Министерство образования и науки РФ

**Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)**

федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический

университет»

**Э.Н. Нуриева, Т.Р. Сафиуллина**

# ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ПРАКТИКУМ

ЧАСТЬ 2

## Нижнекамск

## 2017

**УДК 544**

**Н 90**

Печатается по решению редакционно-исследовательского совета НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ».

**Рецензенты:**

**Вдовина С.В.,** кандидат химических наук, доцент;

**Кожевникова И.В.,** кандидат технических наук.

**Нуриева, Э.Н.**

**Н 90** Физическая химия : практикум в 2-х частях. Часть 2 / Э.Н. Нуриева Т.Р. Сафиуллина. – Нижнекамск : НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2017. – 41 с.

Данный практикум включает в себя содержание дисциплины, примеры решения задач и контрольные задания.

Предназначен для самостоятельной работы студентов при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, промежуточному контролю.

Практикум предназначен для студентов технологических вузов, готовящих специалистов по химической и пищевой технологии, машиностроению, экологии. Также практикум предназначен для студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена технического профиля.

Подготовлено на кафедре химии НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ».

**УДК 544**

©Нуриева Э.Н., Сафиуллина Т.Р., 2017

©НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2017

**ВВЕДЕНИЕ**

Цель контрольной работы – помочь студентам закрепить в памяти конкретный материал, выработать навыки самостоятельной работы с лекционным материалом, учебной и справочной литературой, научить правильно выполнять письменные работы, развить логическое мышление.

Одной из форм овладения студентами материала курса «Физической химии» является написание контрольной работы.

При выполнении контрольных заданий по дисциплине «Физическая химия» студентам рекомендуется ознакомиться с содержанием разделов «Электрохимия» и «Химическая кинетика и катализ» по лекциям и учебникам, обращая внимание на физическую сущность явлений, теоретические положения, математические зависимости и графические материалы.

При решении задач студент должен уметь:

* представить уравнение в общем виде, раскрыв физический смысл входящих в уравнение величин;
* преобразовать его для решения предложенной задачи;
* привести размерность входящих в уравнение величин;
* построить графики на миллиметровой бумаге или бумаге в клетку из ученической тетради, соблюдая следующие правила:
* размер графика должен быть не менее половины листа тетради.
* на осях координат через равные интервалы отмечаются масштабные единицы.
* масштаб выбирается таким образом, чтобы кривая (кривые) занимала по возможности все поле чертежа.
* точки должны четко наноситься на график в соответствии с выбранным масштабом без нанесения дополнительных линий их координат.
* точки соединяются плавной линией.
* условие задачи должно быть приведено в тетради.

**СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**I. Электрохимия**

Возникновение скачка потенциала на границе металл-раствор соли данного металла. Гальванический элемент и процессы, идущие при работе гальванического элемента. Электродный потенциал и уравнение Нернста для электродного потенциала. Водородный электрод и стандартизация электродных потенциалов. Классификация электродов и элементов. Ионное произведение воды и рН растворов. Экспериментальное определение рН растворов стеклянным электродом. Неравновесная электрохимия. Электролиз и процессы, идущие на электродах при электролизе. Электрическое рафинирование меди. Напряжение разложения электролитов. Механизм электрохимической коррозии с кислородной и водородной деполяризацией. Методы защиты от коррозии.

**II. Химическая кинетика и катализ**

Основы формальной кинетики. Скорость и константа скорости химической реакции, порядок реакции. Реакции различных порядков и их кинетические уравнения. Полупериод реакции. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции: параллельные, последовательные, обратимые и сопряженные. Стадийное протекание реакции и лимитирующая стадия реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса. Энергия активации и ее физический смысл. Экспериментальное определение энергии активации. Теории химической кинетики: ТАК и ТАС. Цепные реакции. Простые и разветвленные реакции. Фотохимические реакции. Законы фотохимии.

Гомогенный и гетерогенный катализ. Классификация. Основные положения . Основные теории катализа.

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

**Задача 1**

Напишите схему гальванического элемента, состоящего из магниевого и золотого электродов. Определите полюсы элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

Для решения данной задачи необходимо предварительно ознакомиться с следующим теоретическим материалом: возникновение скачка потенциала на границе металл-раствор соли данного металла, гальванический элемент и процессы, идущие при работе гальванического элемента.

**Решение:**

Стандартные электродные потенциалы электродов равны



Схема данного элемента

(-)Mg|MgCl2||Au(NO3)3|Au(+)

Золотой электрод является положительным полюсом элемента, так как стандартный потенциал золотого электрода больше, чем стандартный потенциал магниевого электрода.

При работе элемента электроны с магниевого электрода будут переходить на электрод из золота, и это вызовет следующие процессы: на отрицательном электроде ионы Mg2+ из металла переходят в раствор (процесс окисления), на положительном электроде ионы Au+3 из раствора переходят на металл. Процессы на электродах:

|  |  |
| --- | --- |
| Mg→ Mg2+ + 2e | x 3 (1) |
| Au+3 + 3e→ Au | x 2 (2) |

Для написания суммарной реакции уравнением (1) и (2) необходимо подобрать множители таким образом, чтобы при их сложении электроны сократились.

Суммарная реакция будет иметь вид:

3 Мg + 2 Au+3→ 3 Мg+2 + 2 Au.

**Задача 2**

ЭДС гальванического элемента, состоящего из магниевого электрода и насыщенного хлорсеребряного электрода, равна 2,6 В.определите потенциал магниевого электрода.

Для решения данной задачи необходимо предварительно ознакомиться со следующим теоретическим материалом: электроды 2-го рода и их использование для экспериментального определения электродных потенциалов.

