***الوزن المكافئ* الغرامي للمركب:-**

**هو وزن المركب الذي يتحد مع أو يحل محل وزن من الهيدروجين أو ثمانية أوزان من الاوكسجين أو أثنا عشر وزناً من الكاربون .**

**ويحسب كما يأتي :**

**1.الوزن المكافئ للحامض : وهو الوزن الجزيئي للحامض مقسوماً على عدد يملكه من ذرات الهيدروجين الفعالة أو القابلة للانحلال أو على عدد مجاميع الهيدروكسيل ($OH^-$) المتفاعلة معها .**

$$\text{Eq.Wt. of } H_2SO_4 = \frac{\text{M.Wt}}{2} = \frac{98}{2} = 49$$

$$H_3PO_4 = \frac{\text{M.Wt}}{3}$$

$$HClO_4 , HCl , HBr , CH_3COOH = \frac{\text{M.Wt}}{1}$$

**2. الوزن المكافئ للمادة التي تسلك سلوك الحامض (تتفاعل مع القاعدة) :-**

ويساوي وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد مجاميع ($OH^-$) المتفاعلة معها.

$$SO_3 + 2OH^- \rightarrow SO_4^{-2} + H_2O$$

$$\text{Eq.wt.SO3} = \frac{\text{M.wt}}{2} = \frac{80}{2} = 40$$

**3. الوزن المكافئ للقاعدة:-** هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد مجاميع ($OH^-$) الهيدروكسيل الفعالة (القابلة للاحلال) . أو عدد ذرات H المتفاعلة معها

$$KOH , NaOH , LiOH = \frac{\text{M.wt}}{1}$$

$$Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2 = \frac{\text{M.wt}}{2}$$

$$Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 = \frac{\text{M.wt}}{3}$$

**4.الوزن المكافئ للمادة التي تسلك سلوك القاعدة (التي تتفاعل مع الحامض) . هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد ذرات H المتفاعلة معها .**

$$CaO + 2H^+ \rightarrow Ca^{+2} + H_2O$$

$$\text{Eq.wt.CaO} = \frac{\text{M.wt}}{2} = \frac{56}{2} = 28$$

**5 .الوزن المكافئ للأملاح:-**

**هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد ذرات الفلز مضروباً في تكافؤه .**

$$AgCl\ ,\ KCl\ ,\ NaCl\ ,\ NaNO3 = \frac{M.Wt}{1 \times 1}$$

$$MgCl_2\ ,\ CdCl_2\ ,\ HgCl_2\ ,\ MnCl_2\ ,\ FeCl_2 = \frac{M.Wt}{2 \times 1}$$

$$FeCl_3\ ,\ AlCl_3 = \frac{M.Wt}{3 \times 1}$$

$$SnCl_4\ ,\ PdCl_4 = \frac{M.wt}{4 \times 1}$$

$$Na_2CO_3 = \frac{M.Wt.}{2 \times 1}$$

**الوزن المكافئ للعامل المختزل والعامل المؤكسد:-**

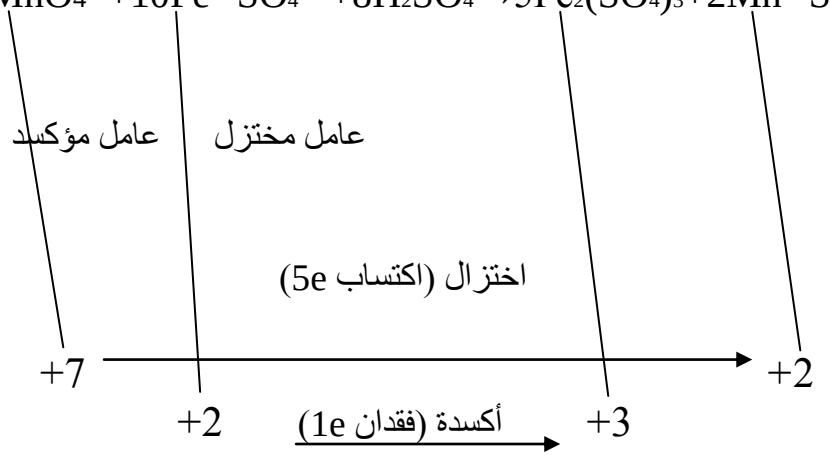
هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة لمول واحد فقط .

