



МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ка ф е д р а аналитической и физической химии

ОЧИСТКА ЗОЛЕЙ МЕТОДОМ ДИАЛИЗА

Методические указания
к лабораторной работе № 3

Самара
Самарский государственный технический университет
2017

Печатается по решению методического совета ХТФ

УДК 543.18.076.5

Очистка золой методом диализа: Метод. указ.к лаб. работам / Сам.гос.техн.ун-т; Сост. *Л.В. Кольцов, М.А. Лосева*. Самара, 2017. 6 с.

Кратко рассмотрены основные методы очистки дисперсных систем, описана классическая схема электролиза и методика диализа золя.

Методические указания рассчитаны на студентов, изучающих курс в рамках бакалавриата по направлениям 04.03.01, 04.03.02, 18.03.01, 18.03.02, 19.03.01, 19.03.02 и специалитета по направлениям 04.05.01, 18.05.01.

УДК 543.18.076.5

Составители: канд. хим. наук М.А. Лосева, канд. хим. наук Л.В. Кольцов
Рецензент: канд. тех.наук А.Г. Назмутдинов

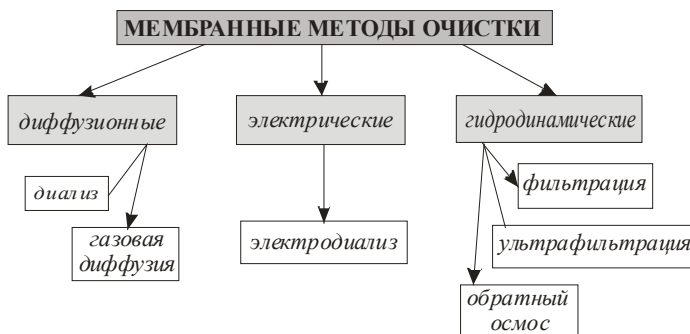
© Л.В. Кольцов, М.А. Лосева,
составление 2017
© Самарский государственный
технический университет, 2017

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Полученные дисперсные системы для повышения их стабильности очищают от примесей молекул или ионов (лиозоли, латексы, сырая нефть, сыворотки и др.). Наибольшее распространение получили мембранные методы очистки, основанные на свойствах простых тел (мембран) пропускать одни вещества и задерживать другие.

Мембраны изготавливают из различных материалов: полимерных пленок, пористого стекла, керамики, ионообменных материалов. Наибольшее применение получили мембраны из ацетата целлюлозы, поливинилхлорида, полистирола и др. полимеров.

В зависимости от вида переноса вещества мембранные методы классифицируются в соответствии со схемой:

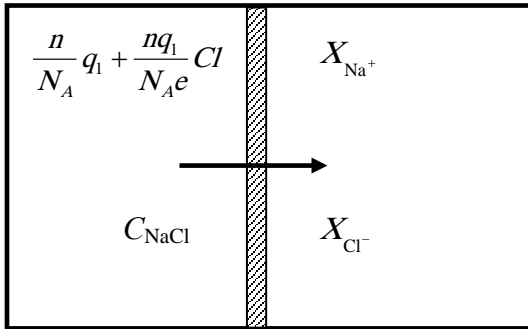


Диализ – метод очистки дисперсных систем и растворов высокомолекулярных веществ от примесей, основанный на способности полупроницаемых мембран пропускать все растворимые молекулярные вещества и ионы электролита, но задерживать коллоидные частицы.

В качестве полупроницаемых мембран применяют пергамент, целлофан, пленки коллодия, кожу и другие пористые материалы.

Рассмотрим, что происходит при контакте через полупроницаемую мембрану единицы объема дисперсной системы, содержащей n заряженных коллоидных частиц ($\frac{n}{N_A}$ молей частиц) и C молей

электролита (например, NaCl) с единицей объема чистой дисперсионной среды (рис. 1).



Если эффективный заряд частицы $q_1 > 0$, то диффузионные слои противоионов в системе содержат $\frac{q_1 n}{e N_A}$ молей ионов (Cl^-).

