دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس الثامن

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 - 1442 هـ . 2020 - 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4-4 الكتلة الجزيئية النسبية (M_r)

Relative Molecular Mass (M_r)

توقشت **الكتلة الذرية النسبية** (A_r) للعنصر في الوحدة الثانية . بنفس الطريقة يكون أيضًا للمركب الذي يمثل بصيغته الكيميائية **كتلة جزيئية نسبية** (M_r).

تُعرَّف **الكتلة الجزيئية النسبية** (M_r) لمادة (ما) بأنها متوسط كتلة جزيء المركب، مقارنة بكتلة ذرة $^{12}_{6}C$ التي تعتبر 12 وحدة .

اختبر فهمك 2

مستخدمًا جدول التكافؤ الموضح أعلاه حدد الصيغة الكيميائية لـ:

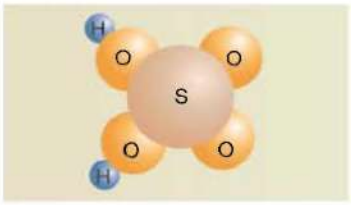
(1) كبريتات الكالسيوم
(2) نترات الألومنيوم
(3) أكسيد الرصاص (II)
(4) كبريتات الأمونيوم
(5) كربونات البوتاسيوم
(6) هيدروكسيد الليثيوم
(7) كبريتات الحديد (III)
(8) بيكربونات الماغنسيوم

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يمكن أيضًا استخدام الكتلة الجزيئية للمركبات التي لا توجد كجزيئات وإنما كأيونات. تكون في تلك الحالات الكتلة الجزيئية هي كتلة **وحدة الصيغة**، التي هي أبسط تعبير لنسبة اتحاد أيونين أو أكثر. وعلى ذلك تكون وحدة الصيغة لكلوريد الصوديوم هي $NaCl$ التي تدل على وجود عدد مساوٍ من وحدات الصوديوم والكلور في كلوريد الصوديوم. توجد بعد ذلك **كتلة الصيغة النسبية لمركب أيوني** بدلًا من الكتلة الجزيئية له. لحساب الكتل الجزيئية أو كتل الصيغة النسبية، نجمع الكتل الذرية النسبية الفردية معًا. ويمكن الحصول عليها من الجدول الدوري.

الكتلة الجزيئية النسبية لحمض الكبريتيك

تأمل حمضًا شائعًا كحمض الكبريتيك (H_2SO_4)، يحتوي على ذرتي هيدروجين، وذرة كبريت، وأربع ذرات أكسجين. الكتل الذرية النسبية هي:



شكل 4-2 حمض الكبريتيك

$$A_r(H) = 1,\ A_r(S) = 32,\ A_r(O) = 16$$

$$\begin{matrix} H_2 & S & O_4 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \end{matrix}$$

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

كتلة الصيغة النسبية لبلورات كربونات الصوديوم

تأمل مادة كيميائية شائعة كصودا الغسيل، والتي تعرف كيميائيًا باسم كربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3.10H_2O$. تحتوي هذه المادة على ذرتي صوديوم، وذرة كربون، وثلاث ذرات أكسجين، وعشرة جزيئات ماء. يحتوي كل جزيء ماء على ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين. الكتل الذرية النسبية هي:

$$A_r(Na) = 23,\ A_r(C) = 12,\ A_r(O) = 16,\ A_r(H) = 1$$

$$\begin{matrix} Na_2 & C & O_3 & 10H_2O \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \quad \searrow \end{matrix}$$

$$M_r = (2 \times 23) + (1 \times 12) + (3 \times 16) + 10[(2 \times 1) + (1 \times 16)]$$
$$= 46 + 12 + 48 + 180$$
$$= 286$$

5-4 التكوين النسبي المئوي للعناصر في الجزيء
The Percentage Composition of Elements in a Molecule

إذا عرفنا الصيغة الكيميائية لأي مادة، يمكن حساب **النسبة المئوية لمكوناتها بالكتلة**، دون إجراء تجربة، طبقًا للقواعد التالية:

1- اكتب الصيغة الكيميائية للمادة.

2- أوجد الكتلة الجزيئية النسبية.

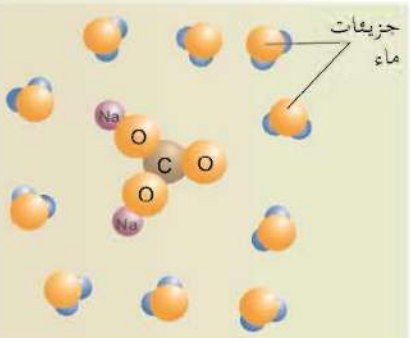
3- عبر عن الكتلة الكلية لكل عنصر كنسبة مئوية من الكتلة الجزيئية النسبية الكلية.

