المجـــال: المـــــادة وتحولاتـــها

الوحدة السابعة: من المجهري إلى العياني

الموضوع: تعيين كمية المادة لنوع كيميائي	**المدة: 2سا + 1سا**

1. المول وعدد أفوغادرو:

نشاط:

1. أحسب كتلة ذرة الحديد ^{56}Fe.
2. عين عدد ذرات ^{56}Fe الموجودة بالمسمار علما أن مسمار من الحديد كتلته $m = 2\text{g}$.
3. ماذا تلاحظ؟

المعطيات: $m_P = m_n = 1{,}67.10^{-27} kg$

تحليل النشاط:

1. كتلة ذرة الحديد:

$$\boldsymbol{m}_{^{56}Fe} = A.\boldsymbol{m}_P = 59.1{,}67.10^{-27} \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{m}_{^{56}Fe} = 9{,}35.10^{-27}\ kg}$$

2. عدد ذرات الحديد الموجودة بالمسمار:

$$y = \frac{m}{\boldsymbol{m}_{^{56}Fe}} = \frac{2.10^{-3}}{9{,}35.10^{-27}} = 2{,}14.10^{22} \Rightarrow \boxed{y = 2{,}14.10^{22}\ atome}$$

3. نلاحظ أن المسمار الصغير يحتوي على عدد ضخم جدا من الذرات. إذن ضخامة هذه الأعداد جعلت الكيميائيين يفكرون في سلم آخر يتداولون به.

1-1. تعريف المول:

هو كمية المادة لجملة تحتوي على عدد من الأفراد الكيميائية (ذرات، جزيئات، شوارد ....) تساوي إلى عدد الذرات الموجودة في 12g من الكربون 12.

1-2. ثابت أفوغادرو:

هو عدد الأفراد العنصرية الموجودة في $1\ mol$، قيمته العددية:

$$\boxed{N_A = \frac{\text{كتلة } 1mol \text{ من الكربون } ^{12}C}{\text{كتلة ذرة الكربون } ^{12}C}}$$

$$\boxed{N_A = \frac{12.10^{-3}}{12.1{,}67.10^{-27}} \approx 6.10^{23}}$$

عادة نستعمل القيمة التقريبية:

$$\boxed{N_A \approx 6{,}02.10^{23}}$$

2. الكتلة المولية الذرية والكتلة المولية الجزيئية:

2-1. الكتلة المولية:

هي كتلة مول من أفراد هذا النوع الكيميائي. يرمز لها بـ M وتقدر بالغرام في المول $(\text{g}.mol^{-1})$.

2-2. حساب الكتلة المولية الذرية:

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول من ذرات هذا العنصر الموافقة للخليط الطبيعي.

- **حالة عنصر ليس له نظائر:** إن الكتلة المولية الذرية المقدر بـ $\text{g}.mol^{-1}$ لها نفس القيمة العددية للعدد الكتلي A للعنصر الكيميائي.

مثال: عنصر الفلور $^{19}_{9}F$

$$m_{atome} = A.m_P = 19.1{,}67.10^{-27} \Rightarrow m_{atome} = 3{,}17.10^{-27}\ kg$$

كتلة $1\ mol$ من ذرات الفلور هي:

$$M = m_{atome}.N_A = 3{,}17.10^{-27}.6{,}02.10^{23} \Rightarrow \boxed{M(F) \approx 19\ \mathrm{g}.mol^{-1}}$$

- **حالة عنصر له نظائر:** تحسب كما في المثال.

مثال: عنصر النحاس Cu، في الطبيعة له نظيران $^{63}_{29}Cu$، $^{65}_{29}Cu$ ونسبة توفرهما هي على التوالي 69,1% و 30,8% حيث:

$$M(^{63}_{29}Cu) = 63\ \boldsymbol{g}.mol^{-1} \quad M(^{65}_{29}Cu) = 65\ \boldsymbol{g}.mol^{-1}$$

$$M(Cu) = \frac{69{,}1}{100}.63 + \frac{30{,}8}{100}.65 = 63{,}5 \Rightarrow \boxed{M(Cu) = 63{,}5\ \mathrm{g}.mol^{-1}}$$

3-2. الكتلة المولية الجزيئية:

هي كتلة مول من الجزيئات للنوع الكيميائي المعتبر. وهي عبارة عن مجموع الكتل المولية الذرية للذرات التي تشكل الجزيء مع أخذ بعين الاعتبار المعاملات المقرونة بكل عنصر في الصيغة الجزيئية.