**Решение:**

Схема гальванического элемента

(-) Mg | Mg(NO3)2 || KCl | AgCl | Ag (+)

насыщ. р-р

  следовательно, положительным полюсом элементаявляется хлорсеребряный электрод, отрицательным – магниевый электрод.

ЭДС (Е) равна:

, т.е. ,

Откуда



**Задача 3**

Напишите концентрационный гальванический элемент на базе магниевых электродов. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при Т = 250С. Концентрации растворов сульфата магния равны 0,0001 и 0,01 моль/кг воды.

Для решения данной задачи необходимо предварительно ознакомиться со следующим теоретическим материалом: химические и концентрационные гальванические элементы. Уравнение Нернста и расчет электродных потенциалов.

**Решение:**

Схема гальванического элемента

Mg | MgSO4 || MgSO4 | Mg

C1 = 0,0001 С2 = 0,01

Уравнение Нернста для электродного потенциала металлических электродов имеет вид:

,

где – стандартный электродный потенциал;

R = 8,314 Дж/(моль **.** град) – универсальная газовая постоянная;

Т – температура, К;

F – 96487 Кулон/эквивалент – число Фарадея;

n – число электронов, участвующих в электродном процессе.

Из уравнения видно, что тем больше, чем больше концентрация соли данного металла в растворе. Следовательно, положительным полюсом элемента является правый электрод.

Для магниевого электрода:

Mg2+ + 2e→ Mgn = 2



**Задача 4**

Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию:

а) CuCl2; б) NiCl2; в) К2SO4

Для решения данной задачи необходимо предварительно ознакомиться со следующим теоретическим материалом: электролиз расплавов и растворов, процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов.

Для выяснения процессов, идущих на платиновых электродов водных растворов, необходимо придерживаться следующих правил:

*Процессы* на отрицательном электроде:

1. Ион Al+3 и ионы, стоящие до Al+3 в электрохимическом ряду, не восстанавливаются на катоде, вместо них идет восстановление воды до водорода по реакции:

2Н2О + 2 е → Н2 + 2 ОН-.

1. Ионы, стоящие в этом ряду после алюминия и до водорода, восстанавливаются на катоде до металла, но часть тока идет на восстановление воды до водорода про реакции (1).
2. Ионы, стоящие после водорода, могут восстанавливаться до металла с 100% выходом (реакция (1) отсутствует).

*Процессы* на аноде:

1. Кислородсодержащие анионы, где элемент имеет высшую степень окисления, не окисляются на аноде, при этом идет окисление воды до кислорода по реакции:

2Н2О – 4 е → О2 + 4 Н+.

**Решение:**

В водном растворе CuCl2 → Cu2+ + 2Cl-

На катоде: Cu2+ + 2 е → Cu | 1

На аноде: 2Cl- - 2 е → Сl2 | 1

Суммарная реакция: :Cu2+ + 2Cl- =Cu + Сl2

NiCl2 → Ni+2 + 2Cl-

На катоде: Ni2+ + 2 е → Ni

2H2O 2 e → Н2 + 2 ОН-

На аноде: 2Cl- - 2 е → Сl2

В данном случае суммарную реакцию писать нельзя, потому что неизвестно, какая часть тока на катоде расходуется на выделение Ni, а какая часть тока – на выделение водорода.

K2SO4 → 2 K+ + SO42-

Ион К+ стоит в электрохимическом ряду до Al+3, поэтому на катоде идет реакция в соответствии с уравнением (1). В анионе SO42- сера имеет высшую степеньокисления(+6), поэтому на аноде идет реакция в соответствии с уравнением (2).

На катоде: 2H2O 2 e → Н2 + 2 ОН- | 2

**+**

На аноде: 2Н2О – 4 е → О2 + 4 Н+ | 1

4H2O + 2H2O → 2Н2 + О2 + 4ОН- + 4Н+

2H2O → 2Н2 + О2

**Задача 5**

Определите массы никеля, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата никеля током в 20 А в течение 50ч. Выход по току никеля составляет 65%.

Для решения данной задачи необходимо предварительно ознакомится со следующим теоретическим материалом: процессы, идущие при электролизе водных растворов, количественные законы электролиза (первый и второй закон Фарадея).

**Решение:**

NiSO4 → Ni+2 + SO42-

На катоде: Ni2+ + 2 е → Ni |(1)

2H2O 2 e → Н2 + 2 ОН- |(2)

На аноде: 2Н2О – 4 е → О2 + 4 Н+|(3)

Согласно I закону Фарадея, для выделения одного эквивалента – (Э) вещества необходимо количество электричества равное 26,8 А ч.

Согласно (1), (2) и (3) эквиваленты веществ равны:

Э(Ni) = MNi/2 = 58,7/2 = 29,35 г;

Э(Н2) = MН2/2 = 2/2 = 1 г;

Э(О2) = MО2/4 = 32/4 = 8 г.

Находим количество электричества (Q), прошедшее через электролит: Q = I**.**t,

где I – сила тока, А;

t – время, ч.

таким образом,

Q = 20 **.**50 = 1000 A **.** ч.

На выделение никеля расходуется 65% количества электричества (Q1)

Q1 = (65/100) **.**1000 = 650 А ч.

На выделение водорода расходуется

Q2 = Q – Q1 = 1000 – 650 = 350 А ч.

Находим массу выделенного никеля:

26,8 А ч выделяет 29,35 г Ni

650 A ч выделяет Х1 г Ni

Х1 = (650 **.** 29,35)/26,8 = 712 г.

Находим массу выделенного водорода:

26,8 А ч выделяет 1 г Н2

350 A ч выделяет Х2 г Н2

Х2 = (350 **.** 1)/26,8 = 13,1 г.

На аноде единственный процесс (3), все электричество расходуется на выделение кислорода (Х3)

26,8 А ч выделяет 8 г О2

1000 A ч выделяет Х3 г О2

Х3 = (8 **.** 1000)/26,8 = 298 г.

