المحاضرة الخامسة – المخاليط وطرق الفصل

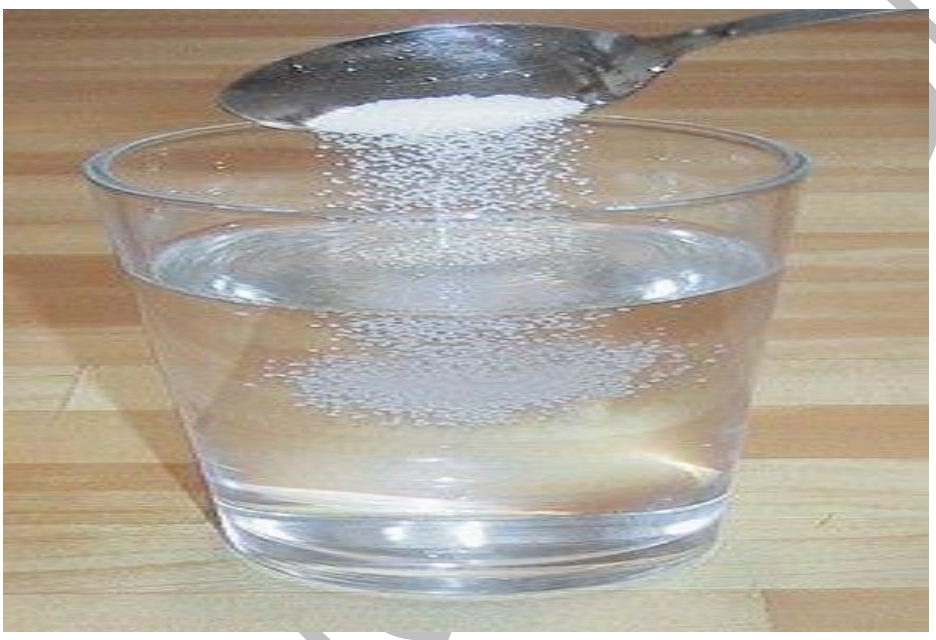
المخلوط : هو مزيج مكون من مادتين أو أكثر بحيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الكيميائية.

أنواع المخاليط :

1. المخاليط المتجانسة (Homogeneous Mixtures):

تتوزع المكونات بالتساوي.

مثال: خليط المحلول الملحي (الماء والملح).



2. المخاليط غير المتجانسة (Heterogeneous Mixtures):

لا تتوزع المكونات بشكل منتظم.

مثال: خليط الرمل والماء.

طرق فصل المخاليط

1. الفصل اليدوي

الفصل باليد : يُمكن فصل بعض أنواع المخاليط باليد (Hand Sorting) مثل فصل الخرز الملوّن عن بعضه، وفصل حبّات الأرز والعدس عن بعضها، وفصل قطع من أصناف متنوعة من الفاكهة، وبالتالي فإنّ طريقة الفصل باليد تُعتبر طريقةً مناسبةً إذا كانت الحبيبات كبيرة الحجم نسبياً .

الغربلة : عندما تكون كمية المخلوط كبيرةً يُمكن فصلها باستخدام الغربال (Sieving) بحيث تسقط الحبيبات صغيرة الحجم من خلال الفتحات الموجودة في الغربال وتبقى الحبيبات الكبيرة داخل الغربال، ومن الأمثلة على عملية الفصل بالغربلة فصل الحجارة أو الحصى عن الرمل إذ تسقط حبيبات الرمل من الغربال وتبقى الحبيبات الكبيرة كالحجارة والحصى داخل الغربال.

2. الفصل بالطرد المركزي

يصعب فصل الحبيبات الصلبة صغيرة الحجم عن المحلول في بعض الأحيان؛ لذا يتمّ استخدام جهاز الطرد المركزي، وهو جهاز ميكانيكي يدور بسرعة عالية جداً تُساعد على فصل الجزيئات الصلبة عن المحلول حيث تتجه جزيئات المحلول كبيرة الحجم إلى الخارج بعيداً عن محور الدوران، أما الجزيئات الصلبة صغيرة الحجم فتستقر في القاع.

