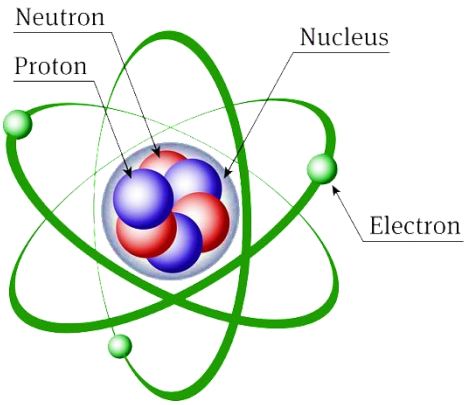


الكيمياء التحليلية

Analytical Chemistry

قسم علوم البيئة / المرحلة الاولى

د.سهير منير&د.مروة نزار

مقدمة في الكيمياء التحليلية : Introduction to Analytical Chemistry

الكيمياء التحليلية: Analytical Chemistry

هي فرع من فروع علم الكيمياء يهتم بالتقدير الكمي والنوعي للعناصر أو المركبات المكونة للمادة المراد تحليلها . وينقسم هذا الفرع إلى عدة طرائق واساليب لكل منها أستخداماته وأهميته وهي:

1. التحليل النوعي أو الوصفي: Qualitative Analysis

وهو مجموعة العمليات التي يتم فيها الكشف عن تركيب المواد أو المركبات أو العناصر الداخلة في تركيب مادة معينة أو خليط من المواد سواء كانت في الحالة الصلبة أو محلول في مذيب معين ولا يتعرض هذا التحليل إطلاق إلى كميات هذه المكونات.

2. التحليل الكمي: Quantitative Analysis

ويبحث في تقدير كميات المكونات أو العناصر الداخلة في تركيب المركب الكيميائي أو الخليط ويتبين من هذا أن التحليل النوعي لمادة مجهولة التركيب يسبق عادة التحليل الكمي لها لأنه لا يجوز تقدير مادة معينة تقديرا كميا ما لم يتأكد من وجودها وصفيا.

انواع التحليل الكمي وهي:

1. التحليل الحجمي Volumetric Analysis
2. التحليل الوزني Gravimetric Analysis
3. التحليل الألي Instrumental Analysis

المحلول: Solution

هو خليط متجانس من مادتين أو اكثر بنسب مختلفة المادة الموجودة بكمية أكبر تسمى المذيب solvent والمادة الموجودة بكمية أقل تسمى مذاب solute هذا بالنسبة للمواد السائلة ، أما المادة الصلبة في السائل فأن المادة الصلبة هي المذاب والسائل هو المذيب.

المحلول (solution) = المذاب (solute) + المذيب (solvent)

$NaCl\ (s) + H_2O\ (l) \rightarrow$ Salt Solution

المحلول المركز **Concentrated Solution** هو المحلول الذي يحتوي على كمية كبيرة من المذاب .

Dr. Marwa Nizar

المحلول المخفف **Dilute Solution** هو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب .

تركيز المحلول Concentration : هو كمية المذاب الموجودة داخل المحلول . ويعبر عنه رياضيا ب

$$\text{Concentration} = \frac{\text{Quantity of solute}}{\text{Volume of solution}}$$

تصنيف المحاليل : **Classification of solutions :**

اولا : نسبة الى حالات المادة states of matter (تصنيف المحاليل بناءً على طبيعة المذيب والمذاب) :

في أي محلول ثنائي يمكن أن يكون كلاً من المذاب والمذيب غاز او سائل أو صلب (solid, liquid, gas) وبالتالي يمكن أن يكون هنالك تسعة أنواع من المحاليل حيث يتم تصنيف أنواع المحاليل بحسب الحالة الطبيعية للمادة كما في الجدول أدناه :

TABLE 14.1. TYPES AND EXAMPLES OF SOLUTIONS

	State of Solute	State of Solvent	Example
1.	Gas	Gas	Air
2.	Gas	Liquid (Carbonated drinks)	Oxygen in water, CO_2 in water
3.	Gas	Solid	Adsorption of H_2 by palladium
4.	Liquid	Liquid	Alcohol in water
5.	Liquid	Solid	Mercury in silver
6.	Solid	Liquid	Sugar, Salt
7.	Solid	Solid (Steel)	Metal alloys : Carbon in iron

نوع المحلول	المذاب	المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	O_2 , CO_2 في الهواء
	سائل	غاز	بخار الماء في الهواء
	صلب	غاز	تسامي مادة صلبة في غاز (اليود في N_2)
سائل	غاز	سائل	O_2 في الماء
	سائل	سائل	الكحول الإثيلي في الماء

	صلب	سائل	سكر في الماء
صلب	غاز	صلب	غاز الهيدروجين في البالاديوم
	سائل	صلب	سائل البنزين في اليود الصلب
	صلب	صلب	السبائك (النحاس في الذهب)

ثانيا : تصنيف المحاليل نسبة الى كمية المذاب في المحلول :

1. المحلول المشبع Saturated solutions: يسمى المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة محلول مشبع. لا يمكن لهذا المحلول إذابة المزيد من المذاب. يحتوي على محلول مشبع على كمية قليلة من المذاب غير الذائب .

سبب هذه الحالة هو وجود توازن ديناميكي بين المذاب غير الذائب والمذاب الذائب المشبع

Solute (undissolved) $\longleftrightarrow$ Solute (dissolved)

كيف يمكن عمل المحلول المشبع؟

تضاف كمية فائضة (زائدة) من المذاب في المذيب ويحرك المحلول حتى تنتهي عملية الإذابة.

2. المحلول غير المشبع Unsaturated solutions : هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أقل من الكمية اللازمة للتشبع.

3. المحلول فوق الاشباع Supersaturated solutions : هو المحلول الذي يحتوي كميه من المذاب اكثر مما يتطلبه وضع التوازن(يحوي كمية من المذاب أكبر من الكمية اللازمة لتشبع المحلول).

ثانيا : تصنيف المحاليل نسبة الى حجم دقائق المادة المذابة في المحلول :

1. المحلول الحقيقي True Solutions: عند وضع كمية من السكر في قليل من الماء ورج المخلوط فإن السكر يذوب ، ولا يمكن فصله بالترشيح ، ولا بترك المحلول ساكناً تحت تأثير الجاذبية الأرضية وعليه يكون حجم الدقائق (الجزئيات أو الأيونات) متناهية في الصغر ولا يمكن فصلها ولا رؤيتها بالعين المجردة أو الميكروسكوب . يسمى مثل هذا النوع من المحاليل بالمحاليل الحقيقية.

2. المحلول المعلق Suspensions solutions: أما إذا وضع مسحوق الطباشير في كمية من الماء ورج المخلوط فإننا نحصل على معلق من الطباشير في الماء ، يمكن رؤية دقائقه إما بالعين المجردة أو الميكروسكوب . إذا ترك المخلوط ساكناً فإن دقائق الجسم الصلب المعلقة تتجمع بمرور الوقت في قاع الإناء

Dr. Marwa Nizar

تحت تأثير الجاذبية الأرضية وعليه يكون هذا المحلول مختلفاً من الحالة الأولى ويسمى هذا النوع من المحاليل بالعوالق أو المعلقات (المحاليل المعلقة) مثال على ذلك ادوية الاموكسلين.

3. المحلول الغروي Colloidal Solutions: ويكون بين هاتين الحالتين (محاليل حقيقية ومعلقات) توجد حالة ثالثة تسمى بالحالة الغروية ، يكون حجم الجزيئات (الدقائق) فيها وسطاً ويتراوح نصف قطر هذه الدقائق في أغلب المحاليل الغروية بين 10-1000 A^o وعليه يكون المحلول الحقيقي له دقائق نصف قطرها أصغر من 10 A^o والمعلقات نصف قطرها أكبر من 1000 A^o .

لا يمكن وضع حد معين بين هذه المحاليل ، ولكن للمحاليل الغروية خواص محددة تحتم وضعها في فصيلة خاصة . مثال على ذلك اللبن.

ثالثا : تصنيف المحاليل نسبة الى قابلية التوصيل الكهربائي للمذاب في المحلول :

تصنف المحاليل من حيث درجة توصيلها للتيار الكهربائي إلى نوعين :

أ- محاليل إلكتروليتيه : Electrolyte

ب- محاليل غير إلكتروليتيه : Non -electrolytes

أ- المحاليل الإلكتروليتية: تتكون من مادة مذابة لها المقدرة على التأين في المذيب ، وبذلك تكون لها القدرة على توصيل التيار الكهربائي ، وتختلف درجة التأين من مادة لها المقدرة على التأين الكلي أو بنسبة عالية ، وفي هذه الحالة تسمى إلكتروليت قوي strong electrolytes مثل محاليل الأحماض والقواعد والأملاح في الماء ، ومادة تتأين جزئياً وتسمى إلكتروليت ضعيف weak electrolytes.

