الكيمياء العامة النظري

المرحلة الاولى / قسم علوم الحياة

أستاذ المادة

أ.م.د.نفيسه جبار كاظم أ.م.زهراء عادل محمود

2023/2024

المحاضرة الثانية

الكيمياء التحليليه(Analytical chemistry)

طرق التعبير عن كمية المادة

Methods expressing of matter quantity

1. الوزن الذري الغرامي(At.wt) (Gram-Atomic weight)

وهو الوزن الذري للعنصر مقدرا بالغرامات .

2.الغرامي او المولالوزن الجزيئي (Gram Molecular weight (mole

وهو وزن الصيغة الجزيئية للمركب او الوزن الجزيئي للعنصر مقدرا بالغرامات . يحسب وزن الصيغة الجزيئية للمركب على اساس مجموع الاوزان الذرية للعناصر المكونة لها مقدرا بالغرامات.

مثال : ما هو الوزن الجزيئي لحامض الخليك(Acetic acid)والكاربونوالهيدروجينعلما ان الوزن الذري لكل من والاوكسجين هي ١ ، ١٢ ، ١٦ على التوالي.؟

Molecular weight (M.wt) = Sum. of Atomic weights

$M.Wt(CH_3COOH) = 2C + 4H + 2O$

$= 2x12 + 4x1 + 2x16$

= 60 gm/mol

مثال : ما هو الوزن الجزيئي لحامض الكبريتيك(H_2SO_4) ؟علما ان الوزن الذري للكبريت هو٣٢

3. المكافئ الغرامي Gram equivalent weight

هو الوزن المكافئ للعنصر او المركب مقدرا بالغرامات .ويتم حسابه كما يأتي :

A.الوزن المكافئ للعنصر(Eq.wt)Equivalent weight of element(

يرتبط الوزن الذري للعنصر مع وزنه المكافئ وتكافؤه بالعلاقة الرياضية :

Atomic weight = Equivalent weight (Eq.wt) x Valance

$$\text{Eq.wt of element} = \frac{\text{At.wt}}{\text{Valance}}$$

مثال : ماهو الوزن المكافئ للكالسيوم علما ان الوزن الذري للكالسيوم هو ٤٠ ؟

$$\text{Eq.wt of element} = \frac{\text{At.wt}}{\text{Valance}} = \frac{40}{2} = 20 \text{ gm/Eq.}$$

مثال : ماهو الوزن المكافئ للصوديوم علما ان الوزن الذري للصوديوم هو ٢٣ ؟

B . للحامض الوزن المكافئ (Eq.wt) Equivalent weight of acid(

هو وزن الحامض بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ من الهيدروجين القابل للاحلال او التأين .توجد ثلاثة انواع من الحوامض :

* حوامض احادية القاعدية (Monobasic)مثل HCl, HNO_3, CH_3COOH, $HClO_3$
* حوامض ثنائية القاعدية (Dibasic) مثل H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4
* حوامض ثلاثية القاعدية (Tribasic) مثل H_3PO_4

مثال : ما هو الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك علما ان الوزن الذري للكبريت هي ٣٢؟

$$\text{Eq.wt of acid} = \frac{\text{Wt of molecular Formula}}{\text{No. of } H^+}$$

$$\text{M.wt } (H_2SO_4) = \text{Sum. Of At.wt}$$
$$= 2x1 + 32x1 + 4x16 = 98 \text{ g/mol}$$

$$\text{Eq.wt of } H_2SO_4 = \frac{98}{2} = 49 \text{ gm/Eq.}$$

مثال : ما هو الوزن المكافئ لحامض الفسفوريك علما ان الوزن الذري للفسفور ٣١ ؟

C: الوزن المكافئ للقاعدة : Equivalent weight of Base

هو وزن القاعدة بالغرامات الذي يحتوي على وزن مكافئ واحد من الهيدروكسيل القابل للاحلال.

$$\text{Eq.wt of base} = \frac{\text{Wt. of Molecular formula}}{\text{No. of } OH^-}$$