**Задача 6**

Скорость реакции при Т = 200С равна 15 моль/л **.** мин. Определить скорость данной реакции при Т = 670С, если температурный коэффициент реакции 

Необходимо предварительно ознакомиться с зависимостью скорости реакции от температуры (правилом Вант-Гоффа).

**Решение:**

Температурный коэффициент реакции () показывает во сколько раз увеличивается скорость реакции (V) при увеличении температуры на 100С, т.е.



Согласно правилу Вант-Гоффа: 

следовательно моль/л**.**мин.

**Задача 7**

Дано уравнение химической реакции: А+B→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,002моль/л,СB=0,003моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,0005моль/л, СB=0,0015моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

**Решение:**

Для реакции второго порядка с участием двух разных реагентов кинетический закон в дифференциальной форме имеет вид: dx/dt = k(a-x)(b-x), отсюда уравнение в интегральной форме: , отсюда константа скорости

 л/моль**.**с.

В соответствии с законом действия масс для данного уравнения реакции скорость , тогда скорость: начальная *v*0 – *kab* =0.385 л/ моль**.**с**.**0,002 моль/л **.** 0,003 моль/л = =2,31**.**10-6моль/ л**.**с;

через 30 минут после начала реакции *v*30мин = k**.** *a30*мин **.** b30мин = 0,385л/ моль**.**с**.**0,0005 моль/л**.**0,0015 моль/л = 2,89**.**10-7моль/ л**.**с;

Время полупревращения

сек =12,45мин

Время 90%-ного завершения реакции



**Задача 8**

Для реакции:NH3NO2 + NO2→, даны значения констант скоростей k1=0,385 л/мин⋅моль и k2=16,0л/мин⋅моль при температуре Т1=600 К и Т2=716К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=350К и температурный коэффициент скорости реакции γ.

**Решение:**

Из уравнения Аррениуса k = A**.**е-E/RT для двух температур вытекает

, откуда

, таким образом



, откуда 

Температурныйкоэффициэнт скорости реакции находим из уравнения Вант-Гоффа:

, то есть ,

Отсюда 

Ответ: 

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Вариант 1**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из магниевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из магниевого электрода и насыщенного хлорсеребряного электродаравна 2,6В. Определите потенциал магниевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе магниевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата магния 0,1 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2 б)KCl в)K2SO4

5. Определите массу никеля, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата никеля током в 2,1А в течение 13ч. Выход по току никеля составляет 69%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=160C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=180C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрацияхреагентовСА=0,01моль/л, скорость реакции при концентрациях СА=0,0001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С5Н5N + CH3J→, даны значения констант скоростей k1=0,0150 л/мин⋅моль и k2=0,0589л/мин⋅моль при температуре Т1=303К и Т2=323К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=350К и температурный коэффициент скорости реакции γ.

9. Основы формальной кинетики: понятия скорость реакции, константа скорости, кинетическое уравнение, порядок реакции, гомогенные и гетерогенные реакции.

**Вариант 2**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из алюминиевого и ртутного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из алюминиевого электрода и насыщенного хлорсеребряного электродаравна 1,9В. Определите потенциал алюминиевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе алюминиевых электродов. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата алюминия 0,0001 и 0,1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)NaClв)Na2SO4

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата железа током в 54А в течение 11ч. Выход по току железа составляет 51%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=170C равна 12 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=110C, если температурный коэффициент реакции γ=3,51.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,01моль/л, СВ=0,001 скорость реакции при концентрациях СА=0,0095моль/л, СВ=0,0005 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:СН3СООС2Н5 + NaOH→, даны значения констант скоростей k1=1,17 л/мин⋅моль и k2=6,56л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=298К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=350К и температурный коэффициент скорости реакции γ.

9. Необратимые реакции 1-го порядка. Вывод уравнения для константы скорости времени половинного превращения.

**Вариант 3**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из золотого и медного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из золотого и насыщенного хлорсеребряного электродаравна 1,8В. Определите потенциал титанового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе цинкового электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата цинка 1 и 0,1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)BaCl2 в)KNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 3,5А в течение 9ч. Выход по току кобальта составляет 75%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 15 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=150C, если температурный коэффициент реакции γ=3,23.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,01моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,002моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:SO2 + 1/2О2→, даны значения констант скоростей k1=82,5 л/мин⋅моль и k2=196,0л/мин⋅моль при температуре Т1=873К и Т2=933К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=1000К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Необратимые реакции 2-го порядка. Вывод уравнения для константы скорости времени половинного превращения.

**Вариант 4**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и железного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из марганцевого и насыщенного хлорсеребряного электродаравна 1,4В. Определите потенциал марганцевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,001 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) HgCl2 б)NaBr в)NaNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 65%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:SO2 + 1/2О2→, даны значения констант скоростей k1=132,0 л/мин⋅моль и k2=209,0л/мин⋅моль при температуре Т1=898К и Т2=938К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=950К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Сложные реакции: обратимые, последовательные реакции, графики изменений концентраций веществ во времени.

**Вариант 5**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из хромового и свинцового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из хромового и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,1В. Определите потенциал хромового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuF3 б)KF в)Ba(NO3)2

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 29А в течение 50ч. Выход по току кобальта составляет 60%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=140C равна 1 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=60C, если температурный коэффициент реакции γ=3,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,001моль/л, СВ=0,005 скорость реакции при концентрациях СА=0,0002моль/л, СВ=0,0042 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С2Н5J + H20→, даны значения констант скоростей k1=6,0 л/мин⋅моль и k2=84,6л/мин⋅моль при температуре Т1=293К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=340К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Зависимость скорости реакции от температуры: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса.

