دوسية أوكسجين في شرح وحل اسئلة

مادة الكيمياء

الصف العاشر

الوحدة الرابعة: التفاعلات والحسابات الكيميائية

الفصل الدراسي الثاني

إعداد : م. مريم السرطاوي

تلاخيص منهاج أردني

المنهاج الجديد

2020

بسم الله الرحمن الرحيم

أحمد الله وأشكره على إنجاز هذا العمل فله الحمد أولًا وآخرًا،

ثم أشكر كل من دعمني لإنجازه،

والداي .. زوجي .. إخوتي .. أبنائي

وأخيرا تصميم الغلاف من الأستاذ الفيزيائي المبدع: معاذ أمجد أبو يحيى

فمن لا يشكر الناس لا يشكر الله

طلابي الأعزاء لا بد أن نعي جميعًا أن أي عمل بشر لا يخلو من نقص أو عيب؛

فإن الكمال لله وحده، لذا عليكم تجربة الحساب بأنفسكم للتأكد من النتائج ولتثقوا بقدراتكم العظيمة

بقدرِ الكدِّ تكتسبُ المعالي ومن طلب العلا سهر الليالي

ومن رام العلا من غير كد أضاع العمر في طلب المحال

تروم العز ثم تنام ليلاً يغوص البحر من طلب اللآلي

ما هي دوسية أوكسجين؟

دوسية شاملة للمادة فهي كالأوكسجين تنعش التفكير وتحيي الكيمياء في الروح 😍 ، تشمل دروس الوحدة الرابعة:

1- شرح الدرس الأول: التفاعلات الكيميائية مع حل أسئلة الدرس
2- شرح الدرس الثاني: المول والكتلة المولية مع حل أسئلة الدرس
3- شرح الدرس الثالث: الحسابات الكيميائية مع حل أسئلة الدرس
4- حل أسئلة الوحدة
5- أمثلة وتدريبات محلولة تعلم الطالب نمط الأسئلة للامتحان
6- أوراق أتدرّب يتمرن عليها الطالب
7- ملحق نهاية الدوسية فيه جداول لبيانات العناصر تهم الطالب في هذه المرحلة

تابع معنا كل جديد مع طلاب مدرسة الكيمياء الإلكترونية

وأيضا على قناتي اليوتيوب **mariam sartawi**

https://cutt.us/SCHOOLofCHEMISTRY

رسالتي التعليم المميز للجميع.. نشر الدوسية مجانًا على النت لا يعني أن كاتبها يحلّ التعديل عليها وقص الشعار أو إزالة اسم المعلم وتعديله وغير ذلك

الدرس الأول: التفاعلات الكيميائية

التغير الفيزيائي والكيميائي

ما أنواع التغيرات التي تطرأ على المادة؟

1) تغيرات فيزيائية 2- تغيرات كيميائية

وضح مفهوم التغيرات الفيزيائية، مع أمثلة

التغيرات الفيزيائية تؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة

مثال:

(1) الحالة الفيزيائية: صلبة، سائلة، غازية [مثل تجمد الماء: انتقل من سائل إلى صلب]

(2) الشكل

(3) الحجم

ولا يحدث في التغير الفيزيائي أي تغير في المادة نفسها

أمثلة على تغيرات فيزيائية:

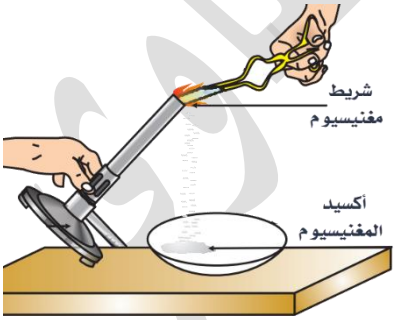
انصهار مكعب الثلج/ تبخر الماء/ ذوبان الملح في الماء/ كسر الزجاج/ قص الورق أو طيّه

ما مفهوم التغيرات الكيميائية؟

التغيرات الكيميائية ينتج عنها مواد جديدة تختلف خصائصها عن المواد الأصلية

مثال:

(1) عند اشتعال شريط المغنيسيوم Mg بوجود الأكسجين O_2 ينتج رماد أبيض اللون "أكسيد المغنيسيوم" MgO وهو يختلف عن المغنيسيوم والأكسجين في الخصائص



(2) يتفاعل الصوديوم Na مع غاز الكلور Cl_2 فينتج مركب كلوريد الصوديوم "ملح الطعام" NaCl وهو أبيض يحتاجه الجسم، بينما خصائص العناصر المتفاعلة هي:

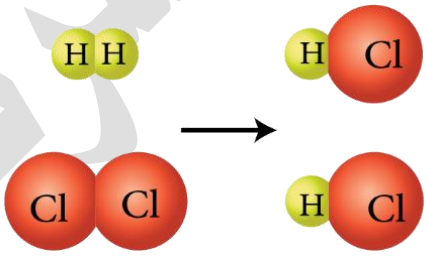
- الصوديوم: فلز صلب يتفاعل بشدة مع الماء
- الكلور: غاز سام لونه أصفر مخضر

(3) يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز الكلور Cl_2 لإنتاج غاز كلوريد الهيدروجين HCl، تختلف خصائص المواد المتفاعلة عن المواد الناتجة

عرِّف التفاعل الكيميائي

هو عملية يحدث فيها تكسير الروابط بين ذرات عناصر المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات عناصر المواد الناتجة

أو هو إعادة ترتيب الذرات دون المساس بنوعها وعددها فتنتج مواد جديدة من نفس نوع وعدد المواد المتفاعلة ولكن تختلف عنها في الخصائص الكيميائية والفيزيائية



$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

نفس النوع: الهيدروجين في المتفاعلات وفي النواتج، الكلور في المتفاعلات وفي النواتج
نفس العدد: ذرتين هيدروجين في المتفاعلات ومثله في النواتج، ومثل ذلك في الكلور

أتوقع ص11: ما نوع الرابطة الكيميائية بين ذرات H – Cl ، H – H ، Cl – Cl ؟

رابطة تساهمية أحادية

أفكر: أي من الشكلين الآتيين يمثل تفاعلاً كيميائيًّا؟ فسِّر

(1)

(2)

الشكل الثاني هو تفاعل كيميائي؛ بسبب تغير ترتيب الذرات وإنتاج مواد جديدة

التغير الفيزيائي	التغير الكيميائي
لا تغير في تركيب المادة	تغير في تركيب المادة

أمثلة من حياتنا على التغيرات الكيميائية [التفاعل الكيميائي]:
صدأ الحديد/ عفن الخبز والفواكه/ حرق الخشب/ مضغ الطعام وهضمه/ تخمّر العجين وغيره

ما هي الدلالات على وجود تفاعل كيميائي؟
تصاعد غاز/ تغير اللون/ ظهور راسب/ تغير درجة الحرارة/ ظهور ضوء أو شرارة

أتدرب [1]: التغير الكيميائي

حدِّد نوع التغير في كل مما يلي:

	فيزيائي	كيميائي
احتراق فتيل الشمعة		
تكوّن بخار الماء نتيجة غليان الماء		
صهر الحديد الصُّلب إلى سائل		
اشتعال الصوديوم عند ملامسته الماء		
تخمّر اللبن وتحوّله إلى شنينة		

أكمل الفراغ بما يناسبه:

1- يعتبر صدأ الحديد من التغيرات .....

2- اشتعال شريط المغنيسيوم مكوِّنًا أكسيد المغنيسيوم يُعدُّ تغيرًا .....

3- نُسمي التغير ..... تفاعلاً كيميائيًّا

4- يعدُّ تصاعد الغاز من دلالات حدوث التفاعل .....

5- التفاعل الكيميائي هو كسر روابط المواد ..... وتكوين روابط جديدة في المواد .....

6- يعتبر تجمد الماء من التغيرات .....

المعادلة الكيميائية الموزونة

نعبر عن التفاعل الكيميائي باستخدام المعادلة الكيميائية الموزونة

عرِّف المعادلة الكيميائية الموزونة

تعبير بالرموز والصيغ يبيِّن المواد المتفاعلة والناتجة، ونسب تفاعلها، وحالاتها الفيزيائية، والظروف التي يُجرى فيها التفاعل بما يُحقِّق قانون حفظ الكتلة

علامَ ينُصُّ قانون حفظ الكتلة

المادة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم أثناء التفاعل الكيميائي

حيث أنَّ مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة

مثال:

تفاعل الأكسجين 7g مع الزئبق 93g وينتج أكسيد الزئبق 100g

$$O_{2(g)} + 2Hg_{(l)} \rightarrow 2HgO_{(s)}$$

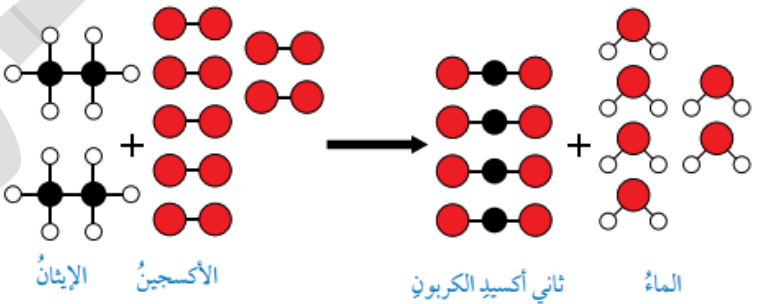
كيف نثبت أن مجموع كتل المواد نفسه؟

عدد ونوع الذرات نفسه في المتفاعلة والناتجة لم يتجزأ أو يتحطم أو يُستحدث، إنما فقط تم إعادة ترتيب الذرات

مثال:

احتراق غاز الإيثان بوجود غاز الأكسجين فينتج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء

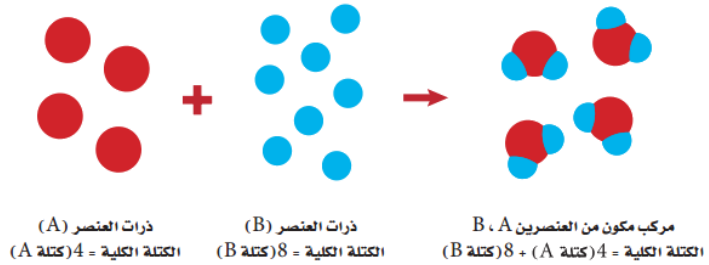
$$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$



أفسر: كيف تغير ترتيب ذرات العناصر بالنسبة إلى بعضها؟

انكسرت الروابط في الإيثان والأكسجين بفعل طاقة الاحتراق، واتحد الأكسجين مع الكربون من جهة، ومع الهيدروجين من جهة أخرى

الاستنتاج: عدد ذرات كل عنصر يكون ثابتًا وبالتالي تكون الكتلة ثابتة أيضًا



تدريب:

عند تسخين 10.0غرام من مادة كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) فإنه يتم إنتاج 4.4 غرام من ثاني أكسيد الكربون(CO_2) ، و5.6 غرام من أكسيد الكالسيوم (CaO)، هل يطبق التفاعل الآتي قانون حفظ الكتلة؟

الحل: كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

10.0 غرام من كربونات الكالسيوم = 4.4 غرام من ثاني أكسيد الكربون + 5.6 غرام من أكسيد الكالسيوم

بما أن كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة فإن هذا التفاعل يطبق قانون حفظ الكتلة.

كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة

رموز المعادلة الكيميائية

الرمز	الوصف
+	يفصل بين كل مادة والأخرى
→	سهم يتجه ناحية المواد الناتجة: يفصل المواد المتفاعلة عن المواد الناتجة
Δ	دلتا: يعبر عن الحرارة ويوضع فوق سهم التفاعل
(s)	الحالة الصلبة
(l)	الحالة السائلة
(g)	الحالة الغازية
(aq)	المحلول المائي

1- كتابة الصيغ الصحيحة للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ونبدأ من اليسار، ونتأكد أن السهم يفصل المتفاعلات عن النواتج ويتجه ناحية النواتج، ولا بد من وجود الحالات الفيزيائية لكل مادة من المواد

الصيغة الكيميائية: تعبير يستعمل الرموز الكيميائية للعنصر أو الجزيء أو المركب

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$$

ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين وذرة كلور

2- عد ذرات العناصر في المتفاعلات

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow$$

2 ذرة هيدرجين + 2 ذرة كلور

3- عد ذرات العناصر في النواتج

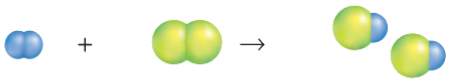
$$HCl$$

1 ذرة هيدروجين + 1 ذرة كلور

4- تغيير المعاملات لجعل عدد ذرات كل عنصر متساوٍ في طرفي المعادلة

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور



2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين / 2 ذرة كلور

5- كتابة المعاملات في أبسط صورة ممكنة

6- المعامل: عدد صحيح يُكتب قبل المتفاعل أو الناتج، ولا يُكتب إذا كان واحداً، وهو يمثل أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

1:1:2

1 H_2 : 1 Cl_2 : 2 HCl

7- التأكد من موازنة المعادلة

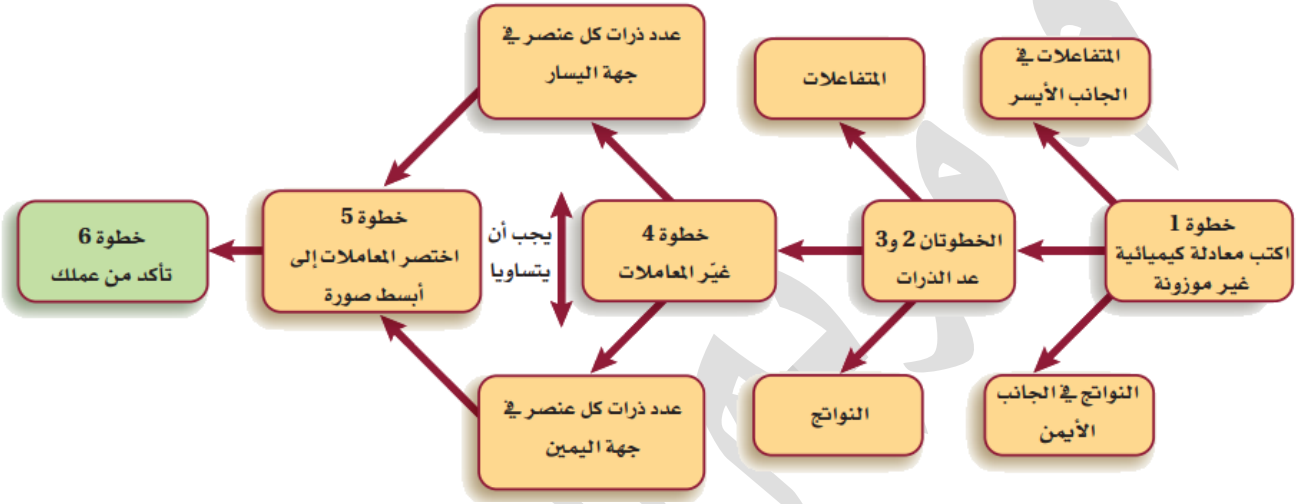
$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين / 2 ذرة كلور

يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كلٍّ من طرفي المعادلة.

