أساس
منصة أساس التعليمية

الشغف

في الكيمياء
(الصف العاشر - الفصل الثاني)

الصف 10

أ. مصطفى مكي

0788819621 t.mustafa._

الوحدة الرابعة : التفاعُلات والحسابات الكيميائية

الدرس الأول : التفاعلات الكيميائية ص2
حل مُراجعة الدرس ص17
الدرس الثاني : المول والكتلة المولية ص18
حل مُراجعة الدرس ص28
الدرس الثالث : الحسابات الكيميائية ص30
حل مُراجعة الدرس ص43
حل مُراجعة الوحدة ص45

الوحدة الخامسة : الطاقة الكيميائية

الدرس الأول : تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية..... ص50
حل مُراجعة الدرس ص56
الدرس الثاني : الطاقة الممتصة والطاقة المنبعثة من المادة ص58
حل مُراجعة الدرس ص67
الدرس الثالث : حسابات الطاقة في التفاعلات الكيميائية ص69
حل مُراجعة الدرس ص88
حل مُراجعة الوحدة ص90

تابع شرحي على منصة أساس ✔
ثمن البطاقة 12.5 دينار ، الشرح شامل الكتاب
لطلب البطاقة أو التواصل مع المعلم تواصل
على الواتساب 0788819621

الدرس الأول : التفاعلات الكيميائية

التغيّر الكيميائي

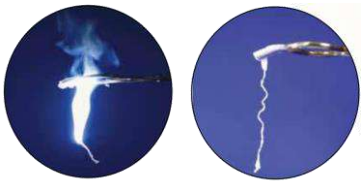
- تطرأ عادةً على المادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

التغيرات الفيزيائية : تغيّر في الخصائص الفيزيائية للمادة مثل حالة المادة (صلبة ، سائلة ، غازية) ،وشكلها وحجمها .

- في التغيّر الفيزيائي **لا** يحدث أو لا ينتج تغيّر في المادة نفسها .

مثال على تغيّر الفيزيائي : تتغيّر حالة الماء من الحالة السائلة إلى الصلبة، **لكن يبقى ماء.**

التغيّرات الكيميائية : ينتج عنها مواد جديدة تختلف في خصائصها عن خصائص المواد الأصلية.



مثال على التغيّر الكيميائي : **إحتراق المغنيسيوم** بوجود كمية كافية من الأكسجين ينتج رماد أبيض يسمى **أكسيد المغنيسيوم** MgO.

- أكسيد المغنيسيوم **يختلف** في خصائصه عن كل من العنصريين : المغنيسيوم والأكسجين.

؟ سؤال : ما **نوع التغير** عند إحتراق المغنيسيوم : **تغير كيميائي.**

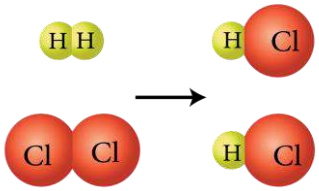
- **يمتاز** الصوديوم بأنه فلز يتفاعل بشدة مع الماء
أما الكلور فهو غاز سام لونه أصفر مخّضر .
- ينتج عن تفاعل الكلور والصوديوم مركب **كلوريد الصوديوم** (ملح الطعام) الأبيض الذي يحتاجه الجسم.

- العملية التي تحدث فيها تغيّرات كيميائية تسمى **التفاعل الكيميائي** .

التفاعل الكيميائي : هو عملية يحدث فيها **تكسير الروابط** بين ذرات عناصر المواد المُختلفة ، **وتكوين روابط** جديدة بين ذرات عناصر المواد الناتجة.

- تعريف آخر للتفاعل بأنه **إعادة ترتيب الذرات دون المساس بعددها ونوعها** ، وتختلف الخصائص والصفات الفيزيائية والكيميائية للمواد الناتجة عنها للمواد المتفاعلة .

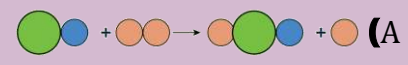
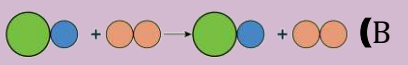
يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز الكلور Cl_2 لإنتاج كلوريد الهيدروجين HCl



آلية تفاعل غاز الكلور والهيدروجين :-
تتكسر الروابط بين ذرات كل من H_2 و ذرات Cl_2 وتتكون
روابط جديدة بين ذرات H و ذرات Cl منتجة جزيئات HCl .

سؤال : ما نوع الروابط الكيميائية بين ذرات H-Cl , Cl-Cl , H-H :-
جميعها روابط تساهمية ، لأن الترابط حدث بين لافلز مع لافلز.
عند تفاعل لافلز مع لافلز تكون الرابطة تساهمية.

أفكر ص11 : أي من الشكليّن الأتيين يمثل تفاعل كيميائي ؟ فسر إجابتك.

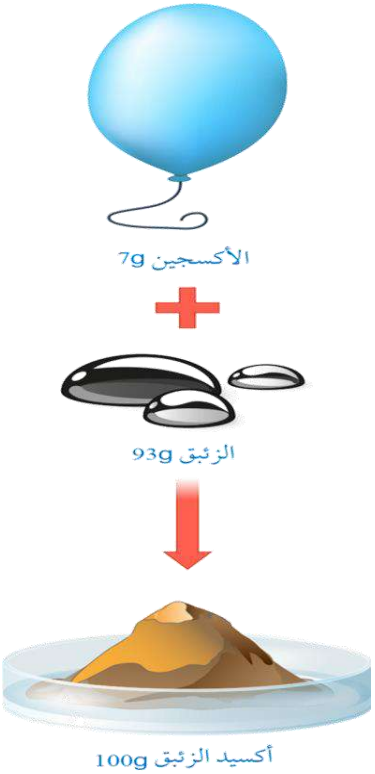
A) 
B) 

الجواب : الشكل A يُمثل تفاعل كيميائي ،والشكل B لا يُمثل تفاعل كيميائي ، لأنه حدث تغيّر في ترتيب الكرات مما يشير إلى تكسير روابط وتكوين روابط أخرى

المُعادلة الكيميائية الموزونة : تعبير بالرموز والصيغ تبين المواد المُتفاعلة والناتجة ، ونسب تفاعلها ، وحالاتها الفيزيائية ، والظروف التي يجرى فيها التفاعل بما يحقق قانون حفظ الكتلة.

ينص قانون حفظ الكتلة : على أن المادة لا تُفنى ولا تُستحدث من العدم ، أي أن مجموع كتل المواد المُتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة.

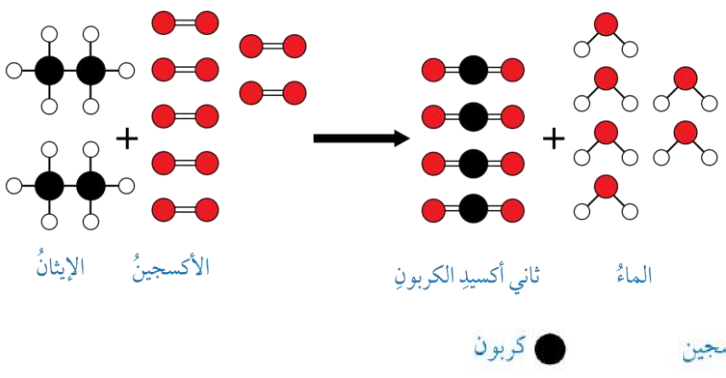
سؤال : فسر قانون حفظ الكتلة :
الجواب : يشير إلى أن عدد ذرات كل عنصر ونوعها في المواد المتفاعلة يمثل عدد ذرات ونوعها في المواد الناتجة (كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة) .



الشكلُ (4): قانون حفظ الكتلة.

يحترق غاز الإيثان بوجود كمية من غاز الأكسجين لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ، يصف الكيميائيون هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية الموّزونة :

$$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$



؟ سؤال : ما هي خطوات كتابة معادلة كيميائية موّزونة :

الجواب :

1- كتابة المعادلة اللفظية (بالكلمات).
2- تحويل المعادلة اللفظية إلى معادلة رمزية (رموز وصيغ) تتضمن الحالة الفيزيائية لكل مادة .
3- موازنة المعادلة بجعل عدد ذرات عناصر المواد المتفاعلة والناتجة التي من النوع نفسه متساوية في طرفي المعادلة.

مثال 1

أكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لإنتاج الماء السائل.

الحل:

- اكتب المعادلة اللفظية : غاز الهيدروجين + غاز الأكسجين ⟵ الماء
- اكتب المعادلة بالرموز والصيغ $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$
- أوازن المعادلة : أحدد عدد ذرات كل نوع في المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ، وأزنها.

	H	O
عددُ الذراتِ المتفاعلةِ	2	2
عددُ الذراتِ الناتجةِ	2	1

ألاحظ أن عدد ذرات الهيدروجين H المتفاعلة يساوي عددها في المواد الناتجة ، في حين يختلف عدد ذرات الأكسجين O المتفاعلة عن الناتجة .

لمساواة عدد ذرات الاكسجين O في طرفي المعادلة استخدم طريقة المحاولة والخطأ .

في هذا التفاعل إذا وضع الرقم 2 يسار الصيغة H_2O : كما يأتي $2H_2O$ يصبح عدد ذرات الأكسجين O متساويا في طرفي المعادلة.

	H	O
عددُ الذراتِ المتفاعلةِ	2	2
عددُ الذراتِ الناتجةِ	2	2

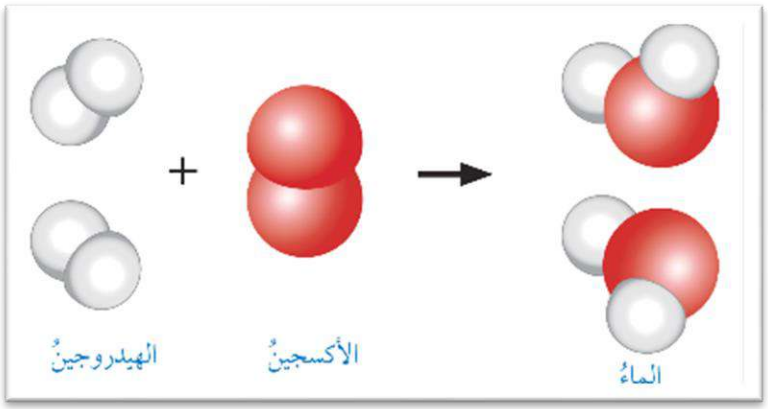
نتيجة لذلك سوف يختلف عدد ذرات الهيدروجين H والمساواة عددها يوضع الرقم 2 يسار الصيغة في المواد المتفاعلة فيصبح عدد ذراتها في المواد المتفاعلة والناتجة متساويا وهو 4

	H	O
عددُ الذراتِ المتفاعلةِ	2	2
عددُ الذراتِ الناتجةِ	4	2

وبذلك تصبح المعادلة موزونة ، وتكتب متضمنة الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة كالآتي :

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

عند موازنة المعادلة الكيميائية ، يجب المحافظة على الصيغة الكيميائية للمادة حتى لا يتناقض ذلك مع قانون حفظ الكتلة لذلك يوضع الرقم 2 يسار الصيغة ، أي H_2O2 فسينتج مركبًا جديدًا وهو H_2O_2 الذي يختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية عن H_2O على الرغم من أن عدد ذرات H و O متساوٍ في طرفيّ المعادلة الكيميائية.



مثال 2

أكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل غاز الميثان CH_4 مع غاز الأكسجين O_2 لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء.