**Вариант 6**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из цинкового и никелевого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из цинкового и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,0В. Определите потенциал цинкового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)BaCl2в)Ca(NO3)2

5. Определите массу цинка, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата цинка током в 82А в течение 90ч. Выход по току цинка составляет 79%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=490C равна 19 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=590C, если температурный коэффициент реакции γ=3,8.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00025моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С2Н5ОNa + CH3J→, даны значения констант скоростей k1=0,00336 л/мин⋅моль и k2=2,125л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=303К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=330К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Экспериментальные методы определения порядка реакции: метод подстановки, графический метод, метод определения времени половинного превращения.

**Вариант 7**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из кадмиевого и кобальтового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,7В. Определите потенциал железного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)NaF в)Na3PO4

5. Определите массу олова, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата олова током в 96А в течение 20ч. Выход по току олова составляет 65%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,0001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:СSO + H2O→, даны значения констант скоростей k1=0,00031 л/мин⋅моль и k2=0,00815л/мин⋅моль при температуре Т1=288К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=340К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Энергия активации химической реакции, физический смысл и экспериментальное определение.

**Вариант 8**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,7В. Определите потенциал железного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе никелевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата никеля 1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2 б)KBr в)Na2CO3

5. Определите массу свинца, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата свинца током в 55А в течение 18ч. Выход по току свинца составляет 72%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=450C равна 12 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=650C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,0001моль/л, СВ=0,01 скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л, СВ=0,09995 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: Н2 + J2→, даны значения констант скоростей k1=0,935 л/мин⋅моль и k2=4,02л/мин⋅моль при температуре Т1=667К и Т2=699К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=750К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции. Основные стадии цепных реакций.

**Вариант 9**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из серебряного и никелевого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из кобальтового и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,5В. Определите потенциал кобальтового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе медного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата меди 0,01 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)KI в)K3PO4

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 25А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 61%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=490C равна 11 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=190C, если температурный коэффициент реакции γ=3,6.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,0001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: (С2Н5)3N + C2H5Br→, даны значения констант скоростей k1=0,0168 л/мин⋅моль и k2=0,0702л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=293К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=320К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Фотохимические реакции (примеры). Световая и тепловая стадии. Квантовый выход, объяснение разных значений квантового выхода. Кинетика фотохимических реакций: уравнение Бугера-Ламберта-Беера.

**Вариант 10**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из медного и свинцового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из никелевого и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,45В. Определите потенциал никелевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе золотого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата золота 0,001 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuF3б)NaClв)Na2SO4

5. Определите массу хрома, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата хрома током в 95А в течение 2ч. Выход по току хрома составляет 53%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=140C равна 19 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=450C, если температурный коэффициент реакции γ=2,6.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,08моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: (С2Н5)3N + C2H5Br→, даны значения констант скоростей k1=0,335 л/мин⋅моль и k2=0,133л/мин⋅моль при температуре Т1=283К и Т2=303К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=330К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Кинетика гетерогенных реакций: скорость растворения твердых веществ. Уравнение Щукарева.

**Вариант 11**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из алюминеевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из оловянного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,34В. Определите потенциал оловянного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,001 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) HgCl2 б)NaBr в)NaNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 15%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=300C равна 10 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=450C, если температурный коэффициент реакции γ=2,9.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л, СВ=0,05 скорость реакции при концентрациях СА=0,053моль/л, СВ=0,003 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: H2+ Br2→ 2HBr, даны значения констант скоростей k1=0,0856 л/мин⋅моль и k2=0,00036л/мин⋅моль при температуре Т1=575К и Т2=497К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=480К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Катализ: гомогенный и гетерогенный катализ(примеры), общие положения катализа.

**Вариант 12**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из медного и цинкового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцового и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,23В. Определите потенциал свинцового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе медного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата меди 0,1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)Na2S в)Na3PO4

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 30А в течение 13ч. Выход по току железа составляет 61%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=200C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=300C, если температурный коэффициент реакции γ=3.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: H2+ Br2→ 2HBr, даны значения констант скоростей k1=0,0159 л/мин⋅моль и k2=0,0026л/мин⋅моль при температуре Т1=551К и Т2=525К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=570К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Катализ: механизм катализа, энергия активации каталитической реакции.

**Вариант 13**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и серебряного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из медного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,1В. Определите потенциал медного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе никелевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата никеля 1 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuFб)NaNO3в)Na2S

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата железа(III) током в 50А в течение 15ч. Выход по току железа составляет 55%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=160C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=180C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: CO+ H2O→, даны значения констант скоростей k1=0,00031 л/мин⋅моль и k2=0,00815л/мин⋅моль при температуре Т1=288К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=270К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Принцип стационарных концентраций Боденштейна и его использование для получения кинетических уравнений (объяснить на примере).

**Вариант 14**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из хромового и железного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 0,6В. Определите потенциал серебряного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе серебряного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата серебра 0,001 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) HgCl2 б)BaBr2 в)K2CO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 55%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=450C равна 18 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,9.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л, СВ=0,01 скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л, СВ=0,006 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.9. Катализ: гомогенный и гетерогенный катализ(примеры), общие положения катализа.

8. Для реакции: (CH3)2SO4+ NaJ→, даны значения констант скоростей k1=0,029 л/мин⋅моль и k2=1,04л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=298К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=285К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Кинетика гетерогенных реакций, идущих в диффузионной области: уравнение Фика.

**Вариант 15**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из золотого и медного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из золотого и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,2В. Определите потенциал золотого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgFб)NaClв)Na2SO4

5. Определите массу хрома, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата хрома током в 56А в течение 12ч. Выход по току хрома составляет 78%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: CH3OC2H5+ NaOH→, даны значения констант скоростей k1=2,307 л/мин⋅моль и k2=21,65л/мин⋅моль при температуре Т1=283К и Т2=318К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=325К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Кинетика гетерогенных реакций, идущих в кинетической области: уравнение Лангмюра.

