التحليل الحكمي الوزني

الدكتورة خولة صبيح

اساسيات التحليل الوزني الكمي

طرق التحليل الكمي الوزني

ذوبانيه الرواسب

حجم الدقائق ونموها

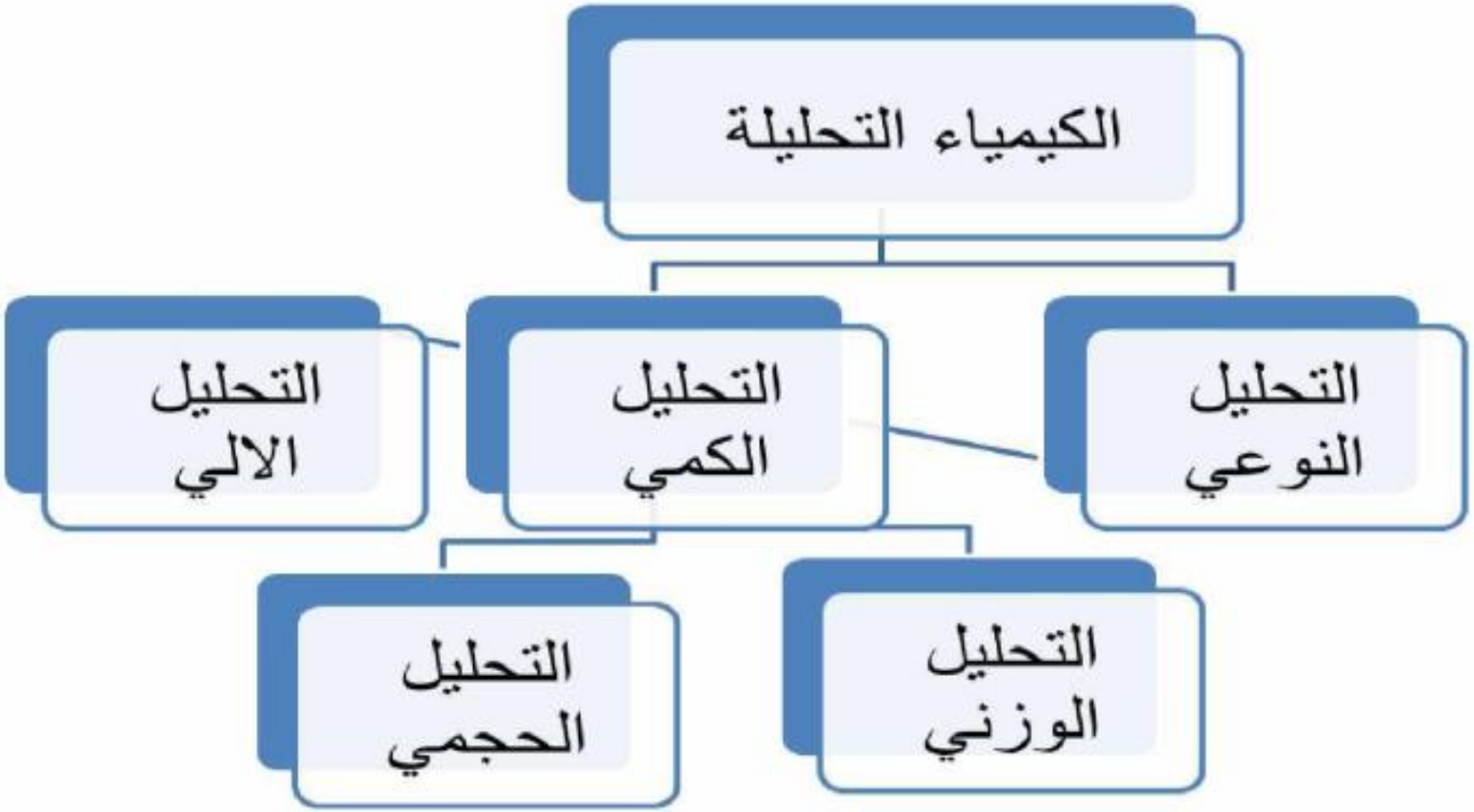
تلوث الرواسب

الكواشف في التحليل الوزني

المصادر

١- الاساسيات النظريه للكمياء التحليليه الاعضويه د.عبد الكريم الشلال

٢- اساسيات الكمياء التحليليه د.ثابت سعيد الغبشه


الكيمياء التحليلة
التحليل النوعي
التحليل الكمي
التحليل الالي
التحليل الوزني
التحليل الحجمي

- **التحليل النوعي - Qualitative Analysis**
- هي فرع من فروع الكيمياء التي تهتم بدراسة المادة (العينة) من حيث معرفة نوع العناصر وكمياتها (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
التحليل الكمي الحجمي (Volumetric Analysisقياس الحجوم بالتسحيح)
- التحليل الكمي الوزني (Gravimetric Analysisقياس الوزن بالترسيب او التطاير)