مثال 01: الكتلة المولية الجزيئية للميثان CH_4.

$$M(CH_4) = M(C) + 4M(H) = 12 + (4.1) = 16\mathrm{g}.mol^{-1} \Rightarrow \boxed{M(CH_4) = 16\mathrm{g}.mol^{-1}}$$

مثال 02: الكتلة المولية الجزيئية لسكر السكاروز $C_{12}H_{22}O_{11}$.

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12M(C) + 22M(H) + 11M(O) = (12.12) + (22.1) + (11.16)$$
$$\Rightarrow \boxed{M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342\ \mathrm{g}.mol^{-1}}$$

3. كمية المادة:

هي عدد المولات الموجودة في هذه العينة، يرمز لها بالرمز n ووحدتها mol.

3-1. علاقة كمية المادة n بدلالة كتلة العينة m والكتلة المولية M:

مثال: تعيين كمية المادة الموجودة في مسمار من الحديد كتلته $m = 2\mathrm{g}$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol\ ^{56}Fe \rightarrow 56\ g \\ n\ mol\ ^{56}Fe \rightarrow 2 \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{2}{56} = 0{,}035\ mol$$

بصفة عامة:

$$\boxed{n_{(X)} = \frac{m_{(X)}}{M_{(X)}}}$$

3-2. علاقة كمية المادة n بدلالة حجم العينة V_l ، الكتلة الحجمية ρ، الكتلة المولية M:

تعريف الكتلة الحجمية ρ للنوع الكيميائي (صلب، سائل): هي حاصل قسمة كتلة العينة m من هذا النوع الكيميائي على حجم نفس العينة V. تقدر بـ (g/L)، (kg/m^3)....

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

مثال:

تعيين كمية المادة الموجودة في محلول $V = 2\ L$ من الغليكول ذو الصيغته العامة $C_2H_6O_2$ وكتلته الحجمية $\rho = 1{,}1\ kg/L$.

- حساب الكتلة المولية للغليكول:

$$M(C_2H_6O_2) = 2M(C) + 6M(H) + 2M(O) = (2.12) + (6.1) + (2.16)$$
$$\Rightarrow \boxed{M(C_2H_6O_2) = 62\ \mathrm{g}.mol^{-1}}$$

- حساب كتلة الغليكول:

$$m = \rho.V = 1{,}1.2 = 2{,}2 \Rightarrow \boxed{m = 2{,}2\ kg}$$

- حساب كمية المادة:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2{,}2.10^3}{62} = 35{,}48\ mol \Rightarrow \boxed{n = 35{,}48\ mol}$$

بصفة عامة:

$$n_{(X)} = \frac{\rho_{(X)} . V_{(X)}}{M_{(X)}}$$

3-3. علاقة كمية المادة n بدلالة عدد الأفراد الكيميائية Y وعدد أفوغادرو N_A:

مثال: تعيين كمية المادة الموجودة في مسمار من الحديد عدد ذراته $y = 2{,}14.10^{22}\ atome$.

$$\left.\begin{array}{r} 1\ mol\ {}^{56}Fe\ \rightarrow\ N_A \\ n\ mol\ {}^{56}Fe\ \rightarrow\ 2{,}14.10^{22} \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{2{,}14.10^{22}}{6{,}02.10^{23}} = 0{,}035\ mol$$

بصفة عامة:

$$n_{(X)} = \frac{Y_{(X)}}{N_A}$$

4. تطبيقات:

تطبيق 01:

أحسب الكتلة المولية الجزيئية للمركبات التالية:

1. حمض الأسكوربيك(الفيتامين C) ذي الصيغة المجملة $C_6H_8O_6$.
2. الكافئين ذي الصيغة المجملة $C_4H_{10}O_2N_4$.
3. الأسبرين ذي الصيغة المجملة $C_9H_8O_4$.
4. الكولسترول ذي الصيغة المجملة $C_{27}H_{46}O$.

يعطى:

$$M(O) = 16\ \text{g}.mol^{-1} \quad M(C) = 12\ \text{g}.mol^{-1}$$
$$M(N) = 14\ \text{g}.mol^{-1} \quad M(H) = 1\ \text{g}.mol^{-1}$$

تطبيق 02:

حمض الخل هو سائل صيغته CH_3COOH.

1. أحسب كتلته المولية.
2. ما هو عدد المولات في 200 mL من حمض الخل.
3. ما هو عدد الجزيئات في 1 mL من حمض الخل.

يعطى:

$$M(O) = 16\ \text{g}.mol^{-1} \quad M(C) = 12\ \text{g}.mol^{-1}$$
$$\rho(CH_3COOH) = 1050 g.L^{-1} \quad M(H) = 1\ \text{g}.mol^{-1}$$

موقع فيزياء الجزائر