ومن الأمثلة

عملية فصل الرمل عن الماء حيث يحتاج فصلها بالطرق العادية إلى وقت كبير، بينما باستخدام جهاز الطرد المركزي تتمّ عملية الفصل خلال ثوانٍ.

فصل عيّنات الدم إلى بلازما وكريات الدم الحمراء. فصل حبيبات الحليب عن الماء. فصل نظائر اليورانيوم في محطات الطاقة النووية. ومن الجدير بالذكر أنه في بعض الأحيان قد تصل سرعة جهاز الطرد المركزي إلى 30000 مرة في الدقيقة ، تبعاً لطبيعة المواد المراد فصلها.

3. الفصل بالترشيح

يتمّ فصل المخاليط من خلال الترشيح (Filtration) إذا كان حجم الحبيبات المراد فصلها صغيراً، أو كانت الحبيبات متباينةً في حجومها، أو إذا كانت المادتان المراد فصلهما عن بعضهما مختلفتين في الحالة الفيزيائية، وذلك عن طريق استخدام مصفاة أو ورقة الترشيح (Filter paper)، وهناك العديد من الأمثلة على عملية الترشيح في الحياة اليومية، فجهاز صنع القهوة يحوي ورقة ترشيح يمرّ من خلالها مسحوق القهوة وتبقى حبّات القهوة الأكبر حجماً عالقةً في الأعلى،[٤] كما يُمكن فصل ورق الشاي في محلول الشاي والماء بالترشيح أيضاً. **تُصنّف طرق الترشيح إلى طريقتين**

الترشيح بالجاذبية : فإذا كانت المادة المراد فصلها غير ذائبة في المحلول يُمكن فصلها بطريقة الترشيح بالجاذبية (Gravity filtration)، وذلك من خلال تسخين المحلول ثمّ صبّه من خلال قمع مُبطّن بورقة ترشيح داخل دورق ترشيح (Filter flask)، فتبقى المادة الصلبة على ورقة الترشيح ويُصبّ المحلول الذي تمّ ترشيحه في دورق الترشيح.

الترشيح بالشفط : أمّا الطريقة الأخرى فهي الترشيح بالشفط (Suction filtration)، ويكون المحلول فيها بارداً، إذ يتمّ اتباع هذه الطريقة إذا كانت المواد المراد فصلها تحتوي على شوائب ذائبة في المحلول، بحيث يتمّ صبّ المحلول عبر قمع هيرش أو بوخنر مُبطّن بورقة ترشيح ومتّصل بجهاز لسحب الهواء، ويُطلق على السائل الذي يمرّ عبر ورقة الترشيح بالمُرشح (Filtrate) أمّا الحبيبات المتبقيّة على ورقة الترشيح فتعرف بالرواسب (Residue).

4. الفصل بالتقطير

يُعرف التقطير بأنّه طريقة فعّالة لفصل مخلوط يتكوّن من مادتين سائلتين أو أكثر، وذلك من خلال تبخير السائل ثمّ إعادة تكثيفه بناءً على الفرق في الضغط البخاري للمواد، ففي التقطير البسيط يتمّ تسخين الخليط، فتتبخّر المادة التي تكون ذات ضغط بخاري أقل أولاً عند درجة حرارة أقل، ثمّ ينتقل البخار عبر المُكثّف الذي يكون بارداً فيتكاثف عليه ويعود إلى الحالة السائلة، ويُسمّى السائل الناتج في هذه الحالة السائل المُقطّر (Distillate).

مثال : فصل الماء عن الأملاح في عينة ماء البحر يتمّ فصل الماء عن الأملاح الذائبة في عيّنة من مياه البحر عن طريق الخطوات التالية:

1/ ضع هذه العينة في قارورة مستديرة القاعدة (Round-bottom flask) ويتمّ تسخينها، فيتبخّر الماء قبل الأملاح لأنّه يحتاج إلى درجة حرارة أقل للتبخّر.

2/ بعد ذلك يمرّ بخار الماء عبر المُكثّف الذي يُعرف بمُكثّف ليبيج (Liebig condenser) فيتكاثف ويتحوّل إلى الحالة السائلة وتبقى الأملاح في القارورة. يكون لمُكثّف ليبيج الذي يتكوّن من أنبوب زجاجي داخل أنبوب زجاجي أكبر منه دور أساسي في هذه العملية، حيث تمرّ المياه الباردة في الجزء الفارغ بين الأنبوبين، ممّا يُساعد على تكاثف بخار الماء الذي يمرّ في الأنبوب الداخلي فيتحوّل إلى الحالة السائلة.

