جامعة البصرة
كلية التربية –القرنة
قسم الكيمياء
الكيمياء التحليلية
المرحلة الثانية
الدراسة الصباحية

الدكتور بسام عاشور رشيد

التحليل (الكمي) الوزنـــي
Gravimetric Analysis

الكيمياء التحليلية وفروعها

الكيمياء التحليلية

هي فرع من علم الكيمياء يهتم بالتقدير الكمي والنوعي للعناصر او المركبات المكونة للماده المراد تحليلها.

وينقسم هذا الفرع الى عدة طرق واساليب يمكن استخدامها ولكل منها استخداماته وأهميته منها:

1) التحليل الحجمي
2) التحليل الوزني
3) التحليل الحراري
4) التحليل النوعي
5) التحليل الطيفي
6) التحليل الآلي
7) التحليل الكهربائي

ويمكن لبعض هذه الطرق أن تكتشف وجود المركبات او العناصر وبحساسية عاليه

التحليل النوعي Qualitative Analysis

يهتم بدراسة ومعرفة نوع العنصر الداخل في تركيب المركب (اي هو عملية تشخيص العينة دون حساب كميتها).

التحليل الكمي Quantitative Analysis

يهتم بدراسة ومعرفة كمية العنصر او المواد الداخلة في تركيب المركب ويقسم الى:

Volumetric Analysis ا - التحليل الكمي الحجمي

(قياس الحجوم بالتسحيحات) Titration

Gravimetric Analysis ب- التحليل الكمي الوزني

(قياس الوزن بالترسيب او التطاير)

Instrumental Analysis ج- التحليل الالي

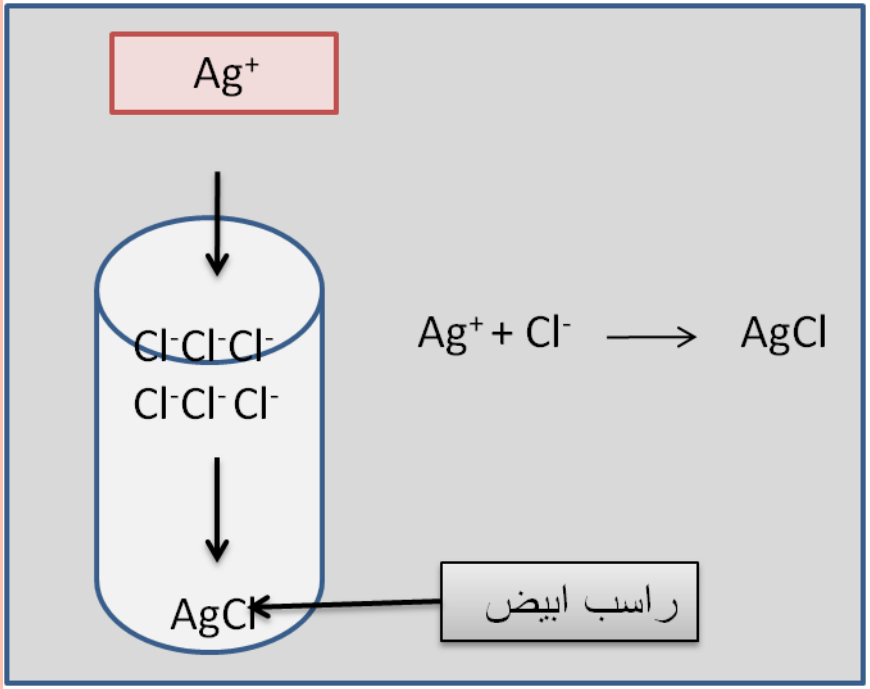
استخدام الاجهزة لقياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية .

دقة التحليل الوزني:

اذا احتوى النموذج على نسبة لا تقل عن 1% للمكون المراد تقديره فان دقة التحليل الوزني لا تقل عن دقة الكثير من طرق التحليل الكمي الاخرى, والاخطاء التي يحصل عليها لا تقل عن جزء او جزئيين من الالف, ولكن زيادة تعقيد النموذج وقلة الكميات المتوفرة للتحليل الوزني تزيد من نسبة الخطأ تجعل الطرق الوزنية أقل دقة من كثير من طرق التحليل الكمي الاخرى. وسبب ذلك يعود الى ان هذه الطرق تخضع الى كثير من المتغيرات مثل الذوبانية والتلوث والمتداخلات والتغيرات التي تحصل في صيغة التركيب الكيميائي للراسب الناتج.

