



ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ
СТРОЕНИЕ ДВОЙНОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ
ЛЕКЦИЯ №7

Электрокинетические свойства

- ***Электрокинетическими явлениями*** называют перемещение одной фазы относительно другой в электрическом поле и возникновение разности потенциалов при течении жидкости через пористые материалы или при оседании частиц.

Электрокинетические явления

- Обусловлены наличием заряда у частиц д. ф. и противоположного заряда д. с.
- Существует два вида:

I рода:

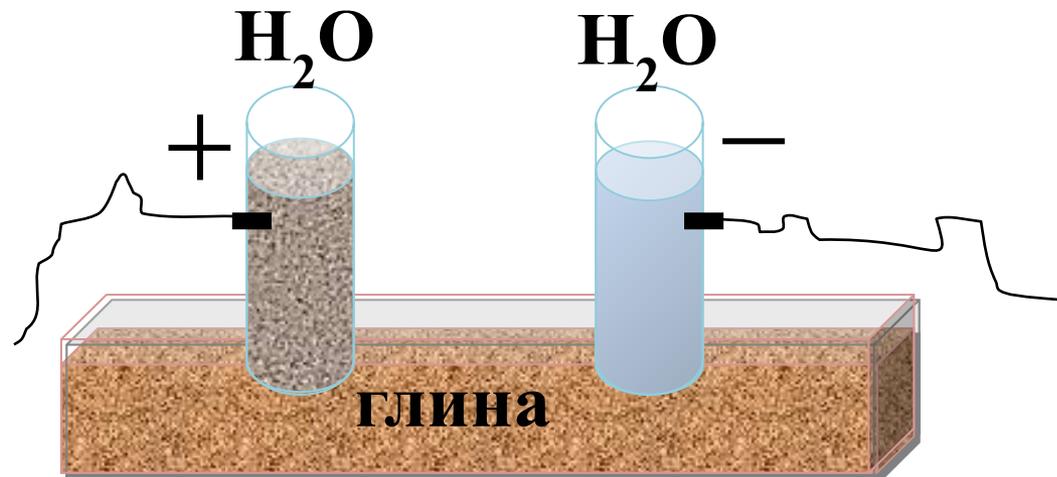
• Электрофорез
• Электроосмос

II рода:

• Эффект Дорна
• Эффект
Квинке

Электрофорез

1809 г. **Ф.Ф. Рейсс** изучал электрофорез на глине.