**العامل المؤكسد Oxidant Factor :-**

هي المادة الكيميائية التي تؤكسد غيرها وتختزل هي أي تكتسب الالكترونات .

**العامل المختزل Reducing Factor** :- هي المادة الكيميائية التي تختزل غيرها وتتأكسد هي أي تفقد الالكترونات .

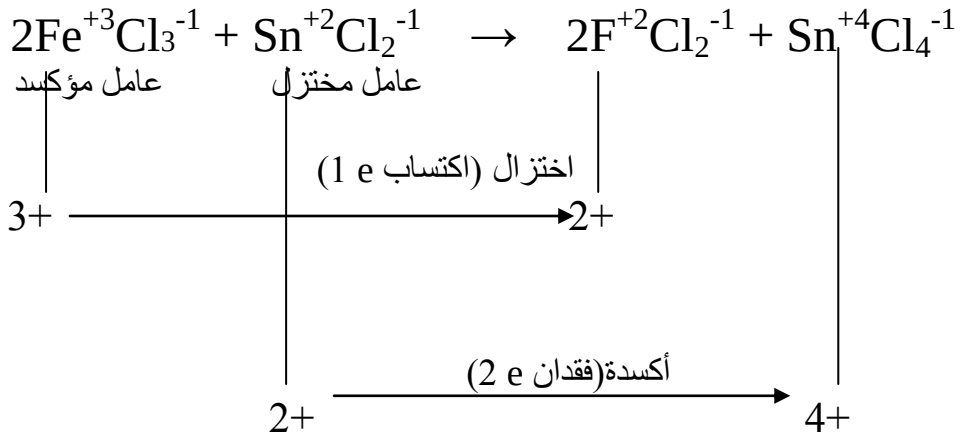
$$2K^{+1}MnO_4^{-2} + 10Fe^{+2}SO_4^{-2} + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2Mn^{+2}SO_4^{-2} + K_2SO_4 + 8H_2O$$




$$Eq.wt.KMnO4 = \frac{M.Wt.}{\text{عدد e المكتسبة}} = \frac{M.Wt}{5}$$
عامل مؤكسد

$$\mathbf{Eq.wt.FeSO4 = \frac{M.Wt.}{\text{عدد e المفقودة}} = \frac{M.Wt.}{1}}$$
**عامل مختزل**

**يجب أن تكون المعادلة موزونة كيميائياً وكهربائياً (عدد e المفقودة = عدد e المكتسبة)**




$$\text{Eq.wt.FeCl}_3 = \frac{\text{M.Wt.}}{1}$$

$$\text{Eq.wt.SnCl}_2 = \frac{\text{M.Wt.}}{2}$$

**6 . الوزن المكافئ للمادة المشتركة في تفاعل الترسيب أو في تكوين المعقد :-**

هو الوزن الذي يتفاعل مع أو يجهز وزن صيغة غرامية واحدة من الكاتيون المتفاعل إذا كان أحادي التكافؤ ونصف وزن الصيغة الغرامية إذا كان ثنائي التكافؤ وثلث وزن الصيغة الغرامية إذا كان ثلاثي التكافؤ .

$$\text{BaCl}_2 \text{ , } \text{Ag}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{M.Wt}}{2}$$

$$\text{Ag}^+ \text{ , } \text{AgNO}_3 \text{ , NaCl} = \frac{\text{M.wt}}{1}$$

$$\text{AlCl}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{3}$$

$$\text{عدد المكافئات الغرامية} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

