

طرق التعبير عن التراكيز

هناك نوعين من الوحدات التي يتم استخدامها للتعبير عن التراكيز :-
 * الأولى وحدات تعتمد على وزن المحلول (مثل المولالية (M) Molality و التركيز بالنسبة المئوية الوزنية (Weight Percentage Conc. %W/W) وهذا النوع من الوحدات يستخدم في التجارب التي تحتاج الى دقة عالية.
 * النوع الثاني من الوحدات يعتمد على حجم المحلول (المولارية ، العيارية ، وكذلك وزن المذاب
 التركيز الوزني = $\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$) ويستخدم هذا النوع بشكل أكثر شيوعاً .

ومن أهم طرق التعبير عن التركيز مايلي :

1. الفورمالية (التركيز الفورمالي) Formality (F)
2. المولالية (التركيز المولالي) Molality (M)
3. المولارية (التركيز المولاري) Molality (M)
4. النورمالية (العيارية) Normality (N)
5. التركيز بالجزء بالمليون Part Per Million (PPM)
6. التركيز بالنسبة المئوية %W/W Weight Percentage Concentration
7. التركيز بالنسبة المئوية الحجمية %V/V Volume Percentage Conc.

1. الفورمالية (التركيز الفورمالي) Formality (F)

وتمثل عدد أوزان الصيغة الغرامية Formula Weight للمادة المذابة في لتر واحد من المذيب أو المحلول ويمكن أن تقاس بوحدات (g.FW/Liter) أو (m.FW/ml) اعتماداً على وحدات الحجم (اللتر أو الملليلتر).

أ. للمواد الصلبة Solids

$$F = \frac{Wt}{F.wt} \times \frac{1000}{V(ml)} \quad \text{بوحادات (m.FW/ml)}$$

ب. أما المواد السائلة Liquids

$$F = \frac{\% \times (d \text{ or Sp. Gr.}) \times 1000}{g F.Wt}$$

حيث أن :

تمثل وزن المذاب بالغرام	Wt
تمثل حجم المحلول	V
تمثل كثافة السائل	d
تمثل الوزن النوعي للسائل	Sp. Gr
تمثل وزن الصيغة الغرامية	g F.Wt
تمثل النسبة المئوية لنقاوة السائل	%

$$F_1 \times V_1 \text{ (قبل التخفيف)} = F_2 \times V_2 \text{ (بعد التخفيف)}$$

مثال : أذيب 4.57 g من $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (F.Wt = 244) في 250 ml . احسب التركيز الفورمالي لكل من $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و Cl^- ؟
الحل :

$$F = \frac{Wt}{F.Wt} \times \frac{1000}{V(ml)}$$

$$F (\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{4.57 \text{ gm}}{244} \times \frac{1000}{250 \text{ ml}} = 0.074 \frac{\text{m fw}}{\text{ml}}$$

$$F(\text{Cl}) = 2 \times F (\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 0.074 = 0.148 \frac{\text{m fw}}{\text{ml}}$$

2. المولالية (التركيز المولالي) Molality (M)
وتمثل عدد مولات المذاب في 1000 غم من المذيب . وتقاس بوحدات مللي مول / غم أو مول / كغم.

$$\text{Molality} = \frac{Wt(\text{gm})}{M.Wt} \times \frac{1000}{Wt. \text{ of Solvent (gm or kg)}}$$

مثال : احسب مولالية محلول 10% وزناً NaOH (% w/w) إذا أخذنا 100 غم من المحلول ؟
الحل :

M.Wt. of NaOH = 40 gm/mole
بما إن تركيز محلول NaOH هو 10% w/w فهذا يعني أن :
كل 100 غم من المحلول تحتوي على (10 غم NaOH + 90 غم H_2O)

$$\text{Molality} = \frac{Wt(\text{gm})}{M.Wt} \times \frac{1000}{Wt. \text{ of Solvent (gm or kg)}}$$

$$\text{Molality} = \frac{10}{40} \times \frac{1000}{0.9 \text{ kg}} = 2.778 \text{ Mole/kg}$$

3. المولارية (التركيز المولاري) :- Molarity (M)

هو عدد مولات (أوزان جزيئية) المذاب في لتر واحد (ديسمتر³ d³) من المحلول. وتقاس المولارية بوحدات الـ (مول / لتر) أو (مول . لتر⁻¹) أو (مولاري) (Mole/liter or Mole.liter⁻¹) أو M ويرمز لها [قوس مربع. ويحسب كما يأتي:

بالنسبة للمواد الصلبة Solids

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{V(\text{ml or cm}^3)}$$

أما المواد السائلة Liquids

$$M = \frac{\% \times (d \text{ or Sp. Gr.}) \times 1000}{\text{M.Wt}}$$

$$M_1 \times V_1 (\text{قبل التخفيف}) = M_2 \times V_2 (\text{بعد التخفيف}) \quad \text{معادلة التخفيف}$$

مثال:- أذيب 5.3 غم من كاربونات الصوديوم Na₂CO₃ في الماء المقطر ثم أكمل الحجم الى ربع لتر . احسب مولارية المحلول ؟ علماً إن الأوزان الذرية Na=23 O=16 C=12
الحل:- يحسب الوزن الجزيئي لكاربونات الصوديوم كما يأتي :
Na₂CO₃ = (23×2) + (12×1) + (16×3) = 106 غم/مول

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{V. \text{ of solution (ml or cm}^3\text{)}}$$

$$M = \frac{5.3}{106} \times \frac{1000}{250} = 0.2 \text{ Mole/liter}$$

كيفية تحضير محاليل ذات تراكيز مولارية معينة:-

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{\text{V. of solution (ml or cm}^3\text{)}}$$

مثال// ما وزن هيدروكسيد الصوديوم اللازم لتحضير نصف لتر من محلول 0.1 مولاري ،
علماً إن و.ذ 1=H ، 16=O ، 23=Na ؟

ج// و.ج NaOH = 1 × 1 + 1 × 16 + 1 × 23 = 40 غم/مول

$$\text{و} \quad \frac{1000}{500\text{ml}} \times \frac{40}{40} = 0.1 \quad \leftarrow \quad \text{و} \quad 2 \text{ gm من NaOH}$$

نأخذ 2 غم من هيدروكسيد الصوديوم ونخففه بالماء المقطر الى نصف لتر .

مثال// احسب التركيز المولاري لمحلول حامض الكبريتيك إذا علمت إن نسبته المئوية 98% ووزنه النوعي 1.84 sp.gr ؟

$$M = \frac{\frac{98}{100} \times \text{sp.gr} \times 1000}{\text{M.Wt}} = \frac{100 \times 1.84 \times 1000}{98} = 18.4 \frac{\text{m.mole}}{\text{ml}} \quad (\text{M})$$

مثال// احسب حجم محلول الأمونيا المركزة الواجب سحبه لتحضير محلول تركيزه 0.1 مولاري وحجمه 500 مل علماً إن الوزن النوعي 0.90 والنسبة المئوية 28% ؟

$$(M_1 \times V_1) \text{ محلول مركز} = (M_2 \times V_2) \text{ محلول مخفف}$$

$$\frac{\% \times \text{sp.gr} \times 1000}{\text{M.Wt}} \times V = 0.1 \times 500$$

28

$$100 \times 0.90 \times 1000$$

$$\frac{100 \times 0.90 \times 1000}{28} \times V_1 = 0.1 \times 500 \quad \rightarrow V_1 = 3.33 \text{ ml}$$

4.النورمالية (العيارية) Normality (N)

وهي عدد المكافئات الغرامية للمادة المذابة في لتر واحد من المحلول وتقاس بوحدات مكافئ غرامي /لتر (g. eq./L). ويرمز لها بالرمز N .

ولذلك تكون العيارية هي عدد غرامات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول مقسوماً على الوزن المكافئ الغرامي للمذاب . ويمكن تمثيل ذلك بالعلاقة التالية :
ت. للمواد الصلبة Solids

$$N = \frac{Wt(gm)}{Eq.Wt} \times \frac{1000}{V(ml \text{ or } cm^3)}$$

ث. للسوائل Liquids

$$N = \frac{\% \times (d \text{ or } Sp. Gr.) \times 1000}{Eq.Wt}$$

معادلة التخفيف $N_1 \times V_1 \text{ (قبل التخفيف)} = N_2 \times V_2 \text{ (بعد التخفيف)}$

مثال : احسب عدد غرامات المادة المذابة في :

أ. واحد لتر من محلول 0.2 N Ba(OH)₂:
الحل :

$$Eq. Wt. \text{ of } Ba(OH)_2 = \frac{M.Wt.}{2} = \frac{171.4}{2} = 85.7$$

$$N = \frac{Wt(gm)}{Eq.Wt.} \times \frac{1000}{V(ml)}$$

$$0.2 = \frac{Wt(gm)}{85.7} \times \frac{1000}{1000}$$

$$Wt. = 17.14 \text{ gm } Ba(OH)_2$$

((العلاقة بين المولارية والعيارية))

$$N = M \times Eq$$

مثال// احسب عيارية محلول $Bi(NO_3)_3$ الذي مولاريتته 0.2 مولاري ؟

$$N = M \times Eq$$

$$N = 3 \times 0.2 = 0.6 N$$

5. التركيز بالنسبة المئوية الوزنية Weight Percentage Conc. %W/W
التركيز المئوي الوزني أو النسبة المئوية الوزنية %w/w هو عدد غرامات المذاب في 100 غم من المحلول .