ومن أمثلة الأحماض القوية حمض البيركلوريك $HClO_4$ ، حمض النيتريك HNO_3 وحمض الهيدوكلوريك HCl في الوسط المائي كالآتي:

$$HClO_4 + H_2O \rightarrow H_3^+O + ClO_4^-$$
$$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3^+O + NO_3^-$$
$$HCl + H_2O \rightarrow H_3^+O + Cl^-$$

ومن أمثلة القواعد القوية هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ، هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH .

$$NaOH + H_2O \rightarrow Na^+_{aq.} + OH^-_{aq.}$$
$$Ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow Ca^{++}_{aq.} + 2OH^-_{aq.}$$
$$KOH + H_2O \rightarrow K^+_{aq.} + OH^-_{aq.}$$

Dr. Marwa Nizar

من أمثلة الأملاح التي تتأين بنسبة عالية :

- أملاح تتكون من أحماض قوية ، وقواعد قوية ، مثل كلوريد الصوديوم NaCl

$$NaCl + H_2O \rightarrow Na^+_{aq.} + Cl^-_{aq.}$$

- أملاح تتكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة مثل ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl

$$NH_4Cl + H_2O \rightarrow NH^+_{4_{aq.}} + Cl^-_{aq.}$$

- أملاح تتكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية مثل خلات الصوديوم CH_3COONa

$$CH_3COO\,Na + H_2O \rightarrow Na^+_{aq.} + CH_3COO^-$$

- أملاح تتكون من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة مثل ملح كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$

$$(NH_4)_2\,CO_3 + H_2O \rightarrow 2\,NH^+_4 + CO^=_{aq.}$$

أما الإلكتروليتات الضعيفة (weak electrolytes) فهي التي تتأين جزئياً في محاليلها ، وتكون ضعيفة التوصيل للتيار الكهربائي ، مثل الأحماض والقواعد الضعيفة .

مثال لحمض ضعيف : حمض الخليك CH_3COOH

$$CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

مثال لقاعدة ضعيفة : هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH

$$NH_4OH \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

وبصورة عامه يتم التمييز بين الإلكتروليت القوي والإلكتروليت الضعيف بوضع سهم ذي اتجاه واحد للإلكتروليت القوي دلالة على التأين التام ووضع سهمين متعاكسين دلالة على عدم التأين الكامل أو الوصول إلى مرحلة الاتزان بين الجزيء المتأين وأيوناته في محاليلها المائية .

ب- المحاليل غير الإلكتروليتية (Non - electrolytes): هي تلك المحاليل التي تتكون من مادة مذابة لا تتفكك إلى أيونات في محاليلها ، مثل محلول السكر في الماء ومحلول النشأ في الماء .

Dr. Marwa Nizar

$$C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq.)}$$

$$CO(NH_2)_2(s) \xrightarrow{H_2O} CO(NH_2)_2(aq) \qquad (7)$$

TABLE 4-5 *Common Strong Acids and Their Anions*

Common Strong Acids		Anions of These Strong Acids	
Formula	*Name*	*Formula*	*Name*
HCl	hydrochloric acid	Cl^-	chloride ion
HBr	hydrobromic acid	Br^-	bromide ion
HI	hydroiodic acid	I–	iodide ion
HNO_3	nitric acid	NO_3^-	nitrate ion
$HClO_4$	perchloric acid	ClO_4^-	perchlorate ion
$HClO_3$	chloric acid	ClO_3^-	chlorate ion
H_2SO_4	sulfuric acid	HSO_4^- SO_4^{2-}	hydrogen sulfate ion sulfate ion

TABLE 4-7 *Common Strong Bases*

Group IA		Group IIA	
LiOH	lithium hydroxide		
NaOH	sodium hydroxide		
KOH	potassium hydroxide	$Ca(OH)_2$	calcium hydroxide
RbOH	rubidium hydroxide	$Sr(OH)_2$	strontium hydroxide
CsOH	cesium hydroxide	$Ba(OH)_2$	barium hydroxide

TABLE 4-6 *Some Common Weak Acids and Their Anions*

Common Weak Acids		Anions of These Weak Acids	
Formula	*Name*	*Formula*	*Name*
HF*	hydrofluoric acid	F^-	fluoride ion
CH_3COOH	acetic acid	CH_3COO^-	acetate ion
HCN	hydrocyanic acid	CN^-	cyanide ion
HNO_2†	nitrous acid	NO_2^-	nitrite ion
H_2CO_3†	carbonic acid	HCO_3^- CO_3^{2-}	hydrogen carbonate ion carbonate ion
H_2SO_3†	sulfurous acid	HSO_3^- SO_3^{2-}	hydrogen sulfite ion sulfite ion
H_3PO_4	phosphoric acid	$H_2PO_4^-$ HPO_4^{2-} PO_4^{3-}	dihydrogen phosphate ion hydrogen phosphate ion phosphate ion
$(COOH)_2$	oxalic acid	$H(COO)_2^-$ $(COO)_2^{2-}$	hydrogen oxalate ion oxalate ion

**HF is a weak acid, whereas HCl, HBr, and HI are strong acids.*

†*Free acid molecules exist only in dilute aqueous solution or not at all. Many salts of these acids are common, stable compounds, however.*

Classification of Solutes in Aqueous Solutions

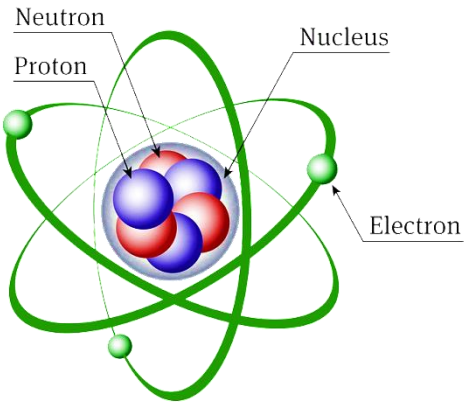
Type of Solute	Dissociation	Particles in Solution	Conducts Electricity?	Examples
Strong electrolyte	Complete	Ions only	Yes	Ionic compounds such as NaCl, KBr, $MgCl_2$, $NaNO_3$; NaOH, KOH; HCl, HBr, HI, HNO_3, $HClO_4$, H_2SO_4
Weak electrolyte	Partial	Mostly molecules and a few ions	Yes, but poorly	HF, H_2O, NH_3, $HC_2H_3O_2$ (acetic acid)
Nonelectrolyte	None	Molecules only	No	Carbon compounds such as CH_3OH (methanol), C_2H_5OH (ethanol), $C_{12}H_{22}O_{11}$ (sucrose), CH_4N_2O (urea)

المركبات الايونية Ionic compounds: ومثال على ذلك كلوريد الصوديوم NaCl , وهي تلك المركبات التي تتكون من الايون الموجب الكاتيون **cations (positive ions)** مثل Na^+ والايون السالب الانيون **anions (negative ions)** مثل Cl^- ويرتبطان فيما بينهما بأواصر تسمى بالاواصر الايونية ,

وفيما يلي جدول يوضح بعض الايونات الموجبة والسالبة :

TABLE 4-15 *Formulas, Ionic Charges, and Names for Some Common Ions*

Common Cations			Common Anions		
Formula	*Charge*	*Name*	*Formula*	*Charge*	*Name*
Li^+	1+	lithium ion	F^-	1−	fluoride ion
Na^+	1+	sodium ion	Cl^-	1−	chloride ion
K^+	1+	potassium ion	Br^-	1−	bromide ion
NH_4^+	1+	ammonium ion	I^-	1−	iodide ion
Ag^+	1+	silver ion	OH^-	1−	hydroxide ion
			CN^-	1−	cyanide ion
Mg^{2+}	2+	magnesium ion	ClO^-	1−	hypochlorite ion
Ca^{2+}	2+	calcium ion	ClO_2^-	1−	chlorite ion
Ba^{2+}	2+	barium ion	ClO_3^-	1−	chlorate ion
Cd^{2+}	2+	cadmium ion	ClO_4^-	1−	perchlorate ion
Zn^{2+}	2+	zinc ion	CH_3COO^-	1−	acetate ion
Cu^{2+}	2+	copper(II) ion or cupric ion	MnO_4^-	1−	permanganate ion
Hg_2^{2+}	2+	mercury(I) ion or mercurous ion	NO_2^-	1−	nitrite ion
Hg^{2+}	2+	mercury(II) ion or mercuric ion	NO_3^-	1−	nitrate ion
Mn^{2+}	2+	manganese(II) ion or manganous ion	SCN^-	1−	thiocyanate ion
Co^{2+}	2+	cobalt(II) ion or cobaltous ion			
Ni^{2+}	2+	nickel(II) ion or nickelous ion	O^{2-}	2−	oxide ion
Pb^{2+}	2+	lead(II) ion or plumbous ion	S^{2-}	2−	sulfide ion
Sn^{2+}	2+	tin(II) ion or stannous ion	HSO_3^-	1−	hydrogen sulfite ion or bisulfite ion
Fe^{2+}	2+	iron(II) ion or ferrous ion	SO_3^{2-}	2−	sulfite ion
			HSO_4^-	1−	hydrogen sulfate ion or bisulfate ion
Fe^{3+}	3+	iron(III) ion or ferric ion	SO_4^{2-}	2−	sulfate ion
Al^{3+}	3+	aluminum ion	HCO_3^-	1−	hydrogen carbonate ion or bicarbonate ion
Cr^{3+}	3+	chromium(III) ion or chromic ion	CO_3^{2-}	2−	carbonate ion
			CrO_4^{2-}	2−	chromate ion
			$Cr_2O_7^{2-}$	2−	dichromate ion
			PO_4^{3-}	3−	phosphate ion
			AsO_4^{3-}	3−	arsenate ion



الكيمياء التحليلية

Analytical Chemistry

د.سهير منير&د.مروة نزار

قسم علوم البيئة / المرحلة الاولى

القياسات في الكيمياء : Measurements in chemistry:

ان النظام الدولي للوحدات The International System of Units (SI) يعتمد على سبع وحدات اساسية موضحة في الجدول ادناه , وان جميع الوحدات في القياسات تكون مشتقة منها :

