



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Методические рекомендации
по подготовке к контрольной работе

Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза

Екатеринбург
2022

Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : методические рекомендации по подготовке к контрольной работе. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / авт.-сост. А.В. Кокшаров, Т.В. Якубова. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 8 с.

Составители: Кокшаров А.В, начальник кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.х.н., доцент

Якубова Т.В, доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.х.н.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза и предназначены для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России.

Введение

Одной из форм активизации и оптимизации учебного процесса, усиления его практической направленности является выполнение обучающимися письменных контрольных работ. Цель контрольной работы – оценка качества усвоения обучающимися отдельных, наиболее важных разделов, тем и проблем изучаемой дисциплины, умения решать конкретные теоретические и практические задачи.

Для текущего контроля знаний обучающихся предусмотрено проведение контрольной по первым двум темам дисциплины:

Тема 1. Классификация физико-химических методов анализа. Общая характеристика методов.

Тема 2. Электрохимические методы анализа (ЭХМА).

Огромную роль в успешной подготовке к контрольной работе играет правильная организация подготовки к ней. Рекомендуется при подготовке к контрольной работе опираться на следующий план:

1. Изучить лекционный материал.
2. Внимательно проработать теоретические вопросы по темам контрольной работы (вопросы приведены в соответствующих разделах).
3. Попробовать самостоятельно ответить на вопросы по темам контрольной работы. В сомнительных случаях проконсультироваться с преподавателем.
4. Попытаться разобраться в решениях задач по темам контрольной работы.
5. Рассмотреть примерный вариант билета по контрольной работе. Обратит внимание на уровень задач, широту охвата теоретического материала, а также требуемую глубину проработки решения задачи.

Решение каждой задачи должно сопровождаться кратким пояснением, т.е. надо указывать, какие формулы или уравнения применяются для ее решения. Все этапы решения задачи нумеруются в соответствии с заданием и снабжаются краткими и четкими пояснениями.

При расчетах в начале выписывается используемая формула с применением общепринятых буквенных обозначений, затем подставляются исходные цифровые значения вместо буквенных в той же последовательности, и только после этого производятся требуемые математические операции. Все расчеты в контрольных работах следует производить с помощью микрокалькулятора. Окончательные результаты с обязательным указанием размерности выделяются. Рекомендуется производить оценку правдоподобности окончательных результатов с точки зрения их физической сущности и исходных данных.

Теоретические вопросы для самоподготовки к контрольной работе

1. Классификация физико-химических методов анализа. Их возможности и области применения.
2. Характеристика методов анализа.
3. Прямая потенциометрия. Электрохимическая ячейка, схема
4. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Уравнение Нернста для электродов 1 и 2 рода.
5. Ионоселективные электроды. Их классификация. Установка для измерения потенциалов с использованием ионоселективных электродов.
6. Стеклянные электроды. Электроды на основе жидких мембран. Твердые мембранные электроды. Возникновение потенциала на мембране. Области их применения.
7. Определение концентрации ионов методом прямой потенциометрии: метод градуировочного графика, метод добавок, метод градуировки электродов.
8. Сущность, классификация методов потенциометрического титрования. Принципиальная схема установки для потенциометрического титрования.
9. Методы определения конечной точки потенциометрического титрования. Преимущества и ограничения метода.
10. Сущность, классификация методов кондуктометрии. Прямая кондуктометрия: схема установки для измерения электрической проводимости, электроды. Применение прямой кондуктометрии.
11. Вольтамперометрические методы анализа: сущность, классификация. Классическая полярография.
12. Инверсионная вольтамперометрия. Сущность метода. Вид вольтамперограммы и её характеристики. Электролитическая ячейка для измерений, электроды. Достоинства и недостатки метода.

Литература для подготовки к контрольной работе

1. Александрова, Т. П. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова. – Новосибирск : Новосибирский гос. технический ун-т, 2014. – 90 с.
2. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа : учебник / Е. Г. Власова ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой ; художник В. Е. Шкерин. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 467 с. — ISBN 978-5-93208-502-8. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166725>.
3. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.] ; Под ред. проф. Н. В. Коровина и проф. Н. В. Кулешова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 492 с. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183692>
4. Химия [Текст] : информационно-справочный материал / сост. В. В. Вайтнер, С. Н. Пазникова, И. М. Фоминых. – Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2020 . – 22 с.

Примерный билет по контрольной работе

Билет ____

1. Стандартный водородный электрод. Уравнение Нернста.
2. Определить электродный потенциал цинка в 0,01 молярном растворе сульфата цинка.
3. Наиболее технологичным способом выделения ценных металлов из растворов является электролиз. Если объём очищаемой воды 100 м^3 , а на выделение Pd^{2+} было затрачено 10 часов при силе тока 21,19 А, определить концентрацию палладия в воде.
4. Используя стандартные растворы, построили градуировочный график (табл.). При измерении была получена величина аналитического сигнала $\chi_x = 200 \text{ См/см}$. Определить массовую и нормальную концентрации NaOH.

Таблица

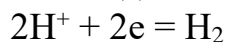
С, н.	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
См/см χ ,	209	203	196	187	178

Примеры решения заданий

Задание 1. Стандартный водородный электрод. Уравнение Нернста.

Потенциал электрода измеряют относительно стандартного водородного электрода. Стандартный водородный электрод состоит из платиновой пластинки, покрытой тонким порошком платины, погруженной в

раствор серной кислоты с концентрацией ионов водорода равной 1 моль/л. Электрод омывают током газообразного водорода под давлением $1,013 \cdot 10^5$ Па при температуре 298 К. На поверхности платины протекает обратимая реакция, которую можно представить в виде:



Потенциал данного электрода условно принят за нуль. Стандартные потенциалы всех прочих электродов измерены или рассчитаны и приведены в информационно-справочном материале.