ملاحظة / لا يمكن دراسة التحليل الكمي قبل التحليل النوعي اي يجب معرفة التحليل النوعي (اي دراسة نوع العناصر الموجودة ثم دراسة كميتها).

التحليل الوزني Gravimetric Analysis



ويتضمن تحويل المكون المراد تقديره الى مادة قليلة الذوبان في المحلول المحضر فيه او تحويل المكون الى مادة ثانية غير قابلة للذوبان. او يتحول المكون في المحلول من طور واحد الى طورين احدهما صغير الحجم قابل للوزن يحتوي على المكون المراد تقديره.

ويتم قياس الاوزان بطريقتين:

- طريقة مباشرة : اذ يقاس وزن المادة الناتجة من التحليل وتكون معروفة التركيب الكيميائي.
- طريقة غير مباشرة : تحدد بواسطة قياسات الأوزان المفقودة او الخسارة في الوزن نتيجة التطاير مثلا.

طرق التحليل ألوزني Methods of Gravimetric Analysis:

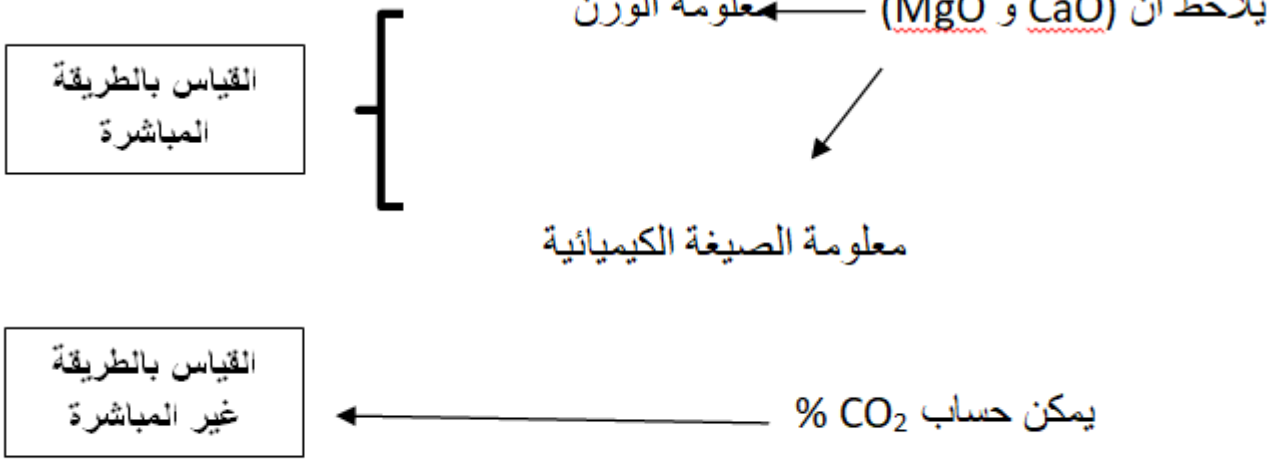
طريقة ألأنحلال والتطاير:

وتقسم الى عدة انواع

1) حرق النموذج في الهواء او في وسط غازي مناسب مثل حرق المركبات العضوية والاعضوية في جو من الهواء لتعطي مادة او مواد اخرى معلومة الصيغة قابلة للوزن مثل:

$CaCO_3 \xrightarrow{900} CaO + CO_2$

$MgCO_3 \xrightarrow{500} MgO + CO_2$



2) معاملة النموذج بكاشف كيميائي يحول المكون المطلوب الى شكل متطاير مثل اضافة حامض الهيدروكلوريك الى حجر الكلس وتطاير غاز ثنائي اوكسيد الكاربون.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + H_2O$$

3) امتصاص النواتج الغازية : وتعتمد هذه الطريقة على امتصاص الغازات الناتجة من انحلال مادة حراريا من قبل مواد لها القدرة على الامتصاص النوعي, ومن خلال معرفة الفرق في الوزن قبل وبعد الامتصاص نصل الى وزن الغاز الممتص.

