مفهوم المول كوحدة لكمية المادة

تصميم الدرس

- تعريف المول
- تعريف الكتلة المولية الذرية
- تعريف الكتلة المولية الجزيئية
- تعيين كمية المادة لعينة من نوع كيميائي
- أسئلة التصحيح الذاتي
- اجوبة التصحيح الذاتي

• تعريف المول :

1 ـ تمهيد :

تعلم عزيزي التلميذ ان المادة تتكون من مجموعة من الجزيئات التي هي بدورها تتكون من مجموعة كبيرة من الذرات ، اذن تخيل معي عزيزي التلميذ عدد الذرات
التي يمكن ان تُكونَ كمية صغيرة من مادة معينة.

لنحسب عدد الذرات الموجودة في الحجم $V = 1mm^3$ من مادة ما.

ملاحظة :

نرمز:

- لعدد ذرات العينة بـ N_x
- كتلة هذه العينة بالرمز m
- كتلة ذرة عنصر ما بالرمز m_x .

نعطي الكتل التالية :

كتلة 1 بروتون≈ كتلة1نيوترون≈ $1.67\times10^{-27}\,kg$

كتلة 1 إلكترون ≈ $9.110\times10^{-31}\,kg$

لحساب m_x :

تعلم أن الذرة تتكون من مجموعة من البروتونات و النيوترونات و الالكترونات و ان كتلة الإلكترون مهملة أمام كتلة البروتون أو النيوترون و منه كتلة الذرة متمركزة في نواتها أي كتلة ذرة عنصر ما هي مجموع كتلة البروتونات و النيوترونات (العدد الكتلي A) ومنه لحساب هذه الكتلة نطبق القانون التالي :

$$m_x = A\times1.67\times10^{-27}\,kg$$

مثال 1 :

حساب عدد ذرات الحديد Fe الموجودة في $1mm^3$من مادة الحديد :

- الكتلة الذرية للحديد ^{56}Fe هي

$$m_{Fe} = A\times1.67\times10^{-27}$$
$$\Rightarrow m_{Fe} = 56\times1.67\times10^{-27} \Rightarrow m_{Fe} = 9{,}35\times10^{-26}\,kg$$

و لدينا:

$$1mm^3 = 10^{-3} cm^3$$

- و الكتلة الحجمية للحديد $\rho_{Fe} = 7.86 g/cm^3$

ومنه :

$$\rho_{Fe} = \frac{m}{V_{Fe}} \Rightarrow m = \rho_{Fe} \times V_{Fe}$$

$$\Rightarrow m = 7.86 \times 10^{-3} g \Rightarrow m = 7.86 \times 10^{-6} kg$$

و منه:

كتلة $1mm^3$ من الحديد هي $m = 7.86 \times 10^{-6} kg$

لتكن N_{Fe} عدد ذرات الحديد الموجودة في $10^{-3} cm^3$ من مادة الحديد

m_{Fe} ⟶ 1 ذرة

m ⟶ N_{Fe}

$$\Rightarrow N_{Fe} = \frac{m}{m_{Fe}}$$

$$\Rightarrow N_{Fe} = \frac{7.86 \times 10^{-6}}{9.35 \times 10^{-26}} = 8.406 \times 10^{19} \text{ذرة}$$

ومنه:

عدد ذرات الحديد الموجودة في $1mm^3$ هي 8.406×10^{19} ذرة

مثال 2:

حساب عدد جزيئات الماء H_2O الموجودة في $1mm^3$ من مادة الماء :

الكتلة الجزيئية للماء هي:

الكتلة الحجمية للماء هي: $\rho_{H_2O} = 1g/cm^3$

$$\rho_{H_2O} = \frac{m}{V_{H_2O}} \Rightarrow m = \rho_{H_2O} \times V_{H_2O}$$

$$m = 1\times10^{-3} g \Rightarrow m = 1\times10^{-6} kg$$

لتكن N_{H_2O} عدد جزيئات الماء الموجودة في $1mm^3$ من مادة الماء

m_{H_2O}	جزيء
m	N_{H_2O}

$$\Rightarrow N_{H_2O} = \frac{m}{m_{H_2O}}$$

$$\Rightarrow N_{H_2O} = \frac{10^{-6}}{3\times10^{-26}} = 3.33\times10^{19} \text{ جزيء}$$

ومنه يوجد 3.33×10^{19} جزيء في $1mm^3$ من الماء

الاستنتاج:

$1mm^3$ من الحديد أو من الماء يحتوي على عدد ضخم من ذرات الحديد أو من جزيئات الماء، و حسب هاذين المثالين نستنتج انه يوجد صعوبة كبيرة لحساب هذا العدد الضخم من الذرات أو من الجزيئات الذي يقابله حجم صغير من كمية المادة لهذا السبب اعتمد في 04 ديسمبر 195 وحدة دولية لقياس كمية المادة تدعى المو ل

