

## Теория к защите работы "Определение сульфат - ионов в исследуемой пробе воды методом ионного обмена"

### 3. Хроматография

**Хроматография** - универсальный и эффективный метод разделения смесей соединений.

позволяет не только разделять компоненты сложной смеси и идентифицировать их, а также, определять ее количественный состав

массу каждого компонента определяют различными методами:

- химическими
- физико-химическими
- Физическими

### Сущность хроматографии



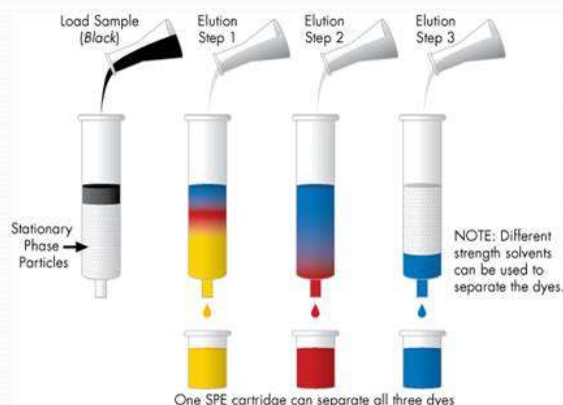
Разделение веществ основано на распределении компонентов между двумя фазами – неподвижной (НФ) и подвижной (ПФ).

# Ионообменная хроматография

основана на явлении **обменной сорбции**

**Сорбция** - процесс, связанный с накоплением того или иного компонента в неподвижной фазе или на границе раздела фаз

В ионообменной хроматографии НФ (сорбент) называют **ионообменником**



При пропускании раствора, содержащего электролиты, через ионообменник происходит обратимый обмен ионов, находящихся в растворе, на ионы, входящие в состав ионообменника.

Разделение ионов связано с различной способностью к обмену ионов раствора, проходящего через ионообменник.

Метод используют для разделения и определения ионов при помощи ионообменников. Наиболее широко этот метод применяют для определения неорганических ионов

## Ионообменные материалы

### Неорганические

- оксид алюминия
- слабокислые алюмосиликаты;
- слабоосновные (оксиды, гидроксиды) алюмосиликаты,
- гидроксид циркония, оксид алюминия

Горные породы



### Органические

ионообменные смолы на основе полистирола

Матрица состоит из трехмерных ВМС (полистирол, фенолформальдегидная смола).

Гранулы состоят из длинноцепных макромолекул полистирола, связанных редкими «мостиками» того же состава.

Сами гранулы полистирола являются инертными в отношении ионного обмена и представляют собой полимерную матрицу ионита.

Для того чтобы инертную полимерную матрицу сделать активной для ионного обмена, её необходимо обработать химическими реагентами, например, концентрированной серной кислотой.



## Классификация ионообменных материалов по

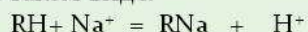
### катионообменники

являются специально синтезированными полимерными материалами, нерастворимыми в воде веществами, содержащими в своей структуре ионогенные группы кислотного характера:

$-\text{SO}_3\text{H}$  - сульфогруппа;  $-\text{COOH}$  - карбоксильная группа и др.  
 $\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$ ;  $\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}$  или  $\text{R}-\text{H}$  и  $\text{R}-\text{Na}$

(катионообменники могут находиться в двух формах: **в водородной форме и в солевой форме**)

Катионообменную реакцию можно записать в таком виде:



### анионообменники

Анионообменники содержат в своей структуре ионогенные группы основного характера:

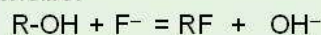
$\text{OH}^-$ ,  $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$ ; и др.

Их химические формулы схематически представляют:

$\text{R}-\text{NH}_3\text{OH}$  или  $\text{R}-\text{OH}$ ;  $\text{R}-\text{NH}_3\text{F}$  или  $\text{R}-\text{F}$

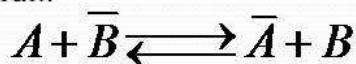
(анионообменники могут находиться в двух формах: **в основной форме и в солевой форме**).

