

الباب الثاني عشر

**طرق الفصل التحليلية**

obeikandi.com

## الباب الثاني عشر

### " طرق الفصل التحليلية "

#### Methods of Analytical Separation

إن جميع طرق الفصل لها عملية مشتركة إلا وهي توزيع المكونات في مزيج بين طورين ثم بعد ذلك يمكن فصلها بطريقة ميكانيكية . فإذا كانت النسبة بين كمية أحد المكونات المعينة في كل طور أي ( نسبة توزيع ) تختلف عن المكون الآخر فإن عملية الفصل للمكونين تكون ممكنة . وللتأكد من أن عملية تعقيد الفصل تعتمد علي الاختلاف بين نسب التوزيع للمكونين نلاحظ أنه عندما يكون الاختلاف شديداً فإن إجراء عملية واحدة تكون كافية لغرض الفصل . مثال ذلك الترسيب الأحادي باستخدام أيون الفضة يكون ملائماً لغرض فصل الكلوريد من أنيونات عديدة . وتكون هنا نسبة أيون الكلوريد في الطور الصلب الي أيون الكلوريد الموجود في حالة إتزان في الطور المائي الكبير جداً ، في حين تقرب موازنة النسب مثلاً لأيونات النترات أو البركلورات من الصفر .

وتصبح الحالة أكثر تعقيداً عندما تكون أساساً نسبة التوزيع لأحد المكونات صفراً ، لكن النسبة للمكونات الأخرى ليست كبيرة جداً . وهنا فإننا نحتاج إلي عملية متعددة المراحل . مثال ذلك يمكن استخلاص اليورانيوم ( VI ) بواسطة الايثر من محلول مائي لحامض النتريك . وبالرغم من أن نسبة التوزيع في الطورين تقريباً واحد لعملية استخلاص أحادية ، فإن اليورانيوم ( VI ) يمكن فصله بإعادة الاستخلاص من المحلول المائي باستعمال أجزاء جديدة من الايثر .

#### الأخطاء الناتجة من عملية الفصل :

إن عملية افصل التي تعتمد اعتماداً عاماً علي عمليات الاتزان لا يمكن أن تكون عمليات فصل تامة للفصائل المتداخلة من الفصائل المراد تحليلها . وعليه فإن العاملين اللذين يجب أن يؤخذا بنظر الاعتبار في أي عملية فصل هما :

( 1 ) اكتمال عملية استرداد الأتاليت .

( 2 ) درجة الفصل عن المكونات غير المرغوب فيها .

إن هذه العوامل يمكن أن يعبر عنها جبرياً بنسب الاسترداد ( Recovery )  $Q$  ( ratios ) . مثال ذلك ، إذا كانت  $X$  هي كمية الأتاليت الذي استرد في الفصل وإن هي كمية  $X$  في النموذج الأصلي يمكن التعبير عن نسبة الاسترداد بواسطة المعادلة التالية:

$$Q_x = \frac{X}{X_0}$$

حيث أن  $X_0$  و  $X$  تمثلان الكميات الابتدائية والنهائية علي التوالي وكلما أصبحت صغيرة . كلما أصبحت عملية الفصل أفضل .

إن الاسترداد غير الكامل إلي  $x$  يؤدي دائماً إلي خطأ سالب . إن الخطأ المرافق غير الكامل إلي  $x$  يؤدي دائماً إلي خطأ سالب . إن الخطأ المرافق للإزالة غير التامة إلي  $y$  سوف يكون موجباً إذا كانت هذه الفصائل مشاركة للكمية المقيسة تحليلياً ويكون الخطأ سالباً إذا كانت تقلل من القيمة المعنية . ولاختيار طبيعة هذه الأخطاء دعنا نفترض أن التحليل يعتمد علي قياس قسم من الكمية  $M$  التي تتناسب مع كمية  $x$  وكمية  $y$  في المحلول الذي يلي عملية الفصل ( أن  $M$  ربما تمثل الكتلة ، أو الحجم ، أو الامتصاص ، أو تيار الانتشار **diffusion current** ، وهم جرا وعليه فيمكن كتابة

$$M_x = K_x X$$

$$M_y = K_y Y$$

إذ أن  $K_x$  و  $K_y$  ثوابت تتناسب مع دقة القياس لكل مكون ( تكون  $K_y$  سالبة عندما تتداخل بحيث تؤدي إلي تقليل حساسية القياس إلي  $X$  ) .

فإذا كانت كل من  $X$  و  $Y$  موجودة فإن قياس قيمة  $M$  تمثل مجموع المكونات  $X$  ،  $Y$

$$M = M_x + M_y$$

لنفرض أن  $M_o$  هي قيمة للكمية المقیسة التي يمكن الحصول علیها عندما لا يحتوي النموذج علی  $y$  ، فإن :

$$M_o = K_x X_o$$

فعلیه عندما يكون كلا  $Y$  ,  $X$  موجودة فإن الخطأ النسبي المرافق لعملية الفصل يمكن أن يعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$\frac{(M - M_o)}{M_o} = \text{الخطأ النسبي بسبب عملية الفصل}$$

وبتعويض المعادلات السابقة نحصل علی :

$$\frac{K_x X + K_y Y_o - K_x X_o}{K_x X_o} = \text{الخطأ النسبي}$$

وبالتعويض الآخر نحصل علی :

$$\frac{K_x Q_x X_o + K_y Q_y Y_o - K_x X_o}{K_x X_o} = \text{الخطأ النسبي}$$

يمكن إعادة ترتيب هذا التعبير كالآتي :

$$(Q_x - 1) \frac{K_y Y_o}{K_x X_o} Q_y = \text{الخطأ النسبي}$$

يمثل المصطلح الأول في هذه المعادلة الخطأ الذي يرافق الخسارة بـ  $X$  خلال عملية الفصل . فعليه فإذا 99 % من  $X$  استرداد خلال عملية الفصل (  $Q_x = X/X_o = 0.99$  ) فإن خطأ نسبياً مقداره 0.01 - أو 1 % - ينتج من هذا المصدر .

يأخذ المصطلح الثاني من هذه المعادلة بحساب الخطأ الناتج من الإزالة غير التامة إلى  $y$  بواسطة الفصل . إن قيمة هذا الخطأ لا تعزي فقط إلى نسبة استرداد  $Q$  ، ولكنها تعتمد كذلك علي نسبة  $Y_0$  إلى  $X_0$  في النموذج .

وعليه فإن نسبة استرداد عالية مقبولة  $Qx$  تكون مرغوبة لفصل المكونات القليلة غير المرغوب فيها  $x$  من المكون الرئيسي  $y$  . إن هذه الحالة غالباً ما تحسب في التحليل الأيئري عندما تكون نسبة  $Y_0$  إلى  $X_0$  في بادئ الأمر هي قدر  $10^6$  إلى  $10^7$

ويبدو أن الخطأ المستهدف في عملية الفصل يعتمد كذلك علي الدقة النسبية للقياس  $M$  للمكونين  $(K_y / K_x)$  فإن لم يتأثر هذا القياس تأثيراً كبيراً بوجود  $Y$  ( وهذه معناه ، إذا كانت  $K_y$  صغيرة ) فإن عملية الفصل النسبي غير التام تكون مناسبة لذلك التحليل . ومن جهة أخرى فإذا كان نظام القياس متساوي الحساسية لكلا  $x$  و  $y$  فقد يتطلب الأمر عملية فصل أكثر اكتمالا .

### الفصل بواسطة الترسيب : Separation by Precipitation

الفصل بواسطة الترسيب يعتمد علي الاختلاف في الذوبانية بين الفلز المحلل والمكونات غير المرغوب فيها . أن دراسة حاصل الإذابة سوف توفر الدليل فيما إذا كان بالإمكان إجراء الفصل النظري وسوف يعرف الشروط اللازمة للحصول علي عملية الفصل .

### طرق الفصل بالتحكم في الحامضية :

هناك اختلافات كبيرة موجودة بين الذائبات للهيدروكسيدات والأكاسيد المائية والأحماض لعناصر مختلفة . ويمكن أن يتغير أيضاً تركيز أيونات الهيدروجين أو الهيدروكسيل في المحلول بمعامل مقداره  $10^{14}$  أو أكثر ويمكن أن يسيطر عليها باستعمال المحاليل المنظمة ونتيجة لذلك فإن العديد من طرق الفصل التي تعتمد علي

السيطرة علي الدالة الحامضية pH تكون متوفرة من الناحية النظرية لدي المحلل .  
وبالممارسة فإن طرق الفصل هذه يمكن أن تجمع في ثلاثة أصناف :

- 1 - تلك التي تجري في محاليل مركزة نسبياً للأحماض .
- 2 - تلك التي تجري في محاليل تحتوي علي محلول منظم عند قيم متوسطة من الدالة الحامضية pH .
- 3 - تلك التي تجري في المحاليل مركزة لهيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم .

### الفصل باستعمال محاليل الأحماض القوية :

ترسب العديد من العناصر كأكاسيد ذات نوبانية قليلة من محاليل مركزة للأحماض المعدنية . وتتكون هذه المواد الصلبة أحياناً خلال إذابة النموذج ويمكن إزالتها في بداية التحليل . و يترسب النتجستين ( VI ) . التانتوليم ( V ) والسليكون ( IV ) بوصفها أكاسيداً بوجود الأحماض المركزة البركلوريك والهيدروكلوريك والنتريك والكبريتيك . ويكون القصدير والأنتيمون أكاسيداً حامضية بوجود حامض البركلوريك المركز الساخن أو حامض النتريك المركز الساخن .

ويمكن فصل المنجنيز كثنائي أكسيد وذلك بتسخين محلول حامضي لحامض البركلوريك أو النتريك لأيون المنجنيز ( II ) مع وجود مؤكسد مثل كلورات البوتاسيوم .

### ترسيب الأكاسيد القاعدية من المحاليل المنظمة :

تحتاج هذه العملية لقيم عالية من الدالة الحامضية لعملية الفصل التامة ويتضح من النتائج أن هناك العديد من عمليات الفصل المفيدة يمكن إجراؤها وذلك بالسيطرة الجيدة علي الدالة الحامضية باستعمال بعض مخاليط المحاليل المنظمة التي تحافظ علي تركيز ملائم لأيون الهيدروجين .

ويحتمل أن يكون المحلول المنظم ( أمونيا - كلوريد الأمونيوم ) الوسط الأكثر شيوعاً في الاستعمال لفصل الحديد ، والكروم والألمونيوم والتيتانيوم من المنجنيز ( II ) وهيدروكسيدات الأتربة القلوية . ويبقى النحاس والزنك والنيكل والكوبلت في المحلول بوصفها معقدات أمينية ثابتة . أن الرواسب المتكونة في هذا المحيط غالباً ما تكون جيلاتينية ومن الصعوبة التعامل معها . وأيضاً نتيجة للأمصاص السطحي التي تميل إلى الترسيب المشترك لقسم من الأيونات الغريبة .