**او**

$$\text{No. of Gramm Equivalents} = \frac{\text{Wt.}}{\text{Gram Eq. Wt.}}$$

# طرق التعبير عن التراكيز

**هنالك نوعين من الوحدات التي يتم استخدامها للتعبير عن التراكيز :-**

* **الأولى وحدات تعتمد على وزن المحلول ( مثل المولالية (M Molality و التركيز بالنسبة المئوية الوزنية W/W% .Weight Percentage Conc) وهذا النوع من الوحدات يستخدم في التجارب التي تحتاج الى دقة عالية .**
* **النوع الثاني من الوحدات يعتمد على حجم المحلول ( المولارية ، العيارية ، وكذلك**

**التركيز الوزني = (وزن المذاب / 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 ) اعتمادا" على وحدات الحجم ( اللتر أو الملليلتر).**

أ. **للمواد الصلبة Solids**

$$F = \frac{\text{عدد أوزان الصيغة}}{\text{حجم المذيب باللتر}} = \frac{Wt \,/\, F.Wt}{V(L)}$$

**( بوحدات g.FW/Liter)**

**ويمكن ان تقاس الفورمالية بوحدات ( m.Fw/ml ) باستخدام العلاقة التالية**

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

**بوحدات ( m.FW/ml )**

ب. **أما المواد السائلة Liquids**

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

**حيث أن :**

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

**معادلة التخفيف** $F_1 \times V_1$ ( قبل التخفيف ) $= F_2 \times V_2$ ( بعد التخفيف )

**مثال : أذيب 4.57 g من $BaCl_2 .2H_2O$ ( F.wt = 244 )في 250 ml . احسب التركيز الفورمالي لكل من $BaCl_2 .2H_2O$ و ايون $Cl^-$ ؟**

الحل :

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

$$F\ (BaCl_2 .2H_2O) = \frac{4.57\ gm}{244} \times \frac{1000}{250ml} = 0.074\ \frac{m\ fw}{ml}$$

$$F(Cl^-)\ 2 \times F\ (BaCl2.2H2O) = 2 \times 0.074 = 0.1498\ (F)\ \frac{m\ fw}{ml}$$

**مثال : تم إذابة 0.1753 غم من كلوريد الصوديوم NaCl في كمية كافية من الماء ليعطي 240 مل . أحسب فورمالية المحلول ؟**

**ج: F.Wt. of NaCl = 58.44**

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

$$F = \frac{0.1753}{58.44} \times \frac{1000}{240} = 0.0125\ mfw/ml$$

**واجب : حضر 100 ml من $Na_2SO_4$ ( 0.1 F) من المادة النقية $Na_2SO_4$ ؟.**

**2 .المولالية ( التركيز المولالي ) Molality (M)**

**وتمثل عدد مولات المذاب في 1000 غم من المذيب .وتقاس بوحدات مللي مول/ غم أو مول / كغم.**

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

**مثال : احسب مولالية محلول 10% وزناً ( % w/w) NaOH 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 100غم من المحلول تحتوي على (10غم NaOH + 90 غم $H_2O$ )**

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

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

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

هو عدد مولات ( أوزان جزيئية) المذاب في لتر واحد (ديسمتر$^3$ $d^3$) 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:

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Moles of solute(n)}}{\text{Volume of Solution( L)}}$$

$$n = \frac{\text{Wt . of solute (gm )}}{\text{M.Wt. of solute}}$$

$$1\text{Liter} = 1000\ \text{ml} = 1000\ \text{cm}^3$$

بالنسبة للمواد الصلبة Solids

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

أما المواد السائلة Liquids

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

**معادلة التخفيف** $M_1 \times V_1$ ( قبل التخفيف ) $= M_2 \times V_2$ ( بعد التخفيف )

مثال:- أذيب 5.3 غم من كاربونات الصوديوم $Na_2CO_3$ 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 :