مثال : ما هو الوزن المكافئ لهيدروكسيد الكالسيوم ؟ علما ان الوزن الذري للكالسيوم هو ٤٠ .

$$\text{M.wt of } Ca(OH)_2 = \text{Sum. Of At.wt}$$
$$= 40 x1 + 2x16 + 2x1 = 74 \text{ gm/mol}$$

$$\text{Eq.wt of base} = \frac{\text{Wt. of Molecular formula}}{\text{No. of } OH^-}$$

$$\text{Eq.wt } Ca(OH)_2 = \frac{74}{2} = 37 \text{ gm/Eq.}$$

مثال : ما هو الوزن المكافئ لهيدروكسيد الخارصين علما ان الوزن الذري للخارصين هو٣٨.٢٥؟

D .الوزن المكافئ للاملاح Equivalent weight of Salts

يتم حساب الوزن للمكافئ للاملاح في التفاعلات التي لايحصل فيها تغيير في التكافؤات (تفاعلات الحموضة والقاعدية والترسيب). ان الوزن المكافئ للملح هو وزنه بالغرامات الذي يحتوي على وزن من الفلز يمكن ان يتحد او يحل محل وزن مكافئ للهيدروجين او ما يكافئ هذا الوزن من غير الهيدروجين.

مثال على ذلك :

١. الاملاح التي تكون اوزانها المكافئة مساوية لاوزان صيغتها الجزيئية مثل: .

$AgCl$, $NaCl$,$AgNO_3$,$NaNO_3$

2 . الاملاح التي تكون اوزانها المكافئة مساوية لنصف‌اوزان صيغتها الجزيئية مثل :

Na_2SO_4 ,$CaCO_3$,$BaSO_4$

مثال : احسبي الوزن المكافئ للكبريتات الصوديوم ؟

$M.wt\ (Na_2SO_4) = Sum.\ Of\ At.wt$

$= 2x23 + 1x32 + 4x16 = 142\ gm/mol$

$$Eq.wt\ (Na_2SO_4) = \frac{M.wt}{2} = \frac{142}{2} = 71\ gm/Eq.$$

مثال : احسب الوزن المكافئ لكبريتات الباريوم ؟ علما ان الوزن الذري للباريوم هو ١٣٧.٣٣ ؟

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل فى التحليل والحسابات الكيميائية المتعلقة بالتحليل الحجمى

يتعلق التحليل الحجمي بقياس حجم محلول قياسي معلوم التركيز مكافئ كيمياويا الى مكون في النموذج المراد تحليله ومن وزن النموذج وتركيز المحلول يمكن حساب النسبة المئوية لذلك المكون في النموذج. وفي الكيمياء التحليلية عدة مصطلحات ينبغي شرحها جيدا لفهم اسس التحليل الحجمي الكمي وتطبيقاته والحسابات المتعلقة بها .

يعبر اعتياديا عن تركيز المحلول بطريقتين اساسيتين :

اولا: بوحدات الوزن للمادة المذابة في جحم معين من المذيب وهو ما ندعوه بالمحلول القياسي اي المحلول الذي يكون تركيزه معلوما بدقة ويعبر عن التركيز بعدة طرق منها :العيارية والمولارية والفورمالية.

١. **العيارية او النورماليةNormality:** ويرمز اليها بالحرف(N)وتعرف بانها عدد المكافئات الغرامية (No. of gram equivalent) من المذاب في لتر من المحلول.

$$N = \frac{\text{No. of gram equivalent of solute}}{\text{Volume of solvent (Liters)}}$$

$$\text{No. of gram equivalent of solute} = \frac{\text{Wt. of solute}}{\text{Eq.wt}}$$

$$N = \frac{\text{wt.of solute}}{\text{Eq.wt}} \times \frac{1000}{\text{Vml}}$$

مثال: ما عيارية محلول حجمه ٥٠٠ مل يحتوي على قاعدة من هيدروكسيد الصوديوم ٢٠ غرام؟

$$N = \frac{\text{wt.of solute}}{} \times \frac{1000}{}$$

Eq.wt Vml

M.wt NaOH =Sum. Of At.wt
=1x23 +1x16 +1x1 =40 gm/mol

Eq.wt of NaOH = $\frac{\text{M.Wt}}{\text{No. of } OH^-}$ = $\frac{40}{1}$ = 40 gm/Eq.

