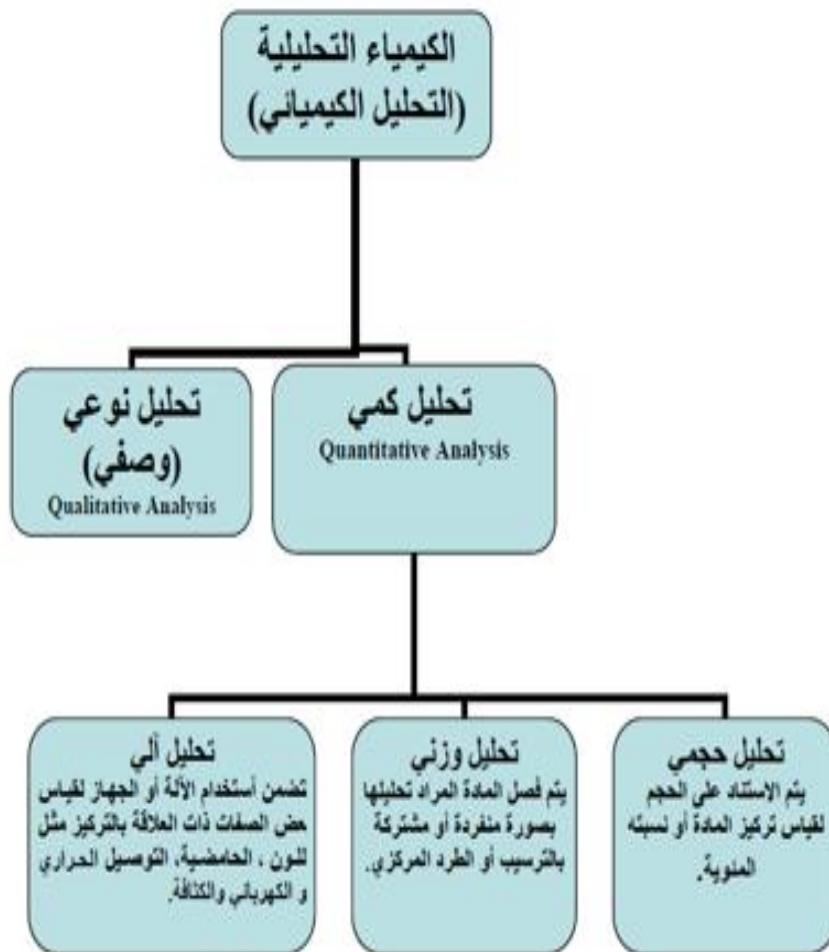


الكيمياء التحليلية

هي أحد فروع علم الكيمياء وتعرف بأنها الوسيلة الكيميائية التي يتم بها الكشف عن العناصر والمواد وطرق فصلها ومعرفة مكونات تلك المواد في خليط منها إضافة إلى تقدير هذه المكونات تقديراً كميّاً.

تشتمل الكيمياء التحليلية على:-

1. التحليل النوعي الذي يختص بمعرفة نوع العناصر الموجودة في المركب.
2. التحليل الكمي ويختص بإيجاد كمية كل عنصر من العناصر في المركب.



Volumetric Analysis

التحليل الحجمي

ويتضمن طريقتين رئيسيتين وهما:-

1. التحليل الغازي Gas Analysis

حيث يتم قياس كمية الغازات الناتجة أو المستهلكة ومن حجم هذه الغازات يتم تقدير المواد المراد تحليلها بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

2. التسحيح:- Titration

تتضمن عملية التسحيح تفاعل حجم معين من المادة المراد تحليلها Analyte مع المحلول القياسي Standard Solution الذي يضاف من السحاحة Burette ويكون عادة معروف التركيز، لذا يجب قياس حجم المحلول القياسي Titrant الذي يتفاعل بصورة تامة مع المادة المراد تحليلها (المسحح Analyte).