Table 2.1 Fundamental SI Units

Measurement	Unit	Symbol
mass	kilogram	kg
volume	liter	L
distance	meter	m
temperature	kelvin	K
time	second	s
current	ampere	A
amount of substance	mole	mol

TABLE 1.3 Prefixes Used with SI Units

Prefix	Symbol	Meaning	Example
tera-	T	1,000,000,000,000, or 10^{12}	1 terameter (Tm) = 1×10^{12} m
giga-	G	1,000,000,000, or 10^{9}	1 gigameter (Gm) = 1×10^{9} m
mega-	M	1,000,000, or 10^{6}	1 megameter (Mm) = 1×10^{6} m
kilo-	k	1,000, or 10^{3}	1 kilometer (km) = 1×10^{3} m
deci-	d	1/10, or 10^{-1}	1 decimeter (dm) = 0.1 m
centi-	c	1/100, or 10^{-2}	1 centimeter (cm) = 0.01 m
milli-	m	1/1,000, or 10^{-3}	1 millimeter (mm) = 0.001 m
micro-	μ	1/1,000,000, or 10^{-6}	1 micrometer (μm) = 1×10^{-6} m
nano-	n	1/1,000,000,000, or 10^{-9}	1 nanometer (nm) = 1×10^{-9} m
pico-	p	1/1,000,000,000,000, or 10^{-12}	1 picometer (pm) = 1×10^{-12} m

الكثافة والوزن النوعي : Density and Specific Gravity

1. الكثافة : Density (D):

وتعرف على انها الكتلة (mass) لكل وحدة حجم (volume) . ان الوحدة الدولية SI المشتقة للكثافة هي (g/cm^3) or (g/mL) للمواد الصلبة او السوائل او ممكن ان نعبر عنها ب ($g.cm^{-3}$), ($g.mL^{-1}$) على التوالي, اما بالنسبة للغازات فهي (g/L) (قيد دراستنا نعني بالمواد الصلبة والسائلة):

$$\text{density} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}} \quad \text{or} \quad D = \frac{m}{V}$$

والجدول التالي يبين كثافة بعض المواد :

TABLE 1-8 *Densities of Common Substances**

Substance	Density (g/cm³)	Substance	Density (g/cm³)
hydrogen (gas)	0.000089	sand*	2.32
carbon dioxide (gas)	0.0019	aluminum	2.70
cork*	0.21	iron	7.86
oak wood*	0.71	copper	8.92
ethyl alcohol	0.789	silver	10.50
water	1.00	lead	11.34
magnesium	1.74	mercury	13.59
table salt	2.16	gold	19.30

**Cork, oak wood, and sand are common materials that have been included to provide familiar reference points. They are* not *pure elements or compounds as are the other substances listed.*

مثال (1): نموذج من 47.3 ml من مادة الايثانول تحتوي على كتلة 37.32 g , ماهي كثافة الايثانول ؟

$$D = \frac{m}{V} = \frac{37.32\ \text{g}}{47.3\ \text{mL}} = 0.789\ \text{g/mL}$$

مثال (2): اذا تم احتياج 116 g من الايثانول في تفاعل كيميائي معين , ما هو حجم الايثانول اللازم لهذا التفاعل ؟

$$D = \frac{m}{V}, \quad \text{so} \quad V = \frac{m}{D} = \frac{116\ \text{g}}{0.789\ \text{g/mL}} = 147\ \text{mL}$$

مثال (2) / إذا كانت كثافة البنزين هي (0.88 gm/cm³) فما هو حجم (4.61 gm) من البنزين بالمتار المكعبة؟

الحل: -

من خلال السؤال نستنتج بأن وحدة السؤال النهائي يجب ان تكون (m^3)

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} \quad \Longleftarrow \quad \text{الحجم} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}} = \frac{4.61}{0.88} = 5.2386\ \text{cm}^3$$

$$1\ \text{m}^3 = 10^6\ \text{cm}^3$$

$$\text{الحجم(volume)} = 5.2386 \times 10^{-6}\ \text{m}^3$$

2. الوزن النوعي او الكثافة النسبية : Specific Gravity (sp.gr)

الوزن النوعي لمادة معينة تمثل النسبة ما بين كثافة المادة الى كثافتها بالماء عند نفس الدرجة الحرارية للقياس.

$$\text{Sp. Gr.} = \frac{D_{\text{substance}}}{D_{\text{water}}}$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

مثال (3) / إذا كانت كثافة الماء = ($1\ gm/cm^3$) وكثافة البنزين = ($0.88\ gm/cm^3$) احسب الوزن النوعي للبنزين؟

الحل: -

$$\text{Sp. Gr.} = \frac{D_{\text{substance}}}{D_{\text{water}}}$$

$$\text{الوزن النوعي للبنزين} = \frac{\text{كثافة البنزين}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{0.88\ gm/cm3}{1\ gm/cm3} = 0.88$$

مثال : اذا كانت كثافة ملح الطعام هي 2.16 g/mL وبدرجة حرارة 20°م . ما هو وزنه النوعي ؟

$$\text{Sp. Gr.} = \frac{D_{\text{salt}}}{D_{\text{water}}} = \frac{2.16\ \text{g/mL}}{1.00\ \text{g/mL}} = 2.16$$

التعبير عن كمية المادة : *Expressing Amount of solute*

1. المول Mole: ويقاس بوحدة المول **(mol)**

المول (The Mole)

تعريفه: هو الكمية التي تحتوي على عدد أفوجادرو (NA) من الذرات او الجزيئات او الايونات... الخ.

عدد افوجادرو (NA)

هو احتواء المول الواحد من أي مادة سواء أكانت (جزيئات، ذرات، ايونات .....) على هذا العدد (6.022×10^{23}) من الذرات او الجزيئات او الايونات.

$$N_A = 6.022 \times 10^{23}\ \text{(molecules)}$$

ونظرا لأنه يصعب حساب الوزن الذري لذرة واحدة وذلك لصغرها لذلك فمن المناسب ان تضخم الكمية حتى يمكن التعامل معها وذلك بأخذ مول واحد من الذرات او الجزيئات أي عدد افوجادرو من الذرات او الجزيئات.

$$1\ \text{mole} = 6.0221367 \times 10^{23}\ \text{particles}$$

امثلة توضيحية

- **مول واحد من جزيئات الاوكسجين (O_2) يحتوي على 6.022×10^{23} (molecules)**
- **مول واحد من ذرات الاوكسجين (O) يحتوي على 6.022×10^{23} (atoms)**

وقد وجد عمليا ان الوزن بالغرام = الوزن الذري من الذرات = الوزن الجزيئي من المركبات عدديا.

ان كتلة المول الواحد من الذرات للعناصر النقية بالغرام عدديا تساوي الوزن الذري **atomic weight (At.wt)** او ما يسمى ب الكتلة المولية **molar mass** والتي تقاس بوحدة (g/mol) او تكتب ($g.mol^{-1}$) .

ملاحظة : الوزن الذري للعنصر (At.wt) يتم استخراجه من الجدول الدوري بينما الوزن الجزيئي Molecular weight (M.wt) يتم حسابه من الاوزان الذرية.

$$\text{No. of Mole} = \frac{\text{Weight (g)}}{\text{Molecular weight(g/mol)}}$$

$$\text{No. of mol} = \frac{\text{Wt. (g)}}{\text{M.wt (g/mol)}}$$

في بعض الاحيان يعبر عن عدد المولات بعدد الملي مولات millimoles (mmol) وهي تساوي (1/1000 of a mole) أي بقسمتها على 1000 وكما يمكن حساب عدد الملي مولات ايضا بالطريقة التالية :

$$\text{No. of Millimole} = \frac{\text{Weight (g)}}{\text{Molecular weight(g/mmol)}}$$

$$\text{No. of mmol} = \frac{\text{Wt. (g)}}{\text{M.Wt (g/mmol)}}$$

2. الوزن الجزيئي : Molecular weight (M.wt)

الوزن الجزيئي ووزن الصيغة (molecular weight and formula weight)

الوزن الجزيئي (molecular weight)

هو مجموع الاوزان الذرية المكونة للجزيء ويرمز له بالرمز (Mw). ويســتخدم الوزن الجزيئي للمركبات التي توجد على هيئة جزيئات في الطبيعة ومن الأمثلة على المركبات التي تحتوي على ايونات:
- المركبات الايونية مثل مركب ملح الطعام كلوريد الصوديوم (*NaCl*).

مثال/ اوجد الوزن الجزيئي (Mw) للجزيئات التالية: -

N_2, NO, C_2H_6, N_2O_4, $C_8H_{18}O_4N_2S$, CO_2, H_2O_2, $Ca(NO_3)_2$, $Al_2(CO_3)_3$, $MgSO_4.7H_2O$, H_2SO_4, C_2H_5OH, $Zn(NO_3)_2$, $C_6H_{12}O_6$, $C_8H_{10}N_4O_2$

علما ان الاوزان الذرية

(H=1, C=12, O=16, Mg= 24.3, Al= 27, N= 14, S=32.1, Ca=40.1, Zn= 65.4)

Sol.

$Mw_{N2} = (2 \times 14) = 28$ amu

$Mw_{NO} = (14) + (16) = 30$ amu

$Mw_{C2H6} = (2 \times 12) + (6 \times 1) = 30$ amu

$Mw_{C8H18O4N2S} = (8 \times 12) + (18 \times 1) + (4 \times 16) + (2 \times 14) + (1 \times 32.1) = 238$ amu

$Mw_{Al2(CO3)3} = (2 \times 27) + 3[(1 \times 12) + (3 \times 16)] = 234$ amu

$Mw_{MgSO4.7H2O} = (1 \times 24.3) + (1 \times 32.1) + (4 \times 16) + 7[(2 \times 1) + (1 \times 16)] = 246.4$ amu

Nizar

مثال/ اوجد وزن الصيغة (Fw) لما يلي: - $NaCl, Na_2SO_4$

علما ان الاوزان الذرية: - O= 16, Na= 23, S= 32, Cl= 35.5

Sol.

