فسلجة النبات العملي

PRACTICAL PLANT PHYSIOLOGY

أ.م. د. منتهى عبد الزهرة عاتي

المرحلة الثانية

البستنة وهندسة الحدائق

المحاضرة الثالثة

طرق التعبير عن تركيز المحاليل

المولارية

المولالية

النورمالية (العيارية)

الكسر المولي

النسبة المئوية الوزنية

النسبة المئوية الحجمية

امثلة محلولة

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل : هناك عدة طرق للتعبير عن تراكيز المحاليل نذكر منها

أولاً : المولارية (Molarity) (M) :

وهي وحدة التركيز الأكثر شيوعاً وتستخدم بكثرة في التحليل الحجمي ، وتُعرف بأنها عدد مولات المادة المذابة في كمية من المذيب لتكوين لتر أو ديسميتر مكعب من المحلول ويمكن توضيحها كالآتي :

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{حجم المذيب باللتر (ديسم}^3\text{)}}$$

وحدة المولارية هي مول / لتر أو مول / ديسم ٣

فعند حساب مولارية أي محلول يجب معرفة شيئين أساسيين هما الوزن الجزيئي للمادة المذابة ،وزن المادة المذابة بالغرام وحجم المذيب بالملتر.

اما في حالة كون مولارية المحلول معلومة ووزن المادة المذابة مجهول والمطلوب تحضير هذا المحلول يجب أن معرفة مولارية المحلول، الوزن الجزيئي للمادة المذابة وحجم المذيب بالملتر.

وعندها يمكن تطبيق القانون التالي: المولارية $= \frac{\text{وزن المادة المذابة}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة المذابة}} \times \frac{١٠٠٠}{\text{حجم المذيب بالمل}}$

لنحصل منه على وزن المادة المذابة اللازمة لتحضير هذا المحلول.

مثال (١) :

احسب مولارية محلول يتكون من إذابة 20 جرام هيدروكسيد الصوديوم في 500 سم٣ من الماء ؟

الحل :

$$\text{عدد مولات } NaOH = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن ألجزيئي}} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المذيب باللتر} = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ لتر}$$

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0.5}{0.5} = 1.0 \text{ مول / لتر}$$

يتم تحضير المحاليل المولارية باستخدام الدوارق الحجمية وذلك بأخذ الكمية المناسبة من المادة المذابة ووضعها في الدورق الحجمي ثم اضافة المذيب وعادة يكون الماء مع الرج المستمر حتى يصل مستوى المحلول للعلامة .

مثال (٢) : احسب مولارية حمض الكبريت (VI) المتكون من إذابة 49 جرام من الحمض في 100 سم^3 من الماء ؟

الحل :

$$\text{عدد مولات } H_2SO_4 = \frac{49}{98} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{حجم المحلول باللتر} = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ لتر}$$

$$\text{المولارية} = \frac{0.5}{0.1} = 5.0\ M$$

مثال (3) : حضر ١٠٠ مل من ١ مولاري محلول Hydrochloric acid من محلول Hydrochloric acid ١٢,١ مولاري ؟

الحل : تطبق القانون $\mathbf{M1 \times V1 = M2 \times V2}$ والتعويض نحصل على:

$$(12.1\ M) \times (V1) = (1M) \times (100\ ml)$$

وباختصار الـ M من طرفي المعادلة نحصل على :

$$V1 = \frac{١٠٠}{١٢,١} = 8.26 \text{ ml from concentrated HCL}$$

إذن نأخذ ٨,٢٦ مل من محلول HCL المركز ونضعه في دورق زجاجي ثم نضيف إليه حوالي ٥٠ مل من الماء المقطر ونرجه بشكل جيد ثم نكمل الحجم إلى ١٠٠ مل .

مثال (4) : : حضر ١ مل من محلول Protinase K بتركيز ١٠ mg/ml من محلول Protinase K بتركيز ٢٠ mg/ml ؟

الحل : نلاحظ أن لدينا محلول وليس مادة صلبة لذلك نطبق القانون $\mathbf{C1 \times V1 = C2 \times V2}$ ومن المعطيات في السوال تحتاج فقط حجم المحلول الاول أي حجم المحلول الذي يؤخذ من المحلول الاول ثم نكمل الحجم الى ١ مل .

$$20\ mg/mL \times V1 = 10\ mg/ml \times 1\ mL$$

وباختصار mg/ml من طرفي المعادلة نحصل على :

$$V1 = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ ml}$$

- **اما اذا كان لدينا مادة سائلة او محلول فيجب أن تتوفر لدينا المعلومات التالية:**

١- حجم المحلول الاخير (الثاني) بالمل او باللتر .

٢- مولارية المحلول الثاني .

٣- مولارية المحلول الاول (المركز).

4- من المعلومات اعلاه يمكن حساب حجم المحلول الاول (اي الذي سوف يؤخذ من المحلول المركز بالمل) وذلك بالقانون الاتي :-

M1 X V1 = M2 X V2

علما ان :

M1 هو تركيز (مولارية) المحلول الاول

V1 حجم المحلول الاول

M2 (تركيز) مولارية المحلول الثاني

V2 حجم المحلول الثاني

ملاحظة : عندما تستخدم هذا القانون يجب ان تكون وحدة القياس موحدة لكل من الحجم والتركيز (الوزن) واذا كانت غير موحدة فيجب توحيدها ويتم ذلك بالضرب او القسمة

مثال /حضر محلول 1M من NaOH بحجم 250ml علما ان الاوزان الذرية ه(H=1 , O=16, Na=23

الجواب :الوزن الجزيئي NaOH = مجموع الاوزان الذرية 16 + 1 + 23 = 40

$$wt=(v/1000)\times M\times M.Wt$$

$$wt=(250/1000)\times 1\times 40=10$$

نأخذ 10g من ال NaOH ويكمل الحجم الى النهائي بالماء المقطر لحد250m

مثال : إذا تم إذابة كمية مقدارها 23 جرام من مادة كلوريد الأمونيوم في كمية مناسبة من الماء حتى يكون حجم المحلول الناتج في النهاية يساوي 145 ملليتر ، اعتمادًا على قانون المولارية احسب قيمة مولارية هذا المحلول (علمًا أن الوزن الجزيئي لكلوريد الأمونيوم = 53.5.

الحل:

قيمة المولارية الخاصة بأي محلول تساوي عدد مولات المادة المُذابة مقسومة على حجم المحلول مُقدر بالليتر ، ولذلك في بداية حل هذه المسألة يجب أن يتم حساب عدد مولات مادة كلوريد الأمونيوم من خلال معلومية وزنه الجزيئي ، كما يلي:

-عدد مولات كلوريد الأمونيوم في هذا المحلول = الوزن بالجرام / الوزن الجزيئي = 23 / 53.5= 0.43 مول.

-حجم هذا المحلول بوحدة اللتر = 145 / 1000 = 0.145 لتر. وبالتالي فإن مولارية محلول كلوريد الأمونيوم هنا = عدد المولات المُذاب / حجم المحلول باللتر = 0.43 / 0.145 = 2.9 مول / لتر

ثانياً : المولالية : Molality

ويرمز لها بالرمز (m) تعرف المولالية بأنها عدد مولات المادة المذابة في كيلوجرام واحد من المذيب وليس كيلوجرام واحد من المحلول النهائي . ويمكن توضيحها كالآتي :

إذا كان لدينا محلول يتكون من المادة المذابة (B) والمذيب (A) ، يمكن التعبير عن المولالية كالآتي :

$$\text{المولالية} = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة } (n_B)}{\text{وزن المذيب } (W_A) \text{ بالكيلو جرام}}$$

$$\text{المولالية} = \frac{n_B}{W_A / 1000}$$

بما أن $n_B = \frac{W_B}{M_B}$

حيث W_B = وزن المادة المذابة ، M_B = الوزن الجزيئي للمادة المذابة

$$\varepsilon \text{ المولالية } (m) = \frac{\frac{W_B}{M_B}}{\frac{W_A}{1000}}$$