ويوفر ترسيب الأكاسيد المائية للحديد والألمونيوم ، والكروم ، من وسط حامضي طريقة للفصل ملائمة أكثر من الأيونات الثنائية الشحنة الموجبة الشائعة . ونستعمل طريقة الخللات القاعدية التي فيها يتم المحافظة على الأس الهيدروجيني pH بواسطة المحلول المنظم حامض الخليك - خللات الأمونيوم بصورة واسعة لهذه الغاية . وهناك محاليل منظمة حامضية أخرى تكون جيدة الاستعمال مثل حامض البنزويك - بنزويت - حامض الفورميك - الفورمات ، وحامض السيسانيك - سيسنين . وفيما يلي جدول لقيم الأس الهيدروجيني الذي تترسب عنده بعض الأكاسيد .

جدول قيم pH التي تترسب عندها أكاسيد مائية معينة .

PH	أيون الفلز
11	Mg ( II )
9	Ag ( I ) , Mn ( II ) La , Hg ( II )
8	Ce ( III ) , Co ( II ) , Ni ( II ) Cd , Pr . Nd , Y
7	Sm, Fe ( II ) , Pb
6	Zn , Be , Cu , Cr ( III )
5	Al
4	U ( VI ) . Th
3	Sn ( II ) . Zr . Fe ( III )

## الفصل بإستعمال محاليل القواعد القوية :

في المحاليل القاعدية القوية وبوجود العامل المؤكسد مثل بيروكسيد الصوديوم فإن عدداً من العناصر الأمفوتيرية تكون ذائبة ويمكن فصلها عن الأيونات التي تكون رواسباً تحت هذه الظروف . وهناك فصائل تبقى ذائبة مثل الزنك والكروم والفلناديوم واليورانيوم وفصائل أخرى تكون رواسباً مثل الحديد والكوبلت والنيكل ، وعناصر الأتربة النادرة .

## عمليات الفصل علي هيئة كبريتيد :

تكون معظم الكاتيونات كبريتيدات شحيحة النوبان باستثناء الفلزات القلوية وفلزات الأتربة القلوية . إن هذه الكاتيونات تختلف في قابلية نوبانها اختلافاً كبيراً ، وبسبب سهولة السيطرة علي تركيز أيون الكبريتيد للمحلول المائي وذلك بواسطة ضبط الأس الهيدروجيني ولذلك فإن الفصل الذي يعتمد علي تكون الكبريتيدات وجد استعمالاً واسعاً . حيث يمكن أن تترسب الكبريتيدات من محلول متجانس ، وإن الأيون السالب يجهز إلي المحلول عن طريق التحلل المائي للنايراستاميد .

## المرسبات :

إن أيونات الفوسفات والكاربونات والأوكزالات غالباً ما تستعمل بوصفها مرسبات للأيونات الموجبة ، ويكون سلوكها غير انتقائي ، ولذلك فإن فصلاً أولاً يجب أن يسبق استعمالها . وتكون أيونات الكلوريد والكبريتات مفيدة بسبب سلوكها الخاص النسبي ويمكن استخدام الفلوريد لفصل الفضة عن معظم الفلزات في حين تستخدم الكبريتات غالباً لفصل مجموعة من الفلزات التي تشمل علي الرصاص والباريوم والسترونيوم .

## طرق الاستخلاص : Methods of Extraction

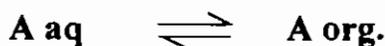
لقد استعملت تقنية الاستخلاص علي نطاق واسع وذلك لفصل المكونات للأنظمة العضوية . مثال ذلك تفصل الأحماض الكاربوكسيلية عن المركبات الفينولية

باستخلاص المحلول اللامائي للنموذج باستعمال المحلول المائي المخفف لبيكاربونات الصوديوم . إن الأحماض الكربوكسيلية يمكن نقلها نقلاً تاماً للطور المائي . في حين تبقى المكونات الفينولية في الطور العضوي .

لقد وجدت أيضاً طرق الاستخلاص تطبيقات مفيدة للمواد مثال ذلك النترات ، والكوريدات والثاوسينات لأعداد كبيرة من الكاتيونات إذ يمكن إستخلاصها مع المذيبات العضوية ، وبالمكان فصل تلك الكاتيونات عن الأملاح التي لا يمكن إستخلاصها . فضلاً عن أن العوامل العضوية المخلبية **Organic chelating agents** لها القابلية علي استرداد عدد من الكاتيونات اللاعضوية التي لها القابلية علي أن تستخلص بواسطة المذيبات العضوية .

### الأساس النظري :

إن الحاجز الفاصل للمذاب بين مذيبين غير ممتزجين يوصف بواسطة قانون التوزيع **distribution law** فإذا افترضنا أن فصائل المذاب A موزعة نفسها بين الطورين العضوي والمائي ، فيمكن بيان الإتزان الناتج كما يأتي :



حيث أن **aq** و **org** تشيران إلي الأطوار المائية والعضوية علي التوالي . ومثالياً ، فإن نسبة الفعاليات A في الطورين تكون ثابتة ولا تعتمد علي الكمية الكلية إلي A ، ذلك عند درجة حرارة معلومة .

$$K = \frac{[A_{org}]}{[A_{aq}]}$$

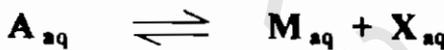
حيث أن ثابت الاتزان K هو معامل التوزيع **distribution Coefficient** . وربما يوجد المذاب في قسم من الأنظمة في حالات مختلفة من التجمعات في المذيبين ، فإن الاتزان يصبح .



وإن معامل الحاجز الفاصل يأخذ الشكل .

$$K = \frac{[(AX)_{org}]^y}{[(Ay)_{aq}]^x}$$

ومثال ذلك عند استخلاص الفلز - العضوي المخلبي . **metal organic Chelate** . فإنه من الضروري أن يؤخذ بالحسبان تفكك المخلب في الطور المائي . وعليه فإذا كانت  $A$  هي المخلب المستخلص و  $m$  و  $X$  تمثل أيون الفلز والعامل المخلبي علي التوالي فيجب أن يدرس أيضاً الاتزان الآتي :



$$K_{inst} = \frac{1}{K_1} = \frac{[A_{aq}][X_{aq}]}{[M_{aq}]}$$

وهنا فإن تركيز  $A$  في الطبقة العضوية يعتمد أيضاً علي ثابت التكوين للمعقد في الماء وتركيز العامل المخلبي .

وتساعد معاملات التوزيع المحلل الكيميائي علي تعيين شروط التجربة اللازمة لنقل المذاب من أحد المذيبات إلي الآخر . لنفرض أنه لدينا  $V_{org}$  مل من المحلول المائي والذي يحتوي علي  $a$  مليمول من  $A$  وإن هذا المحلول يستخلص مع  $V_{org}$  مل من مذيب عضوي غير قابل للامتزاج . وعند التوازن ، فإن  $X$  مليمول من  $A$  سوف تبقى في الطبقة المائية ، وعليه

$$A_{aq} = \frac{X_1}{V_{aq}}$$

لذلك سوف نتبع

$$A_{org} = \frac{(a - X_1)}{V_{org}}$$

وبالتعويض في معادلة الاتزان وإعادة ترتيبها تحصل على :

$$X_1 = \left( \frac{V_{aq}}{V_{org} + V_{aq}} \right) a$$

إن عدد المليمولات في  $X_2$  التي تبقى بعد عملية الاستخلاص الثانية للماء مع حجم مماثل من المذيب سوف تكون للسبب نفسه كما يأتي :

$$X_2 = \left( \frac{V_{aq}}{V_{org} K + V_{aq}} \right) a$$

وبعد  $n$  من الاستخلاصات ، يعطي عدد المليمولات المتبقية بواسطة التعبير .

$$X_n = \left( \frac{V_{aq}}{V_{org} K + V_{aq}} \right)^n a$$

**النسبة المئوية المستخلصة :**

إن نسبة التوزيع  $D$  ثابتة ولا تعتمد على النسبة الحجمية . فإن كان الحجم المستعمل من المذيب العضوي أكبر فيجب أن تنوب كمية أكثر من المذاب في هذه الطبقة للمحافظة على نسبة التركيز ثابتة وإشباع نسبة التوزيع . ويساوي الجزء المستخلص من المذاب في حين تكون المليمولات هي المولارية مضروبة بالمليترات وهكذا فإن النسبة المئوية المستخلصة تكون كما يأتي :

$$E = \frac{[S]_{org} V_{org}}{[S]_{org} V_{org} + [S]_{aq} V_{aq}} \times 100$$

علماً أن  $V_{org}$  ،  $V_{aq}$  هما حجور الطبقات العضوية والمائية علي التوالي . ومن الممكن أن نلاحظ من هذه المعادلة أن النسبة المئوية المستخلصة لها علاقة بنسبة التوزيع .

$$E = \frac{100 D}{D + (V_{aq} / V_{org})}$$

عندما  $V_{aq} = V_{org}$

$$E = \frac{100 D}{D + 1}$$

في هذه الحالة إذا كانت  $D$  أقل من 0.001 يمكن أن نعتبر المذاب قد حجز كميأ . وأساساً قد يستخلص المذاب كميأ عندما تكون  $D$  أكثر من 1000 وتتغير النسبة المئوية المستخلصة من 99.5 إلي 99.9 وذلك عندما تتضاعف  $D$  من 500 إلي 1000 .

## أنواع الاستخلاص : Types of Extraction

### 1 - الاستخلاص البسيط : Simple Extraction

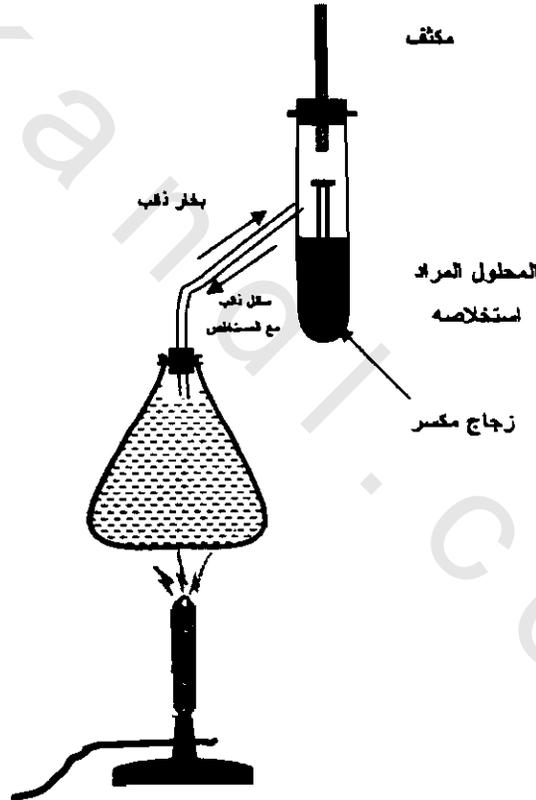
يمكن أن تكون عملية الفصل بالاستخلاص عملية بسيطة ويشترط بأن معامل التوزيع لأحد الفصائل يكون مناسباً (نو الترتيب 10 أو أكبر من ذلك) في حين يكون معامل التوزيع للفصائل الأخرى غير مناسب . وعلي أية حال ومن النموذج بالامكان إجراء فصل جيد إذا كان المعامل الثاني ضمن المدى 0.1 إلي 0.001 (أو أقل) . وتحت هذه الظروف يمكن إجراء الفصل باستعمال ورق الفصل

Sparatory funnel ويمكن استخلاص المحلول الأصلي بكل نجاح باستخدام خمسة إلى ستة أجزاء من المذيب الجديد .