التحليل الالي Instrumental Analysisاستخدام الاجهزة لقياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية

التحليل الوزني الكمي

يبحث التحليل الوزني الكمي في تقدير كمية المكونات او العناصر الداخلة في تركيبالمركب الكيميائي فالتحليل الكمي يعني التحليل الوزني وهذا يتم بترسيب المادة وتقديرها كميا على هيئة عنصر منفرد او مشتق معين معروف التركيب

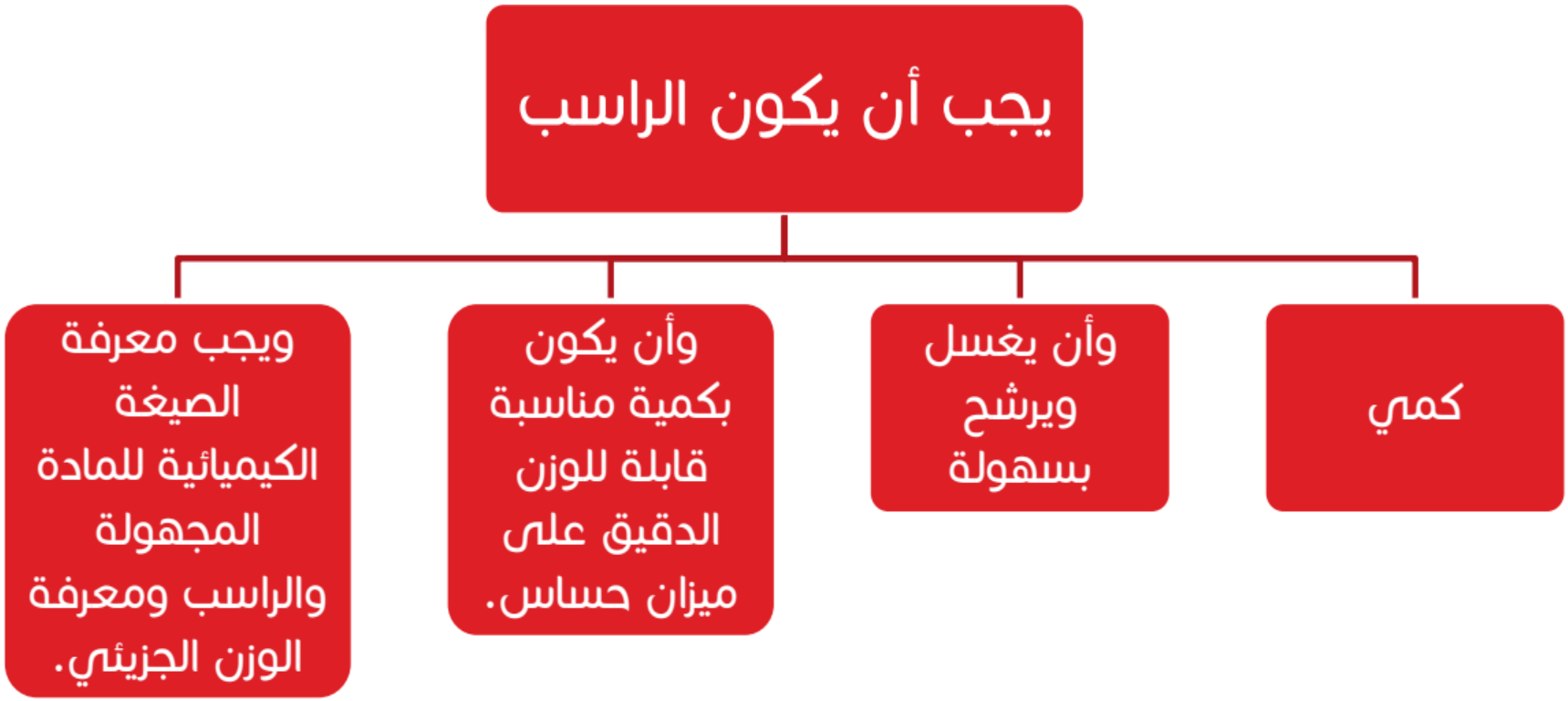
يفصل عن المحلول بالترسيب ثم يغسل ويجفف ويوزن

(بطرق كيميائية) ومن ثم يحسب وزن المادة المراد تقديرها.
ويضم التحليل الوزني الكمي الطرق التي فيها تقدير اوزان المواد او بعض مكوناتها

