

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 31.01.2021 00:20:48  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

  
О. Г. Локтионова

« 21 » 02



## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Методические указания к выполнению практической работы по физической химии для студентов направлений 18.03.01 Химическая технология и 04.03.01 –Химия

Курск 2020

УДК 541.1

Составитель С.Д. Пожидаева

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент Г.В. Бурых

**Электрохимия:** методические указания к выполнению практической работы по физической химии для студентов направлений 18.03.01 Химическая технология и 04.03.01 –Химия / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. Курск, 2020. 9 с.

Содержат задание для выполнения практической по разделу физической химии «Электрохимия. Можно использовать при подготовке к семинарским занятиям и коллоквиумам в качестве дополнительного материала к рекомендуемой в программах дисциплин обязательной и дополнительной учебной литературе.

Методические указания соответствуют требованиям программы.  
Предназначены студентов направлений 18.03.01 Химическая технология и 04.03.01 –Химия

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *21.02.20*. Форма 60x84 1/16.  
Усл. печ.л. *04*. Уч.-изд.л. *0,3*. Тираж 30 экз. Заказ. *93* Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

Введение.....	3
Практическая работа №1. Кондуктометрия.....	3
Практическая работа №2. Потенциометрия.....	6
Библиографический список.....	9

## Введение

Методические указания предназначены для закрепления теоретических знаний по разделу физической химии «Электрохимия», освоения методов физико-химического исследования, получения навыков математической обработки экспериментальных данных и объяснения выявленных закономерностей.

### *Практическая работа №1*

#### Кондуктометрия

1. Сформулируйте основные понятия: электролит, электропроводность, удельная и эквивалентная электропроводность, предельная эквивалентная электропроводность. Каково соотношение величин удельной и эквивалентной электропроводности? Как зависят эти величины от концентрации раствора?

2. Объясните причины изменения удельной электропроводности растворов сильных и слабых электролитов при изменении их концентрации.

3. Сформулируйте: зависимость между удельной и эквивалентной электропроводностью, закон Дебая и Хьюккеля для сильных электролитов, закон независимого движения ионов Кольрауша, зависимость электропроводности от температуры, закон разведения Оствальда.

4. Назовите преимущества кондуктометрических определений.

5. Чем вызвана необходимость расчета константы прибора?

6. Можно ли при определении пользоваться постоянным током? Можно ли пользоваться переменным током низкой частоты?

7. Почему производится платинирование электродов?

8. Почему при измерении электропроводности необходимо термостатирование?

9. Почему при измерении электропроводности необходимо

пользоваться дистиллированной водой?

10. Играет ли роль количество жидкости, взятой для определения электропроводности? Что будет происходить, если электроды не полностью погружены в жидкость?

11. Для чего вводится величина константы прибора? Какой смысл имеет эта величина?

12. Что означает термин «энергия кристаллической решетки»? Напишите уравнения Борна и Капустинского для ее расчета.

13. Что означает термин «энергия сольватации»?

14. Что представляет собой коэффициент активности, каков его физический смысл?

15. Какое состояние растворов электролитов называют стандартным?

16. Приведите уравнения, связывающие средний ионный коэффициент активности с ионной силой раствора согласно трем приближениям теории Дебая-Хюккеля. Как выглядят графики этих зависимостей?

17. Поясните термин «радиус ионной сферы», от чего зависит его величина?

18. Что означают термины «абсолютная скорость движения» и «подвижность» ионов?

19. Что означает термин «числа переноса», каковы экспериментальные методы их определения? Зависят ли числа переноса от концентрации и температуры раствора?

#### Задания под контролем преподавателя

1. Вычислить ионную силу раствора, содержащего в 200 г  $\text{H}_2\text{O}$  0,01 моль  $\text{BaCl}_2$  и 0,1 моль  $\text{NaNO}_3$ .

2. Вычислить ионную силу раствора, содержащего в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$  0,012 моль  $\text{KCl}$  и 0,1 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

3. Определить ионную силу раствора, содержащего 0,02 моль серной кислоты и 0,005 моль сульфата магния на 450 г воды при 298К.

4. Определить ионную силу раствора, содержащего 0,02 моль соляной кислоты и 0,03 моль хлорида алюминия на 230 г воды при 298К.

5. Вычислить средние ионные коэффициенты активности  $\gamma_{\pm}$  для

0,01 и 0,001 М растворов NaCl ( $A=0,509$ ).

6. Для 0,1 м раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  вычислить среднюю ионную моляльность, активность, общую активность электролита и активности ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  при 298 К.

7. Рассчитать молярное значение растворимости  $\text{CdSO}_4$  в водном насыщенном растворе без учета и с учетом влияния ионной силы раствора.

8. Вычислить молярную электрическую проводимость 0,02 М раствора бромида калия.