## 2 - الاستخلاص المستمر أو الشامل :

### Exhaustive or catinouns Extraction :

يكون هذا الجهاز مفيداً لإزالة المكونات القابلة للاستخلاص من المكونات التي تكون لها نسب الحاجز الفاصل نسبياً غير مناسبة سوف تفصل بمدة زمنية تستغرق عدة ساعات .



جهاز الاستخلاص المستمر للنموذج

## بعض الأمثلة لعمليات الاستخلاص اللاعضوية :

### 1- الاستخلاص بالمذيب للفلزات :

من أهم تطبيقات الاستخلاص بالمذيب فصل أيونات الفلزات . وخاصة أن كلوريدات الفلزات يمكن أن تستخلص بواسطة الأثير من محلول 6 مولاري حامض الهيدروكلوريك ، وإن أعداداً كبيرة من أيونات الفلزات لا تتأثر أو يستخلص منها كميات قليلة جداً تحت هذه الظروف . فعليه يمكن إجراء عدد من طرق الفصل . منها كميات قليلة جداً تحت هذه الظروف . فعليه يمكن إجراء عدد من طرق الفصل . وإن من أهم هذه الطرق فصل الحديد ( III ) ( ويستخلص منه 99 % ) من بين العديد من الكاتيونات . إن الجزء الأكبر من الحديد في نماذج الفولاذ أو خامات الحديد يتم إزالتها بواسطة الاستخلاص حسب أسبقية التحليل لمثل هذه العناصر المختلفة مثل الكروم ، أو الألومنيوم ، أو التيتانيوم ، أو النيكل . تظهر الفصائل المستخلصة علي هيئة  $HFeCl_4$  . ولقد وجد كذلك أن النسبة المئوية للحديد التي تنقل أي الطور العضوي تعتمد علي كمية حامض الهيدروكلوريك في الطور المائي ( إن القليل يزال من المحاليل التي تكون تحت 3 مولاري والتي تكون أعلي من 9 مولاري  $HCl$  ) وتعتمد كذلك علي كمية الحديد الموجودة وما لم تؤخذ الاحتياطات اللازمة فإن استخلاص الكميات الأثرية من الحديد لا تتم بصورة كلية .

### 2- استخلاص النترات :

يستخلص قسم من أملاح النترات بصورة انتقائية بواسطة الأثير وكذلك بواسطة المذيبات العضوية مثال ذلك يفصل اليورانيوم عن بقية العناصر مثل الرصاص واليورانيوم بواسطة مستخلص الأثير للمحلول المائي المشبع مع نترات الأمونيوم ويحتوي علي حامض النتريك بتركيز مقارب إلي 1.5 مولاري ، ويجب أن يكون اليورانيوم في الحالة التأكسدية 6 + . كذلك فإن نترات البرموث والحديد ( III ) يمكن استخلاصها إلي حد معين تحت هذه الظروف .

### 3- استخلاص المركبات المخيلية :

إن العديد من الكواشف العضوية تكون مركبات مخيلية مع أيونات الفلزات المختلفة ، وتكون هذه المركبات المخيلية غالباً مذابة في هذه المذيبات مثل الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون ، والبنزين والأيثر . وعليه فإن الانتقال الكمي للأيونات الفلزية للطور العضوي يكون ممكناً .

إن الكاشف 8 - هيدروكسيد كوينولين له تطبيقات واسعة لعمليات الفصل بواسطة الاستخلاص . وتكون معظم مركبات الفلزات المخيلية لهذا الكاشف مذابة في الكلوروفورم وكذلك في مذيبات عضوية أخرى . ويمكن كتابة التفاعل الذي يظهر عند استخلاص المحلول المائي لأيون فلز ثنائي الشحنة  $M^{2+}$  مع مذيب عضوي يحتوي 8 - هيدروكسي كوينولين ( يرمز له HQ ) كالآتي :



### الفصل بواسطة التقطير : Separation by Distillation

إن عملية التقطير تسمح بفصل مكونات المخلوط الذي تكون معاملات التوزيع له بين أطوار المحلول والبخار مختلفة اختلافاً ملحوظاً فإذا كانت أحد الفصائل لها معامل التوزيع أكبر موازنة بالمكونات الأخرى للمخلوط ، فإن عملية الفصل تكون بسيطة . مثال ذلك يمكن أن يفصل الأمونيوم من الأيونات الموجبة الأخرى في محلول مائي بعد تحويله إلى الأمونيا وذلك بواسطة إضافة القاعدة .

يكون معامل التوزيع للأمونيا بين الطور الغازي والمحلول كبيراً وخاصة إذا حسبت حرارة المحلول . وبواسطة إمرار غاز خامل من خلال المحلول ، وبالامكان إزالة الأمونيا في الطور الغازي باستمرار وغالباً ما يتم جمعها . وتكون هذه العملية مشابهة لعملية الاستخلاص الشامل التي سبق ذكرها .

ويمكن فصل الأنثيمون والقصدير من معظم العناصر وكذلك ، الواحد عن الآخر

بواسطة التقطير .

ولا يوجد عنصر يتطاير تحت هذه الظروف ما عدا الجرمانيوم . وبعد إزالة الأرسنيك فإن الماء يقطر وإن غليان الخليط تتراوح بين 155 الي 165 ° م ، والتي عندما تظهر الإزالة الكمية لثلاثي كلوريد الأنتيمون ، ويجب أن يزداد حامض الهيدروكلوريك المركز إلي المحلول في أثناء عملية التقطير .

ويزداد حامض الفوسفوريك ليكون معقداً مع القصدير ( VI ) ويمنع التقطير الجزئي للكوريد . وبعد أن يتم إزالة الأرسنيك والأنتيمون ، فيمكن فصل القصدير بوصفه رابع البروميد عند درجة 140 ° م وذلك بواسطة حامض الهيدروبروميك الي المحلول .

## الفصل بواسطة الكروموتوجرافيا : Separation by Chromatography

الكروموتوجرافيا تشير إلي العمليات التي تعتمد علي الاختلاف في المعدلات rates التي تنتقل فيها المكونات الانفرادية للخليط خلال وسط مستقر تحت تأثير الطور المتحرك .

### أنواع الأطوار المتحركة والمستقرة :

تحمل مكونات الخليط في الكروموتوجرافيا من خلال طور سام مستقر بواسطة سائل متحرك أو غاز يسمى بالطور المتحرك . وفي قسم من التطبيقات فإن الطور المستقر هو عبارة عن مادة صلبة ذات تقاسيم صغيرة جداً تحمل علي صفيحة زجاجية خفيفة أو أنبوية معدنية . وإن الطور المتحرك يرشح من خلال مادة صلبة تحت تأثير الجاذبية أو نتيجة للضح . وبالطرق الأخرى فإن الطور المستقر ربما يكون ورقة مسامية أو مادة مطحونة ناعمة والتي تنتشر علي صفيحة زجاجية ، ولهذا يكون الطور المتحرك من خلال المادة الصلبة بواسطة التأثير الشعري أو تأثير الجاذبية .

يمكن كذلك أن يكون الطور المستقر سائلاً غير متحرك والذي لا يكون ممتازاً مع الطور المتحرك وهناك طرق متعددة استعملت لتثبيت السائل المستقر في مكانه . مثال ذلك المادة الصلبة ذات التقاسيم الصغيرة التي تكون مغطاة بطبقة رقيقة من

السائل ، ربما تحمل علي صفيحة زجاجية أو أنبوبة معدنية والتي من خلالها يتم ترشيح الطور المتحرك . ومن الطبيعي فإن المادة الصلبة لا تلعب أي دور في عملية الفصل ، وإن وظيفتها فقط لحمل الطور السائل المستقر في مكانه ، وبالمقابل فإن الجدران الداخلية للأنبوبة الشعرية يمكن أن تطلي بطبقة رقيقة من السائل ، إن الطور الغازي المتحرك سوف يجري من خلال الأنبوبة . وأن الطور السائل يمكن أن يحمل كذلك في مكان علي ورقة ليفية أو علي السطح من دقائق مطحونة وناعمة ومحمولة علي صفيحة زجاجية .

### نسبة الحاجز الفاصل : The Partition Ratio

تعتمد جميع طرق الفصل الكروماتوجرافي علي الاختلاف في الحد الذي تكون فيه المذيبات حاجزاً بين الطور المتحرك والمستقر . ويمكن أن توصف كميأً الإترانات المتضمنة بثابت يعتمد علي الحرارة **atmperatur – dependent constant** إن نسبة الحاجز الفاصل أو معامل الحاجز الفاصل **K** هو

$$K = \frac{C_s}{C_m}$$

إذ أن  $C_s$  التركيز التحليلي الكلي للمذاب في الطور المستقر و  $C_m$  هو تركيز المذاب الكلي في الطور المتحرك .

الوصف العام لعملية الكروماتوجرافيا :

تصنف طرق الكروماتوجرافيا إلي ثلاثة أصناف :-

- 1- التحليل النازل **Elution Analysis** .
- 2- التحليل الأمامي **Frontal Analysis** .
- 3- التحليل بواسطة الإحلال **Displacement Analysis** .

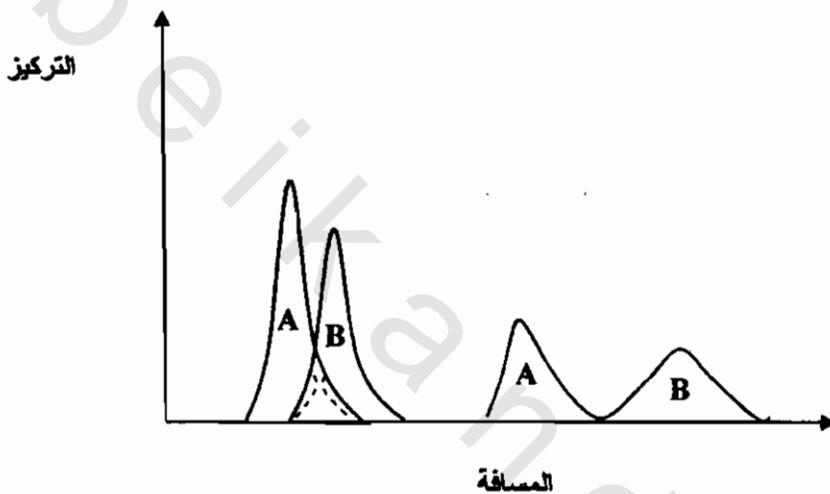
والصنف الأول هو أكثر اتساعاً من بين الطرق الثلاثة فسي طريقة التحليل باستعمال كروماتوجرافيا النزول **Elution chromatography** بداخل جزء أحادي من النموذج المذاب في طور متحرك من أعلى العمود التي توزع فيه مكونات النموذج نفسها بين الطورين . إن إدخال الطور المتحرك يرغم المذيب الذي يحتوي على جزء من النموذج بالنزول إلى أسفل العمود فيكون حاجزاً فاصلاً بين الطور المتحرك وأجزاء جديدة من الطور المستقر . وفي وقت واحد فإن الحاجز بين المذيب الجديد والطور المستقر يظهر بجانب لنموذج الأصلي وبالإضافة المستمرة للمذيب تحمل جزيئات المذاب إلى أسفل العمود على هيئة سلاسل انتقائية مسترة بين الطور المتحرك والمستقر . وبسبب أن حركة المذاب يمكن أن تظهر فقط في الطور المتحرك فعلي أية حال إن معدل السرعة التي ينتقل عندها المذاب تعتمد على الوقت الذي يستغرقه المذاب في ذلك الطور . إن ذلك الجزء من الوقت يكون صغيراً للمذيبات التي لها نسب حاجز الفصل تفضل البقاء في الطور المستقر ويكون كبيراً عندما يكون البقاء في الطور المتحرك أكثر احتمالاً . ومثالياً فإن الاختلاف الناتج في السرعة يجعل المكونات في الخليط تنفصل إلى حزم موضوعة على طول العمود . ويمكن أن يحدث الفصل بإمرار كمية كافية من الطور المتحرك خلال العمود لتحل هذه الحزم المختلفة تمر خارجاً من نهاية العمود والتي يمكن أن تجمع . وبالمقابل فإن العمود الممتلئ يمكن أن يؤخذ ويقسم على أجزاء تحتوي على المكونات المختلفة للخليط .