$Fw_{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$ amu

$Fw_{Na2SO4} = (2 \times 23) + 32 + (4 \times 16) = 142$ amu

مثال : احسب الوزن الجزيئي لحامض الخليك, اذا علمت ان الاوزان الذرية للعناصر هي :

At.wt : C= 12 , H=1 , O=16

$CH_3COOH = 2C + 4H + 2O$

$= 2x12 + 4x1 + 2x16$

$= 60$ g/mol

مثال : احسب الوزن الجزيئي لكاربونات الصوديوم, اذا علمت ان الاوزان الذرية للعناصر هي :

At.wt : C= 12 , Na=23 , O=16

M.wt of $Na_2CO_3 = (2*23) + (12) + (3*16) = 106$ g/mol

مثال : احسب عدد المولات والملي مولات لحامض البنزويك HBz ذو وزن جزيئي (M.wt= 122.1 g/mol) وبوزن 2 g .

$$\text{No. of mol} = \frac{\text{Wt. (g)}}{\text{M.wt (g/mol)}}$$

No. of mol HBz = (2 g / 122.1 g/mol)= 0.0164 mol HBz.

No. of mmol = (0.0164/1000) or (2g / 0.1221 g/mmol)= 16.4 mmol HBz.

Home work (H.w) **الواجب البيتي :**

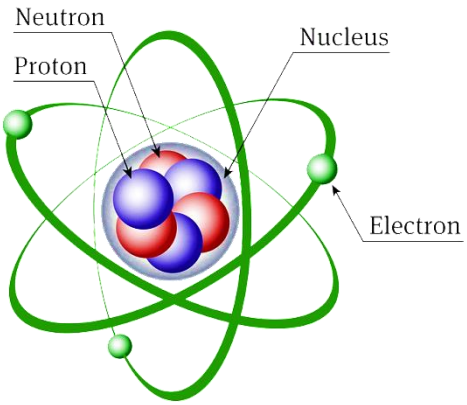
1. اوجد الاوزان الجزيئية للمركبات التالية :

$Ca(OH)_2$, $NaHCO_3$, $MgSO_4.7H2O$

2. احسب عدد الغرامات لمول واحد من $CaSO_4.7H2O$ اذا علمت ان:

(Atomic weight Ca=40 ,S=32 ,O=16 ,H=1).

Dr. Marwa Nizar



الكيمياء التحليلية

Analytical Chemistry

د.سهير منير &د.مروة نزار

قسم علوم البيئة / المرحلة الاولى

Expressing of concentrations: طرق التعبير عن التركيز :

Molarity (M) 1. المولارية :

المولارية او التركيز المولاري تعرف على انها عدد مولات المذاب لكل لتر من المحلول . ان وحدة التركيز المولاري هي المولارية **(M)** والتي تساوي ($mol.L^{-1}$) او (mol/L) , كما يمكن التعبير عن المولارية بعدد الملي مولات لكل ملي لتر من المحلول .

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المادة}}{\text{حجم المذيب باللتر}}$$

وحدة المولارية هي مول / لتر

M = no. of mole / Vol.(L) or M = no. of mmole / Vol.(ml)

$$M = \frac{W \times 1000}{M.Wt. \times VmL}$$

This law used for ***solid state material***
mole/L, mmol/mL → Molar
Wt. (g) , V (ml)

No. of moles = M × V(L)
No. of millimoles = M ×V(mL)

L × 1000 ⟶ ml

$$M = \frac{Sp.gr. \times \% \times 10}{M.Wt.}$$

Molarity of ***liquid state*** solution

$$Specific\ gravity : Sp.gr. = \frac{Density\ of\ Substance}{density\ of\ Water}$$

∵Density of water (H_2O) d (H_2O) = 1 ∴ Sp.gr. = d

Dilution Law قانون التخفيف :

عدد مولات المحلول المركز = عدد مولات المحلول المخفف

Number of moles of concentration solution = number of moles of dilution solution.

Conc. Soln.		*dil. Soln,*
no. of moles	=	no. of moles
no. of millimoles	=	no. ofmillimoles

$$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$$

سؤال1 : أحسب عدد غرامات نترات الفضة المطلوبة لتحضير 500 mL من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ 0.125 M علماً ان الوزن الجزيئي لنترات الفضة هو 169.9 g/mole

$$M=\frac{Wt}{M.Wt}\times\frac{1000}{V(mL)}$$

او يكتب ←

$$M=\frac{W\times1000}{M.Wt.\times VmL}$$

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

$$Wt=10.619\ g$$

سؤال2 : أحسب مولارية محلول ناتج من أذابة 20 غرام من هيدروكسيد الصوديوم في لترين من الماء المقطر علما ان الاوزان الذرية هي H=1, O=16, Na=23

$$M.Wt=23+16+1=40\ g/mole$$

$$M=\frac{Wt}{M.Wt}\times\frac{1000}{V(mL)} \qquad M=\frac{20}{40}\times\frac{1000}{2000}=0.25\ M$$

2. الفورمالية : Formality (F)

هي عدد اوزان الصيغة الغرامية للمذاب في لتر من المحلول . وتقاس بوحدة الفورمال **(F)**

$$\text{عدد اوزان الصيغة الغرامية}=\frac{\text{الوزن بالغرام}}{\text{وزن الصيغة}}$$

$$\text{no. of fw}=\frac{Wt}{g.fw}$$

$$F=\frac{Wt}{g.fw}\times\frac{1000}{V(mL)}$$

Wt = وزن المادة المذابة بالغرام
fw = يمثل وزن الصيغة للمادة المذابة
V(mL)= حجم المحلول بالمليلتر
وحدات الفورمالية هي fw/L or mfw/mL

Or $F=\frac{W\times1000}{F.Wt.\times VL}$ $F=$ F.w/L, m.Fw./mL → Formal

3. العيارية او النورمالية : Normality (N)

وتعرف بأنها عدد المكافئات الغرامية للمذاب في لتر من المحلول . ووحدتها النورمال **(N)** .

$$N = \frac{no.of\ equivalent}{Vol.of\ solution\ (L)}$$

عدد المكافئات الغرامية
———————— =N
الحجم بالتر

$$no.eq. = \frac{Wt.}{eq.Wt.} \quad ....$$

N= no.of eq. / Vol.(L)
N= no. of meq. / Vol. (ml)

عدد المليمكافئات
———————— =N
الحجم بالمللتر

$$N = \frac{Wt}{eq.Wt} \times \frac{1000}{V(mL)}$$

Wt= وزن المادة المذابة بالغرام
eq.Wt= يمثل الوزن المكافئ للمادة المذابة
V(mL)= حجم المحلول بالمليلتر
وحدات العيارية هي مكافئ / لتر أو مليمكافئ/ مليلتر

Since; Eq.wt = $\frac{Mwt.}{n}$ n : the reacting units

$$N = \frac{W \times 1000}{eq.wt. \times VmL}$$ For **solid state** material

$N = eq/L,\ m.eq./mL \rightarrow Normal$

$$N = \frac{Sp.gr. \times \% \times 10}{eq.wt.}$$ For **liquid state** solution

For dilute solution:

$N_1 . V_1 = N_2 . V_2$

A. Of Element

$$eq.wt. = \frac{A.wt.}{no.of\ oxidant}$$

طرائق حساب الوزن المكافئ
1- الوزن المكافئ للعنصر

الوزن المكافئ للعنصر = الوزن الذري / عدد التأكسد

Ex. 1. What is the eq.wt. of Mg? A.wt. = 24

$$Eq.wt. = \frac{A.wt.}{no.of\ oxidant} = \frac{24}{2} = 12$$

2- الوزن المكافئ للحامض

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للحامض}}{\text{عدد أيونات الهيدروجين القابلة للأحلال}}$$

B. Of Acid

$$eq.wt. = \frac{A.wt.}{no.of\ hydrogen\ atoms\ interacting}$$

Ex.1. Calculate the equivalent weight of HCl? M.wt. = 36.5

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$\text{eq.wt. of HCl} = \frac{\text{M.wt.}}{\text{no.of proton replacable of base}}$$

$$\text{eq.wt. of HCl} = \frac{36.5}{1} = 36.5$$

Ex.2. Calculate the equivalent weight of H_2SO_4? M.wt. = 98.