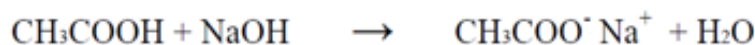
وباستخدام معادلة التكافؤ الكيميائية :

$$C_1 \times V_1 \text{ (eq.1)} = C_2 \times V_2 \text{ (Eq.2)}$$

حيث إن C_1 = تركيز المحلول القياسي (في السحاحة)
 V_1 = حجم المحلول القياسي (النازل من السحاحة) اللازم لبلوغ نقطة التكافؤ
 C_2 = تركيز المادة المراد تحليلها
 V_2 = حجم المادة المراد تحليلها
eq.1 = عدد مكافئات المحلول الأول .
eq.2 = عدد مكافئات المحلول الثاني المراد تحليله .

وهناك متطلبات لعملية التسحيح يمكن إجمالها بما يلي:-

أ. أن يكون التفاعل بين المادة المراد تحليلها والمحلل القياسي متوازناً Stoichiometric أي يمكن تمثيله بمعادلة كيميائية متوازنة ومعروفة، مثال على ذلك تفاعل حامض الخليك مع هيدروكسيد الصوديوم:-



- ب. يجب أن يكون التفاعل سريعاً وهذا ما يحدث فعلاً في التفاعلات الأيونية التي تكون سريعة جداً.
- ج. عدم وجود تفاعلات جانبية أي أن يكون التفاعل خاصاً Specific .
- د. يجب أن يكون التفاعل كميًا ويسير باتجاه اليمين.
- هـ. يجب أن يظهر المحلول تغيراً واضحاً في صفاته عند اكتمال التفاعل مثلاً تغير (اللون، أو بعض الصفات الكهربائية أو الفيزيائية الأخرى) بحيث يمكن إضافة دليل أو كاشف مناسب لإظهار هذا التغير.
- و. إن النقطة التي يكون عندها كمية المحلول القياسي مكافئة تماماً لكمية المادة المراد تحليلها تدعى نقطة التكافؤ Equivalence Point (نظرياً) وعملياً تدعى نقطة النهاية End Point وهي نقطة إنتهاء التفاعل حيث يجب أن تتطابق كلا النقطتين أو أن يكون الفرق ضئيل جداً بينهما وهو ما يدعى بالخطأ التسحيحي.

المحاليل:- Solutions

المحلول:-

عبارة عن خليط متجانس من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي ، (والمحلول عبارة عن نظام ذي طور أو صنف واحد) ..

ينتج المحلول من خلال إذابة Solvation أو اختفاء ذرات أو جزيئات أو أيونات المادة المذابة Solute (المادة الموجودة بنسبة أقل في المحلول) بين ذرات أو جزيئات أو أيونات المادة المذيبة Solvent (المادة الموجودة بوفرة في المحلول) .

تعتمد ذوبانية مادة في أخرى لتكوين محلول متجانس على طبيعة المواد الداخلة في عملية الذوبان ، وتتأثر الذوبانية بالتغيرات في درجة الحرارة وبطبيعة المواد المكونة للمحلول والضغط ، بالرغم من أن المؤثر الأخير ذو أهمية بالنسبة للغازات فقط

تصنيف المحاليل:-

1. حسب حجم ذرات أو جزيئات المذاب:-

أ. محاليل حقيقية True Solution

وهي المحاليل التي تمر من خلال ورقة الترشيح بسهولة وبصورة تامة مثل محلول السكر أو ملح الطعام في الماء ولا يمكن رؤية دقائق المذاب بالعين المجردة ولا تترسب بعد فترة من الزمن.

ب. محاليل غروية Colloidal Solution

وهي محاليل لا يمكن أن تمر دقائق المذاب فيها من ورقة الترشيح ولا تترسب إذا ترك المحلول راکداً مالم يضاف إليها مواد كيميائية تتسبب في ترسيبها ولا يمكن رؤية دقائق المذاب فيها مثل الحليب.

ج. المحاليل العالقة Suspended Solutions

وهي المحاليل التي لا تمر دقائق المذاب فيها من ورقة الترشيح ويسهل رؤية دقائق المذاب العالقة فيها وتترسب إذا ما تركت فترة من الزمن مثل محلول التراب والماء.

