} = \frac{110}{55.057} = \mathbf{2.00}$$

✍الصيغة الجزيئية هي ضعف الصيغة الأولية $C_6H_6O_2$ (للتأكد من الصيغة الجزيئية توجد كتلة الجزيئ)

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

الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ C و H و O و N = 17.900 + 1.68 + 4.225 + 1.228 = 25.033%

☜ افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 25.033 g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	C	H	O	N
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة العنصر أو\%}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$1.49 = \frac{17.9}{12.01}$	$1.67= \frac{1.68}{1.008}$	$0.264 = \frac{4.225}{16.00}$	$0.088 = \frac{1.228}{14.007}$
بقسمة النواتج على أصغر ناتج	0.088 ÷ 1.49	0.088 ÷ 1.67	0.088 ÷ 0.264	0.088 ÷ 0.088
أبسط نسبة مولية (عدد الذرات)	17	19	3	1
☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية:	$C_{17}H_{19}O_3N$			

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.** $BaCl_2.XH_2O$

الملح المائي : مركب يحتوي عدد معين من جزيئات الماء المرتبطة بذراته.

☜ **يكتب في صيغة الملح المائي، عدد جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة للمركب تالياً لنقطة.**
☜ **مثال : $CoCl_2.6H_2O$ ويسمى هذا المركب كلوريد الكوبلت(II) سداسي الماء (أي يحتوي على 6 جزيئات ماء)**

☜ **ملاحظة : يسمى الماء الملتصق بالملح (ماء التبلور)**

☜ أنظر الشكل 14-5 بالكتاب ص73
☜ للمزيد من الأمثلة على صيغ الأملاح المائية
أنظر الجدول 1-5 صيغ الأملاح المائية
☜ أنظر الشكل 15-5 بالكتاب ص74

- **تحليل الأملاح المـائية.** $BaCl_2.XH_2O$

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

كيف يمكن تحديد صيغة ملح مائي ؟ $BaCl_2.XH_2O$

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

مثال :

عينة مكونة من 5.00g من كلوريد الباريوم المائي. صيغة الملح المائي هي $BaCl_2.XH_2O$
أفرض أنه بعد التسخين وجدت أن كتلة الملح اللامائي لـ $BaCl_2$ هي 4.26g
ما هي مولات ماء التبلور(X) في كتلة الملح المائي

☜ الكتلة المولية للذرات
Cl = 35.453
Ba = 137.327

☜ **الجواب**

كتلة ماء التبلور = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي
كتلة ماء التبلور = 5.00 – 4.26 = 0.74g

$X\ H_2O$	$BaCl_2$
كتلته 0.74 g	كتلته 4.26 g
عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{0.74}{18.016} = 0.041$ mol	عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{4.26}{18.016} = 0.0205$ mol

عدد مولات الماء X = $\frac{0.041}{0.0205} = 2$

أي أن مولات ماء التبلور ضعف مولات الملح اللامائي ، ولكتابة الصيغة بصورة صحيحة كتالي :

$BaCl_2.2H_2O$

اسم المركب : كلوريد الباريوم ثنائية الماء

مثال 5-14

تحديد صيغة الملح المائي

وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $CuSO_4.xH_2O$ كتلتها 2.50g في جَفنة وسخنت. وبقي بعد التسخين 1.59g من كبريتات النحاس اللامائي $CuSO_4$. فما صيغة المالح المائي ؟ وما اسمه ؟

علماً بأن الكتلة المولية للـ H_2O = 18.02 g/mol والكتلة المولية للـ $CuSO_4$ = 159.6 g/mol

الجواب:

كتلة ماء التبلور = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي

كتلة ماء التبلور = 2.50 – 1.59 = 0.91g

X H_2O	$CuSO_4$
كتلته 0.91 g	كتلته 1.59 g
عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{0.91}{18.016} = 0.051$ mol	عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{1.59}{159.6} = 0.01$ mol

عدد مولات الماء X = $\frac{0.051}{0.01} = 5$

أي أن مولات ماء التبلور خمسة أضعاف مولات الملح اللامائي ، ولكتابة الصيغة بصورة صحيحة كتالي :

$CuSO_4.5H_2O$

اسم المركب : كبريتات النحاسII خماسية الماء

- **استعمالات الأملاح المـائية.**

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

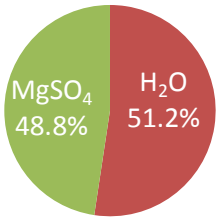
مثل آخر : تضاف كبريتات الكالسيوم اللامائية إلى المذيبات العضوية كالإيثر والكلورفورم للحفاظ عليها خالية من الماء.

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 $Na_2SO_4.10H_2O$. فعند تسخين الشمس الملح المائي إلى أكثر من $32C^0$ تذوب Na_2SO_4 في 10 جزيئات الماء وخلال ذلك يمتص الملح المائي الطاقة، وهذه الطاقة تنطلق عندما تنخفض درجة الحرارة ويتبلور الملح المائي ثانية.