N= $\frac{20}{40}$ x $\frac{1000}{500}$ = N= 1

ملاحظة :
عندما يتعادلV1ml من محلول ما عياريته N1 مع محلول اخر عياريته N2 وحجمهV2 ml فان عددالمكافئات الغرامية او الملغرامية المذابة في كل من الحجمين متساوي وتكون :

N1V1 = N2V2

او

M1 V1 = M2 V2

مثال :
احسبي حجم حامض الكبريتيك المركزعياريته ٨ .٣٦ المطلوب لتحضير 200 mlالذي عياريته 0.3 ?

N1 V1 = N2 V 2
٢٠٠ x 0.3 = 36.8 x V ml
V= 1.63 ml

مثال : ما هو حجم محلول الامونيا المركزة١٤.٨ المطلوبة لتحضير500mlمن محلول الامونيا M ٠.١ ؟

٢ .**المولارية** Molarity : تعرف مولارية محلول بأنها عدد الاوزان الجزيئية الغرامية من المادة المذابة في لتر واحد ويسمى المحلول بالمولاري اذا كان اللتر الواحد منه محتوي على وزن جزيئي غرامي واحد من المادة سواء كانت المادة بصورة جزيئات او ايونات او اي نوع اخر كما في المعادلة الاتية :

$$M = \frac{\text{No. of Moles (solute)}}{\text{Volume of solvent (Liters)}}$$

$$\text{No. of Moles (solute)} = \frac{\text{Wt. of solute}}{\text{M.wt}}$$

$$M = \frac{\text{wt.of solute}}{\text{M.wt}} \times \frac{1000}{\text{Vml}}$$

مثال:ما عدد غرامات اللازمة لتحضير ٥٠٠ مل من نترات الفضة من محلولها الذي تركيزه M ،٠.١٢؟
علما ان الوزن الذري للفضة هو ١٠٧.٩

M = $\frac{\text{Wt.}}{}$ x $\frac{1000}{}$

M.wt Vml

M.wt. ($AgNO_3$) = Sum . of At.Wt
= 107.9 x1 + 14x1 + 3x16 = 169.9 gm/mol.

$$Wt = \frac{M \times M.wt \times V}{1000}$$

$$Wt = \frac{0.125 \times 169.9 \times 500}{1000} = 10.62 \text{ gm}$$

ملاحظة :

في كثير من الحالات تقتضي الضرورة لتحضير محاليل قياسية تقريبية ان تخفف محاليل مركزة الى حجوم اخري بتراكيز اقل وذلك بالاستعانة بكثافة المذاب وتركيزه في المحلول ومن المعلومات الاخرى التي تحملها قناني المواد مثل نسب التراكيز المئوية التقريبية واوزانها النوعية وذلك وفقا للعلاقات الاتية:

$$N = \frac{\text{Density (Sp.gr)} \times \text{Percentage (\%)} \times 1000}{\text{Eq.wt}}$$

$$M = \frac{\text{Density (Sp.gr)} \times \text{Percentage (\%)} \times 1000}{\text{M.wt}}$$

*ملاحظة :(Sp.gr)هي Specific gravity وتعني الكثافة النوعية :

$$\text{Specific gravity (Sp.gr)} = \frac{\text{Density of matter}}{\text{Density of water}}$$

مثال : احسب حجم حامض الكبريتيك المركز لتحضير ٥٠٠ ml من محلول حامض الكبريتيك الذي عياريته M اذا علمت ان و وزنه النوعي ١.٨٤ ونسبة كبريتات الهيدروجين فيه ٩٦% ؟