إن الطريقة التي يغسل فيها المذاب من خلال العمود وذلك بواسطة الإضافة للمذيب الجديد تسمى بالنزول **Elution** . فإذا وضع كاشف **detector** في نهاية العمود الذي يتحسس تركيز المذاب وترسم إشارته بوصفها دالة إلى الوقت ( أو الحجم المزداد في الطور المتحرك ) ، فيمكن الحصول على سلاسل متماثلة من القمم يسمى بالكروماتوجرام .

### نظريات كروماتوجرافيا النزول :

لو فرضنا أن تراكيز المذيبات **A** و **B** على كروماتوجرافيا العمود في أية حالة مبكرة ومتأخرة من النزول . إن نسبة الحاجز الفاصل هو الأكبر في الاثنین وعليه فإن

B يتأخر خلفاً خلال عملية الحركة . وإنه لمن الواضح أن الحركة إلي أسفل العمود يزيد من المسافة بين القمم . وعلي أية حال تصبح كلا الحزم أعرض في الوقت نفسه ، وتقلل من كفاءة العمود بوصفه أداة فصل . لا يمكن تجنب منطقة الاتساع ، وعلي أية حال ولحسن الحظ فإنها تظهر أكثر ببطأ من منطقة الفصل وعليه فمن الممكن أن يجري فصل واضح للفصائل بشرط أن يكون العمود طويلاً . كما في الشكل التالي :



لقد تم تطوير نظريتين لحساب السرعة التي عندها تتحرك منطقة المذاب وتركيزه أو شكله . أحدهما : نظرية الصفيحة **Plate Theory** والأخرى النظرية الحركية . أن النظرية الأخيرة هي النظرية الأكثر فائدة ولذلك فإنها النظرية التي سوف نتعامل معها .

### نظرية الصفيحة :

إن كروماتوجرافيا العمود تتألف من سلاسل متميزة ومنفردة ولكن تكون متلاصقة ، وضيقة ، وطبقات عمودية تسمى بالصفائح النظرية . ويفترض وجود اتزان للمذاب عند كل صفيحة بين الطور المتحرك والمستقر . وإن حركة المذاب والمذيب تظهر كسلاسل بمراحل متعددة من الانتقال من احدي الصفائح إلي التي تليها .

ولقد وجد أن كفاءة كروماتوجرافيا العمود بوصفها أداة فصل تزداد كلما ازداد عدد الإتزانات وهذا يعني أنه كلما ازداد عدد الصفائح النظرية . فإن عدد الصفائح النظرية  $N$  تستعمل لقياس كفاءة العمود . والمصطلح الثاني وهو الارتفاع المكافئ للصفحة النظرية  $H$  ، يخدم كذلك لهذا الغرض . حيث أن العلاقة بين هذين الوسيطين هي :

$$N = \frac{L}{H}$$

$L$  هي طول العمود الممتد ويجب أن يلاحظ أن  $H$  تقل كلما أصبحت كفاءة العمود أكبر . ولذلك كلما أصبحت  $H$  أصغر فإن عدد الاتزانات التي تظهر لطول معلوم للعمود تصبح أكثر .

### معدل حركة المذاب : Migration rate of Solute

عرفنا وقت البقاء  $t$  انه الوقت اللازم لظهور قمة المذاب في نهاية العمود ذي الطول  $L$  ، فإن معدل حركة المذاب تعطي بواسطة  $L / t$  .

وبالمثل إذا كان  $t_m$  تمثل الوقت اللازم لمرور المذاب والذي لم يبق نهائياً في الطور المستقر فإن  $t_m$  هي كذلك الوقت اللازم لمعدل الطور المتحرك لمرور الجريئة من خلال العمود ، إن معدل الحركة لهذا النوع من الفصائل هي  $L / t_m$  . وإن معامل الإعاقة **retardation factor** أو نسبة الاستبقاء  $R$  (retention ratio) يكون وسيطاً مفيداً في الكروماتوجرافيا الذي هو عبارة عن نسبة حركة جزئية المذاب بالنسبة إلى نسبة حركة المذيب . ولهذا فإن :

$$R = \frac{L/t}{L/t_m} = \frac{t_m}{t}$$

وهناك مصطلح آخر مفيد في الكروماتوجرافيا هو حجم الاستبقاء  $V_R$  (retention volume) والذي يعزي إلى وقت الاستبقاء بواسطة

$$V_R = t_F$$

إذ أن  $F$  نسبة الجريان للطور المتحرك . والمكون الذي لا يسترد أو يحتبس بواسطة الطور المستقر ، فإن حجم الاستبقاء  $V_m$  يعطي بواسطة

$$V_m = tmF$$

وبتعويض هذه العلاقات في معادلة نسبة الاستبقاء نحصل علي

$$R = \frac{V_m}{V_R}$$

ونفرض الآن أن هناك اتزاناً ديناميكياً في مقطع صغير من منطقة المذاب ، بحيث أن النسبة اللازمة من الوقت في كل من الطورين يساوي النسبة بين كمية المذابات في الطورين كما يلي :

$$\frac{R}{(1-R)} = \frac{C_m V_m}{C_s V_s}$$

إذ أن  $C_m$  و  $C_s$  هي التراكيز المولارية للمذابات في الطور المتحرك والطور السائل المستقر علي التوالي وإن  $V_m$  و  $V_s$  هما الحجمان المقابلان في المقطع الذي اختير أي أن :

$$R = \frac{V_m}{V_m + K V_s}$$

ومن الواضح أن معدل الحركة النسبية للمذاب تقل كلما ازدادت نسبة الحاجز الفاصل .  
ويمكن حساب الجزء في الطور المستقر ( 1 - R ) .

$$(1 - R) = 1 - \frac{V_m}{V_m + KV_s} = \frac{KV_m}{V_m + KV_s}$$

بعض الأنواع الشائعة من الكروماتوجرافيا :

## Common Types of Chromatography :

### 1- كروماتوجرافيا الغاز - السائل : Gas . Liqwid Chromatography

يكون الطور المتحرك في كروماتوجرافيا الغاز - السائل غازاً خاملاً في حين يكون الطور المستقر سائلاً محمولاً على سطح صلب . فيدخل النموذج كغاز من أعلي العمود ، إن هذه المكونات التي لها ذوبانية قليلة في الطور السائل المستقر توزع نفسها بين هذا الطور والطور الغازي حسب قانون الاتزان .

### 2- كروماتوجرافيا الحاجز الفاصل السائل :

#### Liquid Partition Chromatography :

إن الطور المستقر من أكثر المواد الصلبة السائدة استعمالاً للكروماتوجرافيا الفاصل الحاجز هو حامض السليسيك أو هلام السليكا . إن هذه المادة تمتص الماء بشدة ، وعليه فإن الطور المستقر يكون مائياً . إن المذيبات القطبية مثل الكحول الألفاتي ، الجلوكوز أو النايتروميثان ، استعملت بوصفها طوراً مستقراً على هلام السليكا وهناك وسائط مساعدة أخرى مثل النشا ، السلسلوز ، الزجاج المطحون ، ولقد استعملت الماء وسوائل عضوية أخرى لإكساء هذه المواد الصلبة . والطور المتحرك قد يكون مذيباً نقياً وخليطاً من المذيبات والتي تكون على الأقل غير ممتزجة جزئياً مع الطور المستقر .

### 3- كروماتوجرافيا الامتصاص : Adsorption Chromatography

أن الفصل الذي يعتمد علي كروماتوجرافيا الامتصاص تعتمد علي الاتزان التي تحكم توزيع مختلف فصائل المذاب بين وسطح المادة الصلبة . وهناك اختلافات في ميل المركبات علي الامتصاص ، ومثال ذلك يمكن تمييز علاقة موجبة بين خصائص الامتصاص وعدد مجاميع الهيدروكسيد في الجزيئة ، وتوجد علاقة متشابهة للروابط الثنائية . بحيث أن المركبات التي تحتوي علي عدد من المجاميع الفعالة تكون أكثر قابلية علي البقاء في العمود من غيرها . إن قابلية الامتصاص تقل بالترتيب التالي : الحامضي < الكحول < الكربونيل < الأستر < الهيدروكربون . وتؤثر كذلك طبيعة المادة الممتصة في تعيين رتبة الامتصاص .

### 4- كروماتوجرافيا التبادل الأيوني : Ion Exchange Chromatography

إن التبادل الأيوني هو عملية يتم بها تبادل الأيونات ذات الإشارات المتشابهة بين المحلول والمادة الصلبة غير الذائبة التي تكون بتماس مع المحلول . وإن عددا من المارد الطبيعية والمحضرة تعمل بوصفها مبادلات أيونية . ومن بين هذه المواد الشائعة الذكر هي الطين والزيوليت .

وتكون راتنجات التبادل الأيوني المحضرة ذات أوزان جزيئية عالية ، ومواد بوليمرية تحتوي علي عدد كبير من المجاميع الفعالة الأيونية لكل جزيئة . وللتبادل الكاتيوني يوجد اختاران ، الراتنجات ذات الحامضية القوية التي تحتوي علي مجاميع حامض السلفونيك (  $RSO_3H$  ) أو راتنجات ذات حامضية ضعيفة تحتوي علي حامض الكربوكسيليك (  $RCOOH$  ) . ولكن الراتنجات الأخيرة لها تطبيقات أوسع وتحتوي راتنجات التبادل الأيوني علي المجاميع الفعالة الأمينية المتصلة مع جزيئة البوليمر . كما أن المبادلات القاعدية القوية هي رباعية الأمينات (  $RN(CH_3)OH^-$  ) أن الأنواع الضعيفة القاعدية تحتوي علي الأمينات الثنائية والثلاثية .

