

المحاليل الكيميائية

في علم الكيمياء تُقسم المادة إلى ثلاثة أقسامٍ رئيسيةٍ هي

الجامدة والسائلة والغازية والمادة السائلة من أهم تقسيماتها المحاليل الكيميائية هي نوعٌ من المواد الكيميائية تنتج من عملية خلط أو إذابة لمادةٍ أو أكثر في مادةٍ أخرى.

وتقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسامٍ رئيسية:

- 1- **المحلول المُعلّق:** هو محلولٌ غير متجانس، ينتج من إذابة مادة في أخرى بحيث تكون جزيئات المادة المذابة كبيرة ويمكن تمييزها بالعين المجردة، وتُفصل بالترشيح أو الترويق مثال الكبريت في الماء، النشا في الماء.
- 2- **المحلول الحقيقي:** محلول متجانس الجزيئات، جزيئاته صغيرة الحجم لا تشاهد بالعين المجردة ويفصل باستخدام الطرق الكيميائية مثل التبخير أو التقطير، ومثاله محلول الملحي الناتج من إذابة الملح في الماء.
- 3- **المحلول الغروي:** محلول متجانس جزيئاته صغيرة جداً يستخدم المجهر لمشاهدتها، ولا تُفصل بالطرق العادية من الترشيح والترويق، وإذا تُرك المحلول الغروي دون رجّ فإنه يترسب، والمحلول الغروي محلول وسطي بين الحقيقي والمُعلّق، مثال الحليب في الدم.

التركيز

التركيز إحدى خصائص المحاليل بكافة أنواعها؛ وهي نسبة وجود المذاب إلى المذيب أو إلى المحلول الكلي، ويتم قياس هذه النسبة بعدة طرق؛ وقبل ذلك لا بدّ من تعريف المذاب والمذيب.

المذاب: هي المادة التي تتم إذابتها وقد تكون جامدة أو سائلة أو غازية.

المذيب: هي المادة السائلة التي تستقبل المذاب.

المذيب والمذاب: معاً يطلق عليهما اسم المحلول.

طرق التعبير عن التركيز

يوجد عدة طرق للتعبير عن التركيز ومنها:

النسبة المئوية الوزنية : عدد جرامات المذاب في مئة ملتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه مثلاً

2% وزناً؛ هذا يعني أن كتلة المذاب 2 غرام في 100 ملتر من المحلول من خلال التطبيق التالي:

$$2\% = 100 \times (100/2).$$

النسبة المئوية الحجمية: هي عبارة عن حجم المذاب في مئة ملتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه

مثلاً 3% حجماً؛ هذا يعني أن حجم المذاب يساوي 3 ملتر مذابة في 100 ملتر من المحلول من

خلال التطبيق التالي: $3\% = 100 \times (100/3).$

الجزئية الوزنية (المولالية): هي عبارة عن نسبة عدد مولات المذاب إلى 1000 جرام من المذيب.

المولالية = عدد مولات المذاب / 1000 جم من المذيب، ويمكن حساب عدد مولات المذاب بالقانون

التالي:

وزن المادة المذابة بالجرام

عدد المولات =

الوزن الجزيئي للمادة المذابة.

س1 / التركيز المولاري لمحلول حامض الكبريتيك الذي يحتوي على 9.4 غم من H₂SO₄ في

400 مل مع العلم ان الوزن الذرية لـ H = 1, S = 32, O = 16

الحل/ 1) نجد الوزن الجزيئي للحامض H₂SO₄

الوزن الجزيئي = مجموع الوزن الذرية

M.Wt = H₂SO₄

$$g/L \ 98 = 1 * 2 + 32 * 1 + 16 * 4 =$$

2) نطبق قانون المولارية:-

الوزن * 1000

= M (المولارية)

و. ج * الحجم بالمل

49

4.9 * 1000

$$0.135 = \frac{49}{4 * 98} = \frac{4.9 * 1000}{98 * 4000} = \text{المولارية}$$

4 * 98

98 * 4000

الجزئية الحجمية (المولارية): هي عدد مولات المذاب في 1000 مللتر من المحلول. المولارية = عدد

مولات المادة المذابة / 1000 مللتر من المحلول، وعدد المولات تُحسب بنفس الطريقة السابقة.