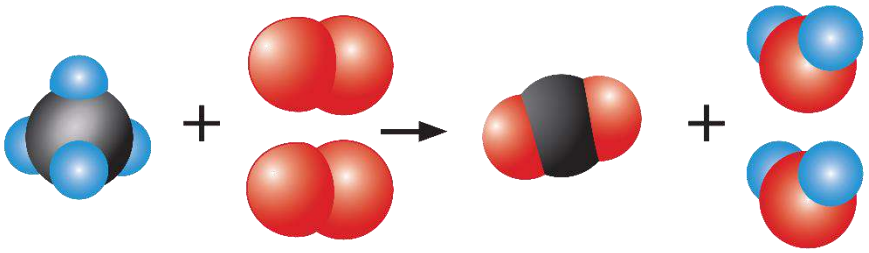
الحل:

- **اكتب المعادلة اللفظية : غاز الميثان + غاز الأكسجين ⟵ غاز ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء**
- **اكتب المعادلة بالرموز والصيغ** $CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
- **أوازن المعادلة : أحدد عدد ذرات كل نوع في المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ، وأزنها.**

	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة
المواد المتفاعلة والناتجة	$CH_4 + O_2$	$CO_2 + H_2O$
أعُدُّ ذراتِ كلِّ عنصرٍ في المواد المتفاعلةِ والناتجةِ	1C , 4H , 2O	1C , 2H , 3O
أزيدُ عددَ ذراتِ H الناتجةِ أضعُ الرقمَ 2 يسار الصيغةِ H_2O	$CH_4 + O_2$	$CO_2 + 2H_2O$
أعُدُّ الذراتِ المتفاعلةَ والناتجةَ مرةً أخرى	1C , 4H , 2O	1C , 4H , 4O
أزيدُ عددَ ذراتِ O المتفاعلةِ أضعُ الرقمَ 2 يسار الصيغةِ O_2	$CH_4 + 2O_2$	$CO_2 + 2H_2O$
أتأكدُ منْ عددِ الذراتِ المتفاعلةِ والناتجةِ في المعادلةِ	1C , 4H , 4O	1C , 4H , 4O

أُلاحظ أن المعادلة موزونة وتكتب على النحو الآتي :

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



أفكر : كيف يتحقق حفظ المادة في المثال السابق :

الجواب : عدد الذرات في المواد المتفاعلة ونوعها نفسه في المواد الناتجة

سؤال إضافي : أزن المعادلة التالية

$$Al + Cl_2 \longrightarrow AlCl_3$$

الحل $2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$

سؤال إضافي : المعادلة التالية $N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$

الحل $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

أتحقق ص14 : أزن المعادلة الكيميائية التالية :

$$Pb(NO_3)_{2\,(s)} \xrightarrow{\Delta} pbO_{(s)} + NO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$$

الجواب : أسهل طريقة أن نبدأ بـــ **الأكسجين** ونجعله متساوي على الطرفيّن بضرب PbO بـــ 2 حتى يصبح 2PbO ، ثم نوازن ذرات الرصاص Pb بضرب $Pb(NO_3)_2$ بـــ 2 حتى يصبح $2Pb(NO_3)_2$ ونضرب NO_2 بـــ 4 حتى تصبح $4NO_2$.

$$2Pb(NO_3)_{2\,(s)} \xrightarrow{\Delta} 2PbO_{(s)} + 4NO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$$

مُلاحظة : من الطبيعي أن تُخطأ اكثر من مرة لأننا نوازن بطريقة المُحاولة والخطأ .

جرب فكر بأكثر من طريقة واستنتج الحل ، لكن يجب ان تكون الارقام متماثلة مع حل السؤال .

انضم في جروب الواتساب : 0788819621

سؤال

يحترق غاز الايثان C_2H_6 بوجود كمية كافية من الأكسجين O_2 فينتج غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء H_2O ، أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

المُتفاعلات	النواتج
C : 2	C : 1×2
H : 6	H : 2×3
O : 2	O : 1+2

أسهل طريقة للحل أن تبدأ بموازنة الهيدروجين أو الكربون ، أما الاكسجين لا انصحك بأن تبدأ به ..

لنبدأ موازنة الكربون ونضرب CO_2 بـ 2 لتصبح المعادلة كما يلي :

$$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow H_2O + 2CO_2$$

أصبح عدد ذرات الكربون متساوي على طرفيّ المعادلة ، نوازن الهيدروجين بضرب H_2O بـ 3

$$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow 3H_2O + 2CO_2$$

بالتالي يتغير عدد ذرات الأكسجين على يمين المُعادلة ويصبح كما يلي :

المُتفاعلات	النواتج
C : 2	C : 1×2
H : 6	H : 2×3
O : 2	O : 1×3 + 2×2 = 7

كل الذرات مُتساوية عدا الاكسجين ، لذلك يجب علينا ان نجد حل للمشكلة ، لو ضربنا الاكسجين على يسار المُعادلة بـ $\frac{7}{2}$ كما يلي :

$$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 3H_2O + 2CO_2$$

هنا يُصبح الحل صحيح من ناحية رياضية ، لأن عدد ذرات الاكسجين متساوي على طرفيّ المُعادلة

لكن من ناحية كيميائية هذا خطأ ولا يُسمح بالكسور لذلك نضرب المُعادلة كاملة بـ 2 لكي تصبح أعداد صحيحية.

الضرب بـ 2 $\quad 2C_2H_6 + 2 \times \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2 \times 3H_2O + 2 \times 2CO_2$

$$2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 6H_2O + 4CO_2$$

وهكذا تصبح المُعادلة موزونة 100/100 .

المُتفاعلات		النواتج	
C : 2	2×2 = 4	C : 1×2= 2	2 × 2 = 4
H : 6	2 ×2 = 12	H : 2×3	6 × 2 = 6
O : $2\times\frac{7}{2}=7$	7× 2 = 14	O : 1×3 + 2×2 = 7	7×2 =14

طريقة أخرى للحل :-

يحترق غاز الايثان C_2H_6 بوجود كمية كافية من الأكسجين O_2 فينتج غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء H_2O ، أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة.

$$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

المُتفاعلات	النواتج
C : 2	C : 1×2
H : 6	H : 2×3
O : 2	O : 1+2

أسهل طريقة للحل أن تبدأ بموازنة الهيدروجين أو الكربون ، أما الاكسجين لا انصحك بأن تبدأ به ..

لنبدأ موازنة الهيدروجين H ، نعمل ضرب تبادلي لتصبح المعادلة كما يلي :

$$2C_2H_6 + O_2 \longrightarrow 6H_2O + CO_2$$

نُلاحظ أن حدث تغير لعدد ذرات الكربون على يسار المُعادلة وأيضًا لعدد ذرات الاكسجين على يمين المُعادلة.

المُتفاعلات	النواتج
C : 2×2=4	C : 1
H : 6×2=12	H : 2×6=12
O : 2	O : 1×6 + 2

الان نوازن ذرات الكربون ونضرب CO_2 بـ 4 ، لتصبح الاعداد مُتساوية على طرفيّ المُعادلة

$$2C_2H_6 + O_2 \longrightarrow 6H_2O + 4CO_2$$

المُتفاعلات	النواتج
C : 2×2=4	C : 1×4=4
H : 6×2=12	H : 2×6=12
O : 2	O : 1×6 + 2

الآن نوازن الاكسجين بضرب جزيء الاكسجين على يسار المُعادلة بـ 7 لتصبح متساوية على طرفيّ المُعادلة كما يلي :

$$2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 6H_2O + 4CO_2$$

المُتفاعلات	النواتج
C : 2×2=4	C : 1×4=4
H : 6×2=12	H : 2×6=12
O : 2×7=14	O : 1×6 + 2×4 =14

الخُلاصة :-

في تفاعلات المركبات الهيدروكربونية (CH) مع الاكسجين O_2 يُمكنا ان نحل اغلب التفاعلات بنفس الطريقتين السابقات .

مُلاحظة مهمة جدًا :-

- **لا يجوز ان تحتوي المُعادلة على ارقام مُضاعفة (غير اولية).**
- **لا يجوز ان تحتوي المُعادلة على كسور (نضرب بـ 2 لإلغاء الكسر) .**

أكتب مُلاحظاتك هُنا :-

سؤال شامل

أزن المُعادلات الكيميائية التالية :-

1. $C_2H_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
2. $C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
3. $C_4H_{10} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
4. $CH_3OH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
5. $C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

الحل :-

1. $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
2. $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
3. $2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$
4. $2CH_3OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O$
5. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

أنواع التفاعلات الكيميائية:

أنواع التفاعلات الكيميائية

1. تفاعل إحتراق
2. تفاعل إتحاد
3. تفاعل التحلل (التفكك)
4. تفاعل الاحلال الحادي

1- تفاعل الإحتراق : هو تفاعل مادة ما (عنصر أو مركب) مع غاز الأكسجين ويصاحب التفاعل بشكل عام إنطلاق طاقةٍ في صور حرارة أو ضوء.

مثال : إحتراق الخشب و الوقود وإحتراق قطعة من الفحم.

عند احتراق قطعة من الفحم (فيها عنصر الكربون) بوجود غاز الأكسجين يؤدي إلى إنطلاق حرارة

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

سؤال : ما فائدة الحرارة الناتجة من تفاعل الاحتراق ؟
الجواب : التدفئة و تحريك وسائل المواصلات وطهي الطعام كما أن إحتراق الطعام في جسم الإنسان يُزودنا بالطاقة اللازمة لأداء وظائفه الحيوية المُتنوعة.

عادةً عند إحتراق المركبات التي تتكون من الهيدروجين والكربون (الهيدروكربونات) فإنه يُنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ، وإنطلاق حرارة ، كما في المعادلة التالية :

$$2C_5H_{10(g)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 10CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)} + Heat$$

أفكر : عند حرق (g100) من الفحم في كمية معلومة من غاز الأكسجين حرقًا تامًا ، فإن كمية الناتج تكون أقل من المتوقع

الجواب : جزء مفقود على شكل حرارة أو بخار لم يتم ضبطه

مُلاحظة : -

كل تفاعلات المركبات الهيدروكرونية (CH) مع الاكسجين تعتبر تفاعلات إحتراق ، لأنها تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون بشكل رئيسي.

2- تفاعل الإتحاد : هو تفاعل مادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات) لينتج مركبًا واحدًا جديدًا .

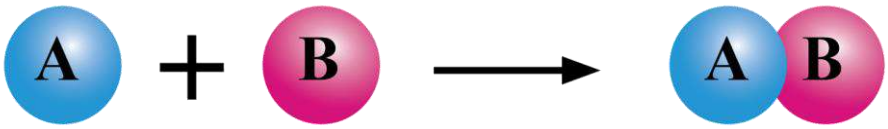
مثال : يتفاعل عنصر النحاس مع الكبريت ليُنتج مركب كبريتيد النحاس (II) .

$$Cu_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} CuS_{(s)}$$

مُلاحظة هذا المثال الوحيد الذي يتحد بفعل الحرارة (داخل الكتاب).

مثال : تفاعل أكسيد المغنيسيوم مع غاز ثاني أكسيد االكربون ، لإنتاج كربونات المغنيسيوم كما في المعادلة :

$$MgO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow MgCO_{3(s)}$$



مُلاحظة مُهمة جدًا :-

تفاعل فلز + الاكسجين يكون تفاعل إتحاد واحتراق بنفس الوقت.

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO + Heat$$

مثال : تفاعل المغنيسيوم Mg مع الأكسجين O_2 يؤدي إلى إنتاج حرارة وبنفس الوقت يكون هنالك إتحاد لذرات المغنيسيوم مع الاكسجين.

3- تفاعل التحلل (التفكك) الحراري : هو تحلل مركب واحد بالحرارة مُنتجًا مادتين أو أكثر وقد تكون النواتج عناصر أو مُركبات.