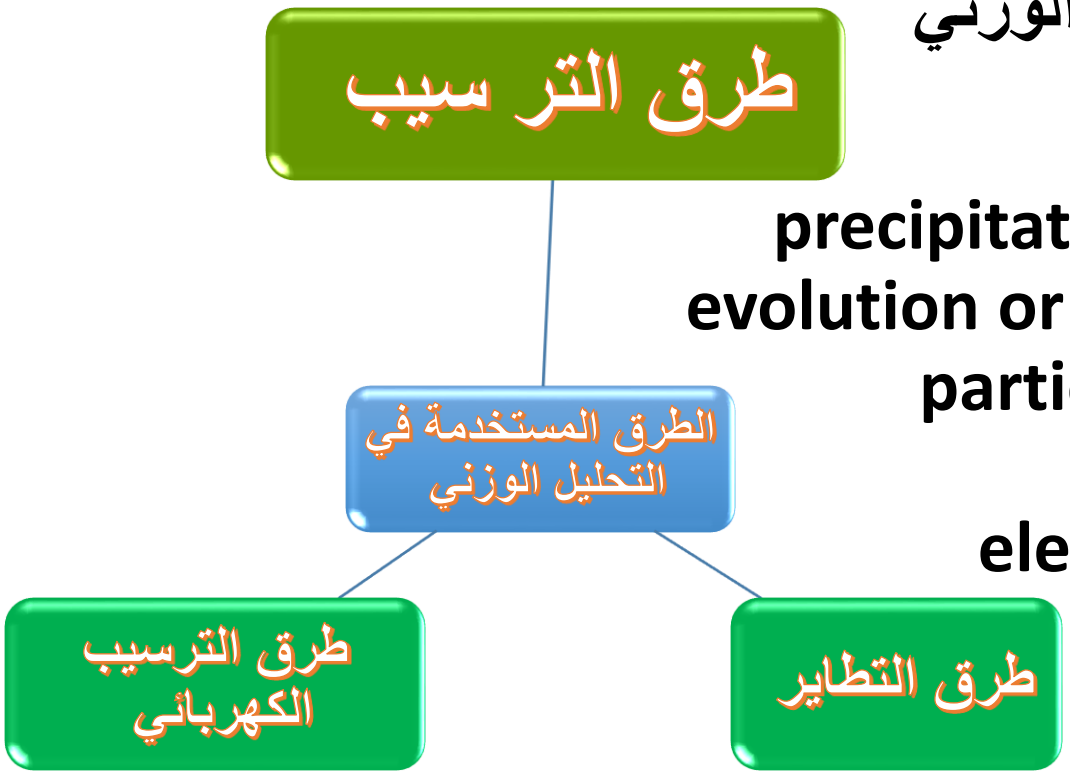
بالطرق الاتية .

- **التحليل الوزني**
- ويتضمن تحويل المكون المراد تقديره الى مادة قليلة الذوبان في المحلول المحضر فيه او تحويل المكون الى مادة ثانية غير قابلة للذوبان.
- اذن يتحول المكون في المحلول من طور واحد الى طورين احدهما صغير الحجم قابل للوزن يحتوي على المكون المراد تقديره و هذه الطريقة يتم تحويل المادة قيد التحليل التي لها تركيب كيميائي معلوم إلى راسب (غير منحل أو قليل الانحلال،) الذي يمكن بعد ذلك ترشيحه وغسله للتخلص من الشوائب، وتجفيفه ووزنه من أجل تحديد نقاوة المادة المجهولة في المحلول الأصلي.

يتم تطبيق التحليل الوزني على العينات عندما يتوفر عامل مرسب جيد


يجب أن يكون الراسب
كمي
وأن يغسل ويرشح بسهولة
وأن يكون بكمية مناسبة قابلة للوزن الدقيق على ميزان حساس.
ويجب معرفة الصيغة الكيميائية للمادة المجهولة والراسب ومعرفة الوزن الجزيئي.

- الطرق المستخدمة في التحليل الوزني



- طرق الترسيبprecipitation methods
طرق التطاير evolution or volatilization
طرق الوزنية الدقائقية particulate gravimetric
طرق الترسيب الكهربائي elector gravimetric methods

- **طرائق التطاير او التحرر**

تعتمد طرائق التطاير بصورة أساسية على ازاحة المكونات المتطايرة ويتم ذلك بعدة اشكال

أ- حرق النموذج في الهواء أو في محيط غازي مناسب

ب- معاملة النموذج بكاشف كيميائي يحول المكون المطلوب الى شكل غير متطاير ثابت

ت- معاملة النموذج بكاشف كيميائي مناسب يحول المكون المطلوب الى متطاير وعزله عن مكونات النموذج الاخرى التي يفترض ان تتحول الى شكل ثابت

تستخدم طريقة التطاير بشكل ناجح لحساب كمية الرطوبة في نموذج ما ، كما تستخدم لحساب ماء التبلور في المركبات المتميئة وذلك عن طريق تسخين النموذج الى درجة حرارة معينة تكفي لتطاير ماء التبلور وتحسب كمية هذا الماء عن طريق وزن النموذج قبل وبعد عملية التسخين

