بسم الله الرحمن الرحيم

أ.م.د. طارق خالد البشر

أسس الكيمياء التحليلية Fundamentals of Analytical Chemistry

المصادر

1. أسس الكيمياء التحليلية : د. موفق قاسم العبايجي و د. ثابت سعيد الغبشة .
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 البايولوجية، الزراعية، الهندسية وغيرها.

صفات المحلل الكيميائي:-

ينبغي للمحلل الكيميائي الدقيق أن يتصف بعدة صفات منها:-

1. أن يكون ملماً بالطرق العلمية الخاصة بأستخدام أجهزة التحليل.
2. أن يكون متفهماً للأسس النظرية التي تعمل وفقها أجهزة التحليل المختلفة. وبذلك يكون قادراً على أستخدام 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.

تصنيف الكيمياء التحليلية:- Classification of Analytical Chemistry

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:- **أستخدام الحواس**:- المذاق للسكريات و الأملاح وتمييز اللون والشكل البلوري (كما في حالة الفحم والكبريت).

ثانياً:- **أستخدام 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 $NaNO_3$.

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$

$$NaNO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_3$$

ويمكن إجراء عمليات كيميائية (تحليلات كيميائية) أخرى مثل الذوبان Solubility ، الترسيب Precipitationأو 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 تقديراً كمياً.

3.التصنيف حسب وسيلة التحليل:-

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

أ. التحليل الكمي الحجمي:- Volumetric Analysis

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:- أستخدام دلائل ذات طبيعة كيميائية ملونة Color Indicator

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

ب. **التحليل الكمي الوزني:-** Gravimetric Analysis

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) Colorimetrical 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 Nuclear Magnetic Resonance(NMR)

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 التغيير في حجم المادة بعد تصاعد أو امتصاص الغاز.**

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

و. **الطرق الكهروكيمائية** **Electro- chemical Methods**

وتتضمن طرق البولاروغرافيا Polarography ، التحليل بقياس كمية الكهربائية ، 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 بأستخدام 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

بناءاً على ماورد فأنه 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 وتحديدات 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 5% ± .
4. تكاليف الأجهزة وإدامتها عالية.
5. تحتاج الى مكان واسع في المختبر.
6. تتطلب تدريب خاص.