☐ حل مسائل تدريبية ص 76

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



الجواب: الجواب:

☜يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 23.55 g

☜كتلة الماء = 51.2 g

☜كتلة الملح اللامائي = 48.8 g

☜
الكتل المولية للذرات
1.008 =H
16.00 =O
32.065 =S
24.305 =Mg

نحول كتلة الماء وكتلة الملح اللامائي إلى مولات

✍ عدد مولات H_2O = $\frac{\text{كتلة الماء}}{\text{الكتلة المولية}}$ = $\frac{51.2}{18.016}$ = 2.84 mol

✍ عدد مولات $MgSO_4$ = $\frac{48.8}{120.37}$ = 0.41 mol

☜بعد ذلك نحسب نسبة مولات H_2O إلى مولات $CuSO_4$

$$X = \frac{2.84}{0.41} = 6.9 \cong 7$$

أي أن مولات الماء سبعة أضعاف مولات الملح اللامائي

لكتابة الصيغة بصور صحيحة كالتالي :

$MgSO_4.7H_2O$

اسم المركب : كبريتات المغنيسيوم سباعية الماء

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

الجواب:

كتلة ماء التبلور = كتلة الملح المائي – كتلة الملح اللامائي (عدد المولات × الكتلة المولية)

كتلة ماء التبلور = 11.75 – (0.0712 × 129.84) = 2.505 g

نحول كتلة الماء وكتلة الملح اللامائي إلى مولات 9.245

☜
الكتل المولية للذرات
1.008 =H
16.00 =O
35.453 =Cl
58.933 =Co

✍ عدد مولات H_2O = $\frac{2.505}{18.016}$ = 0.14 mol

✍ عدد مولات $CoCl_2$ = 0.0712

بعد ذلك نحسب نسبة مولات H_2O إلى مولات $CuSO_4$

$$X = \frac{0.14}{0.0712} = 1.95 \cong 2$$

أي أن مولات الماء ضعف مولات الملح اللامائي

لكتابة الصيغة بصور صحيحة كالتالي :

$CoCl_2.2H_2O$

اسم المركب : كلوريد الكوبلتII ثنائية الماء

■ حل أسئلة المراجعة للفصل الخامس.ص80

■ 5-1 إتقان المفاهيم

1. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

ج: 6.02×10^{23}

2. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

ج: عدد ذرات مول واحد من K = $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ atoms = 6.02×10^{23}

3. ما أهمية وحدة المول للكيميائي؟

ج: المول يحسب بدقة عدد الذرات أو الجزيئات أو وحدات الصيغ الكيميائية.

4. وضح كيف يستخدم عدد أفوجادرو كمعامل تحويل؟

ج: يستعمل عدد أفوجادرو في تحويل الجسيمات إلى مولات والمولات إلى جسيمات.

إتقان حل المسائل

1. احسب عدد الجسيمات في كل مادة.

a. 0.25 mol من Ag

ج: عدد الجسيمات (Particles) $= 0.25 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجسيمات (Particles) $= 1.51 \times 10^{24}$

b. 8.56×10^{-3} mol من NaCl

ج: عدد الجسيمات (Particles) $= 8.56 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجسيمات (Particles) $= 5.51 \times 10^{21}$

c. 35.3 mol من CO_3

ج: عدد الجسيمات (Particles) $= 35.3 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجسيمات (Particles) $= 2.13 \times 10^{25}$

d. 0.425 mol من N_2

ج: عدد الجسيمات (Particles) $= 0.425 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجسيمات (Particles) $= 2.56 \times 10^{23}$

2. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

a. 1.35 mol من CS_2

ج: عدد الجزيئات (molecules) $= 1.35 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجزيئات (molecules) $= 8.13 \times 10^{23}$

b. 0.254 mol من As_2O_3

ج: عدد الجزيئات (molecules) $= 0.254 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجزيئات (molecules) $= 1.53 \times 10^{23}$

c. 1.25 mol من H_2O

ج: عدد الجزيئات (molecules) $= 1.25 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجزيئات (molecules) $= 7.53 \times 10^{23}$

d. 150.0 mol من HCl

ج: عدد الجزيئات (molecules) $= 150.0 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الجزيئات (molecules) $= 9.03 \times 10^{25}$

3. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a. 3.25×10^{20} atoms من الرصاص

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{3.25\times10^{20}}{6.02\times10^{23}}$

عدد المولات (Mol) = 539.87×10^{-6}mol

b. 4.96×10^{24} molecules من الجلوكوز.

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{4.96\times10^{24}}{6.02\times10^{23}}$

عدد المولات (Mol) = 8.24 mol

4. أجر التحويلات الآتية:

a. 1.51×10^{15} atoms من Si إلى مولات.

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{1.51\times10^{15}}{6.02\times10^{23}}$

عدد المولات (Mol) = 2.51×10^{-9}mol

b. 4.25×10^{-2} mol من H_2SO_4 إلى جزيئات.

ج: عدد الجزيئات (molecules) = $6.02 \times 10^{23} \times 4.25 \times 10^{-2}$

عدد الجزيئات (molecules) = 2.56×10^{22}

c. 8.9×10^{25} molecules من CCl_4 إلى مولات.

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \frac{8.9\times10^{25}}{6.02\times10^{23}}$

عدد المولات (Mol) = 147.84 mol

d. 5.90 mol من Ca إلى ذرات.