Условием мембранного (доннановского) равновесия в системе является равенство произведений

концентраций ионов по обеим сторонам от мембраны. Для этого X молей NaCl должны продиффундировать через мембрану в чистую дисперсионную среду.

1. До начала распределения

По одну сторону мембраны: По другую сторону мембраны:

R-Na- ионогенный ВМС
 $[R^-]=C_1$
 $[Na^+]=C_1$

NaCl
 $[Na^+]=C_2$
 $[Cl^-]=C_2$

Ионов хлора совсем нет по ту сторону мембраны, поэтому они переходят в клетку из внеклеточного пространства, а вместе с ними в клетку переходит часть ионов натрия.

2. Обозначим количество веществ, перешедших в клетку X , тогда после перераспределения электролита:

в клетке:
 $[R^-]=C_1$
 $[Na^+]=C_1+X$
 $[Cl^-]=X$

вне клетки:
 $[Na^+]=C_2-X$
 $[Cl^-]=C_2-X$

Переход ионов электролита осуществляется до тех пор, пока установится ионное равновесие, т. е. произведения концентраций ионов по обе стороны мембраны должны быть равны:

$$[Na^+] \text{ в клетке} \cdot [Cl^-] \text{ в клетке} = [Na^+] \text{ вне клетки} \cdot [Cl^-] \text{ вне клетки}$$

$$(C_1 + X) \cdot X = (C_2 - X) \cdot (C_2 - X); \left(C_1 + \frac{q_1 n}{e N_A} - X \right) (C_2 - X) = X^2$$

откуда $X = \frac{C_2^2}{C_1 + 2C_2}$; $X = \frac{C_2 + \frac{q_1 n}{e N_A}}{\frac{q_1 n}{e N_A} + 2C_2} C_2$ - это уравнение мембранного

равновесия Доннана.

Анализ мембранного равновесия Доннана

1. Если в клетке нет белка и его соли, то $C_1 = 0$, тогда $X = \frac{C_2}{2}$ или

$C_2 \gg \frac{q_1 n}{e N_A}$, т. е. при отсутствии в клетке ВМС электролит распределяется поровну по обе стороны мембраны.

Более точное решение показывает, что величина X в этом случае равна:

$$X = \frac{C_2}{2} + \frac{1}{4} \frac{q_1 n}{e N_A}.$$

Суммируя равновесные концентрации частиц и ионов в обеих частях системы, получим:

Для коллоидной системы:

$$n + \frac{q_1}{e} n + 2N_A(C_2 - X) = n + C_2 N_A + \frac{1}{2} \frac{q_1}{e} n$$

Для дисперсионной среды:

$$2N_A X = C_2 N_A + \frac{1}{2} \frac{q_1}{e} n.$$

2. Если в клетке концентрация белка (и его соли) равна концентрации электролита вне клетки, т. е. $C_1 = C_2$, тогда $X = \frac{C_2}{3}$, т.е.

в клетку из внеклеточной жидкости перейдет 1/3 часть электролита.

3. Если в клетке большая концентрация белка (и его соли), т. е. $C_1 \gg C_2$, то все равно величина X - положительная, так как C_2^2 и в клетку перейдет небольшое количество электролита из внеклеточной жидкости.

4. Если концентрация белка (и его соли) в клетке невелика, а концентрация электролита вне клетки большая, т. е. если $C_2 > C_2$, то C_2^2

- величина очень большая и X — величина большая. В клетку в этом случае перейдет большая часть электролита.

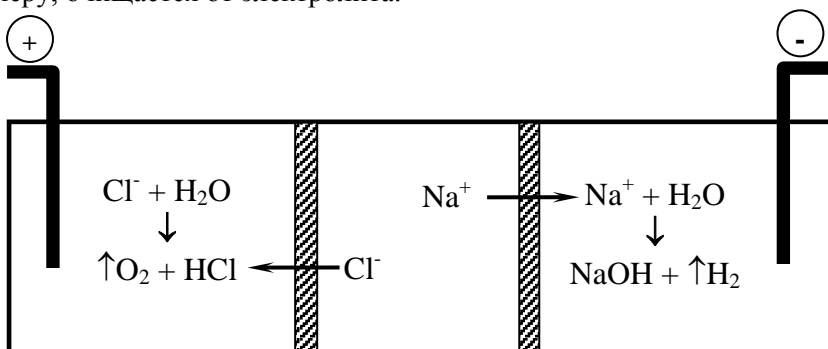
Вывод. В клетке при наличии ВМС концентрация электролита всегда больше, чем во внеклеточной жидкости, что обуславливает повышенное осмотическое давление в клетке, тургор клеток и тканей.