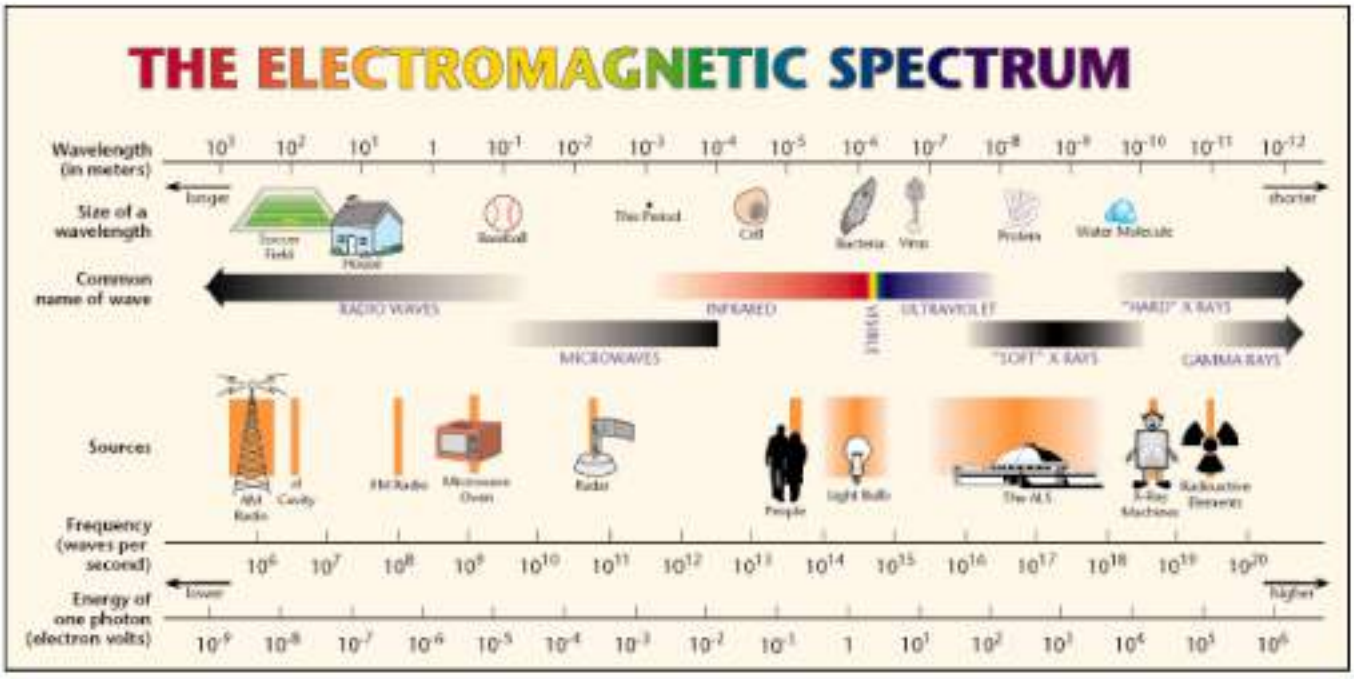
محاسن الطرق الكيميائية التقليدية:-

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

عيوب وتحديدات الطرق الكيميائية التقليدية :-

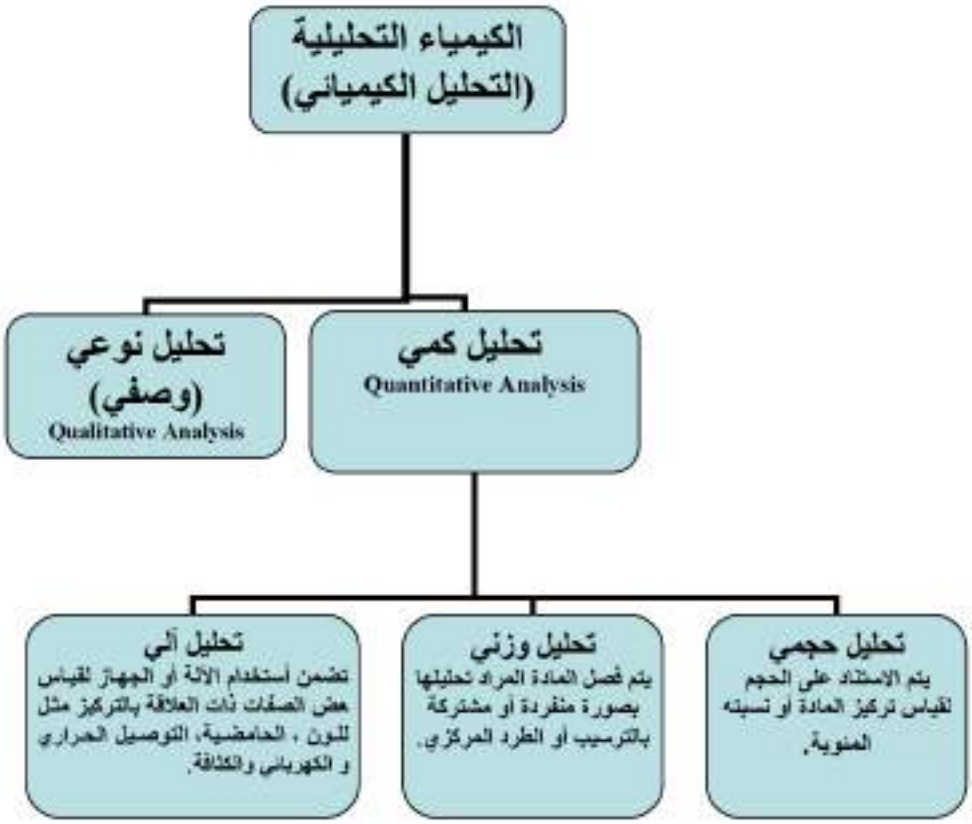
1. فقدان في الخصوصية .
2. تكون الطريقة نوعا"ما مملة وتستغرق وقتا" طويلا" .
3. تنخفض الدقة بانخفاض الكمية المحللة .
4. تكون الظروف الكيميائية المحيطة حرجة .

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		
Formality	فورمالية	Molecular Weight	الوزن الجزيئي
Normality	عيارية		
Reducing Agent	عامل مختزل	Molecular Formula	الصيغة الجزيئية
Oxidizing Agent	عامل مؤكسد		
Acid	حامض	Equivalent Weight	وزن مكافئ
Base	قاعدة		
Substitution	تعويض	Defined	يعرف
Units	وحدات	ppm	جزء لكل مليون
Microgram µgm	مايكروغرام	ppb	جزء لكل بليون
Nanogram	نانوغرام	Per	لكل
mg	ملغرام	ml	ملليتر
		L	لتر Liter.

Properties	خواص	Reagent	كاشف
Emission	انبعاث	Precise	دقيق
Absorption	امتصاص	Burette	ماصة
Inorganic	لاعضوية	Dissolve	يذيب
Organic	عضوية	Interfere	يتداخل
Physical	فيزيائية	Masking Agent	عوامل كاشفة
Analytical	تحليلية	Substance	مادة
Separation	فصل	Precipitation	ترسيب
Components	مكونات	Adjusting	ضبط
Qualitative	نوعي	Calculation	حسابات
Quantitative	كمي	End Point	نقطة الانتهاء
Material	مادة	Turbidity	العكورة
Compound	مركب	Equivalent Point	نقطة التكافؤ
Solid Phase	الحالة الصلبة	Gas Analysis	التحليل الغازي
Procedure	خطوات العمل	Conductivity	التوصيلية
Analysis	تحليل	Instrumental	آلي
Determination	تقدير	Physiochemical	فيزيوكيمياني
Mixture	خليط	Refractive Index	معامل الانكسار
Gravimetric	وزني	Thermal	حراري
Products	نواتج	UV	الأشعة فوق البنفسجية
Volumetric	حجمي	Visible	مرئي
Titration	تسحيح	Sample	نموذج
Concentration	تركيز	Wave Length	الطول الموجي
Indicators	دلائل	Spectrum	طيف
Radiation	إشعاع	Electro	كهربائي
Equilibrium	اتزان	Conductivimeter	مقياس التوصيلية الكهربائية
Spectrometer	مطياف		
Invisible	غير مرئي	Potentiometer	مقياس الجهدية
Solution	محلول	Nondestructive	لا إتلافي
Solvent	مذيب	Destructive	إتلافي
Steps	خطوات	Represent	يمثل
Accuracy	صحة النتائج	Laboratory	النموذج المختبري
Equipments	أجهزة	Sample	
Homogenized	متجانس	Contamination	تلوث
Crashing	سحق	Interpretation	تفسير
Grinding	طحن	Expression	تعبير
Formula	صيغة	Gram Equivalent	المكافئ الغرامي
		Density	الكثافة