ج: عدد الذرات (atoms) = $6.02 \times 10^{23} \times 5.90$

عدد الذرات (atoms) = 3.55×10^{24}

5. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعد مول واحد من الذرات؟

ج: 9.5×10^{15} **سنه**

5-2 إتقان المفاهيم

1. وضح الفرق بين الكتلة الذرة والكتلة المولية.

ج: الكتلة الذرية (amu) هي كتلة ذرة واحدة.

الكتلة المولية (g) هي كتلة مول واحد من الجسيمات.

2. أيهما يحوي ذرات أكثر : مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسر إجابتك.

ج: عدد الذرات في مول واحد من الفضة = عدد الذرات في مول واحد من الذهب

لأن الموال من أي مادة يحوي 6.02×10^{23} Particles

3. أيهما أكبر كتلة : مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسر إجابتك.

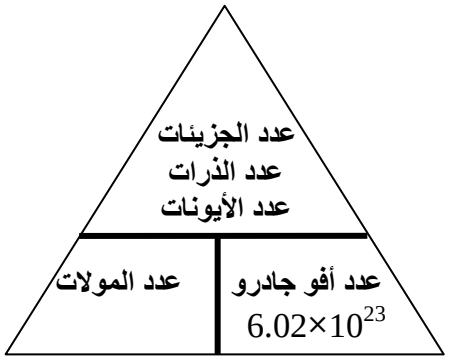
ج: كتلة مول واحد من الصوديوم ≠ كتلة مول واحد من الذهب

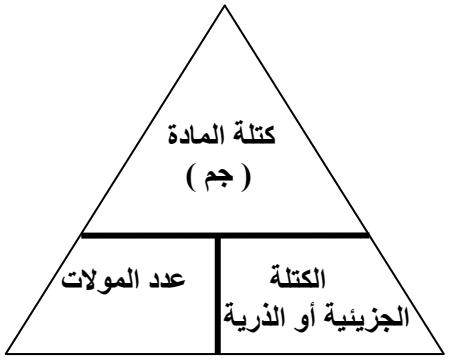
لأن كتل المواد تختلف باختلاف المواد

4. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

ج: أحول عدد الذرات إلى مولات وعند ضرب المولات في الكتلة المولية للعنصر أحصل على الكتلة الذرات

5. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادرو.





إتقان حل المسائل

1. احسب كتلة كل مما يلي:

a. 5.22 mol من He

ج: كتلة He = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة He = 4.003 × 5.22

كتلة He = 20.90g

b. 2.22 mol من Ti

ج: كتلة Ti = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Ti = 47.867 × 2.22

كتلة Ti = 106.26 g

c. 0.455 mol من Ni

ج: كتلة Ni = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Ni = 58.693 × 0.455

كتلة Ni = 26.71 g

☜ الكتل المولية للذرات

He= 4.003

Ag= 107.868

Fe= 55.845

Ti= 47.867

Ni= 58.693

2. أجر التحويلات الآتية:

a. 3.5 mol من Li إلى جرامات.

ج: كتلة Li = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Li = 6.941 × 3.5

كتلة Li = 24.29 g

b. 7.65 g من Co إلى مولات.

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{كتلة الكوبلت}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{7.65}{58.933}$

عدد المولات (Mol) = 013 mol

c. 5.65 g من Kr إلى مولات.

ج: عدد المولات (Mol) = $\frac{\text{كتلة الكوبلت}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{5.65}{83.798}$

عدد المولات (Mol) = 0.067 mol

☜ الكتل المولية للذرات

Li= 6.941

Ag= 107.868

Pt= 195.078

Kr= 83.798

Sb= 121.76

Cr= 51.996

Co= 58.933

3. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل من:

a. 1.33×10^{22} mol من Sb

ج: كتلة Sb = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Sb = $1.33 \times 10^{22} \times 121.76$

كتلة Sb = 1.62×10^{24} g

b. 4.75×10^{14} mol من Pt

ج: كتلة Pt = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Pt = $4.75 \times 10^{14} \times 195.078$

كتلة Pt = 9.27×10^{16} g

c. 1.22×10^{23} mol من Ag

ج: كتلة Ag = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Ag = $1.22 \times 10^{23} \times 107.868$

كتلة Ag = 1.32×10^{25} g

d. 9.85×10^{24} mol من Cr

ج: كتلة Gr = الكتلة الذرية × عدد المولات

كتلة Gr = $9.85 \times 10^{24} \times 51.996$

كتلة Gr = 5.12×10^{26} g

4. أكمل الجدول 2-5:

جدول (2-5) بيانات الكتلة والمول والجسيمات

الكتلة	المولات	الجسيمات
88.7g من Mg	**3.65 mol من Mg**	2.20×10^{24} atoms من Mg
29.54 g من Cr	0.568 mol من Cr	3.420×10^{23} atoms من Cr
1820 g من P	58.8 mol من P	**3.54×10^{25} atoms من P**
42.6 g من As	**0.568 mol من As**	**3.42×10^{23} atoms من As**

5. حول عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات :

a. 8.65×10^{25} atom من H (الكتلة المولية لـ H = 1.008 g/mol)

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

☜ **الكتلة المولية = 1.008g/mol**

☜ **عدد المولات = $\frac{8.65\times10^{25}}{6.02\times10^{23}}$**

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

كتلة H = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة H = $\frac{8.65\times10^{25}}{6.02\times10^{23}} \times 1.008$