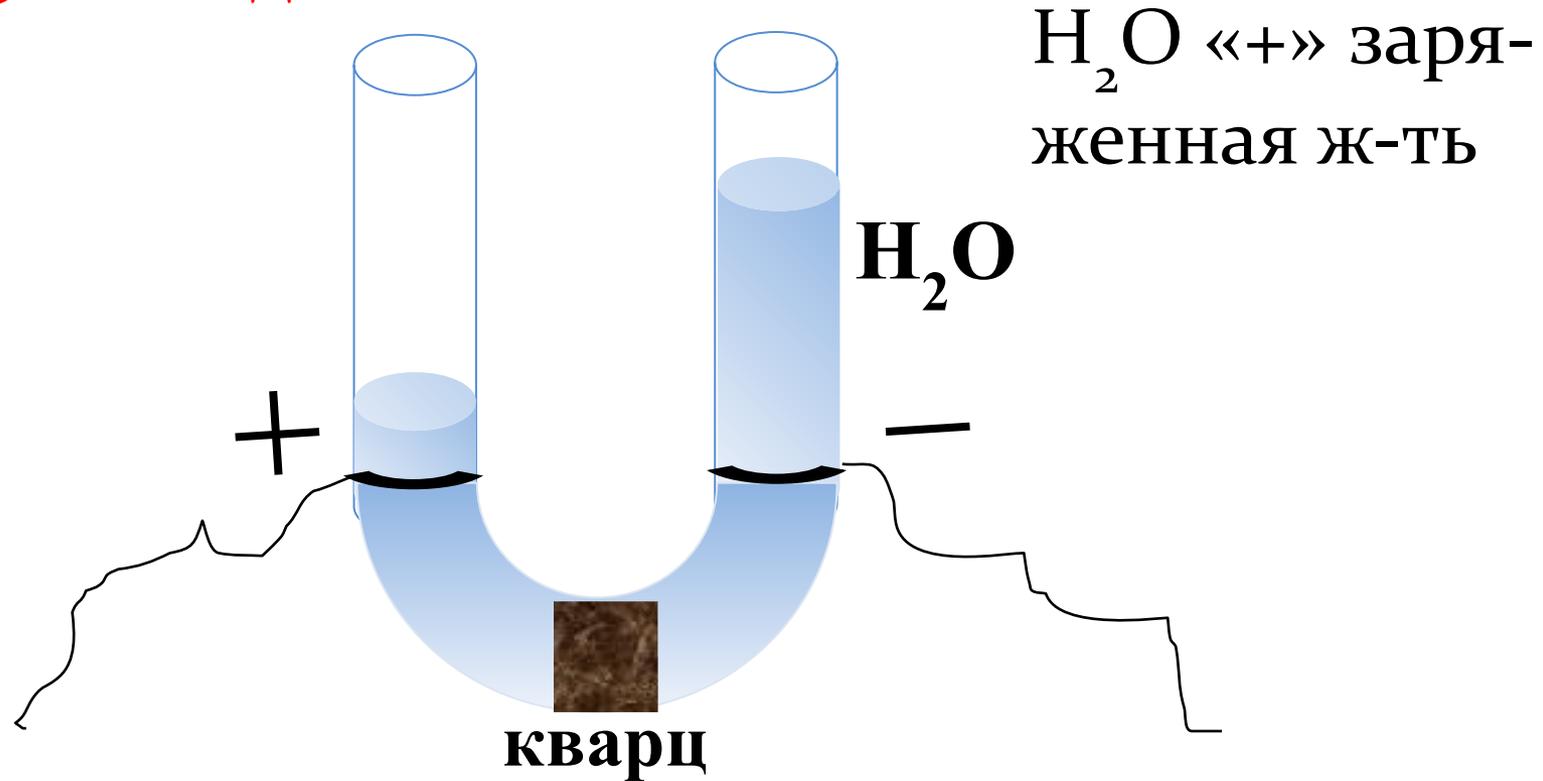


Д. ф. заряжена «-»: кремнезём $[m\text{SiO}_2] \cdot n\text{SiO}^- \cdot (n - x)\text{H}^+]^{x-} \cdot x\text{H}^+$.

Электрофорез – перенос коллоидных частиц в электрическом поле.

Электроосмос

1852 г. Видеман



Электроосмос – это течение жидкости через капиллярные системы под влиянием разности потенциалов.

Эффект Дорна

- **Эффект Дорна** или **потенциал седиментации (1878г.)** – явление возникновения разности потенциалов между двумя электродами при оседании дисперсной фазы.

Эффект Квинке

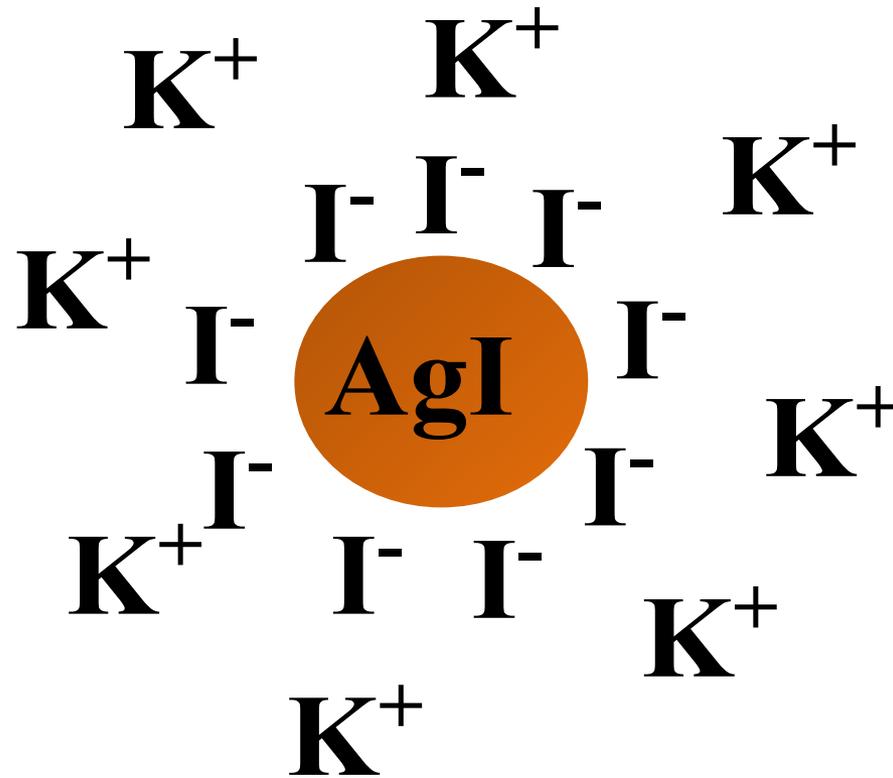
- **Эффект Квинке** или **потенциал протекания** (1859 г.) – возникновение разности потенциалов при течение воды и водных растворов через разнообразные пористые материалы под действием перепада давлений.

