

НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

**дисциплина «Инструментальные методы анализа»**

**ТЕМА**

**Прямая потенциометрия (ионометрия).  
Потенциометрическое титрование. Кондуктометрия.**

Направление 5630101-экология и охрана окружающей среды (в водном хозяйстве)

# ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева М.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. Пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 216с.
2. Saloxiddinov A.T., Nishonov B.E., Razikova I.R., Yo'ldosheva CH.A. "Ekologiya" fanidan laboratoriya ishlarini o'tkazish bo'yicha uslubiy qo'llanma. TIQXMMI, Toshkent, 2016. 33b.
3. Инструментальные методы анализа: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [В. И. Кочеров, И. С. Алямовская, Н. Е. Дариенко, С. Ю. Сараева Т. С. Свалова, А. И. Матерн]; под общ. ред. С. Ю. Сараевой; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал, федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал, ун-та, 2015. - 96 с. ISBN 978-5-7996-1385.
4. Химические и инструментальные методы анализа : учеб. пособие / С. Ю. Сараева, А. В. Иванова, А. Н. Козицина, А. И. Матерн ; под общ. ред. В. И. Кочерова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. унт. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 216 с.

# ПЛАН

- Мембранные (ионеселективные) электроды.
- Прямая потенциометрия (ионометрия). Потенциометрическое титрование.
- Кондуктометрия.
- Электропроводность электролитов.
- Прямая проводимость. Кондуктометрическое титрование

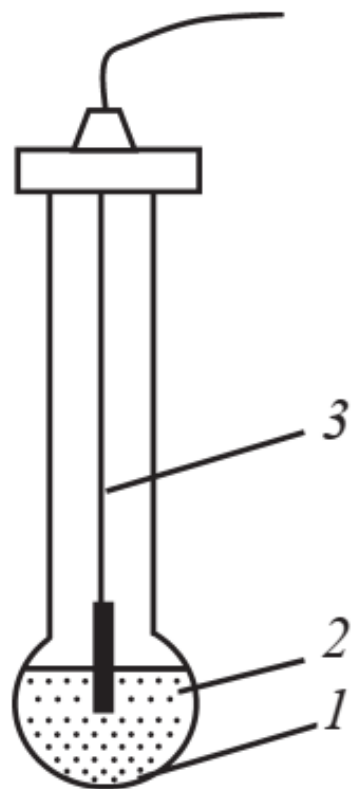
Различают прямую потенциометрию и потенциометрическое титрование. При *прямой потенциометрии* сравнивают потенциалы индикаторного электрода в анализируемом и стандартном растворах, измеренные относительно одного и того же электрода сравнения, потенциал которого в процессе измерений остается неизменным. По величине потенциала индикаторного электрода вычисляют активность (концентрацию) анализируемых ионов.

*Потенциометрическое титрование* относится к методам индикации завершения аналитической реакции в растворе, которое сопровождается резким изменением величины ЭДС электрохимической ячейки с исследуемым раствором. По количеству реагента, затраченного на реакцию, рассчитывают содержание анализируемого компонента в растворе.

В прямой потенциометрии используют металлические (электроды первого рода) и ионоселективные (мембранные) электроды, потенциалы которых воспроизводимо и предсказуемо отражают активность лишь определяемых ионов и не реагируют на другие ионы, присутствующие в растворе. К металлическим электродам, удовлетворяющим этим требованиям, относятся электроды из Ag, Cu, Hg, Pb, Cd. В то же время электроды из Fe, Ni, Co, W, Cr не дают воспроизводимых результатов из-за структурных деформаций и образования оксидных слоев на поверхности.

*Ионоселективные электроды (ИСЭ)* подразделяются на стеклянные электроды, электроды с жидкими, твердыми (или осадочными) и газочувствительными мембранами. ИСЭ функционируют благодаря переносу ионов через полупроницаемую мембрану, т. е. они обладают ионной проводимостью. Конструктивно ИСЭ состоит из ионоселективной мембраны, внутреннего раствора и внутреннего электрода сравнения, обычно ХСЭ. При погружении мембранного электрода в анализируемый раствор и замыкании электрической цепи в ячейке через внешний ЭС перенос заряда во внутренний раствор осуществляется селективно проникающими через мембрану ионами исследуемого раствора.

## Определение рН с применением стеклянного электрода



Для определения активности ионов водорода можно использовать различные электродные системы, чувствительные к изменению рН. Прежде всего, это стеклянный электрод (СтЭ) (рис. 3.4), ВЭ, хингидронный и сурьмяно-оксидный электроды.