## 5- كروماتوجرافيا الورق : Paoper Chromatography

أن كروماتوجرافيا الورق عبارة عن تحويل بسيط للطريقة الكروماتوجرافيا والتي أصبحت أداة تحليل ثمينة للمحلل الكيميائي ففي هذا التطبيق فإن قطعة من الورق الخشن استعملت بدلاً من العمود المعبأ . توضع قطرة من المحلول تحتوي علي النموذج عند نقطة ما من الورقة ومن ثم يظهر الانتقال نتيجة للسريان بواسطة الطور المتحرك والمسمى بالكاشف ( developer ) . تتسبب حركة الكاشف بواسطة القوي الشعرية .

## 6- كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة : Thin - layer Chromatography

تشابه تقنيات كروماتوجرافيا - النحيفة تقريباً كروماتوجرافيا الورق وعلي أية حال فإن الحاجز الفاصل يظهر علي طبقة من مادة ممتصة ذات دقائق صغيرة جداً والمستندة علي صفيحة زجاجية . وتشمل المواد الممتصة للكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة مثل السليكاجيل ، والألمينا والسلسلوز . تحضر . بحيث تحضر صفيحة الطبقة الرقيقة وذلك بواسطة نشر مستحلب لمادة ممتصة ( مسحوق جيداً ) علي سطح صفيحة زجاجية أو علي شريحة ميكروسكوب . وتترك الصفحة حتى ثبوت المادة وللعديد من الأغراض ، قد تنشط الصفيحة وذلك بواسطة تسخينها في فرن لعدة ساعات . وأن الدقائق تبقى بدون أي شك مغطاة بغشاء خفيف من الماء . فإذا وزع النموذج بمذيب عضوي فإن التحلل سوف يكون أكثر احتمالاً حاجز فاصل سائل - سائل ومن جهة أخرى فإذا تم تخفيف غشاء السليكا بالتسخين فإن الحاجز الفاصل سوف يتضمن توازنات الامتصاص السائل الصلب .

وعند الظهور والكشف ينفذ النموذج عند نهاية واحدة من الصفيحة ومن ثم يظهر بواسطة تقنية الصعود التي تم وصفها لكروماتوجرافيا الورق . تجري عملية التطهير في حاوية مغلقة مشبعة ببخار المظهر . ومن ثم تجفف الصفيحة وترش بكاشف لكشف المكونات أو بشكل 1 جم تعرض إلي بخار اليود .

## 7- كروماتوجرافيا الغاز : Gas Chromatography

تعتمد طريقة كروماتوجرافيا الغاز على توزيع مكونات الخليط بين الطور المتحرك والطور الساكن إذ يكون الطور المتحرك غازاً ناقلاً خاملاً **inert ncarrier gas** أما الطور الساكن فيكون إما مادة امتصاص صلبة **solid adsorbent** .

ويعتمد اختيار الغاز الناقل على طبيعة النموذج ونوعية الكاشف المستعمل .  
فمثلاً يكون الهيدروجين والهيليوم بالذات مناسبين للاستعمال عندما يكون الكاشف من نوع كاشف التوصيل الحراري وذلك بسبب القدرة العالية التي يملكها هذان الغازان في التوصيل الحراري إذ يسمح ذلك بحدوث تجاوب سريع من قبل الكاشف .

## • الأسئلة •

- 1- تكلم بالتفصيل عن معامل التوزيع .
- 2- صف طريقتين رئيسيتين في الاستخلاص بالمذيب لأيونات الفلز . إعط أمثلة لكل واحدة .
- 3- صف عمليات الاتزان في الاستخلاص بالمذيب .
- 4- اقترح طريقة لفصل الأنيلين  $C_6H_5NH_2$  قاعدة عضوية من النيتروبنزين  $C_6H_5NO_2$  .
- 5- وضح الأسس الرئيسية لعمليات الكروماتوجرافيا جميعها .
- 6- صنف ستة أنواع مختلفة من الكروماتوجرافيا وضح الطور الساكن والمتحرك لكل نوع .
- 7- قارن المزايا الحسنة والسيئة لكروماتوجرافيا الورقة وكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة .
- 8- وضح أسس كروماتوجرافيا الغاز .
- 9 - اذكر أهم المرسبات اللاعضوية مع إعطاء أمثلة .
- 10- ما هي طرق الاستخلاص ؟ اذكر تطبيقات الاستخلاص المهمة .

تح محمد الش

obeikandi.com

# المصطلحات العلمية

obeikandi.com

## " المصطلحات العلمية "

Absorbed	ممتص
Absorption	امتصاص
Absolute	مطلق
Accuracy	دقة
Accuracy of analysis	الدقة التحليلية
Acidity	حامضية
Acid-base indicator	الدليل الحامضي القاعدي
Acid-base titration	المعايرة الحامضية القاعدية
Acidimetry	طرق المعايرة الحامضية
Acid-storage cell	خلية خزن حامضية
Activity	نشاطية أو فعالية
Activity coefficient	معامل النشاطية
Adsorption indicator	دليل امتصاصي
Agar	الآجر
Aging of precipitate	إتضاج الراسب بتركه مدة من الزمن
Adsorption	امتزاز
Adsorptivity	إمتزازية
Alkali carths	القلويات الأرضية
Alkali hydroxides	الهيدروكسيدات القلوية
Alkali salts	الأملاح القلوية
Alkali metals	الفلزات القلوية

<b>Alkalimetry</b>	طرق المعايرة القلوية
<b>Alkaline solution</b>	محلول قلوي
<b>Alkalineity</b>	القلوية
<b>Alkaloid</b>	شبه قلوي
<b>Alloy</b>	سبيكة
<b>Alum</b>	شرب
<b>Alumina</b>	أوكسيد الألومونيوم ( الأونيا )
<b>Aluminous</b>	شبه الوميني
<b>Amalgam</b>	ملغم ( مزيج فلز بالزئبق )
<b>Ammonia</b>	أمونيا ( غاز النشادر
<b>Ammonia liquid</b>	سائل الأمونيا
<b>Ammonium chloride</b>	كلوريد الأمونيوم
<b>Ammonium hydroxide</b>	هيدروكسيد الأمونيوم
<b>Ammonium sulphate</b>	كبريتات الأمونيوم
<b>Ammonium sulphide</b>	كبريتيد الأمونيوم
<b>Analyse</b>	يحلل
<b>Analysed sample</b>	نموذج محلل
<b>Analysis</b>	تحليل
<b>Analysis (Chemical )</b>	تحليل كيميائي
<b>Analysis ( qualitative )</b>	تحليل نوعي
<b>Analysis ( quantitative )</b>	تحليل كمي
<b>Analysis ( volumetric )</b>	تحليل حجمي
<b>Analyst</b>	محلل

<b>Analytical</b>	تحليلي
<b>Analytical balance</b>	ميزان تحليلي
<b>Analytical chemistry</b>	كيمياء تحليلية
<b>Analytical method</b>	طريقة تحليلية
<b>Analytical reactions</b>	تفاعلات تحليلية
<b>Analytical separation</b>	الفصل التحليلي
<b>Analytical weights</b>	أوزان تحليلية
<b>Angstrom</b>	جزء من 100 مليون من السنتيمتر
<b>Anhydride</b>	انهيدريد ( بلا ماء )
<b>Anhydrite</b>	لامائي ( خال من الماء )
<b>Anion</b>	أنود ( مصعد ) ( قطب موجب )
<b>Anodic oxidation</b>	أكسدة أنودية
<b>Anodic process</b>	عملية أنودية
<b>Anodic reactions</b>	تفاعلات أنودية
<b>Anodic waves</b>	موجات أنودية
<b>Anti - oxidation</b>	ضد التأكسد
<b>Apparent dissoiation</b>	التفكك الظاهري
<b>Apparatus</b>	جهاز ، أجهزة
<b>Approximate</b>	تقريب
<b>Aqua</b>	ماء
<b>Aqua distilled ( a.d )</b>	ماء مقطر
<b>Aqua Regia</b>	الماء الملكي
<b>Aqueous</b>	مائي

<b>Aqueous extract</b>	مستخلص مائي
<b>Aqueous solution</b>	محلول مائي
<b>Argentometry</b>	طريقة المعايرة بمحاليل الفضة
<b>Asbestos</b>	اسبستوس
<b>Ashless filter paper</b>	ورقة ترشيح عديم الرماد
<b>Assoriation</b>	تجمع
<b>Atmospheric pressure</b>	الضغط الجوي
<b>Atomic absorption</b>	الامتصاص الذري
<b>atomic spectra</b>	الأطياف الذرية
<b>Atomic mass</b>	كتلة ذرية
<b>Atomic weight</b>	الوزن الذري
<b>Autolysis</b>	إتحلال ذاتي
<b>Automatic titration</b>	المعايرة الذاتية
<b>Auxiliary electrode</b>	قطب إضافي
<b>Balance</b>	ميزان
<b>Band spectrum</b>	طيف شريطي
<b>Back titration</b>	المعايرة العكسية
<b>Basicity</b>	قاعدية
<b>Base strength</b>	قوة القاعدة
<b>Battery</b>	بطارية
<b>Beakers</b>	أقداح
<b>Beckmann thermometer</b>	ترمومتر بكمان
<b>Benzidine</b>	مركب البنزيدين

<b>Bias</b>	إتحيلز
<b>Bicarbonate ion ( <math>\text{HCO}_3^-</math> )</b>	أيون البيكاربونات
<b>Biiodate ion</b>	أيون الباي أيودات ( أيودات حامضية )
<b>Bismuthate reagent</b>	الكاشف البيزموثاتي
<b>Blank test</b>	التحليل الخالي
<b>Blank analysis</b>	التقدير الضابط
<b>Borax</b>	بوراكس
<b>Brine</b>	ماء ملحي
<b>Bunble</b>	فقاعة
<b>Buchner funnel</b>	قمع بخنر
<b>Buffer solution</b>	محلول منظم
<b>Buffer action</b>	فعل المحلول المنظم
<b>Buffer capacity</b>	سعة المحلول المنظم
<b>Burning</b>	إحراق
<b>Burette</b>	سحاحة
<b>C ( Centigrade )</b>	درجة الحرارة المنوية
<b>Calcine</b>	يحرق
<b>Calibrate</b>	عاير
<b>Calibrated</b>	معاير
<b>Calibrated burette</b>	سحاحة معايرة
<b>Calibration</b>	معايرة ، تدريج
<b>Calibration curve</b>	منحني المعايرة
<b>Calibration factor</b>	عامل المعايرة

<b>Calibration test</b>	إختبار المعايرة
<b>Calomel electrode</b>	قطب الكالوميل
<b>Cathode</b>	كاثود أو مهبط أو قطب سالب
<b>Cathodic process</b>	عملية كاثودية
<b>Cation</b>	كاتيون ( أيون موجب الشحنة )
<b>Caustic soda</b>	الصودا الكالوية
<b>Cell</b>	خلية
<b>Cell battery</b>	بطارية خلايا
<b>Cell Connector</b>	موصل الخلايا
<b>Cell , Daniell</b>	خلية دانيال
<b>Cell , Fuel</b>	خلية وقود
<b>Cell , Potential</b>	جهد الخلية
<b>Cell , storage</b>	خلية خزن
<b>Cell , Voltaic</b>	خلية فولتائية
<b>Centrifuge</b>	جهاز الطرد المركزي
<b>Central atom</b>	نرة مركزية
<b>Ceramies</b>	خزفيات
<b>Chelometric titrate</b>	طريقة المعايرة بتكوين المركبات المخلبية
<b>Chemical analysis</b>	تحليل كيميائي
<b>Chemical deviation</b>	إحراف كيميائي
<b>Chemicals</b>	المواد الكيميائية
<b>Chemical equilibrium</b>	الإتزان الكيميائي
<b>Chemical factor</b>	المعامل الكيميائي