مثال : تحلل كربونات النحاس بالحرارة ، نُنتجة أكسيد النحاس وغاز ثاني أكسيد الكربون كما في المعادلة :

$$CuCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CuO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

مثال : تحلل نترات الأمونيوم بالحرارة مُنتجة أكسيد النيتروجين وبخار الماء ، كما يأتي:

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

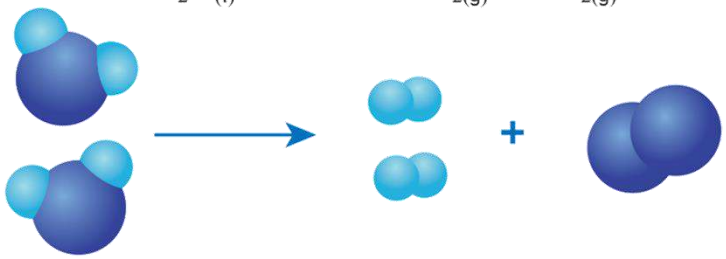
مثال: تحلل دايكرومات الأمونيوم $(NH_4)_2Cr_2O_7$ بالحرارة أكسيد الكروم وغاز النيتروجين وبخار الماء تتسبب الغازات الناتجة فوران البركان كما في المُعادلة التالية :

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2$$

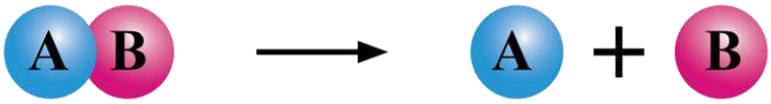
مُلاحظة : بعض تفاعلات التحلل تعتمد على استخدام التيار الكهربائي بدلًا من الحرارة

مثال : تحلل الماء تحلل كهربائي إلى عنصري الأكسجين والهيدروجين ، كما يأتي :

$$2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{تحلّل كهربائيٌّ}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$



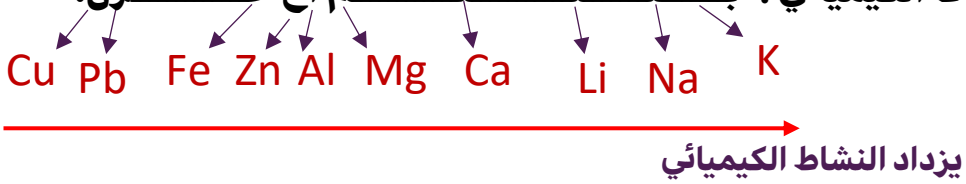
وعادةً يمكن تمثيل تفاعلات التحلل بالصورة المبسطة الآتية :

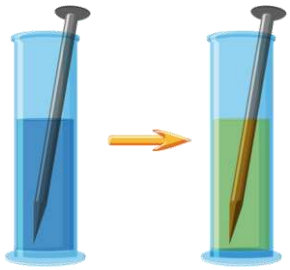


4- تفاعل الإحلال الأحادي: هو تفاعل يحل فيه عنصر نشط محل عنصر آخر أقل نشاط منه في أحد أملاحه.

● في تفاعل الاحلال الاحادي يحل العنصر الاكثر نشاط محل العنصر الاقل نشاط في محاليله.

سلسلة النشاط الكيميائي :- بـــصـــلـــكـــم أخ حـــــرن.





$$Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu$$

$$Cu + FeSO_4 \longrightarrow \text{لا يحدث تفاعل}$$

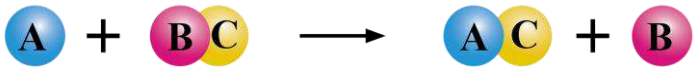
مثال :عند وضع مسمار من حديد في محلول كبريتات النحاس(II)فإن عنصر الحديد يحل محل النحاس في المحلول كبريتات النـحـاس كما في المعادلة:

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

مثال: تفاعل عنصر النحاس مع محلول نترات الفضة ، فينتج نترات النحاس ، وتترسب الفضة كما في المُعادلة :

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

ويمكن عادةً تمثيل تفاعلات الإحلال بالصورة المبسطة الآتية :



أتحقق : بما يختلف تفاعل الاتحاد عن تفاعل التحلل الحراري :

تفاعل الاتحاد : تفاعل بين مادتين أو أكثر ، لإنتاج مادة جديدة واحدة.

تفاعل التحلل: مادة واحدة تتحلل منتجة مادتين أو أكثر.

أفكر: لماذا تترسب ذرات النيكل Ni عند وضع قطعة من عناصر الخارصين Zn في محلول كبريتات النيكل (II) $ZniSO_4$ ، وأكتب معادلة التفاعل الحاصل.

الحل : لأن عنصر الخارصين أنشط من عنصر النيكل، لذلك تحل ذرات عنصر الخارصين محل أيونات النيكل ، فتترسب ذرات النيكل وينتج أيضًا كبريتات الخارصين ، ويعبر عن ذلك بالمعادلة :-

$$Zn + NiSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Ni$$

أمثلة خارجية :-

يحل النحاس محل الفضة في محلول نترات الفضة، فينتج محلول نترات النحاس وتترسب ذرات الفضة وفقًا للمعادلة الآتية:

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

يحل الالمنيوم محل الرصاص في محلول نترات الرصاص ، فينتج محلول نترات الالمنيوم وتترسب ذرات الرصاص وفقًا للمعادلة الآتية :

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

مُراجعة الدرس

السؤال الأول : أوضح أهمية المعادلة الكيميائية الموزونة .

تُعبر عن التفاعلات الكيميائية ، وتبين المواد المتفاعلة والناتجة وكمياتها وحالاتها الفيزيائية.

السؤال الثاني : أوضح المقصود بكل من :

- **تفاعل الإتحاد :** هو تفاعل مادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات) لينتج مركبًا واحدًا جديدًا.
- **التفاعل الكيميائي :** هو عملية يحدث فيها تكسير الروابط بين ذرات عناصر المواد المُختلفة ، وتكوين روابط جديدة بين ذرات عناصر المواد الناتجة.
- **تفاعل التحلل (التفكك) الحراري :** هو تحلل مركب واحد بالحرارة مُنتجًا مادتين أو أكثر وقد تكون النواتج عناصر أو مُركبات.
- **تفاعل الإحتراق :** هو تفاعل مادةٍ ما (عنصر أو مركب) مع غاز الأكسجين ويصاحب التفاعل بشكل عام إنطلاق طاقةٍ في صور حرارة أو ضوء.
- **تفاعل الإحلال الأحادي:** هو تفاعل يحل فيه عنصر نشط محل عنصر آخر أقل نشاط منه في أحدد أملاحه .
- **قانون حفظ الكتلة :** أن المادة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وإنما تتحول من شكل إلى آخر ، مجموع كتل المواد المُتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة.

السؤال الثالث : أفسر قانون حفظ الكتلة :

الجواب : عدد الذرات في المواد المتفاعلة ونوعها يُماثلها عددها ونوعها في المواد الناتجة (كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة) .

السؤال الرابع : أزن المُعادلات التالية :

السؤال	الجواب
$H_2S_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow SO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$	$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$
$C_2H_{6\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}$	$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$
$Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_{(s)} + CO_{2\,(g)}$	$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$

السؤال الخامس : أصنف التفاعلات الآتية إلى أنواعها (وهي : الاتحاد ، التحلل، الاحتراق ، الإحلال الأحادي)

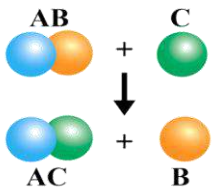
$S_{(s)} + Mg_{(s)} \rightarrow MgS_{(s)}$ **إتحاد**

$2HgO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Hg_{(l)} + O_{2\,(g)}$ **تفكك**

$2Zn_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2ZnO_{(s)}$ **اتحاد وإحتراق**

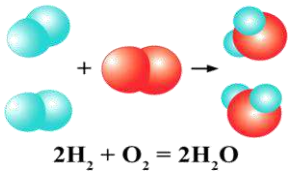
$Fe_{(s)} + Pb(NO_3)_{2\,(aq)} \rightarrow Fe(NO_3)_{2\,(aq)} + Pb_{(s)}$ **احلال أحادي**

السؤال السادس : أميّز : التفاعل الآتي المُوضح في الصورة :



الجواب : تفاعل الإحلال الأحادي ، حيث يحل العنصر الافتراضي ذو الرمز c محل أيونات العنصر ذو الرمز B

السؤال السابع : أفسر : قانون حفظ الكتلة من خلال التفاعل الآتي :

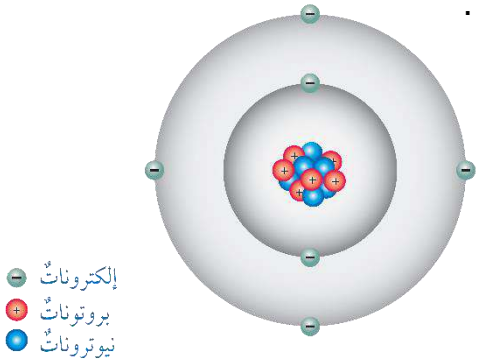


نوع الذرات	عدد الذرات المتفاعلة	عدد الذرات الناتجة
الهيدروجين	4	4
الأكسجين	2	2

الخُلاصة : عدد ذرات المواد المتفاعلة ونوعها يساوي عدد ذرات المواد الناتجة ونوعها.

الدرس الثاني : المول والكتلة المولية

- سنتعرف على كيفية قيام العلماء بتحديد الكتل الذرية للعناصر وتسجيلها، سواء ظهرت هذه القيم أعلى أو أسفل رمز العنصر في الجدول الدوري.
- غالبًا، يتم تقريب القيم المستخلصة من الجدول الدوري لتسهيل الحسابات، أو يتم ذكرها بشكل مباشر في نص السؤال. بعض الجداول تحتوي على قيم تقريبية للكتل الذرية النسبية، بينما توجد جداول أخرى تُظهر الكتل الذرية بدقة أكبر.
- لا يُمكن معرفة كتلة الذرة حتى لو استخدمنا ميزان حساس . لكن السؤال كيف يتم حساب كتلة الذرة ؟؟
- لذلك لجأ العلماء لاستخدام طريقة المُقارنة لمعرفة كتل الذرات الأخرى . (ستشرح بالتفصيل)
- ذرة العنصر تتكون من : البروتونات والنيوترونات والإلكترونات المتناهية في الصغر.
- كتلة البروتون تساوي كتلة النيوترون وتساوي $1.67 \times 10^{-24} g$.
- كتلة الإلكترون تساوي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون .
- نظرًا لصغر كتلة الذرة لجأ العلماء إلى طريقة لقياس كتلة الذرة بالنسبة إلى كتلة ذرة معيارية.
- الذرة المعيارية التي إعتمدوها العلماء هي الكربون ^{12}C التي تحتوي 6 بروتونات و6 نيوترونات.



- تعتبر ذرة الكربون أساسًا لقياس كتل ذرات أخرى (بسبب إستقرارها)
- كتلة الكربون تساوي 12 وحدة ، سُميت كل منها وحدة كتلة ذرية (amu).

مُلاحظة : تم إعتبار كتلة الكربون 12 وحدة ذرية لأن عدد البروتونات والنيوترونات في ذرة الكربون (C-12) هو 12 وحدة كتلة ذرية.

- وحدة كتلة ذرية (amu) لأي عنصر تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون ^{12}C .

? سؤال : على ماذا تعتمد كتلة الذرة : تعتمد على كتلة البروتون وكتلة النيوترون .

- كان يُعتقد أن كتل الذرات ستكون أعداد صحيحة لكن في الواقع كانت قيم غير صحيحة.

? سؤال : فسر يتوقع أن تكون الكتلة الذرية للعنصر رقمًا صحيحًا ؟
لأن كتلة البروتون تساوي كتلة النيوترون وتساوي ~ 1amu.

سؤال : فسر في الواقع نجد أن القيم المقيسة للكتل الذرية تحتوي عادةً على كسور ؟
بسبب وجود نظائر للعنصر لها كتل مختلفة ، ولذلك متوسط كتلها ليس رقمًا صحيحًا.

النظائر : ذرات العنصر لها العدد الذري نفسه وتختلف في العدد الكتلي.

إذًا يتم حساب الكتل الذرية من خلال الكتلة الذرية النسبية .

الكتلة الذرية النسبية (Am)

الكتلة الذرية النسبية : أنها متوسط الكتل الذرية لنظائر ذرة عنصر ما .

العنصرُ	الكتلةُ الذريةُ النسبيةُ	الكتلةُ الذريةُ التقريبيةُ
H	1.008	1
N	14.007	14
O	15.999	16
Na	22.989	23

عند حساب الكتلة الذرية النسبية للعنصر يجب أخذ نظائره ونسب توفرها في الطبيعة بالاعتبار.

الكتل الذرية التي تستخدم في الجدول الدوري تعبر عن متوسط الكتل الذرية النسبية لنظائر العنصر.

تقاس الكتلة الذرية النسبية بوحدة الكتل الذرية (amu) وممكن أن نعبر عنها بوحدة الجرام .

الكتل الذرية النسبية Am =(الكتلة الذرية للنظير1× $\frac{\text{نسبة توفره في الطبيعة}}{100}$) + (الكتلة الذرية للنظير2 × $\frac{\text{نسبة توفره في الطبيعة}}{100}$)

$$A_m = A_{m_1}\% + A_{m_2}\%$$

المثالُ 3

إذا علمتُ أنَّ عنصرَ الليثيوم Li يوجدُ في الطبيعةِ على صورةِ النظيرِ $^{6}_{3}Li$ ، وأنَّ كتلتَهُ الذريةَ = 6.02 بنسبةِ 7.5% ، وأنَّ النظيرَ $^{7}_{3}Li$ وكتلتَهُ الذريةَ 7.02 بنسبةِ 92.5% ، فأحسبُ الكتلةَ الذريةَ النسبيةَ لعنصرِ الليثيومِ.