M.wt. (H2SO4)= Sum .of At.wt
2x1 +1x32 +4x16 =98 gm/mol

$$M = \frac{\text{Density (Sp.gr)} \times \text{Percentage (\%)} \times 1000}{\text{M.wt}}$$

$$M = \frac{1.84 \times 96\% \times 1000}{98}$$

= 18.02 M

M1 V1 = M2 V2

18.02 x V1 = 0.1 x 500

V1 = 2.77 ml

مثال : احسب حجم حامض الكبريتيك المركز لتحضير ml ٥٠ من محلول حامض الكبريتيك الذي عياريته ٠.١ نورمالي اذا علمت ان وزنه النوعي ١.٨٤ ونسبة كبريتات الهيدروجين فيه ٩٦% ؟

ثانيا : يعبر عنها بوحدات الوزن للمادة المذابة في حجم او وزن معين من المذيب او المحلول ويتضمن التركيز المئوي الوزني والتركيز المولالي والتركيز بالكسر المولي والنسب المئوية :

1.**التركيز المولالي** **Molality(m)** هو عدد مولات المذاب في ١٠٠٠ غرام من المذيب.

$$m = \frac{\text{No of Moles (solute)}}{\text{1000 gm of solvent}}$$

$$m = \frac{\text{Wt .}}{\text{M.wt}} \times \frac{1000}{\text{gm}}$$

مثال : ما التركيز المولالي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم الناتج من اذابة ٤ غم منها في ٥٠٠ غم من الماء؟

$$\text{No. of Moles (solute)} = \frac{\text{Wt. of solute}}{\text{M.wt.}}$$

M.wt(NaOH) = Sum. of At.wt

1x23 + 1x16 + 1x1 = 40 gm/mol.

$$m = \frac{\text{No of Moles (solute)}}{\text{1000 gm of solvent}}$$

$$m = \frac{\text{Wt .}}{\text{M.wt}} \times \frac{1000}{\text{gm}}$$

$$m = \frac{4}{40} \times \frac{1000}{500} = 0.2 \text{ m}$$

٢.نسبة الوزن الحجم (w/v)

من الممكن التعبير عن التراكيز بنسبة وزن المادة المذابة الى حجم معين من المحلول مثل (gm/l , mg/l , µg/l)
وهناك نسبة اخرى يكثر استعمالها هي نسبة الاجزاء الى المليون او البليون منها :
Parts per million (ppm) , Parts per billion (ppb) ،في لتر من المحلول او المذيب

المائي وجزءواحد من بليون يساوي مايكروغرام من المذاب في لتر من المذيب المائي.

$$\text{No.of grams} = \left(\% \frac{\text{gm}}{\quad}\right) \times \text{Vml}$$

$$\text{No. of milligrams} = \text{ppm}\left(\frac{\text{mg}}{1000\text{ml}}\right) \times \text{Vml}$$

$$\text{No. of micrograms} = \text{ppb}\left(\frac{\mu\text{g}}{1000\text{ml}}\right) \times \text{Vml}$$

مثال : اذا كان الغالون ٣٨٠٠ml من محلول يحتوي على الكحول الاثيلي بنسبة عشرة اجزاء بالمليون منه ا 10ppm
احسب عدد الملغرامات الكحول في المحلول ؟

$$\text{mg} = \text{ppm}\left(\frac{\text{mg}}{1000\text{ ml}}\right) \text{V ml}$$

$$= \frac{10\text{ mg}}{1000} \times 3800\text{ ml}$$

$$= 38\text{ mg}$$

مثال: اذا احتوى محلول حجمه لتر ونصف على عصير فاكهة بنسبة ٢٠ جزء بالمليون منه٢٠ppm
فكم ملغراما يحتوي المحلول من العصير؟

ملاحظة :
من الممكن التعبير عن تراكيز المحاليل بنسبة اوزان المذاب الـ المذيب او بالنسبة بين حجميهما اذا كانت المحاليل سائلة والتي تدعى بالنسب الوزنية (V/ V) او النسب (W/W) على التوالي.