Рис. 3.4. Схема  
конструкции СтЭ:

*1* — тонкостенная мембрана из Na-стекла; *2* — раствор HCl (0,1 моль/дм<sup>3</sup>); *3* — серебряная проволока, покрытая хлоридом серебра

При титровании без тока с одним РЭ конечную точку титрования определяют по интегральной кривой титрования (рис. 3.5, кривая 1), дифференциальной (рис. 3.5, кривая 2) или дважды дифференциальной (рис. 3.5, кривая 3) кривой титрования.

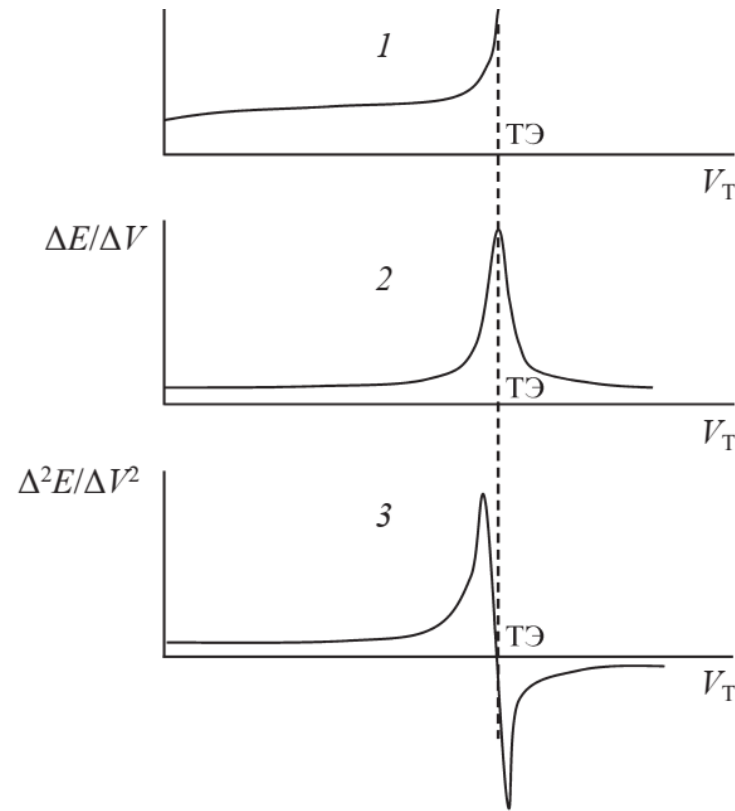


Рис. 3.5. Определение ТЭ по интегральной (1) кривой потенциметрического титрования, по ее первой (2) и второй (3) производной