أي أن مولالية المحلول = $\frac{\text{وزن المادة المذابة}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة المذابة}} \times \frac{1000}{\text{وزن المذيب}}$)

مثال (١) : احسب مولالية محلول يتكون من إذابة 40 جرام هيدروكسيد الصوديوم مذابة في ٢ لتر من الماء ؟

الحل :

عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = $\frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{40}{40} = 1.0$ مول

الوزن = الحجم × الكثافة

وزن المحلول بالكيلوجرام =1000 سم^3 × 1 جم / سم^3 = 1000 جرام

وذلك باستخدام كثافة الماء تعادل 1.0جم / سم^3

ε يمكن تطبيق القانون : المولالية = $\frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{وزن المذيب بالكيلوجرام}}$

$$= \frac{1.0}{1000/2000} = 0.5 \text{ m} = 0.5 \text{ مول / كيلوجرام}$$

أو باستخدام القانون : المولالية = $\frac{\text{الوزن للمذاب}}{\text{الوزن الجزيئي}} \times \frac{1000}{\text{وزن المذيب}}$

$$= \frac{40}{40} \times \frac{1000}{2000} = 0.5 \text{مول / كيلوجرام}$$

مثال (٢) : أذيب 0.288 جرام من مادة معينة في 15.2 جرام من البنزين (C_6H_6) ووجد أن مولالية المحلول تساوي 0,221 ، أحسب الوزن الجزيئي للمادة المذابة ؟

الحل :

$$m = \frac{W_B}{M_B} \times \frac{1000}{W_A}$$

$$0.221 = \frac{0.288}{M_B} \times \frac{1000}{15.2}$$

$$M_B = 85.73$$

ثالثاً : الكسر المولي (Mole Fraction):

ويُرمز له بالرمز (x) . ويعرف الكسر المولي (x) لأي مكونة في المحلول بأنه عدد مولات تلك المكونة مقسوماً على عدد المولات الكلية لجميع مكونات المحلول .

إذا افترضنا أن n_A مول من مذاب A ، وأن n_B مول من مذاب B قد أذيبت في n_C مول من المذيب C فإن الكسر المولي لكل من هذه المكونات الثلاث يُعبر عنه كما يلي :

الكسر المولي للمكونة $A = x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C}$

الكسر المولي للمكونة $B = x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B + n_C}$

الكسر المولي للمكونة $C = x_C = \frac{n_C}{n_A + n_B + n_C}$

يلاحظ أن مجموع الكسور المولية للمكونات يساوي الوحدة

أي أن : $x_A + x_B + x_C = 1$

مثال (١) : احسب الكسر المولي لمكونات المحلول المكون من إذابة 20 جرام من هيدروكسيد الصوديوم في 500 سم^3 من الماء ؟

الحل : عدد مولات $NaOH = \frac{20}{40} = 0.5$ مول

عدد مولات الماء $= \frac{500}{18} = 27.8$ مول

الكسر المولي لـ $NaOH = \frac{0.5}{0.5+27.8} = 0.0176$

الكسر المولي للماء $1 - 0.0176 = 0.983$

أو التعويض في القانون $\frac{27.8}{0.5+27.8} = 0.983$

مثال (٢) : احسب الكسر المولي للنيتروجين في محلول يتكون من 14 جرام غاز النيتروجين ، 8 جرامات من غاز الأكسجين وجرام واحد من غاز الهيدروجين .