كتلة H = 143.69×1.008

كتلة H = 144.84 g

b. 5.46×10^{24} atom من O (الكتلة المولية لـ O = 16.00 g/mol)

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

☜ **الكتلة المولية = 16.00/mol**

☜ **عدد المولات = $\frac{5.46\times10^{24}}{6.02\times10^{23}}$**

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

كتلة O = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة O = $\frac{5.46\times10^{24}}{6.02\times10^{23}} \times 16.00$

كتلة O = 0.021×16.00

كتلة O = 145 g

6. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يلي:

a. 0.034 g من Zn (الكتلة المولية لـ Zn = 65.409 g/mol)

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{0.034}{65.409} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 519.81 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 3.13 \times 10^{20} \text{ atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

☜ الكتلة المولية = 65.409 g/mol

☜ عدد المولات = $\frac{0.034}{65.409}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

b. 0.124 g من Mg (الكتلة المولية لـ Mg = 24.305 g/mol)

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{0.124}{24.305} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 5.102 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 3.07 \times 10^{21} \text{ atoms}$$

للحصول على عدد الذرات يتطلب ذلك إيجاد

☜ الكتلة المولية = 24.305 g/mol

☜ عدد المولات = $\frac{0.124}{24.305}$

ثم نعوض بهذه القيم في القانون الرئيسي

7. رتب تصاعدياً بحسب عدد المولات: 3.00×10^{24} atoms من Ne ، 4.25 mol من Ar ، 2.69×10^{24} atoms من Xe ، 65.96 g من Kr

ج: Kr ، Ar ، Xe ، Ne

8. أيهما يحوي ذرات أكثر : 10.0 g من C ، أم 10.0 g من Ca ؟ وكم ذرة يحوي كل عنصر منهما ؟

ج:

(الكتلة المولية لـ C = 12.011 g/mol)

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{10.00}{12.011} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 5.01 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

(الكتلة المولية لـ Ca = 40.078 g/mol)

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{10.00}{40.078} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 1.50 \times 10^{23} \text{ atoms}$$

واضح لدينا من النواتج أن 10.0 g من C يحتوي على ذرات أكثر من 10.0 g من Ca

9. أيهما يحوي على أكبر عدد من الذرات: 10.0 mol من C أم 10.0 mol من Ca

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

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

$$\text{عدد الذرات} = 6.02 \times 10^{24} \text{ atoms}$$

عدد الذرات = عدد أفوجادرو × عدد المولات

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

$$\text{عدد الذرات} = 6.02 \times 10^{24} \text{ atoms}$$

كما هو واضح لدينا من النواتج عدد الذرات متساوي

10. خليط مكون من 0.250 mol من Fe و 1.20 mol من C ما عدد الذرات الكلي في هذا الخليط ؟

ج: عدد ذرات Fe = عدد أفوجادرو × عدد المولات عدد ذرات C = عدد أفوجادرو × عدد المولات

عدد الذرات = $0.250 \times 6.02 \times 10^{23}$ عدد الذرات = $1.20 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الذرات = 1.505×10^{23} atoms عدد الذرات = 7.224×10^{23} atoms

عدد الذرات الكلي = عدد ذرات Fe + عدد ذرات C

عدد الذرات الكلي = $1.505 \times 10^{23} + 7.224 \times 10^{23}$

عدد الذرات الكلي = 8.729×10^{23} atoms

5-3 إتقان المفاهيم

1. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 ؟

ج: 1mol من صيغة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4

على 2 mol من أيونات $2K^+$ كما يحتوي على 1 mol من أيونات CrO_4^{2-}

2. ما عدد مولات كل من الصوديوم ، والفسفور ، والأكسجين في صيغة فسفات الصوديوم Na_3PO_4 ؟

ج: 1mol من صيغة فسفات الصوديوم **Na_3PO_4** تحتوي على :

3 mol من 3Na و 1 mol من P و 4mol من O

3. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية كمعامل تحويل ؟

ج: الكتلة المولية هي كتلة مول واحد من المركب ويمكن استعمالها في تحويل مولات المركب إلى كتلة أو كتلة المركب إلى مولات.

4. اكتب ثلاث معاملات تحويل تستعمل في التحويلات المولية.

الكتلة المولية = الكتلة g ÷ عدد المولات

عدد أفوجادرو = عدد الجزيئات ÷ عدد المولات

الكتلة g = الكتلة المولية × عدد المولات

5. أي المركبات التالية يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكل مول من المركب: حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$، أم الجلسرين $C_3H_8O_3$ ، أم الفنالين $C_8H_8O_3$ ؟ فسـر إجابتك.

