الكيمياء التحليلية Chemistry Analytical

الكيمياء التحليلية هي فرع من علم الكيمياء يهتم بالتقدير الكمي والنوعي للعناصر او المركبات المكونة للمادة المراد تحليلها. وينقسم هذا الفرع إلى عدة طرق وأساليب يمكن استخدامها ولكل منها استخداماته وأهميته وهي :

١- **التحليل النوعي أو الوصفي Qualitative Analysis** : وهو مجموعة العمليات التي يتم فيها الكشف عن تركيب المواد أو المركبات أو العناصر الداخلة في تركيب مادة معينة أو خليط من المواد سواء أكانت في الحالة الصلبة أو محلول في مذيب معين ولا يتعرض هذا التحليل إطلاقًا إلى كميات هذه المكونات .

٢- **التحليل الكمي Quantitative Analysis** : ويبحث في تقدير كميات المكونات أو العناصر الداخلة في تركيب المركب الكيميائي أو الخليط ، ويتبين من هذا أن التحليل النوعي لمادة مجهولة التركيب يسبق عادة التحليل الكمي لها؛ لأنه لا يجوز تقدير مادة معينة تقديرًا كميًا ما لم يتأكد من وجودها وصفيًا.
هنالك نوعين رئيسين للتحليل الكمي وهي :

أ- التحليل الوزني Gravimetric Analysis
ويتم التحليل الكمي بالوزن بترسيب المادة وتقديرها كميًا في هيئة عنصر منفرد أو مشتق معين معروف التركيب يفصل عن المحلول بالترسيب أو الطرد المركزي ثم غسله وتجفيفه ووزنه، فيحسب وزن المادة المراد تقديرها من معرفتنا لوزن الراسب وتركيبه ، وتتم عملية الترسيب عن طريق

- المرسبات العضوية
- المرسبات اللاعضوية
- الترسيب الكهربائي

ب- التحليل الحجمي Volumetric Analysis
تستعمل في هذه الحالة طرق مباشرة وغير مباشرة لتعيين أوزان المواد أو بعض مكوناتها وتشمل هذه الطرق ما يلي :

- طريقة المعايرة الحجمية

وتتضمن استعمال محاليل ذات تراكيز معلومة وقياس حجوم مثل هذه المحاليل التي تتفاعل كميًا مع محلول المادة المراد تقديرها لحد نقطة معينة تسمى نقطة التكافؤ أو نقطة انتهاء التفاعل التي يمكن الكشف عنها بواسطة الأدلة التي تتضمن تغيرًا حادًا في خواص المحلول كاللون أو التعكير الذي تلحظهما بالعين المجردة أو تقاس بالطرق الكيميائية الفيزيائية كقياس فرق الجهد أو

التوصيل الكهربائي . ويسمى المحلول المعلوم التركيز بالمحلول القياسي وهو المحلول الذي يحتوي حجم معين منه على وزن معلوم من المادة المذابة . أما عملية إضافة المحلول القياسي من السحاحة إلى حجم معين من محلول المادة المجهولة التركيز في الدورق المخروطي أو العكس حتى يتم التفاعل فتسمى بعملية المعايرة. ومن قوانين التكافؤ الكيميائي وتحديد حجم المحلول القياسي المستعمل في المعايرة نستطيع أن نعين وزن المادة المجهولة أو النسب الوزنية لما فيها من مكونات .

- التحليل الغازي

وتقاس بهذه الطريقة كمية الغازات ، وفيه تقدر المادة بتقدير حجم الغاز الذي قد يكون هو المادة المراد تقديرها أو ناتجًا عن تفاعل تلك المادة مع مواد أخرى بحيث تعطي غازًا يمكن تقديره. على الرغم من دقة النتائج التي يمكن الحصول عليها عند استعمالها لكنها بطيئة وتستغرق وقتًا طويلاً لإتمام التحليل، قد يتجاوز الإنتظار للحصول على نتائجها عدة ساعات أو أيام، وهو ما لا يتفق والحاجة العملية خاصة في السيطرة الكيميائية على العمليات الصناعية لتوجيه التفاعلات إلى الوجهة الصحيحة للحصول على نتائج ذات مواصفات عالية الجودة .

٣- **التحليل الآلي Instrumental Analysis** :

تقدر المادة بقياس بعض من خواصها الفيزيائية أو الكيميائية مثل الكثافة واللون ومعامل الإنكسار والتوصيلة الكهربائية والتغيرات الحرارية والكهربائية .....الخ. ولهذه الطريقة من التحليل مزايا ممتازة مثل :

١- سرعة في انجاز التحاليل
٢- دقة عالية في النتائج
٣- اكثر اقتصادية

طرق التحليل الوزني

هناك عدة طرق تستخدم في التحليل الوزني

١- طريقة الانحلال والتطاير Voltilization Method

أ – انحلال المواد الصلبة في درجات الحرارة العالية :

إن تسخين بعض المركبات الكيمياوية بدرجات حرارية عالية تنتج مركبات او عناصر جديدة وبمواصفات تختلف عن المادة الأولى والتي يمكن وزنها :

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \xrightarrow{900\ ^0C} CaCO_{3(s)}$$

$$MgCO_{3(s)} \xrightarrow{550\ ^0C} MgO_{(s)} + CO_{2(s)}$$

نلاحظ إن المادة الصلبة $MgCO_3$ ، $CaCO_3$ قد انحلت إلى مادة صلبة أخرى معلومة التركيب الكيميائي ويمكن وزنها بسهولة وانحلال هذه المواد يتطلب درجة حرارة 550 .