**Вариант 16**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из магниевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из магниевого и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 2,6В. Определите потенциал магниевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе магниевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата магния 0,1 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2 б)KCl в)K2SO4

5. Определите массу никеля, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата никеля током в 2,1А в течение 13ч. Выход по току никеля составляет 69%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=160C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=180C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,01моль/л, скорость реакции при концентрациях СА=0,0001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С5Н5N + CH3J→, даны значения констант скоростей k1=0,0150 л/мин⋅моль и k2=0,0589л/мин⋅моль при температуре Т1=303К и Т2=323К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=350К и температурный коэффициент скорости реакции γ.

9. Теории химической кинетики: Теория активных соударений Аррениуса и теория переходного состояния.

**Вариант 17**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из алюминиевого и ртутного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из алюминиевого и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,9В. Определите потенциал алюминиевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе алюминиевых электродов. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата алюминия 0,0001 и 0,1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)NaClв)Na2SO4

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата железа током в 54А в течение 11ч. Выход по току железа составляет 51%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=170C равна 12 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=110C, если температурный коэффициент реакции γ=3,51.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,01моль/л, СВ=0,001 скорость реакции при концентрациях СА=0,0095моль/л, СВ=0,0005 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:СН3СООС2Н5 + NaOH→, даны значения констант скоростей k1=1,17 л/мин⋅моль и k2=6,56л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=298К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=350К и температурный коэффициент скорости реакции γ.

9.Ферментативный катализ и его особенности.

**Вариант 18**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из алюминиевого и меднного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из медного и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,8В. Определите потенциал иедного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе цинкового электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата серебра 1 и 0,1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)BaCl2 в)KNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 3.5А в течение 9ч. Выход по току кобальта составляет 75%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 15 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=150C, если температурный коэффициент реакции γ=3,23.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,01моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,002моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:SO2 + 1/2О2→, даны значения констант скоростей k1=82,5 л/мин⋅моль и k2=196,0л/мин⋅моль при температуре Т1=873К и Т2=933К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=1000К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Возникновение скачка потенциала на границе металл-раствор соли данного металла.

**Вариант 19**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и железного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из марганцевого и насыщенного хлорсеребряного электродовравна 1,4В. Определите потенциал марганцевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,001 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) HgCl2 б)NaBr в)NaNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 65%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:SO2 + 1/2О2→, даны значения констант скоростей k1=132,0 л/мин⋅моль и k2=209,0л/мин⋅моль при температуре Т1=898К и Т2=938К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=950К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9.Гальванический элемент и процессы, идущие на электродах при работе данного элемента. Суммарная электродная реакция.

**Вариант 20**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из хромового и свинцового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из хромового и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 1,1В. Определите потенциал хромового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuF4 б)KF в)Ba(NO3)2

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 29А в течение 50ч. Выход по току кобальта составляет 60%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=140C равна 1 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=60C, если температурный коэффициент реакции γ=3,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентов СА=0,001моль/л, СВ=0,005 скорость реакции при концентрациях СА=0,0002моль/л, СВ=0,0042 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С2Н5J + H20→, даны значения констант скоростей k1=6,0 л/мин⋅моль и k2=84,6л/мин⋅моль при температуре Т1=293К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=340К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Водородный электрод и стандартизация электродных потенциалов.

**Вариант 21**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из цинкового и никелевого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из цинкового и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 1,0В. Определите потенциал цинкового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)BaCl2в)Ca(NO3)2

5. Определите массу цинка, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата цинка током в 82А в течение 90ч. Выход по току цинка составляет 79%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=490C равна 19 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=590C, если температурный коэффициент реакции γ=3,8.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентов СА=0,001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00025моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:С2Н5ОNa + CH3J→, даны значения констант скоростей k1=0,00336 л/мин⋅моль и k2=2,125л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=303К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=330К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Типы электродов: электроды 1-го рода, электроды 2-го рода, окислительно-восстановительные электроды. Электроды 2-го рода и экспериментальное определение электродных потенциалов.

**Вариант 22**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из кадмиевого и кобальтового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,7В. Определите потенциал железного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе кадмиевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата кадмия 0,01 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)NaF в)NaPO4

5. Определите массу олова, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата олова током в 96А в течение 20ч. Выход по току олова составляет 65%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентов СА=0,0001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции:СSO + H2O→, даны значения констант скоростей k1=0,00031 л/мин⋅моль и k2=0,00815л/мин⋅моль при температуре Т1=288К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=340К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. рН- растворов. Экспериментальное определение рН с помощью водородного и стеклянного электродов.

**Вариант 23**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,7В. Определите потенциал железного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе никелевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата никеля 1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2 б)КBr в)Na2CO3

5. Определите массу свинца, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата свинца током в 55А в течение 18ч. Выход по току свинца составляет 72%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=450C равна 12 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=650C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,0001моль/л, СВ=0,01 скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л, СВ=0,09995 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: Н2 + J2→, даны значения констант скоростей k1=0,935 л/мин⋅моль и k2=4,02л/мин⋅моль при температуре Т1=667К и Т2=699К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=750К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Электролиз растворов и расплавов. Процессы, идущие на электродах при электролизе, и суммарная реакция (примеры).

**Вариант 24**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из серебряного и никелевого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из кобальтового и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,5В. Определите потенциал кобальтового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе медного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата меди 0,01 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AgF б)КI в)K3PO4

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 25А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 61%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=490C равна 11 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=190C, если температурный коэффициент реакции γ=3,6.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,0001моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,00005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: (С2Н5)3N + C2H5Br→, даны значения констант скоростей k1=0,0168 л/мин⋅моль и k2=0,0702л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=293К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=320К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Законы Фарадея, выход по току.