عينة تعطي بالحرارة CO_2وH_2O ← انبوب يحتوي على $Mg(ClO_7)_2$ يمتص H_2O ← انبوب يحتوي على الاسكارايت يمتص CO_2

ألأسكارايت هي الياف من الأسبستوس مشبعة بهيدروكسيد الصوديوم تمتص CO_2 .

وهناك مواد اخرى لها القدرة على امتصاص الماء مثل

$CaCl_2$, H_2SO_4, P_2O_7

طرق ألأنحلال والتطاير يمكن تطبيقها في الحالات التالية:

1) حساب كمية الرطوبة في النموذج من خلال تسخين المادة في درجة حرارة تصل ($44 - 55\ C^0$) او حساب ماء التبلور بتسخينها مابين ($105 - 110\ C^0$) مثل $BaSO_4.2H_2O$, $Na_2B_4O_7.10H_2O$, $CuSO_4.5H_2O$.

2) حساب CO_2 في المواد الحاوية على الكاربونات بعد تحريره وامراره على انابيب تحتوي على الاسبستوس Asbestos مشبع بهيدروكسيد الصوديوم حيث يمتص CO_2 و $NaOH$ كما في المعادلة التالية:

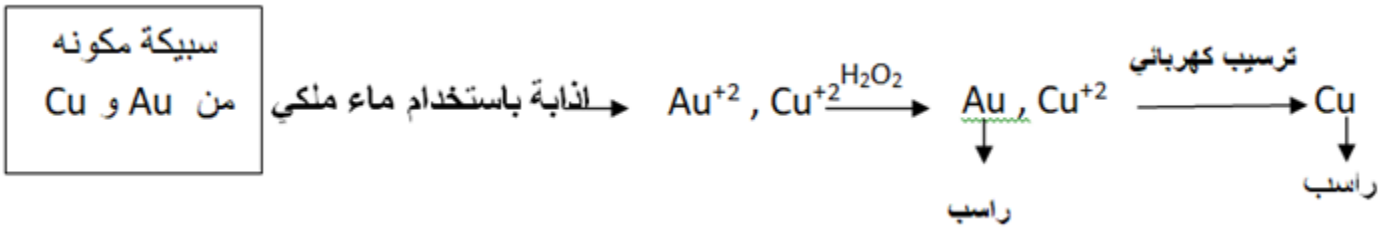
$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3$$

3) تقدير الكاربونات في الحديد وفي بعض السبائك.
4) تقدير الكاربون والهيدروجين في بعض المركبات العضوية.
5) تقدير المركبات المحتوية على مجموعة الامونيوم.

2- طريقة العزل

في هذه الطريقة يعزل كميا مكون معين من المادة المحلله بحالة حرة نقية ترشح وتغسل ثم تحرق وتبرد وتوزن في ميزان حساس.

وتستخدم هذه الطريقة لعزل وتحضير الذهب والنحاس من سبائكهما او من خامتهما حيث تذوب المادة في الماء الملكي وتعامل بعد ذلك ببيروكسيد الهيدروجين لاختزال الذهب.



الماء الملكي هو عبارة عن مزيج من HCl و HNO_3 المركزين.

طريقة الترسيب:

وتقسم الى:

ا) **الترسيب الكهربائي:**

حيث يتم ترسيب الفلزات في الخلية الكهربائية على الكاثود. وتمتاز الطريقة بعدم الحاجة الى عمليات الترشيح . كما ان التلوث يكون نادرا عند السيطرة الجيدة على ظروف التفاعل الكهروكيميائي. ويمكن السيطرة على التفاعلات الكهروكيميائية وبالتالي السيطرة على عمليات الترسيب الكهربائي بالاستعانة بقانون اوم ohm وقانوني فاراداي للتحليل الكهربائي:

القانون الاول لفراداي ينص على ان كمية المادة المتحررة على القطب تتناسب طرديا مع كمية الكهربائية التي تمر خلال محلول الخلية.

