جامعة تكريت

كلية التربية للبنات

قسم الكيمياء

المرحلة الثانية

المادة الكيمياء التحليلية

عنوان المحاضرة : التبادل الايوني

اسم التدريسي: م.م.ياسمين مطشر خضر

الايميل الجامعي :ykhather@tu.edu.iq

## مقدمة : Introduction

**التبادل الأيوني** : عملية تتضمن انتقال ايونات عبر الحدود بين طورين احدهما سائل والآخر صلب حيث تزيح الايونات في الطور السائل الايونات الموجودة على سطح الطور الصلب وتحل محلها. ويتم ذلك باستخدام مادة صلبة تسمى المبادل الأيوني والذي يمكن تعريفه :

المبادل الأيوني : بوليمر عضوي يحتوي في تركيبه على مواقع فعالة تسمى مواقع

التبادل الأيوني وهي عبارة عن مجموعات فعالة قد تكون حمضية أو قاعدية قادرة على التأين .

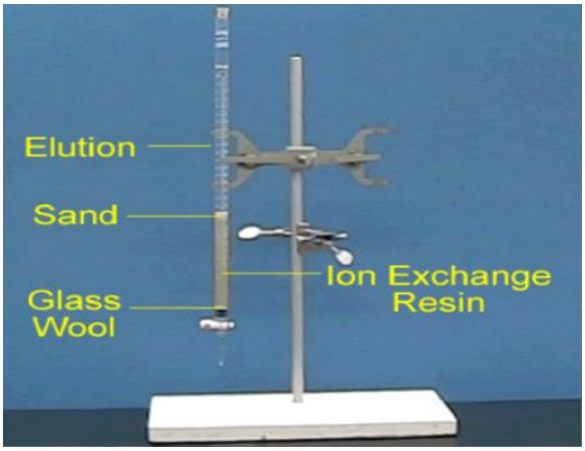
**يمكن تقسيم المبادلات الأيونية إلى :**

1. **مبادلات أيونية طبيعية** : هي مواد طبيعية متوفرة تمتلك القدرة على التبادل الايوني من –أمثلتها : الرمل التربة .
2. **مبادلات أيونية صناعية** : تقسم إلى : –

أ. **المبادلات اللاعضوية** : يتم تحضيرها من سيليكات الألمنيوم وتستخدم في إزالة –عسرة الماء .

ب. **المبادلات العضوية** : وتسمى الراتنجات Resins .

هي أكثر أنواع المبادلات شيوعا واستخداما وهي ذات إمكانية كبيرة في فصل الايونات الموجبة أو السالبة حسب نوع المبادل المستخدم ومتوفرة بكثرة على المستوى التجاري وهي سهلة التحضير .يمكن تحضير المبادلات في المختبرات بصفات فيزيائية وكيميائية معلومة بخطوتين الأولى تحضير جسم الراتنج الصلب والثانية هي إضافة المجموعات الوظيفية الفعالة والتي يتحددة فيها كون الراتنج مبادل ايوني موجب Cation أو مبادل ايوني سالب Anion .



## أنواع المبادلات :

1- مبادل كاتيوني قوي موجب Strong cation exchanger

قوي في شكله الهيدروجيني (H Form) .

إن الشحنة ( $-R-SO3$ ) تسمى الشحنة الثابتة و +H تسمى الشحنة المتحركة .

هذا النوع يقوم باستبدال الايونات الموجبة للعينة بايونات ( +H ) كما في المعادلة :

$$RSO3^{-}H^{+} + M^{+} \longrightarrow RSO3^{-}M + H^{+}$$

يمكن أيضا الحصول على مبادلات كاتيونية ضعيفة بإدخال مجموعة ( COOH ) على حلقة البنزين .

2- مبادل انيوني قوي (سالب) Anion ExchangerStrong

يسمى مبادلا سالبا في الشكل الكلوريدي($Cl^{-}$ ferm)يقوم هذا النوع باستبدال الايونات السالبة مع الايونات السالبة الموجودة في العينة :

$$RCH_2N^{+}(CH_3)_3Cl \mp X \longrightarrow R - CH_2N^{+}(CH_3)_3X + Cl$$

يمكن الحصول على مبادل انيوني (سالب) اضعف باستخدام الأمينات الثانوية أو الأمينات الأولية .إن كلا من المبادلات الأيونية الموجبة والسالبة يمكن الحصول عليها تحت أسماء تجارية:

Dowex or Amberlite IR 120

Dowex 1 or Amberlite 1RA 400

كذلك يمكن أن يوجد المبادل الأيوني بشكل H form أو Na form والمبادل الأيون السالب بشكل form $Cl^{-}$او $OH^{-}$

## الصفات الأساسية للمبادل الأيوني :

1- ذوبانية قليلة جد اً يمكن إهمالها عن طريق وجود ترابطات عمودية كافية .

2- له تركيب مسامي لنفوذ الايونات في داخل شبكته بشكل منتظم .