**Вариант 25**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из ртутного и свинцового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из никелевого и насыщенного хлорсеребряного электродаравна 0,45В. Определите потенциал никелевого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе золотого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата золота 0,001 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuF4б)NaClв)Na2SO4

5. Определите массы хрома, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата хрома током в 95А в течение 2ч. Выход по току хрома составляет 53%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=140C равна 19 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=450C, если температурный коэффициент реакции γ=2,6.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,08моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: (С2Н5)3N + C2H5Br→, даны значения констант скоростей k1=0,335 л/мин⋅моль и k2=0,133л/мин⋅моль при температуре Т1=283К и Т2=303К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=330К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Электрохимическая коррозия металлов и методы защиты от коррозии.

**Вариант 26**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из алюминиевого и золотого электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из оловянного и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,34В. Определите потенциал оловянного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,001 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) HgCl2 б)NaBr в)NaNO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение8 ч. Выход по току кобальта составляет 15%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=300C равна 10 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=450C, если температурный коэффициент реакции γ=2,9.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л, СВ=0,05 скорость реакции при концентрациях СА=0,053моль/л, СВ=0,003 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.9. Катализ: гомогенный и гетерогенный катализ(примеры), общие положения катализа.

8. Для реакции: H2+ Br2→ 2HBr, даны значения констант скоростей k1=0,0856 л/мин⋅моль и k2=0,00036л/мин⋅моль при температуре Т1=575К и Т2=497К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=480К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Практическое приложение электролиза: электрорафинирование меди.

**Вариант 27**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из медного и цинкового электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцового и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,23В. Определите потенциал свинцового электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе медного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата меди 0,1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) CuCl2б)Na2S в)Na2PO4

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфат железа (II) током в 30А в течение 13ч. Выход по току железа составляет 61%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=200C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=300C, если температурный коэффициент реакции γ=3.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,1моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,005моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: H2+ Br2→ 2HBr, даны значения констант скоростей k1=0,0159 л/мин⋅моль и k2=0,0026л/мин⋅моль при температуре Т1=551К и Т2=525К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=570К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Гальванический элемент и процессы, идущие на электродах при работе данного элемента. Суммарная электродная реакция.

**Вариант 28**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из марганцевого и серебряного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из медного и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,1В. Определите потенциал медного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе никелевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата никеля 1 и 0,001моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) AuF3б)NaNO3в)Na2S

5. Определите массу железа, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата железа(III) током в 50А в течение 15ч. Выход по току железа составляет 72%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=160C равна 13 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=180C, если температурный коэффициент реакции γ=2,1.

7. Дано уравнение химической реакции: А→С, с указанием порядка n=1. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: CO+ H2O→, даны значения констант скоростей k1=0,00031 л/мин⋅моль и k2=0,00815л/мин⋅моль при температуре Т1=288К и Т2=313К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=270К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. принцип стационарных концентраций Боденштейна и его использование для получения кинетических уравнений (объяснить на примере).

**Вариант 29**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из хромового и железного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряного и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 0,6В. Определите потенциал серебряного электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе серебряного электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов нитрата серебра 0,001 и 1моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а)HgCl2 б)BaBr в)K2CO3

5. Определите массу кобальта, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора нитрата кобальта током в 2,2А в течение 8ч. Выход по току кобальта составляет 55%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=450C равна 18 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,9.

7. Дано уравнение химической реакции: А+В→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л, СВ=0,01 скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л, СВ=0,006 в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.9. Катализ: гомогенный и гетерогенный катализ(примеры), общие положения катализа.

8. Для реакции: (CH3)2SO4+ NaJ→, даны значения констант скоростей k1=0,029 л/мин⋅моль и k2=1,04л/мин⋅моль при температуре Т1=273К и Т2=298К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=285К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Экспериментальные методы определения порядка реакции: метод подстановки, графический метод, метод определения времени половинного превращения.

**Вариант 30**

1. Напишите схему гальванического элемента, состоящего из золотого и медного электродов. Определите полюса элемента, напишите процессы, идущие на электродах при работе данного элемента, и суммарную реакцию.

2. ЭДС гальванического элемента, состоящего из золотого и насыщенного хлорсеребряного электрода равна 1,2В. Определите потенциал золотого электрода.

3. Напишите концентрационный гальванический элемент на базе марганцевого электрода. Определите полюсы элемента и рассчитайте ЭДС при t=250С. Концентрации растворов сульфата марганца 0,1 и 0,01моль/кг воды.

4. Напишите процессы, идущие на электродах при электролизе водных растворов с платиновыми электродами, и суммарную реакцию.

а) Ag F б)NaClв)Na2SO4

5. Определите массу хрома, газообразных водорода и кислорода при электролизе водного раствора сульфата хрома током в 56А в течение 12ч. Выход по току хрома составляет 78%.

6. Скорость некоторой реакции при температуре t=110C равна 14 моль/л**.**мин. Определите скорость данной реакции при t=600C, если температурный коэффициент реакции γ=2,4.

7. Дано уравнение химической реакции: 2А→С, с указанием порядка n=2. Рассчитать константу скорости реакции, скорость реакции при указанных начальных концентрациях реагентовСА=0,005моль/л скорость реакции при концентрациях СА=0,001моль/л в момент времени t=30мин, время полупревращения и время 90%-ного завершения реакции.

8. Для реакции: CH3OC2H5+ NaOH→, даны значения констант скоростей k1=2,307 л/мин⋅моль и k2=21,65л/мин⋅моль при температуре Т1=283К и Т2=318К. Вычислить энергию активации Е, константу скорости при температуре Т3=325К и температурный коэффициент скорости реакцииγ.