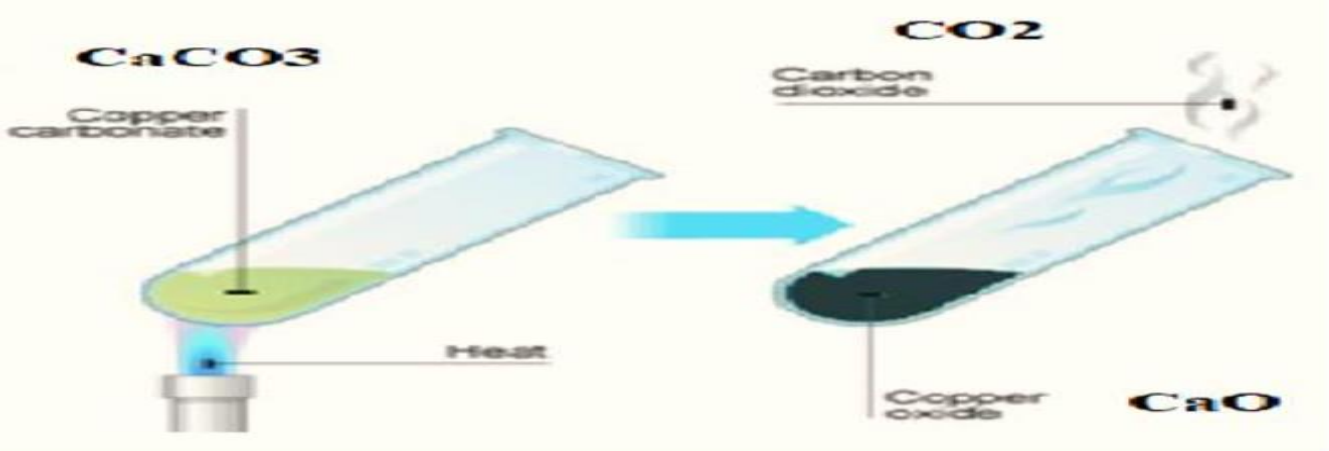
- انحلال المواد الصلبة في درجات الحرارة العالية مثل انحلال كاربونات الكالسيوم في درجة حرارة 900م و ضغط ١جو و انحلال كاربونات المغنسيوم في درجة حرارة 500م و ضغط ١جو.

$$CaCO_{3\,(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$
$$MgCO_{3\,(s)} \longrightarrow MgO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

نلاحظ أن كلا من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$و كاربونات المغنسيوم $MgCO_3$ قد انحلت الى مادة صلبة أخرى معلومة التركيب الكيميائي و يمكن وزنها بسهولة. و انحلال هذه المواد يتطلب درجة حرارة عالية وقد حررت غاز ثاني أوكسيد الكاربون CO_2المتطاير عندها يتم تعين وزن المادة المتبقية بعد أزالة غاز .

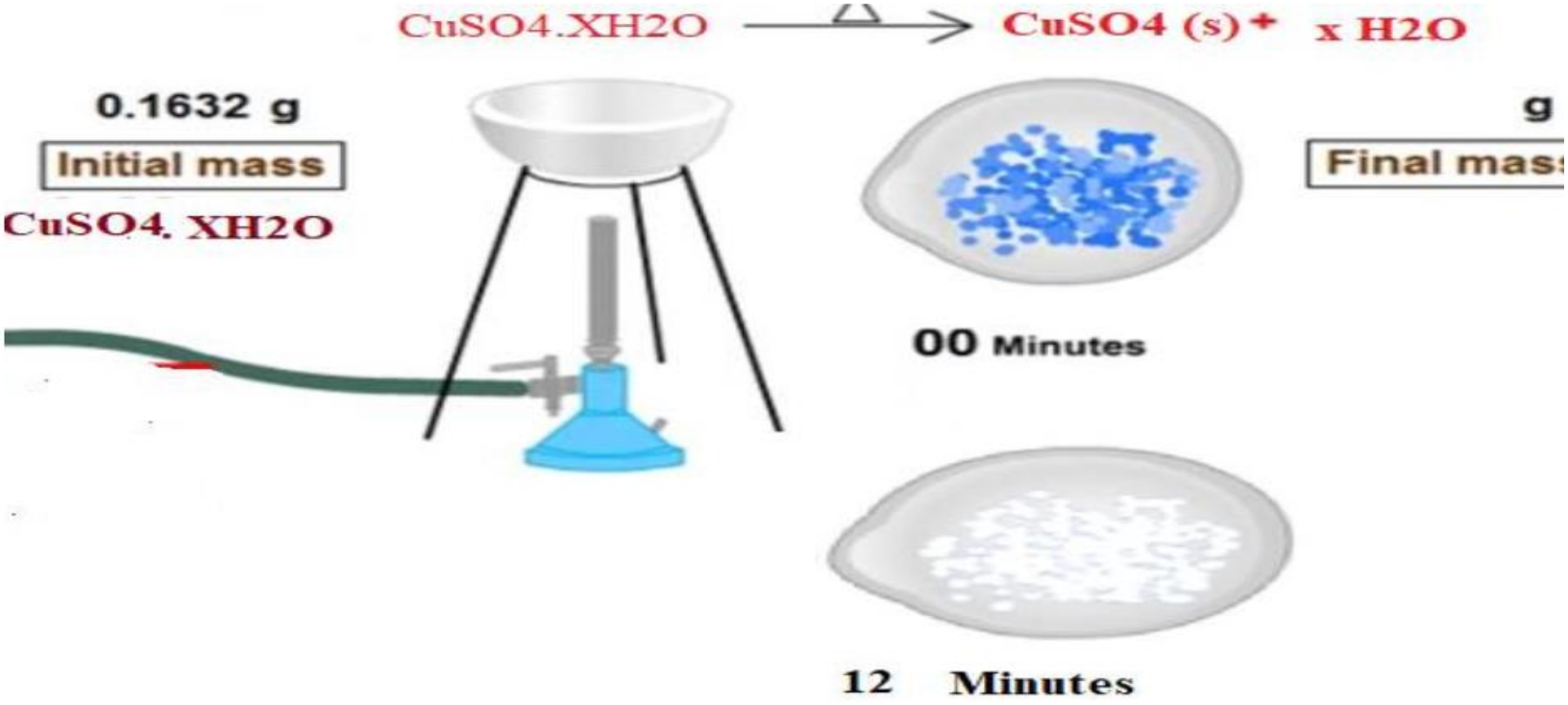
انحلال المواد الصلبة في درجات الحرارة العالية مثل انحلال كربونات الكالسيوم في درجة حرارة ٩٠٠م ºو ضغط ١جو