ثالثا: اس ايون الهيدروجين (درجة الحموضة) او الدالة الحامضية (pH)
اس ايون الهيدروكسيل (درجة القاعدية) او الدالة القاعدية (pOH)

يكون التركيز المولاري لايونات الهيدروجين فى المحاليل في كثير من الاحيان اقل من الواحد الصحيح(كسرا) ،كأن يكون تركيز محلول ما (mol/l)
$١٠^{-٣}$ (٠.٠٠١) ولغرض التعبير عن تركيز ايونات الهيدروجين وحامضية
المحاليل بدلالة ارقام كبيرة نسبيا والتخلص من الكسور الصغيرة فقد جرىالاصطلاح على استعمال رقم الحموضة pH او الاس الهيدروجيني او ما نطلق عليه الرقم القاعدية او اس ايون الهيدروكسيل وهو ما يطلق عليه POH

ويعرَّف الpH:
بانه اللوغارتم السالب للتركيزالمولاري لايون الهيدروجين gm.ion/L اواللوغارتيم الموجب لمقلوب تركيزايون للاساس الهيدروجين 10

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = +\log\frac{1}{[H^+]}$$

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

وبنفس الطريقة يمكن التعبيرعن تركيز ايون الهيدروكسيل برقم مشابه هو ر قم القاعدية POH
حيث يساوي اللوغارتم الموجب لمقلوب تركيز ايون الهيدروكسيل

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pOH = +\log \frac{1}{[OH^-]}$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

*والهيدروكسيل بمعرفة تركيز احدهما وذلك من معادلة اتزان الماء.ان تركيز ايون الهيدروجين

$$Kw = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$-\log [H^+] - \log [OH^-] = -\log 10^{-14}$$

$$pH + pOH = pKw = 14$$

مثال:

احسبpOH, pH لمحلول فيه التركيز المولاري لايون الهيدروجين يساوي $5x10^{-3}$.

$$[H^+] = 5x10^{-3}$$

$$[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$$

$$(5x10^{-3})\,[OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{5x10^{-3}} = 2x10^{-12}\ mol/l$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$= -\log 5 \times 10^{-3}$$

$$pH = -(0.69) - (-3) \qquad \log 5 = 0.69$$

$$= -0.69 + 3$$

$$= 2.3$$

$$pOH = -\log [OH^-] \qquad \log 2 = 0.30$$

$$= -\log 2x10^{-12}$$

$$= -(0.30) - (-12)$$

$$= -0.30 + 12$$

$$= 11.7$$

مثال :

احسب pOH وتركيز ايون الهيدروجين وتركيز ايون الهيدروكسيل لمحلول pH له يساوي٤.٤ ؟

حساب الاس الهيدروجيني للمحاليل المنظمة

1. $$pH = pKa + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

2. $$pOH = pKb + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$$

3. $$pH = pKw - pKb - \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$$

مثال :

محلول يتكون من ٠.١ مولاري من هيدروكسيد الامونيوم و (٠.٠١مولاري من كلوريد الامونيوم ،احسبي pH ؟ علما ان pKb للقاعدة يساوي ٤.٤٧

$$pOH = pKb + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$$

$$pOH = 4.74 + \log \frac{0.01}{0.1}$$

$$pOH = 4.47 + \log 0.1 \qquad \log 0.1 = -1$$

$$pOH = 4.47 + (-1) = 3.47$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 3.47 = 10.27$$

مثال :

احسب ال pH لمحلول منظم يتكون من حامض الخليك 0.1 M وخلات الصوديوم 0.01 M علما ان $Ka=1.8\times10^{-5}$ ؟

$$pH = pKa + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$pH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{0.01}{0.1} \qquad \log 1.8 = 0.25$$

$$pH = -(0.25) - (-5) + \log 0.1$$

$$P\,H = -0.25 + 5 + (-1) = 3.37$$