8- في بعض التفاعلات نضطر لاستخدام معامل كسور مع جزيء الأكسجين O_2، بعدها نضرب كل المعادلة بمقام ذلك الكسر لأن المعاملات يلزم أن تكون أعدادًا صحيحة كاملة

9- المحافظة على الصيغة الكيميائية للمادة حتى لا يتناقض ذلك مع قانون حفظ الكتلة، فتكون الموازنة بإضافة معاملات فقط قبل الصيغة الكيميائية



مثال:

معادلة لفظية لتكوّن الماء: يتفاعل غاز الأكسجين مع غاز الهيدروجين ليتكون الماء السائل

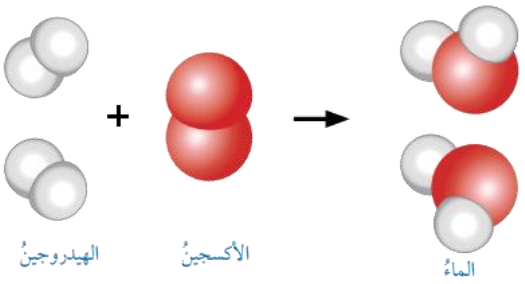
المعادلة بالرموز والصيغ:

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

4 ذرات H في المتفاعلات = 4 ذرات H في النواتج

ذرتان O في المتفاعلات = ذرتان O في النواتج

المعادلة موزونة، ومن رسم الجزيئات وتكرارها يتضح ذلك

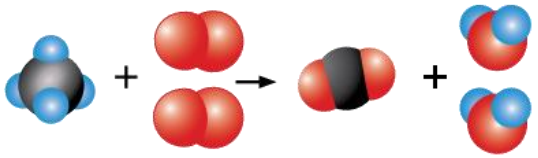


مثال:

يتفاعل غاز الميثان CH_4 مع الأكسجين O_2 لإنتاج ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء السائل

المعادلة بالرموز والصيغ وبعد موازنتها:

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



أفكر ص14: كيف يتحقق قانون حفظ المادة في التفاعل السابق؟

1 ذرة C في المتفاعلات = 1 ذرة C في النواتج

4 ذرات H في المتفاعلات = 4 ذرات H في النواتج

4 ذرات O في المتفاعلات = 4 ذرات O في النواتج

تدريب:

هل المعادلة التالية موزونة؟

$$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \rightarrow ZnSO_{4(l)} + H_{2(g)}$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Zn	1	1
S	1	1
H	2	2
O	4	4

الحل: المعادلة الموزونة

تدريب:

يتفاعل الصوديوم الصلب مع الماء ويتكون غاز الهيدروجين ومحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم

الحل:

- كتابة الصيغ الصحيحة للمتفاعلة والناتجة مع حالتها الفيزيائية

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

- الصوديوم متعادل، لذا نوازن الهيدروجين في كلا الطرفين حتى يصل المجموع إلى 4
- عدد ذرات الأكسجين في النواتج يصبح 2، نترك موازنته للنهاية وننظر إلى الصوديوم

- عدد ذرات الصوديوم في الناتج يصبح أيضا 2، نضطر لموازنته في المتفاعل
- ننظر إلى الأكسجين، فنجد أن ذراته متوازنه أيضا في المتفاعلات

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

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

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Na	$1 \Rightarrow 2$ ⑥	$1 \Rightarrow 2$ ⑤
H	$2 \Rightarrow 4$ ②	$3 \Rightarrow 4$ ①
O	$1 \Rightarrow 2$ ④	$1 \Rightarrow 2$ ③

تدريب:

وازن المعادلة التالية:

$$Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)}$$

الحل:

1- موازنة Fe في المتفاعلات بضربه بـ 3

2- الهيدروجين متعادل، لذا نوازن O في المتفاعلات بالضرب بـ 4

3- يتغير الهيدروجين إلى 8 في المتفاعلات، نضطر لموازنته في النواتج بالضرب بـ 4

(1) $3Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)}$

(2) $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)}$

(3) $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Fe	$1 \Rightarrow 3$ ①	3
H	$2 \Rightarrow 8$ ③	$2 \Rightarrow 8$ ④
O	$1 \Rightarrow 4$ ②	4

تدريب:

يتحد الغلوكوز مع الأكسجين في خلايا أجسامنا لتنتج الطاقة، ويكون من خلال المعادلة التالية، التي يلزم موازنتها

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} + O_{2(aq)} \rightarrow CO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + energy$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
C	6	1
H	12	2
O	8	3

الحل:

1- نوازن الكربون في النواتج بالضرب بـ 6، يتغير الأكسجين إلى مجموع 13

2- نوازن الهيدروجين في النواتج بالضرب بـ 6، يتغير الأكسجين مرة أخرى إلى مجموع 18

3- نضطر الآن لموازنة الأكسجين في المتفاعلات فنلعب بجزيء الأكسجين لوحده بضربه بـ 6، ليصل المجموع في النواتج 18 = 12 +6 فتتوازن المعادلة

(1) $C_6H_{12}O_{6(aq)} + O_{2(aq)} \rightarrow 6CO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + energy$

(2) $C_6H_{12}O_{6(aq)} + O_{2(aq)} \rightarrow 6CO_{2(aq)} + 6H_2O_{(l)} + energy$

(3) $C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(aq)} \rightarrow 6CO_{2(aq)} + 6H_2O_{(l)} + energy$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
C	6	1⟹6①
H	12	2⟹12 ③
O	8⟹18 ④	3⟹13⟹18 ②

أتحقق ص14:

أزن المعادلة التالية:

$$Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow PbO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Pb	1	1
N	2	1
O	6	5

الحل:

1- لأن Pb متعادل، فإننا نوازن N بضرب الناتج NO_2 بـ 2

2- يتغير O في المتفاعلات، فنعمل على موازنته باللعب على جزيء الأكسجين لوحده

3- نضرب جزيء الأكسجين بمعامل كسر وهو ($\frac{1}{2}$) لتحويلها إلى ذرة واحدة ويصبح مجموع ذرات الأكسجين متساوٍ في الطرفين

(1) $Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow PbO_{(s)} + 2NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

(2) $Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow PbO_{(s)} + 2NO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Pb	1	1
N	2	1 ⟹2 ①
O	6	7 ⟹6 ②

4- نضرب كل المعادلة بمقام الكسر (2) للتخلص من الكسر وهو ($\frac{1}{2}$)؛ لأن معاملات المعادلة الكيميائية لا بد أن تكون صحيحة وكاملة وليست بشكل كسور

$$2 \times \left[Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow PbO_{(s)} + 2NO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \right]$$

المعادلة الموزونة النهائية:

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

تنبيه:

- وجود الكسور أو معاملات متضاعفة في المعادلة الكيميائية بعد وزنها تمامًا لا يعني أن المعادلة موزونة بشكل خاطئ.

- الأفضل دائمًا في المعادلات الموزونة أن تكون المعاملات في أبسط نسبة عددية صحيحة وليس في صورة كسور، لأننا سنستخدم تلك المعاملات التي هي نسب التفاعل في الحسابات الكيميائية

أتدرب [2]: موازنة المعادلات الكيميائية

أكتب المعادلات الكيميائية الموزونة للتفاعلات التالية:

(1) يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين ليتكون غاز الأمونيا NH_3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) عند تفاعل فلز الألمنيوم مع الأكسجين في الهواء تتكون طبقة رقيقة من أكسيد الألمنيوم تغطي الألمنيوم وتحميه

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) يتفاعل هيدروكسيد المغنيسيوم الصلب مع محلول حامض الهيدروكلوريك HCl ليتكون محلول كلوريد المغنيسيوم والماء

.....

.....

.....

.....

.....

م. مريم السرطاوي

وازن المعادلات الكيميائية الآتية:

$$P_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$Al_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow AlN_{(s)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

✓ أجوبة أتدرب النموذجية سيتم نشرها في مدرسة الكيمياء بعد انتهاء شرح الدرس

أنواع التفاعلات الكيميائية

- تفاعل الاحتراق Compustion
- تفاعل الاتحاد Combination
- تفاعل التحلل (التفكك) الحراري Thermal Decompostion
- تفاعل الإحلال الأحادي Single Displacement

تفاعل الاحتراق

عرِّف تفاعل الاحتراق

هو تفاعل مادة ما (عنصر أو مركب) مع غاز الأكسجين O_2 ويصاحب التفاعل انطلاق طاقة في صورة حرارة أو ضوء

نمثل تفاعل الاحتراق بصورة مبسطة:

$$C_xH_y(O_z) + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

تفاعل احتراقِ قطعٍ منَ الفحمِ

- فيكون أقل ناتج من عملية الاحتراق: أكسيد الكربون + حرارة

عدِّد أمثلة على تفاعل الاحتراق

1- عنصر وقود + أكسجين، مثل: احتراق الفحم

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

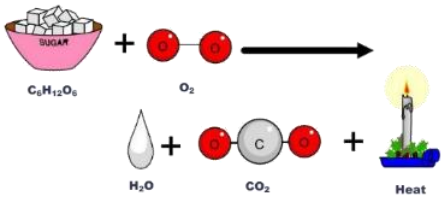
2- مركب وقود + أكسجين، احتراق الخشب وأنواع الوقود المختلفة الصلبة أو السائلة أو الغازية، مثال: احتراق غاز الميثان [غاز الطبخ]:

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

احتراق أي مادة هيدروكربونات سيكون الناتج نفسه، ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء

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

الكيمياء (الحيوية) احتراق الغذاء في الجسم: حيث يتفكك الطعام إلى أبسط منه، الرز والبطاطا والخبز الذي يحتوي على كربوهيدرات، يتحول إلى سكر الغلوكوز [مادة كربوهيدرات] الذي يتحد مع الأكسجين ليحدث تفاعل الاحتراق في أجسامنا وتنتج الطاقة، كما في الشكل



احتراق أي مادة كربوهيدرات سيكون الناتج نفسه، ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء

ما هي فوائد تفاعل الاحتراق؟

1- الحرارة الناتجة من احتراق أنواع الوقود المختلفة تفيد في التدفئة، وتحريك وسائل المواصلات وطهي الطعام

2- احتراق الغذاء في الجسم يزوده بالطاقة اللازمة لأداء الوظائف الحيوية

الهيدروكربونات تتكون من هيدروجين وكربون، احتراقها يُنتِج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وحرارة

بينما الكربوهيدرات تتكون من هيدروجين وكربون وأكسجين، و الناتج نفسه في الاحتراق

أفكر ص15: عند حرق 100g من الفحم في كمية معلومة من غاز الأكسجين حرقًا تامًّا فإن كمية الناتج تكون أقل من المتوقع

لأن هناك ناتج نظري وناتج فعلي للتفاعل الكيميائي، بسبب قانون حفظ الكتلة يلزم أن تكون كتلة النواتج هي مجموع الكتلة للمتفاعلات

وهذا من الناحية النظرية، أما فعليًّا فإن غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج يكون أقل من هذا الرقم؛ والسبب أن الكربون الفحم يحتوي شوائب من الكبريت، والأكسجين يحتوي شوائب من النيتروجين والخ، وهذه الشوائب عند الاحتراق لن تنتج ثاني أكسيد الكربون، بل ستنتج مواد أخرى ليست ضمن المعادلة الموزونة، مع أخذنا بالاعتبار إمكانية تسرُّب بعضًا من ثاني أكسيد الكربون كونه غاز، لذا الناتج الفعلي سيكون أقل من المتوقع

أتدرب [3]: تفاعل الاحتراق

حدِّد تفاعل الاحتراق مما يلي:

	$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$
	$2CH_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$
	$2Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow 2PbO_{(s)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
	$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$
	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$
	$C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$
	$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

تعزيزات وتنبيهات:

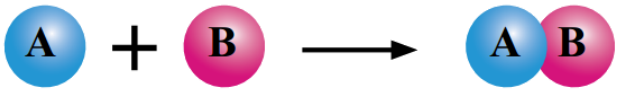
- تفاعلات الاحتراق الكاملة يصدر منها ثاني أكسيد الكربون، بينما غير الكاملة: يصدر أول أكسيد الكربون
- في تفاعلات الاحتراق: قد لا تُذكر الحرارة في الناتج لكنه يبقى تفاعل احتراق طالما صدرت طاقة من التفاعل، وليس بالضرورة أن تحدث حرائق أو نيران كما في احتراق الغذاء
- على الطالب التأكد من معلم المادة واختياره لصورة تفاعل الاحتراق لأن معلمه من سيضع له الامتحان في المادة، لأن المنهاج فيه عيب الإبهام وعدم التوضيح، فالتعريف عام، بينما الأمثلة حددته بالوقود أو المركب العضوي، وفي الكتب آراء مختلفة بخصوص صورة تفاعل الاحتراق، قول (1) أي مادة مع الأكسجين فهو احتراق، قول(2) فقط الوقود وما يشبهه من المركبات العضوية بوجود الأكسجين هو احتراق. واختياري هو القول (2).

تفاعل الاتحاد

عرِّف تفاعل الاتحاد

هو تفاعل مادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات) ليُنتِج مركبًا واحدًا جديدًا

نمثل تفاعل الاتحاد بصورة مبسطة:



- يكون تفاعل الاتحاد على أنواع:

1- اتحاد عنصرين لتكوين مركب

مثال: تفاعل النحاس (II) مع الكبريت من خلال عملية تسخين لتكوين كبريتيد النحاس (II)

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

المثلث فوق سهم التفاعل دليل على عملية تسخين لحدوث التفاعل

مثال: تفاعل برادة الحديد (II) مع الكبريت من خلال عملية تسخين لتكوين كبريتيد الحديد (II)

تجربة ص16 في الكتاب

$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$

خصائص المركب الناتجة تختلف عن خصائص المواد المتفاعلة، فالمركب الناتج لا ينجذب إلى المغناطيس

2- عنصر ومركب لتكوين مركب

- مثال: تفاعل الكربون مع ثاني أكسيد الكربون لتكوين أول أكسيد الكربون

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

3- مركبين لتكوين مركب

- مثال: تفاعل أكسيد المغنيسيوم مع غاز ثاني أكسيد الكربون لتكوين كربونات المغنيسيوم

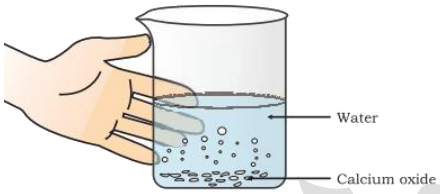
$$MgO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow MgCO_{3(s)}$$

- مثال: تفاعل أكسيد الصوديوم مع ثاني أكسيد الكربون لتكوين كربونات الصوديوم

$$Na_2O_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)}$$

أكسيد الفلز + ثاني أكسيد الكربون ⇦ كربونات الفلز

- مثال: أكسيد الكالسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم



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

أكسيد الفلز + الماء ⇦ هيدروكسيد الفلز

- أمثلة أخرى على تفاعل الاتحاد، ويُلاحظ منها تكوين أكاسيد، إذا تفاعل الأكسجين مع الفلز أو اللافلز:

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

- يتكون ثاني أكسيد الكربون، وهو تفاعل احتراق واتحاد في نفس الوقت، حيث تصدر طاقة من هذا التفاعل وفي نفس الوقت هو مركب واحد في الناتج، والأولى اعتماد تصنيفه في تفاعلات الاحتراق كما ورد في الكتاب

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

- يتكون أكسيد المغنيسيوم

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

- يتكون أكسيد ثنائي الهيدروجين [والتسمية الشائعة هي الماء]

الفلز + الأكسجين ⇦ أكسيد الفلز

اللافلز + الأكسجين ⇦ أكسيد اللافلز

تعزيز لمعلومات سابقة:

العنصر سواء كان ذرة أو أكثر، المهم أنه نفس نوع الذرة مثل: O_2 بينما المركب فيه أكثر من نوع عنصر مثل: CO_2

في المعادلة الكيميائية يتذكر الطالب:

- الغازات ثنائية الذرة مثل: الهيدروجين- الأكسجين - النيتروجين - الكلور - الفلور
- الفلزات في الحالة الصلبة وفقط الزئبق سائل: وتكون صيغتها في المعادلة [ذرة واحدة]
- المركب الناتج من تفاعل فلز ولافلز، نستطيع كتابة صيغته باستخدام طرق كتابة الصيغة للمركبات الأيونية
- المجموعات الأيونية مع الفلزات تُكوِّن مركبات أيونية نستطيع كتابة صيغتها الكميائية

أتدرب [4]: تفاعل الاتحاد

حدِّد تفاعل الاتحاد مما يلي:

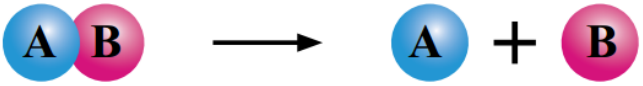
	$Ca_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CaCl_{2(s)}$
	$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$
	$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$
	$C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$
	$Fe_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow FeS_{(s)}$
	$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$
	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$
	$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$
	$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$

تفاعل التحلل (التفكك) الحراري

عرِّف تفاعل التحلل (التفكك) الحراري

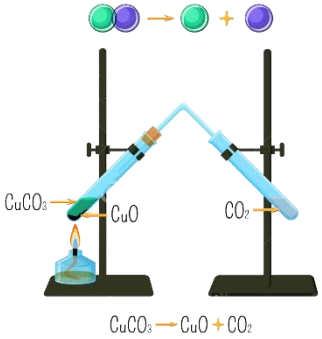
هو تحلل مركب واحد بالحرارة منتجًا مادتين أو أكثر وقد تكون النواتج عناصر أو مركبات

نمثل تفاعل التفكك بصورة مبسطة:



تذكر تفاعل الاتحاد واعكس الطرفين

فيكون هو تفاعل التفكك

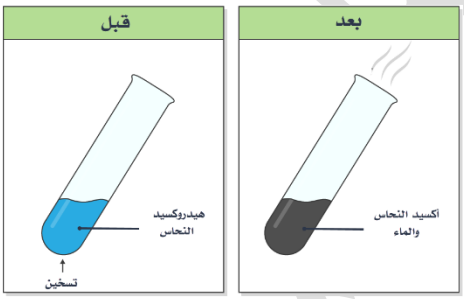


- يكون تفاعل التحلل أو التفكك بطرق منها:

1- استخدام الحرارة [التسخين] ⇦ تحلل حراري

مثال: تحلل كربونات النحاس منتجة أكسيد النحاس وغاز ثاني أكسيد الكربون

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



مثال: تحلل هيدروكسيد النحاس (II)

$$Cu(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CuO_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

تجربة ص17 في الكتاب

مثال: تحلل نترات الأمونيوم منتجة أكسيد ثنائي النيتروجين وبخار الماء

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

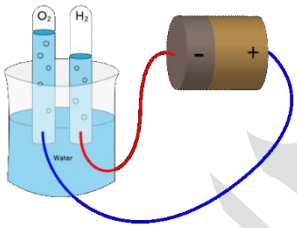
مثال: تحلل دايكرومات الأمونيوم منتجة أكسيد الكروم وغاز النيتروجين وبخار الماء، والغازات تسبب فورانًا كالبركان

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

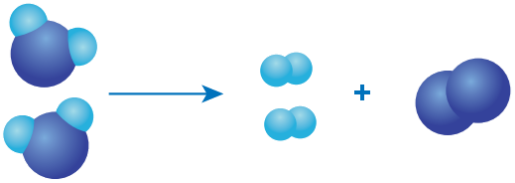
بعض الأمثلة ليست لها قاعدة عامة لمعرفة النواتج، إنما لتوضيح أن المركب الواحد قد يتفكك لأكثر من عنصر أو مركب

2- استخدام التيار الكهربائي ⇦ تحلل كهربائي

مثال: تحلل الماء السائل إلى مكوناته: غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين



$$2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{تحلل كهربائي}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$



أتحقق ص18: بماذا يختلف تفاعل الاتحاد عن تفاعل التحلل الحراري؟

تفاعل التحلل الحراري هو عملية عكسية لتفاعل الاتحاد

تفاعل التحلل والربط مع الأحياء ص16:

تتغير أوراق الأشجار في الخريف من الأخضر إلى البرتقالي والأصفر، حيث مادة الكلوروفيل الخضراء كانت تغطي على الألوان الأخرى في الورقة، وبسبب برودة الجو تتكسر مادة الكلوروفيل وتظهر ألوان عديدة منها البرتقالي والأصفر على الأوراق

لم تفكك الكلوروفيل؟

يزداد إنتاج صبغة الكلوروفيل الخضراء بوجود أشعة الشمس، ومع اختفاء الأشعة في الخريف وبرودة الجو فإن تصنيع الكلوروفيل يتطلب الكثير من الطاقة لذا يقوم النباتات بتفكيك الكلوروفيل وإخراجه من أوراقها قبل سقوط تلك الأوراق، وهكذا تتوفر الطاقة ويمكن للنباتات إعادة امتصاص الجزيئات التي يتكون منها الكلوروفيل بعد ذلك عندما يكون الجو دافئًا ومشمسًا بدرجة كافية للنمو مرة أخرى، بهذه الطريقة لن تضطر النباتات إلى إنتاج الكلوروفيل من الصفر .

أتدرب [5]: تفاعل التحلل [التفكك] الحراري

حدِّد تفاعل التحلل مما يلي:

	$2KClO_{3(s)} \rightarrow \quad 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$
	$2HgO_{(s)} \rightarrow \quad 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$
	$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow \quad Ca(OH)_{2(aq)}$
	$CuCO_{3(s)} \rightarrow \quad CuO_{(s)} + CO_{2(g)}$
	$Fe_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow \quad FeS_{(s)}$
	$2H_2O_{(l)} \rightarrow \quad 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$Cu(NO_3)_{2(s)} \rightarrow \quad CuO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$2KMnO_{4(s)} \rightarrow \quad K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$S_{(s)} + \quad O_{2(g)} \rightarrow \quad SO_{2(g)}$
	$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow \quad 2MgO_{(s)}$

فائدة وتنبيه:

1- يحدث التحلل بعدة طرق منها الحرارة، الكهرباء، الضوء

2- ممكن كتابة طريقة التحلل فوق السهم وممكن الاستغناء عنها، المهم تمييز الصورة المبسطة للتفاعل وهي: $A + B \rightarrow \quad AB$

تفاعل الإحلال الأحادي

- أنواع تفاعل الإحلال:

1- تفاعل الإحلال الأحادي

2- تفاعل الإحلال المزدوج [يُدرس في مراحل متقدمة]

عرِّف تفاعل الإحلال الأحادي

هو تفاعل يحل فيه عنصر نشط محل عنصر آخر أقل نشاطًا منه في أحد أملاحه

نمثل تفاعل الإحلال الأحادي بصورة مبسطة [فلز صلب + محلول] ويحدث تبادل في الناتج:

- كيفية حدوث تفاعل الإحلال الأحادي:

فلز يحل محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء، لكن حسب سلسلة النشاط الكيميائي، الفلز النشط يحل محل الأقل نشاطًا منه بينما العكس لا يحدث، لذا نستعمل السلسلة لنتوقع هل سيحدث التفاعل أم لا؟

مثال: لو وضعنا سلك فضة في محلول نترات النحاس (II) فإن ذرات الفضة لا تحل محل أيونات النحاس في المحلول:

$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow NR$$

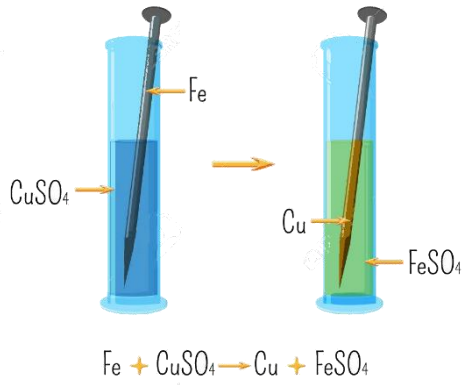
NR: No Reaction لا يحدث تفاعل

لأن الفضة بعد النحاس وأقل نشاطًا منه فلا يحل محله في المحلول

نحاس + نترات الفضة

مثال: لو وضعنا سلك نحاس في محلول نترات الفضة، فإنه تحل ذرات النحاس محل أيونات الفضة في المحلول، ويتكون نترات النحاس وتترسب ذرات الفضة، فالنحاس أنشط من الفضة ويقع قبله في السلسلة

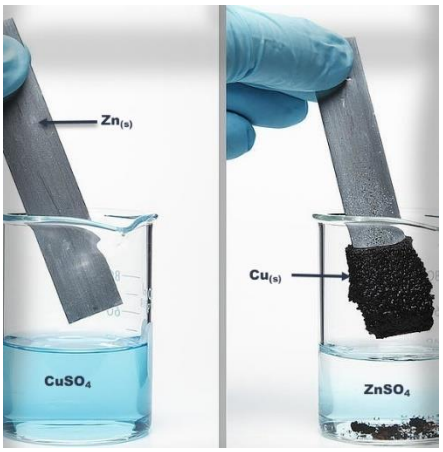
$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)}$$



- مثال: لو وضعنا مسمار حديد في محلول كبريتات النحاس (II)، فإنه تحل ذرات الحديد محل أيونات النحاس في المحلول، وينتج محلول كبريتات الحديد وتترسب ذرات النحاس، فالحديد أنشط من النحاس ويقع قبله في السلسلة

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

- مثال: وضع صفيحة خارصين في محلول كبريتات النحاس (II)، فإنه تحل ذرات الخارصين محل أيونات النحاس في المحلول، وينتج محلول كبريتات الخارصين وتترسب ذرات النحاس، فالخارصين أنشط من النحاس ويقع قبله في السلسلة



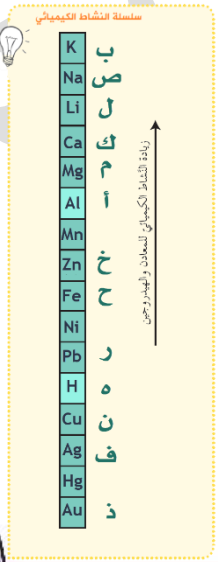
تجربة ص18 في الكتاب

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

أفكر ص18: لماذا تترسب ذرات النيكل Ni عند وضع قطعة من عنصر الخارصين Zn في محلول من كبريتات النيكل $NiSO_4$؟ وأكتب معادلة التفاعل الحاصل

لأن الخارصين فلز أنشط من النيكل ويقع قبله في سلسلة النشاط الكيميائي فيحل محله في المحلول وتترسب ذرات النيكل

$$Zn_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow Ni_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$$



مهم تذكر سلسلة النشاط الكيميائي:
أكثر الفلزات ورودًا في الأسئلة،
تُحفظ من خلال جملة:
بَصَلْ كَمْ أخْ حَرَّهُنَّ فَذْ

أتدرب [6]: تفاعل الإحلال الأحادي

حدِّد تفاعل الإحلال الأحادي مما يلي:

	$3Mg_{(s)} + 2AlCl_{3(aq)} \rightarrow 2Al_{(s)} + 3MgCl_{2(aq)}$
	$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$
	$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + FeSO_{4(aq)}$
	$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$
	$Cu(NO_3)_{2(s)} \rightarrow CuO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$2KMnO_{4(s)} \rightarrow K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(g)} + O_{2(g)}$
	$Zn_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow Ni_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$

توقع إذا كان التفاعل سيحدث أم لا؟ ووازن المعادلة النهائية

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

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

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

ملخص النواتج المتوقعة من أنواع التفاعلات

نوع التفاعل	المواد المتفاعلة	النواتج المتوقعة	الصورة المبسطة
الاحتراق	كربون + أكسجين	ثاني/ أول أكسيد الكربون	$C + O_2 \rightarrow CO/\ CO_2$
	هيدروكربونات + أكسجين كربوهيدرات + أكسجين	ثاني أكسيد الكربون + بخار ماء	$C_XH_Y + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ $C_XH_Y(O_z) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
الاتحاد	مادتان أو أكثر	مركب واحد	$A + B \rightarrow AB$
التحلل	مركب واحد	مادتان أو أكثر	$AB \rightarrow A + B$
الإحلال الأحادي	فلز + محلول	محلول جديد + راسب الفلز المستبدل	$A + BC \rightarrow AC + B$

تدريب:

صنِّف التفاعلات الآتية:

$$2KMnO_{4(s)} \rightarrow K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

الحل: صورة التفاعل $AB \rightarrow A + B$ فهو تفاعل تحلل

$$Zn_{(s)} + NiSO_{4(aq)} \rightarrow Ni_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$$

الحل: صورة التفاعل $A + BC \rightarrow AC + B$ فهو تفاعل إحلال أحادي

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

الحل: صورة التفاعل $A + B \rightarrow AB$ فهو تفاعل اتحاد

$$C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

الحل: صورة التفاعل $C_XH_Y(O_z) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ فهو تفاعل احتراق، ولو لم تُذكر الطاقة أو الحرارة في الناتج، فإن تفاعل الكربون C أو الهيدروكربون C-H أو الكربوهيدرات C-HO مع الأكسجين سينتج طاقة ولذا هو تفاعل احتراق

أتدرب [7]: نهاية الدرس الأول

تدريب: توقع نواتج التفاعل وصنِّف نوع ذلك التفاعل بعد موازنته

$C_2H_5OH_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow$

$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow$

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

$Cu(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta}$

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

تذكر بعض القواعد البسيطة الموجودة في درس تفاعل الاتحاد، وأيضا تذكر سلسلة نشاط الفلزات في تفاعل الإحلال الأحادي

حل مراجعة الدرس الأول

الفكرة الرئيسة: أوضح المقصود بكل من:

تفاعل الاتحاد: هو تفاعل مادتين أو أكثر (عناصر أو مركبات) ليُنتِج مركبًا واحدًا جديدًا

التفاعل الكيميائي: هو عملية يحدث فيها تكسير الروابط بين ذرات عناصر المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات عناصر المواد الناتجة

تفاعل التحلل الحراري: هو تحلل مركب واحد بالحرارة منتجًا مادتين أو أكثر وقد تكون النواتج عناصر أو مركبات

تفاعل الاحتراق: هو تفاعل مادة ما (عنصر أو مركب) مع غاز الأكسجين O_2 ويصاحب التفاعل انطلاق طاقة في صورة حرارة أو ضوء

تفاعل الإحلال الأحادي: هو تفاعل يحل فيه عنصر نشط محل عنصر آخر أقل نشاطًا منه في أحد أملاحه

أفسِّر قانون حفظ الكتلة

المادة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم، أي أن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة

أزن المعادلات الكيميائية الآتية:

المعادلة الأولى:

بعد التأكد من موازنة الذرات إلا الأكسجين، نوازن الأكسجين بضربه بكسر ثم نتخلص من مقام الكسر بضرب كل المعادلة في ذلك المقام

$$H_2S_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
S	1	1
H	2	2
O	$2 \Longrightarrow 3$ ①	3

$$2 \times \left[H_2S_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}\right] =$$

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
S	2	2
H	4	4
O	6	6

المعادلة الثانية:

- نوازن الكربون في النواتج بضربه ب2، ونحسب التغيرات على الأكسجين في النواتج
- نوازن الهيدروجين في النواتج بضربه ب3، ونحسب التغيرات على الأكسجين في النواتج
- نوازن الأكسجين في المتفاعلات بضربه بكسر، ثم نتخلص من الكسر بضرب كل المعادلة بمقام ذلك الكسر

$$C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
C	2	$1 \Longrightarrow 2$ ①
H	6	$2 \Longrightarrow 6$ ③
O	$2 \Longrightarrow 7$ ⑤	$3 \Longrightarrow 5$ ② $\Longrightarrow 7$ ④

$$2 \times \left[C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}\right] =$$

