المحاليل الكيميائية

في علم الكيمياء تُقسم المادة إلى ثلاثة أقسامٍ رئيسيةٍ هي

الجامدة والسائلة والغازية والمادة السائلة من أهم تقسيماتها المحاليل 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 المُعلَّق**: 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 رَّج فإنّه يترسب، والمحلول الغروي محلول وسطي بين الحقيقي والمُعلَّق، مثال الحليب في الدم.

التركيز

التركيز إحدى خصائص المحاليل بكافة أنواعها؛ وهي نسبة وجود المذاب إلى المذيب أو إلى المحلول الكليّ، ويتم قياس هذه النسبة بعدة طرقٍ؛ 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 مللتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه مثلاً 2% وزناً؛ هذا يعني أن كتلة المذاب 2 غرام في 100 مللتر من المحلول من خلال التطبيق التالي: (100/2)×100%= 2%.

النسبة المئوية الحجمية: هي عبارة عن حجم المذاب في مئة مللتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه مثلاً 3% حجماً؛ هذا يعني أن حجم المذاب يساوي 3 مللتر مذابة في 100 مللتر من المحلول من خلال التطبيق التالي: (100/3)×100%= 3%.

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

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

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{وزن المادة المذابة بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة المذابة.}}$$

الدكتور حمزة العامري Dr. HAMZAH ALAMERI

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

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

الحل/ 1)نجد الوزن الجزيئي للحامض H2SO4

الوزن الجزيئي = مجموع االوزان الذرية

M.Wt = H2SO4

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

2)نطبق قانون الموالرية:-

$$\text{المولارية (M} = \frac{\text{الوزن} * 1000}{\text{و. ج} * \text{الحجم بالمل}}$$

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

الدكتور حمزة العامري Dr. HAMZAH ALAMERY

الجزيئية 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 في500 غم من الماء . احسب التركيز الموالالي للمحلول الناتج .

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

$$\text{المولالية m} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{1000 غم من المذيب}} = 0,5$$

$$\text{المولالية} = \frac{\text{و} * 1000}{\text{و.ج} * \text{وزن المحلول غم}} = \frac{20 * 1000}{40 * 500 \text{ غم}} = 1 \text{ مولالي}$$

الدكتور حمزة العامري Dr. HAMZAH ALAMERY

العيارية: هي عبارة عن عدد المكافئ الغرامي للمادة المذابة في حجم محلول مقداره لترٌ واحدٌ. العيارية= عدد المكافىء الجرامي/ حجم المحلول باللتر يحسب المكافىء الغرامي من خلال حساب عدد المولات للمادة المذابة مقسوماً على تكافؤ الكيميائي 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 H2SO4 يحتوي على مولين (moles 2) 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 يحتوى على مولين من أيونات الهيدروكسيد.

والأمثلة التالية توضح ذلك :

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^- \quad \ldots\ldots n_{OH^-} = 1$$

$$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^- \quad \ldots\ldots n_{OH^-} = 2$$

$$HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^- \quad \ldots\ldots n_{H^+} = 1$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-} \quad \ldots\ldots n_{H^+} = 2$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \ldots\ldots n_{\bar{e}} = 5$$

مثال1 : أحسب الوزن المكافئ للمواد التالية :

HCl – H2SO4 – NaOH – Al(OH)3

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

الحل :

المادة	الوزن الجزيئ	تفكك المادة	عدد مولات (H^+, OH^-) الناتجة عن التفكك	الوزن المكافيء $Ew = \frac{Mw}{n_{(H^+,OH^-)}}$
HCl	36.5	$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$	1	36.5 g
H_2SO_4	98	$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$	2	49 g
NaOH	40	$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$	1	40 g
$Al(OH)_3$	78	$Al(OH)_3 \longrightarrow Al^{3+} + 3OH^-$	3	26 g

مثال2 : أحسب الوزن المكافئ لكل مما يلي :

1- دايكرومات البوتاسيوم K2Cr2O7 عند إختزالها إلى Cr+3

2- برمنجنات البوتاسيوم KMnO4 عند اختزاله إلى MnO2

3- Na2SO3 إلى Na2SO4

4- Fe2O3 إلى FeO

علماً بأن الأوزان الذرية كالتالي :

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

الحل :