الحلُّ:

$$A_m = A_{m_1}\% + A_{m_2}\%$$
$$= (\%7.5 \times 6.02) + (\%\ 92.5 \times 7.02)$$
$$= 0.4515 + 6.4935 = 6.945\ \text{amu}$$

الكتلة الجُزيّئية (Mm)

تُعرف الكتلة الجُزيئية (Mm): هي مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة في الجزيء الذي ترتبط ذراته بروابط تساهمية ، مقيسةٍ بوحدة amu.

الكتلة الجُزيئيّة Mm:(الكتلة الذرية للعنصر1×عدد ذراته)+(الكتلة الذرية للعنصر2×عدد ذراته)

$$\text{الكتلة الجزيئية} = A_{m_1} \times N + A_{m_2} \times N$$

المثالُ 4

أحسبُ الكتلةَ الجزيئيةَ للجزيءِ HNO_3 علمًا بأنَّ الكتلَ الذريةَ لذراتِ العناصرِ بوحدةِ amu هيَ: (O = 16 , N = 14 , H = 1).

الحلُّ:

يُلاحَظُ أنَّ الجزيءَ HNO_3 يتكونُ منْ ذرةِ هيدروجينٍ H وذرةِ نيتروجينٍ N، وثلاثِ ذراتِ أكسجينٍ O، وبذلكَ نحسبُ الكتلةَ الجزيئيةَ لهُ على النحوِ الآتي:

الكتلةُ الجزيئيةُ = (الكتلةَ الذريةَ للهيدروجينِ × عددِ الذراتِ) + (الكتلةُ الذريةُ للنيتروجينِ × عددِ الذراتِ) + (الكتلةُ الذريةُ للأكسجينِ × عددِ الذراتِ).

$$Mm = Am_H \times N + Am_N \times N + Am_O \times N$$
$$= (1 \times 1) + (14 \times 1) + (16 \times 3)$$
$$= 1 + 14 + 48 = 63 \text{ amu}$$

سؤال إضافي : إحسب الكتلة الجُزيئية لجزيء الماء H_2O ، علمًا ان الكتل الذرية (H=1 , O=16)

الجواب :

الكتلة الجُزيئيّة Mm:(الكتلة الذرية للعنصر1×عدد ذراته)+(الكتلة الذرية للعنصر2×عدد ذراته)

$$Mm = 2 \times 1 + 1 \times 16 = 18\ amu$$

سؤال إضافي : إحسب الكتلة الجُزيئية لجزيء سكر الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$.

الكتل الذرية (C=12 , H=1 , O=16)

الكتلة الجُزيئيّة Mm:(الكتلة الذرية للعنصر1×عدد ذراته)+(الكتلة الذرية للعنصر2×عدد ذراته)

$$Mm = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180\ amu$$

كتلة الصيغة (Fm)

تُعرف كتلة الصيغة بأنها : مجموع الكتل الذرية للعناصر في وحدة الصيغة للمركب ، وتقاس بوحدة amu.

- ترتبط الأيونات الموجبة والسالبة بروابط أيونية ، تسمى الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني .
- الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني: تمثل أبسط نسبة للإلكترونات في المُركب الأيوني.

الكتلة الصيغة Fm:(الكتلة الذرية للعنصر1×عدد ذراته)+(الكتلة الذرية للعنصر2×عدد ذراته)

الكتلة الصيغة $= A_{m_1} \times N + A_{m_2} \times N$

سؤال : شو الفرق بين كتلة الصيغة وكتلة الجُزيء ؟

الجواب :

كتلة الصيغة تكون للمركب (فلز+لافلز) ورمزها Fm .
أما كتلة الجزيء تكون للجزيء (لافلز+لافلز) ورمزها Mm.

المثالُ 5

أحسبُ كتلةَ الصيغةِ النسبيةِ للمركبِ $Al(NO_3)_3$

الحلُّ:

الكتلُ الذريةُ : (Al = 27 , N = 14 , O = 16)

يُلاحَظُ منْ صيغةِ المركبِ أنَّها تتكونُ منْ 9 ذراتِ O، و 3 ذراتِ N ، وذرةِ Al:

$$F_m = (27 \times 1) + (14 \times 3) + (16 \times 9)$$
$$= 27 + 42 + 144 = 213 \text{ amu}$$

أتحقق ص23:

أحسب كتلة الصيغة للمركب NaCl ، علمًا ان الكتلة الذرية (Na=23 , Cl=35.5)

الجواب :

كتلة الصيغة Fm:(الكتلة الذرية للعنصر1×عدد ذراته)+(الكتلة الذرية للعنصر2×عدد ذراته)

$$Fm = 1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5\ amu$$

سؤال إضافي : إحسب الكتلة الصيغة للمركب KBr ،علمًا بأن الكتل الذرية (K=39,Br=80)

الجواب :

$$Fm = (Am_K \times N + (Am_{Br} \times N)$$

$$Fm = (39 \times 1) + (80 \times 1) = 119\ amu$$

سؤال إضافي : احسب كتلة الصيغة $Al(OH)_3$ ، علمًا ان الكتل الذرية (Al=27 , O=16 , H=1)

الجواب :

$$Fm = (Am_{Al} \times N) + 3 \times ((Am_O \times N) + (Am_H \times N))$$

$$Fm = (1 \times 27) + 3 \times \big((1 \times 16) + (1 \times 1)\big) = 78\ amu$$

سؤال إضافي : احسب كتلة الصيغة NH_4Cl ، علمًا ان الكتل الذرية (N=14 , H=1 , Cl=35.5)

$$Fm = (Am_N \times N) + (Am_H \times N) + (Am_{Cl} \times N)$$

$$Fm = (1 \times 14) + (4 \times 1) + (1 \times 35.5) = 53.5\ amu$$

سؤال إضافي : احسب الكتلة الجزيء $HClO_2$، علمًا بأن الكتل الذرية (O=16 , Cl=35.5 , H=1)

الجواب :

$$Mm = (Am_H \times N) + (Am_{Cl} \times N) + (Am_O \times N)$$

$$Mm = (1 \times 1) + (1 \times 35.5) + (2 \times 16) = 68.5$$

سؤال

احسب كتلة الجُزيئات الآتية : الكتل الذرية (C=12 , H=1 , O=16 , N=14)

1. $C_6H_{12}O_6$
2. C_2H_6
3. CH_3OH
4. CH_3NH_2

الحل : 4=31 , 3=32 , 2=30 , 1=180 جميعهم بوحدة amu

المول

يُعرف المول بأنه :الوحدة الدولية التي تستخدم في قياس كمية المواد في التفاعلات الكيميائية.

- المول : يساوي عدد ذرات الكربون ^{12}C التي توجد في 12g منه.
- توصل العالم الفيزيائي الإيطالي أفوجادرو إلى أن المول الواحد من المادة يحتوي 6.022×10^{23} من الذرات أو الجُزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة .

مثال من واقع الحياه :

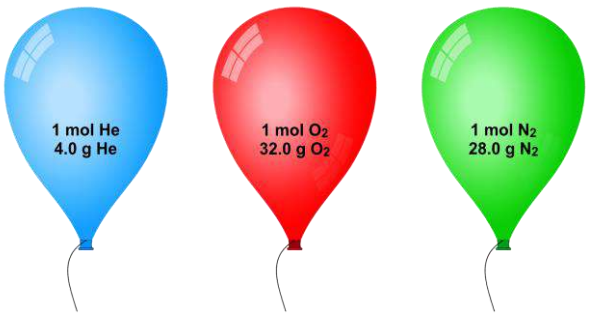
علبة البيض تحتوي على 10بيضات بنحكي كرتونة

علبة الجبنة تحتوي 8 قطع بنحكي كرتونة

يعني العلماء بدهم يريحوا راسهم ويسموا اسم مول بدل منحكي بلغة الكمية

- سمية هذا العدد 6.022×10^{23} بعدد أفوجادرو تكريمًا له ، يرمز إليه بالرمز N_A
- يختلف المول من مادة إلى مادة أخرى في الجسيمات التي يتكون منها
- مثال : يختلف المول الواحد في الحديد عن الملح في الجسيمات التي يتكون منها
- كتلة المول الواحد تختلف من مادة إلى أخرى ، لكن تحتوي العدد نفسه من الجسيمات N يساوي عدد أفوجادرو .

مثال : كتلة مول من الهيليوم 4g ، وكتلة مول من الأكسجين 32g ،وكتلة مول من النيتروجين 28g



- الكتل الذرية لذرات العناصر المختلفة تحتوي عدد أفوجادرو من الذرات .

مثال : عدد الذرات الموجودة في 23g من الصوديوم يساوي عدد الذرات الموجودة في 27g من الالمنيوم ويساوي 6.022×10^{23} .

ولأن كل مول له كتلة مختلفة لجأ العلماء لحساب الكتلة المولية .

الكتلة المولية: هو كتلة مول واحد من المادة ، يرمز له (Mr) وتقاس بوحدة g/mol .

ملاحظة : الكتلة المولية تساوي عدديًا الكتلة الذرية للعنصر.

مثال: مول واحدًا من ذرات عنصرالمغنيسيوم ^{24}Mg يحوي عدد أفوجادرو من ذرات المغنيسيوم وكتلته 24g .

يرتبط عدد المولات (n) بعلاقة رياضية مع عدد أفوجادرو وعدد الجُسيمات أو الذرات أو الجُزيئات أو وحدات الصيغة ،كما يأتي:

عدد الجُسيمات = عدد المولات × عدد أفوجادرو

$$N = N_A \times n$$

يرتبط عدد المولات(n) بالكتلة المادة(m) مقيسة بوحدة لغرام وكتلتها المولية (Mr)، كما يأتي :

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

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

المثالُ 6

أحسبُ عددَ مولاتِ (n) الكربونِ التي تحتوي على 3.01×10^{23} ذرةٍ.

الحلُّ:

$$\text{عددُ مولاتِ الكربونِ} = \frac{\text{عدد ذراتِ الكربونِ}}{\text{عددَ أفوجادرو}}$$

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

$$n = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ mol}$$

المثالُ 7

أحسبُ عددَ الجزيئاتِ الموجودةِ في 3 mol منْ غازِ الميثانِ CH_4:

الحلُّ:

$$N = N_A \times n$$
$$= 6.02 \times 10^{23} \times 3$$
$$= 1.806 \times 10^{24} \text{ جزيء}$$

المثالُ 8

أحسبُ كتلةَ 4 مول منْ جزيئاتِ H_2O؛ علمًا بأنَّ الكتلةَ الذريةَ لكلٍّ منْ O = 16, H = 1

الحلُّ:

نحسبُ الكتلةَ المولية M_r للجزيءِ، بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئة له ومنْ ثمَّ نضربُ الناتجَ بعددِ المولاتِ.

$$M_r = (16 \times 1) + (1 \times 2)$$
$$= 16 + 2 = 18 \text{ g/mol}$$
$$= 18 \times 4 = 72 \text{ g}$$

سؤال إضافي : احسب الكتلة المولية للمركب CaCO3 ، علمًا بأن الكتل الذرية (O=16, C=12, Ca=40)

الجواب :

$$Mr = (Am_K \times N + (Am_{Br} \times N)$$

$$Mr = (16 \times 3) + (12 \times 1) + (40 \times 1) = 100\ gmol$$

أتحقق :

1- أحسب عدد ذرات (N) عنصر البوتاسيوم K الموجودة في 1×10^3 من العنصر ؟

الجواب :

$$N = N_A \times n$$

$$6.022 \times 10^{26}\ atm$$

2- عينة من مركب ما كتلتها 4g ، والكتلة المولية Mr للمركب، 40g/mol فما عدد المولات n؟

$$n = \frac{m}{mr} = \frac{4}{40} = 0.1mol$$

فكر : ما نوع الجُسيمات في كل مايأتي : Na , N2 , K^+ , NaCl

Naذرات ، N_2 جزيئات، K^+ أيونات ، NaCl وحدات صيغة

سؤال إضافي : احسب عدد جُزيئات الماء H_2O المُتوفرة في 13.5 mol.

الحل :

معلومة مهمة جدًا : المول الواحد من المادة يحتوي 6.022×10^{23} من الذرات أو الجُزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة .

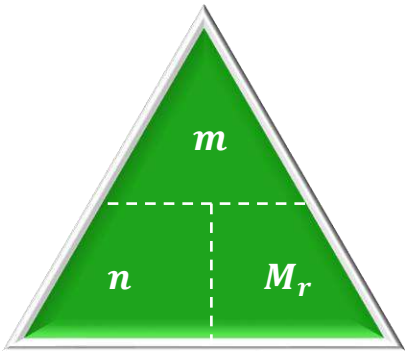
$$N = N_A \times n$$

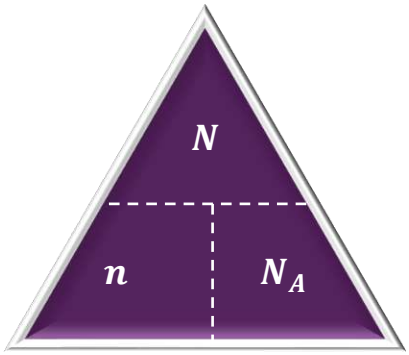
$$N = 6.022 \times 10^{23} \times 13.5 = 81.3 \times 10^{23}\ \text{جُزيء}$$

النجاح يأتي على مهل ، يأتي على هيئة جهد صغير نبذله
يوم بعد يوم بلا كلل أو ملل .

لخص القوانين بطريقتك

إستخدم المثلثات لحفظ القوانين يا غالي ، أسهل بكثيـــــــــــــر





مُراجعة الدرس

السؤال الأول : أوضح العلاقة بين الكتلة الجزيئية والكتلة المولية .

كتلة المول الواحد من الجزي تسمى الكتلة المولية للجزي و تساوي عدديا الكتلة الجزئية فمثلا الكتلة الجزئية الجزئية الماء تساوي 18g وكتلته المولية تساوي 18 g/mol .

السؤال الثاني : الأفكار الرئيسية : أوضح المقصود بكل من: الكتلة الذرية ، الكتلة الجزيئية ، الكتلة المولية ، كتلة الصيغة، المول.

- **الكتلة الذرية :** وهي كتلة ذرة واحدة للنظير معبرة عنه بوحدة وحدة كتل ذرية (amu).

- **الكتلة الجُزيئية :** مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة في الجزيء الذي ترتبط ذراته بروابط تساهمية ، مقيسةٍ بوحدة amu.

- **الكتلة المولية :** كتلة المول الواحد من دقائق المادة .

- **كتلة الصيغة :** مجموع الكتل الذرية للعناصر في وحدة الصيغة للمركب ، وتقاس بوحدة amu.

- **المول :** هي الوحدة الدولية التي تستخدم في قياس كمية المواد في التفاعلات الكيميائية.

السؤال الثالث : أجد الكتلة المولية (Mr) لكل من C_2H_5OH , CH_4
علمًا ان الكتل الذرية (C=12 ,H=1 , O=16)

الجواب :

$$Mr = A_{m_1} \times N + A_{m_2} \times N$$

$$Mr_{CH_4} = (1 \times 12) + (1 \times 4) = 16\ g/mol$$

$$Mr_{C_2H_5OH} = (2 \times 12) + (6 \times 1) + (1 \times 16) = 46\ g/mol$$

السؤال الرابع : أجد كتلة الصيغة (Fm) للمركبين : $Ca(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$
الكتل الذرية (Mg=24 , N= 14 , O= 16 , H=1 , Ca=40)

الجواب :

$$Fm = A_{m_1} \times N + A_{m_2} \times N$$

$$Fm_{Mg(NO_3)_2} = (1 \times 24) + 2 \times ((1 \times 14) + (3 \times 16)) = 148g/mol$$

$$Fm\ Ca(OH)_2 = (1 \times 40) + 2 \times ((1 \times 16) + (1 \times 1)) = 74g/mol$$

السؤال الخامس : احسب عدد مولات (n) الموجودة في 72g من عنصر المغنيسيوم

الجواب :

$$n=\frac{m}{mr}=\frac{72}{24}=3\ mol$$

السؤال السادس : أحسب كتلة 0.1mol من ذرات الألمنيوم

الجواب :

$$n=\frac{m}{mr}=\xrightarrow{\text{تعويض}}\ 0.1=\frac{m}{27}\xrightarrow{\text{ترتيب}}m=0.1\times 27\xrightarrow{\text{الناتج}}m=2.7g$$

السؤال السابع : أحسب عدد جُزيئات NH_3 الموجودة في 2 مول منها

الجواب :

$$N=N_A\times n$$

$$N=6.022\times 10^{23}\times 2=12\times 10^{23}\ \text{جُزيء}$$

السؤال الثامن : أوضح المقصود بعدد أفوجادرو

عدد أفوجادرو : 6.022×10^{23} من الذرات أو الأيونات أو الجزيئات أو وحدات الصيغة .

السؤال التاسع : أكمل الجدول الآتي : $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$.

إذا علمت أن الكتلة الذرية (H=1 , Cl = 35.5)

	HCl	Cl_2	H_2
عدد المولات	2	1	1
عدد الجزيئات	2×عدد أفوجادرو	عدد أفوجادرو	عدد أفوجادرو
الكتلة المولية	36.5 g/mol	71 g/mol	2 g/mol

الدرس الثالث : الحسابات الكيميائية

الحسابات المبنيّة على الكميات

- تعد المعادلة الكيميائية الموزونة الركيزة الأساسية للحسابات الكيميائية.
- نستطيع تحديد عدد المولات المواد المتفاعلة والناتجة ، بناءًا على المعادلة الموزونة.

سؤال : ما فائدة تحديد عدد المولات المتفاعلة والناتجة ؟
الجواب : يُساعدد في تحديد كتلة المواد بدقة ، وتحديد النسبة المئوية لكتلة عنصر في المركب وتحديد المردود المئوي لناتج تفاعل ما.

النسبة المئوية لكتلة العنصر

النسبة المئوية لكتلة العنصر: هي نسبة كتلة العنصر في المركب إلى الكتلة الكلية للمركب .

- نستفيد من النسبة المئوية لكتلة العنصر في معرفة الصيغة الكيميائية وتطوير خصائصه وحمايتها.

تُحسب النسبة المئوية لأي عنصر بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب مضروبًا في (100).

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (العنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100\%$$

المثال 9

عينةٌ نقيةٌ منْ مركبِ كبريتيدِ الحديدِ FeS تكونتْ منْ تفاعلِ 6.4 g منْ عنصرِ الحديدِ معَ 3.2 g منْ عنصرِ الكبريتِ. أحسبُ النسبةَ المئويةَ بالكتلةِ لكلٍّ منَ العنصريْنِ Fe و S في العينةِ؟

الحلُّ:

نحسبُ كتلةَ المركبِ كبريتيدِ الحديدِ FeS كما يأتي:

$$\begin{aligned} m\,(\text{FeS}) &= m\,(\text{Fe}) + m\,(\text{S}) \\ &= 6.4 + 3.2 \\ &= 9.6\ \text{g} \end{aligned}$$

- نحسبُ النسبةَ المئويةَ بالكتلةِ لعنصرِ Fe كما يأتي:

$$\text{Percent Compsition (Fe)} = \frac{m.\text{element}}{m.\text{Compound}} \times 100$$

$$= \frac{6.4}{9.6} \times 100 = 67\%$$

- نحسبُ النسبةَ المئويةَ بالكتلة لعنصر S كما يأتي:

$$\text{Percent Compsition (S)} = \frac{3.2}{9.6} \times 100 = 33\%$$

يُلاحَظُ أنَّ مجموعَ النسبِ المئويةِ بالكتلةِ للعناصرِ المكونةِ للمركبِ تساوي 100%.

ويمكنُ بواسطةِ معرفةِ صيغةِ المركبِ وكتلتهِ المولية حسابُ نسبةِ العنصرِ كما يلي:

المثالُ 10

أحسبُ النسبةَ المئويةَ لكلٍّ منْ عنصريِ الكربونِ والهيدروجينِ في جزيءِ الجلوكوزِ الذي صيغتهُ $C_6H_{12}O_6$ وكتلتهُ المولية؛ 180 g/mol علمًا بأنَّ الكتلَ الذريةَ(C = 12 , O = 16 , H = 1).

الحلُّ:

$$\text{Percent Compsition} = \frac{A_m}{M_r} \times 100$$

$$\text{C} = \frac{72}{180} \times 100 = 40\%$$

$$\text{H} = \frac{12}{180} \times 100 = 6.67\%$$

أتحقق ص29 :

1- احسب النسبة المئوية بالكتلة لعنصر H في مركب كتلته 4.4g ويتحتوي 0.8g منه

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (العنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100\%$$

$$\%H = \frac{0.8}{4.4} \times 100\% = 18\%$$

2- أحسب النسبة المئوية لعنصر الأكسجين في جزيئ الجلوكوز الذي صيغته $C_6H_{12}O_6$

الكتلة الذرية (C=12 ,O=16 , H=1)

الجواب : نحسب الكتلة الجُزيئة اولًا ثم نكمل الحل ...

كتلة المركب = (عدد ذرات C × الكتلة الذرية) + (عدد ذرات H × الكتلة الذرية) + (عدد ذرات O ×الكتلة الذرية)

كتلة المركب = (6×12) +(12×1)+(16×6) = 180g

$$\%O = \frac{16\times6}{180} \times 100\% = 53\%\ g/mol$$

سؤال إضافي : احسب نسبة كل من : الكربون والأكسجين في عينة نقية كتلتها 8.8g تتكون من 2.4g كربون و6.4 أكسجين

الجواب :

$$C\% = \frac{2.4}{8.8} \times 100\% = 27\%$$

$$O\% = \frac{6.4}{8.8} \times 100\% = 73\%$$

الصيغة الكيميائية للمركب

- **يظهر في الصيغة الكيميائية للمركب الرمز الكيميائي للعنصر ، وعدد ذراته**
- **الصيغة الكيميائية طريقة للتعبير عن عدد ذرات العناصر المكونه للمركب**

الصيغة الأولية

الصيغة الأولية: هي أبسط نسبة عددية صحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب

لحساب الصيغة الأولية نجد عدد المولات ثم نقسم عدد المولات على (عدد مولات الأقل) ثم نكتب الصيغة

المثالُ 11

ما الصيغةُ الأوليةُ لمركبٍ هيدروكربونيٍّ يحتوي على (60 g) كربونًا، و (20 g) هيدروجينًا؛ علمًا بأنَّ الكتلَ الذريةَ بوحدةِ amu (H = 1 ,C = 12)؟

الحلُّ: أتبعُ الإجراءاتِ المبسطةَ الآتيةَ:

	C	H
أكتبُ كتلةَ كلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ المذكورةِ في السؤالِ.	60	20
أجدُ عددَ مولاتِ كلِّ عنصرٍ؛ حيثُ ($n = \frac{m}{M_r}$).	$\frac{60}{12} = 5$	$\frac{20}{1} = 20$
أجدُ أبسطَ نسبةٍ عدديةٍ صحيحةٍ (أقسمُ عددَ مولاتِ العنصرِ على القيمةِ الأقلِّ لعددِ المولاتِ).	$\frac{5}{5} = 1$	$\frac{20}{5} = 4$

ولأنَّ النسبةَ بينَ ذراتِ H : C هيَ 1:4 على الترتيبِ؛ فإنَّ الصيغةَ الأوليةَ للمركبِ هيَ CH_4.

المثال 12

ما الصيغةُ الأوليةُ لمركبٍ يتكونُ منْ 40 % منَ الكالسيومِ، و 12% منَ الكربونِ، و 48 % منَ الأكسجينِ؛ علمًا بأنَّ الكتلةَ الذريةَ بوحدةِ amu (Ca = 40 ,O = 16 ,C = 12)؟

الحلُّ:

	Ca	C	O
أكتبُ النسبةَ المئويةَ لكلِّ عنصرٍ.	40	12	48
$(n = \frac{m}{M_r})$.	$\frac{40}{40} = 1$	$\frac{12}{12} = 1$	$\frac{48}{16} = 3$
أجدُ أبسطَ نسبةٍ عدديةٍ صحيحةٍ (أقسمُ عددَ مولاتِ العنصرِ على القيمةِ الأقلِّ لعددِ المولاتِ).	1	1	3

وبذلكَ تكونُ الصيغةُ الأوليةُ للمركبِ $CaCO_3$.

لحل أي سؤال ، إعتمد الخطوات التالية :
1- نجد عدد المولات.
2- إذا كانت الارقام مُبسطة تعتمد ، لكن إذا كانت غير مُبسطة نبسطها.