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

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
C	4	4
H	12	12
O	14	$8 + 6 = 14$

المعادلة الثالثة:

- نوازن الحديد في النواتج بضربه ب2
- نوازن الكربون على الطرفين بضربه ب2، ونحسب التغير على الأكسجين

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

- نغير المعاملات أمام الكربون لموازنة الأكسجين على الطرفين:

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

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Fe	2	1 ⟹2 ①
C	1⟹2 ④⟹3 ⑧	1⟹2 ③⟹3 ⑥
O	4 ⟹5 ⑤ ⟹6 ⑨	2⟹4 ② ⟹6 ⑦

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

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
Fe	2	2
C	3	3
O	6	6

أصنِّف التفاعلات الآتية إلى أنواعها:

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

الحل: تفاعل اتحاد لأنه على صورة: $A + B \rightarrow A$

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

الحل: تفاعل تحلل أو تفكك حراري لأنه على صورة: $AB \rightarrow A + B$

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

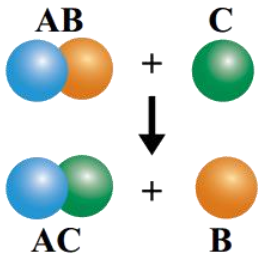
الحل: تفاعل اتحاد لأنه على صورة: $A + B \rightarrow A$

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

الحل: تفاعل إحلال أحادي لأنه على صورة: $A + BC \rightarrow AC + B$

أميز التفاعل الآتي الموضح في الشكل وأفسره:

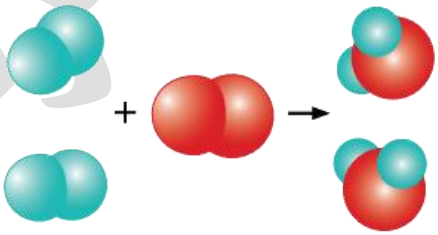
تفاعل إحلال أحادي لأن العنصر C حل مكان العنصر B في المركب AB وانفصل العنصر B عن مركبه السابق



أفسر قانون حفظ الكتلة من خلال التفاعل الآتي:

عدد ونوع الذرات المتفاعلة مساوٍ لعدد ونوع الذرات الناتجة

العنصر	عدد الذرات في المتفاعلة	عدد الذرات في الناتجة
H	4	4
O	2	2

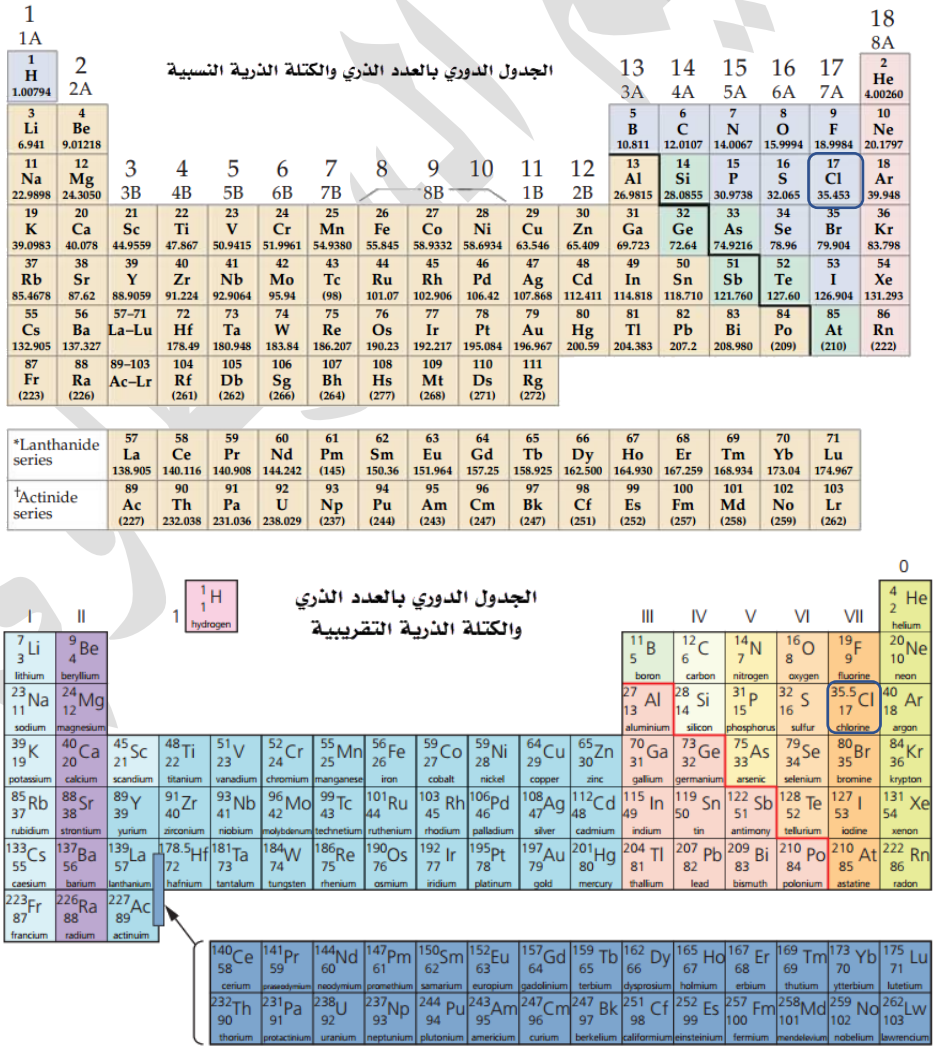


$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

الدرس الثاني: المول والكتلة المولية

الكتلة الذرية النسبية A_m

- سنتعرف من خلال الدرس الأول على طريقة العلماء لاكتشاف الكتل الذرية للعناصر وتدوينها في الجدول الدوري مع العدد الذري سواء كانت تلك القيمة أسفل أو أعلى رمز العنصر، هذه القيمة سنستخرجها من الجدول الدوري ثم نقربها لتسهيل الحسابات، أو سيتم ذكرها قيمة تقريبية في السؤال مباشرة
- لدينا جدول دوري للكتلة الذرية النسبية، وجدول آخر للكتلة الذرية النسبية بعد التقريب تم تقريب الكتل إلى عدد صحيح إلا عنصر الكلور فإن تقريبه لم يكن لعدد صحيح لأهمية اعتبار الأعشار فبقي 35.5



طريقة العلماء لتحديد الكتلة الذرية النسبية في الجدول الدوري:

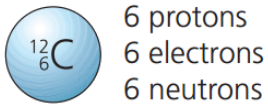
- الذرة الواحدة لا تزن شيئًا بوحدة الغرام، حيث كتل البروتون والنيوترون والإلكترون في الذرة متناهية في الصغر

كتلة البروتون = كتلة النيوترون = $1.67 \times 10^{-24} g$

كتلة الإلكترون = 0.0005 من كتلة البروتون = $\frac{1}{1840}$

- لا نستطيع استخدام أي أداة قياس ولو كان الميزان الحساس المستخدم لقياس كتل الأجسام الصغيرة بالملليغرام فإنه لا ينفع لقياس كتلة أي ذرة، لذا لجأ العلماء لطريقة مقارنة كتلة ذرة إلى كتلة ذرة أخرى، وساروا على الخطوات التالية:

1) اختاروا ذرة الكربون - 12 [نظير من نظائر عنصر الكربون] لتكون الذرة المعيارية وذلك بسبب استقرارها

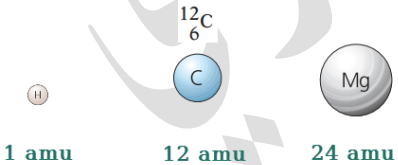


2) ثبَّتوا كتلة البروتون = كتلة النيوترون = 1amu وأهملوا كتلة الإلكترونات
3) عدد البروتونات والنيوترونات في [ذرة الكربون -12]= 12 جسيم، لذا هي 12 وحدة كتلة ذرية = 12 amu

واعتبروا وحدة قياس الكتل الذرية هي amu

1 amu = $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون -12

4) وظنوا أن الكتل الأخرى ستكون أعدادًا صحيحة عند قياسها بالنسبة للكربون-12، أي سيكون الهيدروجين وحدة كتلة ذرية واحدة، بينما المغنيسيوم 24 وحدة كتلة ذرية (ضعف الكربون-12)

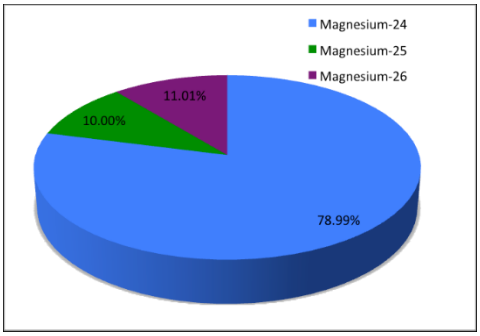


5) لكن النتائج التي خرجت من جهاز مطياف الكتلة كانت أعدادًا غير صحيحة كل مرة ففهموا أن ذلك بسبب تأثير نظائر كل عنصر من العناصر

النظائر: ذرات نفس العنصر لكن بعدد مختلف في النيوترونات

6) مثال: المغنيسيوم عدده الذري 12، وهو عدد البروتونات، أما عدد النيوترونات فقد اختلف من نظير مغنيسيوم إلى آخر وكل ذلك في عينة مغنيسيوم موجودة في الطبيعة، في نفس العينة نظائر مغنيسيوم لكل منها كتلة ذرية، مع اختلاف نسبة تواجد النظير في العينة الطبيعية كما في الجدول التالي:

النظير	الكتلة الذرية النسبية Amu	نسبة توافره في الطبيعة
^{24}Mg	23.99	78.99%
^{25}Mg	24.99	10.00%
^{26}Mg	25.99	11.01%



7) تم حساب الكتلة الذرية النسبية A_m لنظائر أي عنصر باستخدام معادلة:

[الكتلة الذرية للنظير 1 × نسبته في الطبيعة%] + [الكتلة الذرية للنظير2 × نسبته في الطبيعة %]

12- تم تسميتها بالكتلة الذرية النسبية لأنها قيست نسبة لنظير الكربون

$$A_m = A_{m1}\,\% + A_{m2}\,\% + A_{m3}\,\%$$

يتم تعويض كتلة كل نظير بنسبة توافره، والناتج من المعادلة هو متوسط الكتل الذرية النسبية لنظائر عنصر المغنيسيوم الثلاث = 24.305 amu

تعريف الكتلة الذرية النسبية: متوسط الكتل الذرية لنظائر ذرة عنصر ما

8) سجل العلماء تلك القيم بعد حسابها لكل عنصر في الجدول الدوري بالإضافة للعدد الذري، ولتسهيل عملية الحسابات الكيميائية تم تقريب تلك القيم لأقرب قيمة ممكنة

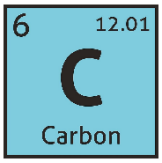
9) طريقة التقريب، إذا كانت الأعشار تزيد الصحيح فإنه يُقرب للصحيح، مثل: الليثيوم = 6.941 amu فيصبح 7 amu، وإذا كانت لا تزيده فيبقى صحيح بدون الأعشار مثل: الهيدروجين = 1.008 amu فيصبح 1 amu، أما في الكلور فإن متوسط كتلته الذرية لنظائره = 35.45 amu فتم تقريبه إلى 35.5 amu

تطبيقات لحساب متوسط الكتل الذرية لنظائر العنصر

تدريب: استخدم معادلة متوسط الكتلة الذرية لحساب الكتلة الذرية النسبية لعنصر الكربون ثم قارن الناتج بالجدول الدوري واستخرج الكتلة الذرية التقريبية

العنصر	النظير	الكتلة الذرية amu		نسبة التوافر %		الكتلة في النسبة		المجموع	المجموع / 100
C	^{12}C	12.000	×	98.9	=	1186.8	+	1201.1	**12.01**
	^{13}C	13.003	×	1.10	=	14.3			

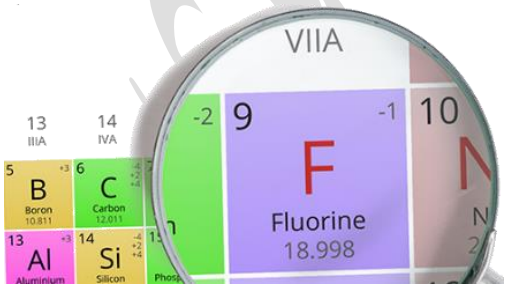
$$A_m = \frac{[12.000 \times 98.9] + [13.003 \times 1.1]}{100} = \frac{1201.1}{100} = 12.01\ amu$$



- وهي نفسها في الجدول الدوري، الكتلة الذرية التقريبية للكربون = 12 amu

تدريب: استخدم معادلة متوسط الكتلة الذرية لحساب الكتلة الذرية النسبية لعنصر الفلور ثم قارن الناتج بالجدول الدوري واستخرج الكتلة الذرية التقريبية

العنصر	النظير	الكتلة الذرية amu		نسبة التوافر %		الكتلة في النسبة		المجموع	المجموع / 100
F	^{19}F	19.000	×	99.7	=	1894.3	+	1899.7	**18.997**
	^{18}F	18.000	×	0.3	=	5.4			



وهي نفسها في الجدول الدوري لو اختلفت قليلاً

الكتلة الذرية التقريبية للفلور = 19 amu

فائدة وتعزيز: الكتلة الذرية النسبية نطلق عليها أيضًا مصطلح الوزن الذري، فالوزن والكتلة في الكيمياء بمعنى واحد

أتدرب [8]: الكتلة الذرية النسبية

تدريب: استخدم معادلة متوسط الكتلة الذرية لحساب الكتلة الذرية النسبية لعنصر الصوديوم ثم قارن الناتج بالجدول الدوري واستخرج الكتلة الذرية التقريبية

العنصر	النظير	الكتلة الذرية amu		نسبة التوافر %		الكتلة في النسبة		المجموع	المجموع / 100
Na	^{23}Na	23.000	×	99.2	=		+		
	^{22}Na	22.000	×	0.8	=				

من الحسابات: الكتلة الذرية النسبية للصوديوم:

الكتلة الذرية التقريبية للصوديوم:

تدريب: استخدم معادلة متوسط الكتلة الذرية لحساب الكتلة الذرية النسبية لعنصر الكوبلت ثم قارن الناتج بالجدول الدوري واستخرج الكتلة الذرية التقريبية

العنصر	النظير	الكتلة الذرية amu		نسبة التوافر %		الكتلة في النسبة		المجموع	المجموع / 100
Co	^{60}Co	60.000	×	48.0	=		+		
	^{58}Co	58.000	×	52.0	=				

من الحسابات: الكتلة الذرية النسبية للكوبلت:

الكتلة الذرية التقريبية للكوبلت:

الكتلة الجزيئية M_m

ما المقصود بالصيغة الجزيئية؟

هي الصيغة الكيميائية للمركب التساهمي، مثال: CH_4, NH_3, CO_2, H_2O

ما المقصود بالكتلة الجزيئية؟

هي مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة في الجزيء الذي ترتبط ذراته بروابط تساهمية مقيسة بوحدة amu

نستخدم الكتلة الذرية التقريبية لكل ذرة في عملية حساب الكتلة الجزيئية وذلك باستخراج الكتلة الذرية النسبية لأي عنصر من الجدول الدوري، أو أن تكون الكُتل التقريبية مُعطية في السؤال