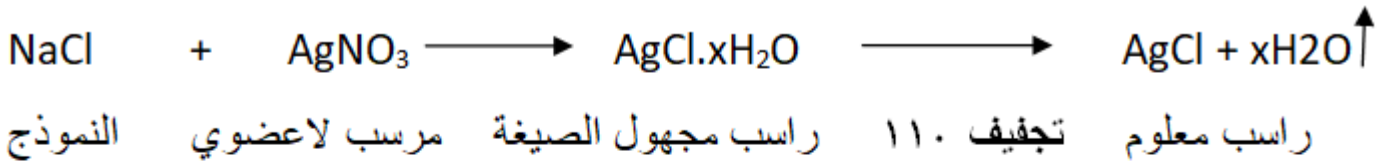
القانون الثاني لفراداي ينص على ان كمية المادة التي تترسب على القطب تتناسب طرديا مع وزنها المكافيء.

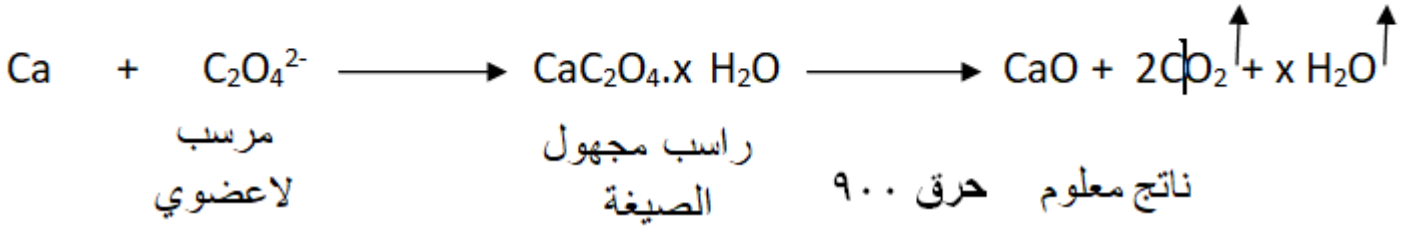
اما قانون اوم ohmيعطي العلاقة بين التيار(I) والقوه الدافعة الكهربائية (E) والمقاومة (R):

$$I=E/R \quad , \quad E=I\times R$$

ب) **الترسيب الكيميائي:**

وهي الطريقة التي يتم فيها اضافة مادة تدعى بالعامل المرسب (عضوي او لاعضوي) الى المادة المعينة ليتكون راسب (ملح شحيح الذوبان) يرشح ويغسل و(يجفف او يحرق) ثم يوزن الناتج النهائي ويكون معلوم الوزن والصيغة الكيميائية امثلة

