

Chemistry: Is a science concerned with the study of matter, including its composition, structure, physical properties, reactivity, changes occur to it and emitted or absorbed energies accompany these changes.

الكيمياء : هو العلم الذي يعنى بدراسة خواص وتركيب ومكونات المواد والتغيرات التي تحدث لها والطاقة المنبعثة او الممتصة التي تصاحب هذا التغيير.

There are many approaches to studying chemistry, but, according to the type of materials and the purpose of their studies, we traditionally divide it into five fields: organic, inorganic, physical, biochemical, and analytical. Other branches are theoretical chemistry, quantum chemistry, nuclear chemistry etc.

Analytical Chemistry:

الكيمياء التحليلية:

Is a measurement science deals with the study on the identification of materials composition and the determination of the amount of each component presented by an expression of concentration directly or indirectly (after separation). Analytical chemistry helped in understanding the natural phenomena through providing the knowledge about quantitative relations of the phenomena. It develops chemistry science and other sciences since most of the laws based on the quantitative analysis.

الكيمياء التحليلية تتضمن تحديد هوية مكونات المواد وتقدير كمية هذه المكونات بأسلوب مباشر أو غير مباشر (اي بعد فصل المكونات). للكيمياء التحليلية الفضل في فهم الظواهر الطبيعية وتطوير علم الكيمياء والعلوم الاخرى من خلال توفير المعلومات الكمية التي ساهمت بوضع القوانين.

Analytical chemistry includes three types of analysis; qualitative, quantitative and instrumental analysis.

1- Qualitative Analysis:

التحليل النوعي (الوصفي):

It is process of many steps that through which elements, material, compounds, elements forming certain material or a mixture of materials can be identified at liquid, gas or solid phases. This process is the first step in analysis.

التحليل النوعي: هو عملية تتكون من عدة خطوات يمكن من خلالها تحديد هوية المادة أو مكوناتها من العناصر أو المركبات أو مزيج المواد سواء أكانت في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية وهذه العملية هي الخطوة الأولى في التحليل الكيميائي.

2- Quantitative Analysis:

التحليل الكمي:

It is a process deals with the determination of the amount (how much) of the elements or other components that form the analyzed material (compound or mixture). Quantitative analysis cannot be preceded without processing qualitative analysis.

التحليل الكمي: يبحث في تقدير كمية وتركيز المكونات أو العناصر الداخلة في تركيب المركب الكيميائي أو الخليط ولا يمكن تقدير المادة تقديرًا كميًا ما لم يتم تحليلها نوعيًا.

Quantitative analysis can be divided into two methods of analysis; gravimetric and volumetric analysis.

A- Gravimetric Analysis:

التحليل الوزني:

Gravimetric analysis includes the processes that enable us to determine the weight of the analyte or some compound chemically related to it either in direct or indirect methods.

- Direct method done by measuring the weights of the analytical process products, which should be of definite and defined composition or structure.
- Indirect method done by following the weight losses of the materials or their components.

التحليل الوزني يضم العمليات التي يتم فيها قياس وزن المادة قيد التحليل أو بعض مكوناتها بصورة مباشرة عن طريق وزن نواتج عمليات التحليل، أو بصورة غير مباشرة من خلال قياس الفقدان في وزن المواد أو مكوناتها.

B- Volumetric Analysis:**التحليل الحجمي:**

Direct and indirect methods are used in this process to determine the weights of the materials or their components and include the following:

التحليل الحجمي يتضمن طرق مباشرة وغير مباشرة لتعيين أوزان المواد أو بعض مكوناتها وتشمل هذه الطرق ما يلي:

❖ Titration methods:**طرائق التسحيح:**

In these methods the volume of solution of defined concentration, which is required to complete the reaction with the materials or their components, is measured. From this volume and the knowledge of the balanced reaction equation one can estimate the concentration or the amount of the materials or their components. Indicators (pigments such as phenolphthalein) are used to define the end point of the reaction (equivalent point) since they show sudden and sharp change in physiochemical properties such as turbidity or color at the end point.

في طرائق التسحيح يتم حساب حجم المحلول ذو التركيز المعلوم واللازم لإكمال التفاعل مع المواد أو مكوناتها ويتم الاستدلال على انتهاء التفاعل عند نقطة معينة تسمى نقطة التكافؤ بواسطة استخدام الدلائل (مثل صبغة الفينولفثالين) وهي مواد تعطي تغيراً حاداً في خواص المحلول كاللون أو التعكير الذي نلاحظهما بالعين المجردة أو تقاس بالطرق الكيميائية الفيزيائية كقياس فرق الجهد أو التوصيل الكهربائي.

❖ Gas Analysis:**التحليل الغازي:**

In this method, the amounts of consumed gases or the amounts of gas product as a result of the gas material reaction with other material are determined.

تقاس بهذه الطريقة كمية الغازات المستهلكة أو الغازات الناتجة من تفاعل المادة قيد الدراسة مع مواد أخرى بحيث تعطي غازاً يمكن تقديره.

