

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل

Methods Expressing solutions Concentrations

ان خصائص المحاليل ، مثل لون المحلول الحقيقي او حلاوة المحلول السكري تعتمد على تراكيزها . وتراكيز المحلول تتباين مع كمية المادة المذابة وكمية المادة المذيبة. وفي الكيمياء التحليلية يعبر عن التركيز (تركيز المحلول) اما بوحدات الوزن للمادة المذابة في حجم معين من المذيب وهو مايسمى بالمحلول القياسي Standard Solution (المحلول الذي تركيزه معلوماً بدقة) . او وحدات الوزن للمادة المذابة في حجم او وزن معين من المذيب او المحلول. وهناك عدة مصطلحات تستخدم للتعبير عن تركيز المحلول وفقاً للوحدات التي توزن بها المادة المذابة وهي:

المولارية M : *Molarity* تعرف بانها عدد الاوزان الجزيئية الغرامية (عدد المولات) من المادة المذابة في لتر واحد من المحلول .

ويرمز لها بالحرف (M) ويسمى المحلول بالمولاري

فالمحلول الناتج من اذابة 40 غم (مول واحد) من هيدروكسيد الصوديوم في لتر واحد من الماء هو محلول مولاري واحد (1M) .

$$\frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{المولارية}$$

$$\frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم بالمل}} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{المولارية}$$

$$\frac{\text{الوزن} * 1000}{\text{الوزن الجزيئي} * \text{الحجم بالمل}} = \text{المولارية}$$

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

$$M = \frac{W * 1000}{M . Wt * Vml}$$

س1/ التركيز المولاري لمحلول حامض الكبريتيك الذي يحتوي على 4.9 غم من H_2SO_4 في

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

الحل/ 1) نجد الوزن الجزيئي للحامض H_2SO_4

الوزن الجزيئي = مجموع الاوزان الذرية

$$M.Wt = H_2SO_4$$

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

2) نطبق قانون المولارية:-

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

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

مثال:-

وجد ان 15ml من حامض الكبريتيك تتعادل بإضافة 10ml من محلول هيدروكسيد المغنيسيوم

0.1M فما هي مولارية حامض الكبريتيك ؟

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$M \times 15 \text{ ml} = 0.1M \times 10 \text{ ml}$$

$$M = 0.066M$$

س2/ ما التركيز المولاري لمحلول كلوريد الصوديوم الذي وزنه الى حجمه 0,85%

الحل / النسبة المئوية للوزن الى الحجم w/v

تمثل عدد الغرامات في 100 مل . أي ان اللتر الواحد من المحلول يحتوي على

$$8,5 \text{ غرام} = 1000 * \frac{0,85}{100}$$

وبما ان الوزن الجزيئي لـ $NaCl = 58,5$ غم / مول

$$M = \frac{W * 1000}{M . Wt * Vml}$$

$$M = \frac{0.85 * 1000}{8.5 * 100}$$

$$M = 0.145 \text{ mole / liter}$$

المولالية Molality

تعرف بانها عدد مولات المذاب في كغم (1000 غم) من المذيب ويرمز لها بالحرف (m).
فعندما نقول 6 مولالي (6m) من حامض الهيدروكلوريك تعني محلول محضر من اضافة (1000 غم) ماء لكل 6 مول من الحامض .

$$\text{المولالية (M)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{1000 \text{ غم من المذيب}}$$

$$\text{المولالية (M)} = \frac{\text{الوزن} * 1000}{\text{و. ج} * \text{وزن المذيب (الماء)}}$$

$$\text{المولالية (M)} = \frac{\text{و} * 1000}{\text{و. ج} * \text{وزن المحلول (غم)}}$$

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

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

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

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

في عملية تسحيح محلول حامض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي وجد ان 43.2ml من محلول 0.236M هيدروكسيد الصوديوم يستهلك 36.5ml من محلول حامض الكبريتيك للوصول الى نقطة نهاية التفاعل حيث تغير لون دليل البروموفينول الأزرق الى اللون الأصفر ماهي مولارية محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 .

(هيدروكسيد الصوديوم $M_1 \times V_1 = 1/2(M_2 \times V_2)$ حامض الكبريتيك

$$M \times 36.5 \text{ ml} = 1/2(0.236 \times 43.2 \text{ ml})$$

$$M= 0.139M$$

العيارية (N) Normality

تعرف بانها عدد الاوزان المكافئة الغرامية من المذاب التي يحتويها لتر من المحلول . ويرمز لها بالحرف (N).

فالمحلول العياري لحامض الهيدروكلوريك هو المحلول الذي يحتوي اللتر الواحد منه على 36,5 غم من غاز كلوريد الهيدروجين .

