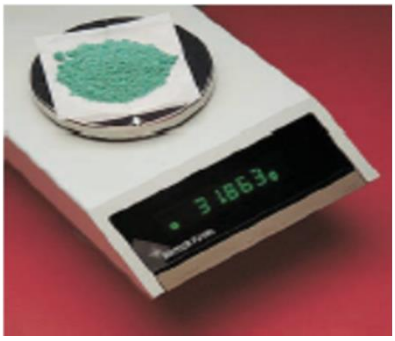
مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

الفصل الثالث
الحسابات الكيميائية

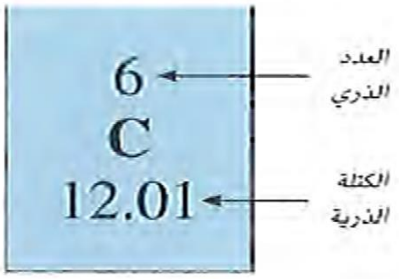


نواتج التعلم :

- موازنة المعادلات الكيميائية.
- التنبؤ بنواتج التفاعل البسيط ، والتحلل ، ونواتج تفاعل الاحتراق.
- حساب صيغة الأوزان
- تحويل غرام إلى مول والمول إلى غرام باستخدام كتلة المولي.
- تحويل عدد الجزيئات إلى مولات والمولات إلى عدد الجزيئات التي تستخدم عدد أفوجادر.
- حساب الصيغ التجريبية والجزيئية للمركب من النسبة المئوية والوزن الجزيئي.

الكتلة الذرية Atomic Mass

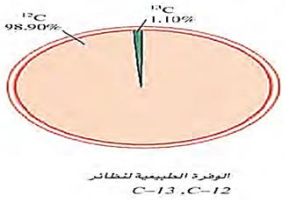
- الكتلة الذرية (تعرف أحيانا بالوزن الذري) وهي كتلة الذرة بوحدة الكتل الذرية (amu). واتفق عالميا ان تكون الكتلة الذرية هي الكتلة التي تعادل بالضبط 1/12من كتلة ذرة الكربون (12) وتحتوي ذرة نظير الكربون (12) على ستة من البروتونات وكذلك مثلها من النيوترونات .
- وتعتمد كتلة الذرة على العدد الذي تحتويه من الكترونات وبروتونات ونيوترونات .



متوسط الكتلة الذرية Average Atomic Mass

- إذا أردنا قياس الكتلة الذرية لعنصر ما فعلينا أن نأخذ في الحسبان متوسط الكتلة الذرية لنظائر العنصر جمعيا, فإذا كانت نسبة الوجود الطبيعي لكل من الكربون -12والكربون -13هي على الترتيب (98.90%) و(1.10%) مع العلم أن الكتلة الذرية للكربون – 13هي (13.00335 amu) فإن متوسط الكتلة الذرية للكربون يمكن حسابها كالأتي :
- متوسط الكتلة الذرية للكربون الطبيعي =

(0.9890) (12.00000 amu)+ (0.0110) (13.00335 amu) = 12.01 amu



مثال 1.3

- أحسب متوسط الكتلة الذرية للنحاس $^{63}_{29}Cu$(69.09%)، $^{65}_{29}Cu$ (30.91%) القيمة بين الأقواس تشير إلى الوفرة النسبية للعنصر والكتل الذرية لنظيري النحاس هي على الترتيب 62.93amu و 64.9278 amu
- الأستراتيجية : يسهم كل نظير في متوسط الكتلة الذرية بحسب وفرته النسبية وتحسب مساهمة كل نظير في متوسط الكتلة الذرية من خلال أيجاد حاصل ضرب كتلة النظير بوفرتة الجزيئية وليس نسبتة المئوية
- الحل : تحول اولا النسب المئوية الى كسور وبعد ذلك نجد مساهمة كل نظير في متوسط الكتلة الذرية ثم نجمع هذه المساهمات معا للحصول على متوسط الكتلة الذرية