الحل :

عدد مولات غاز النيتروجين $= \frac{14}{28} = 0.5$ مول

عدد مولات غاز الأكسجين $= \frac{8}{32} = 0.25$ مول

عدد مولات غاز الهيدروجين $= \frac{1}{2} = 0.5$ مول

الكسر المولي للنيتروجين $= \frac{\text{عدد مولات النيتروجين } N_2}{\text{عدد مولات } N_2 + \text{عدد مولات } O_2 + \text{عدد مولات } H_2}$

$$= \frac{0.5}{0.5+0.25+0.5} = 0.4$$

رابعاً : النسبة المئوية :

يمكن التعبير عنها كالآتي :

أ- النسبة المئوية الوزنية (weight percentage):

ويرمز لها بالرمز (w/w) وهي عدد جرامات المادة المذابة منسوب إلى وزن مكونات المحلول (غالباً ما يكون 100 جرام) ، وتستخدم عامة في المحاليل ذات الطبيعة الصلبة . يمكن تعيين النسبة المئوية بالوزن للمادة المذابة (B) في وزن معين من المذيب (A) كالآتي :

$$wt\ \%\ of\ \ B = \left(\frac{w_B}{w_A + w_B}\right) \times 100$$

كما يمكن فهم النسب الوزنية بأنها متكاملة ، فمثلاً تتكون سبيكة معينة من معدني الذهب والنحاس وكانت نسبة النحاس الوزنية (w/w) 30% ، هذا يعني أن في كل 100 جرام من السبيكة ، هنالك 30 جرام نحاس و 70 جرام ذهب .

مثال : محلول يتكون من إذابة 10 جرام هيدروكسيد صوديوم في 100 جرام من الماء . أحسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل :

كتلة المحلول $= 100 + 10 = 110$ جرام

النسبة المئوية لـ $NaOH$ $= \frac{\text{وزن هيدروكسيد الصوديوم}}{\text{الوزن الكلي}} \times 100$

$$= \frac{10}{110} \times 100 = 9.1\ \%$$

ب- النسبة المئوية الحجمية : (Volume Percentage):

ويرمز لها بالرمز (v/v) وهي حجم المادة المذابة منسوباً لحجم المحلول (غالباً ما يكون 100 سم^3) وتستخدم عامة في المحاليل السائلة . يمكن تعيين النسبة المئوية بالحجم للمادة المذابة B كما يلي :

$$Volume\ \ \%\ of\ \ B = \frac{V_B}{V_{Total}} \times 100$$

كما يمكن فهم النسب الحجمية بأنها متكاملة كما هو الحال في النسب الوزنية . فمثلاً عندما يقال أن محلول معين يتكون من كحول وماء وكانت نسبة الكحول (v/v) 40% ، هذا يعني أن في كل 100 سم^3 من المحلول أن هنالك 40 سم^3 كحول و 60 سم^3 ماء .

جـ - النسبة المئوية لوزن فى حجم :

رمز لها بالرمز (w/v) وهي عبارة عن عدد جرامات المادة المذابة في 100 سم^3 من المذيب . فمثلاً عندما يقال أن محلول السكر في الماء تركيزه (w/v) 10% . هذا يعني أن 10 جرامات من السكر مذابة في 100 سم^3 من الماء.

خامساً : العيارية أو النورمالية (Normality)

ويرمز لها بالرمز (N) وهي عبارة عن عدد الجرامات المكافئة من المادة المذابة في لتر من المحلول .

فمثلاً عند إذابة 49 جرام من حمض الكبريت (VI) في لتر من الماء يتكون محلول مولاريته $0.5\ M$ ولكن نورماليته $1.0\ N$ وذلك لأن الوزن 49 جرام يمثل نصف الوزن الجزيئي وتكون المولارية :

$$\text{المولارية} = \frac{0.5}{1} = \frac{49/98}{1} \quad 0.5\ M$$

أما الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك $= \frac{98}{2} = 49$ جرام

$$\text{النورمالية} = \frac{1}{1} = \frac{49/\ 49}{1} \quad 1.0\ N$$

وعليه تكون العلاقة بين النورمالية والمولارية كالآتي :

النورمالية = المولارية × عدد الهيدروجينات الحمضية في الحامض

= المولارية × عدد الهيدوكسيدات القاعدية في القاعدة

مثال / احسب النسبة المئوية الوزنية لمادة كلوريد الصوديوم (NaCl) حيث يذاب من 43غم في 100 مل من الماء