معادلة الكتلة الجزيئية =

[الكتلة الذرية للعنصر الأول × عدد ذراته] + [الكتلة الذرية للعنصر الثاني × عدد ذراته] + ...

$$M_m = A_{m1} \times N_1 + A_{m2} \times N_2 + \cdots \ldots \ldots$$

N هو عدد ذرات العنصر في الجزيء

M_m الكتلة الجزيئية

A_m الكتلة الذرية للعنصر

مثال:

احسب الكتلة الجزيئية للماء، علمًا أن الكتل الذرية لذراته هي: (O=16, H=1)

صيغة جزيء الماء = H_2O، ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين

$$M_m = A_{mH} \times N_H + A_{mO} \times N_O$$
$$M_m = (1 \times 2) + (16 \times 1) = 2 + 16 = 18\ amu$$

مثال:

احسب الكتلة الجزيئية لـ HNO_3، علمًا أن الكتل الذرية لذراته هي: (O=16, N=14, H=1)

ذرة هيدروجين، ذرة نيتروجين، ثلاث ذرات أكسجين

$$M_m = A_{mH} \times N_H + A_{mN} \times N_N + A_{mO} \times N_O$$
$$M_m = (1 \times 1) + (14 \times 1) + (16 \times 3) = 63\ amu$$

أتحقق ص23، احسب الكتلة الجزيئية للجلوكوز $C_6H_{12}O_6$، تستخرج الكتل الذرية النسبية من الجدول الدوري ويتم تقريبها وهي: (O=16, C=12, H=1)

ست ذرات كربون، 12 ذرة هيدروجين، ست ذرات أكسجين

$$M_m = A_{mC} \times N_C + A_{mH} \times N_H + A_{mO} \times N_O$$
$$M_m = (12 \times 6) + (1 \times 12) + (16 \times 6)$$
$$= 72 + 12 + 96 = 180\ amu$$

تدريب:

ما هي الكتلة الجزيئية لجزيء الميثان CH_4، علمًا أن الكتل الذرية لذراته هي: (C=12, H=1)

ذرة كربون، أربع ذرات هيدروجين

$$M_m = A_{mC} \times N_C + A_{mH} \times N_H$$
$$M_m = (12 \times 1) + (1 \times 4) = 16\ amu$$

تدريب:

ما هي الكتلة الجزيئية لـ CCl_4، علمًا أن الكتل الذرية لذراته هي: (Cl=35.5, C=12)

ذرة كربون، أربع ذرات كلور

$$M_m = A_{mC} \times N_C + A_{mCl} \times N_{Cl}$$
$$M_m = (12 \times 1) + (35.5 \times 4) = 154\ amu$$

كتلة الصيغة F_m

ما المقصود بـ وحدة الصيغة؟

هي الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني وتمثل أبسط نسبة للأيونات، مثال: $MgCl_2$, NaCl, Fe_2O_3, $NaNO_3$

ما المقصود بـ كتلة الصيغة؟

هي مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة في وحدة الصيغة للمركب الأيوني، مقيسة بوحدة amu

معادلة كتلة الصيغة=

[الكتلة الذرية للعنصر الأول × عدد ذراته] + [الكتلة الذرية للعنصر الثاني × عدد ذراته] + ...

$$F_m = A_{m1} \times N_1 + A_{m2} \times N_2 + \cdots \ldots \ldots$$

حيث: N هو عدد ذرات العنصر في وحدة الصيغة

F_m كتلة الصيغة النسبية

مثال:

احسب كتلة الصيغة النسبية للمركب $Al(NO_3)_3$، علمًا أن الكتل الذرية هي:
(Al= 27, N= 14, O=16)

ذرة ألمنيوم، 3 ذرات نيتروجين، 9 ذرات أكسجين

$$F_m = A_{mAl} \times N_{Al} + A_{mN} \times N_N + A_{mO} \times N_O$$
$$F_m = (27 \times 1) + (14 \times 3) + (16 + 9) = 213\ amu$$

مثال:

أتحقق ص23، احسب كتلة الصيغة للمركب $NaCl$، تستخرج الكتل الذرية النسبية من الجدول الدوري ويتم تقريبها وهي: (Cl = 35.5, Na=23)

ذرة صوديوم، ذرة كلور

$$F_m = A_{mNa} \times N_{Na} + A_{mCl} \times N_{Cl}$$
$$F_m = (23 \times 1) + (35.5 \times 1) = 58.8\ amu$$

: تدريب

ما هي كتلة الصيغة للمركب $MgCl_2$، علمًا أن الكتل الذرية هي:
(Cl=35.5, Mg=24)

ذرة مغنيسيوم، ذرتين كلور

$$F_m = A_{mMg} \times N_{Mg} + A_{mCl} \times N_{Cl}$$
$$F_m = (24 \times 1) + (35.5 \times 2) = 95\ amu$$

: تدريب

ما هي كتلة الصيغة للمركب Al_2S_3، علمًا أن الكتل الذرية هي:
(S=32, Al=27)

2 ذرة ألمنيوم، 3 ذرة كبريت

$$F_m = A_{mAl} \times N_{Al} + A_{mS} \times N_S$$
$$F_m = (27 \times 2) + (32 \times 3) = 151\ amu$$

تنبيه: وردت في الكتاب باسم كتلة الصيغة، وأيضا كتلة الصيغة النسبية، والمعنى واحد

أتدرب [9]: الكتلة الجزيئية وكتلة الصيغة

: تدريب

ما هي الكتلة الجزيئية لـ C_2H_6، علمًا أن الكتل الذرية هي: (C=12, H=1)

: تدريب

ما هي الكتلة الجزيئية لـ $SiCl_4$، علمًا أن الكتل الذرية هي: (Cl=35.5, Si=28)

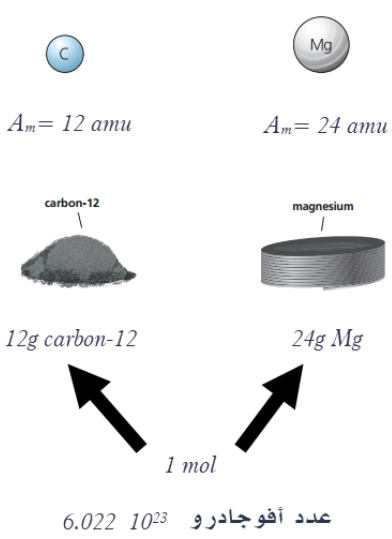
: تدريب

ما هي الكتلة الصيغة لـ Fe_2O_3، علمًا أن الكتل الذرية هي: (Fe=56, O=16)

: تدريب

ما هي كتلة الصيغة لـ $NaNO_3$، علمًا أن الكتل الذرية هي: (Na=23, O=16, N= 14)

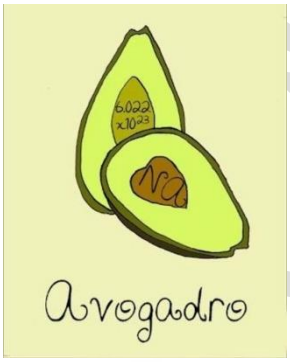
المول والكتلة المولية M_r



- تعلمنا أن الكتل الذرية قيست بالنسبة لنظير الكربون -12، وأن الكتلة الذرية لأي عنصر تكون شاملة نظائره باستخدام المعادلة، وأنها متوفرة في الجدول الدوري
- تعلمنا أيضا أن الكتلة الذرية النسبية يتم تقريبها إلى الكتلة الذرية التقريبية لتسهيل عملية الحسابات
- قام العلماء بتوزين نفس الكتلة الذرية التقريبية بكمية الغرام لكل عنصر، مثال في الصورة: الكربون -12 والمغنيسيوم
- وجدوا أن العناصر تأخذ نفس عدد الذرات ولو اختلفت كتلتها التقريبية وأن هذا العدد ثابت لا يتغير، فتم تسمية ذلك الثابت باسم: عدد أفوجادرو تكريمًا للعالم الفيزيائي الإيطالي أميدو أفوجادرو وأطلقوا عليه مصطلح المول
- يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات، والجزيئات والأيونات ووحدات الصيغ الكيميائية، لأنها متناهية في الصغر فكان المول الواحد يعادل 6.022×10^{23} من تلك الجسيمات

1 درزن من الفئران = 1 درزن من الفيلة = 12

العدد نفسه وبمقدار ثابت رغم اختلاف الكتلة الكاملة لكل درزن منهما وهكذا المول



ما المقصود بـ المول؟

هي الوحدة الدولية التي تستخدم في قياس كميات المواد في التفاعلات الكيميائية، وهو يعادل عدد أفوجادرو

ما المقصود بـ الكتلة المولية؟ وما وحدة القياس؟

كتلة المول الواحد من دقائق المادة بوحدة g/mol ورمزها: M_r

ما المقصود بـ عدد أفوجادرو؟

هو 6.022×10^{23} من الذرات أو الأيونات أو الجزيئات أو وحدات الصيغة ورمز أفوجادرو هو: N_A

عدد أفوجادرو Avogadro constant
6.022×10^{23}
602 200 000 000 000 000 000 000

الكتلة الجزيئية لجزيء الماء 18amu	الكتلة الجزيئية لجزيء اليود ثنائي الذرة 254amu	الكتلة الذرية النسبية للصوديوم 23amu
كل 18 غرام من الماء فيه عدد 6.022×10^{23} من جزيئات الماء أو 1 مول من الجزيئات	كل 254 غرام من اليود فيه عدد 6.022×10^{23} من جزيئات اليود أو 1 مول من الجزيئات	كل 23 غرام من الصوديوم فيه عدد 6.022×10^{23} من ذرات الصوديوم أو 1 مول من الذرات

أفكر ص25: ما نوع الجسيمات في: $Na, N_2, K^+, NaCl$؟

Na ذرات، N_2 جزيئات، K^+ أيونات، NaCl وحدات صيغة

كيف نحسب الكتلة المولية لأي مادة؟

1- الكتلة المولية لأي عنصر في الجدول الدوري هي نفسها كتلته الذرية النسبية لكن بوحدة g/mol

2- الكتلة المولية لأي مركب تساهمي هي نفسها كتلته الجزيئية لكن بوحدة g/mol

3- الكتلة المولية لأي مركب أيوني هي نفسها كتلة الصيغة النسبية لكن بوحدة g/mol

مثال:

ما هي الكتلة المولية للكالسيوم Ca؟

من الجدول الدوري، الكتلة الذرية النسبية للكالسيوم = 40.078 amu

التقريبية = 40 amu

الكتلة المولية = 40 g/mol

مثال:

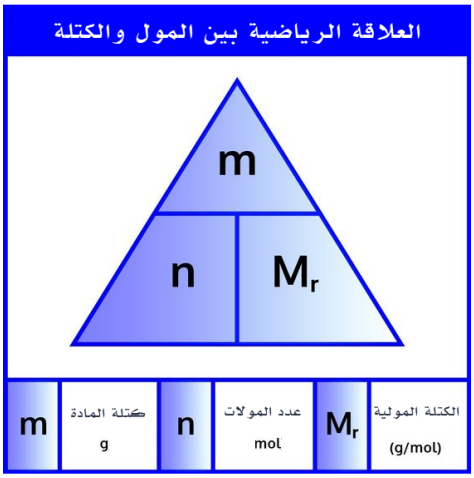
احسب الكتلة المولية للمركب $Al(NO_3)_3$، علمًا أن الكتل الذرية لذراته هي:
(Al= 27, N= 14, O=16)

ذرة ألمنيوم، 3 ذرات نيتروجين، 9 ذرات أكسجين

$$M_r = A_{mAl} \times N_{Al} + A_{mN} \times N_N + A_{mO} \times N_O$$
$$M_r = (27 \times 1) + (14 \times 3) + (16 + 9) = 213\ g/mol$$

المادة	الكتلة amu	الكتلة المولية M_r (g mol^{-1})
Magnesium, Mg	$A_m = 24$	24
Helium, He	$A_m = 4$	4
Hydrogen gas, H_2	$M_m = 2(1) = 2$	2
Methane, CH_4	$M_m = 12 + 4(1) = 16$	16
Sodium chloride, NaCl	$F_m = 23 + 35.5 = 58.5$	58.5
Zinc bromide, $ZnBr_2$	$F_m = 65 + 2(80) = 225$	225

علاقات تحويل بين المول والكتلة وعدد الجسيمات للمادة



العلاقة الرياضية [1] بين عدد المولات وعدد الجسيمات وأفوجادرو

عدد الجسيمات = عدد المولات × عدد أفوجادرو

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

N : عدد الجسيمات

N_A : عدد أفوجادرو

n : عدد المولات

العلاقة الرياضية [2] بين عدد المولات وكتلة المادة والكتلة المولية

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلتها المولية}}$$

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

m : كتلة المادة g

M_r : الكتلة المولية g/mol

n : عدد المولات

مثال:

احسب عدد مولات الكربون التي تحتوي على 3.01×10^{23} ذرة

المعطيات N والمطلوب n، سنستخدم العلاقة الأولى ونتذكر عدد أفوجادرو 6.022×10^{23}

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

مثال:

احسب عدد الجزيئات الموجودة في 3 مول من غاز الميثان

المعطيات n والمطلوب N، سنستخدم العلاقة الأولى ونتذكر عدد أفوجادرو 6.022×10^{23}

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

$$N = N_A \times n$$

$$N = 6.022 \times 10^{23} \times 3$$

$$N = 18.066 \times 10^{23} = 1.807 \times 10^{24}$$

مثال:

احسب كتلة 4 مول من جزيئات H_2O علمًا أن الكتل الذرية لكل من ذراته: (O=16, H=1)

المعطيات n عدد المولات والمطلوب m كتلة المادة، سنستخدم العلاقة الثانية ونحسب الكتلة المولية لجزيء الماء

$$M_r = A_{mH} \times N_H + A_{mO} \times N_O$$
$$M_r = (1 \times 2) + (16 \times 1) = 18\ g/mol$$

نطبق العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r}$$
$$4 = \frac{m}{18}$$
$$4 \times 18 = m$$
$$m = 72\ g$$

أتحقق ص26، احسب عدد ذرات عنصر البوتاسيوم الموجودة في 1×10^3 مول من العنصر

المعطيات n عدد المولات، المطلوب N عدد الذرات، نستخدم العلاقة الأولى ونتذكر عدد أفوجادرو: 6.022×10^{23}

$$n = \frac{N}{N_A}$$
$$N = N_A \times n$$
$$N = 6.022 \times 10^{23} \times 1 \times 10^3 = 6.022 \times 10^{26}$$

أتحقق ص26، عينة من مركب ما كتلتها: 4g والكتلة المولية للمركب = 40g/mol فما عدد المولات؟

المعطيات m الكتلة و M_r الكتلة المولية، المطلوب n عدد المولات، نستخدم العلاقة الثانية

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

تدريب :

أوجد كتلة 3 مولات من جزيء الإيثانول C_2H_5OH

المعطيات عدد المولات n والمطلوب كتلة المادة m نستخدم العلاقة الثانية ونحسب الكتلة المولية قبل ذلك

الكتل الذرية النسبية للذرات (O=16, C=12, H=1)

2 ذرة كربون، 6 هيدروجين، 1 أكسجين، نحسب الكتلة المولية بنفس طريقة الكتلة الجزيئية

$$M_r = (12 \times 2) + (1 \times 6) + (16 \times 1) = 46\ g/mol$$

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow \quad m = n \times M_r$$

$$m = 3 \times 46 = 138\ g$$

تدريب

ما عدد المولات للجزيئات الموجودة في 18 غرام من غاز الهيدروجين H_2؟

المعطيات الكتلة m والمطلوب عدد المولات n نستخدم العلاقة الثانية ونحسب الكتلة المولية قبل ذلك