مثال : فصل الماء عن الإيثانول يُمكن فصل الماء عن الإيثانول بالتقطير، وذلك عن طريق اتباع الخطوات التالية:

1/ وضع المادتين في دورق كروي ثمّ تسخينهما فيتبخّر الإيثانول أولاً، وذلك لأنّ درجة غليانه أقل وهي 78 درجة مئوية، أمّا درجة غليان الماء فتبلغ 100 درجة مئوية.

2/ بعد ذلك يتكاثف البخار الناتج عن الإيثانول ويمرّ عبر المُكثّف ويتحوّل إلى سائل يتمّ تجميعه في دورق التجميع الموجود في نهاية المُكثّف، أمّا الماء فيبقى في الدورق الكروي.

كما أنّ عملية التقطير هي الأساس في فصل مركبات الوقود في مصفاة البترول، حيث تتبخّر أولاً المركبات الهيدروكربونية التي يكون عدد ذرات الكربون فيها قليل، ثمّ وقود الطائرات، ثمّ البترول، ثمّ وقود السيارات، وتتبقّى مادة القطران.

ويُمكن اتباع طريقة التقطير لفصل محلول من الكحول السائل والماء أو محلول من الخل والماء، كما يُمكن فصل خليط من الماء، والحبر، والخل بطريقة التقطير؛ وذلك بسبب الفرق في درجات الغليان للمواد الثلاثة.

5. الفصل المغناطيسي

يتمّ استخدم الفصل المغناطيسي لفصل خام معدني يتكوّن من مادتين أحدهما مغناطيسية والأخرى غير مغناطيسية ، بحيث تمرّ المادتان على حزام دوّار يوجد في نهايته عجلة مغناطيسية فتلتصق الحبيبات المغناطيسية بالحزام وتسقط الحبيبات الأخرى ، وعندما يبدأ الحزام بالحركة مبتعداً عن العجلة المغناطيسية تسقط الحبيبات المغناطيسية في وعاء آخر.

6. الفصل بالتبخير

يُعرّف التبخير بأنّه طريقة لفصل المخاليط المتجانسة التي تحتوي على مادة صلبة ذائبة ؛ حيث يتمّ فصل المادة السائلة عن المادة الصلبة عن طريق تبخير المادة السائلة بشكل كامل حتّى تتبقّى المادة الصلبة فقط ، وتصلح هذه الطريقة فقط إذا كان هناك نوع واحد من المواد السائلة أو إذا كان من غير المهم فصل المواد السائلة عن بعضها ، وفي كثير من دول العالم يتمّ الحصول على ملح الطعام من خلال عملية تبخير مياه البحر باستخدام الطاقة الحرارية للشمس.

7. الفصل بالاستشراب أو الكروموتگرافي (Chromatography)

هو طريقة لفصل المواد الكيميائية حسب قدرتها على الالتصاق بعمود صلب مثلاً ، وهي من أهم طرق الفصل ؛ لأنّها تُستخدم لفصل خليط من المواد الصلبة والسائلة ، أو خليط من المواد الصلبة ، أو خليط من المواد السائلة ، أو خليط من المواد الغازية.

وتتمّ عملية الاستشراب على طورين:

الطور الساكن (Stationary phase) : وفيه يتمّ استخدام السيليكا، أو أوكسيد الألمنيوم، أو ورقة من السليولوز.

الطور المتحرّك (Mobile phase) : الذي تختلف مكوّناته تبعاً للمواد المراد فصلها، حيث يمرّ الخليط المراد فصله عبر مواد الطور الثابت، فإذا تجاذبت المواد المراد فصلها مع مكوّنات هذا الطور فإنّها تتحرّك مسافةً أقصر، أمّا إذا كانت أكثر جاذبيةً لمواد الطور المتحرك فإنّها تتحرّك مسافةً أطول لتتجاذب معها.