9. Вычислить молярную электрическую проводимость 0,05 М раствора гидроксида калия.

10. Вычислить эквивалентную электрическую проводимость бесконечно разбавленного раствора хлорида серебра при температуре 35°C.

11. Вычислить эквивалентную электрическую проводимость бесконечно разбавленного раствора нитрата натрия при температуре 18°C.

12. Вычислить эквивалентную электрическую проводимость бесконечно разбавленного раствора бромата никеля при температуре 30°C.

14. Вычислить молярную электрическую проводимость 0,2 М раствора гидрокарбоната натрия при температуре 25°C.

15. Вычислить молярную электрическую проводимость 0,02 М раствора хлорида калия при температуре 10°C по значению удельной электрической проводимости.

16. Вычислить молярную электрическую проводимость 0,01 М раствора хлорида калия при температуре 30°C по значению удельной электрической проводимости.

17. Рассчитать массовую растворимость  $\text{AgCl}$  в 0,01 М растворе  $\text{MgCl}_2$  с учетом влияния ионной силы раствора.

18. Рассчитать растворимость  $\text{CaF}_2$  в 0,010 М растворе  $\text{HCl}$ . Во сколько раз полученное значение больше растворимости в чистой воде?

19. Определите растворимость бромида серебра в 0,001 м  $\text{KBr}$  при 25°C. Произведение растворимости возьмите из справочника. Для расчетов воспользуйтесь уравнением Дебая-Гюккеля.

20. Для 0,1 м раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  среднюю ионную моляльность, среднюю ионную активность, общую активность, активность ионов.

21. С помощью предельного закона Дебая-Гюккеля найдите средний коэффициент активности  $K_3Fe(CN)_6$  в растворе моляльности 0,001.

22. Вычислите степень диссоциации дихлоруксусной кислот в 0,01 М в водном растворе при 25°C, пользуясь для определения законом Дебая-Гюккеля.

23. Растворимость хлорида серебра в воде при 25°C равно  $1,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Пользуясь законом Дебая-Гюккеля, оцените растворимость в 0,02М растворе сульфата натрия.

димости.

16. Электролиз растворов и расплавов.

### *Практическая работа №2.*

#### **Потенциометрия**

1. Электродные процессы. Механизм возникновения двойного электрического слоя и разности потенциалов.

2. Электродвижущая сила. Уравнение Нернста.

3. Гальванические элементы. Электродные потенциалы и э.д.с. гальванических элементов. Гальванические цепи.

4. Классификация электродов. Электроды 1-го и 2-го рода.

5. Стеклянный электрод. Окислительно-восстановительные электроды. Газовые электроды. Амальгамные электроды.

6. Зависимость Э.Д.С. от температуры.

7. Потенциометрия. Использование на практике.

8. Порядок работы на потенциометре.

9. Перечислите правила схематической записи электрохимических цепей. Приведите примеры.

10. Что представляет собой стандартный электродный потенциал электрохимического процесса? Как экспериментально можно определить его значение?

11. Выразите значение произведения растворимости исследуемой соли от потенциала используемой электрохимической цепи и активностей потенциалопределяющих веществ.

12. Как учесть неидеальность раствора при переходе от концентрации к его активности? Как определяется ионная сила раствора?

13. Каковы условия равновесия в гетерогенной электрохимической системе?

14. Чем определяется специфика электрохимических процессов?

15. Перечислите возможные причины возникновения скачка потенциала на границе фаз.

16. Каково строение двойного электрического слоя по Гельмгольцу, Гуи-Чапмену, Штерну? Начертите график изменения концентрации ионов, а также потенциала электрода как функцию расстояния от поверхности электрода для трех названных моделей.

17. Для какой из областей – термодинамики или кинетики электрохимических процессов – необходимы представления о строении двойного электрического слоя?

18. От каких факторов зависит толщина диффузной части двойного электрического слоя?

19. Что представляют собой электрокапиллярные явления и поверхностное натяжение?

20. Вследствие чего возникает диффузионный потенциал? Как его можно рассчитать или элиминировать?

21. Какую электрическую работу можно получить от гальванического элемента? Когда элемент работает с нагреванием, когда с охлаждением?

22. Как можно использовать гальванический элемент для расчета физико-химических свойств систем?

23. Для чего применяется элемент Вестона? Каково его устройство?

24. Химические и концентрационные цепи.

#### Задания под контролем преподавателя

1. Рассчитать растворимость осадка карбоната меди в его насыщенном растворе, содержащем 0,01 моль/л  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  при  $\text{pH}=5,0$ .

2. Рассчитать растворимость сульфида ртути (I) в воде с учетом гидролиза сульфид-иона и определить, во сколько раз полученный результат растворимости, вычисленной без учета гидролиза?