3- يجب أن يكون ثابتا كيميائيا .

4- يجب أن يمتلك مجموعات موجبة أو سالبة فعالة قابلة للاستبدال مع الطور المتحرك الحاوي على الايون المراد فصله.

5- يجب أن يكون الراتنج اكثر كثافة من الماء .

6- يجب أن تكون عملية التبادل عكسية ويمكن استرجاع المبادل والايونات التي ارتبطت به من خلال تنشيطه .

7- عملية التبادل سريعة ولا تحتاج لزمن .

8- ترتبط الايونات بسطح المبادل بوساطة أنواع مختلفة من الروابط أهمها الروابط الالكتروستاتيكية Electrostatic .

5-2 السعة الكلية (Total Capacity ) أو قدرة الفصل

هي عدد المليمولات المستبدلة بواسطة 1g غ من الراتنج الجاف .

**مثلا :**

$$RSO3^{-}H^{+}+Na^{+}\longrightarrow RSO_3^{-}Na$$

$$2RSO3H^{+}+Ca_2^{+}\longrightarrow (RSO_3)^{2-}Ca$$

أي أن السعة التبادلية للكالسيوم $Ca^{+2}$ تساوي نصف السعة التبادلية للصوديوم . أي أن :

1مول هيدروجين يستبدل 1مول من صوديوم وان

2 مول هيدروجين يستبدل 1 مول من الكالسيوم

مثال : تم رج 1 غرام من راتنج ايوني رطب وبعد تجفيفه كان وزنه 0.5 غرام بشكل H-form مع 100 ml من محلول يحوي على ايونات الصوديوم بتركيز 0.1 M . وبعد إزاحة الصوديوم من المبادل بواسطة 2 M حمض HCl وجد أن 100 ml من الصوديوم المزاح تركيزه 0.075 M احسب سعة المبادل .

الحل :

عدد مليمولات الصوديوم قبل الاستبدال =0.1M×100ml = 10mmol

عدد مليمولات الصوديوم بعد الاستبدال = 0.075M× 100 ml = 7.5 mmol

عدد مليمولات الصوديوم المأخوذة من قبل الراتنج ( المستبدلة ) تساوي :

10-7.5=2.5 mmol

$$\text{السعة التبادلية} = \frac{\text{كمية المادة المستبدلة}}{\text{الوزن المبادل الجاف}}$$

## تطبيقات التبادل الايوني

1- إزالة الايونات Removal of Ions

إن إزالة العسرة ( Softener ) للمياه المستعملة للأغراض المنزلية يعتبر من أفضل الأمثلة لعمليات التبادل الأيوني فجميع الايونات الموجبة ($Fe^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , Ca) يمكن أن تستبدل مع ايون الصوديوم أو الهيدروجين فالماء الذي أصبح يسر اً بالتبادل الأيوني يحتوي أملاح صوديوم غير ضارة بشبكة أنابيب المياه ولمعظم الاستعمالات المنزلية .

يمكن تحضير الماء الخالي من الايونات ( deionizeod ) من خلال إمرار الماء الخام على مبادل كاتيوني حيث يبادل جميع الكاتيونات ( الايونات الموجبة ) بالهيدروجين ومن ثم إمراره على مبادل أنيوني الذي يبادل الايونات السالبة بالهيدروكسيد وان المحصلة هي ماء خالي من الايونات .

2- تركيز مكون ضئيل (Concentration of trace of Constituent)

يتم اختيار طريقة التبادل الأيوني عندما يكون المطلوب فصل وتقدير مكون موجود بتركيز قليل في حجم محلول كبير حيث يتم إمرار هذا المحلول على مبادل ايوني مناسب فيتم حجز المكون على المبادل ويخرج بقية المحلول من نهاية العمود وبعدها يتم استرجاع المكون المفصول باستخدام محلول آخر بحجم صغير جداً ويستفاد من هذه الطريقة في التحليل الكمي.

3- فصل الفلزات (المعادن) Separation of Metals

إن التبادل الأيوني مفيد في فصل الايونات الفلزية المتشابهة فمن السهولة فصل الفلزات القلوية والقلوية الترابية في محاليل مزائجها رغم انه لا يمكن فصلها بالطرق الأخرى .

4- فصل الأحماض الامينية Separation of Amine acid

تستخدم تقنية التبادل الأيوني في فصل الأحماض الامينية لأن الحموض الأمينية يمكن أن تكون مشحونة سلبا أو ايجابا أو تكون معتدلة , ويتم ذلك عن طريق الإمرار على مبادلات كاتيونية ثم انيونية حيث تمر الأحماض الأمينية المعتدلة أيضا من خلال المبادلين بينما يحتفظ المبادل بالحموض الأمينية المشحونة سلبا أو ايجابا , ويمكن بتغيير pH الوسط الحصول على الحموض الأمينية الثلاثة مفصولين :