Диализ может быть значительно ускорен при наложении внешнего электрического поля, сочетание диализа и электролиза представляет собой *электродиализ*.

Электродиализ широко используется для очистки коллоидных растворов от электролитов, для удаления электролитов из воды и извлечения ионов из промышленных стоков.

Классическая схема электродиализа - трехкамерная ячейка, в которой очистка раствора возможна только при наличии двух полупроницаемых мембран (рис. 2).

Продукты электролиза (соляная кислота и щелочь) накапливаются в электродных пространствах, а раствор, помещенный в среднюю камеру, очищается от электролита.

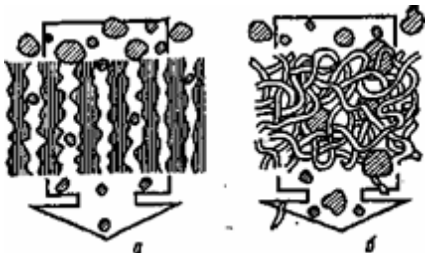


Р и с. 2. Схема переноса ионов при электродиализе

Фильтрация – очистка растворов путём прохождения их через фильтры (рис. 3).

Диализ сочетается с другим методом очистки коллоидных растворов – *ультрафильтрацией* через те же мембраны, но при повышенном давлении во внутренней камере.

От обычной фильтрации она отличается размером пор мембраны и перепадом давления до 10^6 Па и выше. В результате ультрафильтрации получается более концентрированный лиозоль, а не осадок, как при обычном фильтровании.

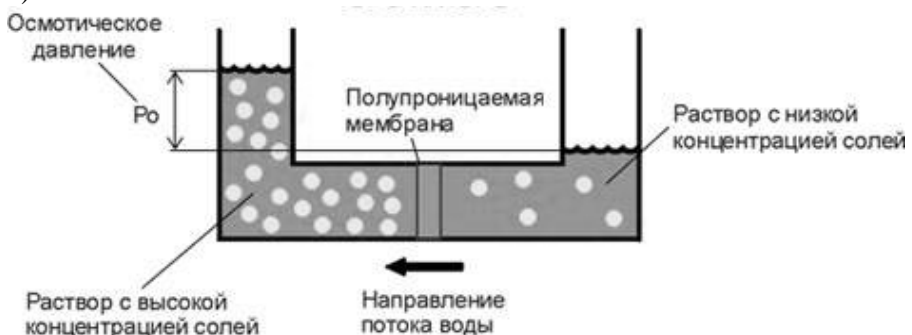


Р и с. 3. Схема разделения частиц дисперсной системы с помощью мембран (а) и объемного фильтра (б)

При фильтровании растворов под давлением до 10^7 Па через мембраны с тонкими порами (например ацетатцеллюлозные, $cr \cong 10^{-9}$ м) задерживаются не только частицы дисперсной фазы, но и растворенные молекулы и ионы электролита.

Если по разные стороны полупроницаемой мембраны находятся солесодержащие растворы с разной концентрацией, молекулы воды будут перемещаться через мембрану из слабо концентрированного раствора в более концентрированный, вызывая в последнем повышение уровня жидкости. Из-за явления **осмоса** процесс проникновения воды через мембрану наблюдается даже в том случае, когда оба раствора находятся под одинаковым внешним давлением.