الصيغة الجُزيئية : صيغة تُبيّن الأعداد الفعلية للذرات وأنواعها في المركب.
ملاحظة : الصيغة الأولية قد لا تُبيّن العدد الفعلي لذرات العناصر المكونة المركب.

المثال التالي يُوضح الصيغة الاولية لكن لا تُبيّن عدد الذرات الفعلي:-
قد تكون الصيغة الأولية لأحد الجُزيئات مثل CH_3 ، ولكن لا يوجد في الطبيعة جزيء صيغته CH_3 . وإن صيغة الجُزيء مضاعفات من عدد ذرات الكربون والهيدروجين . يعني أن في الواقع الجزيء الواحد من هذا المركب يحتوي ستة ذرات H وذرتي C بالتالي تكون الصيغة الفعلية C_2H_6 .

ملاحظة :لمعرفة الصيغة الجُزيئية للمركب ، يجب تحديد الكتلة المولية له من خلال التجارب العملية أولًا ومن ثم مقارنتها بكتلة الصيغة الأولية .

مثال لو كانت الكتلة المولية للجُزيء CH_3 15g/mol ، فإن صيغته الأولية هي صيغته الجُزيئية في حين أنه إذا كانت كتلته المولية 30g/mol فتكون صيغته الجُزيئية C_2H_6.

لحساب الصيغة الجُزيئيّة ، نجد الصيغة الأولية ثم نجد العدد الفعلي للذرات

$$\text{العدد الفعلي للذرات} = \text{العدد ذرات العنصر في الصيغة الأولية} \times \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$$

المثالُ 13

ما الصيغةُ الأوليةُ، والصيغةُ الجزيئيةُ لمركبٍ هيدروكربونيٍّ يتكونُ منْ 85.7% منَ الكربونِ، و 14.3% منَ الهيدروجينِ، علمًا بأنَّ الكتلَ الذريةَ بوحدةِ amu (C = 12 ,H = 1)، والكتلةَ المولية للمركبِ 56 g/mol؟

الحلُّ:

	C	H
أكتبُ النسبةَ المئويةَ لكلِّ عنصرٍ.	85.7	14.3
أجدُ عددَ المولاتِ n.	$\frac{85.7}{12} = 7.1$	$\frac{14.3}{1} = 14.3$
أجدُ أبسطَ نسبةٍ عدديةٍ صحيحةٍ.	$\frac{7.1}{7.1} = 1$	$\frac{14.3}{7.1} = 2$

العددُ الفعليُّ للذراتِ: N
عددُ الذراتِ في الصيغةِ الأوليةِ: $N.\ emp$
كتلةُ الصيغةُ الأوليةُ: $m.\ emp$

أستنتجُ أنَّ الصيغةَ الأوليةَ للمركبِ هيَ CH_2، وكتلةَ هذهِ الصيغةِ 14 g، ولأنَّ الكتلةَ المولية للمركبِ 56 g/mol، فإنَّ العددَ الفعليَّ للذراتِ يُحسَبُ على النحوِ الآتي:

العددُ الفعليُّ للذراتِ = عددَ ذراتِ العنصرِ في الصيغةِ الأوليةِ × $\frac{\text{الكتلةِ المولية للمركبِ}}{\text{كتلةِ الصيغةِ الأوليةِ}}$

$$N = N.\ \text{emp} \times \frac{M_r}{m.\text{emp}}$$

$$N_C = 1 \times \frac{56}{14} = 4 \qquad N_H = 2 \times \frac{56}{14} = 8$$

وبذلكَ تكونُ الصيغةُ الجزيئيةُ C_4H_8

أتحقق ص31 :

ما الصيغة الجُزيئية لمركب كتلته المولية58g/mol وصيغته الأولية C_2H_5 علمًا بأن الكتلة الذرية (H=1, C=12)

الحل : نحسب كتلة الصيغة من الصيغة الأولية $Fm = (12\times2)+(1\times5) = 29g$

العدد الفعلي للذرات = العدد ذرات العنصر في الصيغة الأولية × $\frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$

العدد الفعلي للكربون $=2 \times \frac{58}{29} = 4$ **العدد الفعلي للهيدروجين** $=5 \times \frac{58}{29} = 10$

الجواب : C_4H_{10}

سؤال : ما الصيغة الجُزيئية لمركب صيغته الأولية CH_4N وكتلته المولية (60g/mol)؟

الحل : نحسب كتلة الصيغة : $(14\times1)+(1\times4)+(12\times1)=30g$

$$\text{العدد الفعلي للذرات} = \text{العدد ذرات العنصر في الصيغة الأولية} \times \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$$

العدد الفعلي للهيدروجين $=4\times\frac{60}{30}=8$ **العدد الفعلي للنيتروجين** $=1\times\frac{60}{30}=2$

العدد الفعلي للكربون $=1\times\frac{60}{30}=2$

الجواب: $C_2H_8N_2$

الحسابات المبنية على المول – الكتلة

- **يستخدم المول في الحسابات الكيميائية بإعتباره وحدة قياس للمادة**
- **تستخدم المعادلة الكيميائية الموزونة لتحديد عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة**

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

النسبة المولية : هي النسبة بين عدد مولات مادة إلى عدد مولات مادة أخرى

- **عند تفاعل 3mol من H_2 مع 1mol من N_2، فإنه ينتج 2mol من NH_3**

تكون النسبة بين عدد المولات ($N_2:H_2:NH_3$ هي 1:3:2) على الترتيب وتسمى النسبة المولية

يمكن كتابة النسبة المئوية للهيدروجين H_2 بدلالة عدد المولات إلى عدد مولات النيتروجين N_2 كما يلي :

$$\frac{n\ H_2}{n\ N_2} = \frac{3}{1}$$

وأيضًا يمكن كتابة النسبة المولية للهيدروجين H_2 بدلالة عدد مولاته إلى عدد مولات الامونيا NH_3 كما يأتي:

$$\frac{n\ H_2}{n\ NH_3} = \frac{3}{2}$$

وكذلك الحال عند كتابة النسبة المولية للنيتروجين N_2 بدلالة H_2 أو NH_3

$$\frac{n\ N_2}{n\ NH_3} = \frac{1}{2} \qquad \frac{n\ N_2}{n\ H_2} = \frac{1}{3}$$

حسابات (المول- المول)

تستخدم النسبة المولية في تحويل عدد مولات المادة المعلومة إلى عدد مولات المادة الأخرى المطلوب حسابها في المعادلة الكيميائية الموزونة

مثال : عند تفاعل 0.1mol من الهيدروجين فإنه يُمكن حساب عدد مولات النيتروجين المُتفاعلة، على النحو التالي حدد النسبة المولية للمادة المطلوبة ، وهي النيتروجين N_2

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

$$\frac{n\ N_2}{n\ H_2} = \frac{1}{3}$$

نحسب عدد مولات النيتروجين اللازمة للتفاعل ، وذلك بضرب النسبة المولية له في عدد مولات الهيدروجين المعطاه في السؤال ، كما يأتي :

$$n\ N_2 = \frac{1}{3} \times 0.1\ mol\ H_2 = 0.03\ mol\ N_2$$

المثالُ 14

في المعادلةِ الكيميائيةِ الموزونةِ الآتيةِ:

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

أحسبُ عددَ مولاتِ H_2O الناتجةِ منْ تفاعلِ 4 mol منْ O_2 معَ كميةٍ كافيةٍ منَ الهيدروجينِ.

الحلُّ:

بالرجوعِ إلى المعادلةِ الكيميائيةِ الموزونةِ، أجدُ النسبةَ المولية لـ H_2O بدلالةِ O_2 كالآتي:

$$\frac{n\ H_2O}{n\ O_2} = \frac{2}{1}$$

ولحسابِ عددِ مولاتِ H_2O الناتجةِ، أضربُ النسبةَ المولية لَها في عددِ مولاتِ O_2 المُعطاةِ في السؤالِ، كما يأتي:

$$n\ H_2O = \frac{2}{1} \times 4\ mol\ O_2 = 8\ mol\ H_2O$$

حسابات (مول – كتلة) :

يمكن حساب كتل المواد المتفاعلة والناتجة في المعادلة الموزونة بمعرفة عدد مولاتها

مثال : $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

$Mr_{Mg} = 24$

$Mr_{O_2} = 32$

$Mr_{MgO} = 40$

يُلاحظ أن تفاعل 2mol من Mg مع 1mol من O_2 لتكوين 2mol من MgO بتحويل مولات المواد المُتفاعلة والناتجة إلى كتل، ينتج :

$$(48g)\ Mg + (32g)\ O_2 \rightarrow (80g)\ MgO$$

يُلاحظ أن مجموع كتل المواد المُتفاعلة يساوي كتلة المادة الناتجة ، هذا يتفق مع قانون حفظ الكتلة

المثال 15

في معادلةِ التفاعلِ الموزونةِ: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

أحسبُ كتلةَ H_2 اللازمةَ للتفاعلِ معَ 7 mol منْ O_2، علمًا بأنَّ كتلةَ 1 mol منْ H_2 تساوي 2 g/mol.

الحلُّ:

بالرجوعِ إلى معادلةِ التفاعلِ الموزونةِ أجدُ أنَّ النسبةَ المولية لـ H_2 هيَ:

$$\frac{n\ H_2}{n\ O_2} = \frac{2}{1}$$

أستخدمُ النسبةَ المولية لتحويلِ مولاتِ O_2 إلى مولاتِ H_2 المطلوبةِ كما يأتي:

$$n\ H_2 = \frac{2}{1} \times 7\ mol\ O_2 = 14\ mol\ H_2$$

فإنَّهُ يمكنُ تحويلُ مولاتِ الهيدروجينِ إلى كتلةٍ كما يأتي:

$$m\ H_2 = \frac{2\ g\ H_2}{1\ mol\ H_2} \times 14\ mol\ H_2 = 28\ g\ H_2$$

المثال 16

أحسبُ كتلةَ Fe الناتجةَ منْ تفاعلِ 9 mol منَ الكربونِ C، وفقَ المعادلةِ الموزونةِ الآتيةِ: (علمًا بأنَّ كتلةَ المولِ: Fe = 56 g/mol)

$$Fe_2O_{3(s)} + 3C_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{(g)}$$

الحلُّ:

$$\frac{n\ Fe}{n\ C} = \frac{2}{3}$$

$$n\ Fe = \frac{2}{3} \times 9\ mol\ C = 6\ mol\ Fe$$

$$m\ Fe = \frac{56\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} \times 6\ mol\ Fe = 336\ g\ Fe$$

حساب لكتلة - لكتلة :

المثالُ 17

في معادلةِ التفاعلِ الآتيةِ: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

أحسبُ كتلةَ الأمونيا NH_3 الناتجةَ عنْ تفاعلِ 56g منَ النتروجينِ، والكتلَ الذريةَ (H = 1 , N = 14)

الحلُّ:

نحوِّلُ كتلةَ النتروجينِ المعلومةَ في السؤالِ إلى مولاتٍ:

$$n\,N_2 = 56\,g \times \frac{1\,mol\,N_2}{28\,g} = 2\,mol$$

نجدُ النسبةَ المولية NH_3

$$= \frac{n\,NH_3}{n\,N_2} = \frac{2}{1}$$

نحسبُ عددَ مولاتِ NH_3:

$$n\,NH_3 = \frac{2}{1} \times 2mol = 4\,mol$$

ومنها نحسب كتلتها:

$$m\,NH_3 = \frac{17\,g}{1\,mol} \times 4\,mol = 68\,g$$

سؤال أتحقق : اعتمادًا على المعادلة الموزونة الآتية :

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

1- أحسب عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل مع 5mol من عنصر Mg

$$\frac{n\,O_2}{n\,Mg} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{2}{1} \times 5 = 2.5\,mol$$

2- أحسب كتلة MgO الناتجة عن احتراق 6g من عنصر Mg احتراقًا تامًا ، بوجود كمية كافية من الأكسجين

$$n\,Mg = 6g \times \frac{1}{24} = 0.25\,mol = nMgO$$

$$m\,MgO = 40 \times 0.25 = 10\,g$$

المردود المئوي للتفاعل

المردود المئوي للتفاعل: هو النسبة المئوية للمردود الفعلي إلى المردود النظري

المردود المتوقع (لنظري): هي كمية المادة المحسوبة من التفاعل، يرمز له P_y

المردود الفعلي (الحقيقي) : هو كمية المادة الناتجة فعليًا من التفاعل التي يحددها الكيميائي من التجارب الدقيقة ، يرمز له A_y

فعلك على نظري مية بالمية

$$\text{المردودُ المئويُّ للتفاعلِ} = \frac{\text{(المردودَ الفعليَّ)}}{\text{(المردودِ المتوقعِ)}} \times 100\ \%$$

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100\ \%$$

المثالُ 18

في تفاعلٍ ما حصلْنا على 2.64 g منْ كبريتاتِ الأمونيوم. فإذا علمتُ أنَّ المردودَ المتوقعَ 3.3 g، فأحسبُ المردودَ المئويَّ للتفاعلِ.