ДЭС

Возникает в результате двух причин:

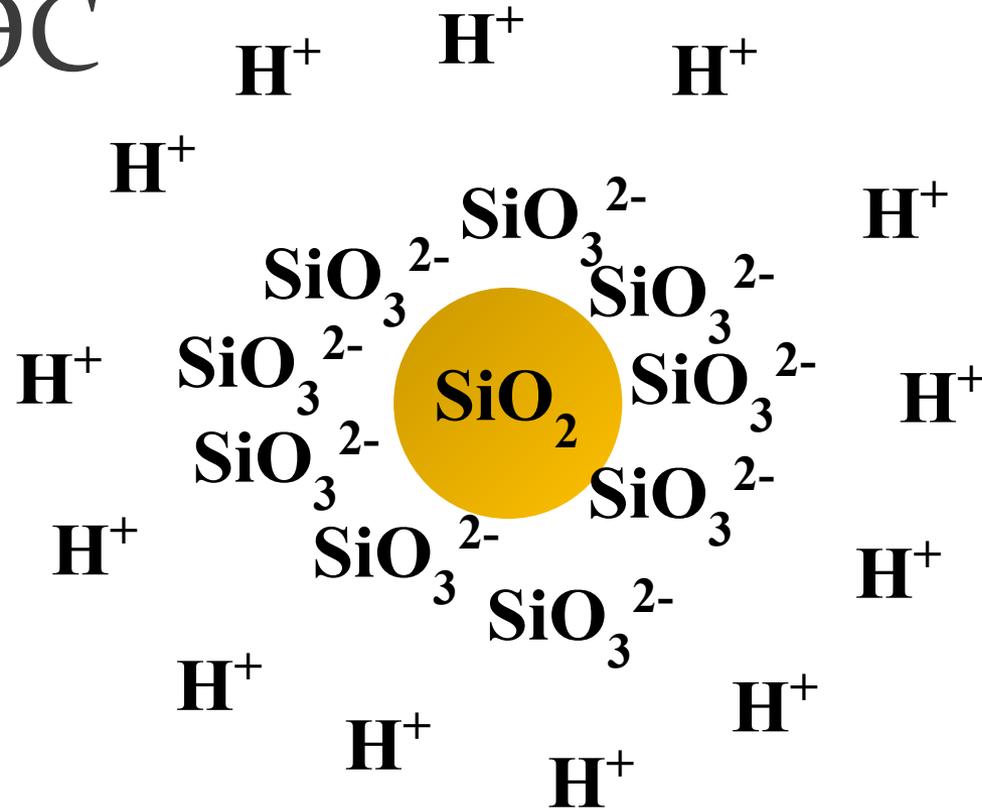
- - или в результате избирательной адсорбции одного из ионов электролита;
- - или за счет ионизации поверхностных молекул вещества.

ДЭС



ДЭС в результате избирательной адсорбции одного из ионов электролита.

ДЭС



ДЭС за счет ионизации
поверхностных молекул вещества.

Строение двойного электрического слоя

Существует несколько моделей:

- *Модель Гельмгольца-Перрена*
- *Модель Гуи-Чэпмена*
- *Модель Штерна*

Модель Гельмгольца-Перрена

- **ДЭС** – это два близко расположенных слоя ионов: один на поверхности (потенциалопределяющие ионы), другой – в растворе на расстоянии удвоенного радиуса ионов (противоионы), в целом система электронейтральна, является как бы плоским конденсатором.