<b>Chemical literature</b>	المراجع الكيميائية
<b>Chemical potential</b>	الجهد الكيميائي
<b>Chemical reduction</b>	الإختزال الكيميائي
<b>Characteristic</b>	مميز ، خاص
<b>Characteristic property</b>	صفة مميزة
<b>Chelate compound</b>	مركب مخلبي
<b>Chelating agent</b>	كاشف مخلبي
<b>Charcoal</b>	فحم نباتي أو حيواني
<b>Charcoal , activated</b>	فحم نباتي منشط
<b>Chlorate</b>	كلورات
<b>Cleaning solution</b>	محلول الغسيل
<b>Coagulation</b>	تخثر
<b>Colloid</b>	غروي
<b>Colour change interval</b>	فاصلة التبدل اللوني
<b>Colorimeter</b>	المقياس اللوني
<b>Colourimetric analysis</b>	التحليل الكيميائي بالطريقة اللونية
<b>Combustion</b>	اشتعال
<b>Common ion</b>	الأيون المشترك
<b>Complementary colour</b>	اللون المتمم
<b>Completeness of precipitation</b>	اكتمال الترسيب
<b>Complex ion</b>	أيون معقد
<b>Complexes</b>	معقدات
<b>Complex formation</b>	تكوين المعقد

<b>Complex materials</b>	المواد المعقدة
<b>Complexometric titration</b>	طرق المعايرة بتكوين المعقدات
<b>Complexing agent</b>	كاشف تعقيد
<b>Components</b>	أجزاء
<b>Composition</b>	تركيب ، تكوين
<b>Concentration</b>	تركيز
<b>Concentrated</b>	مركز
<b>Conical flask</b>	دورق مخروطي
<b>Constant of stability</b>	ثابت الاستقرار
<b>Constant of hydrolysis</b>	ثابت التحلل المائي
<b>Conjugate acid</b>	الحامض المرافق
<b>Conjugate acid – base</b>	الأزواج الحامضية القاعدية المترافقة
<b>Contamination of precipitates</b>	تلوث الرواسب
<b>Conversion</b>	تحويل
<b>Correction</b>	تصحيح
<b>Coprecipitation</b>	الترسيب المشترك
<b>Criteria</b>	معايير
<b>Crucible</b>	خزفة
<b>Crushing of sample</b>	تكسير النموذج
<b>Crystalline precipitate</b>	راسب بلوري
<b>Crystal</b>	بلورة
<b>Current – voltage curve</b>	منحني – الجهد والتيار
<b>Current variations</b>	تغيرات التيار

<b>Curve</b>	منحني
<b>Decantation</b>	السكب من وعاء آخر
<b>Decomposed</b>	ازالة الكربون أو الفحم المترسب
<b>Decomposition</b>	تحلل
<b>Decontaminant</b>	مزيل التلوث
<b>Degree of accuracy</b>	درجة الدقة
<b>Degradation</b>	اتحلل
<b>Degree of dissociation</b>	درجة التفكك
<b>Degree of freedom in data</b>	درجة التغير في المعطيات
<b>Degree of hydrolysis</b>	درجة التحلل المائي
<b>Degree of ionization</b>	درجة التأين
<b>Deformation</b>	تشويه
<b>Dehydration</b>	ازالة الماء
<b>Dehydration agents</b>	عوامل ترعرع الماء
<b>Density</b>	كثافة
<b>Deoxidization</b>	ازالة الاكسدة
<b>Dessicator</b>	جهاز التجفيف
<b>Deviation</b>	إتحراف
<b>Deviation , mean</b>	متوسط الإتحراف
<b>Deviation , minimum</b>	النهاية الصغرى للإتحراف
<b>Deviation , relative</b>	الإتحراف النسبي
<b>Deviation , standard</b>	الإتحراف القياسي
<b>Dilution</b>	تخفيف

<b>Dilution law</b>	قانون التخفيف
<b>Dilution effect</b>	تأثير التخفيف
<b>Differential titration</b>	المعايرة التفاضلية
<b>Diffusion current</b>	تيار الانتشار
<b>Digestion</b>	هضم
<b>Direct titration</b>	المعايرة المباشرة
<b>Direct weighing</b>	الوزن المباشر
<b>Displacement titration</b>	المعايرة بالإزاحة
<b>Dissociation constant</b>	ثابت التفكك
<b>Dispersion</b>	تشتت
<b>Dry of sample</b>	تخفيف النموذج
<b>Earth alkali metal</b>	الفلزات القلوية الترابية
<b>EDTA</b>	محلول الإديتا
<b>EDTA titration</b>	المعايرة بمحلول الإديتا
<b>Electro gravimetric analysis</b>	التحليل الوزني الكهربائي
<b>Electrolysis</b>	التحلل الكهربائي
<b>Electrolyte</b>	الكتروليت ، المنحل بالكهرباء
<b>Electrolyte concentration effect on Coagulation of colloids</b>	تأثير تركيز الالكتروليت في تخثر الغرويات
<b>Elemental analysis</b>	تحليل العناصر
<b>Extraction</b>	استخلاص
<b>Extactional separation</b>	الفصل بالاستخلاص
<b>Exothermic</b>	طلود الحرارة

<b>End point</b>	نقطة الانتهاء
<b>Emission spectrum</b>	طيف الانبعاث
<b>Emuloifier</b>	مستحلب
<b>Emulsify</b>	حول الي مستحلب
<b>Emulsifying agent</b>	عامل استحلاب
<b>Emulsion</b>	مستحلب
<b>Emulsion , colloidal</b>	مستحلب غرواتي
<b>Emulsoid</b>	مستحلبات ، شبه مستحلب
<b>Endothermic</b>	ماص للحرارة
<b>Equivalent point</b>	نقطة التكافؤ
<b>Equivalent weight</b>	وزن مكافئ
<b>Error</b>	خطأ
<b>Error in analysis</b>	خطأ في التحليل
<b>Error absolute</b>	خطأ مطلق
<b>Error , approximation</b>	خطأ التقريب
<b>Error limit</b>	حد الخطأ
<b>Error percentage</b>	خطأ منوي
<b>Fajan's indicators</b>	دلائل فاجان
<b>Feasibility of titration</b>	مدي صلاحية المعايرة
<b>Ferric alum</b>	شب الحديد
<b>Filterability</b>	القابلية على الترشيح
<b>Filterate</b>	راشح
<b>Filteration</b>	ترشيح

<b>Filter paper</b>	ورق الترشيح
<b>Filters</b>	مرشحات
<b>Fine grinding</b>	طحن ناعم
<b>Flame</b>	لهب
<b>Flame tests</b>	اختبارات اللهب
<b>Flame photometry</b>	الطريقة الضوئية باللهب
<b>Fluid</b>	مائع
<b>Fluorescein</b>	فلورسين
<b>Fluorescence</b>	فلورة ، بريق
<b>Fluorescent indicator</b>	دليل فلوري
<b>Flow</b>	سريان ، اتسياب
<b>Flux</b>	تدفق
<b>Foam</b>	رغوة
<b>Fractional crystallization</b>	تبلور تجزيني
<b>Fractional distillation</b>	تقطير تجزيني
<b>Fractional precipitation</b>	ترسب تجزيني
<b>Fractionation</b>	تجزيني
<b>Free energy</b>	طاقة حرة
<b>Freezing</b>	تجميد ، تجمد
<b>Fuel cell</b>	خلية الوقود
<b>Fuming nitric acid</b>	حامض النتريك المدخن
<b>Fundamental</b>	أساسي
<b>Fundamental units</b>	وحدات أساسية

<b>Fundamental principles</b>	مبادئ أساسية
<b>Funnel</b>	قمع
<b>Furnace</b>	فرن
<b>Fuse</b>	صهر
<b>Fusibility</b>	قابلية الانصهار
<b>Fusion</b>	انصهار
<b>Gel</b>	جيل
<b>Gelation</b>	تجمد الغروائيات
<b>Glass ( pyrex )</b>	زجاج البيركس
<b>Glass electrode</b>	قطب زجاجي
<b>Glass ware</b>	أوعية زجاجية
<b>Gooch crucible</b>	بودقة مثقبة ذات مسامات
<b>Graduated cylinder</b>	أسطوانة مدرجة
<b>Graduated vessel</b>	وعاء مدرج
<b>Graduation error</b>	خطأ التدرج
<b>Gram – equivalent</b>	مكافئ جرامي
<b>Gram – formula weight</b>	وزن صيغة جرامي
<b>Gram – atomic weight</b>	وزن ذري جرامي
<b>Granule</b>	حبيبي
<b>Graphite crucible</b>	بودقة جرافيتية
<b>Graphite electrode</b>	قطب جرافيتي
<b>Gravimetric analysis</b>	تحليل وزني
<b>Gravimetric factor ( g.f )</b>	معامل وزني

<b>Grinding</b>	طحن
<b>Ground bottom flask</b>	دورق منبسط القاعدة
<b>Hardness</b>	عسرة
<b>Hard water</b>	ماء عسر
<b>Homogeneous precipitation</b>	ترسيب متجانس
<b>Hot plate</b>	صفحة حارة
<b>Humidity</b>	رطوبة
<b>Hydrate</b>	هيدرات ، تميأ
<b>Hydrolysis</b>	تحلل مائي
<b>Hydrolysis constant</b>	ثابت التحلل
<b>Hydrophile</b>	مادة ماصة للماء
<b>Hydrophilic colloid</b>	غرواتي محب للماء
<b>Hydrophobe</b>	مادة كارهه للماء
<b>Hydroscopic substance</b>	مادة ممتصة الرطوبة
<b>Identification</b>	تشخيص
<b>Ignite</b>	أحرق
<b>Ignition</b>	تحميص
<b>Ignition of precipitate</b>	احراق الرواسب في درجة حرارة عالية جداً
<b>Indicator</b>	دليل
<b>Indicator</b>	دليل ، كاشف
<b>Infra red radiation</b>	اشعاع تحت الحمراء
<b>Insoluble</b>	عديم الذوبان
<b>Instrumental Analysis</b>	التحليل الآلي

<b>Interionic attraction</b>	التجاذب بين الأيونات
<b>Interference</b>	تداخل
<b>Iodimetry</b>	طرق المعايرة اليودية
<b>Ionization</b>	تأين
<b>Ionization constant</b>	ثابت التأين
<b>Ionization potential</b>	الجهد الأيوني
<b>Iron wire</b>	سلك حديد
<b>Leaching</b>	غسل بالانزابة
<b>Limits of detection</b>	حدود الكشف
<b>Limestone</b>	حجر الكلس
<b>Line spectra</b>	الأطياف الخطية
<b>Masking agent</b>	كاشف الحجب
<b>Match colour</b>	توافق لوني
<b>Maximum</b>	نهاية عظمي
<b>Maximum value</b>	القيمة القصوي
<b>Mean</b>	متوسط ، وسط
<b>Mean absolute error</b>	معدل الخطاء المطلق
<b>Mean , arithmetical</b>	الوسط الحسابي
<b>Mean , deviation</b>	متوسط الانحراف
<b>Mean difference</b>	متوسط الفرق
<b>Mean error</b>	متوسط الخطأ
<b>Mean value</b>	القيمة الوسطية
<b>Measure</b>	علير