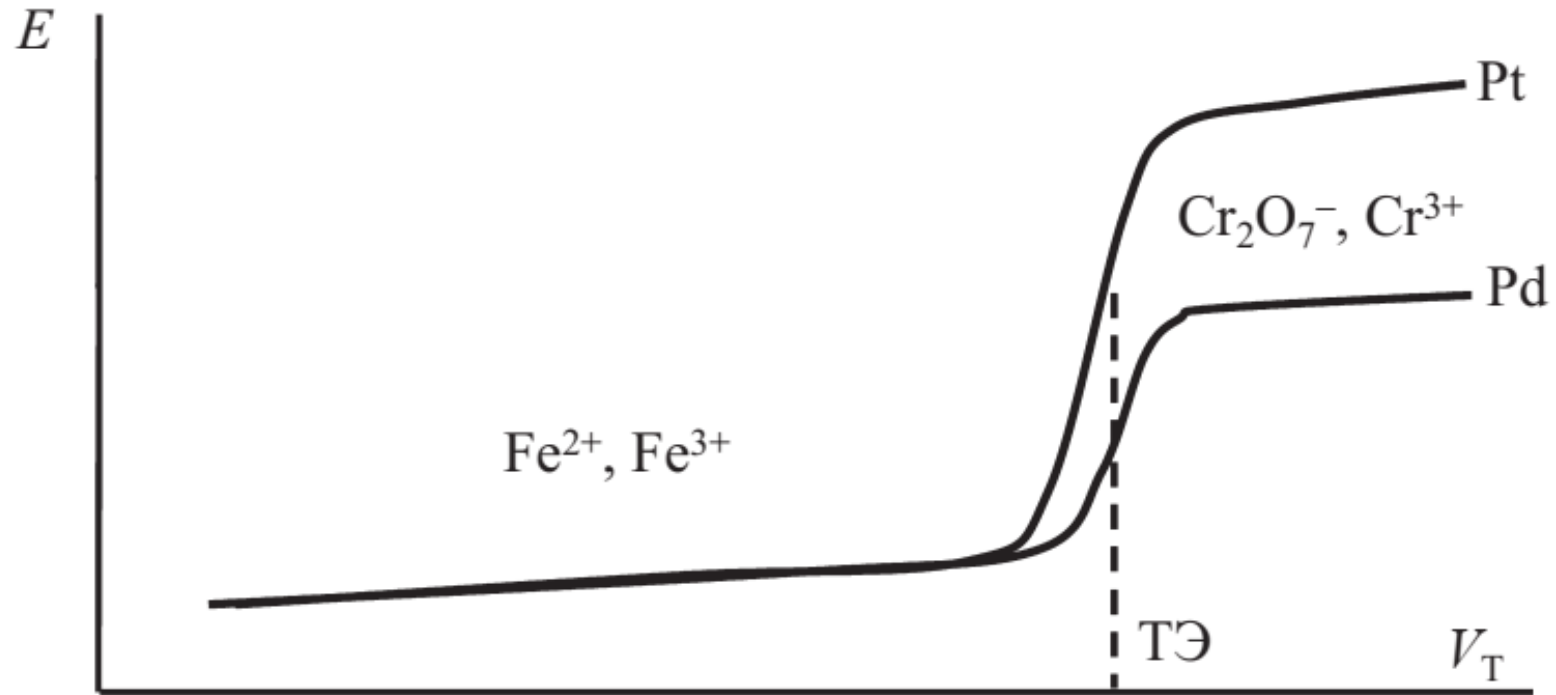


Рис. 3.6. Титрование железа (II) дихроматом калия с платиновым и палладиевым электродами

### 3.1.4. Кондуктометрия

*Электропроводность* — способность электролитов проводить электрический ток под действием внешнего электрического поля. Носителями тока в растворах электролитов являются положительно и отрицательно заряженные ионы (катионы и анионы), которые существуют в растворе вследствие электролитической диссоциации молекул. Ионная электропроводность, в отличие от электронной,

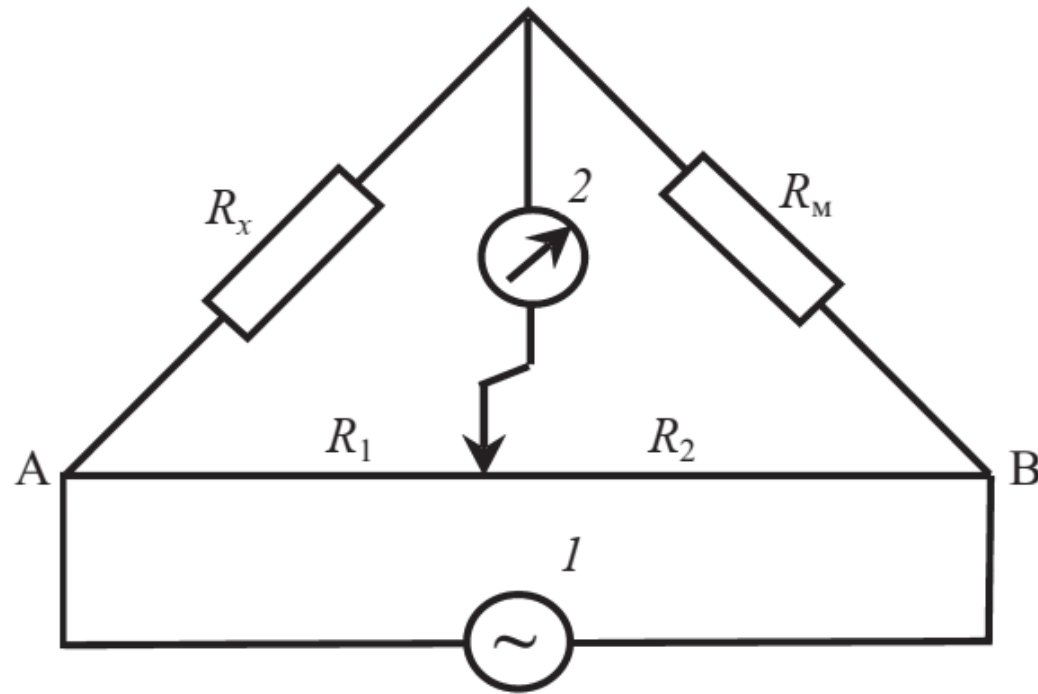


Рис. 3.12. Схема моста Уитстона:

$R_x$  — активное сопротивление раствора;  $R_1$  и  $R_2$  — сопротивления, задаваемые реохордом АВ;  $R_M$  — магазин сопротивлений;  $1$  — источник переменного электрического тока;  $2$  — гальванометр

Существует несколько классификаций методов кондуктометрии:

- *прямая* и *косвенная* (кондуктометрическое титрование — КдМТ);
- *постояннотоковая* и *переменноточковая*. Переменноточковая (для исключения явлений электролиза) кондуктометрия может быть *низкочастотной* (частота тока  $< 10^5$  Гц) или *высокочастотной* (частота тока  $> 10^5$  Гц);
- *контактная* и *бесконтактная* (в зависимости от наличия или отсутствия контакта между электролитом и входными цепями измерительного прибора).

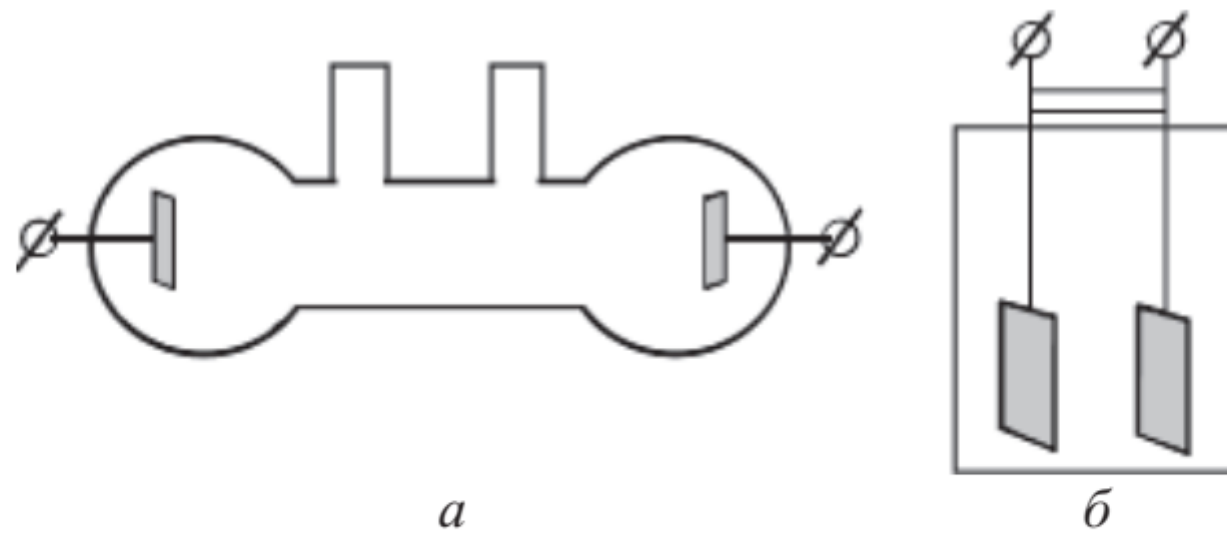
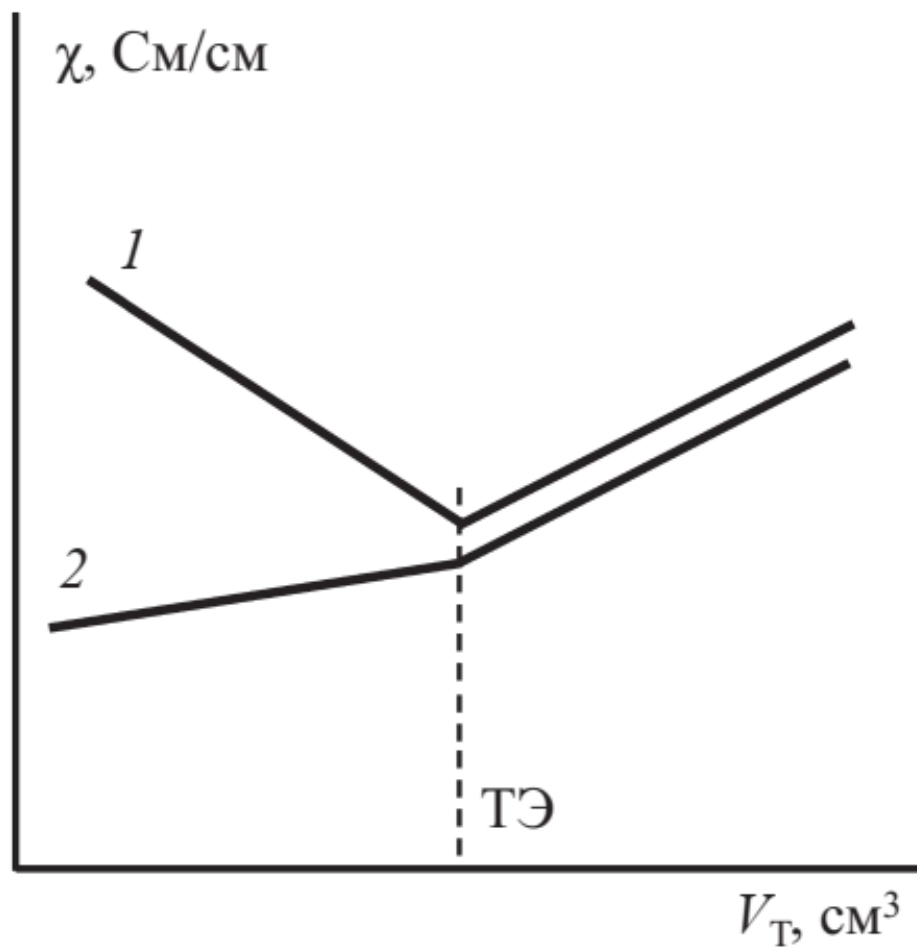