Модель Гельмгольца-Перрена

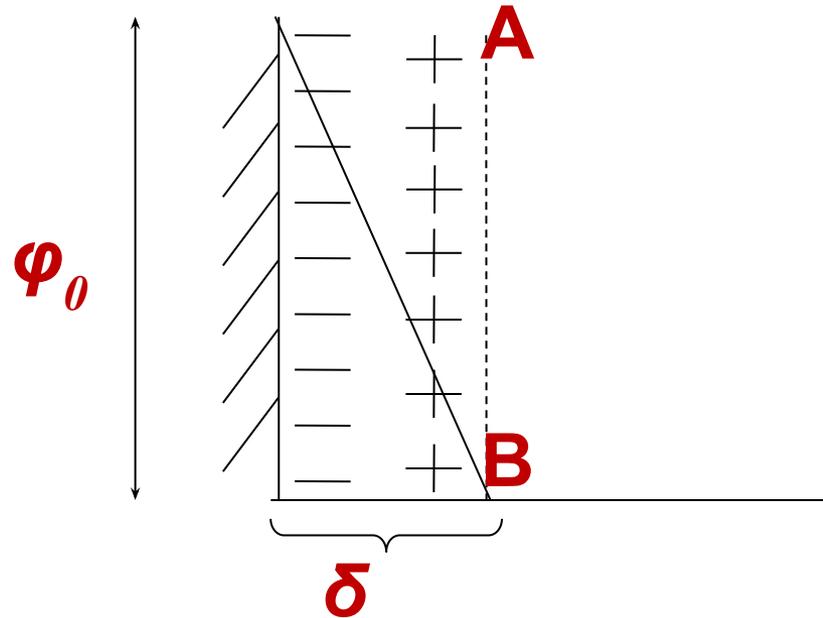


Рис. Схема ДЭС по Гельмгольцу-Перрену и соответствующий скачок потенциалов.

Модель Гельмгольца-Перрена

ДЭС является как бы плоским конденсатором.

$$\varphi_0 = \frac{q}{C}$$

где φ_0 – разность потенциалов между дисперсной фазой и дисперсионной средой;

q – поверхностный заряд;

C – емкость конденсатора: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{\delta}$;

ε – диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды;

ε_0 – абсолютная диэлектрическая проницаемость:

$$\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} ;$$

δ – расстояние между пластинами. Или

$$\varphi_0 = \frac{q\delta}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

Модель Гельмгольца-Перрена

Недостатки теории:

- - толщина ДЭС Гельмгольца-Перрена очень мала и приближена к молекулярным размерам;
- – невозможно определить реальный электрокинетический потенциал.

ДЭС

- **Плоскость скольжения** (АВ) – место разрыва при перемещении твердой и жидкой фазы относительно друг друга.
- **Электрокинетический потенциал** (ξ - **дзета потенциал**) – это разность потенциалов между подвижной (диффузной) и неподвижной (адсорбционной) частями двойного электрического слоя.

Модель Гуи-Чэпмена

Теория ДЭС с диффузным слоем
противоионов предложена
независимо друг от друга **Гуи** (1910 г.)
и **Чэпменом** (1913 г.).