هناك ثلاثة أنواع لعملية الاستشراب هي:

الاستشراب على العمود ، والاستشراب الغازي ، واستشراب الطبقة الرقيقة

الاستشراب على العمود (Column chromatography) : يُستخدم عمود أفقيّ مملوء بمادة ماصّة صلبة تُمثّل الطور الساكن ، ويتمّ صبّ الخليط المراد فصله ثمّ المذيب الذي يُمثّل الطور المتحرّك، فيتمّ الفصل بناءً على الفرق في الذائبية بين الطورين.

الاستشراب الغازي (Gas chromatography) : فيتمّ بتبخير السائل المراد فصله إلى غاز ينتقل عبر أنبوب يتكوّن من مادة ماصّة صلبة تُمثّل الطور الساكن، واستخدام غاز يُعرف بالغاز الحامل ويُمثّل الطور المتحرّك يُساعد على نقل الخليط المراد فصله عبر الأنبوب، فيتمّ فصل المواد بناءً على الفرق في التجاذب بين الطور الساكن والمتحرّك.

استشراب الطبقة الرقيقة (Thin layer chromatography) : تُستخدم ورقة ترشيح بحيث يتمّ وضع قطرة من المادة المراد فصلها تبعد 2.5 سم عن حافة ورقة الترشيح أو شرائح الطبقة الرقيقة، ثمّ وضع الورقة أو الشريحة في وعاء زجاجي يحتوي على المُذيب الذي يُمثّل الطور المتحرّك ليبدأ بالحركة وفقاً للخاصية الشعرية، فتتحرّك المادة التي تذوب في الطور المتحرّك معه للأعلى، أمّا المادة التي تذوب في الطور الساكن فتبقى ولا تتحرّك مسافةً طويلة. ويعتمد ذلك على مبدأ الشبيه يُذيب شبيهه، فإذا كانت المواد المراد فصلها قطبيةً وغير قطبية، وكان الطور المتحرّك غير قطبي والطور الساكن قطبي، فإنّ المادة القطبية تبقى والمادة غير القطبية تتحرّك للأعلى.

ملاحظة :

1. المادة القطبية (Polar Substances):

هي المواد التي تحتوي جزيئاتها على توزيع غير متساوٍ للشحنات الكهربائية. يحدث هذا بسبب اختلاف السالبية الكهربائية بين الذرات في الجزيء، مما يؤدي إلى تكوين أقطاب موجبة وسالبة.

خصائص المواد القطبية: قابلة للذوبان بالماء (الماء مادة قطبية). تتميز بخاصية الجذب الكهربائي.

أمثلة: الماء (H_2O): يحتوي على توزيع غير متماثل للشحنات. الإيثانول (C_2H_5OH).

الجزيئات القطبية تميل إلى الذوبان في الماء بسبب تفاعل الشحنات المختلفة.

2. المادة غير القطبية (Non-Polar Substances):

هي المواد التي تتوزع فيها الشحنات الكهربائية بشكل متساوٍ داخل الجزيء. يحدث ذلك عند تقارب السالبية الكهربائية بين الذرات، أو عند وجود تناظر في شكل الجزيء.

خصائص المواد غير القطبية: لا تذوب في الماء بسهولة. قابلة للذوبان في المذيبات غير القطبية مثل البنزين. أمثلة: الأكسجين (O_2). الميثان (CH_4).

الجزيئات غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية بسبب تشابه قوى التجاذب.

8. الفصل بأكثر من طريقة

1/ يتمّ فصل مياه البحر بالتبخير أو التقطير.

2/ يُمكن فصل خليط من الرمل ومياه البحر بالترشيح لإزالة الرمل ثمّ التبخير للحصول على الملح.

3/ يُمكن فصل خليط من السكر والرمل بإضافة كمية كبيرة من الماء، وتحريكها جيداً للسماح للسكر بالذوبان، ثمّ ترشيح السائل للتخلّص من الرمال، ثمّ تبخير محلول السكر للحصول على السكر.

ملاحظة : هناك أدوات لفصل المخاليط مثل قمع الفصل (Separating Funnel) الذي يُستخدم لفصل سائلين مختلفين في الكثافة وغير قابلين للامتزاج؛ كالماء والزيت، وبما أنّ الماء أكثر كثافةً من الزيت فإنّه يترسّب في قاع القمع، أمّا الزيت فيطفو للأعلى.