- (0.6909) (62.93 amu) + (0.3091) (64.9278 amu) = 63.55 amu

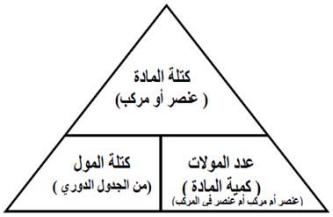
3.2 عدد أفوجادرو والكتلة المولية للعنصر

Avogadro s Number and the Molar Mass of an Element

- المول : هو كمية المادة المحتوية على كينونات أولية (ذرات ,أو جزيئات , او جسيمات أخرى) بعدد الذرات نفسها الموجودة بالضبط في 12 g (0.012 Kg) من نظير كربون – 12
- عدد أفوجادرو (N_A) هو العدد الحقيقي للذرات في 12g من كربون – 12
- والقيمة الحالية لعدد أفوجادرو هي $N_A = 6.0221415 \times 10^{23}$

يمكن باستخدام كلا من عدد أفوجادرو (N_A) و الكتلة المولارية ($\mathcal{M}$)
- التحويل بين كتلة العنصر (m) وعدد المولات (n) لنفس العنصر
- التحويل بين عدد المولات للعنصر (n) وعدد الذرات (N) لنفس العنصر

$\mathcal{M}$ = molar mass in g/mol N_A = Avogadro's number



مثال 3.2

- ما عدد المولات الموجودة في Zn 23.3 g
- الكتلة المولية ل Zn هي 65.39g
- الحل :
- عدد المولات (n)= الوزن بالجرام / الكتلة المولية

n = 23.3 / 65.39 = 0.356 mol Zn

مثال 3.3

- أحسب كتلة ذرة فضة واحدة من الجرامات
- الحل :

1- نحسب اولا عدد المولات (n) = عدد الذرات (N)/ عدد افوجادرو (NA) = 1/ 6.022×10^{23} = 1.66×10^{-22}

2- نحسب الكتلة (m) = عدد المولات (n) x عدد الكتلة (M) = $107.9 \times 1.66 \times 10^{-22}$ = 1.792×10^{-22}g

او فى خطوة و احدة

- = (1 Ag atom /6.022×10^{23}) x g/1mol Ag=1.792×10^{-22}g

3.3 الكتلة الجزيئية Molecular Mass

- الكتلة الجزيئية (تعرف أيضا بالوزن الجزيئي) هي مجموع كتل الذرات (بوحدات amu)

- **تدريب علي حساب الوزن الجزيئي للجزيئات البسيطة مثل**

H_2, O_2, Hcl , H_2O , NH_3 , CO_2 , CO , CH_4,C_2H_6, SO_2, NaCl , $MgCl_2$

- الكتلة الجزيئية H_2O = (16 amu) + (1 amu) 2 = 18 amu

مثال 3.4

- **احسب الكتل المولية (بواحدات amu) ل**
- **(أ) – ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)**
- **(ب) – الكافيين** $C_8 H_{10} N_4 O_2$
- الأستراتيجية : كيف تجتمع الكتل الذرية للعناصر لتؤلف الكتلة الجزيئية للمركب
- الحل (أ) هناك ذرتا O وذرة واحدة S في جزيء **SO_2**

الكتلة **SO_2** الجزيئية = 2 (16.00 amu) + 32.07amu = 64.07amu

(ب) هناك ثماني ذرات C وعشرة H واربعة , N و اثنين O في الكافيين لذلك فإن كتلة $C_8 H_{10} N_4 O_2$ الجزيئية هي

8 (12.01 amu) + 10 (1.008 amu) + 4 (14.01 amu) + 2 (16.00 amu) = 194.20 amu

مثال 3.5

- الميثان (CH_4) هو المكون الرئيسى للغاز الطبيعي , ما عدد مولاته التي توجد في 6.07g من الميثان
- الأستراتيجية : نحتاج تحويل الجرامات الى مولات
- الحل : معامل التحويل المناسب الذي يحول الجرامات الى مولات هو الكتلة المولية
- الكتلة المولية CH_4 للميثان = (1.008 g) +4 12.01g = 16.04 g
- $1mol\ CH_4 = 16.04\ g\ CH_4$
- يجب ان يشتمل معامل التحويل على وحدة الجرام في المقام ووحدة المول في البسط
- $1mol\ CH_4 / 16.04\ g\ CH_4$
- $6.07\ g\ CH_4 \times 1mol\ CH_4 / 16.04\ g\ CH_4 = 0.378\ mol\ CH_4$