Модель Гуи-Чэпмена

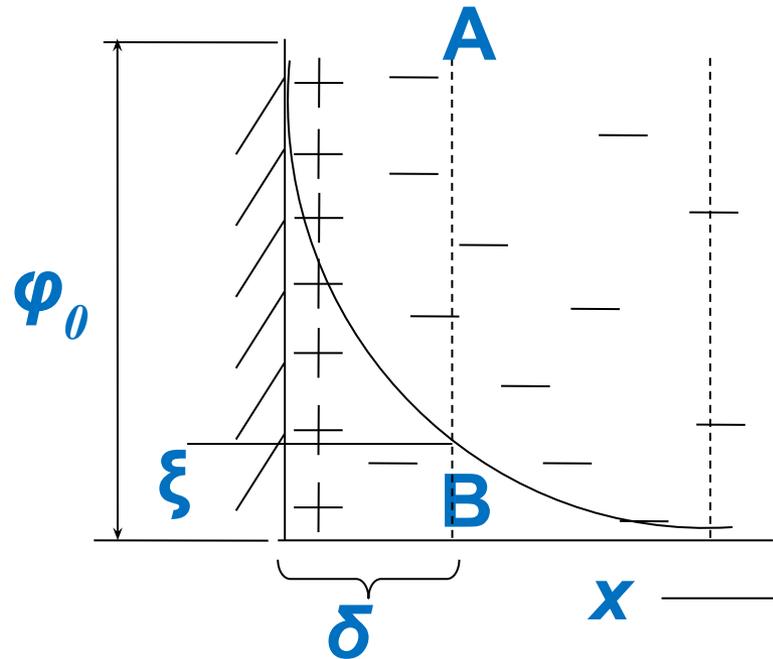


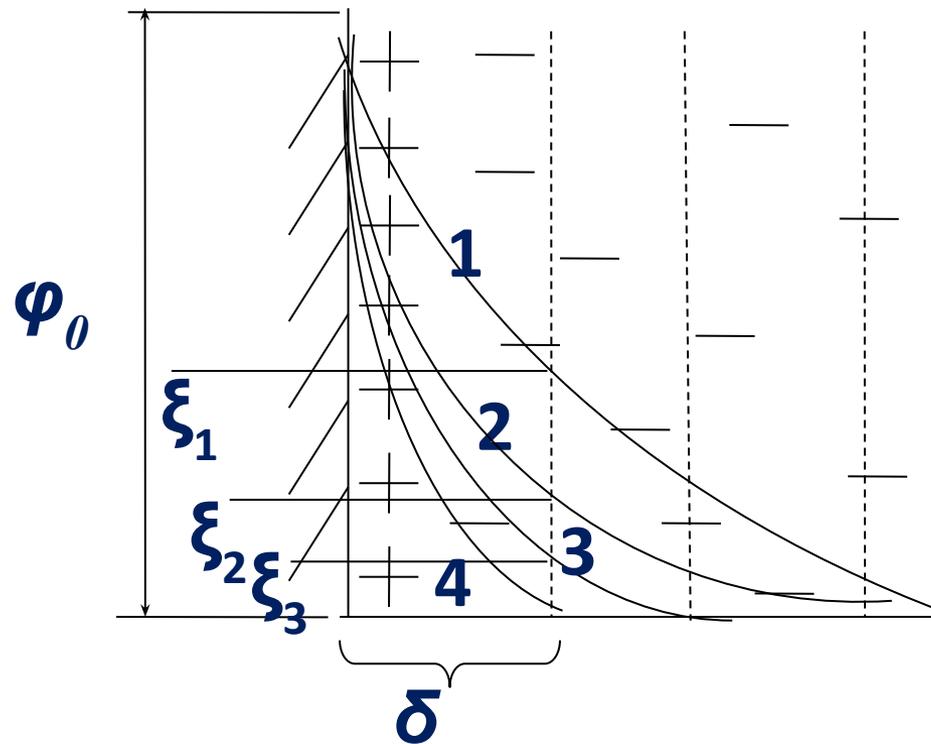
Рис. Схема ДЭС по Гуи-Чэпмену и падение в нём потенциала.

Модель Гуи-Чэпмена

Величина электрокинетического потенциала зависит от:

- концентрации противоионов индифферентного электролита
- валентности противоиона

Модель Гуи-Чэпмена



При введении в систему *индифферентного электролита* – электролита, не имеющего ионов, способных достраивать кристаллическую решетку – потенциал φ_0 практически не изменяется.

Модель Гуи-Чэпмена

- С увеличением валентности противоиона резко уменьшается ξ -потенциал.

Модель Гуи-Чэпмена

Недостатки теории:

- не принимается во внимание объем ионов;
- не объясняет явление *перезарядки* - перемены знака электрокинетического потенциала при введении в систему электролита с многовалентными ионами;
- не объясняет различного действия противоионов с одной и той же валентностью и разным радиусом на ДЭС.

Модель Штерна

1924 г. Штерн объединил схему строения ДЭС Гельмгольца-Перрена и Гуи-Чэпмена.