ج: الفنالين $C_8H_8O_3$

إتقان حل المسائل

1. كم مول من الأكسجين في كل مركب مما يلي:

a. $KMnO_4$ من 2.5 mol

b. CO_2 من 45.9 mol

c. $KMnO_4$ من 1.25×10^{-2} mol

ج:

a. $KMnO_4$ من 2.5 mol

من الصيغة = (1 مول من $KMnO_4$ يحتوي على 4 مول من O)

من السؤال = (2.5 مول من $KMnO_4$ يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات O = (2.5 × 4) ÷ 1 = 10.0 mol

b. CO_2 من 45.9 mol

من الصيغة = (1 مول من CO_2 يحتوي على 2 مول من O)

من السؤال = (45.9 مول من CO_2 يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات O = (2.5 × 4) ÷ 1 = 91.8 mol

c. 1.25×10^{-2} mol من $CuSO_4.5H_2O$

من الصيغة = (1 مول من $CuSO_4.5H_2O$ يحتوي على 9 مول من O)

من السؤال = (1.25×10^{-2} مول من $CuSO_4.5H_2O$ يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات O = ($1.25 \times 10^{-2} \times 9$) ÷ 1 = 0.113 mol

2. كم جزيء CCl_4 ، وكم ذرة C ، وكم ذرة Cl ، يوجد في 3mol من CCl_4 ؟ وما عدد الذرات الكلي؟

ج: كم جزيء CCl_4

عدد الجزيئات CCl_4 (molecules) = $6.02 \times 10^{23} \times 3$

عدد الجزيئات (molecules) = 1.806×10^{24}

ج: كم ذرة C (يتطلب أعرف عدد مولات C أولاً)

من الصيغة = (1 مول من CCl_4 يحتوي على 1 مول من C)

من السؤال = (3 مول من CCl_4 يحتوي على ؟ مول من C) وسطين في طرفين

عدد مولات C = (3 × 1) ÷ 1 = 3 mol

عدد ذرات C = $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ = 1.81×10^{24} atom

ج: كم ذرة Cl (يتطلب أعرف عدد مولات الكلور)

من الصيغة = (1 مول من CCl_4 يحتوي على 4 مول من Cl)

من السؤال = (3 مول من CCl_4 يحتوي على ؟ مول من Cl) وسطين في طرفين

عدد مولات C = (3 × 4) ÷ 1 = 12 mol

عدد ذرات C = $12 \times 6.02 \times 10^{23}$ = 7.224×10^{24} atom

عدد الذرات الكلي = $7.224 \times 10^{24} + 1.81 \times 10^{24}$ = 9.034×10^{24} atom

3. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يلي :

a. حمض النيتريك HNO_3

b. أكسيد الزنك ZnO

ج: a. الكتلة المولية لـ HNO_3 = [(16.00 × 3) + (14.007 × 1) + (1.008 ×1)] = 63.015 g/mol

b. الكتلة المولية لـ ZnO = [(16.00 × 1) + (65.409 ×1)] = 81.409 g/mol

4. ما عدد مولات CH_3OH في 100g من CH_3OH ؟

ج: الكتلة المولية لـ CH_3OH = [(12.011 ×1) + (1.008 × 4) + (16 × 1)] = 32.043 g/mol

عدد المولات CH_3OH = $\frac{100}{32.043}$ = 3.121 mol

5. ما كتلة 1.25×10^2 mol من $Ca(OH)_2$ ؟

ج: الكتلة المولية لـ $Ca(OH)_2$= [(40.078 ×1) + (1.008 × 2) + (16 × 2)] = 74.094 g/mol

كتلة $Ca(OH)_2$ = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة $Ca(OH)_2$ = $1.25 \times 10^2 \times 74.094$

كتلة $Ca(OH)_2$ = 9.262×10^3 g/mol

6. يستعمل حمض الهيدروفلوريك HF للحفر على الزجاج. ما كتلة 4.95×10^{25} Particles من HF ؟

ج: الكتلة المولية لـ HF = [(18.998 × 1) + (1.008 × 1)] = 20.006 g/mol

عدد مولات HF = عدد الجسيمات ÷ عدد أفوجادرو

عدد مولات HF = $4.95 \times 10^{25} \div 6.02 \times 10^{23}$

عدد مولات HF = 82.23 mol

كتلة $Ca(OH)_2$ = الكتلة المولية × عدد المولات

كتلة $Ca(OH)_2$ = 20.006 × 82.23

كتلة $Ca(OH)_2$ = 1.65×10^3 g/mol

7. احسب عدد الجزيئات في 47.0g من C_2H_5OH .

ج: الكتلة المولية لـ C_2H_5OH = [(16 × 1) + (1.008 × 6) + (12.011 ×2)] = 46.07 g/mol

عدد مولات C_2H_5OH = الكتلة بالجرام ÷ الكتلة المولية

عدد مولات C_2H_5OH = 47 ÷ 46.07

عدد مولات C_2H_5OH = 1.02 mol

عدد الجزيئات (molecules) = 6.02×10^{23} × 1.02

عدد الجزيئات (molecules) = 6.14×10^{23}

8. كم مولاً من الحديد يمكن استخراجه من 100 Kg من Fe_3O_4 ؟

ج: الكتلة المولية لـ Fe_3O_4 = [(16 × 4) + (55.845 ×3)] = 231.54 g/mol

عدد مولات Fe_3O_4 = الكتلة بالجرام ÷ الكتلة المولية

عدد مولات Fe_3O_4 = (100 × 1000) ÷ 231.54

عدد مولات Fe_3O_4 = 431.89 mol

من الصيغة = (1 مول من Fe_3O_4 يحتوي على 3 مول من Fe)

من السؤال = (431.89 مول من Fe_3O_4 يحتوي على ؟ مول من Fe) وسطين في طرفين

عدد مولات Fe = (3 × 231.54) ÷ 1 = 1296 mol

9. يحتوي الخل المستعمل في الطبخ على 5% من حمض الخليك CH_3COOH فكم جزيئاً من الحمض يوجد في 25g من الخل؟