Анионообменная реакция протекает по схеме:



**Обмен ионов происходит в строго эквивалентных количествах! Именно поэтому, возможно количественное определение веществ в данном методе.**

Реакцию обмена между ионами одинакового заряда схематично можно записать так:



$A$  и  $B$  – ионы в подвижной фазе;  
 $\bar{A}$  и  $\bar{B}$  в фазе ионообменника

Соотношение концентраций обменивающихся ионов в растворе и в фазе сорбента определяется константой ионообменного равновесия  $K_{\text{обм}}$

Применим к данному равновесию закон действия масс:

$$K_{\text{обм}} = \frac{A_{\bar{A}} \cdot A_{\bar{B}}}{A_A \cdot A_B},$$

где

$K_{\text{обм}}$  - константа ионного обмена

$A_A$  и  $A_B$  – активность ионов в подвижной фазе

$A_{\bar{A}}$  и  $A_{\bar{B}}$  активность ионов в фазе ионообменника

**ионообменник поглощает ионы из раствора, выделяя в него эквивалентное число других ионов с зарядом того же знака.**

Между катионообменником и раствором происходит обмен катионами, между анионообменником – обмен анионами

## Теоретическая емкость ионообменника

**теоретическая емкость ионообменника** определяется максимальным количеством ионов, которое он может связать, и которая совпадает с содержанием в ионообменнике ионогенных групп.

Емкость ионообменника выражается в миллиэквивалентах (устаревшее название миллиграмм-эквивалентах) или миллимолях на 1 г сухого или на 1 мл набухшего ионообменника.

Например, емкость катионита КУ-2 равна 4,8 мг-экв./г

Ионообменники нерастворимы в воде, но обладают способностью к набуханию, за счет наличия в их структуре гидрофильных ионогенных групп.

Характерной особенностью ионного обмена является его **обратимость**. Поэтому, поглощенные катионы могут извлекаться сильной кислотой из ионообменника, который при этом вновь переходит в водородную форму. Это процесс называется **регенерацией ионообменника**

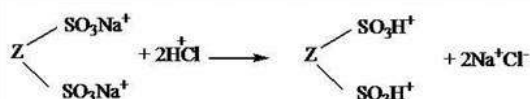
Важная характеристика ионообменника

## Регенерация ионообменника

Процесс восстановления обменной емкости ионита называется **регенерацией**

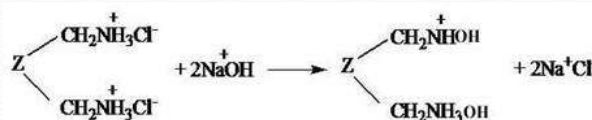
### Регенерация катионитов

если после завершения ионного обмена на катионит подействовать кислотой, то он регенерируется и вновь переходит в активную водородную форму:



### Регенерация анионитов

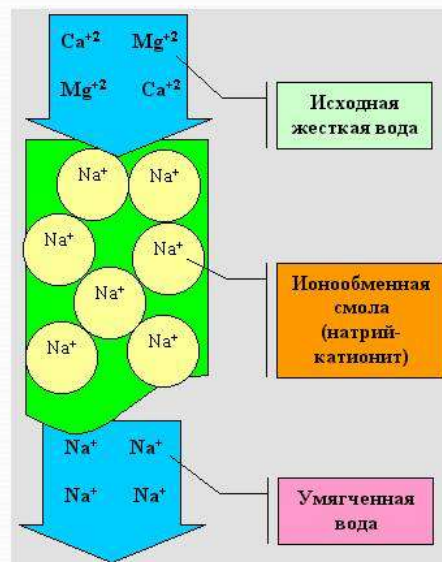
Аниониты регенерируют щелочью



# Применение ионообменных смол



Умягчающие  
картриджи для  
воды



Умягчающие воды методом  
ионного обмена