$$CaCO_{3\,(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$



ويمكن أجراء التعيين المباشر وذلك بوزن المادة المتبقية بعد الازالة التامة لثاني اوكسيد الكاربون .ومن الفرق في الوزن قبل وبعد التطاير يمكن حساب قيمة مكون معين من مكونات المادة الصلبة المراد تقديرها.

الطريقة المباشرة (حيث يسخن النموذج الى درجة حرارة اعلى من درجة غليان الماء ولمدة ساعتين بعدها يبرد النموذج ويوزن مرة ثانية ويسخن ويوزن مرة اخرى لحين ثبوت الوزن ان مقدار الفقدان بالوزن يمثل وزن الماء وتكون هذه الطريقة صحيحة عندما يكون الفقدان ماء فقط. ومثال عليها :



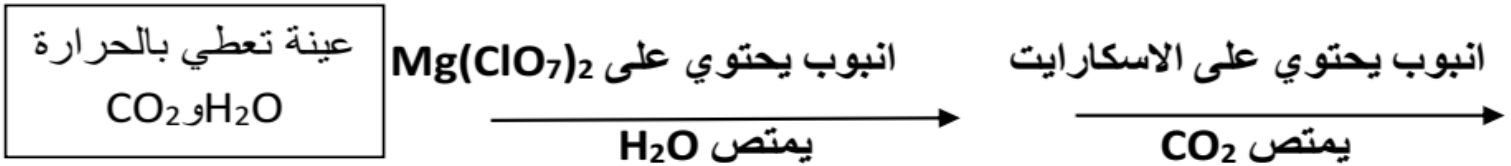
مثال : ما هي النسبة المئوية للكاربون في عينه من الفحم وزنها 2gتم حرقها بوجود الاوكسجين وبعد امتصاص الغازCO_2 المتكونه وجد ان وزن الغاز يساوي 3g.؟

C	CO_2
12	44
X	3

X= 0.818

%C= 40%

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.



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 .

- **اما الطرق الوزنية الدقائقية**
- فهي الطريقة التي تضمن تعيين دقائق المادة المحلله analyte بعد فصلها عن المنشأ (النموذج) بأستخدام طرق الترشيح او الاستخلاص
- **الترسيب الكهروكيميائي**
- حيث يتم ترسيب الفلزات ال analyte في الخلية الكهربائية على الكاثود.
- وتمتاز الطريقة بعدم الحاجة الى عمليات الترشيح .
- . ويمكن السيطرة على التفاعلات الكهروكيميائية
- وبالتالي السيطرة على عمليات الترسيب الكهربائي بالاستعانة بقانون اوم ohm وقانوني فاراداي للتحليل الكهربائي

- **مميزات طرق التحليل الوزني :**

١- تعتبر طرق سهله لا تحتاج الى اجهزة معقدة وقليلة الكلفه .

٢- يكون الراسب ذو وزن جزيئي عالي وبلورات كبيرة سهلة الغسل والترشيح والتجفيف.

٣- تمتاز بدقة عالية وخصوصا اذا كان الترسيب من محلول متجانس

- **مساوئ طرق التحليل الوزني :**

١- تعتبر طريقة بطيئة احيانا تحتاج فترة زمنية طويلة مقارنة بالطرق الالية .

٢- حصول تلوث احيانا اثناء عملية الترسيب بسبب وجود مواد متشابهة بالخواص التركيبية تترسب مع المادة المراد تعينها .