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^-$$

$$\text{eq.wt. of } H_2SO_4 = \frac{\text{M.wt.}}{\text{no.of proton replacable of base}}$$

$$\text{eq.wt. of } H_2SO_4 = \frac{98}{2} = 49$$

So, H_2SO_4 has two reacting units of proton ; there are two equivalents of proton in each mole. While HCl has one reacting unit of proton, there is one equivalent of proton in each mole. So the normality of H_2SO_4 solution is twice its molarity.

$$N \text{ of } H_2SO_4 = M \times 2$$

3- الوزن المكافئ للقاعدة

$$\text{الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للقاعدة}}{\text{عدد أيونات الهيدروكسيل القابلة للأحلال}}$$

C. Of Base

$$eq.wt. = \frac{M.wt.}{no.of\ reactivehydroxil\ groups}$$

Ex.1. Calculate the equivalent weight of NaOH? M.wt. = 40

$$\text{eq.wt. of NaOH} = \frac{\text{M.wt.}}{\text{no.of reactivehydroxil groups}}$$

$$\text{eq.wt. of NaOH} = \frac{40}{1} = 40$$

Ex.1. Calculate the equivalent weight of $Mg(OH)_2$? M.wt.58

$$\text{eq.wt. of } Mg(OH)_2 = \frac{\text{M.wt.}}{\text{no.of reactivehydroxil groups}}$$

$$\text{eq.wt. of } Mg(OH)_2 = \frac{58}{2} = 29$$

4- الوزن المكافئ للملح

$$\text{الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{\text{عدد ذرات الفلز} \times \text{عدد تأكسد ذرة الفلز}}$$

D. Of Salt

$$\textbf{eq.wt.} = \frac{\textbf{M.wt.}}{\textbf{number of metal atoms} \times \textbf{no.of charge or no.of oxidant}}$$

Ex.: Calculate the eq.wt. of Na_2CO_3?M.wt. = 106

$$\text{eq.wt. of } Na_2CO_3 = \frac{\text{M.wt.}}{2\times(+1)} = \frac{106}{2\times(+1)} = 53$$

5- الوزن المكافئ للعامل المختزل

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المختزل} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

6- الوزن المكافئ للعامل المؤكسد

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

E. Of material that suffer oxidation reduction

$$\textbf{eq.wt. of oxidation} = \frac{\textbf{M.wt.}}{\textbf{number of loss electrons}}$$

$$\textbf{eq.wt. of reduction} = \frac{\textbf{M.wt.}}{\textbf{number of gain electrons}}$$

Dr. Mesh

Ex.: Calculate the eq.wt. of manganese Mn^{+2} and ferrous Fe^{+2} in the equation below?

$$MnO_4 + Fe^{+2} + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + Fe^{+3} + 4H_2O$$

$$\text{eq.wt. of } Mn^{+2} = \frac{\text{M.wt.}}{\text{number of loss electrons}}$$

$$\text{eq.wt. of } Mn^{+2} = \frac{\text{M.wt.}}{5}$$

$$\text{eq.wt. of } Fe^{+2} = \frac{\text{M.wt.}}{\text{number of gain electrons}}$$

$$\text{eq.wt. of } Fe^{+2} = \frac{\text{M.wt.}}{1}$$

* يحسب الوزن الجزيئي من مجموع الاوزان الذرية

سؤال1: كيف يمكن حساب الوزن المكافئ لكل مما يأتي:-

Fe^{+2}, Fe^{+3}, Na^+, Ca^{+2}, Ni^{+2}

HCl, H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4, H_2CO_3

NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$

$CaCl_2$, NaCl, $MgCl_2$, Na_2CO_3, Na_3PO_4

سؤال 2: احسب الوزن المكافئ ل Na في التفاعل التالي:

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

$$\text{eq.Wt Na} = \frac{23}{1}$$

سؤال 3: احسب الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك في التفاعل التالي:

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

$$\text{eq.Wt } H_2SO_4 = \frac{98}{1}$$

سؤال4: أحسب عدد غرامات كاربونات الصوديوم المطلوبة لتحضير 250 mL من محلول كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 0.2 N علماً أن الوزن الجزيئي لكاربونات الصوديوم هو M.Wt= 106 g/mole

4- الوزن المكافئ للملح

$$\text{الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{\text{عدد ذرات الفلز} \times \text{عدد تأكسد ذرة الفلز}}$$

$$\text{eq.Wt} = \frac{106}{2 \times 1} = 53 \text{ g/eq}$$

$$N = \frac{Wt}{eq.Wt} \times \frac{1000}{V(mL)} \quad , 0.2 = \frac{Wt}{53} \times \frac{1000}{250}$$

Wt= 2.65 g

Dr. Elham Nghal

مثال 5: أحسب نورمالية محلول ناتج من أذابة 0.5g من هيدروكسيد النحاس $Cu(OH)_2$ في 100 ml من الماء المقطر علماً أن الأوزان الذرية هي H=1 O=16 Cu =63.5

$$M.Wt=63.5+2\times 16+2\times 1=97.5\ g/mole$$

$$eq.Wt=\frac{M.Wt}{\text{no.of OH ions ready to substituted}}$$

$$eq.Wt=\frac{97.5}{2}=48.75\ g/eq$$

$$N=\frac{Wt}{eq.Wt}\times\frac{1000}{V(mL)}$$

$$N=\frac{0.5}{48.75}\times\frac{1000}{100}=0.103\ N$$

4. المولالية : Molality (m)

وتمثل عدد مولات المذاب في كيلوغرام من المذيب او عدد ملي مولات المذاب في غرام من المذيب .

$$m=\frac{\text{number of moles of solute}}{\text{Wt. solvent (Kg)}}$$

$$m=\frac{Wt}{M.Wt}\times\frac{1000}{\text{Wt. solvent (g)}}$$

وحدات المولالية mole / Kg or mmole / g

In dilute aqueous solution:

$$M = m$$

Weight of solution = Weight of solvent = Volume of solution

في المحاليل المخففة جدا يكون فيها قيمة المولارية تساوي المولالية وذلك لان :

وزن المحلول = وزن المذيب = حجم المحلول

Elham Nghaimesh
Dr.

سؤال : أحسب مولالية محلول ناتج من أذابة 5 g من هيدروكسيد الصوديوم في 250 g من الماء المقطر، علما بأن الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الصوديوم M.Wt=40 g/mole

$$n = \frac{Wt}{M.Wt} = \frac{5}{40} = 0.125 \text{ mole}$$

$$Kg = 1000 \text{ g} \qquad 250 \text{ g} = \frac{250}{1000} = 0.250 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{\text{number of moles of solute}}{\text{Wt. solvent (Kg)}} = \frac{0.125}{0.250} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{or: } m = \frac{Wt}{M.Wt} \times \frac{1000}{\text{Wt. solvent (g)}}$$

$$m = \frac{5}{40} \times \frac{1000}{250} = 0.5 \text{ m}$$

5. الكسر المولي : Molar fraction (X)

هو النسبة بين عدد مولات المذاب أو المذيب الى العدد الكلي لمولات المذاب والمذيب

$$Mole\ of\ Fraction\ of\ Solute(X) = \frac{no.moles\ of(solute)}{no.moles\ of\ (solution)}$$

no. of moles of solution = no. of solute moles + no. of solvent moles

$$Mole\ of\ Fraction\ of\ solvent(X) = \frac{no.moles\ of\ (solvent)}{no.moles\ of(solution)}$$

$$X\ solute + X\ solvent = 1$$

او ممكن كتابة القوانين بالشكل التالي :

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2} \qquad X_2 = \frac{n_2}{n_1+n_2}$$

$$X_1 + X_2 = 1$$

X_1= الكسر المولي للمذاب , X_2= الكسر المولي للمذيب , n_1= عدد مولات المذاب , n_2 = عدد مولات المذيب

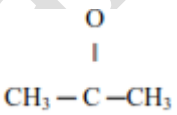
سؤال: أحسب الكسر المولي لكل من A&B في مزيج لهما ، أذا علمت بأن عدد مولات A=18 وعدد مولات B= 40

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2} \qquad X_1 = \frac{18}{18+40} = 0.310$$

$$X_2 = \frac{n_2}{n_1+n_2} \qquad X_2 = \frac{40}{18+40} = 0.6896$$

مثال : احسب الكسر المولي الكلي ل 5.8g من محلول الاسيتون الذائب في 90g من الماء .

$$\textit{Mole of Fraction of Solute}_{\text{Acetone}}(X) = \frac{no.moles\ of(solute)}{no.moles\ of\ (solution)}$$



$$\text{Moles (solute)} = \frac{Wt.}{M.wt.}$$

$$= \frac{5.8\ g}{(3\times12)+(1\times16)+(6\times1)=58g/mol}$$

$$\text{Mole}_{(solute)} = 0.1 \text{ mole}$$

$$\text{Mole}_{(solvent)} = \frac{90}{18} = 5 \text{ mole}$$

no.of solution moles = 5.0 +0.1 = 5.1 mole

$$\text{Mole Fraction of Solute} = \frac{no.moles\ of(solute)}{no.moles\ of\ (solution)}$$

$$\text{X solute} = \frac{0.1}{5.1}$$

$$X = 0.0196$$

$$X = 0.9804$$

Total Mole Fraction = 0.9804 + 0.0196

= 1.0

مثال : حضر 250 ml من **0.3M KOH** اذا علمت ان الاوزان الذرية : **K =39 O = 16 H =1**

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{Wt}}{\mathbf{M.wt}} \text{ X } \frac{\mathbf{1000}}{\mathbf{V(ml)}}$$

$$\text{Wt} = \frac{\text{M x V(ml) x M. wt}}{1000}$$

$$\text{M. wt} = (39x1) + (16x1) + (1x1)$$

M. wt = 39 +16+1 =56 gm

$$\text{Wt} = \frac{0.3 \text{ X250(ml) x56}}{1000}$$

Wt = 4.2 gm

Weight 4.2 gm of KOH using a watch glass, transfer in a volumetric flask, add distilled water until the mark 250ml (mix using a stirrer) .

