ОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Лекция 8. Электрокинетические явления.

1. Электрокинетические явления.
2. Электрофорез. Электрофоретические методы исследования в фармации.
3. Электроосмос. Применение элекроосмоса в медицине и фармации.

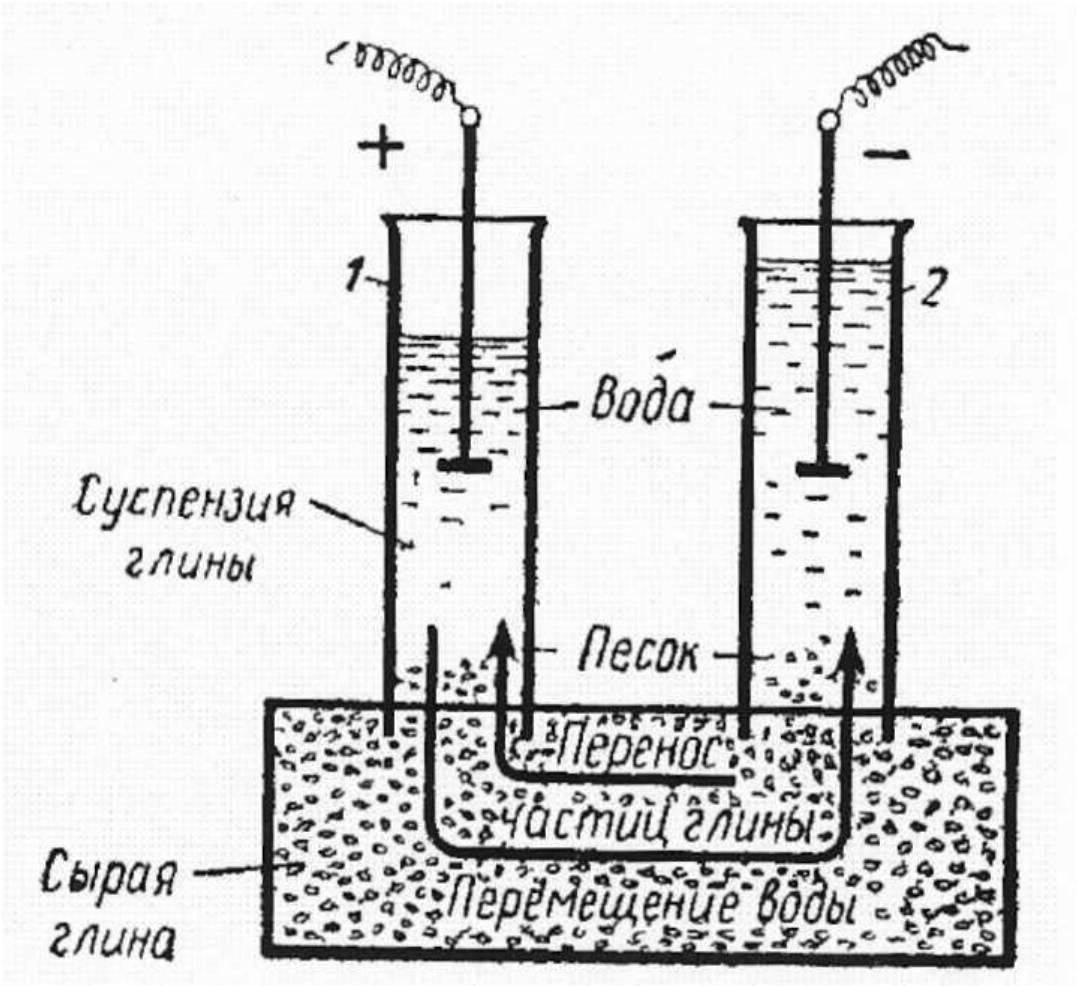
Электрофорез

- *ДЭС* на границе раздела *ДФ* и *ДСр* обусловливает возможность взаимодействия дисперсных систем с электрическим полем.
- Эффекты, связанные с относительным перемещением *ДФ* и *ДСр* под действием электрического поля или с возникновением разности потенциалов при перемещении этих фаз относительно друг друга, называются **электрокинетическими явлениями.**

Электрофорез

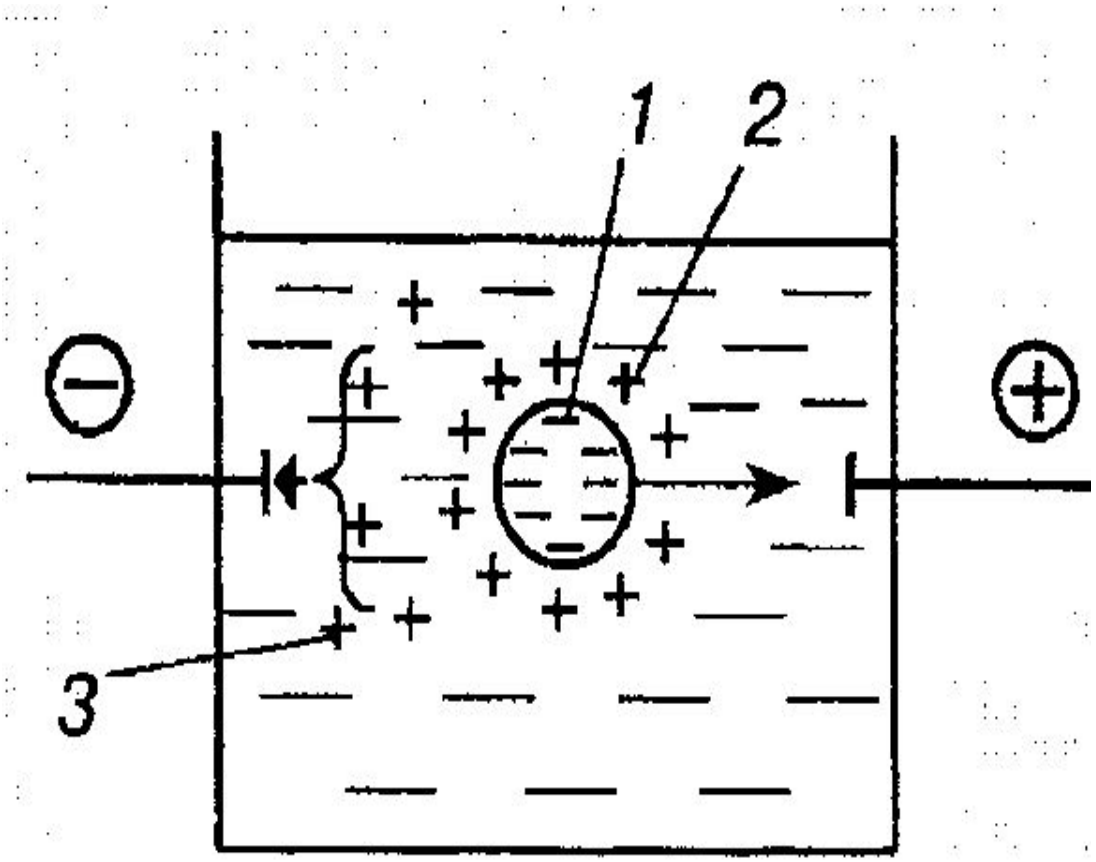
- Направленное движение частиц дисперсной фазы относительно неподвижной дисперсионной среды под действием внешнего электрического поля называют **электрофорезом**, а перемещение дисперсионной среды относительно неподвижной дисперсной фазы – **электроосмосом**.

Электрофорез



- вода перемещается к отрицательному электроду, и одновременно частицы глины перемещаются к положительному электроду (вода в трубке с положительным электродом мутнела, в то время как в другой трубке оставалась прозрачной).

Электрофорез



- Направление движения частиц дисперсной фазы

Электрофорез

Смещение *ДФ* относительно *ДСр* происходит по поверхности скольжения. Направление движения частиц *ДФ* определяет знак заряда дзета-потенциала. Скорость электрофореза прямо пропорциональна дзета-потенциалу и его можно рассчитать по уравнению Гельмгольца-Смолуховского.

Электрофорез

$$U_0 = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \Delta\varphi \cdot \varsigma}{k \cdot \pi \cdot \eta \cdot l}$$

где U_0 – скорость электрофореза, м/с;

ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды;

ε_0 – электрическая постоянная, $8{,}9 \cdot 10^{-12}$ А с/В м;

Δφ – разность потенциалов, В;

ζ – электрокинетический потенциал, В;

k – коэффициент, зависящий от формы частиц;

η – вязкость дисперсионной среды, Н с/м^2 ;

l –расстояние между электродами, м;

Электрофорез

Для сравнения способности к электрофорезу различных дисперсных систем пользуются величиной, называемой *электрофоретической подвижностью (Uэф)*. Это отношение скорости электрофореза U_0 к разности потенциалов электрического поля $\Delta\varphi$. Выражается в $м^2/с$ В

Электрофорез

$$U_{эф} = \frac{U_0}{\Delta\varphi} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \zeta}{k \cdot \pi \cdot \eta \cdot l}$$

$$\zeta = \frac{k \cdot \pi \cdot \eta \cdot l \cdot U_{эф}}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0}$$

$$\zeta = 1{,}42 \cdot 10^6 \cdot U_{эф}$$

Электрофорез

- Явления электрофореза и электроосмоса позволяют определять знак и величину заряда дисперсных частиц. Установлено, например, что поверхность биомембран несет отрицательный заряд.

- Электрофорез широко используется в биологии и медицине для диагностики многих заболеваний, выделения и исследования многих фракций белков плазмы крови, разделения аминокислот, изучения ферментов, антибиотиков и других объектов.

Электрофорез

- Электрофорез применяют для очистки различных фармацевтических препаратов. В Фармакопее РФ (изд. 10) предусмотрено установление степени чистоты по электрофоретической однородности ряда антибиотиков, витаминов и других веществ. Широкое применение как аналитический и препаративный метод разделения и выделения различных лекарственных веществ и биологически активных соединений нашел электрофорез на бумаге, а также в агаровом или крахмальном геле.

Электрофорез

- В медицине электрофорез (ионофорез) применяют для введения лекарственных веществ. На кожу пациента накладывают тампон, смоченный раствором лекарственного препарата, а сверху - электроды, к которым приложен низкий, безопасный для организма потенциал. В ходе этой процедуры частички лекарственного препарата под действием электрического поля переходят в ткани организма человека.

Электрофорез

- В последнее время разрабатываются и внедряются в практику различные виды электрофореза - иммунофорез, диск-электрофорез, изотахофорез и т.д. Эти разновидности электрофореза помогают решать многие медико-фармацевтические задачи как препаративного, так и аналитического характера.

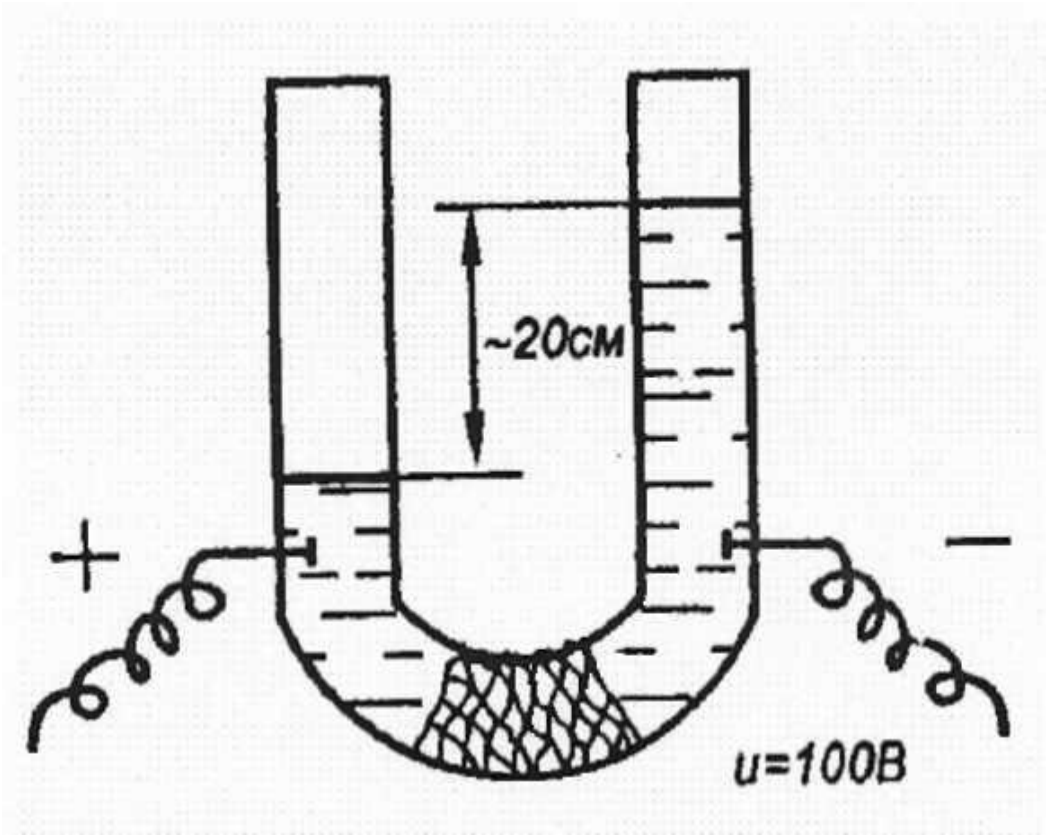
Электроосмос

Электроосмосом называется явление перемещения *ДСр* относительно неподвижной *ДФ* (через капилляры, твердые пористые диафрагмы и мембраны, слои мелких частичек) под действием внешнего электрического поля.

Электроосмос

Этот процесс также был открыт Ф.Ф.Рейсе, который изучая процесс электролиза воды, попытался разделить продукты электролиза. С этой целью он заполнил среднюю часть U-образной трубки электролизера толченым кварцем, т.е. создал капиллярно-пористую перегородку и подал на электроды постоянное внешнее напряжение. Он обнаружил, что вода перемещается в сторону отрицательного электрода.

Электроосмос



Опыт

Ф. Ф. Рейсе:
электроосмос

Электроосмос

При разности потенциалов на электродах в 100 В, разность уровней воды в коленах трубки составляла примерно 20 см. Поскольку в отсутствие капиллярно-пористой перегородки движения воды не наблюдалось, последовал вывод, что вода при контакте с кварцем приобретает положительный заряд.

Электроосмос

Механизм электроосмоса заключается в следующем. Нерастворимый материал мембраны при контакте с жидкостью (водой) диссоциирует с поверхности, отщепляя в жидкость те или другие ионы. Возникает *ДЭС,* внутренняя обкладка которого входит в состав твердой фазы, а противоионы диффузно располагаются в жидкости. При включении постоянного электрического тока противоионы диффузного слоя перемещаются к электроду соответствующего знака.

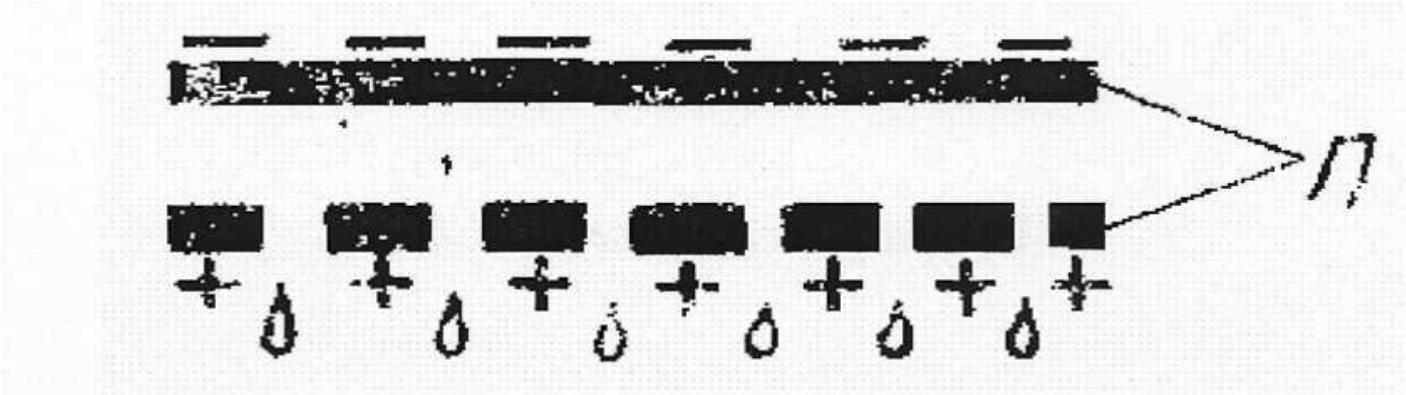
Электроосмос

Так как ионы в воде всегда гидратированы, то при движении иона с ним увлекается определенный объем дисперсионной среды за счет сил молекулярного трения (вязкости) между гидратной оболочкой иона и окружающей жидкостью. Очевидно, что чем больше толщина диффузного слоя и меньше площадь поперечного сечения капилляра или поры мембраны, тем сильнее проявляется электроосмотический перенос жидкости.

Электрофорез

Электроосмос имеет большое значение при обезвоживании и сушке многих пористых материалов или концентрированных коллоидных систем. Для этой цели применяют например электрофильтры - прессы, основную часть которых представляют собой две металлические пластины, расположенные горизонтально, одна над другой. Нижняя пластина перфорирована (имеет множество отверстий).

Электроосмос



Электроосмос при обезвоживании и сушке многих пористых материалов или концентрированных коллоидных систем

Электроосмос

Подлежащую обезвоживанию кашицеобразную массу помещают между пластинами. За счет явления электроосмоса вода выходит сквозь перфорацию.

Явления электроосмоса в медицине используют для снятия отеков. В народном хозяйстве – для осушения болот.