دكتور حمزة العامري Dr. HAMZAH ALAMERY

المادة	الوزن الجزيئ	تفاعل الأكسدة أو الإختزال	عدد مولات الإلكترونات المستهلكة أو الناتجة	الوزن المكافيء $Ew=\frac{Mw}{n_{\bar{e}}}$
$K_2Cr_2O_7$	294 g/mol	$\overset{2(+1)}{K_2}\ \overset{12}{Cr_2}\ \overset{7(-2)}{O_7^{2-}} \longrightarrow \overset{2(+3)}{2Cr^{3+}}$ $2Cr^{+6} + 6\bar{e} \longrightarrow 2Cr^{3+}$	6 e	49 g
$KMnO_4$	158 g/mol	$\overset{+1}{K}\ \overset{+7}{Mn}\ \overset{4(-2)}{O_4} \longrightarrow \overset{+4}{Mn}\ \overset{2(-2)}{O_2}$ $Mn^{+7} + 3\bar{e} \longrightarrow Mn^{+4}$	3e	52.67 g
Na_2SO_3	126 g/mol	$\overset{2(+1)}{Na_2}\ \overset{+4}{S}\ \overset{3(-2)}{O_3} \longrightarrow \overset{2(+1)}{Na_2}\ \overset{+6}{S}\ \overset{4(-2)}{O_4}$ $\overset{+4}{S} \longrightarrow \overset{+6}{S} + 2\bar{e}$	2e	63 g
Fe_2O_3	160 g/mol	$\overset{+6}{Fe_2}\ \overset{3(-2)}{O_3} \longrightarrow \overset{+2}{2Fe}\ \overset{-2}{O}$ $2F^{3+} + 2\bar{e} \longrightarrow 2Fe^{2+}$	2e	80 g

العلاقة بين المولارية (M) والعيارية (N)

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

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

مسائل محلولة

مثال3 : أوجد عدد الأوزان المكافئة (3 mol H3PO4) ؟

الحل :

Dr. HAMZAH ALAMERY

$$H_3PO_4 \longrightarrow 3H^+ + PO_4^{2-}$$
$$Eq = n_{H_3PO_4} \times n_{H^+}$$
$$Eq = 3 \times 3 = 9\ eq$$

مثال4 : 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

$$N = \frac{Eq_2}{V_{sol}(ml)} \times 1000$$
$$N = \frac{Eq_{NaOH}}{V_{sol}(ml)} \times 1000$$
$$N = \frac{\left(\frac{m_{NaOH}}{Ew_{NaOH}}\right)}{V_{sol}(ml)} \times 1000$$
$$N = \frac{\frac{m_{NaOH}}{\left(\frac{Mw_{NaOH}}{n_{OH^-}}\right)}}{Vsol(ml)} \times 1000$$
$$N = \frac{\frac{16}{\left(\frac{23+16+1}{1}\right)}}{400} \times 1000$$
$$N = \frac{0.4}{400} \times 1000 = 1\ N \quad (1\ normal,\ 1\ Eq/L)$$

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 بـ ppm

- ppm : وحدة قياس للتركيز وتعنى جزء لكل مليون جزء أى part per million
- ppm : يمكن استخدامها فى حالة التركيز W/V أو W/W
- ppm : هو كتلة المذاب بالميللجرام المذابة في 1 لتر من المحلول.

أو كتلة المذاب باللميلجرام المذابة فى 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 = µg /mL

الدكتور حمزة العامري Dr. HAMZAH ALAMERY

In weight/weight (w/w) terms:

ppm = mg/kg = µg/g

(2) حساب التركيز بـ ppb

– ppb : وحدة قياس للتركيز وتعنى 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 فى 1 كيلو جرام من المحلول (كتلة المذيب + كتلة المذاب).

– ppb = µg /L أو ppb = µg /kg

– الصيغة الرياضية للقانون:

Concentration by ppb = wt(µg) / VL

Concentration by ppb = wt(µg) / wt of solution (kg)

$$Conc.= \frac{wt.(mg)}{V_L}$$

ملاحظات هامة:

In weight/volume (w/v) terms:

ppb = µg/L = ng /mL

In weight/weight (w/w) terms:

ppb = µg/kg = ng/g

مثال: حضر محلول لكلوريد الصوديوم باذابة g5 منه في mL500 من الماء المقطر.عبر عن تركيز المحلول بـ g/L، ppm و ppb

الحل:

$$Conc.(g/L) = \frac{wt.(g)}{V_L}$$

$$Conc.(g/L) = \frac{5}{0.5}$$

$= 10\ g/L$

$= 10000\ mg/L$

$= 10000 ppm$

$= 10^7 \mu g/L$

$= 10^7\ ppb$

Dr. HAMZAH ALAMERY

E-mail : hamzah.hamzah@uobasrah.edu.iq
الدكتور حمزة العامري عضو المكتب الاستشاري الزراعي جامعة البصرة هاتف 07801377208