Wt. of Solute

$$\%W/W = \frac{\text{Wt. of Solute}}{\text{Wt. of Solution}} \times 100$$

Wt. of Solution

مثال// احسب النسبة المئوية الوزنية لمحلول حضر بإذابة 5.0 غم من نترات الفضة في 100 مل من الماء مفترضاً كثافة الماء تساوي (1 غم/سم³) ؟

$$\frac{\text{wt}}{\text{wt}} \% = \frac{\text{wt. gm (solute)}}{\text{wt. gm (solution)}} \times 100$$

$$\frac{\text{wt}}{\text{wt}} \% = \frac{5.0 \text{ gm}}{5.0 \text{ gm} + 100 \text{ ml} \times 1 \text{ gm / ml}} \times 100 = 4.76 \%$$

6. التركيز بالنسبة المئوية الحجمية Volume Percentage Conc. %V/V
التركيز المئوي الحجمي أو النسبة المئوية الحجمية %v/v هو عدد مليلترات المذاب في 100 مل من المحلول .

V. of Solute(ml)

$$V/V\% = \frac{\text{V. of Solute(ml)}}{\text{V. of Solution(ml)}} \times 100$$

V. of Solution(ml)

مثال// احسب النسبة المئوية الحجمية لمحلول حضر بإذابة 50.0 مل من الكحول المثلثي إلى 200 مل من الماء مع الافتراض إن الحجم قابل للإضافة ؟

$$\frac{V}{V} \% = \frac{50.0}{50.0 + 200} \times 100 = 20 \%$$

7. التركيز بالنسبة المئوية للوزن /الحجم W/V Percentage Conc. %W/V

$$\%W/V = \frac{\text{Wt. of Solute(gm)}}{\text{V. of Solution(ml)}} \times 100$$

مثال: احسب مولارية محلول NaCl إذا كانت النسبة المئوية للوزن/الحجم %w/v تساوي 0.85% ؟
 الحل: M.Wt. of NaCl = 58.5 gm/mole
 بما ان %w/v تعني عدد غرامات المذاب في 100 مل من المحلول لذلك فان 100 مل من المحلول يحتوي على 0.85 غم من NaCl
 أو أن يتم استخدام العلاقة التالية :

$$\%W/V = \frac{\text{Wt. of Solute(gm)}}{\text{V. of Solution(ml)}} \times 100$$

ويتم بعدها حساب المولارية من العلاقة التالية :

$$M = \frac{\text{Wt(gm)}}{\text{M.Wt}} \times \frac{1000}{\text{V. of solution(ml)}}$$

$$M = \frac{0.85}{58.5} \times \frac{1000}{100} = 0.145 \text{ Mole/L (Molar)}$$

8. التركيز بالجزء لكل مليون Part Per Million Conc. ppm

$$\text{ppm} = \frac{\text{Wt. of Solute}}{\text{V. of Solution (ml)}} \times 1000000$$

ويقاس بوحدات (ppm , microgram μg /gm , microgram /ml , mg/L)

مثال: تم إذابة 16 غم من HNO_3 في 84 مل من الماء ليعطي محلول 16% . ماهو التركيز بوحدات الـ ppm ؟

الحل :

إن محلول 16% HNO_3 يعني انه يتكون من (16 غم HNO_3 + 84 غم H_2O)

$$\text{ppm} = \frac{\text{Wt. of Solute}}{\text{V. of Solution (ml)}} \times 1000000$$

$$\text{ppm} = \frac{16}{85} \times 1000000 = 10^6 \times 0.1905 (\mu\text{g} /\text{ml}) \text{ or } (\text{mg/L})$$

Part Per Billion Conc. ppb 9. التركيز بالجزء لكل بليون

Wt. of Solute

$$\text{ppb} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 1000000000$$

V. of Solution (ml)

ويفاس بوحدات (nanogram ng/ml , nanogram ng/ml ,microgram µg/L)