مثال 3.6

- ما عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فى 25.6g من اليوريا {$(NH_2)_2CO$ }التي تستخدم سماد زراعي . الكتلة المولية لليوريا هى 60.06g
- الحل
- جرامات اليوريا ← مولات اليوريا ← مولات هيدروجين ← ذرات هيدروجين
- ونجري الحساب دفعة واحدة

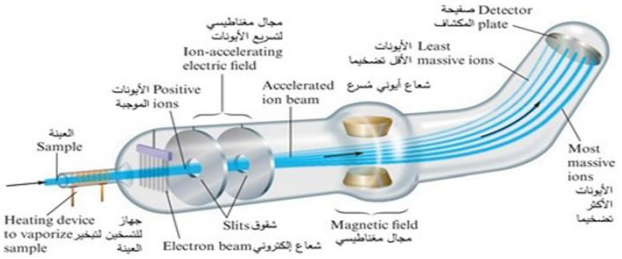
$$25.6\ g\ (NH_2)_2CO \times \frac{1\ mol\ (NH_2)_2CO}{60.06\ g\ (NH_2)_2CO} \times \frac{4\ mol\ H}{1\ mol\ (NH_2)_2CO} \times \frac{6.022 \times 10^{23}\ H\ atoms}{1\ mol\ H}$$

$$= 1.03 \times 10^{24}\ H\ atoms$$

- او على خطوات
- عدد مولات اليوريا = 25.6 g/60.06 g = 0.4262mol
- مولات هيدروجين = 42.62 x 4 = 1.7 mol
- ذرات هيدروجين = 1.7 x 6.022×10^{23} = 1.03×10^{24} H atom

مطيافُ الكتلة (Mass spectrometry)هو تقنيةٌ تحليليّةٌ للتعرُّف علىمكوِّناتِ مادةٍ ما، أو لتوضيح شكل وبنية الجزيئات الكيميائية، من خلال تكسيرها إلى أيوناتٍ وقياس نسبةٍ كتلتها إلى شحنتها من خلال جهاز مطياف الكتلة

يعتمد مبدأ عمل مطياف الكتلة على تأين المركبات الكيميائية لتوليد جزيئات مشحونة وقياس نسبة كتلتها إلى شحنتها. تجرى العملية في مطياف الكتلة بوضع العينة في الجهاز، حيث تأين المركبات بطرق مختلفة (مثلا بنسفها بحزمة إلكترونية)، مما يشكل الأيونات المشحونة. تحسب نسبة الكتلة للشحنة لهذه الجزيئات من حركة هذه الأيونات ضمن حقول كهرومغناطيسية



التركيب المئوي للمركبات Percent Composition of Compounds

- **النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب يتم الحصول عليها من خلال قسمة كتلة العنصر في مول واحد من المركب على الكتلة المولية للمركب ومن ثم الضرب في مئة في المئة**
- **نسبة التركيب المئوية للعنصر = $\frac{n \times \text{كتلة العنصر المولية}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ X 100 %**

مثال 3.7

- **حمض الفسفوريك** (H_3PO_4) احسب نسبة التركيب المئوية الكتلية لكل من H , P, O في هذا المركب
- الحل : كتلة (H_3PO_4) المولية هى 97.99 g والنسبة الكتلية المئوية لعناصره كالاتي
- %H = 3 (1.008g)H /97.99g (H_3PO_4) x 100% = 3.086 %
- % P = 30.97g P / 97.99g (H_3PO_4) x 100% = 31.61%
- % O = 4 (16.00g) O / 97.99g (H_3PO_4) x 100% = 65.31%