Relationship between Normality and Molarity العلاقة التي تربط المولارية بالنورمالية :

$$N = n \times M$$

مثال : احسب الوزن المكافئ والنورمالية لمحلول من **6.0 M H_3PO_4** في التفاعلات التالية :

(a) $H_3PO_4(aq) + 3OH^-(aq) \rightleftharpoons PO_4^{3-}(aq) + 3H_2O(\ell)$

(b) $H_3PO_4(aq) + 2NH_3(aq) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + 2NH_4^+(aq)$

(c) $H_3PO_4(aq) + F^-(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq) + HF(aq)$

or M.Wt

(a) $EW = \frac{FW}{n} = \frac{97.994}{3} = 32.665$ $\quad N = n \times M = 3 \times 6.0 = 18\ N$

(b) $EW = \frac{FW}{n} = \frac{97.994}{2} = 48.997$ $\quad N = n \times M = 2 \times 6.0 = 12\ N$

(c) $EW = \frac{FW}{n} = \frac{97.994}{1} = 97.994$ $\quad N = n \times M = 1 \times 6.0 = 6.0\ N$

مثال : حضر محلول 500 ml من **0.1N $Ca(OH)_2$** اذا علمت ان الاوزان الذرية : **Ca = 40 O =16 H =1**

$$N = \frac{Wt}{Eqwt} X \frac{1000}{V(ml)}$$

$$Wt = \frac{N \times V(ml) \times eq.wt}{1000}$$

$$Eqwt = \frac{Mwt}{Nomber\ of\ H\ \ or\ OH}$$

$$Eqwt = \frac{(40x1)+(16x2)+(2x1)}{2}$$

$$Eqwt = \frac{74}{2} = 37$$

$$Wt = \frac{0.1 \times 500(ml) \times 37}{1000}$$

$$Wt = 1.85\ gm$$

مثال : حضر محلول **250 ml** من **H_2SO_4 (5N)** .

Dil. Solu. Conc. Solu.

N1 V1 = N2 V2

$250 \times 0.3 = 5 \times V_2$

$$V_2 = \frac{250 X 0.3}{5}$$

$V_2 = 15$ ml

مثال : احسب المولارية لمحلول من $Al_2(SO_4)_3$ 0.3N وكذلك احسب النورمالية لمحلول من $Bi(NO_3)_2$ 0.2M .

الحل : في البداية نقوم بحساب قيمة n والتي تساوي :

$Al_2(SO_4)_3 = 6$

$Bi(NO_3)_2 = 3$

$$N = n\,M \rightarrow M = \frac{N}{n} = \frac{0.3}{6} = 0.05 \text{ molar } Al_2(SO_4)_3$$

$$N\ Bi(NO_3)_2 = n\,M = 3 * 0.2 = 0.6$$

مثال : احسب النورمالية لحامض الهيدروكلوريك HCl اذا احتوى 500ml من هذا الحامض على 37.413g من غاز HCl . (الوزن الجزيئي لحامض الهيدروكلوريك هو 36.5)

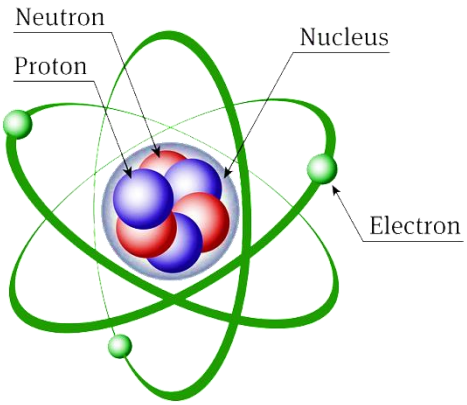
$$N = \frac{wt.}{Eq.wt.} * \frac{1000}{V\ ml} \qquad Eq.\ wt.\ HCl = \frac{M.wt}{n} = \frac{M.wt}{1}$$

$$N = \frac{37.413}{36.5} * \frac{1000}{500} = 2.05$$

مثال : احسب المولالية لمحلول المحضر من مزج (40g/mol.) 4 gm NaOH ب 500 g من الماء .

Molality = (wt * 1000) / (M.wt * wt (gm)) = (4*1000)/(40*500) = 0.2 m

Dr. Narwa Nizar



الكيمياء التحليلية

Analytical Chemistry

د.سهير منير&د.مروة نزار

قسم علوم البيئة / المرحلة الاولى

Expressing of concentrations: طرق التعبير عن التركيز :

6- Percentage Ratio: 6- التركيز المئوى النسبة المئوية:

A-Weight Volume Percentage Concentration: No. of g of solute in 100ml of solution

أ - النسبة المئوية الوزنية الحجمية : عدد غرامات المذاب في 100 مليلتر من المحلول.

$$\%W/V = \frac{Wt_g \text{ of solute}}{V_{mL} \text{ of solution}} \times 100$$

$$100 \times \frac{\text{وزن المذاب بالغرام}}{\text{حجم المحلول بالمليلتر}} = \%W/V$$

B-Volume Percentage Concentration: No. of mL of solute in 100 mL of solution

ب - النسبة المئوية الحجمية: عدد مليلترات المذاب في 100 مليلتر من المحلول.

$$\%\ V/V = \frac{V_{mL} \text{ of solute}}{V_{mL} \text{ of solution}} \times 100$$

$$100 \times \frac{\text{حجم المذاب بالمليلتر}}{\text{حجم المحلول بالمليلتر}} = \%V/V$$

ملاحظة: حجم المحلول = حجم (المذاب + المذيب)

C-Weight Percentage Concentration: No. of g of solute in 100 g of solution.

ج- النسبة المئوية الوزنية: عدد غرامات المذاب في 100 غرام من المحلول.

$$\%W/W = \frac{Wt_g \text{ of solute}}{Wt_g \text{ of solution}} \times 100$$

$$100 \times \frac{\text{وزن المذاب بالغرام}}{\text{وزن المحلول بالغرام}} = \%W/W$$

ملاحظة: وزن المحلول = وزن (المذاب + المذيب)

مثال : احسب النسبة المئوية لمحلول ناتج من اذابة 5g من هيدروكسيد الصوديوم في 0.25L من المحلول .

Ex: Calculate the percentage ratio for solution result from dissolving 5 g of Sodium hydroxide in 0.25 L of solution

$$\%W/V = \frac{Wt_g \text{ of solute}}{V_{mL} \text{ of solution}} \times 100 = \frac{5}{250} \times 100 = 2\%$$

مثال : احسب النسبة المئوية لمحلول ناتج من اضافة 200 ml من الميثانول الى 400 ml ماء مقطر .

Ex: Calculate the percentage ratio for solution result from addition of 200 mL of Methanol to 400 mL distilled water.

$$\%\ V/V = \frac{V_{mL}\ \text{of solute}}{V_{mL}\ \text{of solution}} \times 100$$

$$\%\ V/V = \frac{200}{200 + 400} \times 100 = 33.333\%$$

مثال : احسب عدد غرامات من محلول الكلوكوز المحضر في 800 ml اذا كانت النسبة المئوية 15% .

Ex: Calculate the No. of g of glucose solution in 800 mL industrial solution, if its percentage ratio is 15%

$$\%W/V = \frac{Wt_g\ \text{of solute}}{V_{mL}\ \text{of solution}} \times 100$$

$$15 = \frac{Wt_g\ \text{of glucose}}{800} \times 100 = 120g$$

مثال: نموذج بوزن **2.6 g** من عضو النبات تم تحليلها ووجد انها تحتوي على 3.6 مايكروغرام من الزنك . ما هو تركيز الزنك في هذا النبات مقدرة ب **ppm** ؟

ملاحظة : تستخدم احيانا مصطلح (النموذج) للتعبير عن (المحلول) .

$$ppm = \frac{wt\ (\mu g)}{wt\ (g)}$$

$$= \frac{3.6\ \mu g}{2.6\ g} = 1.4\ \frac{\mu g}{g} = 1.4\ ppm$$

Gram (g) = 1000 Milligram (mg)

Milligram (mg) =1000 Microgram (µg)

Microgram (µg) = 1000 Nangram(ng)

Liter (L) = 1000 Milliliter (mL)

Milliliter (mL) = 1000 Microliter(µL)

Microliter(µL) = 1000 Nanoliter(nL)

7- جزء لكل الف جزء(Parts per thousandth (ppt

$$ppt = \frac{\text{Wt. of solute (وزن المذاب)}}{\text{Wt. of solution(وزن المحلول)}} x10^{3}$$

8-Parts per million (ppm): :8- جزء لكل مليون جزء

$$ppm = \frac{\text{Wt. of solute (وزن المذاب)}}{\text{Wt. of solution(وزن المحلول)}} x10^{6}$$

9-Parts per billion (ppb): :9- جزء لكل بليون جزء

$$ppb = \frac{\text{Wt. of solute (وزن المذاب)}}{\text{Wt. of solution(وزن المحلول)}} x10^{9}$$

الأجزاء	سائل في سائل	صلب في سائل	صلب في صلب
ppt	mL/L = µL/mL	g/L = mg/mL	g/kg = mg/g
ppm	µL/L = nL/mL	mg/L = µg/mL	mg/kg = µg/g
ppb	nL/L	µg/L = ng/mL	µg/kg = ng/g

Common Units for Expressing Trace Concentrations:

Unit	Abbreviation	wt/wt	wt/vol	vol/vol
Part per million	ppm	mg/kg µg/g	mg/L µg/mL	µL/L nL/mL
Part per billion	ppb	µg/kg ng/g	µg/L ng/mL	nL/L pL/mL

pL=picoliter =10^{-12} L , µL =microliter =10^{-6} L , nL = ninoliter =10^{-9} L

p-Functions: دالة– p :

يمكن التعبير رياضيا عن هذه الدالة بالعلاقة التالية :

$$pX = -\log(X)$$

مثال : حساب pH لمحلول $0.10\ M\ H^+$ من ايون الهيدروجين :