المحلول القياسي Standard Solution

وهو المحلول الذي يحتوي الحجم المعين منه على وزن مضبوط من مادة قياسية أولية Primary Standard Substance أي تركيزه ثابت لا يتغير بمرور الزمن ومن شروطه (شروط التفاعلات الحاصلة في التحليل الحجمي):-

شروط المادة القياسية الأولية:-

1. نقاوتها عالية لا تقل عن 99.8% .
2. استقرارها عالي (لا تتأثر بالمحيط الخارجي) وغير متميعة Non Hygroscopic وغير متزهرة .
3. عالية الذوبان في الماء.
4. وزن مكافئ عالي نسبياً لتلافي الأخطاء الحاصلة أثناء الوزن.
5. محلولها غير ملون للتعرف على نقطة التكافؤ بسهولة.

التكافؤ :- Valence

هو عدد مكافئات Equivalents العنصر أو المركب الموجود في 1مول منه (العنصر أو المركب) .

$$\text{Valence} = \frac{\text{Equivalents}}{\text{Mole}}$$

طرق التعبير عن كمية المذاب

1. الوزن الذري الغرامي Gram Atomic Weight (At.wt)

وهو الوزن الذري للعنصر مقدراً بالغرامات والذي يحتوي على عدد معين من الذرات المسمى بعدد أفوكادرو ($10^{23} \times 6.02$) مثلاً " $C=12$, $H=1$, $O=16$ وبقية العناصر راجع الجدول الدوري) .
(مراجعة لمعطومات سابقة)

2. الوزن الجزيئي الغرامي (المول) Gram Molecular Weight

وهو وزن الصيغة الجزيئية للمركب أو الوزن الجزيئي للعنصر مقدراً بالغرامات (أي وزن عدد أفوكادرو من الذرات أو الجزيئات $10^{23} \times 6.02$) ويحسب وزن الصيغة الجزيئية للمركب على أساس مجموع الأوزان الذرية للعناصر الداخلة في تكوين المركب مقدرة بالغرامات .
الوزن الجزيئي لمركب = مجموع الأوزان الذرية لعناصره \times عدد ذرات هذه العناصر في المركب

مثال:- جد الوزن الجزيئي للماء H_2O إذا علمت إن الوزن الذري ($H=1$) ، ($O=16$)
الوزن الجزيئي H_2O = الوزن الذري لـ $O \times$ عدد ذراته + الوزن الذري $H \times$ عدد ذراته
 $18 = 2 + 16 = 2 \times 1 + 1 \times 16 =$

مثال : جد الوزن الجزيئي لحمض الخليك CH_3COOH



$$60 = 1 + (16 \times 2) + 12 + (1 \times 3) + 12$$

Wt.

$$(n) = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}}$$

M.Wt.

and

no. of Molecules

$$(n) = \frac{\text{no. of Molecules}}{6.02 \times 10^{23}}$$

مثال// ما وزن مول واحد من الكلوكوز وزنه الجزيئي 180 غم/مول ؟

Wt.

$$n = \frac{\text{Wt.}}{\text{M.Wt.}} \rightarrow \text{Wt.} = n \times \text{M.Wt.} = 1 \text{ Mole} \times 180 \text{ gm/mole}$$

M.Wt.

$$\text{Wt.} = 180 \text{ gm}$$

مثال// ما عدد ذرات الكربون في مول واحد من الكلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ؟

no. of Molecules

$$(n) = \frac{\text{no. of Molecules}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{no. of Molecules} = n \times 6.02 \times 10^{23} = 1 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيئة سكر}$$

ولما كانت كل جزيئة سكر تحتوي على (6) ذرات كربون

∴ عدد ذرات الكربون في مول واحد من السكر = $6.02 \times 6 \times 10^{23} = 36.12 \times 10^{23}$ ذرة

3. الوزن المكافئ الغرامي Gram Equivalent Weight

تتفاعل (تتحد) العناصر الكيميائية فيما بينها إستناداً الى نسب وزنية Weight Ratio وغالباً ماتكون هذه النسبة هي نسبة الأوزان الذرية للعناصر .

وعليه فإن 8 gm من الأوكسجين O ستتفاعل بدقة مع 20 gm من الكالسيوم Ca لتكوين أوكسيد الكالسيوم CaO .