3. Рассчитать растворимость сульфида меди (II) в его насыщенном водном растворе с учетом гидролиза аниона. Сравнить с результатом, полученным без учета гидролиза.

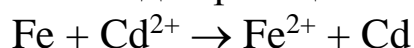
4. Рассчитать растворимость оксалата серебра в насыщенном растворе при  $\text{pH}=3,0$  и сравнить с растворимостью в чистой воде.

5. Какова концентрация ионов магния в растворе  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , если  $\text{pH}$  равно 11?

6. Рассчитать растворимость осадка  $\text{PbSeO}_3$  в его насыщенном растворе с учетом гидролиза катиона и аниона.
7. С учетом влияния ионной силы раствора рассчитать растворимость осадка  $\text{CaF}_2$  в его насыщенном растворе, содержащем 0,01 моль/л  $\text{CaF}_2$  и  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $\text{HCl}$ .
8. Во сколько раз растворимость сульфида серебра в 0,020M растворе азотной кислоты больше, чем в чистой воде? При расчете учесть влияние ионной силы раствора и pH.
9. Вычислить и сравнить pH растворов: 0,1 M  $\text{HCl}$  и 0,1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
10. Вычислить и сравнить pH растворов: 5,0 %-ного  $\text{HCl}$  и 5,0 %-ного раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
11. Вычислить концентрацию  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^+$  в 0,1 M растворе  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Рассчитать степень диссоциации в этом растворе.
12. При какой концентрации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  диссоциирует на 30%?
13. Вычислить концентрации ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{HSO}_4^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  и pH в растворах.
14. Вычислить молярность раствора  $\text{HCOOH}$ , имеющего pH = 3,0 и молярность раствора триэаноламина с pH = 10,0.
15. Вычислить константу диссоциации  $\text{HCOOH}$ , если pH ее водного 0,04 M раствора равен 2,57.
16. Вычислить константу диссоциации  $\text{HCOOH}$ , если в 0,46% -ном растворе она диссоциирована на 4,2%.
17. Вычислить концентрацию ацетат-ионов и степень диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , если к 1M раствору  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавили  $\text{HCl}$  до pH 0,8.
18. Вычислить концентрацию анионов и степень диссоциации  $\text{HCOOH}$ , если к 40 мл 0,2% -ного раствора  $\text{HCOOH}$  прибавили 30 мл 2,0 % -ного раствора  $\text{HCl}$ .
19. Определить концентрацию ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  и pH раствора, полученного смешением 25 мл 0,2  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 15 мл 0,2 M  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
20. По данным о стандартных электродных потенциалов меди и цинка рассчитайте ЭДС элемента, составленного из полуэлементов:  
 $\text{Zn}^{2+} | \text{Zn} (a = 0,02)$  и  $\text{Cu}^{2+} | \text{Cu} (a = 0,3)$ .
21. Дана схема гальванического элемента:  $\text{Pt}, \text{H}_2 | \text{NaOH} | \text{Pb}, \text{PbO}$ . Напишите уравнение соответствующей реакции.
22. Определите возможность протекания реакции в гальваническом элементе, используя значения стандартных потенциалов и энер-



гии Гиббса для реакции



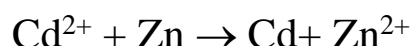
23. Определить ЭДС гальванической цепи



если степени диссоциации  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{NaOH}$  соответственно равны 60% и 100%.

24. Для электрода  $\text{Cl}^- \mid \text{CuCl}, \text{Cu}$  стандартный потенциал  $\varphi^0_2 = 0,137 \text{ В}$ . Вычислите произведение растворимости  $\text{CuCl}$  при 298 К.

25. Рассчитайте константу равновесия реакции



по стандартным термодинамическим величинам для ионов, приведенным в справочнике.

### Библиографический список

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия.- М.: Высшая школа, 2006. 496 с.
2. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория и задачи/ Учебное пособие/ В.В. Еремин и [др]. М.: Экзамен. 2005. 480 (УМО РФ).
3. Физическая химия. В 2 кн. Кн.2 / К.С.Краснов, Н.К.Воробьев, И.Н.Годнев и др./ под ред К.С. Краснова.- М.: Высшая школа, 1982.-687 с.
4. Новый справочник химика и технолога. [Текст] в 2 томах. Том I. Химическое равновесие. Свойства растворов. СПб. : Профессинал. 2004. 998 с
5. Практикум по физической химии/ Под ред. С.В. Горбачева. М.: Высшая школа, 1974. 496.
6. Практические работы по физической химии/ Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя. Л.: Химия, 1967. 347.
7. Краткий справочник физико-химических величин/ Под ред. А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. Л.: Химия, 1983. 231.
8. Киселева, Е.В. Сборник примеров и задач по физической химии/ Е.В. Киселева, Г.С. Каретников, И.В. Кудряшов.- М.:Высшая школа,1983. 456 с.