

أسس الكيمياء التحليلية Fundamentals of Analytical Chemistry

المصادر

1. أسس الكيمياء التحليلية : د. مؤيد قاسم العبايجي و د. ثابت سعيد الغيثية .
2. الأساسيات النظرية للكيمياء التحليلية اللاعضوية : د. هادي كاظم عوض و د. جواد البدري .
3. Chemical Calculations: An Introduction to use Mathematics in Chemistry . by Sidney W. Benson

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 كمياً.

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.

أهميتها:-

1. تدخل الكيمياء التحليلية في حل الكثير من المشكلات العلمية المتصلة بفروع علم الكيمياء والعلوم الأخرى.
2. تستخدم كوسيلة هامة في إجراء البحوث العلمية الصرفة والتطبيقية في المجالات البيولوجية، الزراعية، الهندسية وغيرها.

صفات المحلل الكيميائي:-

- ينبغي للمحلل الكيميائي الدقيق أن يتصف بعدة صفات منها:-
1. أن يكون ملماً بالطرق العلمية الخاصة باستخدام أجهزة التحليل.
 2. أن يكون متفهماً للأسس النظرية التي تعمل وفقها أجهزة التحليل المختلفة. وبذلك يكون قادراً على استخدام وتطبيق تلك الطرائق وكذلك (تطويرها).
 3. أن يكون قادراً على ممارسة البحث العلمي وأستحداث طرق تحليلية جديدة وله القدرة على تقييم وتفسير نتائج التحليل. وبذلك فهو يختلف عن مساعد المختبر الذي يتقيد بخطوات العمل بشكل تقليدي بحت.

Classification of Analytical Chemistry

تصنيف الكيمياء التحليلية:-

يمكن تصنيف الكيمياء التحليلية اعتماداً على:-

1. وزن النموذج أو (حجم النموذج).
2. الغرض من التحليل.
3. وسيلة التحليل.

1. حسب وزن النموذج:-

- أ. الطرق الماكروية Macro للنماذج التي تتراوح أوزانها بحدود (100) ملغم.
- ب. الطرق شبه المايكروية Semi Micro للنماذج التي تتراوح أوزانها بحدود (10) ملغم.
- ج. الطرق المايكروية Micro للنماذج التي تتراوح أوزانها بحدود (1) ملغم.
- د. الطرق فوق المايكروية Ultra Micro للنماذج التي تتراوح أوزانها بحدود (0.001) ملغم.
- هـ. طرق أجزاء المايكروغرام Submicrogram Sample للنماذج بحدود (0.01) مايكروغرام.

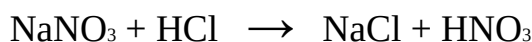
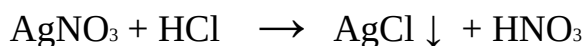
2. حسب الغرض من التحليل:-

أ. الكيمياء التحليلية الوصفية (النوعية) أو التحليل الكيميائي النوعي. Qualitative

Analytical Chemistry

وهي فرع من فروع الكيمياء وتبحث في كيفية فصل العناصر أو المواد من المخاليط والتعرف عليها (تشخيصها) من خلال طرق الفصل Separation Methods وكذلك التعرف على حامضية Acidity وقاعدية Basicity المركبات أو المخاليط ويتم ذلك من خلال:-
أولاً:- استخدام الحواس:- المذاق للسكريات و الأملاح وتمييز اللون والشكل البلوري (كما في حالة الفحم والكبريت).

ثانياً:- استخدام المواد الكيميائية:- عندما تعجز عن التمييز والتشخيص بالطريقة الاولى كما في حالة نترات الفضة $AgNO_3$ ونترات الصوديوم $NaNO_3$ كونهما متشابهان في اللون والصفات الطبيعية الأخرى لذلك يمكن اللجوء إجراء تفاعل كيميائي لهذه المواد مع حامض الهيدروكلوريك HCl على سبيل المثال حيث تعطي المادة الأولى $AgNO_3$ راسب أبيض هو كلوريد الفضة $AgCl$ بينما لايتكون راسب مع المادة الثانية $NaNO_3$.



ويمكن إجراء عمليات كيميائية (تحليلات كيميائية) أخرى مثل الذوبان Solubility ، الترسيب Precipitation أو الترشيح Titration للتعرف على وجود العنصر أو المركب.

ب- الكيمياء التحليلية الكمية:- Quantitative Analytical Chemistry

وهو ذلك الفرع من فروع الكيمياء المختص بالتقدير الكمي للعناصر أو الجذور الحامضية أو القاعدية أو المركبات الموجودة في عينة ما Sample تقديرأ كميأ.