В случае, когда система находится в нестандартных условиях, значение электродного потенциала рассчитывается по уравнению Нернста.

$$\phi = \phi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Red}]^e},$$

где ϕ^0 – стандартный электродный потенциал данного процесса;

R – газовая постоянная; T – абсолютная температура; n – число электронов, принимающих участие в процессе; F – постоянная Фарадея; $[\text{Ox}]^a$ и $[\text{Red}]^e$ – произведения концентраций веществ, участвующих в процессе в окисленной (Ox) и в восстановленной (Red) формах, возведенные в степень стехиометрических коэффициентов.

Для 25° С (298 К) после подстановки значений постоянных величин [$R = 8,31$ Дж/(мольК), $F = 96500$ Кл/моль] уравнение принимает вид:

$$\phi = \phi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Red}]^e}.$$

Стандартный электродный потенциал ϕ^0 – это потенциал данного электродного процесса при концентрациях всех участвующих в нём веществ, равных единице. При этом условии второе слагаемое правой части уравнения обращается в нуль ($\lg 1 = 0$) и уравнение принимает вид: $\phi = \phi^0$.

Таким образом, в уравнении электродного потенциала первое слагаемое (ϕ^0) учитывает влияние на его величину природы веществ, а второе ($\frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Red}]^e}$) – их концентраций. Кроме того, на величину потенциала влияет температура.

Задание 2. Определить электродный потенциал цинка в 0,01 молярном растворе сульфата цинка.

Вычисление электродного потенциала цинка в 0,01 молярном растворе сульфата цинка проводится по уравнению Нернста.

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg C_{\text{Zn}^{2+}} = -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,819 \text{ В.}$$

Задание 3. Наиболее технологичным способом выделения ценных металлов из растворов является электролиз. Если объём очищаемой воды 100 м³, а на выделение Pd²⁺ было затрачено 10 часов при силе тока 21,19 А, определить концентрацию палладия в воде.

Решение.

Найдём массу палладия, выделившегося в ходе электролиза по формуле:

$$m_{Pd} = \frac{I \cdot \tau \cdot M_{Pd}}{n \cdot F} = \frac{21,19 \cdot 10 \cdot 3600 \cdot 106,4}{2 \cdot 96484,56} = 420,62 \text{ г}$$

Найдём содержание палладия в воде:

$$\omega = \frac{m_{Pd}}{m_{p-pa}} 100\% = \frac{0,42062 \text{ кг}}{100\,000 \text{ кг}} 100\% = 4,2 \cdot 10^{-4}\%$$

Задание 4. Используя стандартные растворы, построили градуировочный график (табл.). При измерении была получена величина аналитического сигнала $\chi_x=200$ См/см. Определить массовую и нормальную концентрации NaOH.

Таблица

С, н.	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
См/см χ ,	209	203	196	187	178

Решение. Построим градуировочный график (Рис. 1).

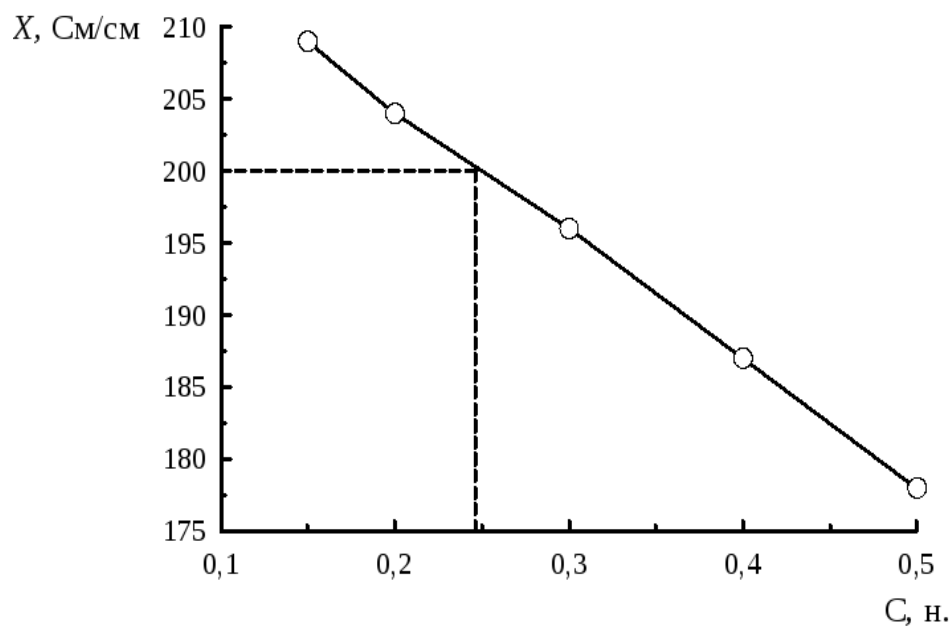


Рисунок 1. Градуировочный график

Найдем по графику значение концентрации, соответствующее заданному аналитическому сигналу $\chi_x = 200$ См/см: $C = 0,24$ н.

Определим массовую концентрацию NaOH

$$\rho^* (\text{NaOH}) = C \cdot M_{\text{NaOH}} = 0,24 \cdot 39,9971 = 9,5993 \left(\frac{\text{г}}{\text{л}} \right)$$