مثال/ اذيب (22) غم من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في 500 غم من الماء . احسب التركيز

المولالي للمحلول الناتج .

$$\text{الوزن} \quad 22$$

$$\text{عدد المولات للمذاب} = \frac{22}{40} = 0,5$$

$$\text{الوزن الجزيئي} \quad 40$$

$$\text{عدد المولات}$$

$$\text{المولالية } m = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

1000 غم من المذيب

$$20 * 1000$$

$$1000 * 1$$

$$\text{المولالية} = \frac{1000 * 1}{20 * 1000} = 1 \text{ مولالي}$$

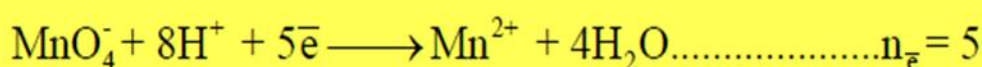
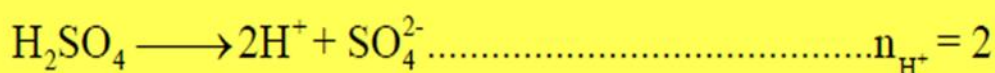
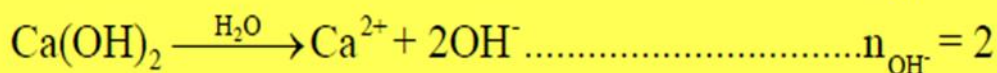
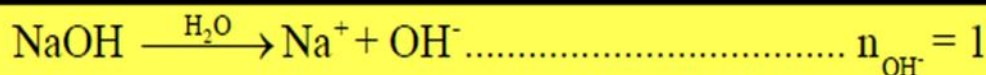
$$40 * 500 \text{ غم}$$

$$\text{و.ج} * \text{وزن المحلول غم}$$

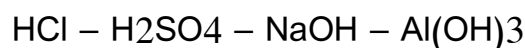
العيارية: هي عبارة عن عدد المكافئ الغرامي للمادة المذابة في حجم محلول مقداره لتر واحد. العيارية = عدد المكافئ الجرامي / حجم المحلول باللتر يحسب المكافئ الغرامي من خلال حساب عدد المولات للمادة المذابة مقسوماً على تكافؤ الكيمائي للمادة المذابة أي عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة، وإذا كانت المادة حمضاً أو قاعدة تُقسم على درجة الحمض أو القاعدة.

أمثلة توضيحية :

- 1- مول واحد من حمض الكبريتيك H_2SO_4 يحتوي على مولين (2 moles) من أيونات الهيدروجين (+H).
 - 2- مول واحد من قاعدة هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ يحتوي مولاً واحداً من أيونات الهيدروكسيد (-OH).
 - 3- مول واحد من هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ يحتوي على مولين من أيونات الهيدروكسيد.
- والأمثلة التالية توضح ذلك :



مثال 1 : أحسب الوزن المكافئ للمواد التالية :



علماً بأن الأوزان الذرية كالتالي (H =1 , O =16 , Na =23 , Al =27 , S =32 , Cl =35.5)

الحل :

الوزن المكافئ $Ew = \frac{Mw}{n_{(H^+, OH^-)}}$	عدد مولات (H^+ , OH^-) الناتجة عن التفكك	تفكك المادة	الوزن الجزيئي	المادة
36.5 g	1	$\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	36.5	HCl
49 g	2	$\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	98	H_2SO_4
40 g	1	$\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$	40	NaOH
26 g	3	$\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$	78	$\text{Al}(\text{OH})_3$

مثال 2 : أحسب الوزن المكافئ لكل مما يلي :

1- دايكرومات البوتاسيوم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ عند إختزالها إلى Cr^{+3}

2- برمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 عند إختزاله إلى MnO_2

3- Na_2SO_4 إلى Na_2SO_3

4- FeO إلى Fe_2O_3

علماً بأن الأوزان الذرية كالتالي :

(O =16 , K =39 , Cr =52 , Mn =55 , Na =23 , S =32 , Fe =56)

الحل :

المادة	الوزن الجزيئي	تفاعل الأكسدة أو الاختزال	عدد مولات الإلكترونات المستهلكة أو الناتجة	الوزن المكافئ $E_w = \frac{M_w}{n_e}$
$K_2Cr_2O_7$	294 g/mol	$\overset{2(+1)}{K}_2 \overset{12}{Cr}_2 \overset{7(-2)}{O}_7 \longrightarrow 2\overset{2(+3)}{Cr}^{3+}$ $2Cr^{+6} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{+3}$	6 e	49 g
$KMnO_4$	158 g/mol	$\overset{+1}{K} \overset{+7}{Mn} \overset{4(-2)}{O}_4 \longrightarrow \overset{+4}{Mn} \overset{2(-2)}{O}_2$ $Mn^{+7} + 3e^- \longrightarrow Mn^{+4}$	3e	52.67 g
Na_2SO_3	126 g/mol	$\overset{2(+1)}{Na}_2 \overset{+4}{S} \overset{3(-2)}{O}_3 \longrightarrow \overset{2(+1)}{Na}_2 \overset{+6}{S} \overset{4(-2)}{O}_4$ $S^{+4} \longrightarrow S^{+6} + 2e^-$	2e	63 g
Fe_2O_3	160 g/mol	$\overset{+6}{Fe}_2 \overset{3(-2)}{O}_3 \longrightarrow 2\overset{+2}{Fe} \overset{-2}{O}$ $2Fe^{3+} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{2+}$	2e	80 g

العلاقة بين المولارية (M) والعيارية (N)

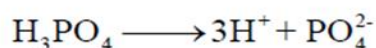
$$N = M \times n_{(H^+, OH^-, e^-)}$$

حيث **n** : تعبر عن عدد المولات من وحدات أيونات الهيدروجين (H^+) أو الهيدروكسيد (OH^-) أو عدد الإلكترونات المشاركة في تفاعلات الأكسدة والاختزال .