والمحلول العياري لهيدروكسيد الصوديوم يحتوي اللتر الواحد منه على وزن مكافئ غرامي واحد من الحامض أي على 49 غم .

$$\text{العيارية } N = \frac{\text{عدد الاوزان المكافئة الغرامية للمذاب}}{\text{حجم المذاب باللتر}}$$

$$\frac{W.t}{Eq.Wt} = \frac{\text{وزن المذاب غم}}{\text{الوزن المكافئ الغرامي له}} = \text{عدد الاوزان المكافئة الغرامية}$$

$$N = \frac{Wt * 1000}{eq.wt * Vml}$$

ومن مقاومة العيارية مع المولارية توضيح العلاقة بين المحلولين العياري او المولاري فلننتحضر محلول مولاري من حامض الكبريتيك H_2SO_4 ينبغي اذابة 98 غم منه في لتر من المحلول . وان اذابة هذا الوزن يعني اذابة وزنين مكافئين غرامين من الحامض في لتر من المحلول أي ان المحلول الناتج هو 2 عياري (2N) وعليه فان محلولاً من حامض الكبريتيك تركيزه العياري (2N) هو في الواقع ذو تركيز واحد (1M) .

أي ان العيارية دائماً

1- للحامض احادي البروتون او القاعدة احادية الهيدروكسيل يكون مساوية للمولارية
 $M = N$

2- للحامض ثنائي البروتون (H_2SO_4 مثلاً) او القاعدة ثنائية الهيدروكسيد ($Mg(OH)_2$ مثلاً) $M = 2N$ أي ان العيارية هي ضعف المولارية .

3- للحامض ثلاثي البروتون (H_3PO_4 مثلاً) او القاعدة ثلاثية الهيدروكسيد ($Al(OH)_3$ مثلاً) $M = 3N$ أي ان العيارية هي ثلاثة اضعاف المولارية .

ملاحظة:- المولارية هي تتعامل مع الوزن الجزيئي **M.Wt**

العيارية هي تتعامل مع الوزن المكافئ **eq.Wt** .

مثال/ ما عدد الغرامات المذابة في 250 مل من محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الذي عياريته 0.2N

$$N = \frac{Wt * 1000}{eq.wt * Vml}$$

$$0.2 = \frac{Wt * 1000}{53 * 250}$$

$$Wt = \frac{0.2 * 53 * 250}{1000}$$

$$Wt = 2.65 \text{ gm} .$$

لحساب الوزن المكافئ للحامض نستخدم

$$\frac{\text{وزن صيغته الجزيئية}}{\text{عدد ذرات H القابلة للاحلال}} = \text{الوزن المكافئ للحامض}$$

مثال/ احسب الوزن المكافئ (H_3PO_4)

(1) نحسب الوزن الجزيئي

$$98 = 3 + 31 + 64 = 1*3 + 31*1 + 16*4$$

$$\frac{98}{3} = \frac{\text{و.ج}}{\text{عدد ذرات H}} = \text{الوزن المكافئ (2)}$$

$$32.6 =$$

لحساب الوزن المكافئ للقاعدة نستخدم

$$\frac{\text{وزن صيغتها الجزيئية}}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيل OH}} = \text{الوزن المكافئ للقاعدة}$$

احسب الوزن المكافئ لـ Mg(OH)_2

$$1) \text{ نحسب الوزن الجزيئي } 24 + (16 + 1) * 2 = 24 + 34 = 58$$

$$\frac{58}{2} = \text{الوزن المكافئ للقاعدة}$$

$$29 =$$

احسب و.م لـ NaOH و.ج = 40

$$\text{و.م لـ NaOH} = \frac{40}{1} = 40 \text{ غم/ مكافئ}$$

احسب التركيز المولاري لمحلول كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 يتكون من اذابة 10.6g من

كاربونات الصوديوم في 250ml من الماء المقطر $M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106\text{g/mol}$

الحل :-

$$N = m/M = 10.6\text{g} / 106\text{g/mol}$$

$$N = 0.1\text{mol} \quad , \quad V = 250\text{ml} / 1000 = 0.25\text{L}$$

$$V = n/M = 0.1 / 0.25$$

التعبير عن التركيز بدلالة الوزن والحجم

1. نسبة الوزن الى الوزن W/W

يعتمد هذا التعبير على عدد غرامات المذاب في 100 غم من المحلول فمثلاً تركيز محلول

20 % كلوريد الصوديوم يعني بان المحلول يتكون من 20 غم من NaCl لكل 80 غم من

الماء أي ان :-

$$\frac{20}{100} \text{ NaCl } \% \text{ تساوي}$$

$$\% \text{ النسبة الوزنية} = \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المذاب} + \text{وزن المذيب}}$$

$$\% 20 = \frac{20}{10} = \frac{20}{80 + 20} = \%$$

ملاحظة/ دائماً وزن المذاب اقل من وزن المحلول

2. نسبة الوزن الى الحجم W/ V

تستخدم هذه النسبة للتعبير عن تراكيز المحاليل وهي تمثل وزن المادة المذابة الى حجم معين من المذيب مثل غم / لتر او ملغم / لتر او نسبة الاجراء الى المليون PPM يعني ملغرام واحد من المذاب / لتر من المحلول . عدد الغرامات = % * الحجم

$$\text{عدد الغرامات} = \text{PPm} * \frac{\text{ملغرام}}{1000 \text{ مل}} * \text{الحجم بالمل}$$