ج: الكتلة المولية لـ CH_3COOH = [(16 × 2) + (1.008 × 4) + (12.011 ×2)] = 60.054 g/mol

% لـ CH_3COOH = $\frac{\text{كتلة المركب الخل 5\%}}{\text{كتلة}} \times 100$

5% = $\frac{\text{كتلة حمض الخل 5\%}}{25} \times 100$

كتلة حمض الخل 5% = (25 × 5) ÷ 100 = 1.25g

عدد مولات CH_3COOH = الكتلة بالجرام ÷ الكتلة المولية

عدد مولات CH_3COOH = 1.25 ÷ 60.054

عدد مولات CH_3COOH = 0.0208 mol

عدد الجزيئات (molecules) = 6.02×10^{23} × 0.0218

عدد الجزيئات (molecules) = 1.25×10^{22}

☜ الكتل المولية للذرات

☜ الكتل المولية للذرات

H = 1.008

O = 16.00

C = 12.011

10. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25g من ثاني أكسيد الكربون .

ج: الكتلة المولية لـ CO_2 = [(16 × 2) + (12.011 ×1)] = 44.011 g/mol

عدد مولات CO_2 = الكتلة بالجرام ÷ الكتلة المولية

عدد مولات CO_2 = 25 ÷ 44.011

عدد مولات CO_2 = 0.57 mol

من الصيغة = (1 مول من CO_2 يحتوي على 2 مول من O)

من السؤال = (0.57 مول من CO_2 يحتوي على ؟ مول من O) وسطين في طرفين

عدد مولات O = (0.57 × 2) ÷ 1 = 1.14 mol

عدد ذرات O = $1.14 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.86 \times 10^{23}$ atom

5-4 إتقان المفاهيم

1. ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي ؟

ج: المقصود بالتركيب النسبي المئوي أي النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب

2. ما المعلومات التي يجب أن يحصل عليها الكيميائي لتحديد الصيغة الأولية لمركب مجهول ؟

ج: التركيب النسبي المئوي

3. ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية ؟ أعط أمثلة على ذلك.

ج: الصيغة الأولية (التجريبية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها النسبي في الجزيء .

مثل حلقة البنزين CH

الصيغة الجزيئية (الفعلية ، الحقيقية) : مجموعة من الرموز تبين نوع الذرات وعددها الفعلي في الجزيء .

مثل حلقة البنزين C_6H_6

4. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها ؟

ج: عندما تتساوى أعداد ذرات العناصر في الصيغتين

5. هل كل العينات النقية لمركب معين لها التركيب النسبي المئوي نفسه ؟ فسر إجابتك.

ج: نعم . لأن كل مركب نقي يحتوي على نفس النسبة المئوية لكتلة كل عنصر في المركب

1. يوجد ثلاثة مركبات طبيعية للحديد هي : البايريت FeS_2 ، والهيماتيت Fe_2O_3 والسيديرايت $FeCO_3$. أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد ؟

ج: الهيماتيت

2. احسب التركيب النسبي المئوي لكل مركب مما يلي :

a. السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$

ج:

$$\%\text{ لـ } C = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{كتلة}} \times 100$$

$$\%\text{ لـ } C = \frac{12.011 \times 12}{342.308} \times 100 = 42.12\%$$

$$\%\text{ لـ } H = \frac{1.008 \times 22}{342.308} \times 100 = 6.48\%$$

$$\%\text{ لـ } O = \frac{16 \times 11}{342.308} \times 100 = 51.42\%$$

☜ الكتل المولية للذرات

H = 1.008

O = 16.00

C = 12.011

b. الماجنتيت Fe_3O_4

ج:

$$\% \text{ لـ } Fe = \frac{\text{كتلة الحديد في المركب}}{\text{كتلة}} \times 100$$

$$\% \text{ لـ } Fe = \frac{55.845 \times 3}{231.535} \times 100 = 72.36\%$$

$$\% \text{ لـ } O = \frac{16 \times 4}{231.535} \times 100 = 27.64\%$$

☜ الكتل المولية للذرات
O= 16.00
Fe= 55.845

4. حدد الصيغة الأولية لكل مركب مما يلي:

a. الإيثلين C_2H_4 ج: الصيغة الأولية هي CH_2

b. حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ ج: الصيغة الأولية هي $C_3H_4O_3$

c. النفثالين $C_{10}H_8$ ج: الصيغة الأولية هي C_5H_4

5. ما الصيغة الأولية للمركب الذي يحتوي على 10.52g من Ni ، و 4.38g من C ، و5.10g من N ؟

الجواب:

☜مجموع النسب المئوية بالكتلة لـ Ni و C و N = 10.52 + 4.38 + 5.10 = 20%

☜يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 20g

☜إيجاد الصيغة الأولية :

العناصـــر	Ni	C	N
العدد النسبي المولي = $\frac{\text{كتلة للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية له}}$	$0.18 = \frac{10.52}{58.693}$	$0.365 = \frac{4.38}{12.011}$	$0.364 = \frac{5.10}{14.007}$
بالقسمة على أصغر ناتج لنحصل على	0.18 ÷ 0.18	0.18 ÷ 0.365	0.18 ÷0.364
أبسط نسبة مولية	1	2	2

☜القيم أعداد صحيحة إذا الصيغة الأولية $Ni(CN)_2$

5-5 إتقان المفاهيم

1. ما الملح المائي ؟ وضح إجابتك بمثال ؟

ج: الملح المائي هو ملح يرتبط بذراته عدد محدد من جزيئات الماء . مثال : $MgCO_3.5H_2O$

2. وضح كيف تسمي الأملاح المائية ؟

ج: بذكر أسم المركب ثم إضافة نقطه متبوعة كلمة أحادي ، ثنائي ، ثلاثي تدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول من المركب.