9. Сложные реакции: обратимые, последовательные реакции, графики изменений концентрации веществ во времени.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Краткий справочник физико-химических величин. Издание десятое,испр.идополн. / Под ред. А.А.Равделя и А.М. Пономареой – СПб.: «Иван Федоров», 2002. – 240 с.

2. Зимон А.Д. Физическая химия: Учебник для вузов. – М.:Агар 2003. – 320 с.

3. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. Изд. 5-е, стереотипное. – М.: Химия,1978. 624с.

4. Краткий курс физической химии. Учеб.пособие для вузов / [Кочергин С.М., Добреньков Г.А., Никулин В.Н. и др. под ред. Кондратьева С.Н.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1978. – 312 с.

5. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учеб. для хим.-технол. спец. вузов/Под ред. А.Г. Стромберга. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Высш. шк.,1988. – 496с.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Приложение А**

**Единицы измерения физических величин**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Величина | Единица измерения в СИ | Связь с другими единицами |
| Масса | килограмм (кг) | 1 кг = 103 г = 106мг |
| Длина | метр (м) | 1 м = 102 см = 109нм = 1010А |
| Площадь | метр2 (м2) | 1 м2 = 104 см2 |
| Объём | метр3 (м3) | 1 м3 = 103 л = 106 см3 |
| Давление | паскаль (Па) | 1 бар = 105Па = 0,987 атм = 750 Торр  1 атм = 101325 Па (точно) = 760 Торр  1 Торр = 1 мм рт. ст. = 133,32 Па |
| Энергия | джоуль (Дж) | 1 Дж = 0,2390 кал = 10 -3 кДж  1 кал = 4,184 Дж (точно)  Спектроскопические единицы:  1эВ = 8065,5 см -1 = 1,6022 **.** 10 -19 Дж =  =96485 Дж**.**моль-1 = 23060 кал **.** моль -1  1 см -1 = 1,2398 **.** 10 -4 эВ = 1,9864 **.** 10 -23Дж = 11,963 Дж**.**моль -1 = 2,8591 кал **.** моль -1 |

**Приложение Б**

**Фундаментальные физические постоянные**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Символ | Значение | Размерность |
| Скорость света в вакууме | C | 299 792 458 (точно) | м**.**с-1 |
| Постоянная Планка | h | 6,626 075 **.** 10 -4 | Дж**.** с |
| Элементарный заряд | e | 1,602 177 **.** 10 -19 | Кл |
| Число Авогадро | NA | 6,022 137 **.** 1023 | моль-1 |
| Константа Больцмана | k | 1,380 658 **.** 10 -23 | Дж**.** К-1 |
| Газовая постоянная | R | 8,314 510  1,987 216  0,082 058 | Дж**.** К-1**.** моль-1  кал**.**К-1**.** моль-1  л**.**атм**.** К-1**.** моль-1 |
| Постоянная Фарадея | F | 96 485,31 | Кл**.** моль-1 |
| Стандартное ускорение свободного падения | g | 9,806 65 (точно) | м**.**с-2 |