الحلُّ:

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100\%$$

$$= \frac{2.64\ g}{3.3\ g} \times 100\% = 80\%$$

أتحقق ص36: ما الفرق بين المردود الفعلي، والمردود المتوقع للتفاعل؟

الجواب : المردود الفعلي هو كمية المادة الفعلية الناتجة من التفاعل ، والتي يحددها الكيميائي من التجارب الدقيقة المردود المتوقع هو كمية المادة الناتجة المحسوبة نظريًا

أفكر ص36 : لماذا تكون نسبة المردود الفعلي أقل بشكل عام من نسبة المردود المتوقع ؟

ممكن أن يحدث فقدان لجزء من كمية الناتج ، بسبب نقله من وعاء إلى وعاء آخر ، أو عمليات الترشيح ممكن أن يكون التفاعل غير تام .....

أسئلة عامة

سؤال :

في معادلة التفاعل الموزونة $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$

أحسب كتلة Al_2O_3 الناتجة عن تفاعل 24 mol من Al مع كمية كافية من الأكسجين؛

علمًا بأن الكتلة المولية Al_2O_3 تساوي 102 g/mol

الحل:

$$\frac{\text{n } Al_2O_3}{\text{n } Al} = \frac{2}{4}$$

$$\frac{2}{4} \times 24 = 12 \text{ mol}$$

$$m = 12 \times 102 = 1224 \text{ g}$$

سؤال :

أحسب كتلة NOCl الناتجة عن تفاعل 7.1g من Cl_2 ، وفق المعادلة التالية :

$$2NO + Cl_2 \rightarrow 2NOCl$$

(Mr g/mol Cl_2 = 71 , NOCl = 65,5)

الجواب : 13.1g

انضم في جروب الواتساب : 0788819621

سؤال :

في تفاعل ما تم الحصول على 15g فقط من مادة، فإذا كان المردود المتوقع 25g فإحسب المردود المئوي للتفاعل

$$Y = \frac{Py}{Ay} \times 100\%$$

$$= \frac{15}{25} \times 100\% = 60\%$$

سؤال :

يحترق عنصر البوتاسيوم مع كمية كافية من الأكسجين حسب المعادلة التالية :

$$4K + O_2 \rightarrow 2K_2O$$

إذا علمت أن الكتلة المولية لـ (K=39 ، O=16)

أ- إحسب كتلة البوتاسيوم اللازمة لإنتاج 50g من أكسيد البوتاسيوم

ب- أحسب كتلة الأكسجين اللازمة لإنتاج 40g من أكسيد البوتاسيوم

أ-

الحل :

نحول كتلة أكسيد البوتاسيوم إلى مولات ، ونجد الكتلة المولية لـ K_2O

$$n_{K_2O} = \frac{m}{mr} = \frac{50}{94} = 0.53mol$$

$$mr = (2\times39) + (16\times1) = 94\ g/mol$$

نكتب النسبة

$$\frac{nK}{nK_2O} = \frac{4}{2} \rightarrow \frac{nK}{n0.53} = \frac{4}{2} \rightarrow 0.53 \times 4 = nK \times 2$$

$$n_K = 1.06\ mol$$

نحول من مول إلى كتلة $n = \frac{m}{mr} = 1.06 \rightarrow \frac{m}{39} = 1.06 \quad m_K = 41.34\ g$

ب-

نحول كتلة أكسيد البوتاسيوم إلى مولات ، ونجد الكتلة المولية لـ K_2O

$$n_{K_2O} = \frac{m}{mr} = \frac{40}{94} = 0.42 \text{ mol}$$

نكتب النسبة

$$\frac{n_{O_2}}{n_{K_2O}} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{n_{O_2}}{0.42} = \frac{1}{2} \rightarrow 2n_{O_2} = 0.42 \quad O_2 = 0.21 \text{ mol}$$

نحول من مول إلى كتلة

$$n=\frac{m}{mr} \rightarrow 0.21 = \frac{m}{32} \rightarrow m_{O_2} = 0.21 \times 32 = 6.72\ g$$

إذا حصلنا على 2.85g من كبريتات النحاس ، وكان المردود المتوقع 3.1g ، إحسب المردود المئوي للتفاعل

الحل :

$$\text{المردودُ المئويُّ للتفاعلِ} = \frac{\text{(الفعليَّ المردودَ}}{\text{المتوقعِ المردودِ)}} \times 100$$

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100$$

المردود المئوي للتفاعل $= \frac{2.85}{3.1} \times 100\% = 91.9\%$

مُراجعة الدرس

السؤال الأول : الفكرة الرئيسية : ما اهمية الحسابات الكيميائية ؟
تعد الركيزة الأساسية في تحديد مولات المواد المُتفاعلة والناتجة مما يُساعد في معرفة كتلتها بدقة

السؤال الثاني : أوضح المقصود بكل من : النسبة المئوية بالكتلة لعنصر ، الصيغة الأولية ، الصيغة الجُزيئية ، المردود المئوي للتفاعل .

- النسبة المئوية بالكتلة لعنصر : نسبة كتلة عنصر في المركب إلى كتلة المركب الكلية.
- الصيغة الأولية : هي أبسط نسبة عددية صحيحة بين ذرات العناصر المُكونة للمركب.
- الصيغة الجُزيئية : هي الصيغة التي تُبيّن الأعداد الفعلية للذرات ونوعها في المركب.
- المردود النظري للتفاعل : كمية المادة الناتجة المحسوبة من التفاعل (المردود المتوقع) .

السؤال الثالث : ما الصيغة الأولية لمركب يتكون من تفاعل 2.3g من الصوديوم Na مع 8g من البروم Br؟

الكتلة الذرية لكل من (Br=80 , Na= 23) كتلة البروم = 8g ، كتلة الصوديوم =2.3g

لتحديد الصيغة الجُزيئية نحسب عدد المولات

$$n = \frac{m}{mr} \qquad n_{Br} = \frac{8}{80} = 0.1 \qquad n_{Na} = \frac{2.3}{23} = 0.1$$

نقسم على الطرفين باستخدام عدد مولات العنصر الأقل عدد مولات ، لكن لأن العنصرين متماثلين في عدد المولات نقسم على 0.1

$$Br = \frac{0.1}{0.1} = 1 \qquad Na = \frac{0.1}{0.1} = 1$$

السؤال الرابع : ما الصيغة الجُزيئية لمركب هيدروكربوني يتكون من 92.3% من الكربون ، و 7,7% من الهيدروجين ، علمًا أن الكتلة المولية للمركب 26g/mol علمًا أن الكتلة الذرية لـ (H=1 , C = 12)

- مُلاحظة النسبة المئوية = الكتلة يعني كتلة الكربون = 92.3g ، كتلة الهيدروجين= 7,7g

نحسب عدد المولات لكل منهم

$$n = \frac{m}{mr} \qquad n_C = \frac{92.3}{12} = 7.7 \qquad n_H = \frac{7.7}{1} = 7.7$$

نقسم على الطرفين باستخدام عدد مولات العنصرالأقل عدد مولات ، لكن لأن العنصرين متماثلين في عدد المولات نقسم على 7.7

$$C = \frac{7.7}{7.7} = 1 \qquad Na = \frac{7.7}{7.7} = 1$$

إذًا الصيغة الأولية هي CH

الأن نحسب كتلة الصيغة وهي $1\times12 + 1\times1 = 13g$

نحسب العدد الفاعلي للذرات

العدد الفعلي للذرات C $= \frac{26}{13}\times1 = 2$ العدد الفعلي للذرات H $= \frac{26}{13}\times1 = 2$

الصيغة الجُزيئية= C_2H_2

السؤال الخامس : أحسب : كتلة أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 الناتجة من تفاعل 9.12g من كبريتيد الحديد (Fe_2SO_4II) علمًا بأن معادلة التفاعل الموزونة هي :

$$2FeSO_{4(s)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

علمًا أن الكتل المولية لكبريتيد الحديد تساوي (152g) ، الكتلة المولية لأكسيد الحديد تساوي (160g)

نحساب النسبة نحسب عدد مولات كبريتيد الحديد

$$n = \frac{m}{mr} = \frac{9.12}{152} = 0.06$$

نحسب النسبة : $nFe_2O_3 = 0.03mol$ $\quad \frac{nFe_2O_3}{0.06} = \frac{1}{2}$ $\quad \frac{nFe_2O_3}{Fe_2SO_4} = \frac{1}{2}$

نحسب كتلة أكسيد الحديد $0.03 = \frac{m}{160}$ $\quad m = 4.8g$ $\quad n = \frac{m}{mr}$

السؤال السادس : أحسب عدد مولات غاز ثاني أكسيد الكربون ، الناتجة من احتراق 6mol من غاز الإيثان احتراقًا تامًا في كمية وافرة من غاز الأكسجين ؟ وذلك حسب المعادلة الموزونة الآتية:

$$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

نحسب النسبة : $\frac{nCO_2}{6} = \frac{2}{1} = 12\ mol$ $\quad \frac{nCO_2}{n\ C_2H_6} = \frac{4}{2}$

السؤال السابع : أحسب : المردود المئوي لتفاعل ما لإنتاج أكسيد الكالسيوم، علمًا بأن المردود المتوقع 5.6g والمردود الفعلي 2.8g

$$\text{المردودُ المئويُّ للتفاعلِ} = \frac{\text{(المردودَ الفعليَّ)}}{\text{(المردودِ المتوقعِ)}} \times 100\ \%$$

$$CaO = \frac{2.8}{5.6} \times 100\% = 50\%$$

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100\ \%$$

مُراجعة الوحدة

السؤال الأول :ما المقصود بكل من المصطلحات الآتية :

1- **المول :** هي الوحدة الدولية التي تستخدم في قياس كميات المواد التي يجرى فيها التفاعل.

2- **الكتلة الجزيئية:** هي مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة في الجزيء الذي تربط ذراته بروابط تساهمية مقيسة بوحدة amu.

3- **تفاعل التحلل (التفكك) الحراري :** هو تحلل مركب واحد بالحرارة مُنتجًا مادتين أو أكثر وقد تكون النواتج عناصر أو مُركبات.

4- **المردود المئوي للتفاعل :** هي النسبة المئوية للمردود الفعلي إلى المردود النظري.

5- **التفاعل الكيميائي :** هو اي تغير يطرأ على المادة سواء تغيرات فيزيائية او كيميائية .

6- **قانون حفظ الكتلة :** هو ان المادة لا تفنى ولا تستحدث من العدم , اي ان مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة.