يجب أن يساوي مجموع جميع النسب 100.

لا يتغير التكوين النسبي المئوي لأي مادة نقية، مثال: جزيء الماء مركب يتكون من عنصرين: الهيدروجين، والأكسجين. يحتوي دائمًا كل جزيء 11.11% هيدروجين، و88.89% أكسجين. يكون ذلك صحيحًا إذا أخذنا عينة الماء من الكفرة أو القاهرة، أو نيويورك، أو نيودلهي، أو نيوزيلندا. يكون حتى للكميات الصغيرة من النداوة المائية الموجودة على القمر نفس التكوين النسبي المئوي. يكون التكوين الكيميائي لأي مركب ثابتًا ولا يتغير.

العنصر	A_r	العنصر	A_r
هيدروجين	1	كلور	35.5
هيليوم	4	بوتاسيوم	39
كربون	12	كالسيوم	40
نيتروجين	14	حديد	56
أكسجين	16	نحاس	64
صوديوم	23	خارصين	65
ماغنسيوم	24	فضة	108
ألومنيوم	27	يود	127
كبريت	32	رصاص	207

جدول 6 الكتل الذرية النسبية التقريبية



شكل 4-3 كربونات صوديوم مائية

اختبر فهمك 3

مستخدمًا الكتل الذرية النسبية التقريبية في جدول 6، احسب الكتلة الجزيئية النسبية أو كتلة الصيغة النسبية للمواد التالية:

(1) هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

(2) أكسيد الصوديوم Na_2O

(3) رابع كلوريد الميثان CCl_4

(4) كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$

(5) بيكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$

(6) ثالث كلوريد النيتروجين NCl_3

(7) نيتريد الكالسيوم Ca_3N_2

(8) كبريتيد الهيدروجين H_2S

(9) فوق أكسيد الصوديوم Na_2O_2

(10) بيكبريتات الكالسيوم $Ca(HSO_4)_2$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - لـ.ا

التكوين النسبي المئوي لحمض الكبريتيك

يمكن حسابه كالتالي :

1- الصيغة الكيميائية : H_2SO_4،

2- الكتلة الجزيئية النسبية : 98،

3- من بين وحدات الكتلة التي عددها 98، توجد وحدتان تخصان ذرتي هيدروجين،و32 وحدة تخص ذرة الكبريت، و 64 وحدة تخص الأربع ذرات أكسجين، وعليه :

نسبة الهيدروجين $= \frac{2}{98} \times 100 = \%2.04$

نسبة الكبريت $= \frac{32}{98} \times 100 = \%32.65$

نسبة الأكسجين $= \frac{64}{98} \times 100 = \%65.31$

شكل 4-4 التكوين النسبي المئوي لحمض الكبريتيك

التكوين النسبي المئوي لبلورات كربونات الصوديوم

يكون من الأفضل حساب نسبة الماء كوحدة مستقلة كاملة للمركبات التي تحتوي على جزيئات ماء، فعلى سبيل المثال :

1- الصيغة الكيميائية : $Na_2CO_3.10H_2O$

2- كتلة الصيغة النسبية = 286

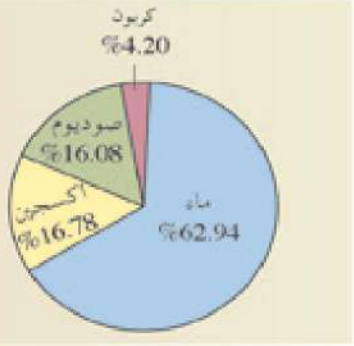
3- من وحدات الكتلة التي عددها 286 وحدة، توجد 46 وحدة تخص ذرتي الصوديوم، و12 وحدة تخص ذرة الكربون، و48 وحدة تخص ذرات الأكسجين، و180 وحدة تخص جزيئات الماء.

نسبة الصوديوم $= \frac{46}{286} \times 100 = \%16.08$

نسبة الكربون $= \frac{12}{286} \times 100 = \%4.20$

نسبة الأكسجين $= \frac{48}{286} \times 100 = \%16.78$

نسبة الماء $= \frac{180}{286} \times 100 = \%62.94$



شكل 4-5 التكوين النسبي المئوي لكربونات الصوديوم المائية

مراجعة سريعة

- يعطى كل عنصر رمزه الكيميائي الخاص به.
- تكافؤ الذرة أو الشق هو قوة اتحاده.
- يمكن معرفة الصيغ الكيميائية للمركبات من تكافؤ الذرات أو الشقوق (مجموعات ذرية)
- تكون الكتلة الجزيئية النسبية (M_r) لأي مادة هي مجموع الكتل الذرية للذرات الموجودة.
- يكون لكل عنصر في المادة تكوين نسبي مئوي معين بالكتلة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا