

جامعة المشنى كلية العلوم قسم الكيمياء

الكيمياء التحليلية

للمرحلة الاولى



2015

اعداد م.م. جيدر شمشور محمد

المحاضرة الثانية

مل مول (mmole) The Millimol

$$1 \text{ mol} = 10^3 \text{ mmol}$$

كما مرّ معنا سابقاً في مادة كيمياء 101 فإن وحدة الـ (milli) تستخدم للتعبير عن (1/1000) من المادة لتسهيل التعامل مع الأرقام الصغيرة للمولات.

Example:

How many moles and millimoles of benzoic acid ($M=122.1 \text{ g/mol}$) are contained in 2.00 g of the pure acid?

كم عدد مولات و مل مولات حمض البنزويك $M_w=122.1 \text{ g/mol}$ موجود في (2 g) من هذا الحمض النقي؟

Solution:

كمية نقي (Pure) تدل على أن الوزن المعطى في هذا السؤال (2 g) يتكون من حمض البنزويك فقط.

$$m = 2 \text{ g}$$

$$M_w = 122.1 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow n = \frac{m}{M_w}$$

$$n = \frac{2}{122.1} = 0.0164 \text{ mol}$$

ولتحويله إلى mmol

$$0.0164 \text{ mol} \times \frac{10^3 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 16.4 \text{ mmol}$$

هذه الطريقة مرتت معنا بالتفصيل في كتاب مفتاح الإبداع لكيمياء 101
الوحدة الأولى

النسبة المئوية للمركبات

Percent Composition of Compounds

$$\%100 \times \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية له}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} = \text{النسبة المئوية للعنصر}$$

Example:



$$\Rightarrow \% \text{ C} = \frac{6 \times 12}{6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16} \times 100\% = 40\%$$

$$\Rightarrow \% \text{ H} = \frac{12 \times 1}{180} \times 100\% = 6.66\%$$

$$\Rightarrow \% \text{ O} = \frac{6 \times 16}{180} \times 100\% = 53.33\%$$

المجموع = %100

- إذا لم يكن مجموع النسب المئوية للعناصر المكونة للمركب تساوي 100%، فهذا يدل على وجود خطأ بالحل.

Example:

Calculate the mass percent of oxygen in Na_3PO_4
(M.m = 164 g/mol)

- a) 38.1 b) 52.6 c) 45.1 **d) 39.0** e) 32.4

Solution:

$$\begin{aligned} \text{mass percent of O} &= \frac{4 \times 16}{164} \times 100\% \\ &= 39\% \end{aligned}$$

Example:

Calculate the mass percent of oxygen in nitrobenzene,
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$.

(At.wts. C = 12.0, H = 1.00, N = 14.0, O = 16.0)

- a) 26.0%** b) 32.1% c) 11.4%
d) 4.07% e) 58.5%

Solution:

$$\begin{aligned} \% \text{O} &= \frac{2 \times 16}{(6 \times 12 + 5 \times 1 + 1 \times 14 + 2 \times 16)} \times 100\% \\ &= \frac{32}{123} \times 100\% = 26\% \end{aligned}$$

- نستطيع إيجاد كتلة أي عنصر بالمركب إذا توفرت لدينا كتلة ذلك المركب والصيغة الكيميائية له.

$$\text{كتلة العنصر} = \text{النسبة المئوية للعنصر} \times \text{كتلة المركب}$$

Example:

Calculate mass of carbon in 0.176 g of $C_2H_6O_2$?

احسب كتلة الكربون الموجودة في 0.176 g من $C_2H_6O_2$ ؟

Solution:

$$\% C = \frac{2 \times 12}{2 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16} \times 100\% = 38.7\%$$

$$\Rightarrow m_C = \frac{38.7}{100} \times 0.176 = 0.068 \text{ g}$$

Example:

What mass of chromium (Mr 52.00) is required to prepare 100.0g of $K_2Cr_2O_7$ (Mr 294.0)?

- a) 35.37 b) 70.70 c) 106.1 d) 53.03 e) 17.68

Solution:

Mass percent of Cr in $K_2Cr_2Cl_7$

$$= \frac{2 \times 52}{294} \times 100\% = 35.37\%$$

$$\text{Mass of Cr in 100g of } K_2Cr_2O_7 = \frac{35.37}{100} \times 100 = 35.37 \text{ g}$$

Example:

How many grams of Na^+ (22.99 g/mol) are contained in 25.0 g of Na_2SO_4 (142.0 g/mol)?

كم غرام من Na^+ ($M_w=22.99$ g/mol) موجود في (25.0 g) من Na_2SO_4 ($M_w=142.0$ g/mol) ؟

Solution:

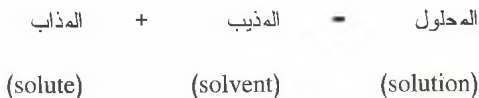
بما أن السؤال طلب منا حساب وزن عنصر داخل مركب، فيجب علينا حساب نسبة هذه العنصر في المركب.

$$\%Na^+ = \frac{2 \times M_w Na}{M_w Na_2SO_4} \times 100\%$$

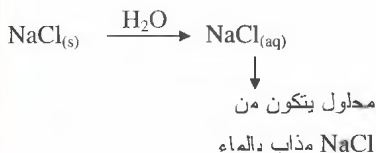
$$\%Na^+ = \frac{2 \times 22.99}{142} \times 100\% = 32.38\%$$

$$\Rightarrow mNa^+ = \%Na^+ \times m_{Na_2SO_4}$$

$$mNa^+ = \frac{32.38}{100} \times 25 = 8.1 \text{ g}$$



Example:



التميؤ (Hydration):

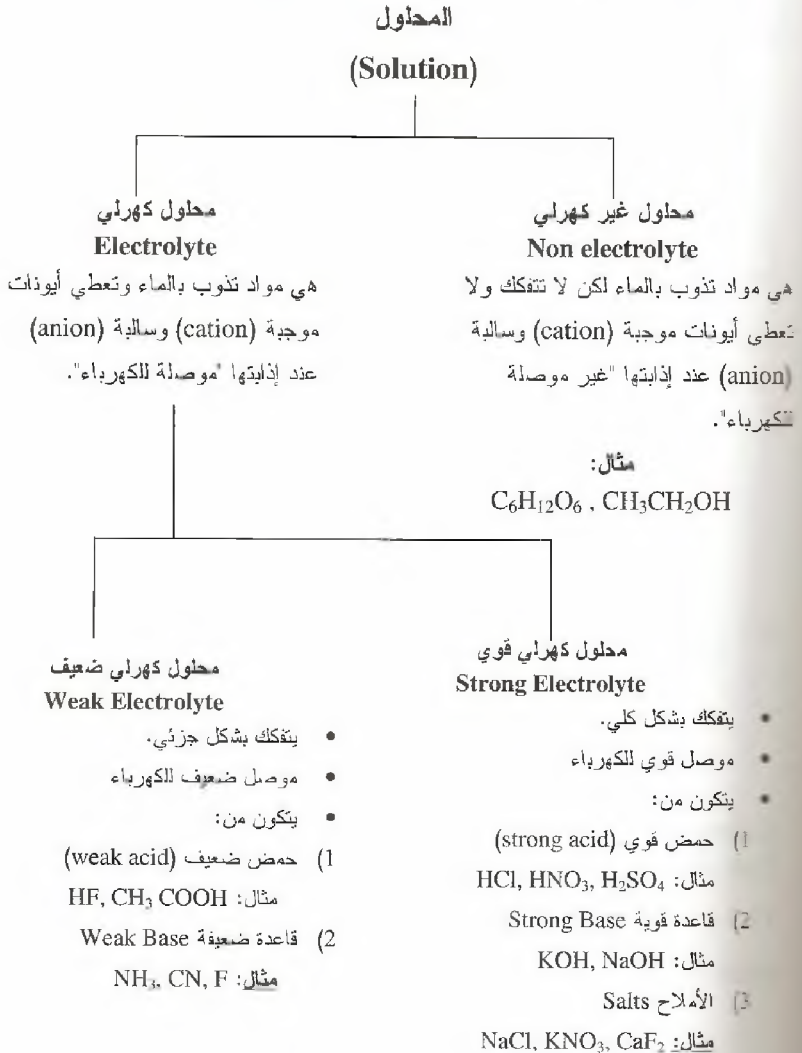
هي عملية الإذابة بواسطة الماء كمذيب (Solvent).

معظم المواد الأيونية تنوب بالماء.



The Nature of Aqueous Solution

طبيعة المحلول المائي:



مكونات المحلول

Composition of Solution

المولارية (Molarity) (M):

$$\text{Molarity} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (لتر)}} = \text{المولارية}$$

$$\text{Molarity} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{volume of solution (L)}}$$

$$M = \frac{n}{v}$$

وحدة المولارية = mol/L أو Molar

وكما نتذكر سابقاً.

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



Example:

Calculate the molarity of a solution prepared by dissolving 11.5 g of solid NaOH ($M_w = 40 \text{ g/mol}$) in enough water to make 1.5 L of solution?