<b>Measure device</b>	وسيلة قياس
<b>Measure , liquid</b>	مقياس السوائل
<b>Measurement</b>	قياس
<b>Measuring cylinder</b>	اسطوانة مدرجة
<b>Measuring error</b>	خطاء في القياس
<b>Measuring flasks</b>	دوارق قياس
<b>Melt</b>	صهر
<b>Melting</b>	اتصهار
<b>Melting point</b>	نقطة الانصهار
<b>Membrane</b>	غشاء
<b>Metallic indicator</b>	دليل فلز لوني
<b>Metalloid</b>	شبه فلز
<b>Metamorphic</b>	متحول الشكل
<b>Method</b>	طريقة
<b>Methyl Blue</b>	أزرق المثيل ( دليل )
<b>Methyl orange</b>	برتقالي المثيل ( دليل )
<b>Methyl red</b>	احمر المثيل ( دليل )
<b>Methyl yellow</b>	أصفر المثيل ( دليل )
<b>Methyl violet</b>	بنفسج المثيلين ( دليل )
<b>Microanalysis</b>	التحليل بالعينات الصغيرة جداً
<b>Microbalance</b>	ميزان حساس جداً
<b>Microscopical analysis</b>	التحليل الميكروسكوبي
<b>Mineral</b>	معنى

<b>Mineral analysis</b>	تحليل المعادن
<b>Minor analysis</b>	تحليل المحتويات الثانوية
<b>Mohrs salt</b>	ملح مور
<b>Moisture</b>	رطوبة
<b>Moisture content</b>	محتوي الرطوبة
<b>Molecular weight</b>	الوزن الجزيئي
<b>Molecular volume</b>	الحجم الجزيئي
<b>Molecular dissociation</b>	تفكك جزيئي
<b>Monochromatic light</b>	ضوء أحادي اللون
<b>Monochromatic radiation</b>	اشعاع أحادي الموجة
<b>Mortar</b>	هاون
<b>Muffle furnace</b>	فرن لهب
<b>N ( normal )</b>	عيارى ( التركيز )
<b>Net weight</b>	الوزن الصافي
<b>Net contents</b>	صافي المحتويات
<b>Neutralization</b>	تعادل
<b>Non – aqueous solution</b>	محلول لامائي
<b>Non – metal</b>	عنصر لا فلزي
<b>Non – volatile</b>	غير متطاير
<b>Normal concentration</b>	تركيز عيارى
<b>Normality</b>	عيارية
<b>Normal error curve</b>	منحنى الخطأ الطبيعي
<b>Odour</b>	رائحة

<b>Odourless</b>	عديم الرائحة
<b>Optimal conditions</b>	ظروف مثلى
<b>Oxidant , Oxidation</b>	مؤكسد
<b>Oxidation number</b>	رقم أو عدد التأكسد
<b>Oxidation potential</b>	جهد التأكسد
<b>Oxidation – reduction indicator</b>	دليل تأكسدي - اختزالي
<b>Oxidation – reduction reaction</b>	تفاعل تأكسدي - اختزالي
<b>Oxidizable</b>	قابل للاكسدة
<b>Oxidize</b>	يؤكسد
<b>Oxidizing agent</b>	عامل مؤكسد
<b>Oxidizing flame</b>	لهب مؤكسد
<b>Percentage Concentration</b>	التركيز المئوي
<b>Personal error</b>	خطأ شخصي
<b>Phenol red</b>	أحمر الفينول ( دليل )
<b>Phenolphthalein</b>	الفينولفثالين ( دليل )
<b>pH – meter</b>	مقياس الأس الهيدروجيني
<b>Photometer</b>	مقياس التحليل الضوئي
<b>Photometric</b>	المعايرة الفوتومترية
<b>Pipette</b>	ماصة
<b>Platinum crucible</b>	بونقة البلاتين
<b>Potentiometer</b>	مقياس فرق الجهد
<b>Potentiometric titration</b>	المعايرة الجهدية
<b>Precipitation</b>	ترسيب

<b>Precipitant</b>	مرسب
<b>Precipitation from Homogeneous Solution ( PFHS )</b>	الترسيب من محلول متجانس
<b>Precision balance</b>	ميزان بالغ
<b>Primary standard</b>	معيّر أولي
<b>Proportional error</b>	الخطأ التناسبي
<b>Pyrolysis</b>	اتحلال حراري
<b>Polarography</b>	البولاروجرافيا
<b>Poroelain Crucible</b>	بودقة خزفية
<b>Porcelain wares</b>	أدوات خزفية
<b>Post precipitation</b>	ترسيب لاحق
<b>Quality</b>	نوعية
<b>Qualitative Analysis</b>	التحليل النوعي
<b>Qualitative test</b>	اختبار نوعي
<b>Quantitative</b>	كمي ، مقداري
<b>Quantitative analysis</b>	التحليل الكمي
<b>Quarz ceucible</b>	بودقة كوارتزية
<b>Quinolin yellow</b>	اصفر الكونيولين ( دليل )
<b>Raclioanalytical chemistry</b>	الكيمياء التحليلية الاشعاعية
<b>Radiometric titration</b>	المعايرة بالطريقة الاشعاعية
<b>Range</b>	مدي
<b>Rare</b>	نادر
<b>Rare earth metals</b>	الفلزات الترابية النادرة

<b>Rare earth minerals</b>	معادن الفلزات الترابية النادرة
<b>Rate earth oxide</b>	أكاسيد الفلزات الترابية النادرة
<b>Rate</b>	معدل
<b>Rate of oxidation</b>	معدل أو سرعة التأكسد
<b>Rate of reaction</b>	معدل سرعة التفاعل
<b>Reactants</b>	المواد الداخلة في التفاعل
<b>Reaction</b>	تفاعل
<b>Reaction mechanism</b>	آلية التفاعل
<b>Reagent</b>	كاشف - مفاعل
<b>Recrystallization</b>	إعادة التبلور
<b>Reduce</b>	يختزل
<b>Reduced</b>	مختزل
<b>Reducing agent</b>	عامل إختزال
<b>Reducing flame</b>	لهب مختزل
<b>Reflux condenser</b>	مكثف عاكس
<b>Refining</b>	تكرير
<b>Refining process</b>	عملية التكرير
<b>Rejection of results</b>	إهمال النتائج
<b>Remains</b>	بقايا
<b>Removal of contaminants</b>	إزالة الملوثات
<b>Repeatability</b>	تكرارية
<b>Report</b>	تقرير ، بيان
<b>Residue</b>	راسب

<b>Residua</b>	متخلفات
<b>Residual ash</b>	الرماد المتبقي
<b>Residual errors</b>	أخطاء متبقية ولا يمكن تلافيها
<b>Resonance</b>	رنين
<b>Resorb</b>	الممتص ثانية
<b>Round bottom flask</b>	دورق كروي القاعدة
<b>Rubber tube</b>	أنبوب مطاطي
<b>Safety</b>	أمن ، سلامة
<b>Salt</b>	ملح
<b>Salting out</b>	فصل بالتلميح
<b>Sample</b>	عينة
<b>Sand</b>	رمل
<b>Sand bath</b>	حمام رملي
<b>Saturate</b>	شبع
<b>Saturation</b>	اشباع ، تشبع
<b>Saturated solution</b>	محلول مشبع
<b>Scale</b>	مقياس
<b>Scale error</b>	خطأ القياس
<b>Schematic</b>	تخطيطي
<b>Sealed tube</b>	أنبوب مغلق
<b>Selective</b>	انتقائي
<b>Selective reaction</b>	تفاعل انتقائي
<b>Selectivity</b>	انتقائية

Seed crystal	بلورة بدء التبلور
Semi micro – qualitative analysis	تحليل نوعي شبه دقيق
Sensitive	حساس
Sensitive balance	ميزان حساس
Sensitive reaction	تفاعل حساس
Sensitivity	حساسية
Separation	فصل
Separating funnel	قمع فصل
Silver reduction	الاختزال بالفضة
Single pan balance	ميزان احادي الكفة
Single beam photometer	فوتومتر احادي الحزمة
Soda ash	رماد الصودا
Soda , Caustic	الصودا الكاوية
Soda lime	جير الصودا
Solid solution	محلول صلب
Solubility	ذوبانية
Solubility curve	منحني الذوبانية
Soluble	قابل للذوبان
Solute	المذاب
Solution	محلول
Solution aqueous	محلول مائي
Solution Colloidal	محلول غرواتي
Solvate	تذائب

<b>Solvent</b>	منيب
<b>Solvent extraction</b>	الاستخلاص بالمذيبات
<b>Sorption</b>	امتصاص
<b>Specific gravity</b>	الوزن النوعي
<b>Spectrum</b>	طيف
<b>Spectrum absorption</b>	طيف الامتصاص
<b>Spectrum analysis</b>	التحليل الطيفي
<b>Spectrum analyzer</b>	محلل طيفي
<b>Spectrum , ( emission )</b>	طيف الانبعاث
<b>Spectrometer</b>	مقياس الطيف
<b>Spectrophotometer</b>	فوتومتر طيفي
<b>Stable stability</b>	مستقر
<b>Standard solution</b>	ثبات
<b>Standardization</b>	محلول
<b>Standard deviation</b>	معايرة
<b>Standard samples</b>	الانحراف القياسي
<b>Starch</b>	نماذج قياسية النشا ( دليل )
<b>Steam bath</b>	حمام بخاري
<b>Standard temperature and pressure ( S . T . P )</b>	درجة الحرارة والضغط القياسيين
<b>Stirring</b>	تقليب
<b>Substitution</b>	استبدال
<b>Summation of analytical results</b>	مجموع النتائج التحليلية

<b>Supernatant liquid</b>	السائل الرائق فوق الراسب
<b>Supersaturated solution</b>	محلول فوق المشبع
<b>Surface tension</b>	الشد السطحي
<b>Suspension</b>	معلق
<b>Suspensoid</b>	شبه معلق
<b>Symmetry</b>	تمائل
<b>Synthetic resin</b>	الراتجات الاصطناعية
<b>Talc</b>	سليكات الماغنسيوم ( التلك )
<b>Temporary Hardness</b>	العسرة المؤقتة
<b>Test</b>	فحص ، اختبار
<b>Testing of weights</b>	فحص الأوزان
<b>Thermal methods of analysis</b>	طرق التحليل الحرارية
<b>Thermometer</b>	مقياس درجة الحرارة
<b>Thermometric</b>	طرق المعايرة الحرارية
<b>Thymol blue</b>	التمويل الأزرق ( دليل )
<b>Titer = Titre</b>	عيار حجمي
<b>Titration</b>	معايرة
<b>Titration Curve</b>	منحني المعايرة
<b>Titrimetric analysis</b>	التحليل الكمي العياري
<b>Titrimetry</b>	طريقة التحليل الكمي بالمعايرة
<b>Total acidity</b>	الحموضة الكلية
<b>Trace element</b>	عناصر نادرة
<b>Transition metal</b>	فلز انتقالي