3. لماذا توضع المجففات مع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها ؟

ج: الأملاح اللامائية تمتص الماء من الهواء وتبعده عن الأجهزة الإلكترونية.

4. اكتب صيغة كل ملح من الأملاح المائية التالية:

a. كلوريد النيكل(II) سداسي الماء. ج: $NiCl_2.6H_2O$

b. كربونات الماغنسيوم خماسية الماء. ج: $MgCO_3.5H_2O$

إتقان حل المســائل

1. يحتوي الجدول 3-5 على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدد صيغته واسمه.

جدول 3-5 بيانات	$BaCl_2.xH_2O$
كتلة الجفنة الفارغة	21.30g
كتلة الملح المائي + الجفنة	31.35g
كتلة الملح المائي	**10.05g**
الكتلة بعد التسخين مدة 5 دقائق	29.87g
كتلة الملح اللامائي	**8.00g**

ج: الجواب:

☜كتلة الملح المائي = 10.05 g

☜كتلة الملح اللامائي $BaCl_2$ = **8.57** g

☜كتلة الماء = 1.48 g

نحول كتلة الماء وكتلة الملح اللامائي إلى مولات

✍ عدد مولات H_2O = $\frac{\text{كتلة المركب}}{\text{الكتلة المولية}}$ = $\frac{1.48}{18.016}$ = 0.082 mol

✍ عدد مولات $BaCl_2$ = $\frac{8.57}{208.233}$ = 0.0412 mol

بعد ذلك نحسب نسبة مولات H_2O إلى مولات $BaCl_2$

$$X = \frac{0.082}{0.0412} = 2$$

لكتابة الصيغة بصور صحيحة كالتالي :

$BaCl_2.2H_2O$

اسم المركب كلوريد الباريوم الثنائي المائي **$BaCl_2.2H_2O$**

2. تكوّن نترات الكروم(lll) ملحاً مائياً يحتوي على 40.50% من كتلة ماء . فما الصيغة الكيميائية للمركب؟

ج: يمكن الافتراض أن النسب المئوية تمثل كتل المركب في عينة مقدارها 100g

% للملح المائي = % الماء + % الملح اللامائي

100 = 40.50 + % الملح اللامائي

% الملح اللامائي = 40.50 – 100 = 59.5%

الجواب:

☜ كتلة الماء = 40.50 g

☜كتلة الملح اللامائي $Cr(NO_3)_3$ = 59.5 g

نحول كتلة الماء وكتلة الملح اللامائي إلى مولات

✍ عدد مولات H_2O = $\frac{\text{كتلة المركب}}{\text{الكتلة المولية}}$ = $\frac{40.50}{18.016}$ = 2.25 mol

✍ عدد مولات $Cr(NO_3)_3$ = $\frac{59.5}{190.02}$ = 0.313 mol

بعد ذلك نحسب نسبة مولات H_2O إلى مولات $Cr(NO_3)_3$

$$X = \frac{2.25}{0.31} = 7$$

أي أن مولات الماء سبعة أضعاف مولات الملح اللامائي لكتابة الصيغة بصور صحيحة كالتالي :

$Cr(NO_3)_3.7H_2O$

اسم المركب : نترات الكروم(III) سباعية الماء

☜
الكتل المولية للذرات
H= 1.008
O= 16.00
Cr= 51.996
N= 14.007

3. حدد التركيب النسبي المئوي لـ $MgCO_3.5H_2O$ ومثل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

$$\% \text{ لـ } H_2O = \frac{\text{كتلة الماء في المركب}}{\text{كتلة}} \times 100$$

$$\% \text{ لـ } H_2O = \frac{18.016 \times 5}{174.4} \times 100 = 51.7$$

$$\% \text{ لـ } MgCO_3 = \frac{84.31}{174.4} \times 100 = 48.3$$

$$\% \text{ لـ } Mg = \frac{24.305}{174.4} \times 100 = \%14$$

$$\% \text{ لـ } C = \frac{12.011}{174.4} \times 100 = \%7$$

$$\% \text{ لـ } O = \frac{16.00 \times 3}{174.4} \times 100 = \%27.5$$

☜ الكتل المولية للذرات
H = 1.008
O = 16.00
Mg = 24.305
C = 12.011

4. سخنت عينة كتلتها 1.628g من ملح يوديد الماغنسيوم المائي حتى طرد منها الماء ، فأصبحت الكتلة 0.721g فما صيغة الملح المائي؟

الجواب:

☜ كتلة الملح المائي = 1.628 g
☜ كتلة الملح اللامائي MgI_2 = **0.721**g
☜ كتلة الماء = 0.91g