2 ـ تعريف المول :

المول هي وحدة كمية المادة لجملة تحتوي على عدد من الأفراد الكيميائية (ذرات ، جزيئات ، شوارد ،إلكترونات أو جسيمات أخرى) تساوي عدد الذرات الموجودة في 12g من الفحم 12 (يسمى هذا العدد ثابت آفوغادرو N_A)

3 ـ عدد افوقادرو :

ليكن N عدد الأفراد الكيميائية و n كمية المادة (عدد المولات) للعدد N من الأفراد الكيميائية و يحسب ثابت أفوقادرو كالتالي:

لدينا: $N_A =$ كتلة عينة من الكربون (12g) / كتلة ذرة واحدة من الكربون($m_{^{12}C}$)

حيث :

$$m_{^{12}C} = 12 \times 1.67 \times 10^{-27} \approx 2 \times 10^{-26} kg \approx 2 \times 10^{-23} g$$

$$\Rightarrow N_A = \frac{12}{2 \times 10^{-23}} \approx 6 \times 10^{23} mol^{-1}$$

ملاحظة:

كتلة ذرة واحدة ^{12}C مقربة إلى 2×10^{-23} g وبالتالي فإن القيمة الحقيقية لثابت آفوغادرو هي :

$$\mathbf{N_A = 6.02804531 \times 10^{23} mol^{-1}}$$

ويمكن أخذ القيمة التقريبية $\mathbf{N_A = 6.023 \times 10^{23} mol^{-1}}$

ولدينا :

$$\left.\begin{array}{l} 1mol \rightarrow N_A \\ n\ mol \rightarrow N \end{array}\right\} \Rightarrow N = N_A \times n$$

و منه يوجد تناسب طردي بين N (عدد الأفراد الكيميائية) و n (عدد المولات)

مثال :

O يمثل واحد مول من ذرات الاكسجين

H يمثل واحد مول من ذرات الهيدروجين

O_2 يمثل واحد مول من جزيئات ثنائي الأكسجين

O_3 يمثل واحد مول من جزيئات غاز الأوزون

H_2O يمثل واحد مول من جزيئات الماء

CO_2 يمثل واحد مول من جزيئات غاز ثنائي أكسيد الفحم

• تعريف الكتلة المولية الذرية : la masse molaire atomique

ا ـ تعريف :

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر ، نرمزلها بالرمز M_X

و تحسب كالتالي:

$$M_X = m_x \times N_A$$

حيث :

$$m_X = A \times 1.67 \times 10^{-27}\ kg$$

مثال 1 :

كتلة 1 مول من ذرات الكربون 12هي 12 g ونقول إن الكتلة المولية الذرية للكربون هي12 g لكل مول ونكتب $M_C = 12g/mol$

و إليك عزيزي التلميذ بعض الكتل الذرية و الكتل المولية الذرية لبعض العناصر الكيميائية الأخرى وتجد في الجدول الدوري للعناصر الكتل المولية الذرية لكل العناصر الكيميائية:

اسم العنصر X	رمز العنصر $^{A}_{Z}X$	$m_x(kg)\times10^{-26}$	$M_X(g/mol)$
الهيدروجين	$^{1}_{1}H$	0.167	1
الأكسجين	$^{16}_{8}O$	2.672	16
الازوت	$^{14}_{7}N$	2.338	14

- ب حساب الكتلة المولية الذرية لمجموع نظائر عنصر:

العنصر الكيميائي الطبيعي عادة متكون من نسب معينة من مجموع نظائره ومنه الكتلة المولية الذرية لهذا العنصر هي مجموع نسب الكتل المولية الذرية لنظائر نفس العنصر .

مثال(تطبيق):

عنصر الازوت في الطبيعة يتكون من نسب معينة من نظيريه وهما

^{14} N : 99.636 % ، ^{15} N : 0.364 %

علما أن الكتل المولية الذرية لكل منهما على التوالي هي 14.00307 g

و 15.00011g

ـ احسب الكتلة المولية الذرية لعنصر الازوت الطبيعي ؟

الحل :

حساب الكتلة المولية الذرية M_N للازوت :

$$M_N = \frac{99.636}{100}\times M_{^{14}N} + \frac{0.364}{100}\times M_{^{15}N}$$

$$M_N = (0.99636\times14.00307) + (0.00364\times15.00011)$$

$$\Rightarrow M_N = 14.00669\,g/mol$$

• الكتلة المولية الجزيئية : la masse molaire moléculaire

1ـ تعريف :

الكتلة المولية الجزيئية هي مجموع الكتل المولية الذرية المكونة للجزيء

مثال :