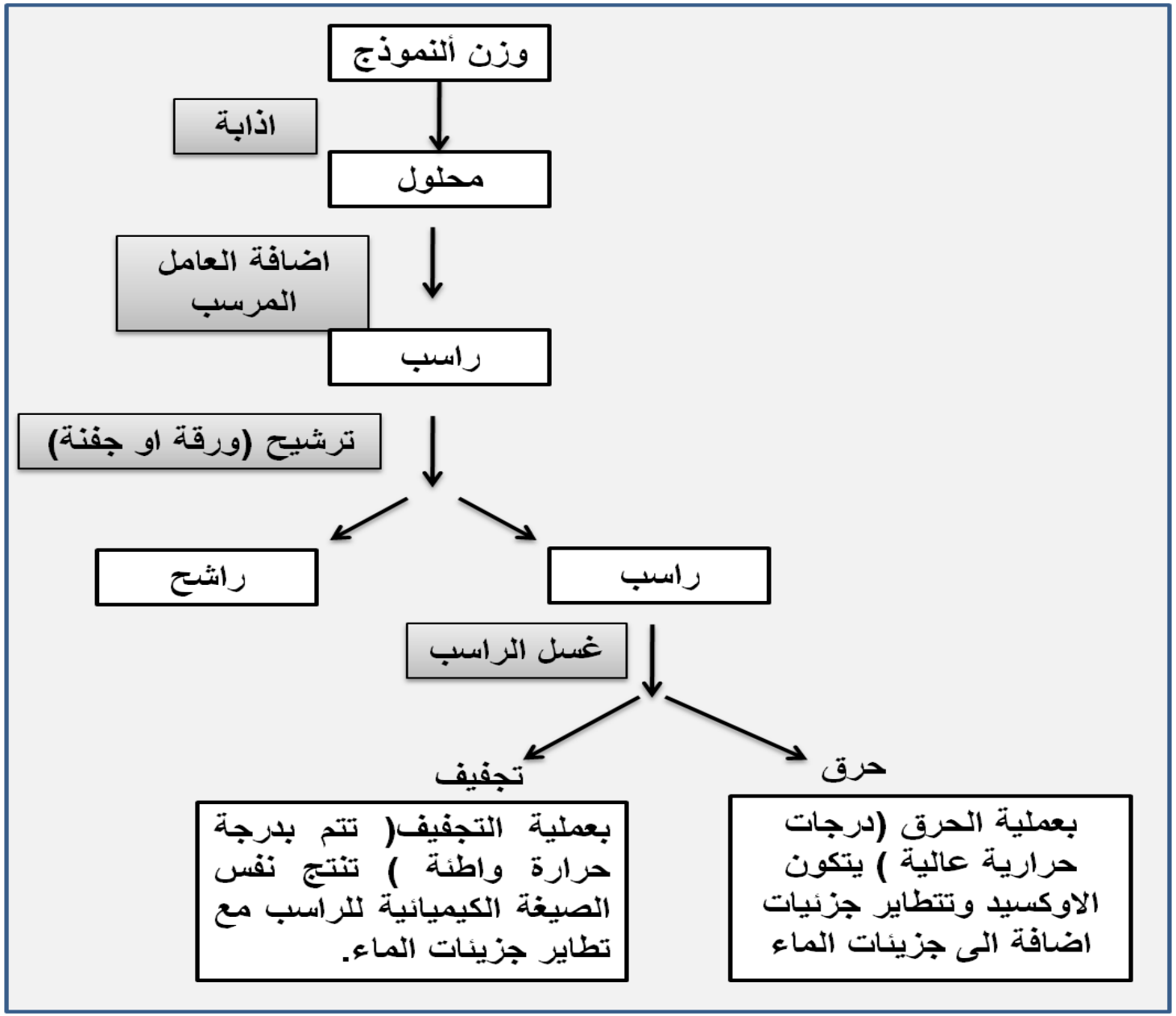




ان الكثير من التفاعلات في التحليل النوعي التي مرت سابقا والتي تتضمن تكوين رواسب مثل AgCl و$BaSO_4$ تكون صالحة للترسيب الوزني.

ان طرائق الترسيب الوزني بشكل عام تتم بالخطوات التالية:

1) تحضير المحلول Preparation of the solution
2) اضافة عامل مرسب (عضوي او لاعضوي) Precipitation
3) هضم الراسب Digestion
4) ترشيح (فصل الراسب عن الراشح) (ورق ترشيح او جفن ترشيح)Filtiration
5) غسل الراسب بمحلول ملائم Washing
6) تجفيف الراسب (نحصل على نفس الصيغة الكيميائية) حرق الراسب (يتكون اوكسيد)Drying or Igniting
7) وزن الراسب او الناتج واجراء الحسابات Weighing
8) اجراء الحسابات Calculation


وزن ألنموذج
اذابة
محلول
اضافة العامل المرسب
راسب
ترشيح (ورقة او جفنة)
راشح
راسب
غسل الراسب
تجفيف
بعملية التجفيف(تتم بدرجة حرارة واطئة) تنتج نفس الصيغة الكيميائية للراسب مع تطاير جزيئات الماء.
حرق
بعملية الحرق (درجات حرارية عالية) يتكون الاوكسيد وتتطاير جزئيات اضافة الى جزيئات الماء