3- Instrumental Analysis (Physiochemical methods of analysis):

التحليل الآلي:

Instrumental analysis is a field of analytical chemistry that investigates materials or their components using scientific instruments through the measurement of certain analyte properties such as conductivity, turbidity, electrode potential, light absorption or emission, refractive index, mass-to-charge ratio, etc. These measurements depend on and relate to the concentration of the material or its components directly or indirectly.

تتضمن طرق التحليل الآلي استخدام الأجهزة لقياس المادة أو مكوناتها عن طريق قياس بعض من خواصها الفيزيائية أو الكيميائية مثل التوصيلة الكهربائية، العكورة، القياسات الجهدية، امتصاص أو انبعاث الأشعة، معامل الانكسار.... الخ بشكل مباشر أو غير مباشر بشرط أن تكون القياسات ذات علاقة تناسبية مع التركيز.

Steps of Chemical Analysis:

خطوات التحليل الكيميائي:

A typical quantitative analysis includes a sequence of many steps; a modification in these steps depend on nature, size, and complicity of the sample, the accuracy required and availability of reagents, chemicals, equipment and apparatus.

Step 1: Choosing a Method:

اختيار الطريقة:

The essential first step in any quantitative analysis is the selection of a method that should be suitable to the nature of the sample, number of samples and accuracy required. The selected method is usually represents a compromise between the accuracy required and the time and money available for the analysis. In addition, some samples like archaeological or forensic samples need a nondestructive method to keep the samples without destruction.

الخطوة الرئيسية في أي تحليل كيميائي هي اختيار الطريقة التحليلية المناسبة والتي تعتمد على طبيعة النموذج وعدد النماذج والدقة المتوخاة في القياس وأيضا كونها طريقة غير اتلافية خاصة لبعض النماذج الأثرية والجريمة والتي تتطلب المحافظة عليها كما هي.

Step 2: Sampling:**اختيار العينات أو النماذج:**

Sampling is the process of collecting a small mass of a material whose composition accurately represents the bulk of the material being sampled and it is a very important criterion. This fraction of the material, with which we plan to work, is truly representative of the whole of sample. When the bulk is large and heterogeneous, great effort is required to get a representative sample.

أختيار العينات هو عملية جمع كتلة صغيرة من مادة تمثل كل المادة المقاسة وبدقة، وتعتبر خطوة حرجية ومعياري مهم جداً. عندما تكون المادة المراد تحليلها كبيرة وغير متجانسة، فالمطلوب بذل جهد كبير للحصول على عينة تمثيلية من خلال اختيار وتجميع عدد كبير من العينات.

Step 3: Preparing a Laboratory Sample:**تحضير النموذج المختبري:**

A solid laboratory sample must process in one of several different ways to be ready for the analysis:

1. Grinding and crashing to decrease particle size of the sample granules.
2. Mixing well to produce a homogenized sample.
3. Turning the sample into a phase or formula could be attacked by reagent.
4. Care should be taken to avoid the interferences or any other factors affecting the estimation such as contamination.

يجب معاملة النموذج المختبري بأحدى الطرق المختلفة ليكون جاهز لعملية التحليل والقياس ويتم ذلك بالسحق والطحن لتقليل الحجم الجزيئي لحبيبات النموذج، ومن ثم الخلط الجيد للحصول على عينة متجانسة. أيضاً تحويل النموذج إلى طور أو هيئة يمكنها التفاعل مع الكاشف. وأخيراً يجب توخي الحذر من التداخلات التي تسببها المكونات الأخرى للمادة أو أي عوامل أخرى تؤثر على عملية القياس كتلوث النموذج.

Step 4: Procurement of Measured Quantity of the Sample: *قياس كمية من النموذج:*

If the sample is solid, certain weight of the dried homogenized sample is taken using calibrated balance while if it is liquid certain volume is taken.

يتم وزن جزء من النموذج اذا كان صلب او يؤخذ حجم معين من النموذج السائل لاغراض التحليل.

Step 5: Dissolution of the Measured Sample: *اذابة النموذج المقاس:*

Most analyses are performed on solutions of the sample made with a suitable solvent. Ideally, the solvent should dissolve the entire sample, including the analyte, rapidly and completely and should not interfere in the analysis. Water is a magic solvent for almost all the inorganic materials and some of the organic materials. Organic materials require organic solvents like alcohols, carbontetrachloride and chloroform. Fusion is used for melting samples which do not dissolve in common solvents.

معظم التحاليل تؤدي لمحاليل النماذج المذابة في مذيب مناسب يعمل على اذابة النموذج تماما وبوقت قصير وبدون ان يتداخل مع المادة المراد قياسها. يعتبر الماء المذيب المثالي لمعظم المواد اللاعضوية وبعض المواد العضوية اما بقية المواد العضوية فتحتاج الى مذيبات عضوية مثل الكحولات، رابع كلوريد الكربون والكلوروفورم.

Step 6: Separation of the Interfering Substances: *فصل المواد المتداخلة:*

To measure the sample freely from interferences by other components, certain steps should be taken such as chemical separation or using masking agents.