$pH = -\log[H^+] = -\log(0.10) = 1.00$

and the pH of $5.0 \times 10^{-13}\ M\ H^+$ is:

$pH = -\log[H^+] = -\log(5.0 \times 10^{-13}) = 12.30$

مثال : احسب قيمة p لكل ايون في المحاليل التي تحتوي على $(2 \times 10^{-3}\ M\ NaCl)$ و $(5.4 \times 10^{-4}\ M\ HCl)$

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$pH = - Log [H_3O+] = - Log [5.4 * 10^{-4}] = 4.268$

$pNa = - Log [Na+] = - Log [2 * 10^{-3}] = 3.699$

$pCl = - Log [Cl-] = - Log [2 * 10^{-3} + 5.4 * 10^{-4}] = - Log [2.54 * 10^{-3}] = 2.595$

مثال : احسب التركيز المولاري لايون الفضة Ag^+ في محلول يمتلك **(pAg of 6.372)** ؟

$pAg = - Log [Ag^+] = 6.372$

$Log [Ag^+] = - 6.372 \rightarrow [Ag^+] = 10^{-6.372} = 1.709 * 10^{-3}\ M$

مثال : احسب pAg and pSO_4 لمحلول من $6.4 \times 10^{-3} M$ of Ag_2SO_4 ؟

Dr. Marwa Nizar

الكيمياء التحليلية هي فرع من فروع علم الكيمياء الذي يختص بالتعرف على العناصر المكونة للمادة الكيميائية وأمكانية تقديرها كمياً أو نوعياً .

تنقسم الكيمياء التحليلية إلى فرعين :

١ـ الكيمياء التحليلية الوصفية أو النوعية **Qualitative Analysis**

وهي تختص بمعرفة نوع العناصر المكونة للمركب أو المادة الكيميائية وتبحث أيضاً في كيفية فصل العناصر أو المواد والتعرف عليها وهو يهتم بالمظهر الخارجي للمركب مثل اللون والرائحة .

٢ـ الكيمياء التحليلية الكمية

وهي تختص بالتقدير الكمي للعناصر أو المركبات الموجودة في عينة ما **وهي بدورها تُصنف إلى ثلاث اقسام :**

١ـ التحليل الكمي الحجمي:

وهي أحد الطرق التي يتم فيها تقدير كمية العناصر أو المركبات الموجودة في محلول عينة ما حجميا.

٢ـ التحليل الكمي الوزني :

وهي تعتمد على تقدير المادة وزنياً عن طريق ترسيبها أو بأي طريقة أخرى وتُقدر المادة على هيئة وزن بالغرام أو أجزاءه أو نسبة مئوية في نموذج معين وتتم بعدة طرق وهي :

٣ـ تحليل الالي :

وهو يدرس كيفية تحليل المواد الكيميائية بشكل النوعي او الكمي باستخدام وسائل او اجهزة التحليل الحديثة.

١ ـ طرق الترسيب **precipitation method**

٢ ـ طرق التطاير **Evolution volatilization**

٣ ـ الطرق الوزنية الدقائقية **Particular gravimetric**

٤ ـ طرق الترسيب الكهربائي **Electro gravimetric methods**

- و بسبب بطئ التحليل الوزني تفضل طرق التحليل الحجمي أكثر من طرق التحليل الوزني علماً أن الأخيرة أكثر دقة من سابقتها .

التحليل الكمي الوزني الترسيبي

تعتبر طريقة الترسيب هي أفضل الطرق المستخدمة في التحليل الوزني حيث يتم تحويل العينة للمادة المراد تحليلها إلى محلول بطريقة ملائمة ثم يتم ترسيب العنصر المراد تقديره كمركب غير ذائب وبعدها يتم ترشيح الراسب وغسله جيداً ثم يُحرق ويُجفف.

صفات الرواسب في طرق التحليل الوزني:-

١- أن تكون صيغة كيميائية معروفة

٢- قابلية ذوبان الراسب قليلة جداً

٣- أن تكون بلورات الراسب ذات حجم مناسب (كبيرة) بحيث يمكن ترشيحها ولكن يجب ان يكون نمو البلورات بشكل بطئ لنحصل على بلورات منتظمة خالية من الملوثات

٤ - أن يكون الراسب خالياً من المواد الملوثة التي لايمكن غسلها أو أزالتها خلال عمليات تجفيف الراسب

٥- أن يبقى الراسب مستقراً عند درجة حرارة التجفيف أي ثابت حرارياً .

٦ - الوزن الجزيئي للراسب كبير مقارنة مع المادة المراد تقديرها تفادياً للخطأ التجريبي .

العامل المرسب :

هو المادة الكيميائية التي تسبب ترسيب المادة الذائبة المراد تقديرها مكونة رواسب أو أملاح شحيحة الذوبان في الماء .

انواع العوامل المرسبة :

١. كاشف الأنتقائية Selectivity

حيث يعمل على ترسيب مجموعة من الأيونات ومن خلال التحكم بظروف التجربة نجعله يعمل ككاشف نوعي

٢. كاشف التخصصية او النوعي Specificity

يعمل على ترسيب المادة المراد تقديرها فقط اي يعمل على ترسيب أيون واحد فقط دون غيره من العناصر الموجودة في المادة وهي حالة نادرة

خطوات التحليل الكمي الوزني الترسيبي :

١- تهيئة المحاليل والأذابة Preparation of sample and dissolution

٢- الترسيب Precipitation of analyte

٣- الهضم والتعمير Digestion or aging of solution

٤- ترشيح الراسب Filtration of precipitation

٥- غسل الراسب Washing of precipitation

٦- تجفيف وحرق الراسب Drying and ignition

٧- الوزن والحسابات Weighing and calculation

١- تهيئة المحاليل:

ويتم ذلك عن طريق أختيار وزن مناسب من العينة المراد تقديرها ومن ثم أذابة العينة وأختيار المذيب المناسب لها .

أضافة إلى تهيئة ظروف مناسبة للتجربة مثل تثبيت حامضية المحلول (PH) ودرجة حرارة المحلول .

٢- الترسيب :

وهي عملية ترسيب المكونات المراد تقديرها عن بقية المكونات الموجودة في المحلول عن طريق أضافة العامل المرسب المناسب .

يتكون الراسب نتيجة عمليتين

الأولى: تتكون جسيمات صغيرة قطرها (١-١٠٠) nm تسمى النوى (nuclei)

الثانية: تنمو النوى إلى جسيمات كبيرة ولاتظهر النوى مباشرة بعد أضافة العامل المرسب الى محلول النموذج بل يلاحظ في معظم الأحيان فترة زمنية تسمى فترة ظهورالراسب (Induction Period) وتختلف مدة ظهور الراسب بأختلاف الرواسب وتتراوح من أجزاء الثانية لكلوريد الفضة إلى بضع دقائق في حالة كبريتات الباريوم .

٣- هضم الراسب او التعمير (Aging) or Digestion:

وهي عملية تسخين الراسب والمحلول الأم (عادة ٩٠ أو ٩٥م°) وتركه فترة زمنية .

حيث إن عملية التسخين تعمل على :

١- تعجيل ذوبانية الدقائق الصغيرة.
٢- ترك الراسب مع المحلول الأم لفترة زمنية تُتيح الفرصة لهذه الدقائق كي تترسب على الدقائق الكبيرة .

والفائدة من عملية هضم الراسب (التعمير) هي :

١- تساعد على نمو البلورات .
٢- تساعد على تكتل الرواسب الغروية .

انواع الرواسب:-

١- راسب بلوري
٢- راسب جيلاتيني
٣- راسب غروي

٤- ترشيح الراسب :

الغرض من عملية الترشيح هو فصل الراسب عن المحلول الأم وعملية الترشيح تكون أسهل وأسرع إذا كانت بلورات الراسب كبيرة وتزداد العملية صعوبة كلما كانت البلورات صغيرة .

يكون الترشيح في الرواسب الغروية اصعب من الرواسب البلوية **ويستخدم لهذا الغرض :**

١- استخدام أوراق ترشيح قليلة الرماد Ashless filtrers وذلك الان كمية الرماد المتبقية بعد عملية التجفيف او الحرق يمكن اهمالها حيث تكون اقل من٠,١ ملي غرام بحيث لا توثر على وزن الراسب
٢- قاعدة من الأسبست مفروشة على القعر الداخلي للجفنة .
٣- بودقة ترشيح مسامية .

وتعتبر عملية الترشيح السريعة افضل حين تكون بلورات كبيرة لتجنب حدوث الترسيب الاحق والذي يعتبر احد انواع الملوثات للراسب فيما اذا تم الترسيب ببطئ

٥- غسل الراسب :

تجري عمليات الترسيب عادة من محاليل تحتوي على أيونات غريبة عدا الأيونات المطلوب ترسيبها ولهذا فإن الرواسب المتكونة على الأغلب ملوثة وعملية غسل الراسب تصبح ضرورية لإزالة بقايا هذه الملوثات من على سطح الراسب .

٦- التجفيف والحرق :

تجري عمليات التجفيف غالباً بدرجات حرارة أقل من ٢٥٠م°على الأغلب بين (١١٠– ١٥٠) م° بأستخدام فرن التجفيف oven .
أما عملية الحرق فتجري بدرجة حرارة أعلى من ٢٥٠م° وحتى ١٢٠٠ م° وهنا يتم أستعمال مصباح غازي ومن ثم فرن حرق الكهربائي furnace تصل حرارته إلى ١٢٠٠ م°.