☜ الكتل المولية للذرات
H = 1.008
O = 16.00
Mg = 24.305
I = 126.904

نحول كتلة الماء وكتلة الملح اللامائي إلى مولات

✍ عدد مولات H_2O = $\frac{\text{كتلة الماء}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{0.91}{18.016} = 0.05$ mol

✍ عدد مولات MgI_2 = $\frac{0.721}{278.113} = 0.0026$ mol

بعد ذلك نحسب نسبة مولات H_2O إلى مولات MgI_2

$$\mathbf{X} = \frac{\mathbf{0.05}}{\mathbf{0.0026}} = 19$$

لكتابة الصيغة بصور صحيحة كالتالي :

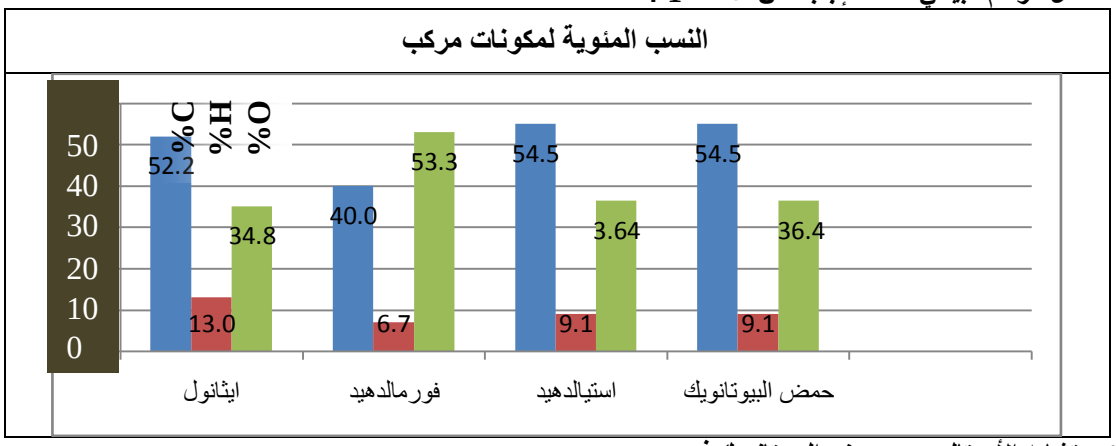
$MgI_2.19H_2O$

اسم المركب : يوديد المغنيسيوم تسعة عشر الماء

اختبار مقنن 2

أسئلة الاختيار من متعدد

4-1 استعمل الرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة



1- يتشابه الأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك في :

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

2- إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك 88.1g/mol فما صيغته الجزيئية ؟

أ- $C_3H_4O_3$ ب- $C_2H_{12}O$ ج- $C_2H_4O_2$. **د- $C_4H_8O_2$**

3- ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

أ- C_4HO_3 ب- C_2H_6O **ج- $C_2H_6O_2$** د- $C_4H_{13}O_2$

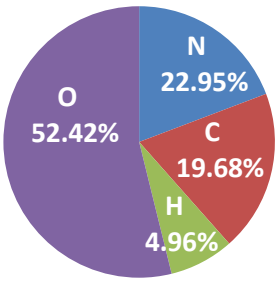
4- الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها . فكم جراماً يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد :

أ- 30.00 g. **ب- 182.0 g.** ج- 60.06 g د- 200.0 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 g بالضبط من C-12 النقي د- وحدة النظام العالمي لكمية المادة



6- ما الصيغة الأولية لهذا المركب :

أ- $C_6H_2N_6O_3$ ب- $C_4HN_5O_{10}$ **ج- CH_3NO_2** د- CH_5NO_3

7- ما نوع التفاعل الموضح أدناه ؟ $2HI + (NH_4)_2S \rightarrow H_2S + 2NH_4I$

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

8- كم ذرة توجد في 0.625 mol من Ge ؟ علماً بأن الكتلة الذرية = 72.59 g/mol

أ- 2.73×10^{25} atoms ب- 6.99×10^{25} atoms ج- 3.76×10^{23} atoms **د- 9.63×10^{23} atoms**

9- ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ؟ علماً بأن الكتلة المولية = 180 g/mol

أ- 6.02×10^{-23} **ب- 2.99×10^{-22}** ج- 2.16×10^{25} د- 3.34×10^{21}

10- ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من $Zn(NO_3)_2$ ؟ علماً بأن الكتلة المولية = 189 g/mol

أ- 3.61×10^{23} **ب- 1.81×10^{23}** ج- 6.02×10^{25} د- 1.14×10^{25}

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

أ- 0.50 mol ب- 1.00 mol ج- 2.00 mol د- 4.00 mol

12- كم ذرة في 116.14 g من Ge ؟ علماً بأن الكتلة المولية = 72.59 g/mol

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

13- ما كتلة جزيء واحد من $(BaSiF_6)$ ؟ علماً بأن الكتلة المولية = 180 g/mol

أ- 1.68×10^{26} g ب- 2.16×10^{21} g **ج- 4.64×10^{-22} g** د- 6.02×10^{-23} g

14- ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $Ca_5(PO_4)_3F$ ؟

أ- 314 g/mol ب- 344 g/mol **ج- 442 g/mol** د- 504 g/mol هـ- 524 g/mol