النسبة المئوية الحجمية = ($\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{المذاب+المذيب}}$) 100 X

$$= \left(\frac{\mathbf{43}}{\mathbf{43+100}}\right) \text{ 100 X}$$

$$= \left(\frac{\mathbf{43}}{\mathbf{143}}\right) \mathbf{100X} = \mathbf{\%\ 30.06}$$

مثال / محلول يتكون من اذابة 10 غم منNaOH في 100 غم من الماء احسب النسبة المئوية ل NaOH ؟

النسبة المئوية الحجمية = ($\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{المذاب+المذيب}}$) 100 X

$$100\ X\ \left(\frac{10}{10+100}\right) = \quad 9.1\ \%$$

مثال /حضر محلول بإذابة 1.25 g من الأيثانول C_2H_5OH في 11.6 g من الماء H_2O
احسب :-

1- النسبة المئوية الوزنية للإيثانول.
2 - النسبة المئوية الوزنية للماء

نحسب أولاً كتلة المحلول حيث :

كتلة المحلول = كتلة المذيب (H_2O) + كتلة المذاب (C_2H_5OH)

$$m_{sol} = m_{H_2O} + m_{C_2H_5OH}$$

$$m_{sol} = 11.6\ g + 1.25\ g = 12.85\ g$$

أ) حساب النسبة المئوية للمذاب C_2H_5OH :

$$Wt\%_{C_2H_5OH} = \frac{m_{C_2H_5OH}}{m_{sol}} \times 100$$

$$Wt\%_{C_2H_5OH} = \frac{1.25}{12.85} \times 100 = 9.73\%$$

ب- حساب النسبة المئوية الوزنية للمذيب

$$Wt\%H_2O = \frac{11.6}{12.85}\ X\ 100 = 90.27\ \%$$

مثال / احسب مولارية محلول يتكون من 49 غم من حامض الكبريتيك H_2SO_4 في 500 مل ماء مقطر . علما ان الاوزان الذرية هي (H=1 ; S = 32 ; O = 16)

الحل

$$\text{عدد مولات } H_2SO_4 = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{49}{98} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{المولارية} = \frac{1000}{500}\ X\ 0.5 = 1 \text{ مولر}$$

مثال / كم غرام من هيدروكسيد الصوديوم الذي يوجد في 500 مل من محلول NaOH عياريته0.0412 علما بان الاوزان الذرية (Na =23 ; O= 16 ; H= 1)

الحل /

$$\textbf{العيارية} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{\text{الوزن}}{\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{تكافئ}}} = \frac{\text{و}}{\frac{40}{2}}$$

$$N = \frac{\text{و}}{20} \longleftarrow 0.0412 = \frac{\text{و}}{20} \longleftarrow \text{الوزن} = 0.824 \text{ غرام}$$

مثال / احسب حجم هيدروكسيد الكاليسوم $Ca(OH)_2$ الذي تركيزه 0.23 N ويحتوي على 20 غم من هيدروكسيد الكاليسيوم (Ca =40 ; O=16; H=1)

$$\textbf{العيارية (N)} = \frac{\text{عدد الاوزان المكافئة للمذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

الوزن الجزيئي ل $Ca(OH)_2$ = 74 غرام / مول

$$\text{عدد الاوزان المكافئة} = \frac{\text{الوزن (غم)}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{التكافئ}} \longleftarrow = \frac{74}{2} = 37$$

$$\textbf{عدد الاوزان المكافئة} = \frac{\text{الوزن (غم)}}{\text{الوزن المكافئ}} \longleftarrow \frac{20}{37} = 0.54$$

$$\textbf{العيارية (N)} = \frac{\text{عدد الاوزان المكافئة للمذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

$$0.23 = \frac{0.54}{V} \longleftarrow = 2.35 \text{ L}$$

مثال : أحسب التركيز بالعيارية (النورمالية) لحمض H_3PO_4 تركيزه 0.3 M ؟

الحل :

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

$$N = 0.3 \times 3 = 0.9\ N$$

n(H ; OH ; e-) ⟵ عدد الهيدروجينات الحامضية او عدد الهيدروكسيدات القاعدية