٧- الوزن والحسابات:

بعد الأنتهاء من من عملية حرق الراسب أو تجفيفه ينقل الراسب إلى مجفف التبريد Disicator وتترك في داخل المجفف حتى تبرد الى درجة حرارة المختبر ثم يوزن الراسب وتجري عليه الحسابات .

- لتبريد الراسب بعد التجفيف او الحرق نستخدم مجفف التبريد وليس على هواء ولذلك منع امتصاص الراسب الرطوبه من الجو وبذلك يتاثر الوزن.

القواعد العامة للحصول على راسب جيد ذو بلورات كبيرة او (شروط الراسب الجيد):

١- الترسيب من محاليل مخفف جهد الأمكان
٢- جعل الدالة الحامضية للمحلول دالة مناسبة لعملية الترسيب لأن بعض المواد تفضل أن تترسب في وسط حامضي في حين تفضل مواد أخرى الترسب في وسط قاعدي .
٣- الأضافة البطيئة مع التحريك مع التحريك المستمر لغرض تجنب حصول حالة فوق أشباع موضعية .
٤- عند ترسيب الهيدروكسيدات يفضل أستخدام محاليل منظمة (بفرات) لغرض تجنب نشوء مراكز PH موضعية عالية ويمكن تلافي ذلك بالترسيب من محاليل متجانسة .
٥- يفضل هضم (تعمير) الراسب المتكون إذا لم يكن هنالك خطر من ترسيب لاحق .
٦- غسل الراسب بمحلول مناسب لايتفاعل مع الراسب ولايزيد من ذوبانيته ويُفضل غسل الراسب على عدة دفعات صغيرة .

الترسيب من المحاليل المتجانس :

هو عبارة عن أحدى طرق الترسيب التي يتولد فيها العامل المرسب ببطء وبأنتظام وبشكل متجانس ضمن المحلول عن طريق تفاعل كيميائي معين يحدث في داخل المحلول مثلا عن طريق تحلل مائي لمادة أو من تفاعل مادتين مع بعضهما مثل:

أ- **تولد الأوكزالات من التحلل المائي للداي مثيل أو الداي أثيل أوكزالات والتي تستخدم كعامل مرسب للكالسيوم.**

$$(C_2H_5)_2C_2O_4 + 2H_2O \rightleftharpoons 2C_2H_5OH + 2H^+ + 2C_2O_4^{=}$$

ب- الكبريتات حيث يمكن توليد أيون الكبريتات من التحلل المائي لحامض السلفاميك .

$$NH_2SO_3H + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + H^+ + SO_4^{-2}$$

مزايا الترسيب من محلول متجانس :

١- أن ترسيب البلورات ببطء بذلك تكون كبيرة الحجم ومنتظمة بحيث يسمح بترشيحها بسهولة.
٢- الراسب المتكون يكون ثابت حراريا لذلك يسهل تجفيفه او حرقه.
٣- الراسب يكون خالي من الشوائب.

مساوئ أو عيوب الترسيب من محلول متجانس :

١- يتطلب الترسيب من محلول متجانس وقت طويل مقارنة بالطرق الترسيب الاعتيادية.
٢- طريقة عالية التكلفة لانه يتم أستخدام فيها مرسبات ومذيبات.

تلوث الراسب : وهو ترسيب راسب اخر مع الراسب المراد تقديره له حاصل ذوبان نفسه او قريب منه او بمعنى اخر ينتج عند وجود مواد غريبة بالمحلول لها ثابت حاصل ذوبان مساوية أو مقاربة للمادة المراد ترسيبها أذ تترسب هذه المواد الغريبة مع المادة المراد تقديرها مما يؤدي الى تلوث الراسب.

ويحصل في حالتين :

١-الترسيب المشارك

يشمل جميع التلوثات التي تحصل خلال تكوين الراسب المطلوب تحليله (اثناء عملية الترسيب) ويشمل:

أ- الترسيب الحقيقي True precipitation

ب- الأحتباس Occlusion

ج- الأمدصاص Adsorption يحدث بعد اكتمال عملية ترسيب بسبب امتزاز الايونات الذائبة في محلول الام على سطح الراسب ويعالج بواسطة الهظم او الغسل

٢- الترسيب اللاحق

وهو تلوث الراسب بعد تكوينه (بعد عملية الترسيب) أذ يتكون الراسب بشكل بلورات نقية وصلبة أثناء الترسيب وثم يتلوث بعدئذ بترسب مادة أخرى. ويمكن التخلص من هذا النوع بالترشيح مباشرة بعد أكتمال الترسيب.

الحســــــــابات:

تعتمد الحسابات للتحليل الوزني على شيئين:

١- النموذج الأصلي
٢- المادة المراد تقديرها

وثم يتم الربط بين الأثنين لأيجاد النسبة المئوية وتركيز المادة المطلوب .

$$\text{النسبة المئوية للمادة \% (x)} = \frac{\text{وزن المادة (X)}}{\text{وزن النموذج}} \times 100$$

$$\text{وزن المادة (x)} = \text{العامل الوزني (G.F)} \times \text{وزن الراسب}$$

العامل الوزني Gravimetric Factor (GF)

هو وزن الصيغة أو الوزن الذري للمادة المطلوب تحليلها الى وزن الصيغة للراسب ذو الوزن المعلوم ولا تعتمد قيمته على وزن النموذج الأصلي وهو كمية ثابتة.

$$GF = \frac{M.wt\ or\ A.wt\ of X}{M.wt\ of ppt} \times \frac{a}{b}$$

❖ ($\frac{a}{b}$) :

يجب ان تتساوى عدد الذرات (المادة المراد تقديرها او تحليلهاX) الموجودة في البسط مع المقام الراسب PPt المادة المترسبة العكس فاذا كان هناك عدد مختلف من الذرة المشتركة في المقام مع البسط نقوم بضربها برقم يمثل الفرق بلزيادة بعدد الذرات، (عدا الاوكسجين لا ياخذ بنظر الاعتبار) . امثله في حساب العامل الوزني

المادة المراد تحليلها	المادة المترسبة	العـــــامل الوزني G.F
I	AgI	$\frac{1}{1} X \frac{A.wt\ I}{F.wt\ AgI}$
Fe	Fe_2O_3	$\frac{2}{1} X \frac{A.wt\ Fe}{F.wt\ Fe_2O_3}$
Cl	$FeCl_2$	$\frac{2}{1} X \frac{A.wt\ Cl}{F.wt\ FeCl_2}$
Cl	$FeCl_3$	$\frac{3}{1} X \frac{A.wt\ Cl}{F.wt\ FeCl_3}$
$BiCl_3$	Bi_2O_3	$\frac{2}{1} X \frac{M.wt\ BiCl_3}{F.wt\ Bi_2O_3}$

امثلة منتوعه في التحليل الكمي الوزني

١- احسب عدد غرامات الكلوريد Cl^- الموجودة في 0.204غم من راسب كلوريد الفضة AgCl؟

٢- عينة من الفحم وزنها (2 غم) تمت معالجتها كيميائيا بعوامل الترسيب المناسبة فتكون راسب من كبريتات الباريوم $BaSO_4$ وزنه 0.084غم احسب النسبة المئوية للكبريت S في العينة؟

٣- احسب النسبة المئوية للحديد Fe في احد خاماته الطبيعية التي تحوي على (Fe_3O_4) اذا علمت ان وزن العينة من هذا الخام تزن 0.2824 غم وعند معالجتها بطريقة الترسيب تعطي راسب على هيئة Fe_2O_3 وزنه 0.0917 غم وكذلك احسب النسبة المئوية Fe_3O_4 في عينة الخام؟

٤- سبيكة من الالمنيوم وزنها 0.3288 غم تمت معالجتها كيميائيا بالعوامل الترسيب اللازمة وحصلنا منها على راسب من اوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 وزنه 0.1124غم احسب النسبة المئوية الالمنيوم في هذه السبيكة؟

٥- عينة غير نقية من الفوسفات (PO_4^{-3}) وزنها 0.2711gm ورسبت الفوسفات على هيئة $(NH_4)_3PO_4 12MoO_3$ فكان وزن الراسب 1.1682غم احسب النسبة المئوية للفسفور P وخامس اوكسيد الفسفور P_2O_5 في العينة؟

٦- احسب النسبة المئوية للفلور F في عينة من فلوريد ذائب وزنه 1.205غم اذا اعطى راسبا من فلوريد الكالسيوم CaF_2 وزنه 0.4953غم ؟

٧- اذيبت عينه من الحديد تزن 0.2010 غم وبعد تاكسد الحديد الثنائي في النموذج الى الحديد الثلاثي رسب Fe^{+3} في العينة على هيئة هيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ ورشح الراسب واحرق في درجة حرارة ١٠٠٠ مئوي فتحول الى Fe_2O_3 وكان وزنه 0.1106 غم احسب النسبة المئوية للحديد في العينه؟

٨- تمت اذابة عينة من خامات الخارصين تزن 1 غم ورسب خارصين على هيئه فوسفات ($Zn_2P_2O_7$) وكان وزنها 0.6611غم احسب النسبة المئوية للخارصين في العينة؟

٩- اذا كان العامل الوزني لتحليل معين يساوي 0.3427غم فما هو وزن العينه في الحالتين التاليتين

a- كل 0.01غم من الراسب = ١% من المادة المطلوب تحليلها

b- النسبة المئوية تساوي ضعف وزن الراسب

<u>الاوزان الذرية</u>

Cl= 35.5, Ag = 108, S=32 ,O=16, Fe=56 Al=27, P=31, Zn= 65, Mo=96, Ca= 40, F=19 , N =14 , Ba=137,