Рис. 3.13. Контактные кондуктометрические ячейки:  
*a* — с жестко закрепленными электродами; *б* — с погружными электродами



При титровании сильной кислоты  $\text{HCl}$  раствором  $\text{NaOH}$  (рис. 3.15, кривая 1): до ТЭ уменьшается концентрация ионов  $\text{H}^+$  с большой подвижностью, после ТЭ растут концентрации  $[\text{Na}^+]$  и  $[\text{OH}^-]$ , концентрация  $[\text{Cl}^-]$  остается постоянной и не влияет на ход кривой титрования.

Рис. 3.15. Кривые кондуктометрического титрования сильной (1) и слабой (2) кислот сильным основанием

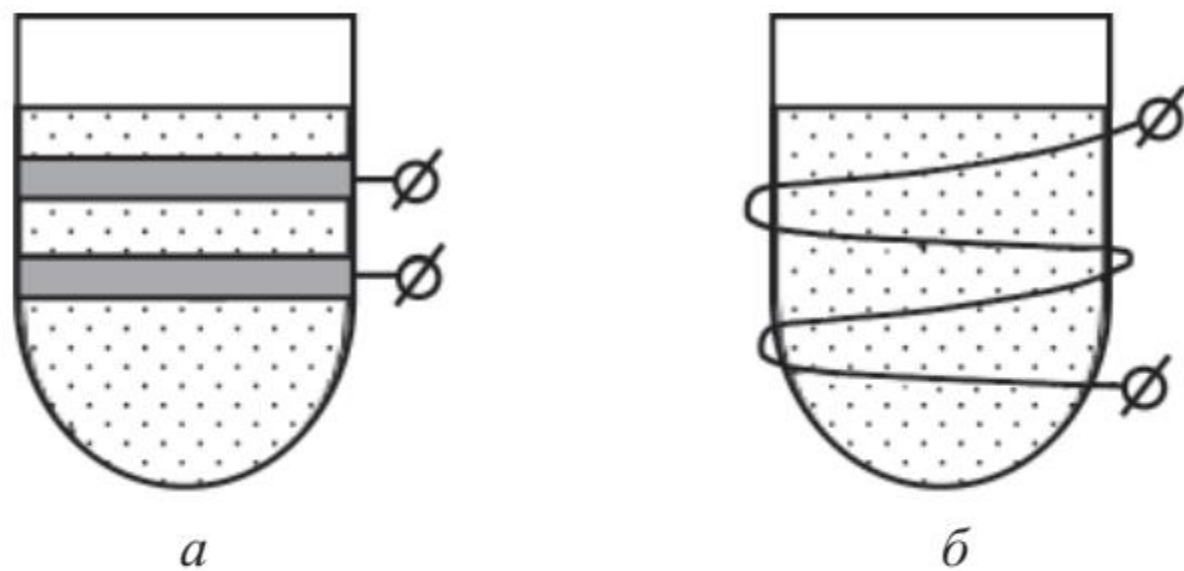


Рис. 3.17. Емкостная (а) и индуктивная (б)  
кондуктометрические ячейки