احسب المولارية لمحلول حضر بإذابة 11.5 g من مادة NaOH (ك.م = 40 غم/مول) الصلبة في كمية كافية من الماء لعمل محلول حجمه 1.5 L؟

Solution:

$$m = 11.5 \text{ g} \qquad L = 1.5 \text{ L}$$

$$M_w = 40 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{11.5}{40} = 0.288 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.288}{1.5} = 0.192 \text{ M}$$

Example:

Calculate the Molarity of a solution prepared by dissolving 1.56 g of gaseous HCl enough water to make 26.8 ml of solution?

احسب المولارية لمحلول حضر بإذابة 1.56 g من غاز HCl في كمية كافية من الماء لعمل محلول حجمه 26.8 ml؟

Solution:

$$m = 1.56 \text{ g}$$

$$v = 26.8 \text{ ml} = \frac{26.8}{1000} \text{ L} = 0.02681 \text{ L}$$

$$M_w = 1 + 35.45 = 36.45 \text{ g/mol}$$



$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{1.56}{36.45} = 0.0428 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.0428}{0.0286} = 1.5 \text{ M}$$

Example:

Typical blood serum is about 0.14 M NaCl, what volume of blood contains 1.0 mg NaCl?

Solution:

$$M = 0.14 \text{ M} \qquad m = 1.0 \text{ mg} \times \frac{1}{10^{-3}} \frac{\text{g}}{\text{mg}} = 1 \times 10^{-3} \text{ g}$$



$$M_w = 23 + 35.45 = 58.45 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow n = \frac{m}{M_w} = \frac{1 \times 10^{-3}}{58.45} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{v} \Rightarrow 0.14 = \frac{1.7 \times 10^{-5}}{v}$$

$$\Rightarrow v = 1.2 \times 10^{-4} \text{ L}$$

Example:

A 8.40 g sample of HF ($M.m = 20.0 \text{ g/mol}$) is dissolved in water in give $2.0 \times 10^2 \text{ mL}$ of solution. The concentration of the solution is:

a) 5.9

b) 2.1

c) 8.3

d) 3.7

e) 7.4

Solution:

$$n = \frac{m}{Mm} = \frac{8.4}{20} = 0.42$$

$$M = \frac{n}{v}$$

$$V = 2.0 \times 10^2 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}}$$

$$= 0.2 \text{ L}$$

$$\Rightarrow M = \frac{0.42}{0.2} = 2.1 \text{ M}$$



Example:

The mass of NaCl (M.m = 58.5 g/mol) contained in 350 mL of a 0.250 M solution of sodium chloride is:

a) 5.12 g

b) 12.7

c) 6.93 g

d) 18.8

e) 9.10 g

Solutions:

$$n = M \times v$$

$$v = 350 \text{ ml} = 0.35 \text{ L}$$

$$\Rightarrow n = 0.25 \times 0.35 = 0.0875 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m = n \times Mm$$

$$= 0.0875 \times 58.5 = 5.12 \text{ g}$$

Example:

A sample of 21.4 g of CaCl_2 (M.m = 111.0 g/mol) is dissolved in 450.0 mL of aqueous solution. Calculate the molarity of CaCl_2 in solution:

- a) 0.124 b) 0.778 **c) 0.428** d) 2.46 e) 70.4

Solution:

$$n_{\text{CaCl}_2} = \frac{m}{Mw} = \frac{21.4}{111} = 0.193 \text{ mol}$$

$$V = 450 \text{ ml} = 0.45 \text{ L}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{0.193}{0.45} = 0.428 \text{ M}$$

Example:

Calculate the mass (g) of KNO_3 (molar mass = 101.1 g/mol) which is needed to prepare 250. ml of 2.00 M KNO_3 solution.

- a) 202 b) 75.8 c) 303 d) 125 **e) 50.6**

Solution:

$$V = 250 \text{ ml} = 0.25 \text{ L}$$

$$N = M \times V$$

$$N = 2 \times 0.25 = 0.5 \text{ mol}$$

$$M = n \times M_w$$

$$= 0.5 \times 101.1 = 50.55 \text{ g}$$

Example

How much solid $K_2Cr_2O_7$ must be weighed out to make 1 L of 0.2 M solution?

ما هي كمية المادة الصلبة من $K_2Cr_2O_7$ اللازمة لعمل محلول حجمه 1 L وتركيزه 0.2 M ؟

Solution

$$n = M \times V = 0.2 \times 1 = 0.2 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m = n \times M_w = 0.2 \times (294.19) = 58.8 \text{ g}$$