Разница в высоте уровней двух растворов разной концентрации пропорциональна силе, под действием которой вода проходит через мембрану. Эта сила называется «осмотическим давлением» (рис. 4)

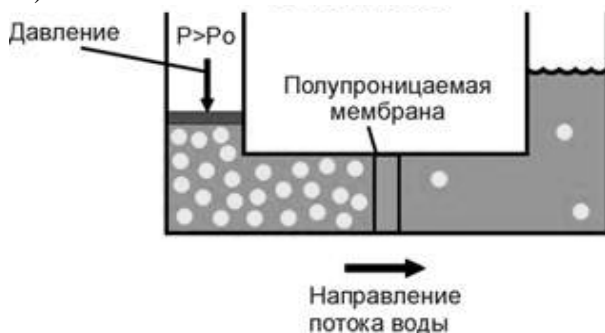


Р и с. 4. Схема осмоса

Явление задержки электролита при фильтрации через мембрану называется **гиперфильтрацией** или **обратным осмосом**.

На раствор с большей концентрацией воздействует внешнее давление (создаваемое насосом), превышающее осмотическое, молекулы воды начинают двигаться через полупроницаемую мембрану в обратном направлении, то есть из более концентрированного раствора в

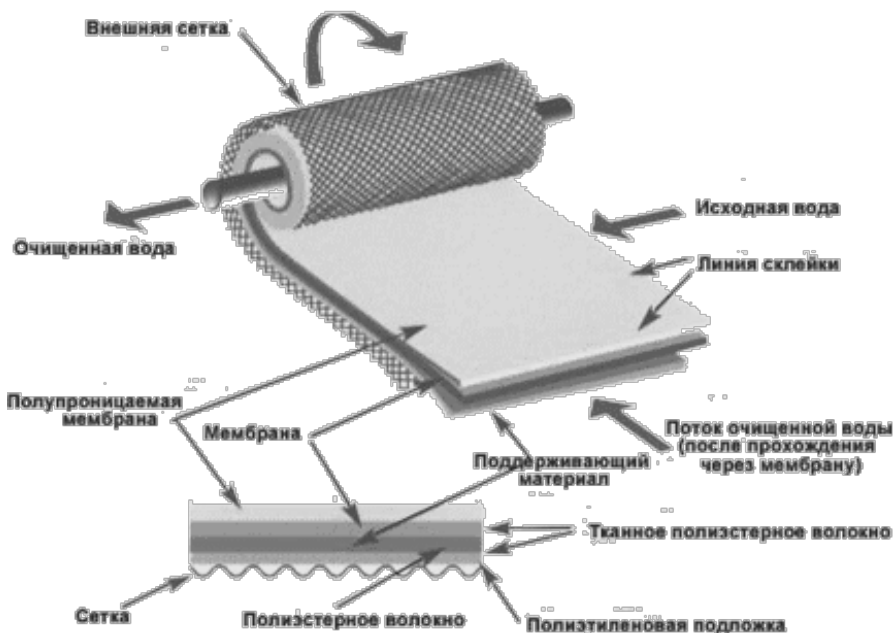
менее концентрированный, что и дало название «обратный осмос». (рис. 5).



Р и с. 5. Схема обратного осмоса

В процессе обратного осмоса вода и растворенные в ней вещества разделяются на молекулярном уровне, при этом с одной стороны мембраны накапливается практически идеально чистая вода, а все загрязнения остаются по другую ее сторону. Таким образом, обратный осмос обеспечивает гораздо более высокую степень очистки, чем большинство традиционных методов фильтрации, основанных на фильтрации механических частиц и адсорбции ряда веществ с помощью активированного угля. Кроме того, метод обратного осмоса гораздо проще и дешевле в эксплуатации по сравнению с ионообменными системами.

На практике, мембрана не полностью задерживает растворенные в воде вещества. Они проникают через мембрану, но в ничтожно малых количествах. Поэтому очищенная вода все-таки содержит незначительное количество растворенных веществ. Важно, что повышение давления на входе не приводит к росту содержания солей в воде после мембраны. Наоборот, большее давление воды не только увеличивает производительность мембраны, но и улучшает качество очистки. Другими словами, чем выше давление воды на мембране, тем больше чистой воды лучшего качества можно получить. Мембрана, представленная на рис. 6, является составной частью современных приборов водоочистки.