الكتل الذرية (H=1) الكتلة المولية لغاز الهيدروجين

$$M_r = (1 \times 2) = 2\ g/mol$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{18}{2} = 9\ mol$$

تدريب

كم عدد الجزيئات الموجودة في 3 مول من حمض الهيدروكلوريك HCl

المعطيات عدد المولات n والمطلوب عدد الجزيئات N نستخدم العلاقة الأولى ونتذكر عدد أفوجادرو

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

$$N = N_A \times n$$

$$N = 6.022 \times 10^{23} \times 3 = 1.81 \times 10^{24}$$

أتدرب [10]: المول والكتلة المولية

تدريب :

يستعمل الخارصين Zn لتكوين طبقة على الحديد لحمايته من التآكل، احسب عدد ذرات الخارصين في 2.5 mol منه

تدريب :

احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O

تدريب :

احسب عدد مولات النحاس Cu التي تحتوي على 4.5×10^{24} ذرة منه

تدريب [تحدٍّ]

احسب عدد ذرات الأكسجين في 0.5 mol من O_2

حل مراجعة الدرس الثاني

الفكرة الرئيسة: أوضح المقصود بكل من:

الكتلة الذرية: متوسط الكتل الذرية لنظائر عنصر ما [لاحظ أننا لو قلنا الكتلة الذرية فنحن نقصد بها الكتلة الذرية النسبية]

الكتلة الجزيئية: مجموع الكتل الذرية النسبية للذرات الموجودة في الجزيء الذي ترتبط ذراته بروابط تساهمية مقيسة بوحدة amu

الكتلة المولية: كتلة المول الواحد من دقائق المادة مقيسة بـ g/mol

كتلة الصيغة: مجموع الكتل الذرية للعناصر في وحدة الصيغة للمركب الأيوني بوحدة amu

المول: الوحدة الدولية التي تستخدم في قياس كميات المواد في التفاعلات الكيميائية

أجد الكتلة المولية M_r لكل من: C_2H_5OH , CH_4

الكتل الذرية (O=16, C=12, H=1)

C_2H_5OH: 2 ذرة كربون، 6 هيدروجين، 1 أكسجين

$$M_r = (12 \times 2) + (1 \times 6) + (16 \times 1) = 46\ g/mol$$

CH_4: 1 ذرة كربون، 4 هيدروجين

$$M_r = (12 \times 1) + (1 \times 4) = 16\ g/mol$$

أجد كتلة الصيغة F_m لكل من: $Mg(NO_3)_2$, $Ca(OH)_2$

الكتل الذرية النسبية للذرات (Ca = 40, Mg= 24, O=16, N=14, H=1)

$Ca(OH)_2$: 1 ذرة كالسيوم، 2 أكسجين، 2 هيدروجين

$$F_m = (40 \times 1) + (16 \times 2) + (1 \times 2) = 74\ amu$$

$Mg(NO_3)_2$: 1 مغنيسيوم، 2 نيتروجين، 6 أكسجين

$$F_m = (24 \times 1) + (14 \times 2) + (16 \times 6) = 148\ amu$$

أحسب عدد المولات n الموجودة في 72g من عنصر المغنيسيوم

المعطيات الكتلة m والمطلوب n نستخدم العلاقة الثانية لذا نجد الكتلة المولية، عنصر المغنيسيوم من الجدول الدوري كتلته المولية = 24g/mol

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

أحسب كتلة 0.1 mol من ذرات الألمنيوم

المعطيات عدد المولات n والمطلوب الكتلة m نستخدم العلاقة الثانية لذا نجد الكتلة المولية، عنصر الألمنيوم من الجدول الدوري كتلته الذرية=27، الكتلة المولية = 27g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow \quad m = n \times M_r$$

$$m = 0.1 \times 27 = 2.7g$$

أحسب عدد جزيئات NH_3 الموجودة في 2 مول منها

المعطيات عدد المولات n والمطلوب عدد الجزيئات N نستخدم العلاقة الأولى ونتذكر عدد أفوجادرو

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

$$N = N_A \times n$$

$$N = 6.022 \times 10^{23} \times 2 = 1.2 \times 10^{24}$$

أوضح المقصود بعدد أفوجادرو

هو 6.022×10^{23} من الذرات أو الأيونات أو الجزيئات أو وحدات الصيغة ورمز أفوجادرو هو: N_A

أكمل الجدول الآتي:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

الكتلة الذرية للكلور: 35.5 ، الكتلة الذرية للهيدروجين: 1

	H_2	Cl_2	HCl
عدد المولات n	1	1	2
عدد الجزيئات N	6.022×10^{23}	6.022×10^{23}	$6.022 \times 10^{23} \times 2 = 1.2 \times 10^{24}$
الكتلة المولية M_r	$= (1 \times 2) = 2\ g/mol$	$= (35.5 \times 2) = 71\ g/mol$	$M_r = (1 \times 1) + (35.5 \times 1) = 36.5\ g/mol$

الدرس الثالث: الحسابات الكيميائية

أهمية المعادلة الكيميائية الموزونة
[الحسابات المبنية على الكميات]

فسِّر: أهمية وزن المعادلات الكيميائية، أو اذكر الحسابات الكيميائية المبنية على المعادلة

لأنها الركيزة الأساسية للحسابات الكيميائية، حيث منها نحدد:

1- عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة
2- كتل المواد بدقة
3- النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركب
4- المردود المئوي لناتج تفاعل ما

النسبة المئوية لكتلة العنصر

ما المقصود بالنسبة المئوية بالكتلة؟

هي نسبة كتلة العنصر في المركب إلى الكتلة الكلية للمركب

كيف تُحسب النسبة المئوية بالكتلة؟

بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب مضروبًا في 100

قانون النسبة المئوية بالكتلة

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (للعنصر)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100 = \frac{[\text{الكتلة المولية للعنصر}] \times [\text{عدد الذرات}]}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$Precent\ Composition = \frac{m.element}{m.compound} \times 100$$

أو نحتاج معرفة الكتلة المولية للعنصر داخل المركب، والكتلة المولية لكامل المركب

مثال:

عينة نقية من مركب كبريتيد الحديد FeS تكونت من تفاعل 6.4g من عنصر الحديد مع 3.2g من عنصر الكبريت، أحسب النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين Fe و S في العينة

كتلة المركب كاملة: $(6.4 + 3.2 = 9.6\ g)$

النسبة المئوية للحديد:

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

النسبة المئوية للكبريت:

$$S\ \% = \frac{3.2}{9.6} \times 100 = 33\ \%$$

مثال:

أحسب النسبة المئوية لكل من عنصري الكربون والهيدروجين والأكسجين في جزيء الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الذي كتلته المولية 180 g/mol علمًا أن الكتل الذرية: (O=16, C=12, H=1)

النسبة المئوية للكربون:

$$C\ \% = \frac{(12 \times 6)}{180} \times 100 = 40\ \%$$

النسبة المئوية للهيدروجين:

$$H\ \% = \frac{(1 \times 12)}{180} \times 100 = 6.67 = 7\ \%$$

أتحقق ص29: أحسب النسبة المئوية بالكتلة لعنصر H في مركب كتلته 4.4g ويحتوي 0.8g منه

النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين:

$$H\ \% = \frac{0.8}{4.4} \times 100 = 18.18\% = 18\ \%$$

أتحقق ص29: أحسب النسبة المئوية لعنصر الأكسجين في جزيء الجلوكوز الذي صيغته $C_6H_{12}O_6$

الكتل الذرية: (O=16, C=12, H=1)

كتلة المركب المولية:

$$M_r = (12 \times 6) + (1 \times 12) + (16 \times 6) = 180\ g/mol$$

الكتلة المولية للأكسجين = 16g/mol

النسبة المئوية للأكسجين:

$$O\ \% = \frac{(16 \times 6)}{180} \times 100 = 53.33\ \% = 53\%$$

تدريب:

احسب النسبة المئوية للأكسجين في مركب بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$

الكتل الذرية: (Na=23, O=16, C=12, H=1)

كتلة المركب المولية:

$$M_r = (23 \times 1) + (1 \times 1) + (12 \times 1) + (16 \times 3) = 84\ g/mol$$

النسبة المئوية للأكسجين:

$$O\ \% = \frac{(16 \times 3)}{84} \times 100 = 57.14\ \%$$

تدريب:

يتحد 8.2g من المغنيسيوم اتحادًا تامًّا مع 5.4g من الأكسجين لتكوين مركب ما، ما هي النسب المئوية لمكونات هذا المركب؟

كتلة المركب كاملة = 5.4 + 8.2 = 13.6g

النسبة المئوية للأكسجين:

$$O\ \% = \frac{5.4}{13.6} \times 100 = 39.7\ \%$$

النسبة المئوية للمغنيسيوم:

$$Mg\ \% = \frac{8.2}{13.6} \times 100 = 60.3\ \%$$

لاحظ أن مجموع النسب المئوية لكل عناصر الصيغة في المركب = 100%

أتدرب [11]: النسبة المئوية بالكتلة

تدريب :

يتحد 9.03g من المغنيسيوم اتحادًا تامًّا بـ 3.48g من النيتروجين ليتكون مركب ما، ما هي النسب المئوية لمكونات هذا المركب؟

تدريب [تحدٍّ]

عندما تتحلل عينة من أكسيد الزئبق (II) قدرها 14.2g لعناصرها الأولية بالتسخين ينتج 13.2g من الزئبق، ما هي النسب المئوية لمكونات هذا المركب؟

تدريب [تحدٍّ]

يمثل الكبريت 26.7% من كتلة المركب $NaHSO_4$. أوجد كتلة الكبريت في 16.8g من المركب

تدريب :

أحسب النسبة المئوية لمكونات البروبان C_3H_8 إذا علمت أن (C=12, H= 1)

الصيغة الأولية *emp. formula*

ما المقصود بالصيغة الكيميائية؟

هي طريقة للتعبير عن عدد ذرات العناصر المكونة للمركب ونوعها

ما المقصود بالصيغة الأولية؟

هي أبسط نسبة عددية صحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب

خطوات كتابة الصيغة الأولية لأي مركب:

1- إيجاد عدد مولات كل عنصر باستخدام علاقة المول بالكتلة إن كانت الكتلة متوفرة

2- أو إيجاد عدد مولات كل عنصر باستخدام النسبة المئوية بالكتلة

3- تبسيط الناتج من عدد المولات إلى أبسط نسبة عددية صحيحة بين العناصر

مثال:

ما الصيغة الأولية لمركب هيدروكربوني يحتوي 60g كربونًا و 20g هيدروجينًا، علمًا أن الكتل الذرية (C=12, H=1)

المعطيات m للكربون، عدد مولات الكربون n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{60}{12} = 5\ mol$$

المعطيات m للهيدروجين، عدد مولات الهيدروجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{20}{1} = 20\ mol$$

نسبة الذرات إلى بعضها (5:20) نقسم على أقل عدد مولات وهو 5 فتصبح أبسط نسبة عددية صحيحة (1:4)

الصيغة الأولية للمركب => CH_4

مثال:

ما الصيغة الأولية لمركب يتكون من 40% من الكالسيوم 12% من الكربون 48% من الأكسجين، علمًا بأن الكتل الذرية (Ca=40, O=16, C=12)

المعطيات m% للكالسيوم، عدد مولات الكالسيوم n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{40}{40} = 1\ mol$$

المعطيات m% للكربون، عدد مولات الكربون n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{12}{12} = 1\ mol$$

المعطيات m% للأكسجين، عدد مولات الأكسجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{48}{16} = 3\ mol$$

نسبة الذرات إلى بعضها (1:1:3)

الصيغة الأولية للمركب => $CaCO_3$

: تدريب

ما هي الصيغة الأولية لمركب يتكون من 25.9% نيتروجين 74.1% أكسجين؟
علمًا أن الكتل الذرية هي: (O=16, N=14)

المعطيات m% للنيتروجين، عدد مولات النيتروجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{25.9}{14} = 1.85\ mol$$

المعطيات m% للأكسجين، عدد مولات الأكسجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{74.1}{16} = 4.63\ mol$$

نسبة الذرات إلى بعضها نحولها إلى أبسط بالقسمة على الأصغر 1.85 => (1: 2.5)

نحصل على نتيجة صيغة بهذا الشكل: $N_1O_{2.5}$ وهذه لا تمثل أصغر نسبة عددية صحيحة
لذا نضرب النسبة في 2 لتحويلها إلى عدد صحيح

الصيغة الأولية للمركب => N_2O_5

الصيغة الجزيئية

ما المقصود بالصيغة الجزيئية؟

هي صيغة تبين الأعداد الفعلية للذرات وأنواعها في المركب

كيف نحدد الصيغة الجزيئية لأي مركب؟

من خلال التجارب العملية يتم تحديد الكتلة المولية له، ثم مقارنتها بكتلة الصيغة الأولية

نحدد العدد الفعلي للذرات باستخدام العلاقة:

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

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

N: العدد الفعلي للذرات

$N.emp$: عدد ذرات العنصر في الصيغة الأولية

M_r: الكتلة المولية للمركب

$m.emp$: كتلة الصيغة الأولية

مثال:

ما الصيغة الأولية والجزيئية لمركب هيدروكربوني يتكون من 85.7% كربون 14.3% هيدروجين، علمًا أن الكتل الذرية (C=12, H=1) والكتلة المولية للمركب 56g/mol؟

المعطيات m للكربون، عدد مولات الكربون n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{85.7}{12} = 7.1\ mol$$

المعطيات m للهيدروجين، عدد مولات الهيدروجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{14.3}{1} = 14.3\ mol$$

نسبة الذرات إلى بعضها (14.3 : 7.1) نقسم على أقل عدد 7.1 فتصبح أبسط نسبة عددية صحيحة (1:2)

الصيغة الأولية للمركب => CH_2 كتلة الصيغة الأولية= $(12 + 1 \times 2)$ = 14g

كتلة الصيغة الأولية = 14g الكتلة المولية للمركب = 56g/mol نستخدم العلاقة لحساب العدد الفعلي للذرات

العدد الفعلي لذرات الكربون:

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

$$N_C = 1 \times \frac{56}{14} = 4$$

العدد الفعلي لذرات الهيدروجين:

$$N_H = 2 \times \frac{56}{14} = 8$$

الصيغة الجزيئية => C_4H_8

أتحقق ص31: ما الصيغة الجزيئية لمركب كتلته المولية 58g/mol، وصيغته الأولية C_2H_5 علمًا أن الكتل الذرية (C=12, H=1)

الصيغة الأولية للمركب => C_2H_5 كتلة الصيغة الأولية= $(12 \times 2 + 1 \times 5) = 29g$

العدد الفعلي لذرات الكربون:

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

$$N_C = 2 \times \frac{58}{29} = 4$$

العدد الفعلي لذرات الهيدروجين:

$$N_H = 5 \times \frac{58}{29} = 10$$

الصيغة الجزيئية => C_4H_{10}

: تدريب

احسب الصيغة الجزيئية لمركب كتلته المولية 60g/mol وصيغته الأولية هي CH_4N إذا علمت أن الكتل الذرية: (N=14, C=12, H=1)

الصيغة الأولية للمركب => CH_4N

كتلة الصيغة الأولية= $(12 \times 1 + 1 \times 4 + 14 \times 1) = 30g$

العدد الفعلي لذرات الكربون:

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

$$N_C = 1 \times \frac{60}{30} = 2$$

العدد الفعلي لذرات الهيدروجين:

$$N_H = 4 \times \frac{60}{30} = 8$$

العدد الفعلي لذرات النيتروجين:

$$N_N = 1 \times \frac{60}{30} = 2$$

الصيغة الجزيئية => $C_2H_8N_2$

تدريب:

مركب بيوتانوات الميثيل له رائحة التفاح والنسبة المئوية لمكوناته كالتالي:
O: 31.4% / C: 58.8% / H: 9.8%
إذا علمت أن الكتلة المولية للمركب هي 102g/mol فما هي صيغته الجزيئية؟

المعطيات m% الكربون، عدد مولات الكربون n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{58.8}{12} = 4.9\ mol$$

المعطيات m% الهيدروجين، عدد مولات الهيدروجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{9.8}{1} = 9.8\ mol$$

المعطيات m% للأكسجين، عدد مولات الأكسجين n باستخدام العلاقة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{31.4}{16} = 1.97\ mol$$

نسبة الذرات إلى بعضها (4.9 : 9.8 : 1.97) نقسم على أصغرها: 1.97 فتصبح النسبة (2.5:5:1) نضرب في 2 لنتخلص من الكسور => (5: 10 : 2)

الصيغة الأولية للمركب => $C_5H_{10}O_2$

كتلة الصيغة الأولية= $(12 \times 5 + 1 \times 10 + 16 \times 2)$ = 102g

كتلة الصيغة = الكتلة المولية للمركب.. إذا الصيغة الجزيئية نفسها الأولية => $C_5H_{10}O_2$

أتدرب [12]: الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

تدريب :

أثبتت التحاليل أن حمض الأسيتيك يتكون من كربون 40% وهيدروجين 6.67% وأكسجين 53.33% فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 60g، استنتج الصيغة الجزيئية علمًا أن (O=16, C=12, H=1)

تدريب :

أوجد الصيغة الجزيئية لكل من المركبات التالية بمعلومية صيغها الأولية وكتلها المولية:

1) CH_3O، الكتلة المولية للمركب = 62g/mol

2) C_3H_2Cl، الكتلة المولية للمركب = 147g/mol

الحسابات المبنية على المول والكتلة

ما المقصود بالنسبة المولية؟

هي النسبة بين عدد مولات مادة إلى عدد مولات مادة أخرى

مثال:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

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

نسبة مولات الهيدروجين إلى النيتروجين =

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

نسبة مولات الهيدروجين إلى الأمونيا =

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

تنبيه: يجب موازنة المعادلة الكيميائية لحساب النسبة المولية وباقي الحسابات

حسابات المول – المول

مثال:

كم عدد مولات النيتروجين المتفاعلة عند تفاعل 0.1mol هيدروجين؟

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

بعد موازنة المعادلة ننظر إلى النسبة المولية للمادة المطلوبة وهي النيتروجين

نسبة مولات النيتروجين إلى الهيدروجين =

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

نحسب مولات النيتروجين بتعويض مولات الهيدروجين:

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

مثال:

في المعادلة الكيميائية الموزونة، أحسب عدد مولات الماء الناتج عن تفاعل 4mol من O_2 مع كمية كافية من الهيدروجين

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

المادة المطلوبة الماء، والمعطية الأكسجين، فنجد النسبة المولية للماء إلى الأكسجين

نسبة مولات الماء إلى الأكسجين =

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

نحسب مولات الماء بتعويض مولات الأكسجين:

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

: تدريب

في المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية، أحسب عدد مولات النيتروجين اللازمة للتفاعل مع كمية كافية من الأكسجين لإنتاج 15mol من NO

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$$

المادة المطلوبة N_2، والمعطية الناتج NO ، فنجد النسبة المولية لـ N_2 إلى NO

نسبة مولات N_2 إلى NO =

$$\frac{n\ N_2}{n\ NO} = \frac{1}{2}$$

$$n\ N_2 = \frac{1}{2} \times n\ NO = \frac{1}{2} \times 15 = 7.5\ mol$$

حسابات مول ـ كتلة

ما أهمية معرفة عدد مولات المواد الفعلية في التفاعل؟

بمعرفة عدد مولات المواد الفعلية نعرف كتل المواد اللازمة للتفاعل أو الناتجة عنه، وذلك باستخدام العلاقة بين المولات والكتلة

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \times M_r$$

مثال:

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

بما أننا نعرف عدد المولات في المعادلة، ونعرف الكتلة المولية لكل عنصر أو مركب، نستطيع حساب كتلة كل مادة

	$2Mg_{(s)}$	$O_{2(g)}$	$2MgO_{(s)}$
n	2	1	2
M_r	24	32	24+32=40
m	48	32	80

نلاحظ قانون حفظ الكتلة: كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

مثال:

في المعادلة الكيميائية الموزونة، أحسب كتلة H_2 اللازمة للتفاعل مع 7mol من O_2 ، علمًا بأن كتلة 1 mol من H_2 تساوي 2g/mol

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

المادة المطلوبة H_2، والمعطية O_2، فنجد النسبة المولية لهما

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

نحسب مولات الهيدروجين:

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

نحسب كتلة الهيدروجين:

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = 14 \times 2 = 28g$$

مثال:

أحسب كتلة الحديد Fe الناتجة عن تفاعل 9mol من الكربون C وفق المعادلة الموزونة الآتية علمًا أن الكتلة المولية للحديد 56g/mol

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

المادة المطلوبة Fe في الناتج والمعطية C في المتفاعلات فنجد النسبة المولية لهما

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

نحسب مولات الحديد:

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

نحسب كتلة الحديد:

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 6 \times 56 = 336g$$

تدريب :

أحسب كتلة Br_2 اللازمة للتفاعل مع كمية كافية من الهيدروجين لإنتاج 10mol من HBr وفق المعادلة الموزونة الآتية علمًا أن الكتلة الذرية لـ Br = 80

الكتلة المولية للجزيء = 160

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

المادة المطلوبة Br_2 والمعطية HBr فنجد النسبة المولية لهما

$$\frac{n\,Br_2}{n\,HBr} = \frac{1}{2}$$

نحسب مولات البروم:

$$n\,Br_2 = \frac{1}{2} \times 10 = 5\,mol$$

نحسب كتلة البروم:

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 5 \times 160 = 800g$$

حسابات كتلة ـ كتلة

مثال:

في معادلة التفاعل الموزونة أحسب كتلة الأمونيا الناتجة عن تفاعل 56g نيتروجين والكتل الذرية (N=14, H=1)

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

المادة المطلوبة الأمونيا والمعطية النيتروجين، يلزمنا حساب النسبة المولية بينهما

نسبة مولات الأمونيا للنيتروجين =

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

نحسب مولات النيتروجين بالعلاقة بين المول والكتلة:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{56}{(14 \times 2)} = 2mol$$

نعوض الآن مولات النيتروجين في النسبة المولية لنستخرج مولات الأمونيا =

$$n\,NH_3 = \frac{2}{1} \times n\,N_2 = \frac{2}{1} \times 2 = 4\,mol$$

نحسب الآن كتلة الأمونيا، حيث كتلتها المولية = $(14 + (1\times 3)) = 17g/mol$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 4 \times 17 = 68g$$

أتحقق ص35: اعتمادًا على المعادلة الموزونة الآتية

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

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

(2) أحسب كتلة MgO الناتجة عن احتراق 6g من عنصر Mg احتراقًا تامًّا بوجود كمية كافية من الأكسجين

(1) المادة المطلوبة O_2، والمعطية Mg، فنجد النسبة المولية لهما

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

نحسب مولات الأكسجين:

$$n\,O_2 = \frac{1}{2} \times n\,Mg = \frac{1}{2} \times 5 = 2.5\,mol$$

(2) المادة المطلوبة MgO والمعطية Mg فنجد النسبة المولية لهما:

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

عدد مولات المغنيسيوم، علما أن كتلته الذرية (24):

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{6}{24} = 0.25mol$$

نحسب مولات أكسيد المغنيسيوم:

$$n\,MgO = 1 \times n\,Mg = 1 \times 0.25 = 0.25\,mol$$

نحسب الآن كتلة أكسيد المغنيسيوم، حيث كتلته المولية = 40g/mol=24+16

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 0.25 \times 40 = 10g$$

: تدريب

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

الكتلة المولية لجزيء Cl_2 = 71 ، وللمركب NOCl= 65.5

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

المادة المطلوبة $NOCl$ والمعطية Cl_2 فنجد النسبة المولية لهما

$$\frac{n\,NOCl}{n\,Cl_2} = \frac{2}{1}$$

نحسب مولات الكلور:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{7.1}{71} = 0.1mol$$

نحسب مولات NOCl:

$$\frac{n\,NOCl}{n\,Cl_2} = \frac{2}{1} = 2 \times 0.1 = 0.2\,mol$$

نحسب الآن كتلة NOCl:

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 0.2 \times 65.5 = 13.1g$$

أتدرب [13]: الحسابات المبنية على المول والكتلة

تدريب :

تُوضح المعادلة التالية تفاعل الألمنيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الألمنيوم، احسب ما يلي:

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

(1) عدد مولات الألمنيوم اللازمة لتكوين 3.7mol من أكسيد الألمنيوم

(2) عدد مولات الأكسجين اللازمة لتتفاعل بالكامل مع 14.8 mol من الألمنيوم

تدريب :

ينتج غاز الأسيتيلين C_2H_2 بإضافة الماء إلى كربيد الكالسيوم CaC_2 طبقا للمعادلة التالية:

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

(1) احسب كتلة الأسيتيلين التي تنتج من إضافة الماء إلى 5g من كربيد الكالسيوم

(2) احسب عدد مولات كربيد الكالسيوم التي تلزم لإتمام التفاعل مع 4.9g من الماء

المردود المئوي Yield%

ما المقصود بالمردود المتوقع (النظري)؟

كمية المادة الناتجة المحسوبة من التفاعل، P_Y

ما المقصود بالمردود الفعلي (الحقيقي)؟

كمية المادة الناتجة فعليًّا من التفاعل التي يحددها الكيميائي من التجارب الدقيقة، A_Y

ما المقصود بالمردود المئوي؟

هي النسبة المئوية للمردود الفعلي إلى المردود النظري، Y

المردود المئوي للتفاعل = $\frac{\text{المردود الفعلي}}{\text{المردود المتوقع}} \times 100$

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

Y: المردود المئوي

A_y: المردود الفعلي (*Actual Yield*)

P_y: المردود المتوقع (*Predict Yield*)

مثال:

في تفاعل ما حصلنا على 2.64g من كبريتات الأمونيوم، فإذا علمت أن المردود المتوقع 3.3g فاحسب المردود المئوي للتفاعل

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

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

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

لأسباب كثيرة منها:

1- استخدام مواد متفاعلة غير نقية [فيها شوائب]

2- التفاعل غير تام

3- حدوث فقدان لجزء من كمية الناتج كتسرب الغاز، أو بسبب نقله من وعاء إلى آخر، الخ

: تدريب

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

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

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

: تدريب

ينتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي:

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CH_3OH_{(l)}$$

فإذا نتج 6.1g من الكحول الميثيلي من تفاعل 1.2g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون، احسب المردود المئوي للناتج

الكتلة المولية للكحول الميثيلي = 32g/mol

المادة المطلوبة CH_3OH والمعطية H_2 فنجد النسبة المولية لهما

$$\frac{n\ CH_3OH}{n\ H_2} = \frac{1}{2}$$

نحسب مولات الهيدروجين:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{1.2}{2} = 0.6mol$$

نحسب مولات CH_3OH:

$$\frac{n\ CH_3OH}{n\ H_2} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.3\ mol$$

نحسب كتلة CH_3OH:

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 0.3 \times 32 = 9.6g$$

المردود المئوي:

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100 = \frac{6.1}{9.6} \times 100 = 63.5\%$$

أتدرب [14]: المردود المئوي

تدريب :

كمية الأسبرين الناتجة من تفاعل ما حُسبت نظريا وكانت 130.5g أما الناتج الفعلي بالتجارب فقد كان 121.2g فما هو المردود المئوي للتفاعل؟

تدريب :

من خلال تسخين عالٍ يتفكك كربونات الكالسيوم من خلال التفاعل التالي:

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

ما كمية أكسيد الكالسيوم الفعلية من تفكك 50g من كربونات الكالسيوم، مع اعتبار أن المردود المئوي = 40%

علما أن الكتل الذرية (Ca=40, O=16, C=12)

حل مراجعة الدرس الثالث

الفكرة الرئيسة: ما أهمية الحسابات الكيميائية؟

لأنها الركيزة الأساسية للحسابات الكيميائية، حيث منها نحدد:

5- عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة

6- كتل المواد بدقة

7- النسبة المئوية لكتلة عنصر في مركب

8- المردود المئوي لناتج تفاعل ما

أوضح المقصود بكل من:

النسبة المئوية بالكتلة لعنصر: نسبة كتلة العنصر في المركب إلى الكتلة الكلية للمركب

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

الصيغة الجزيئية: صيغة تبين الأعداد الفعلية للذرات وأنواعها في المركب

المردود المئوي للتفاعل: النسبة المئوية للمردود الفعلي إلى المردود النظري

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

الكتل الذرية (Na=23, Br=80)

	البروم Br	الصوديوم Na
كتلة العنصر	8	2.3
عدد مولات العنصر	$\frac{8}{80} = 0.1$	$\frac{2.3}{23} = 0.1$
أبسط نسبة عددية صحيحة	1	1

الصيغة الأولية: NaBr

ما الصيغة الجزيئية لمركب هيدروكربوني يتكون من 92.3% من الكربون و 7.7% من الهيدروجين علمًا بأن الكتلة المولية للمركب 26g/mol

نحسب الصيغة الأولية، المركب الهيدروكربوني من كربون وهيدروجين ونستخدم النسب المئوية للعناصر، علمًا أن الكتل الذرية (C=12, H=1)

	الهيدروجين H	الكربون C
كتلة العنصر	7.7	92.3
عدد مولات العنصر	$\frac{7.7}{1} = 7.7$	$\frac{92.3}{12} = 7.7$
أبسط نسبة عددية صحيحة	1	1

الصيغة الأولية: CH، كتلة الصيغة = 12+1 = 13

العدد الفعلي لذرات الكربون:

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

$$N_C = 1 \times \frac{26}{13} = 2$$

العدد الفعلي لذرات الهيدروجين:

$$N_H = 1 \times \frac{26}{13} = 2$$

الصيغة الجزيئية => C_2H_2

أحسب كتلة أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 الناتجة من تفاعل 9.12g من كبريتات الحديد (II) $FeSO_4$ علمًا بأن معادلة التفاعل الموزونة هي:

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

الكتل الذرية (Fe=56, S=32, O=16)

المعطيات الكتلة m لكبريتات الحديد والمطلوب كتلة أكسيد الحديد، نحسب النسبة المولية بينهما:

$$\frac{n\ Fe_2O_3}{n\ FeSO_4} = \frac{1}{2}$$

عدد مولات كبرتيات الحديد، كتلته المولية (56 + 32 + 16(4)) =152g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{9.12}{152} = 0.06mol$$

عدد مولات أكسيد الحديد:

$$n\,Fe_2O_3 = \frac{1}{2} \times n\,FeSO_4 = 0.5 \times 0.06 = 0.03\,mol$$

نحسب الآن كتلة أكسيد الحديد، كتلته المولية (56(2) + 16(3)) =160g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \quad m = 0.03 \times 160 = 4.8g$$

أحسب عدد مولات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الناتجة عن احتراق 6mol من غاز الإيثان C2H6 احتراقًا تامًّا في كمية وافرة من غاز الأكسجين، وذلك حسب المعادلة الموزونة الآتية:

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

الكتل الذرية (O=16, C=12, H=1)

المعطيات عدد المولات n للإيثان والمطلوب عدد المولات لثاني أكسيد الكربون، نحسب النسبة المولية بينهما:

$$\frac{n\,CO_2}{n\,C_2H_6} = \frac{4}{2} = 2$$

عدد مولات ثاني أكسيد الكربون:

$$n\,CO_2 = 2 \times n\,C_2H_6 = 2 \times 6 = 12\,mol$$

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

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100 = \frac{2.8}{5.6} \times 100 = 50\%$$

حل الوحدة الرابعة

أكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل:

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

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

(2) تفاعل كربونات الكالسيوم الصلبة مع محلول حمض الهيدروكلوريك لإنتاج كلوريد الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

(3) تفاعل أيونات الفضة مع أيونات البروميد لتكوين راسب من بروميد الفضة

$$Ag^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} \rightarrow AgBr_{(s)}$$

أستنتج الصيغة الأولية للمركب في كل من الحالات الآتية:

(1) تفاعل 2.3g من الصوديوم مع 8g من البروم

الكتل الذرية (Na=23, Br=80)

	البروم Br	الصوديوم Na
كتلة العنصر	8	2.3
عدد مولات العنصر	$\frac{8}{80} = 0.1$	$\frac{2.3}{23} = 0.1$
أبسط نسبة عددية صحيحة	1	1

الصيغة الأولية: NaBr

(2) تفاعل 0.6g من الكربون مع الأكسجين لتكوين 2.2g من أكسيد الكربون

الكتل الذرية (O=16, C=12)

	الأكسجين O	الكربون C
كتلة العنصر	2.3-0.6=1.6	0.6
عدد مولات العنصر	$\frac{1.6}{16} = 0.1$	$\frac{0.6}{12} = 0.05$
أبسط نسبة عددية صحيحة	2	1

الصيغة الأولية: CO_2

أستنتج الصيغة الجزيئية لمركب صيغته الأولية CH_2 وكتلته المولية 28g

الصيغة الأولية: CH_2، كتلة الصيغة = 12+2 = 14

العدد الفعلي لذرات الكربون:

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

$$N_C = 1 \times \frac{28}{14} = 2$$

العدد الفعلي لذرات الهيدروجين:

$$N_H = 2 \times \frac{28}{14} = 4$$

الصيغة الجزيئية => C_2H_4

يحترق عنصر المغنيسيوم وفق المعادلة الآتية:

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

(1) أحسب كتلة المغنيسيوم اللازمة لإنتاج 8g من أكسيد المغنيسيوم

مطلوب المغنيسيوم ومعطى أكسيد المغنيسيوم، نحسب النسبة المولية بينهما:

علما أن الكتل الذرية: (Mg=24, O=16)

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

نحسب مولات أكسيد المغنيسيوم، كتلته المولية (24 + 16) =40g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{8}{40} = 0.2mol$$

نحسب مولات المغنيسيوم:

$$n\,Mg = 1 \times n\,MgO = 1 \times 0.2 = 0.2\,mol$$

نحسب كتلة المغنيسيوم، كتلته المولية =24g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = 0.2 \times 24 = 4.8g$$

(2) أحسب كتلة الأكسجين اللازمة لإنتاج 20g من أكسيد المغنيسيوم

مطلوب الأكسجين ومعطى أكسيد المغنيسيوم، نحسب النسبة المولية بينهما:

علما أن الكتل الذرية: (Mg=24, O=16)

$$\frac{n\,O_2}{n\,MgO} = \frac{1}{2} = 0.5$$

نحسب مولات أكسيد المغنيسيوم، كتلته المولية $(24 + 16) = 40g/mol$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{20}{40} = 0.5mol$$

نحسب مولات الأكسجين:

$$n\,O_2 = 0.5 \times n\,MgO = 0.5 \times 0.5 = 0.25\,mol$$

نحسب كتلة الأكسجين، كتلته المولية $= 32g/mol$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = 0.25 \times 23 = 8g$$

أحسب عدد المولات في $9.8g$ من حمض الكبريتيك H_2SO_4

الكتل الذرية $(S=32, O=16, H=1)$

$$M_r = (1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4) = 98g/mol$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{9.8}{98} = 0.1mol$$

تتحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة وفق المعادلة الآتية:

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

فإذا علمت أن الكتل الذرية $(Ca=40, O=16, C=12)$

(1) فاحسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتجة عن تسخين $50g$ من كربونات الكالسيوم

نحسب النسبة المولية بين أكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم:

$$\frac{n\,CaO}{n\,CaCO_3} = \frac{1}{1} = 1$$

نحسب مولات كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ والكتلة المولية $= 100g/mol$:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{50}{100} = 0.5mol$$

نحسب مولات أكسيد الكالسيوم:

$$n\,CaO = 1 \times n\,CaCO_3 = 1 \times 0.5 = 0.5\,mol$$

نحسب كتلة أكسيد الكالسيوم، كتلته المولية: $(40 + 16) = 56g/mol$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = 0.5 \times 56 = 28g$$

(2) واحسب المردود المئوي للتفاعل إذا حصلنا على 15g فقط من أكسيد الكالسيوم

$$Y = \frac{A_y}{P_y} \times 100 = \frac{15}{28} \times 100 = 53.6\%$$

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

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

فإذا علمت أن الكتل الذرية للعناصر: (Si=28, O=16, C=12)

(1) أزن معادلة التفاعل

$$SiO_{2(s)} + 3C_{(s)} \rightarrow SiC_{(s)} + 2CO_{(g)}$$

(2) أحسب عدد مولات CO الناتجة عن تفاعل 0.5 mol من SiO_2

نحسب النسبة المولية بين CO و SiO_2:

$$\frac{n\ CO}{n\ SiO_2} = \frac{2}{1} = 2$$

نحسب مولات CO:

$$n\ CO = 1 \times n\ SiO_2 = 2 \times 0.5 = 1\ mol$$

(3) أحسب كتلة SiC الناتجة عن تفاعل 4mol من ذرات الكربون

نحسب النسبة المولية:

$$\frac{n\ SiC}{n\ C} = \frac{1}{3} = 0.333$$

$$n\ SiC = 0.333 \times n\ C = 0.333 \times 4 = 1.332\ mol$$

نحسب كتلة SiC ، كتلته المولية: (28+12) = 40g/mol

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = 1.332 \times 40 = 53.3g$$

(4) أحسب النسبة المئوية لعنصر الكربون في المركب SiC

$$C\ \% = \frac{12}{40} \times 100 = 30\%$$

أصنف المعادلات الآتية حسب النوع:

المعادلة	التصنيف
$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2AlCl_{3(s)}$	اتحاد

إحلال أحادي	$Mg_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + MgSO_{4(aq)}$
تحلل حراري	$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + 4H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$

أختار رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

(1) ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 1mol من AgNO3؟

- 1
- 2
- **3**
- 4

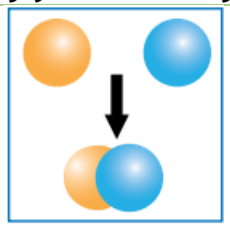
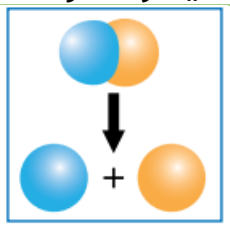
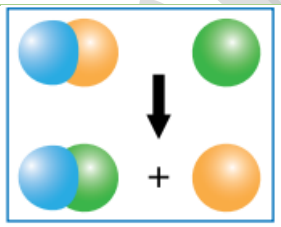
(2) أي من الآتية يعد الكتلة المولية لمركب Na2SO4 بوحدة g/mol؟

- 71
- 119
- **142**
- 183

(3) تُسمى كمية المادة الناتجة المحسوبة من التفاعل:

- المردود المتوقع
- المردود الفعلي
- الكتلة المولية
- المول

أميز التفاعلات الواردة في النماذج الآتية وأفسرها

a	b	c
		
اتحاد (مادتين فتنتج مادة واحدة)	تحلل (مادة واحدة ينتج منها مادتين)	إحلال أحادي (استبدال عنصر محل عنصر)

مركب كتلته 8.8g يتكون فقط من عنصري الكربون والهيدروجين، وكتلة الهيدروجين 1.6g

(1) أحسب النسبة المئوية بالكتلة لعنصري الكربون والهيدروجين في المركب

كتلة الكربون = 8.8 – 1.6 = 7.2g

$$C\ \% = \frac{7.2}{8.8} \times 100 = 81.8\%$$

كتلة الهيدروجين = 1.6g

$$H\ \% = \frac{1.6}{8.8} \times 100 = 18.2\%$$

(2) أستنتج أي الصيغتين تمثل المركب C_2H_6 أم C_3H_8؟

الكتل الذرية (C=12, H=1)

نحسب نسبة الكربون والهيدروجين في كل مركب بنسبة الكتل المولية لكتلة الصيغة ونقارنها بجواب الفرع الأول الذي اعتمد على النسبة المئوية بالكتلة

- الصيغة الأولى: C_2H_6 ، كتلة الصيغة= $(12(2) + 1(6)) = 30$

$$C\ \% = 2 \times \frac{12}{30} \times 100 = 80\%$$

$$H\ \% = 6 \times \frac{1}{30} \times 100 = 20\%$$

- الصيغة الثانية: C_3H_8 ، كتلة الصيغة= $(12(3) + 1(8)) = 44$

$$C\ \% = 3 \times \frac{12}{44} \times 100 = 81.8\%$$

$$H\ \% = 8 \times \frac{1}{44} \times 100 = 18.2\%$$

الصيغة C_3H_8 هي التي تمثل المركب

1	2	11	12	13	15	16	17
H^+							
Li^+	Be^{2+}				N^{3-}	O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}			Al^{3+}	P^{3-}	S^{2-}	Cl^-
K^+	Ca^{2+}		Zn^{2+}	Ga^{3+}		Se^{2-}	Br^-
Rb^+	Sr^{2+}	Ag^+	Cd^{2+}	In^{3+}			I^-
Cs^+	Ba^{2+}						

جدول أيونات ذرات العناصر المتغيرة الشحنة الأكثر شيوعًا

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ti^{2+} Ti^{3+}	V^{2+} V^{3+}	Cr^{2+} Cr^{3+} Cr^{6+}	Mn^{2+} Mn^{3+} Mn^{7+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}	Ni^{2+} Ni^{3+}	Cu^+ Cu^{2+}			Ge^{2+} Ge^{4+}
						Pd^{2+} Pd^{3+}				Sn^{2+} Sn^{4+}
						Pt^{2+} Pt^{2+}	Au^+ Au^{3+}	Hg^+ Hg^{2+}	Tl^+ Tl^{3+}	Pb^{2+} Pb^{4+}

جدول الأيونات المتعددة الشحنة الأكثر شيوعًا

النيتروجين

N^{3-}	النيتريد
NO_2^-	النيتريت
NO_3^-	النترات
NH_4^+	الأمونيوم

الفوسفور

P^{3-}	فوسفيد
PO_3^{3-}	فوسفيت
HPO_3^{2-}	فوسفيت هيدروجينية
PO_4^{3-}	فوسفات
HPO_4^{2-}	فوسفات هيدروجينية
$H_2PO_4^-$	فوسفات ثنائي الهيدروجين

الكبريت

S^{2-}	كبريتيد
SO_3^{2-}	كبريتيت
HSO_3^-	كبريتيت هيدروجينية
SO_4^{2-}	كبريتات
HSO_4^-	كبريتات هيدروجينية
$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات
$S_2O_7^{2-}$	ثنائي كبريتات

الأكسجين

O^{2-}	أكسيد
O_2^{2-}	فوق أكسيد
OH^-	هيدروكسيد

الكلور

Cl^-	كلوريد
ClO_4^-	فوق كلورات
ClO_3^-	كلورات
ClO_2^-	كلوريت
ClO^-	هيبوكلوريت

فلزات وأشباه فلزات

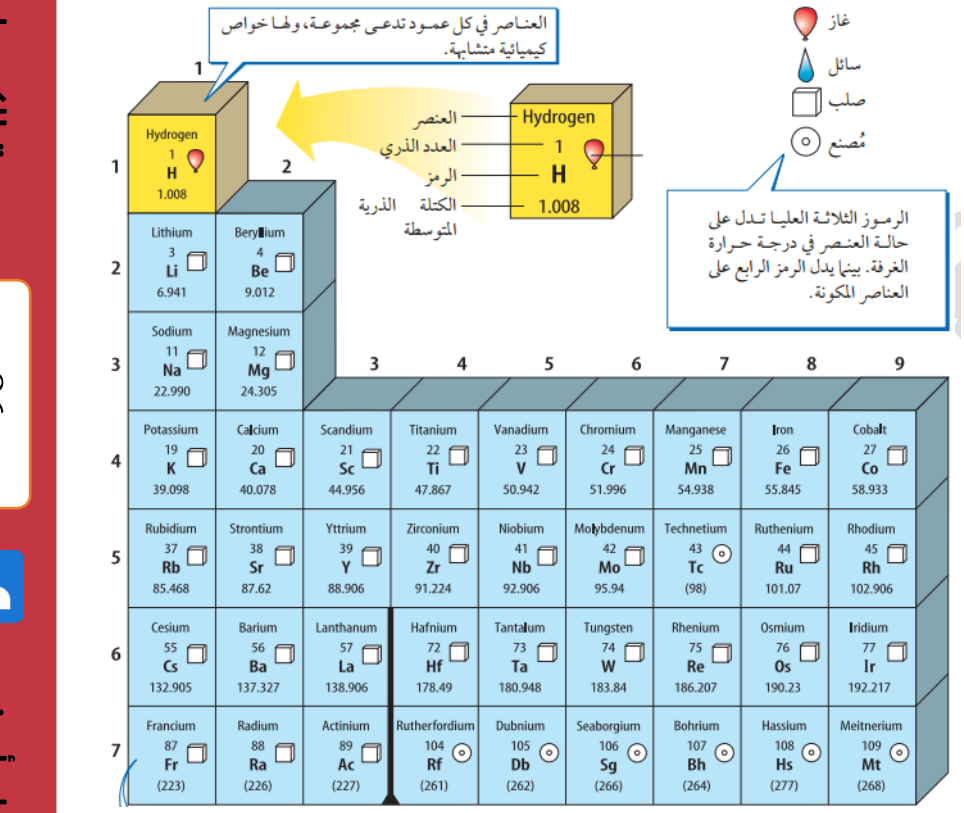
MnO_4^-	بيرمنجنات
CrO_4^{2-}	كرومات
$Cr_2O_7^{2-}$	دايكرومات
AsO_4^{3-}	زرنيخات
SiO_4^{4-}	سيليكات

الكربون

C^{4-}	كربيد
CO_3^{2-}	كربونات
HCO_3^-	كربونات هيدروجينية
CN^-	سيانيد

م. مريم السرطاوي
https://www.youtube.com/mariamsartawi
دوسية أوكسجين "الوحدة الرابعة"
https://fb.com/groups/schoolofchemistry
مدرسة الكيمياء
86
مدرسة الكيمياء
منصة تلاخيص منهاج أردني
https://facebook.com/talakheesio

الجدول الدوري للعناصر



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Hydrogen 1 H 1.008																	Helium 2 He 4.003
Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012											Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305											Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933	Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217	Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)	Darmstadtium 110 Ds (281)	* Ununnium 111 Uuu (272)	* Ununbium 112 Uub (285)		* Ununquadium 114 Uuq (289)		** 116		** 118