- **تدريب علي حساب النسبة المئوية لكل عنصر في الجزيئات البسيطة مثل :**

H_2, O_2, Hcl , H_2O , NH_3 , CO_2 , CO , CH_4,C_2H_6, SO_2, NaCl , $MgCl_2$

كتابة المعادلات الكيميائية Writing Chemical Equations

1- المعادلة الكيميائية: هي صورة توضح المواد الداخلة في التفـــاعل الكيميـــائي والمواد الناتجة من هذا التفاعل والتغير الذي يصاحب هذا التفاعل من حيث عـــدد المولات ويفصل بينهما سهم كما هو موضح في المثال التالي وعادة ما تكتب المواد المتفاعلة من الجهة اليسرى والناتجة في الجهة اليمنى وتقرأ المعادلة من اليســـار إلى اليمين.

المواد الناتجة ⟵ المواد المتفاعلة

Reactant(s) ⟵ Products

ومن أهم خواص المعادلة الكيميائية أنها تمكننا من إيجاد العلاقات الكمية بيـــن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل، ولإجراء الحساب الكيميائي المطلـــوب يشترط أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة إي تخضع لقانون حفظ الكتلة. ولكتابـــة معادلة كيميائية موزونة يجب أن نتبع الخطوات التالية:

تكتب المواد المتفاعلة والمواد الناتجة لفظا ويفصل بينهما سهم. مثـــلا لتفـــاعل الألومنيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الألومنيوم.

أكسيد الألومنيوم ⟶ أكسجين + الألومنيوم

تكتب المعادلة بالرموز و الصيغ للمواد المتفاعلة والناتجة

$Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$ (معادلة غير موزونة)

توزن المعادلة وذلك بوضع معاملات بجوار المواد الداخلة والناتجة بحيث كمـــا ذكرنا يكون عدد الذرات لعنصر ما متساوية عددياً في كلا الطرفين

$4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$ (معادلة موزونة)

ولكي يتم كتابة معادلة كيميائية صحيحة يجب أن يكون الطالب ملمـــاً بأســماء ورموز الصيغ للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة

تكتب المواد المتفاعلة والمواد الناتجة لفظا ويفصل بينهما سهم. مثـــلا لتفـــاعل الألومنيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الألومنيوم.

أكسيد الألومنيوم ⟶ أكسجين + الألومنيوم

تكتب المعادلة بالرموز و الصيغ للمواد المتفاعلة والناتجة

$Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$ (معادلة غير موزونة)

توزن المعادلة وذلك بوضع معاملات بجوار المواد الداخلة والناتجة بحيث كمـــا ذكرنا يكون عدد الذرات لعنصر ما متساوية عددياً في كلا الطرفين

موازنة المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

- نستطيع القيام بوزن المعادلة الكيميائية وفقا للخطوات الأتية :
- 1- حدد المتفاعلات والنواتج جميعها واكتب صيغها الجزيئية الصحيحة في الطرفين الأيسر والأيمن من المعادلة على الترتيب .
- 2- ابدأ بوزن المعادلة باختيار معاملات مختلفة بهدف مساواة عدد الذرات من كل عنصر فى طرفي المعادلة .
- 3- ابحث عن العناصر التي تظهر مرة واحدة فقط في كلا طرفي المعادلة بحيث يكون عدد ذراتها متساويا في كلا الطرفين .
- 4- تأكد أن وزن المعادلة تم بالشكل الصحيح وان لديك أعداد متساوية من الذرات في كل طرف للعنصر نفسه .

- **أمثلة متعددة وبسيطة لمعادلات كيميائية يقوم الطالب بوزنها إذا كانت تحتاج لوزن. مثل :**
- $Na + Cl_2 \longrightarrow NaCl$
- $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$
- $H_2 + I_2 \longrightarrow HI$
- $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
- $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
- $Mg + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$
- $Mg + FeSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Fe$
- $KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$
- $Fe + HCl \longrightarrow FeCl_3 + H_2$
- $C_2H_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$