$Na_2CO_3 = (16\times3) + (12\times1) + (23\times2) = 106$ غم\مول

$$n = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}} = \frac{5.3}{106}$$

1Liter = 1000ml →1/4L=250 ml

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Moles of solute(n)}}{\text{Volume of Solution( L)}} = \frac{5.3/106}{1/4}$$

ويمكن أن يحل باستخدام العلاقة التالية :

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

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

**مثال واجب:- احسب مولارية محلول يحتوي 100 مل منه على 0.001 مول من KOH ؟**

## 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 H=1 ، O=16 ، Na=23 ؟**

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

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

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

**واجب:-**

1. **كم مل من حامض HCl بتركيز 10 مولاري يجب إضافته الى لتر من الماء المقطر لجعل تركيز المحلول 0.01 مولاري ؟**
2. **:- احسب مولارية المحلول الناتج من إضافة 1مل من محلول 5 مولاري من $H_2SO_4$ الى لتر من الماء المقطر؟ (ج: 0.005 مولاري)**

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

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

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

**محلول مركز $(M_1 \times V_1)$ = محلول مخفف $(M_2 \times V_2)$**

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

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

## 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 .**

$$\text{Normality} = \frac{\text{No. of Gram Equivalents of the Solute}}{\text{Volume of Solution( L)}}$$

$$\text{No. of Gramm Equivalents} = \frac{\text{Wt.}}{\text{gm Eq. Wt.}}$$

**ولذلك تكون العيارية هي عدد غرامات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول مقسوما" على الوزن المكافئ الغرامي للمذاب . ويمكن تمثيل ذلك بالعلاقة التالية :**

**ت. للمواد الصلبة Solids**

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

**ث. للسوائل Liquids**

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

**معادلة التخفيف** $N_1 \times V_1$ ( قبل التخفيف ) $= N_2 \times V_2$ ( بعد التخفيف )

**مثال** : احسب مولارية وعيارية محلول يحتوي على 10.6 غم من كاربونات الصوديوم $Na_2CO_3$ في لتر واحد من محلوله المائي ؟

**الحل:** M.Wt. of $Na_2CO_3$ = 106 gm/mole

أ. **بالنسبة للمولارية** :

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

$$M = \frac{10.6}{106} \times \frac{1000}{1000} = 0.1 \text{ Mole/L (Molar)}$$

ب. **بالنسبة للعيارية :**

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

$$\text{Eq. Wt. of } Na_2CO_3 = \frac{\text{M.Wt}}{2 \times 1} = 106/2 = 53$$

$$N = \frac{10.6}{53} \times \frac{1000}{1000} = 0.2 \text{ N} \quad (\text{g.eq / L})$$

**مثال : احسب عدد غرامات المادة المذابة في :**

**أ. واحد لتر من محلول $Ba(OH)_2$ 0.2 N .**

**الحل :**

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

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

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

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

**ب. 5 لتر من محلول NaOH 0.2 N .**

$$\text{Eq. Wt. of NaOH} = \frac{\text{M.Wt}}{1} = 40/1 = 40$$

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

$$0.2 = \frac{\text{Wt(gm)}}{40} \times \frac{1000}{5000}$$

$$\text{Wt.} = 40 \text{ gm NaOH}$$

**مثال// ما عدد المكافئات الغرامية لحامض الكبريتيك الذي يحتوي اللتر منه على 49غم منه ؟**

$$\text{الوزن المكافئ} \quad \text{Eq. wt} = \frac{\text{Wt}}{\text{عدد المكافئات}}$$

$$\text{عدد المكافئات الغرامية} \quad \text{No. Eq.} = \frac{\text{wt. gm}}{\text{Eq. wt}} = \frac{49}{49} = 1$$

**مثال// ما عيارية حامض الهيدروكلوريك HCl الذي يحتوي اللتر الواحد من محلوله على 37,413غم من غاز HCl ؟**

$$N = \frac{\text{wt. in L}}{\text{Eq. wt}} = \frac{\text{وزن المذاب في لتر}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{37.413}{36.5} = 1.025 \text{ Eq/L (N)}$$