لقياس النموذج بدون اي تداخل بسبب وجود المكونات الاخرى، يتم استخدام الفصل الكيميائي وكذلك المواد الماسكة لتجنب حدوث التداخل اثناء القياس.

Step 7: Completion of the Analysis: *اتمام التحليل:*

This step concern with the measurement of the substance or component under consideration precisely using a suitable method by precipitation or color formation, titration etc.

تهتم هذه الخطوة بقياس المادة او المكون قيد الدراسة باستخدام وسيلة مناسبة مثل الترسيب، تكوين اللون، التسحيحالخ.

Step 8: Calculations and Data Analysis:**الحسابات وتحليل النتائج:**

From the numeric results obtained by measurements, the final result is calculated using the weight or the volume of the analyzed sample. The final results may be evaluated by statistical analysis.

يتم حساب التركيز من خلال نتائج القياسات وباستخدام وزن او حجم النموذج المقاس، كما يمكن ايضا تقييم النتائج النهائية احصائيا.

Calculation of Equivalent weight:**حساب الوزن المكافئ:****1- Acids:****الحوامض:**

$$\text{eq. wt (acid)} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of ionized hydrogen atoms (H}^+)}$$

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{ذرات الهيدروجين المتأينة عدد (H}^+)} = \text{الوزن المكافئ للحامض}$$

Ex. Calculate the equivalent weight for hydrochloric and sulfuric acid (Atomic weight: Cl= 35.5, H=1, O=16, S= 32).

For HCl:

$$\begin{aligned} \text{eq. wt} &= \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of ionized hydrogen atoms (H}^+)} \\ &= \frac{(1+35.5) \text{ g/mole}}{1} = 36.5 \text{ g/eq} \end{aligned}$$

For H₂SO₄:

$$\text{eq. wt} = \frac{[(2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16)] \text{ g/mole}}{2} = 49 \text{ g/eq}$$

2- Bases:**القواعد:**

$$\text{eq. wt (base)} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of ionized hydroxide groups (OH}^- \text{)}}$$

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة (OH}^- \text{)}} = \text{الوزن المكافئ للقاعدة}$$

Ex. Calculate the equivalent weight for sodium hydroxide and aluminum hydroxide (Atomic weight: H=1, O=16, Na= 23, Al= 27).

For NaOH:

$$\begin{aligned} \text{eq. wt} &= \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of ionized hydroxide groups (OH}^- \text{)}} \\ &= \frac{(23+1+16) \text{ g/mole}}{1} = 40 \text{ g/eq} \end{aligned}$$

For Al (OH)₃:

$$\text{eq. wt} = \frac{[27+(3 \times 1)+(3 \times 16)] \text{ g/mole}}{3} = 26 \text{ g/eq}$$

3- Salts:

الاملاح:

$$\text{eq. wt (salt)} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of cations x oxidation number of cations}}$$

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ذرات الفلز x عدد تأكسده}} = \text{الوزن المكافئ للملح}$$

Ex. Calculate the equivalent weight for calcium chloride and ferric sulfate (Atomic weight: Ca=40, Cl=35.5, S= 32, Fe= 56, H=1, O=16).

For CaCl₂:

$$\begin{aligned} \text{eq. wt} &= \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of cations x oxidation number of cations}} \\ &= \frac{(40+(2 \times 35.5) \text{ g/mole}}{2 \times 1} = 55.5 \text{ g/eq} \end{aligned}$$

For Fe₂ (SO₄)₃:

$$\text{eq. wt} = \frac{[(2 \times 56)+(3 \times 32)+(12 \times 16)] \text{ g/mole}}{3 \times 2} = 66.667 \text{ g/eq}$$

4- Oxidizing and Reducing Agents:**العوامل المؤكسدة والمختزلة:**

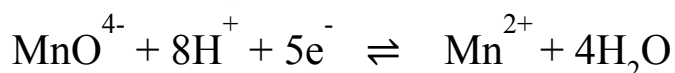
$$\text{eq.wt (oxidizing agent)} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of gained electrons}}$$

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

$$\text{eq.wt (reducing agent)} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of lost electrons}}$$

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

Ex. Calculate the equivalent weight for potassium permanganate (Atomic weight: K= 39, Mn=55, O=16).



نلاحظ من المعادلة السابقة حدوث اكتساب للإلكترونات أي أن KMnO_4 عامل مؤكسد.

$$\text{eq.wt} = \frac{\text{Mwt}}{\text{no. of gained electrons}}$$

$$= \frac{(39+55+(4 \times 16) \text{ g/mole})}{5} = 31.6 \text{ g/eq}$$

Exercise: Calculate the equivalent weight for the following compounds:

Fe(OH)_3 , K_2CrO_4 , NaF , HI , ZnCl_2 , Pb(OH)_2 , H_3PO_4 , Na_2CO_3 ,
 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , NH_4OH , CH_3COOH , Ca(OH)_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,
 Na_3PO_4 .