أي إنه 1 مكافئ من عنصر ما = 1 وزن مكافئ من نفس العنصر بالغرام

1 وزن مكافئ من مركب ثنائي = وزن ذلك المركب الذي يحتوي على مكافئ واحد

وعليه يمكن تعريف الوزن المكافئ الغرامي بأنه الوزن المكافئ للعنصر أو المركب مقدراً بالغرامات الوزن المكافئ الغرامي للعنصر :- هو عدد أوزان العنصر المتحدة منه أو التي تحل محل 8 أوزان من الأوكسجين أو وزناً واحداً من الهيدروجين أو 1 وزن من الكربون . ويحسب من المعادلة التالية :-

وزنه الذري At . Wt

$$\frac{\text{At . Wt}}{\text{التكافؤ Valence}} = \text{Eq . wt للعنصر}$$

حساب الأوزان المكافئة :-

$$\text{للجزيئات Eq.Wt} = \frac{\text{M.Wt}}{\text{Valence}}$$

أو

$$\text{للعناصر Eq.Wt} = \frac{\text{At.Wt}}{\text{Valence}}$$

س// ماهو الوزن المكافئ للقصدير Sn إذا علمت إنه رباعي التكافؤ ووزنه الذري هو 118.7 g/Mole ؟

$$\text{Eq.Wt} = \frac{118.7}{4} = 29.68 \text{ g/eq.}$$

الوزن المكافئ الغرامي للمركب:-

هو وزن المركب الذي يتحد مع أو يحل محل وزن من الهيدروجين أو ثمانية أوزان من الاوكسجين أو اثنا عشر وزناً من الكربون .
ويحسب كما يأتي :

1. الوزن المكافئ للحامض : وهو الوزن الجزيئي للحامض مقسوماً على عدد يملكه من ذرات الهيدروجين الفعالة أو القابلة للانحلال أو على عدد مجاميع الهيدروكسيل (OH) المتفاعلة معها .

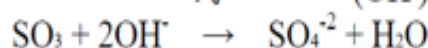
$$\text{Eq.Wt. of } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{M.Wt } 98}{2} = \frac{98}{2} = 49$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{\text{M.Wt}}{3}$$

$$\text{HClO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{\text{M.Wt}}{1}$$

2. الوزن المكافئ للمادة التي تسلك سلوك الحامض (تتفاعل مع القاعدة):-

ويساوي وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد مجاميع (OH) المتفاعلة معها.



$$\text{Eq.wt.SO}_3 = \frac{\text{M.wt } 80}{2} = \frac{80}{2} = 40$$

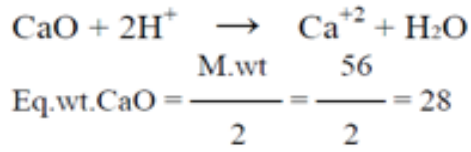
3. الوزن المكافئ للقاعدة:- هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد مجاميع (OH) الهيدروكسيل الفعالة (القابلة للانحلال) . أو عدد ذرات H المتفاعلة معها

$$\text{KOH}, \text{NaOH}, \text{LiOH} = \frac{\text{M.wt}}{1}$$

$$\text{Ca(OH)}_2, \text{Mg(OH)}_2 = \frac{\text{M.wt}}{2}$$

$$\text{Al(OH)}_3, \text{Fe(OH)}_3 = \frac{\text{M.wt}}{3}$$

4. الوزن المكافئ للمادة التي تسلك سلوك القاعدة (التي تتفاعل مع الحامض) . هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد ذرات H المتفاعلة معها .



5. الوزن المكافئ للأملاح:-

هو وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد ذرات الفلز مضروباً في تكافؤه .

$$\text{AgCl} , \text{KCl} , \text{NaCl} , \text{NaNO}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{1 \times 1}$$

$$\text{MgCl}_2 , \text{CdCl}_2 , \text{HgCl}_2 , \text{MnCl}_2 , \text{FeCl}_2 = \frac{\text{M.Wt}}{2 \times 1}$$

$$\text{FeCl}_3 , \text{AlCl}_3 = \frac{\text{M.Wt}}{3 \times 1}$$