٣- التلوث الحاصل من عدم التطاير بعض النواد او عدم خروجها اثناء الغسل والتجفيف فهذا يقلل من دقة الطريقة

طرق الترسيب الكيميائي الوزني

وهي اكثر الطرق شيوعا في التحليل الكيميائي الكمي الوزني ، تعتمد بالاساس على الذوبانية وحاصل الاذابة وامكنية تكوين رواسب او املاح شحيحة الذوبان نتيجة تفاعلات كيميائية معينة وان اغلب الرواسب المعروفة في التحليل الكيميائي النوعي الوزنيQualitative

تعتمد هذه الطريقة على فصل او عزل العنصر او الآيون وبين المادة المرسبة لينتج مادة شحيحة الذوبان (يعرف بالراسب) ثم يلي ذلك حساب كمية هذا العنصر او الآيون بمعرفة وزن الراسب وصيغته الكيميائية

وتعتبر هذه الطريقة من اكثر طرق التحليل الوزني استخداما

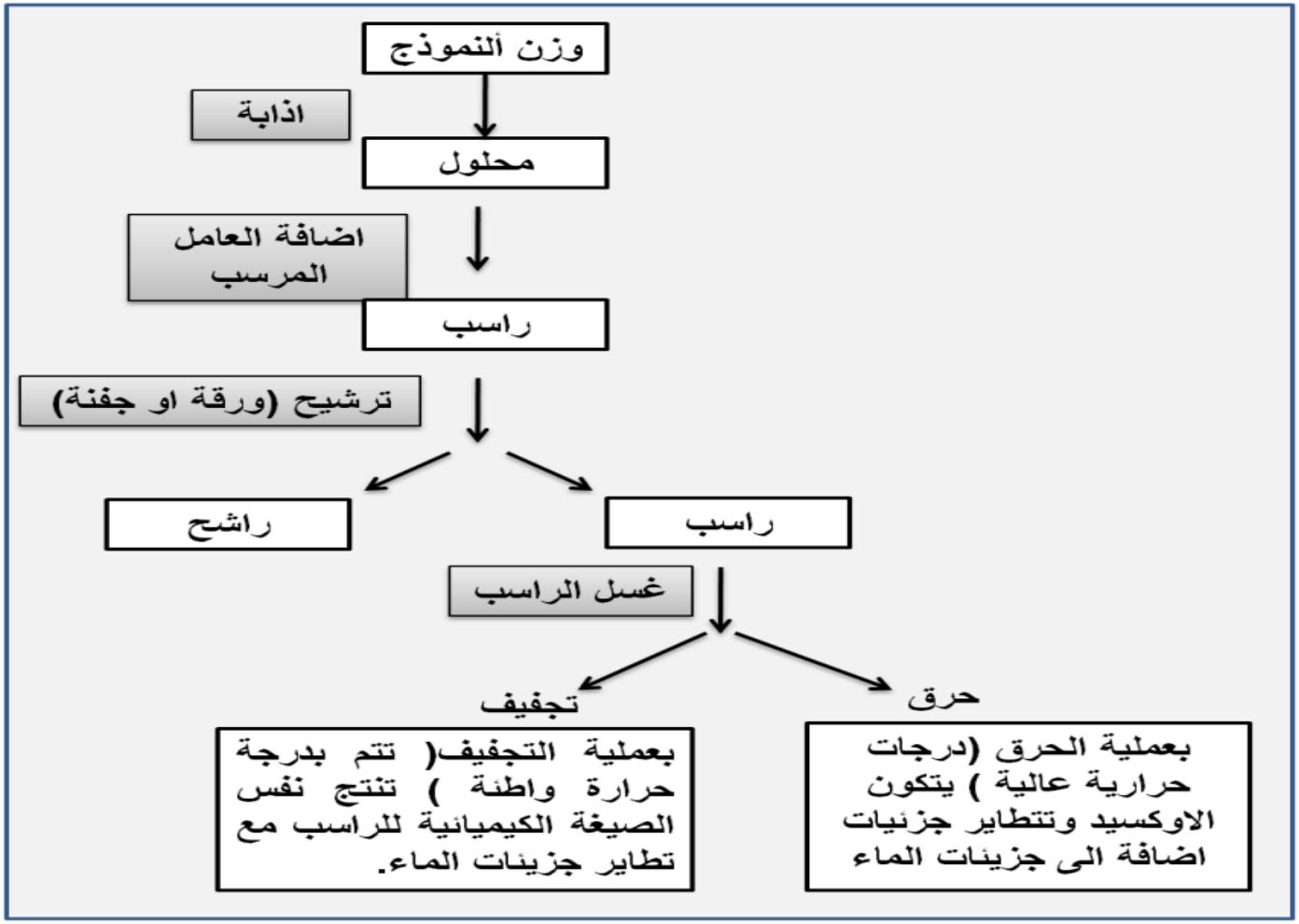
متطلبات التحليل الوزني:

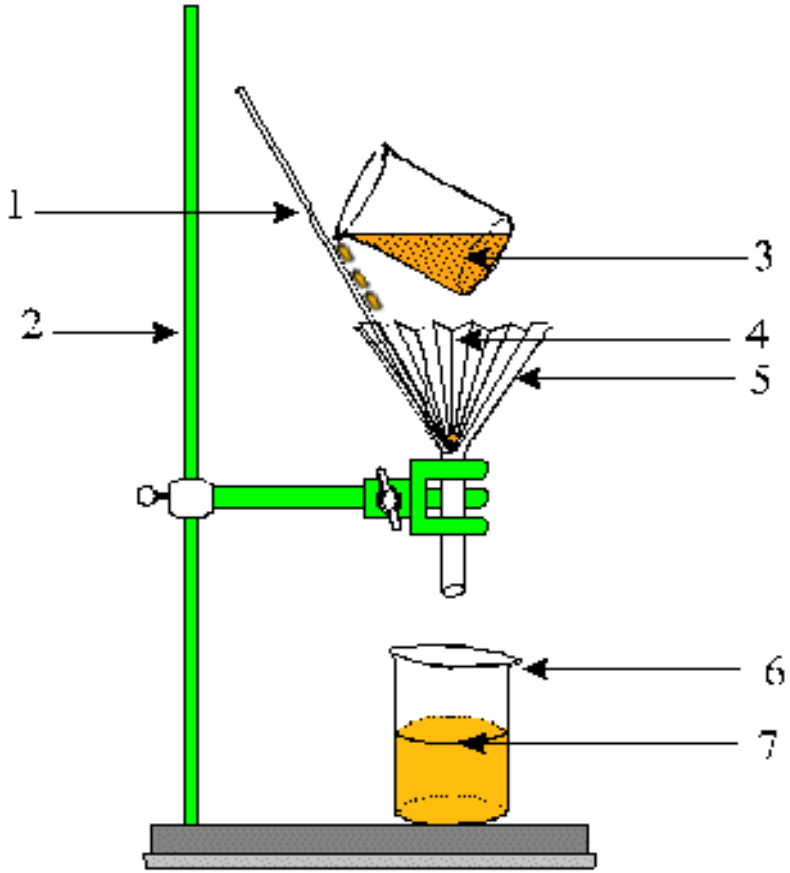
متطلبات الصورة المترسبة:

- شحيحة الذوبان.
- ذو بلورات أو حبيبات ذات أحجام مناسبة.
- إمكانية تحويل الصورة المترسبة إلى صورة
- موزونة بسهولة
- وبصورة كاملة.

متطلبات الصورة الموزونة:

- مركب واحد وله صيغة كيميائية محددة.
- ثابتة كيميائياً.
- تكون كمية العنصر أو المادة المطلوب
- تقديرها أقل ما يمكن
- في الصورة الموزونة (Cr_2O_3 و $BaCrO_4$).


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


1
2
3
4
5
6
7

Gravimetric Factor المعامل الوزنًي

مصطلح مهمٌ ستخدم فًي التحلُّل الوزنًيٌ مثل الصٌيغة الكيميائيه للمادة المطلوبة فًيٌ

$$\text{العامل الوزني} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للمادة المراد تقديرها (المجهولة)}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة الناتجة (الراسب)(الناتج من الحرق)}}$$

المادة المراد تقديرها	المادة الموزونة	المعامل الوزني
Cl	AgCl	A.w.Cl / M.w. AgCl
SO_4	$BaSO_4$	M.w. SO_4 / M.w.$BaSO_4$
Fe	Fe_2O_3	2A.w.Fe / M.w.Fe_2O_3

مثال / رسبت ايونات الكلوريد على شكل كلوريد الفضة، وعومل الراسب وجفف ووزن. وكان وزن كلوريد الفضة (0.129 gm)، احسب كمية الكلوريد؟

$$\text{وزن } Cl^- = \text{وزن } AgCl \times \frac{\text{وزن ذري } Cl}{\text{وزن جزيئي } AgCl}$$

$$\text{وزن } Cl^- = 0.129 \times \frac{35.45}{143.32}$$

$$= 0.03492 \text{ غم}$$

عولجت عينة غير نقية من KBr وزنها 523.1 مغ بزيادة من نترات الفضة فنتج 814.5 مغ من AgBr، ما هي نقاوة KBr؟