3. التصنيف حسب وسيلة التحليل:-

يمكن أن يكون هذا التصنيف على عدة أقسام وهو تصنيف خاص بالكيمياء التحليلية الكمية وكما يأتي :-

Volumetric Analysis

أ. التحليل الكمي الحجمي:-

في هذه الطريقة يمكن تسحيح جميع أو جزء معلوم من محلول النموذج مع المحلول القياسي الى أن نحصل على نقطة النهاية End Point والتي عندها تكون كمية المحلول القياسي تكافئ تماماً المادة المراد تحليلها. ويمكن تعيين نقطة نهاية التفاعل من خلال :-

أولاً:- استخدام دلائل ذات طبيعة كيميائية ملونة Color Indicator

ثانياً:- قياس صفات المحلول الفيزيوكيميائية مثل قياس فرق جهد المحلول.

Gravimetric Analysis

ب. التحليل الكمي الوزني:-

حيث يتم تقدير كمية العنصر أو المركب بعملية وزنية بعد عملية ترسيب المادة ومن ثم فصلها ووزنها وهذه العملية تتطلب استخدام :-

أولاً:- مرسبات عضوية Organic Precipitant

ثانياً:- مرسبات لاعضوية Inorganic Precipitant

ثالثاً:- عملية الترسيب الكهربائي Electro deposition

ج. امتصاص الطاقة الضوئية:- Absorption of photo Energy

وتتضمن هذه الطريقة قياس كمية الطاقة الضوئية الممتصة من قبل المادة المراد تحليلها (عند طول موجي معين). ويمكن استخدام الطرق التالية لهذا الغرض:-

أولاً:- الطرق الطيفية المرئية (اللونية) Colorimetical Methods

ثانياً:- الطرق الطيفية في المنطقة فوق البنفسجية Ultra-Violet Spectroscopy

ثالثاً:- الطرق الطيفية في المنطقة تحت الحمراء Infra Red Spectroscopy

رابعاً:- طريقة الأشعة السينية X-ray Method

خامساً:- الرنين النووي المغناطيسي (NMR) Nuclear Magnetic Resonance

وتتضمن هذه الطريقة التفاعل بين موجات الراديو ونوى الذرات التي تكون في مجال مغناطيسي.

د. انبعاث الطاقة الضوئية:- Emission of Photo Energy

وتتضمن هذه الطريقة استثارة المادة الى مستويات عالية من الطاقة بواسطة الطاقة الضوئية أو الكهربائية وعند رجوع المادة الى مستوى طاقة منخفض ينبعث منها كمية من الطاقة الممتصة حيث تكون هذه الكمية مقياس لكمية المادة.

هـ. تحليل الغازات Analysis of Gases

أولاً:- الطريقة الحجمية Volumetric Methods وفيها يقاس التغير في حجم المادة بعد تصاعد أو امتصاص الغاز.

ثانياً:- الطريقة المانومترية Manometric Method حيث يتم قياس ضغط الغاز أو التغير في الضغط.

و. الطرق الكهروكيميائية Electro- chemical Methods

وتتضمن طرق البولاروغرافيا Polarography ، التحليل بقياس كمية الكهرباء ،

التحليل بقياس فرق الجهد Potentiometry ، التحليل بقياس التوصيل الكهربائي Conductometry

ز. التحليل الكروماتوغرافي Chromatographic Analysis

يستند التحليل الكروماتوغرافي على اختلاف المواد في ميلها للامتزاز Adsorption أو التجزئة (التوزيع) Partition أو التبادل Exchange من خلال سطح ممتز أو سطح ممتز مغلف بمذيب مناسب أو خلال مادة كيميائية. وبالتالي يمكن أن تنفصل تلك المواد على هذا السطح بقدرات مختلفة فيسهل تعيينها وتقديرها.

تنقسم طرق التحليل الكروماتوغرافي الى:-

أولاً:- كروماتوغرافيا الأمتزاز Adsorption Chromatography

ثانياً:- كروماتوغرافيا التبادل الأيوني Ion Exchange Chromatography

ثالثاً:- كروماتوغرافيا التجزئة Partition Chromatography

ويقصد به التحليل الكروماتوغرافي عن طريق الفصل، التجزئة (الانتشار) لخليط من عدة مواد وتنقسم هذه الطريقة الى :-

1. كروماتوغرافيا العمود Column Partition

2. كروماتوغرافيا الورق Paper Partition Chromatography

3. كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة Thin Layer Chromatography

4. كروماتوغرافيا الغاز Gas Chromatography

ح. طرق أخرى:-

أولاً:- التحليل باستخدام البولارميتر Polarimetry

ثانياً:- التحليل باستخدام انكسار الضوء Refractometry

ثالثاً:- مطياف الكتلة Mass Spectrometry

رابعاً:- طرق تحليل المواد المشعة Radiochemical Methods

خامساً:- التوصيل الحراري Thermal Conductivity

استنتاج

بناءً على ماورد فإنه يمكن تصنيف طرق التحليل الى:-

1. طرق كيميائية:- تتضمن عمليات كيميائية واستخدام أجهزة وزجاجيات بسيطة.
2. طرق آلية:- تتضمن استخدام الآت وأجهزة معقدة تعتمد على الكهربائية، البصريات والحرارة حيث يتطلب التحليل قياس الطاقة التي لها علاقة بتركيز النموذج.