عندما يطلب منا تحضير (0.1 عياري N) من مادة صلبة كان يكون NaOH في 50 مل تستخدم القانون

$$N = \frac{Wt * 1000}{\text{eq.wt} * Vml}$$

$$N = \frac{Wt * 1000}{40 * 50 \text{ ml}}$$

$$Wt = \frac{50 * 40 * 0.1}{1000}$$

$$Wt = 0.1 \text{ N}$$

وعندما يطلب منا تحضير (0.1 عياري مثلاً) من مادة سائلة كان تكون H_2SO_4 المركز او HCl الخ . فيجب ان نأخذ المعلومات (1) الوزن الجزيئي M.Wt (2) النسبة المئوية % (3) الوزن النوعي (الكثافة) Sp.gr وتؤخذ هذه المعلومات من القنية (الحامض المركز)

$$M = \frac{SP.gr * \% * 10}{M.Wt}$$

$$M = \frac{1.4 * 98 * 10}{98} = 1.4$$

ولتحضير المحلول المخفف (N 0.1) نطبق قانون التحقيق

$$N1 V1 = N2 V2$$

(100 ml) المطلوب تحضيرها للمحلول المخفف)) = (الحجم المجهول المراد سحبه) (القنية المركزة)

حضر محلول M 0.2 مولاري من حامض HNO_3 المركز اذا علمت ان المعلومات له هي % = 65, الوزن النوعي sp.gr = 1.4، الوزن الجزيئي = 63

$$M = \frac{SP.gr * \% * 10}{M.Wt}$$

$$M = \frac{1.4 * 65 * 10}{63} \approx 14.4 \text{ للمركز}$$

تستخدم قانون التحقيق مخفف مركز

$$M1 * V1 = M2 * V2$$

$$14.4 * V1 = 0.2 * 100 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{0.2 * 100}{14.4} = 1.38 \text{ ml}$$

ب- **التركيز الكسري المولي**: - وهو الكسر الذي يمثل نسبة مولات المذاب الى مولات المحلول (مولات المحلول المذيب + المذاب) فاذا فرضنا W_1 تمثل عدد مولات المذاب و W_2 عدد مولات المذيب .

$$\frac{W_1}{W_1 + W_2} = \text{الكسر المولي للمذاب}$$

مجموع الكسر المولي للمذاب والمذيب يجب ان يساوي واحد

س:- اذا علمت ان كثافة محلول حامض الخليك الذي يحتوي اللتر منه على 80.8 gr من الحامض في 20 م³ هي 1.0097 غم ثم لكل سم³ عبر عن تركيز المحلول بالمولاري بالفورمالية بالتركيز المولاري بالتركيز المئوي الوزني ثم بالكسر المولي ؟

4- الفورمالية (F): - يعرف المحلول بالفورمالية (F) لمادة بانه ذلك المحلول الذي يحتوي على وزن صيغته الكيميائية من تلك المادة في لتر من المحلول وغالباً ما تكون المولارية والفورمالية متماثلة خصوصاً عندما يكون المركب من النوع التساهمي (بانه يوجد من المحلول على شكل جزيئات). ويستعمل مصطلح الفورمالية عندما لا يتواجد المذاب في المحلول على شكل جزيئات بك على شك ايونات (فورمالية ≠ مولارية) .

$$F = \frac{\frac{W}{F, \text{ml}}}{\frac{V, \text{ml}}{1000}}$$

$$W = F * F, \text{Wt} * \frac{V, \text{ml}}{1000}$$

ثانياً:- يعبر عن التركيز بوحدات المادة المذابة في حجم او وزن معين من المذيب او المحلول كما يلي:-

أ- **التركيز المئوي الوزني ويكون على نوعين:-**

1- عدد غرامات المذاب * 100 غم من المحلول مثلاً:- اذا قيل بان تركيز المحلول 10% فمعنى ذلك ان المحلول يتكون من 10 غم من المادة المذابة في 90 غم من المذيب (المحلول):-

$$10 + 90 = 100$$

$$\% 10 = 100 * 10 = W \% = \text{النسبة المئوية}$$

100

2- عدد غرامات المذيب في 100 غم من المذاب

$$\frac{W_0}{W_0 + W} = \%$$

احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم في محلول تم تحضيره بإضافة 150ml من الماء المقطر الى 100ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.2M

$M_1 = 0.2m$, $v_1 = 100ml$ قبل التخفيف

بعد التخفيف $m_2 = ?$, $v_2 = 150ml + 100ml = 250ml$

الحل :-

$$0.2m * 100ml = m_2 * 250 ml$$

$$m_2 = 0.08m$$