**Приложение В**

**Стандартные электродные потенциалы при 250С**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Электрод | Электродная реакция | Е0,В |
| Li+/Li  K+/K  Ba2+/Ba  Ca2+/Ca  Na+/Na  La3+/La  Mg2+/Mg  Be2+/Be  Al3+/Al  Ti2+/Ti  Zr4+/Zr  V2+/V  Mn2+/Mn  WO42-/W  OH-/H2, Pt  Se2-/Se  Zn2+/Zn  Cr3+/Cr  Ga3+/Ga  S2-/S  Fe2+/Fe  Cr3+, Cr2+/Pt  Cd2+/Cd  Ti3+, Ti2+/Pt  Tl+/Tl  Co2+/Co  Ni2+/Ni  Mo3+/Mo  Sn2+/Sn  Pb2+/Pb  Ti4+, Ti3+/Pt  D+/D2, Pt  H+/H2, Pt  Ge2+/Ge  Br-/AgBr/Ag  Sn4+, Sn2+/Pt  Cu2+, Cu+/Pt  Cl-/AgCl/Ag  Cl-/Hg2Cl2/Hg  Cu2+/Cu  Fe(CN)64-, Fe(CN)63-/Pt  OH-/O2, Pt  Cu+/Cu  I-/I2, Pt  Te4+/Te  MnO4-, MnO42-/ Pt  Rh2+/Rh  Fe3+, Fe2+/Pt  Hg22+/Hg  Ag+/Ag  Hg2+/Hg  Hg2+, Hg+/Pt  Pd2+/Pd  Br-/Br2, Pt  Pt2+/Pt  Mn2+, H+/MnO2, Pt  Cr3+, Cr2O72-, H+/Pt  H+/O2, Pt  Tl3+, Tl+/Pt  Cl-/Cl2, Pt  Pb2+, H+/PbO2, Pt  Au3+/Au  MnO4-, H+/MnO2, Pt  Ce4+, Ce3+/Pt  SO42-, H+/PbSO4, PbO2, Pb  Au+/Au  H-/Н2, Pt  F-/F2, Pt | Li+ + e = Li  K+ + e = K  Ba2+ + 2e = Ba  Ca2+ + 2e = Ca  Na+ + e = Na  La3+ + 3e = La  Mg2+ + 2e = Mg  Be2+ + 2e = Be  Al3+ + 3e = Al  Ti2+ + 2e = Ti  Zr4+ + 4e = Zr  V2+ + 2e = V  Mn2+ + 2e = Mn  WO42- + 4H2O + 6e = W + 8OH-  H2O + e = ½ H2 + OH-  Se + 2e = Se2-  Zn2+ + 2e = Zn  Cr3+ + 3e = Cr  Ga3+ + 3e = Ga  S + 2e = S2-  Fe2+ + 2e = Fe  Cr3+ + e = Cr2+  Cd2+ + 2e = Cd  Ti3+ + e = Ti2+  Tl+ + e = Tl  Co2+ + 2e = Co  Ni2+ + 2e = Ni  Mo3+ + 3e = Mo  Sn2+ + 2e = Sn  Pb2+ + 2e = Pb  Ti4+ + e = Ti3+  D+ + e = ½ D2  H+ + e = ½ H2  Ge2+ + 2e = Ge  AgBr + e = Ag + Br-  Sn4+ + 2e = Sn2+  Cu2+ + e = Cu+  AgCl + e = Ag + Cl-  Hg2Cl2 + 2e = 2Hg + 2Cl-  Cu2+ + 2e = Cu  Fe(CN)63- + e = Fe(CN)64-  ½ O2 + H2O + 2e = 2OH-  Cu+ + e = Cu  I2 + 2e = 2I-  Te4+ + 4e = Te  MnO4- + e = MnO42-  Ph2+/Ph  Fe3+ + e = Fe2+  Hg22+ + 2e = 2Hg  Ag+ + e = Ag  Hg2+ + 2e = Hg  Hg2+ + e = Hg+  Pd2+ + 2e = Pd  Br2 + 2e = 2Br  Pt2+ + 2e = Pt  MnO2 + 4H+ + 2e = Mn2+ + 2H2O  Cr2O72- + 14H+ + 6e = 2Cr3+ + 7H2O  2H+ + ½ O2 + 2e = H2O  Tl3+ + 2e = Tl+  Cl2 + 2e = 2Cl-  PbO2 + 4H+ + 2e = Pb2+ + 2H2O  Au3+ + 3e = Au  MnO4- + 4H+ + 3e = MnO2+ 2H2O  Ce4+ + e = Ce3+  PbO2 + SO42- + 4H+ + 2e = PbSO4 + 2H2O  Au+ + e = Au  H2 + 2e = 2H-  F2 + 2e = 2F- | -3.045  -2.925  -2.906  -2.866  -2.714  -2.522  -2.363  -1.847  -1.662  -1.628  -1.529  -1.186  -1.180  -1.05  -0.8279  -0.77  -0.763  -0.744  -0.529  -0.51  -0.440  -0.408  -0.403  -0.369  -0.3363  -0.277  -0.250  -0.20  -0.136  -0.126  -0.04  -0.0034  0.000  +0.01  +0.0732  +0.15  +0.153  +0.2224  +0.268  +0.337  +0.36  +0.401  +0.521  +0.5355  +0.56  +0.564  +0.60  +0.771  +0.788  +0.7991  +0.854  +0.91  +0.987  +1.0652  +1.2  +1.23  +1.33  +1.2288  +1.25  +1.3595  +1.455  +1.498  +1.695  +1.61  +1.682  +1.691  +2.2  +2.87 |

**Приложение Г**

**Электрохимия**

1) Электропроводность 

удельная электропроводность.

2) Эквивалентная электропроводность 

3) Закон Кольрауша для сильных электролитов 

4) Уравнение Аррениуса для слабых электролитов 

5) Закон разведения Оствальда для слабых бинарных электролитов



6) Закон Кольрауша о независимой миграции ионов 

7) Число переноса 

8) Закон Стокса 

9) Активность иона 

10) Средняя ионная активность 

11) Средний ионный коэффициент активности 

12) Активность электролита: 

13) Ионная сила 

14) Первое приближение Дебая-Хюккеля:  

15) Формула Нернста: 

При 250С 

16)

17)

18)

19) 

**Приложение Д**

**Химическая кинетика**

*I.Формальная кинетика*

1) Определение скорости:



2) Закон действующих масс:

3) Реакции первого порядка: 

4) Реакции второго порядка:

а) продукты: 

б) продукты:



5) Реакции n-го порядка: продукты



6) Определение порядка реакции: 

7) Правило Вант-Гоффа: 

8) Уравнение Аррениуса: 

9) 

10) Обратимые реакции первого порядка :



11)Параллельные реакции первого порядка: 



12) Последовательные реакции первого порядка: 



13) Ферментативный катализ:



Уравнение Михаэлиса-Ментен:



14) Конкурентное ингибирование: 

Неконкурентное ингибирование: 

*II.Теории химической кинетики*

1) Теория активных столкновений:

а) продукты:



б) продукты:





2) Теория активированного комплекса: .

Статистический подход: 

Термодинамический подход: 

а) Мономолекулярные реакции



б) Бимолекулярные реакции



|  |  |
| --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ** | |
| Введение | 3 |
| Содержание дисциплины | 4 |
| Примеры решения задач | 5 |
| Контрольные задания для самостоятельной работы | 11 |
| Литература | 32 |
| Приложения | 33 |
| Единицы измерения физических величин | 33 |
| Фундаментальные физические постоянные | 34 |
| Стандартные электродные потенциалы при 250С | 35 |
| Электрохимия | 37 |
| Химическая кинетика | 38 |

**Учебное издание**

**Нуриева Эльвира Нурисламовна**

кандидат педагогических наук, доцент

**Сафиуллина Татьяна Рустамовна**

кандидат химических наук, доцент

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**ПРАКТИКУМ**

**ЧАСТЬ 2**

Корректор Белова И.М.

Худ.редактор Фёдорова Л.Г.

Сдано в набор17.11.2017.

Подписано в печать20.11.2017.

Бумага писчая. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,5. Тираж 100.

Заказ №26.

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»,

Г. Нижнекамск, 423570, ул 30 лет Победы д.5а.