محاسن الطرق الآلية:-

1. يكون التشخيص أو التعيين سريعاً.
2. يمكن استخدام نموذج صغير.
3. يمكن تحليل النماذج المعقدة.
4. الحصول على حساسية عالية.
5. الحصول على قياسات موثوق بها.

عيوب وتحديات الطرق الآلية:-

1. نحتاج الى عملية معايرة Calibration أولية.
2. تعتمد الحساسية والدقة على مرجع الجهاز أو الآلة أو الطريقة الكيميائية المستخدمة في المعايرة.
3. غالباً ماتكون الدقة النهائية بحدود $\pm 5\%$.
4. تكاليف الأجهزة وإدامتها عالية.
5. تحتاج الى مكان واسع في المختبر.
6. تتطلب تدريب خاص.

محاسن الطرق الكيميائية التقليدية:-

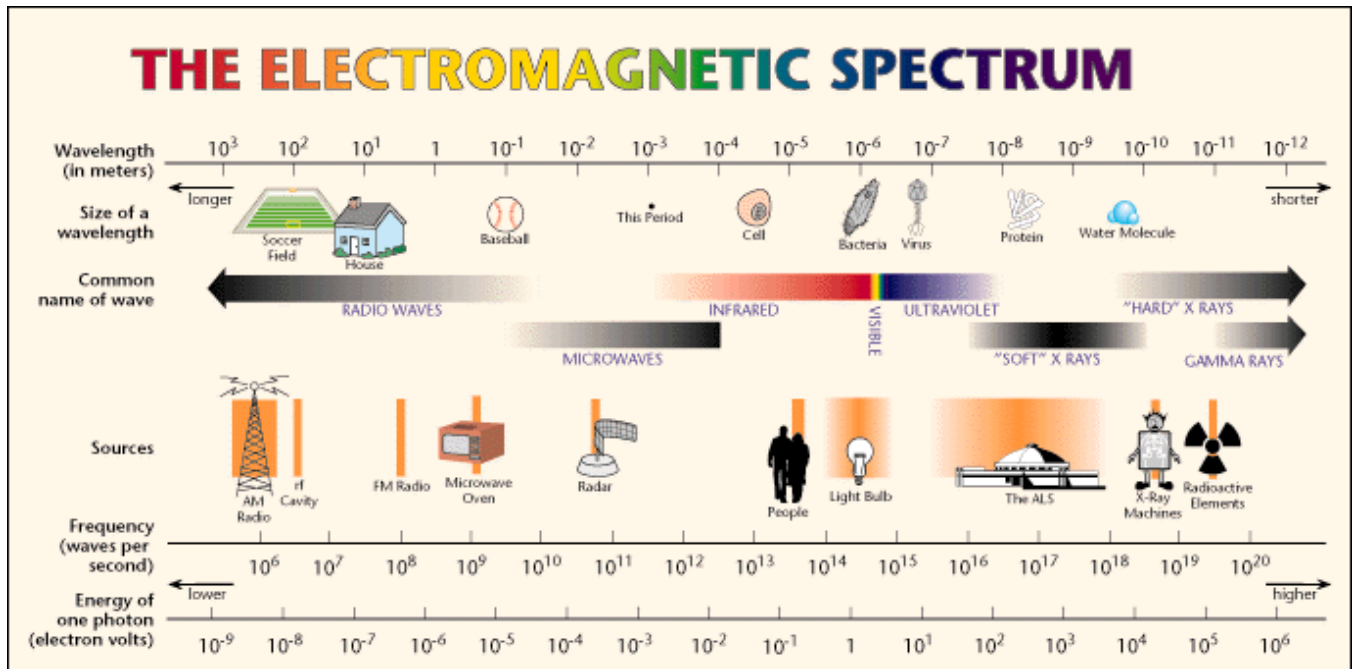
1. تكون الطريقة بسيطة.
2. تكون الطريقة مضبوطة.
3. بشكل عام تعتمد على قياسات مطلقة.
4. تكون الأجهزة المستخدمة رخيصة الثمن.

عيوب وتحديات الطرق الكيميائية التقليدية :-

1. فقدان في الخصوصية .
2. تكون الطريقة نوعاً "ما ملة وتستغرق وقتاً" طويلاً .
3. تنخفض الدقة بانخفاض الكمية المحللة .
4. تكون الظروف الكيميائية المحيطة حرجة .