حساب الكتلة المولية للماء H_2O :

$$M_{H_2O} = 2M_H + M_O = 2\times1+16 = 18g/mol$$

حساب الكتلة المولية لثنائي أكسيد الآزوت NO_2

$$M_{NO_2} = M_N + 2M_O = 14+2\times16 = 46g/mol$$

- **تعيين كمية المادة لعينة من نوع كيميائي :**

ا ـ تعيين كمية المادة(عدد المولات)الموجودة في 2g من مسمار من الحديد Fe

$$1mol\,(Fe^{56}) \longrightarrow 56g$$
$$n\ mol \longrightarrow 2g$$
$$n = \frac{1\times 2}{56} = 3.57\times 10^{-2}\,mol$$

ب ـ تعيين كمية المادة الموجودة في 9g من الماء؟

$$1mol\,(H_2O) \longrightarrow 18g$$
$$n\ mol \longrightarrow 9g$$
$$n = \frac{1\times 9}{18} = 0.5\ mol$$

نتيجة:

إذا كانت الكتلة المولية الجزيئية للنوع الكيميائي هيM وكتلة عيّنة منها هيm

فإن كمية الماد ة (عدد المولات) هي $n = \frac{m}{M}$

جـ ـ تعيين الحجم الموافق لـ 0.5mol من الماء المقطر

♦ **لحساب هذا الحجم نحسب أولا الكتلة m لـ 0.5 mol من الماء المقطر :**

لدينا :

$$M_{H_2O} = 18\ g.mol^{-1}$$
$$n = \frac{m}{M} \quad \text{كمية المادة}$$
$$m = n\times M \Rightarrow$$
$$m = 0.5\times 18 \Rightarrow m = 9g$$

ليكن V حجم الماء الضروري لهذه الكمية

الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{H_2O} = 1g/cm^3$

حيث :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$\Rightarrow V = \frac{9}{1} \quad \Rightarrow \quad V = 9cm^3 = 9ml$$

إذن:

نستنتج أن 0.5mol من الماء المقطر يشغل الحجم 9ml و كتلته 9g

امبدو افوفادرو كيميائي ايطالي

(1856-1776)

• اسئلة التصحيح الذاتي :

1/ ـ ا ـ ما هي كتلة كمية مادة من النحاس قدرها 1.48 مول ؟

ب ـ احسب عدد الذرات الموجودة في 1.48 مول من النحاس ؟

2/ ـ احسب كتلة ذرة الرصاص $^{207}_{82}\mathbf{Pb}$

3/ - ماهي كمية المادة ،الموجودة في لتر من الماء ؟

4/ ـ احسب الكتلة المولية الجزيئية للجزيئات التالية: CH_4 و HCl و NH_3

• اجوبة التصحيح الذاتي :

1 / ا - حساب كتلة 1.48مول من النحاس

لدينا : $M_{Cu} = 63.54g$

$$n = \frac{m_{CU}}{M_{CU}} \Rightarrow m_{CU} = n \times M_{CU}$$
$$\Rightarrow m_{CU} = 1.48 \times 63.54 \Rightarrow m_{CU} = 94.03g$$

1/ ب - حساب عدد الذرات N الموجودة في 1.48 مول من النحاس

لدينا:

$$N = N_A \times n \Rightarrow$$
$$N = 6.023 \times 10^{23} \times 1.48 \Rightarrow N = 8.91 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

2 / - حساب كتلة ذرة الرصاص m_{Pb} :

$$m_{Pb} = A \times 1.6 \times 10^{-27} kg$$
$$\Rightarrow m_{Pb} = 207 \times 1.67 \times 10^{-27} \Rightarrow m_{Pb} = 345.69kg$$

3 / - حساب كمية المادة ،الموجودة في لتر من الماء

الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{H_2O} = 1g/cm^3$

و $1L = 1000cm^3$

حيث :

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow m = v \times \rho$$

$$\Rightarrow m = 1000 \times 1 \Rightarrow m = 1000g$$

$$n = \frac{m}{M_{H_2O}} \Rightarrow n = \frac{1000}{18} \Rightarrow n = 55.55mol$$

4 / -حساب الكتلة المولية الجزيئية للجزيئات التالية: CH_4 و HCl و NH_3

حساب الكتلة المولية لـ CH_4

$$M_{CH_4} = M_C + 4M_H$$

$$\Rightarrow M_{CH_4} = 12 + 4 \times 1 \Rightarrow M_{CH_4} = 16g/mol$$

حساب الكتلة المولية لـ NH_3

$$M_{NH_3} = M_N + 3M_H$$

$$\Rightarrow M_{NH_3} = 14 + 3 \times 1 \Rightarrow M_{NH_3} = 17g/mol$$

حساب الكتلة المولية لـ HCl

$$M_{HCl} = M_{Cl} + M_H$$

$$\Rightarrow M_{HCl} = 35.5 + 1 \Rightarrow M_{HCl} = 36.5g/mol$$