Модель Штерна

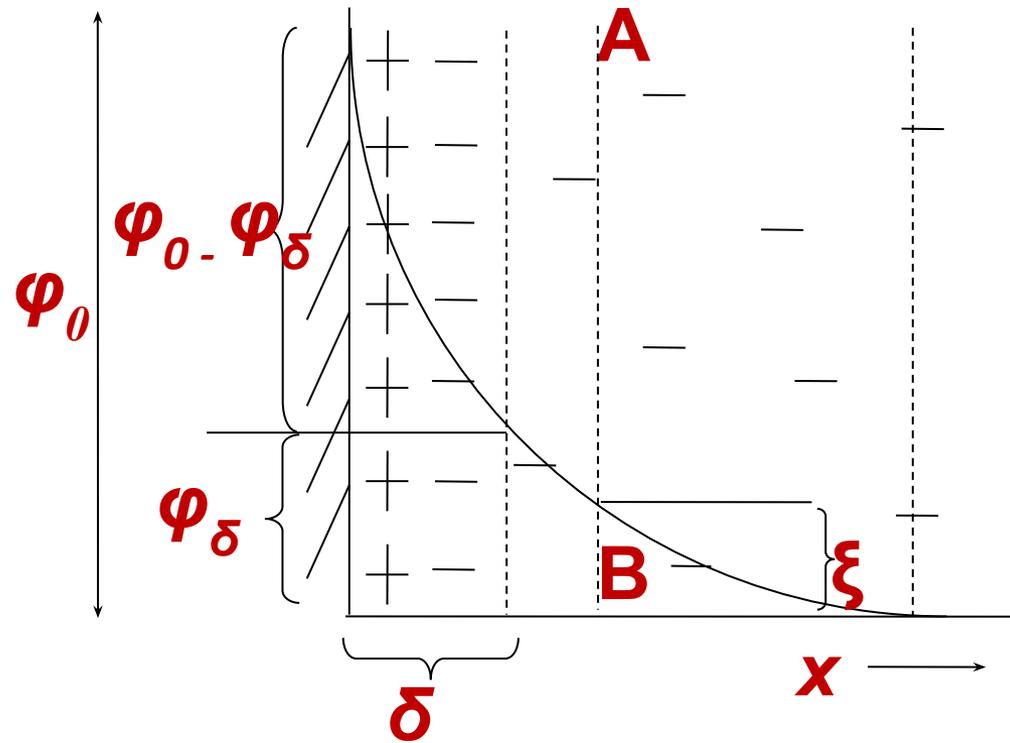


Рис. Схема ДЭС по Штерну и падение в нём потенциала.

Модель Штерна

- Падение потенциала φ_0 складывается из φ_δ – падения потенциала в диффузном слое - и разности потенциалов между обкладками конденсатора $\varphi_0 - \varphi_\delta$.
- Границы скольжения не ясны, в общем случае по границе слоя Гуи.

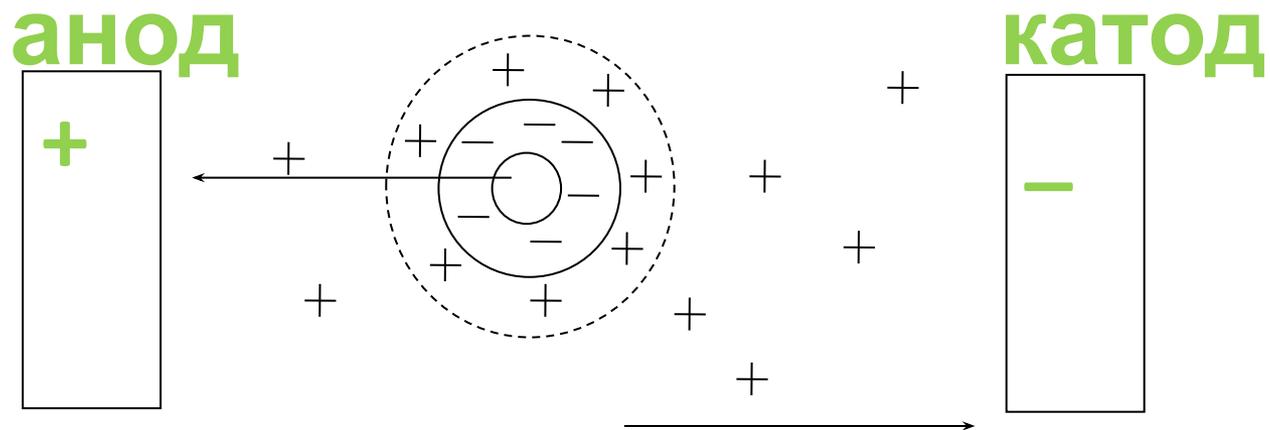
Модель Штерна

- *Зависимость электрокинетического потенциала от валентности противоиона* определяется адсорбционной способностью, обусловленной их поляризуемостью и гидратацией.
- *Перезарядка ДЭС:* многовалентные электроны могут втягиваться в слой Гельмгольца из-за сильных электрических взаимодействий. Потенциал φ_0 не изменяется

Электрокинетический потенциал

Направленное перемещение частиц дисперсной фазы под действием электрического поля.

Происходит разрыв ДЭС по плоскости скольжения.



Линейная скорость (U) – движение частиц относительно мембраны при электроосмосе и движение частиц при электрофорезе:

$$u = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E \xi}{\eta} \quad - \text{уравнение Гельмгольца-Смолуховского}$$

где η - вязкость.

$$u = [\text{м/с}].$$

При движении частиц дисперсной фазы они вынуждены взаимодействовать с противоионами дисперсионной среды, что вызывает **электрофоретическое торможение**:

$$u_{\text{эф}} = \frac{u}{E}$$

$$u_{\text{эф}} = [m^2/c \cdot V]$$