السؤال الثاني : أكتب معادلة كيميائية موزنة تمثل :

أ- تفاعل عنصر الحديد الصلب مع غاز الأكسجين لإنتاج أكسيد الحديد (III)الصلب

$$4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

ب-تفاعل كربونات الكالسيوم الصلبة مع محلول حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl2 + CO_2 + H_2O$$

ج- تفاعل أيونات الفضة مع أيونات البروميد ، لتكوين راسب من بروميد الفضة

$$Ag^+ + Br^- \longrightarrow AgBr$$

السؤال الثالث : استنتج الصيغة الأولية للمركب في كل الحالات الآتية :

أ - تفاعل 0.6g من الكربون مع الأكسجين لتكوين 2.2g من أكسيد الكربون

لمعرفة كتلة الاكسجين نطرح الكتلة الكلية للمركب 2.2من 0.6 = 1.6g

$n_C = \frac{0.6}{12} = 0.05$ $\frac{0.05}{0.05} = 1$ $n_O = \frac{1.6}{16} = 0.1$ $\frac{0.1}{0.05} = 2$

الصيغة الأولية هي CO_2

ب- تفاعل من 2.3g من الصوديوم مع 8g من البروم **(فرع إضافي)**

نحسب عدد مولات الصوديوم وعدد مولات البروم

$n_{Br} = \frac{8}{80} = 0.1$ $\frac{0.1}{0.1} = 1$ $n_{Na} = \frac{2.3}{23} = 0.1$ $\frac{0.1}{0.1} = 1$

الصغة الأولية هي NaBr

السؤال الرابع : أستنتج الصيغة الجُزيئية لمركب صيغته الأولية CH_2 وكتلته المولية 28g
الكتل الذرية (C=12 , H=1)

نحسب الكتلة المولية للصيغة الأولية 12+ 1×2=14

العدد الفعلي للذرات = العدد ذرات العنصر في الصيغة الأولية × $\frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$

العدد الفعلي للكربون: $1\times\frac{28}{14}=2$ العدد الفعلي هيدروجين $2\times\frac{28}{14}=4$

الصيغة الجزيئية C_2H_4

السؤال الخامس : يحترق عنصر المغنيسيوم وفق المعادلة التالية :

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

معلومة : الكتل الذرية (Mg=24 , O=16)

أ- احسب كتلة المغنيسيوم الازمة لإنتاج 8g من أكسيد المغنيسيوم

نحسب الكتلة المولية لأكسيد المغنيسيوم 24+16=40

نجد عدد مولات MgO $n_{MgO}=\frac{m}{mr}=\frac{8}{40}=0.2$

نجد النسبة $nmgo=0.2$ $\frac{nMg}{0.2}=\frac{2}{2}$ $\frac{nMg}{nMgO}=\frac{2}{2}$

نحسب الكتلة $m=n\times Mr=0.2\times24=4.8$

ب- احسب كتلة الاكسجين اللازمة لإنتاج 20g من أكسيد المغنيسيوم

نجد عدد مولات MgO $nMgO=\frac{m}{mr}=\frac{20}{40}=0.5$

نجد النسبة $nO_2=0.5$ $\frac{nMg}{0.5}=\frac{2}{2}$ $\frac{nO_2}{nMgO}=\frac{1}{2}$

نحسب الكتلة $m=n\times Mr=0.5\times32=16g$

السؤال السادس : أحسب عدد المولات في : 9.8g من حمض الكبريتيك H_2SO_4

الكتل الذرية (H=1 S=32 O=16)
نجد الكتلة المولية : (1× 2) + (32× 1) +(4 × 16) =98

نحسب عدد المولات $n=\frac{9.8}{98}=0.1\ mol$ $n=\frac{m}{mr}$

السؤال السابع : تتحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة وفق المعادلة الآتية :

أ- فأحسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتجة عن تسخين 50g من كربونات الكالسيوم

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

فإذا علمتُ أنَّ الكتلَ الذريةَ: (C = 12, O = 16, Ca = 40)

نحسب الكتلة المولية للمركب $CaCO_3$ $40 \times 1 + 12 \times 1 + 16 \times 3 = 100$

$$n_{CaCO_3} = \frac{m}{mr} \quad n_{CaCO_3} = \frac{50}{100} = 0.5mol$$

نحسب النسبة $\frac{0.5}{nCaO} = \frac{1}{1} = 0.5mol$ $\frac{nCaCO_3}{nCaO} = \frac{1}{1}$

نحسب كتلة أكسيد الكالسيوم $m = n \times mr$

لكن لا يوجد لدينا كتلة مولية للـ CaO لذلك نحسبها $40 \times 1 + 16 \times 1 = 56$

الأن نحسب كتلة أكسيد الكالسيوم $0.5 \times 56 = 28g$

ب- أحسب المردود المئوي للتفاعل إذا حصلنا على 15g من أكسيد الكالسيوم

المردودُ المئويُّ للتفاعلِ = $100\ \% \times \frac{\text{(المردودَ الفعليَّ)}}{\text{(المردودِ المتوقعِ)}}$

$$Y = \frac{Ay}{Py} \times 100\ \%$$

$CaO = \frac{15}{28} \times 100 = 54\%$

السؤال الثامن : كربيد السيلكون SiC مادة قاسية تستخدم في صناعة ورق الزجاج وحجر الجلخ ، ويتم الحصول عليه من تسخين أكسيد السيلكون مع كربون وفق المعادلة :

$$SiO_{2(s)} + C_{(s)} \rightarrow SiC_{(s)} + CO_{(g)}$$

فإذا عُلِمَ أنَّ الكتلَ الذريةَ للعناصرِ المذكورةِ كالآتي: (C = 12, O = 16, Si = 28)

أ- أوزن معادلة التفاعل

$$SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2CO$$

ب- أحسب عدد مولات CO الناتجة عن تفاعل 0.5mol من SiO_2

نجد النسبة

$$\frac{nCO}{nSiO_2} = \frac{2}{1} \quad \frac{nCO}{0.5} = \frac{2}{1} \quad nco = 1mol$$

ج- أحسب كتلة SiC الناتجة عن اتفاعل 4mol من ذرات الكربون

نجد النسبة : $\frac{nsic}{1} = \frac{4}{3}$ $\frac{nSiC}{4} = \frac{1}{3}$ $\frac{nSiC}{nC} = \frac{1}{3}$

نحسب الكتلة المولية للـ SiC $(28 \times 1) + (12 \times 1) = 40g/mol$

نحسب الكتلة $m=n\times mr = \frac{4}{3} \times 40 = 53.3g$

د- أحسب النسبة المئوية لعنصر الكربون في المركب SiC

$$\text{النسبةُ المئويةُ بالكتلةِ (للعنصرِ)} = \frac{\text{كتلةَ العنصرِ}}{\text{كتلةِ المركبِ}} \times 100$$

النسبة المئوية لعنصر الكربون $= \frac{12}{40} \times 100\%$

النسبة المئوية لعنصر الكربون= 30%

السؤال التاسع : أصنف المعادلات الآتية حسب أنواعها : (إلى اتحاد،أو تحلل ،أو إحلال أحادي)

$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2AlCl_{3(s)}$ إتحاد

$Mg_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + MgSO_{4(aq)}$ إحلال أحادي

$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + 4H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$ تحلل

10- أختار رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1. ما عددُ مولاتِ ذرات الأكسجينِ الموجودةِ في 1 mol منْ A_gNO_3؟

أ . 1 ب. 2 جـ. 3 د. 4

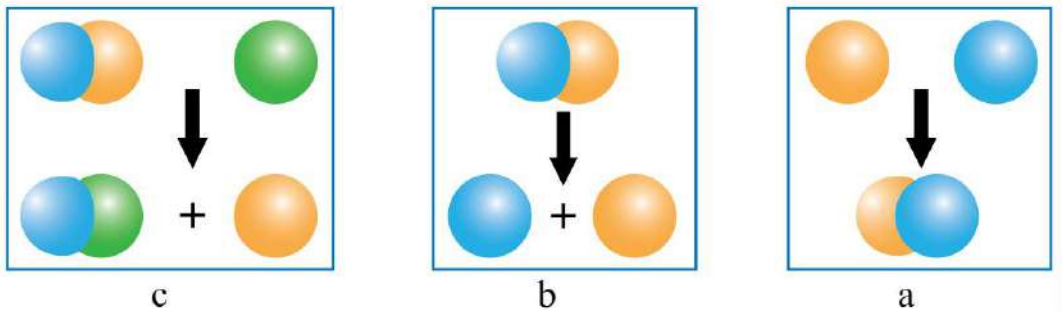
2. أيٌّ منَ الآتيةِ يعدُّ الكتلةَ المولية لمركبِ Na_2SO_4 (بوحدةِ g /mol)؟ الكتل الذرية (Na=23 , O=16 , S=32)

أ . 71 ب. 119 جـ. 142 د. 183

3. تُسمّى كميةُ المادةِ الناتجةِ المحسوبةُ منَ التفاعلِ:

أ. المردودَ المتوقع. ب. المردودَ الفعليَّ. جـ. الكتلةَ المولية. د . المولَ.

السؤال الحادي عشر : أميز التفاعلات الواردة في النماذج الآتية وأفسرها



A إتحاد (مادتان تنتجان مادة واحدة جديدة)

B تفكك (مادة واحدة تنتج مادتين)

C إحلال أحادي (استبدال ذرة محل ذرة)

السؤال الثاني عشر : مركب كتلته 8.8g يتكون فقط من عنصري الكربون والهيدروجين ، وكتلة الهيدروجين : 1.6g

أ- أحسب : النسبة المئوية بالكتلة لعنصري الكربون والهيدروجين في المركب.

الحل :

نحسب كتلة الكربون من خلال طرح كتلة المركب من كتلة الهيدروجين (8.8-1.6 = 7.2g)

$$\text{النسبةُ المئويةُ بالكتلةِ (للعنصرِ)} = \frac{\text{كتلةَ العنصرِ}}{\text{كتلةِ المركبِ}} \times 100$$

النسبة المئوية لعنصر الكربون $= \frac{7.2}{8.8} \times 100 = 81.8\%$

النسبة المئوية لعنصر الهيدروجين $= \frac{1.6}{8.8} \times 100 = 18.2\%$

ب- أستنتج: أي الصيغتين تمثل المركب C_2H_6 **أم** C_3H_8

الحل :

الصيغة المتوقعة هي C_3H_8 **لأن من النسبة المئوية من فرع (أ) كان الكربون اربع اضعاف الهيدروجين.**

قَالَ رسولُ الله ﷺ : من سلك طريقا يبتغي فيه علما سهل الله له طريقا إلى الجنة.

الدرس الأول : تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية

- سيكون تركيزنا على التفاعلات الكيميائية لأنها **المصدر الأساسي للطاقة** على سطح الأرض.

👍 سنتحدث عن ....

- تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية الناتجة عن تغيرات فيزيائية وكيميائية التي تحدث للمواد سواء امتصاص للطاقة او انبعاث لها.

- نميز بين الطاقة الممتصة والطاقة المنبعثة الناتجة بسبب تبادل المواد للطاقة فيما بينها وبين الوسط المحيط حسب الظروف المحيطة واختلاف درجة الحرارة.

- حسابات الطاقة في التفاعلات الكيميائية ، حيث ينتج عن التفاعلات الكيميائية تغير في المحتوى الحراري ويمكن حسابه بطرق مختلفة.

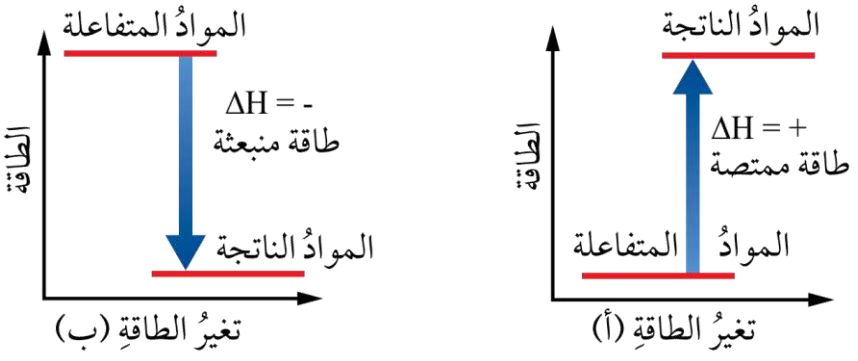
📋 الطاقة المُرافقة للتفاعل الكيميائي

- يرافق حدوث الكثير من التفاعلات الكيميائية **انبعاث كميات من الطاقة** .
مثل الناتجة عن احترق الوقود (غاز الطبخ ، الفحم ، أو غيرها).
- في حين تحتاج بعض التفاعلات الكيميائية إلى **امتصاص الطاقة** حتى تحدث.
مثل طهو الطعام وتفاعلات البناء الضوئي.

التغير في المحتوى الحراري (الإنثلبي) : هو كمية الطاقة الممتصة أو المنبعثة خلال التفاعل ،يرمز له (ΔH) وقد تكون إشارته **سالبة(-)** أو **موجبة(+)**.

- الإشارة الموجبة (+) لـ (ΔH) تدل على أن الطاقة **ممتصة** من التفاعل **(+) مـاص**
- الإشارة السالبة (-) لـ (ΔH) تدل على أن الطاقة **منبعثة** من التفاعل **(-) منبعث أو مفقود**

المحتوى الحراري : هو كمية الطاقة المخزنة في مول واحد من المادة ، ويرمز له بالرمز (H).



مخطط التغير في المحتوى الحراري للتفاعل