الحل:

$$KBr\ (fw119) + AgNO_3 \rightarrow AgBr\ (fw188) + KNO_3$$

$$\%\ Analyte = \frac{wt(ppt) \times GF \times 100}{wt(sample)}$$

$$\%\ KBr = \frac{814.5 \times 119/188 \times 100}{523.1} = 98.56\%$$

مثال / رسبت ايونات الكلوريد على شكل كلوريد الفضة، وعومل الراسب وجفف ووزن. وكان وزن كلوريد الفضة (0.129 gm)، احسب كمية الكلوريد؟

$$\text{وزن } Cl^- = \text{وزن } AgCl \times \frac{\text{وزن ذري } Cl}{\text{وزن جزيئي } AgCl}$$

$$\text{وزن } Cl^- = 0.129 \times \frac{35.45}{143.32}$$

$$= 0.03492 \text{ غم}$$

مثال : أحرق أنموذج يزن ٠,٧ غم من مسحوق الغسيل ثم أذيب الراسب المتبقي في حامض الهيدروكلوريك الساخن و قد تم ترسيب الفوسفات على شكل $MgNH_4PO_4.6H_2O$. بعد إضافة المغنسيوم و الأمونيا و بعد الترشيح و الغسل أحرق الراسب عند درجة ١٠٠٠ م° و تحول الى $Mg_2P_2O_7$ و قيس وزن $Mg_2P_2O_5$ فكان ٠,٤٣٢ غم. احسب النسبة المئوية للفسفور في الأنموذج.

الحل:

$$\textbf{Wt. of P} = \textbf{Wt. of } \mathbf{Mg_2P_2O_5} \times \frac{\textbf{A.wt.of P}\times 2}{\textbf{M.wt.of } \mathbf{Mg_2P_2O_5}}$$

$$\text{Wt. of P} = 0.432 \times \frac{31\times 2}{2\times 24+2\times 31+5\times 16} = 0.141 \text{ g}$$

$$\%P = \frac{Wt.of\ P}{Wt.of\ Sample} \times 100 = \frac{0.141}{0.7} \times 100 = 20.14\%$$

مثال : أنموذج من خام الحديد يحتوي على رطوبة مقدارها 1.56 % وحديد بنسبة 26.24% احسب كم الحديد في الأنموذج الجاف ؟

الحل:

بما أنه كل 100 غم من الأنموذج تحتوي على 1.56 غم ماء و 26.24 غم من الحديد

إذن وزن الأنموذج بعد التجفيف = 100 - 1.56 = 98.44 غم

$$\text{Wt. of Fe} = \frac{26.24}{98.44} \times 100 = 26.66\ \text{g}$$

ويمثل الوزن ٢٦,٦٦ غم وزن الحديد في الأنموذج بعد عملية التجفيف.

نموذج يزن 0.4 غرام يحتوي خليط من كبريتات البوتاسيوم وكبريتات الصوديوم تم اذابته في الماء المقطر ثم رسبت الكبريتات على هيئة كبريتات الباريوم ، احسب النسبة المؤية لكل مكونات المزيج ، علما بان وزن الراسب كان 0.576 غرام ؟

$$K_2SO_4 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4$$

0.4 0.576

$$Wt\ K_2SO_4 + Na_2SO_4 \longrightarrow 0.4 \quad (1)$$

$$Wt\ BaSO_4 = Wt\ BaSO_4 \text{ from } K_2SO_4 + Wt\ BaSO_4 \text{ from } Na_2SO_4$$

$$0.576 = wt\ K_2SO_4 \times \frac{mwt\ BaSO4}{mwt\ K2SO4} + wt\ Na_2SO_4 \times \frac{mwt\ BaSO4}{mwt\ Na2SO4}$$

$$0.576 = wt\ K_2SO_4 \times \frac{233.4}{174} + wt\ Na_2SO_4 \times \frac{233.4}{143.5}$$

$$0.576 = 1.34 \times \text{wt } K_2SO_4 + 1.63 \times \text{wt } Na_2SO_4 \qquad (2)$$

من معادلة 1 نحصل

$$\text{wt } K_2SO_4 = 0.4 - \text{wt } Na_2SO_4$$ (تعوض في 2)

$$0.576 = 1.34(0.4 - \text{wt } Na_2SO_4) + 1.63 \times \text{wt } Na_2SO_4$$

$$0.576 = 0.536 - 1.34 \text{ wt } Na_2SO_4 + 1.63 \times \text{wt } Na_2SO_4$$

$$0.04 = 0.2 \text{ wt } Na_2SO_4 \Longrightarrow \text{wt } Na_2SO_4 = 0.138g$$

$$\text{wt } K_2SO_4 = 0.4 - 0.138 = 0.262g$$

$$\% \, Na_2SO_4 = \frac{0.138}{0.4} x \, 100\% \Longrightarrow 34.5\%$$

$$\% \, K_2SO_4 = \frac{0.262}{0.4} x 100\% \Longrightarrow 65.5\%$$

س واجب/ كم هو وزن راسب يوديد الفضة الذي يمكن الحصول عليه من 0.073غم يوديد المغنيسيوم؟

س واجب / احسب النسبة المئوية للفضة في احد املاحها اذا علمت ان الترسيب من محلول يحتوي على 0.5 غم من هذا الملح يعطي 0.4216 غم من راسب كلوريد الفضة؟

ماهو وزن AgCl يمكن الحصول علية من نموذج وزنه 0.24 غرام والذي يحتوي على 30.6% يوديد المغنيسيوم MgI_2