Р и с. 6. Обратноосмотическая синтетическая мембрана

Эффективность процесса обратного осмоса в отношении различных примесей и растворенных веществ зависит от ряда факторов. Давление, температура, уровень pH, материал, из которого изготовлена мембрана, и химический состав входной воды, влияют на эффективность работы систем обратного осмоса. Неорганические вещества очень хорошо отделяются обратноосмотической мембраной. В зависимости от типа применяемой мембраны (ацетатцеллюлозная или тонкопленочная композитная) степень очистки составляет по большинству неорганических элементов 85%-98%. Мембрана обратного осмоса также удаляет из воды и органические вещества. Органические вещества с молекулярным весом более 100-200 удаляются полностью; а с меньшим - могут проникать через мембрану в незначительных количествах. Большой размер вирусов и бактерий практически исключает вероятность их проникновения через мембрану.

Основные характеристики процессов ультрафильтрации и обратного осмоса являются *проницаемость* и *селективность* мембран.

Проницаемость (удельная производительность) выражена объемом фильтрата V , проходящего через единицу поверхности мембраны S в единицу времени τ .

$$G = \frac{V}{S\tau}$$

Селективность (разделяющую способность) определяют в процентах:

$$R = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \cdot 100 (\%),$$

где C_0 и C_1 – концентрация растворенного вещества в исходной смеси и в фильтрате.

Из формулы следует, что при 100%-ной селективности мембрана пропускает только растворитель.

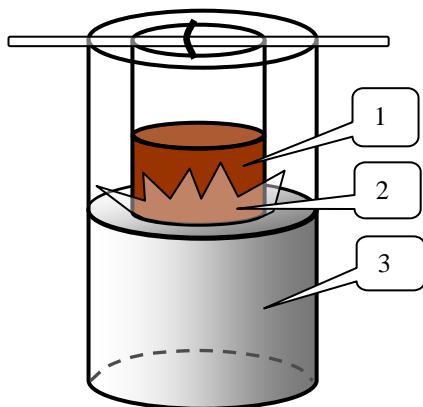
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Цель работы: очистить коллоидный раствор от примесей электролита методом диализа и определить ионы, проходящие через мембрану.

Приборы и материалы

1. Диализатор;
2. Химический стакан емкостью 100 мл;
3. Мерный цилиндр (под тягой);
4. Гидрозоль гидроксида железа (III), 2% раствор (под тягой);
5. Раствор AgNO_3 .

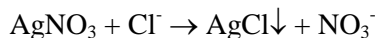
Выполнение работы



Р и с. 6. Схема диализа

Диализатор 1 – это стеклянный сосуд, с одной стороны закрытый полупроницаемой мембраной 2 (полиэтилен). В диализатор налить золь гидроксида железа в таком количестве, чтобы высота его не превышала 1 см. В химический стакан 3 налить дистиллированную воду. Опустить диализатор в стакан так, чтобы мембрана коснулась поверхности воды, не допуская погружения мембраны в воду. Через 20-30 минут проверить в воде наличие ионов, прошедших

через мембрану. Для этого добавить в воду (в стакан №3) 2-3 капли раствора нитрата серебра. AgCl – белый, малорастворимый в воде осадок:



Легкое помутнение укажет на протекание процесса диализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курс коллоидной химии. Фролов Ю.Г. Поверхностные явления и дисперсные системы. М: Химия, 1989. 400 с.
2. Практикум по коллоидной химии /Под ред. И.С. Лаврова. /М: Высш. школа, 1983. 216 с.
3. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии /Под ред. Ю.Г. Фролова, А.С. Гродского. М.; Химия, 1986, 216 с.

ОЧИСТКА ЗОЛЕЙ МЕТОДОМ ДИАЛИЗА

Составители: *КОЛЬЦОВ Леонид Валентинович*
ЛОСЕВА Марина Анатольевна

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка Лосева М.А.

Подписано в печать _____.
Формат 60x84 1/16. Бумага типогр.№2. Печать офсетная.
Усл.п.л. _____. Усл.кр.-отт. _____. Уч.-изд.л. _____.
Тираж 50 экз. С. – .

Государственное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г.Самара, ул.Молодогвардейская, 244. Главный корпус