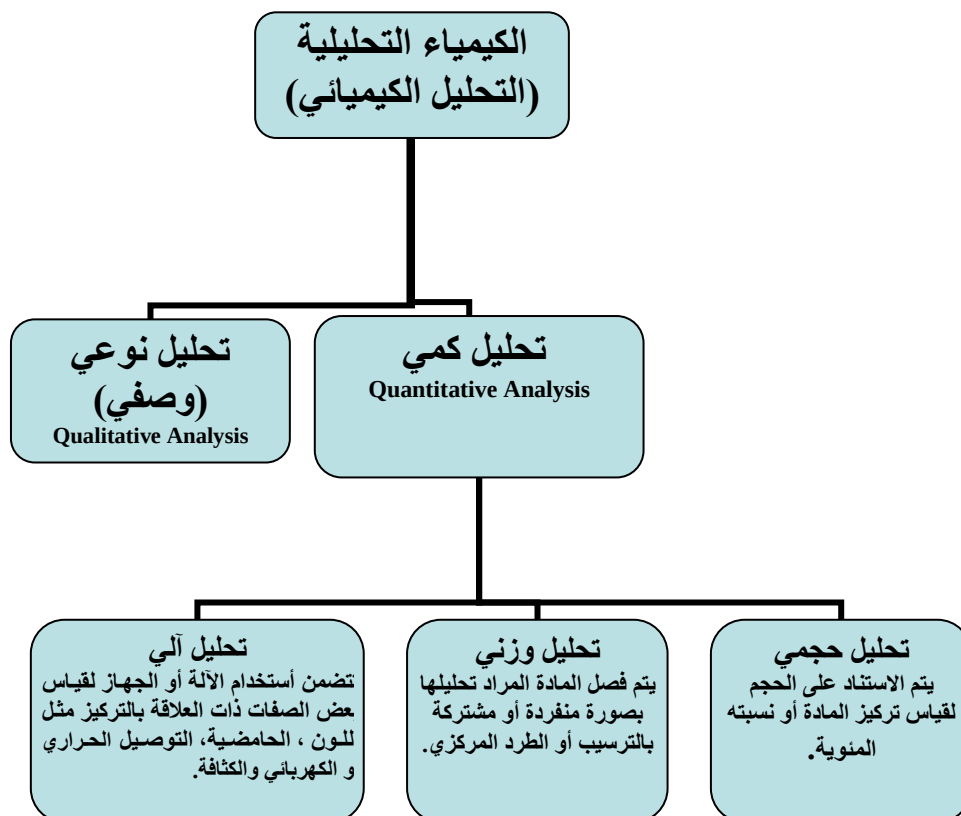
جدول يبين مناطق الطيف الكهرومغناطيسي

Region	Wavelength (Angstroms)	Wavelength (centimeters)	Frequency (Hz)	Energy (eV)
Radio	$> 10^9$	> 10	$< 3 \times 10^9$	$< 10^{-5}$
Microwave	$10^9 - 10^6$	$10 - 0.01$	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^{12}$	$10^{-5} - 0.01$
Infrared	$10^6 - 7000$	$0.01 - 7 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{12} - 4.3 \times 10^{14}$	$0.01 - 2$
Visible	$7000 - 4000$	$7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{14} - 7.5 \times 10^{14}$	$2 - 3$
Ultraviolet	$4000 - 10$	$4 \times 10^{-5} - 10^{-7}$	$7.5 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$	$3 - 10^3$
X-Rays	$10 - 0.1$	$10^{-7} - 10^{-9}$	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$	$10^3 - 10^5$
Gamma Rays	< 0.1	$< 10^{-9}$	$> 3 \times 10^{19}$	$> 10^5$



جدول (2) يبين مناطق الطيف المرئي

Red	6300 - 7600 Å
Orange	5900 - 6300 Å
Yellow	5600 - 5900 Å
Green	4900 - 5600 Å
Blue	4500 - 4900 Å



بعض المصطلحات

Specific Gravity	الوزن النوعي	gm	غرام
Dilution	تخفيف	Kg	كيلوغرام
Solution	محلول	Percent	نسبة مئوية
Solute	مذاب	Aqueous	مائي
Salt	ملح	Organic Solvent	مذيب عضوي
Molarity	مولارية	Molecular Weight	الوزن الجزيئي
Formality	فورمالية	Molecular Formula	الصيغة الجزيئية
Normality	عيارية	Equivalent Weight	وزن مكافئ
Reducing Agent	عامل مختزل	Defined	يعرف
Oxidizing Agent	عامل مؤكسد	ppm	جزء لكل مليون
Acid	حامض	ppb	جزء لكل بليون
Base	قاعدة	Per	لكل
Substitution	تعويض	ml	مللتر
Units	وحدات	L	لتر. Liter.
Microgram μgm	مايكرو غرام		
Nanogram	نانو غرام		
mg	ملغرام		