مسائل محلولة

مثال 3 : أوجد عدد الأوزان المكافئة (3 mol H_3PO_4) ؟

الحل :



$$\text{Eq} = n_{\text{H}_3\text{PO}_4} \times n_{\text{H}^+}$$

$$\text{Eq} = 3 \times 3 = 9 \text{ eq}$$

مثال 4 : احسب عيارية محلول NaOH الذي يحتوي على 16 g من NaOH في 400 ml من

المحلول ؟

علماً بأن الكتل الذرية : (H = 1, O = 16, Na = 23)

الحل

$$N = \frac{\text{Eq}_2}{V_{\text{sol}}(\text{ml})} \times 1000$$

$$N = \frac{\text{Eq}_{\text{NaOH}}}{V_{\text{sol}}(\text{ml})} \times 1000$$

$$N = \frac{\left(\frac{m_{\text{NaOH}}}{\text{Ew}_{\text{NaOH}}} \right)}{V_{\text{sol}}(\text{ml})} \times 1000$$

$$N = \frac{\left(\frac{m_{\text{NaOH}}}{\left(\frac{\text{Mw}_{\text{NaOH}}}{n_{\text{OH}^-}} \right)} \right)}{V_{\text{sol}}(\text{ml})} \times 1000$$

$$N = \frac{\left(\frac{16}{\left(\frac{23+16+1}{1} \right)} \right)}{400} \times 1000$$

$$N = \frac{0.4}{400} \times 1000 = 1 \text{ N (1 normal, 1 Eq/L)}$$

الجزء في المليون (ppm) و الجزء في البليون (ppb): هي طريقة قياس تركيز المذاب القليلة جداً في المحلول وتستخدم هذه الطريقة في القياسات الدقيقة وخاصة في مصانع الأدوية، فمحلول تركيزه 2 جزء في المليون؛ يعني أن كل مليون جزء من المحلول يحتوي على 2 جزء من المذاب.

(1) حساب التركيز ب ppm

ppm - وحدة قياس للتركيز وتعني جزء لكل مليون جزء أي part per million

ppm - يمكن استخدامها في حالة التركيز W/V أو W/W

ppm - هو كتلة المذاب بالميليجرام المذابة في 1 لتر من المحلول.

أو كتلة المذاب بالميليجرام المذابة في 1 كيلو جرام من المحلول (كتلة المذيب + كتلة المذاب).

ppm = mg/L أو ppm = mg/kg

- الصيغة الرياضية للقانون:

Concentration by ppm = wt(mg) / VL

Concentration by ppm = wt(mg) / wt of solution (kg)

ملاحظات هامة:

In weight/volume (w/v) terms:

ppm = mg/L = μ g /mL

In weight/weight (w/w) terms:

$$\text{ppm} = \text{mg/kg} = \mu\text{g/g}$$

(2) حساب التركيز بـ ppb

ppb - وحدة قياس للتركيز وتعني جزء لكل بليون جزء أى part per billion

ppb - يمكن استخدامها فى حالة التركيز W/V أو W/W

ppb - هو كتلة المذاب بالميكروجرام المذابة في 1 لتر من المحلول.

أو كتلة المذاب بالميكروجرام المذابة في 1 كيلو جرام من المحلول (كتلة المذيب + كتلة المذاب).

$$\text{ppb} = \mu\text{g /kg} \text{ أو } \text{ppb} = \mu\text{g /L}$$

- الصيغة الرياضية للقانون:

$$\text{Concentration by ppb} = \text{wt}(\mu\text{g}) / \text{VL}$$

$$\text{Concentration by ppb} = \text{wt}(\mu\text{g}) / \text{wt of solution (kg)}$$

$$\text{Conc.} = \frac{\text{wt. (mg)}}{\text{V}_L}$$

ملاحظات هامة:

In weight/volume (w/v) terms:

$$\text{ppb} = \mu\text{g/L} = \text{ng /mL}$$

In weight/weight (w/w) terms:

$$\text{ppb} = \mu\text{g}/\text{kg} = \text{ng}/\text{g}$$

مثال: حضر محلول لكلوريد الصوديوم بإذابة 5g منه في 500 mL من الماء المقطر. عبر عن تركيز

المحلول بـ g/L، ppm و ppb

الحل:

$$\begin{aligned} \text{Conc. (g/L)} &= \frac{\text{wt. (g)}}{V_L} \\ \text{Conc. (g/L)} &= \frac{5}{0.5} \\ &= 10 \text{ g/L} \\ &= 10000 \text{ mg/L} \\ &= 10000 \text{ ppm} \\ &= 10^7 \mu\text{g/L} \\ &= 10^7 \text{ ppb} \end{aligned}$$