<b>True solution</b>	محلول حقيقي
<b>Turbidity</b>	نقل
<b>Turbidity</b>	تعكر
<b>Turbidmetric analysis</b>	طريقة التحليل بقياس التعكر في محلول مطق
<b>Ultramicro analysis</b>	تحليل المقادير فاتق الصفر
<b>Ultra – violet absorption spectrometry</b>	طريقة قياس طيف الامتصاص الأشعة فوق بنفسجية
<b>Ultra – violet spectrum</b>	طيف الأشعة فوق البنفسجية
<b>Unsaturated</b>	غير مشبع
<b>Unstable compound</b>	مركب غير مستقر
<b>Vacuum distillation</b>	التقطير الفراغي
<b>Vapour pressure</b>	ضغط البخار
<b>Variance</b>	تباين
<b>Vaseline</b>	الفازلين
<b>Ventilation</b>	تهوية ؛ تجديد الهواء
<b>Viscosity</b>	لزوجة
<b>Visible radiations</b>	اشعاعات مرئية
<b>Visible spectrum</b>	طيف مرئي
<b>Volatilization</b>	تطاير
<b>Voltmeter</b>	مقياس الفولتية
<b>Volumetric</b>	حجمي
<b>Volumetric analysis</b>	التحليل الحجمي
<b>Volumetric flask</b>	لورق حجمي

<b>Volumetry</b>	طريقة التحليل الحجمي
<b>Washing bottle</b>	قنينة الغسيل
<b>Washing of precipitate</b>	غسل الراسب
<b>Water bath</b>	حمام مائي
<b>Water content</b>	المحتوي المائي
<b>Water hardness</b>	عسرة الماء
<b>Water of crystallization</b>	ماء التبلور
<b>Water of hydration</b>	ماء التنيؤ
<b>Water – soluble</b>	ذائب في الماء
<b>Wave length</b>	الطول الموجي
<b>Weak acid</b>	حامض ضعيف
<b>Weak base</b>	قاعدة ضعيفة
<b>Weighing bottle</b>	قنينة الوزن
<b>Weights</b>	أوزان
<b>Wool , glass</b>	صوف الزجاج
<b>X – ray</b>	الأشعة السينية
<b>X – ray spectrometer</b>	مقياس طيف الأشعة السينية
<b>Yield</b>	النتج
<b>Zeolite</b>	مركب من سليكات الألومونيوم الممينا مع الصوديوم أو الكالسيوم
<b>Zeolite process</b>	طريقة الزيوليت لإزالة عسرة الماء

**الملاحق**

obeikandi.com

## " الملاحق "

جدول ( 1 ) خواص بعض الأحماض والقواعد

العيارية التقريبية	الكثافة	النسبة المنوية	الوزن المكافئ	الصيغة	المادة
17.5	1.05	99.5	60.05	CH <sub>3</sub> COOH	حامض الخليك
11.0	1.18	35.0	36.50	HCl	حامض الهيدروكلوريك
26.5	1.15	46	20.01	HF	حامض الهيدروفلوريك
16.0	1.42	71-70	63.03	HNO <sub>3</sub>	حامض النيتريك
-	-	-	630.3	(COOH) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	حامض الأوكزاليك
11.6	1.66	70	110.47	HClO <sub>4</sub>	حامض البركلوريك
36	1.84	96	49.04	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حامض الكبريتيك
44	1.69	85	32.67	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حامض الفوسفوريك
14.3	0.88	27	17.03	NH <sub>3</sub>	أمونيا
-	-	-	56.10	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم
-	-	-	40.06	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم

جدول ( 2 ) بعض المواد القياسية الأولية  
للأحماض والقواعد

نوع الدليل	الصفة	الوزن المكافئ	الصيغة	مادة قياسية أولية
فينولفتالين	حامض ضعيف	204.22	$C_6H_4(COOH)(COOK)$	فثالات البوتاسيوم الحامضية
فينولفتالين	حامض قوي	97.1	$NH_2SO_4H$	حامض الكبريتيك
فينولفتالين	حامض قوي	389.93	$KH (IO_3)_2$	أبوات البوتاسيوم الحامضية
فينولفتالين	حامض ضعيف	122.12	$C_6H_5COOH$	حامض البنزويك
فينولفتالين	حامض ضعيف	112.08	$C_6H_3OCOOH$	أرثوكلور حمض البنزويك
فينولفتالين	حامض ضعيف	156.57	$C_6H_4Cl(COOH)$	حامض الفورميك
المنيل الأحمر	قاعدة ضعيفة	190.72	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	البوراكس
المنيل البرتقالي	قاعدة	53.00	$Na_2CO_3$	كربونات الصوديوم
بروموفينول الأزرق	قاعدة ضعيفة	100.12	$KHCO_3$	كربونات البوتاسيوم الحامضية

جدول ( 3 ) عدد من المواد القياسية  
الأولية الفضية

الوزن المكافئ	الصيغة	مادة قياسية أولية
58.45	NaCl	كلوريد الصوديوم
74.56	NaCl	كلوريد البوتاسيوم
169.89	AgNO <sub>3</sub>	نترات الفضة
107.88	Ag	الفضة
322.61	Hg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	نترات الزئبق
49.04	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	دايكرومات البوتاسيوم
27.84	KBrO <sub>3</sub>	كرومات البوتاسيوم
53.50 · 3567	KIO <sub>3</sub>	أيودات البوتاسيوم
32.50	KH (IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	يوريد البوتاسيوم الحامض
67.01	Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	لوكزات الصوديوم

جدول ( 4 ) جهود الاختزال القياسية لبعض المواد عند 25°

وتركيز M 1 و ضغط جوي واحد

حالة التأكسد	نصف التفاعل	E° (Volt)
$S_2O_8^{2-}   SO_4^{2-}$	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$	2.01
$H_2O_2   H_2O$	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	1.78
$MnO_4^-   Mn^{+2}$	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{+2} + 4H_2O$	1.51
$Cl_2   Cl^-$	$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-}   Cr^{+3}$	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O$	1.33
$MnO_2   Mn^{+2}$	$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{+2} + 2H_2O$	1.23
$O_2   H_2O$	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	1.23
$Ag^+   Ag$	$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	0.80
$Hg_2^{+2}   Hg$	$Hg_2^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg$	0.79
$Fe^{+3}   Fe^{+2}$	$Fe^{+3} + e^- \rightleftharpoons Fe^{+2}$	0.77
$I_2   I^-$	$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	0.54
$Cu^{+2}   Cu$	$Cu^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	0.34
$H^+   H_2$	$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$	0.00
$Sn^{+2}   Sn$	$Sn^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
$Fe^{+2}   Fe$	$Fe^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.44
$Cr^{+3}   Cr$	$Cr^{+3} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	-0.74
$Zn^{+2}   Zn$	$Zn^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.76
$Al^{+3}   Al$	$Al^{+3} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	-1.66
$Mg^{+2}   Mg$	$Mg^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$	-2.37
$Na^+   Na$	$Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na$	-2.71
$Ca^{+2}   Ca$	$Ca^{+2} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$	-2.87
$Li^+   Li$	$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$	-3.05

# المراجع

obeikandi.com

## " المراجع "

- 1- " أسس التحليل الحجمي " د . عيسى مصطفى عيسى وآخرون . مكتبة القاهرة الحديثة - القاهرة - مصر 1968 .
- 2- " الكيمياء التحليلية " د . عبد الخالق السباعي ، د . جمال الدين طنطاوي ، د . نبيلة بكري ، د . عبد السلام محمد مرعي . دار المطبوعات الجديدة - القاهرة مصر 1974 .
- 3- " الكيمياء التحليلية الكمية " د . مجيد محمد علي القيسي ، د . جواد سلمان البديري . د . عالية حسن يسار . د . كنعان جميل ، د . سامي طوبيا جامعة بغداد 1978 .
- 4- " الأساسيات النظرية للكيمياء التحليلية اللاعضوية - التحليل الحجمي والوزني " د . هادي عوض . د . جواد سلمان البديري . د . صالح سعيد ، د . عبد الكريم الشلال . جامعة بغداد . 1982 .
- 5- " الكيمياء التحليلية " أ . كريشكوف ، أ . يارسالافتسيف . دارمير للطباعة والنشر - روسيا . 1982 ( الجزء الأول )
- 6- " الكيمياء التحليلية " أ . كريشكوف ، أ . يارسالافتسيف . دارمير للطباعة والنشر - روسيا . 1982 ( الجزء الثاني )
- 7- " أسس الكيمياء التحليلية " د . مؤيد قاسم العباجي ، د . ثابت سعيد الغبشة . جامعة الموصل . كلية التربية \_ الموصل 1983
- 8- " الكيمياء التحليلية " د . دونالد ، د . بيتر زيك ، زكلايد . د . فرانك منشورات مجمع اللغة العربية الأردني 1984

- 9- " التحليل الوصفي والحجمي " د . ثابت سعيد الغبشة ، د . مؤيد قاسم  
العباي . جامعة الموصل - 1985
- 10- " مقدمة في الكيمياء التحليلية والفيزيائية " د . مهدي ناجي الزكدم -  
جامعة البصرة 1986
- 11- " التحليل الكيميائي في الصناعة " ف . بوسيكايكو . ن . فاسينا . دار  
مير للطباعة والنشر \_ روسيا . 1987
- 12- " التحليل النوعي غير العضوي " د . صلاح الدين مصطفى سلطان ، د .  
محمد بن عبد العزيز الحجامي - جامعة الملك سعود  
1987
- 13- الكيمياء التحليلية - التحليل الحجمي والوزني " د . إبراهيم زامل الزامل  
وآخرون جامعة الملك سعود . الرياض 1988
- 14- " الكيمياء التحليلية " د . محمود أبو دان . جامعة حلب 1989
- 15- " مبادئ الكيمياء التحليلية " د . محمد عيد سمرة ، د . خليل محمود طويل  
. جامعة عمر المختار 1992 .
- 16- " الكيمياء التحليلية - التحليل الآلي " د . إبراهيم زامل الزامل . دار  
الخريجي للنشر والتوزيع - الرياض 1996
- 17- " الكيمياء التحليلية " د . محمد علي خليفة الصالح . جامعة الملك سعود  
الرياض 1997 .
- 18- " الكيمياء التحليلية الحجمية " د . يحيى محمد الشعبي ، د . عبد الله  
عوض بالميسي ، د . محمد عبد القادر خطاب . جامعة  
صنعاء 1997
- 19 - " الكيمياء التحليلية " د . عبد الحكيم طه قنديل . دار الفكر العربي ز  
القاهرة 2002

20 - " أسس الكيمياء الفيزيائية " أ. د. محمد مجدي واصل . دار الفجر للنشر والتوزيع - القاهرة - 2003 .

21 - " التحليل الآلي في الكيمياء التحليلية " د. مؤيد قاسم السعياجي . د. محمد صالح . عبد القادر الحافظ . الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر والتوزيع . عمان 2002

22 - " مبادئ الكيمياء العامة " أ. د. محمد مجدي واصل . دار الفجر للنشر والتوزيع - القاهرة - 2003 .