ب – امتصاص النواتج الغازية :

هذه الطريقة تعتمد على امتصاص الغازات الناتجة من تحلل المادة الكيميائية بواسطة مادة ذات امتصاصية نوعية ومن ثم وزنها بالميزان .

٢- طريقة العزل Isolation Method

نعزل في هذه الحالة كمية مكونة معينة ، من المادة المحللة ، في حالة حرة ونقية وتوزن في الميزان الحساس وتستعمل هذه الطريقة في تعيين العناصر في السبائك (هي مجموعة من العناصر تتحد مع بعضها البعض بنسب وزنية ثابتة لتعطي مركبات للعناصر تختلف في صفاتها عن صفات العناصر الحرة) تستعمل هذه الطريقة في تعيين الذهب والنحاس كميا في سبائكها ، اذ يتم اذابة السبيكة في الماء الملكي ؤيتم عزل الذهب عن طريق اختزال ايوناته بواسطة بيروكسيد الهيدروجين الذي لايوثر على ايونات النحاس وبالتالي نحصل على الذهب بحالته النقية بعد غسله بحامض الهيدروكلوريك المخفف وتجفيفه .

اما المحلول المتبقي والذي يحتوي على ايونات النحاس فيمكن ترسيبه من خلال امرار تيار كهربائي وجمع النحاس بحالته النقية على الكاثود .

٣- طريقة الترسيب (Precipitation method)

وتتضمن تكوين الراسب فمثلا" لتعيين ايون الكبريتات لمادة ما. يذاب وزن معين من تلك المادة في الماء وتحمض بحامض HNO_3 ويضاف اليها نترات الباريوم حيث يتكون راسب من كبريتات الباريوم .

يفصل الراسب بالترشيح ثم يغسل بالماء المقطر ومن ثم يجفف ويوزن ثم تحسب منه النسبة المئوية للكبريتات في النموذج المحلل ، هذه الطرق تحتاج الى وقت لذلك اصبحت من الطرق الاخيرة التي يلجأ اليها المحللون ولكن يجب ان يتعلمها الكيميائي بسبب ان الاسس النظرية لها مهمة كالفصل والتبلور والتجفيف .

صفات الراسب الجيد المستعمل في التحليل الوزني

١- تركيبه البلوري معروف
٢- ان يكون قليل الذوبانية
٣- يجب ان تكون بلوراته كبيرة بحيث يمكن ترسيبها
٤- نقي (خالي من الشوائب)
٥- يكون ذات ثباتية عالية بدرجات الحرار ة
٦- ان يكون ذو وزن جزيئي كبير
٧- ان يكون غير متميع

خطوات الترسيب

١- وزن كمية معلومة وبشكل مضبوط من النموذج
٢- اذابة النموذج
٣- اضافة المعامل المرسب
٤- الترشيح (فصل الراسب)
٥- غسل الراسب
٦- التجفيف أو الحرق

٧- الوزن
٨- إجراء الحسابات المطلوبة

أنواع الرواسب

١- رواسب متخثرة Curdy Precipitate: هذه الرواسب تكون على شكل عالق غروي لا يمكنها تكوين بلورات كبيرة ومثالها AgCl
٢- رواسب جيلاتينية Gelatinous Precipitate: أثناء تكوين هذه الرواسب يتم حجر كمية من الماء والعديد من الملوثات وتكون ذات مساحة سطحية كبيرة مقارنة بكتلتها.
٣- رواسب بلورية Crystalline Precipitate: تكون هذه الرواسب منتظمة الشكل وذات بلورات مميزة منفصلة سهلة الترشيح وأكثر نقاوة من الرواسب الأخرى.

مقارنة بين أنواع الدقائق المحتمل وجودها في المحاليل الناتجة بعد عملية الترسيب (الايونات ،الجسيمات الغروية، جسيمات الراسب البلوري)

صفة المقارنة	الايونات	الجسيمات الغروية	جسيمات الراسب البلوري
الحجم	10^{-8}cm	10^{-4}-10^{-7}cm	$> 10^{-4}$cm
الجاذبية	لاتتاثر	لاتتاثر	تستقر اسفل اناء الترسيب
الترشيح	تمر خلال ورقة الترشيح	تمر خلال ورقة الترشيح إلا باستخدام ورق خاص الترشيح	تحتجز من قبل ورقة الترشيح
الشحنة	الشحنات الموجبة = الشحنات السالبة	اما ان تكون ذات شحنة موجبة اوذات شحنة سالبة	غير مشحونة

التحليل النوعي

يمكن تصنيف التحليل النوعي وفقا للتالي :

١- مقدار النموذج المستعمل في التحليل :

- التحليل الوصفي الاعتيادي الماكروئي Macro Qualitative Analysis

وفيه يتراوح حجم المحلول المستعمل في التحليل بين ٥- ١٠٠ مل من المحلول او 0.5 – ١ غم وزنا للمادة الصلبة .

- التحليل الوصفي الدقيق أو المايكروئي Micro Qualitative Analysis

يستعمل محلول حجمه 0.1 مل او اقل من ذلك او وزنا قدره 0.05 غم او اقل من ذلك .

- التحليل الوصفي شبه الدقيق او شبه المايكروئي Semimicro Qualitative Analysis وفيه لايتجاوز وزن المادة الصلبة المستعملة على 0.05 غم ولايقل حجم المحلول المستعمل عن قطرة واحدة (0.05 مل) ولايزيد عن ١مل .

٢- الهيئة التي تكون عليها عينات التحليل :

أ- التحليل بالطريقة الجافة :ويتم بواسطتها الكشف عن مكونات المادة وهي في حالتها الصلبة .
ب-التحليل بالطريقة الرطبة : وهي طريقة شائعة الاستعمال ويتم فيها اذابة المادة ومن ثم تحليل المحلول.