

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой РЭТЭМ, д.т.н.
_____ В.И. Туев
«__» _____ 2015 г.

М.В. Тихонова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ
ЗАНЯТИЙ, ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ХИМИЯ»**

2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Темы разделов и вопросы самоконтроля по дисциплине «Химия»	5
2. Подготовка к практическим занятиям. Темы и содержание практических занятий. Задания для самостоятельной работы	11
3. Подготовка к лабораторному практикуму. Требования к составлению отчета по лабораторным работам. Методические указания к выполнению лабораторных работ	16
4. Промежуточный контроль знаний	22
5. Итоговый контроль знаний	24
6. Рекомендуемая литература	25
7. Материально-техническое и информационное обеспечение дисциплины	25

Тихонова М.В. Методические указания для проведения практических занятий, лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химия». – Томск: 2015. – 26 с.

Пособие предназначено для студентов ТУСУРа всех направлений подготовки, изучающих дисциплину «Химия». Включает методические рекомендации при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, методические указания по выполнению лабораторных работ, вопросы самоконтроля, материалы промежуточного и итогового контроля знаний студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Химия» является базовой дисциплиной естественнонаучного цикла при подготовке бакалавров по направлениям подготовки ТУСУРа.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов современных представлений о строении и свойствах химических веществ и закономерностях протекания химических процессов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение закономерностей протекания химических процессов;
- изучение свойств химических систем;
- изучение взаимосвязи между природой вещества и его реакционной способностью.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики);
- (способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат)

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать основные химические понятия и законы;
- уметь применять химические законы для решения практических задач;
- владеть навыками практического применения законов химии.

1. ТЕМЫ РАЗДЕЛОВ И ВОПРОСЫ САМОКОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ХИМИЯ»

В данном разделе приводится краткое содержание теоретических разделов курса, а также вопросы самоконтроля при подготовке к практическим занятиям и контрольным работам.

Подготовка по соответствующему разделу предполагает использование конспекта лекций, а также учебных пособий из списка литературы.

ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Предмет химии. Атомно-молекулярная теория. Основные понятия: атом, молекула, химический элемент. Простые и сложные вещества. Явление аллотропии. Молекулярная масса. Моль. Молярная масса. Стехиометрические законы: закон эквивалентов (понятие эквивалента и эквивалентной массы), закон постоянства состава химических соединений. Газовые законы: закон объемных отношений, закон Авогадро. Периодический закон и теория строения химических соединений.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает химия?
2. Дайте определение понятиям «атом», «химический элемент».
3. Что такое простые и сложные вещества? Приведите примеры.
4. Дайте определение понятию «относительная атомная масса». В чем она измеряется? Как ее можно определить?
5. Что такое молекула?
6. Что представляют из себя химические формулы, как они записываются?
7. Дайте определение понятию «относительная молекулярная масса». В чем она измеряется? Как ее можно определить?
8. Дайте определение понятиям «количество вещества», «моль». В чем измеряется количество вещества? По каким формулам его можно рассчитать?
9. Дайте определение понятию «молярная масса». В чем она измеряется? Как ее можно определить?
10. Как выглядит химическое уравнение? Что такое стехиометрические коэффициенты, для чего они используются?
11. Сформулируйте закон постоянства состава химических соединений.
12. Сформулируйте закон сохранения массы.
13. Сформулируйте закон Авогадро.
14. Сформулируйте следствие из закона Авогадро. Что такое молярный объем газа?
15. Приведите уравнение Менделеева-Клапейрона. Какие параметры входят в это уравнение? Для чего оно используется?
16. Сформулируйте закон объемных отношений.

17. Дайте определение понятиям «эквивалента», «фактор эквивалентности».
18. Что такое эквивалентная масса? Как она рассчитывается для простых и сложных веществ?
19. Что такое эквивалентный объем? Как его можно рассчитать?
20. Сформулируйте закон эквивалентов.

ТЕМА 2. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Классификация химических соединений. Бинарные соединения, их основные типы. Степень окисления. Состав бинарных соединений. Кислоты, соли, основания, оксиды, их классификация и химические свойства. Свойства амфотерности. Реакционная способность амфотерных оксидов и гидроксидов. Электролиты. Электролитическая диссоциация.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию химических соединений.
2. Что такое бинарные соединения? Какие типы бинарных соединений вы знаете? Номенклатура бинарных соединений.
3. Что такое электролит? Дайте определение электролитической диссоциации.
4. Дайте определение оксидам, приведите классификацию и номенклатуру оксидов.
5. Какие оксиды относятся к основным? Приведите их химические свойства.
6. Какие оксиды относятся к кислотным? Приведите их химические свойства.
7. Какие оксиды относятся к амфотерным. Приведите их химические свойства.
8. Что такое кислоты? Приведите их классификацию и номенклатуру.
9. Приведите химические свойства кислот.
10. Дайте определение основаниям, приведите их классификацию и номенклатуру.
11. Приведите химические свойства оснований.
12. Приведите химические свойства амфотерных оснований.
13. Что такое соли? Приведите их классификацию и номенклатуру.
14. Приведите химические свойства солей.

ТЕМА 3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Строение атома и периодическая система элементов. Постулаты Бора. Квантово-механическая модель атома. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Принцип неопределенности. Атомная орбиталь. Форма атомных орбиталей (s, p). Квантовые числа. Строение многоэлектронных атомов. Принцип Паули. Правило Гунда. Правило Клечковского. Периодическая система и порядок заполнения энергетических уровней в структуре атома. Радиусы атомов и ионов.

Электроотрицательность. Энергия ионизации, сродство к электрону. Изменение свойств элементов и их соединений по периодам и группам.

Вопросы для самоконтроля

1. На чем основана современная модель строения атома?
2. Что такое электронное облако?
3. Как распределяется электронная плотность вокруг ядра?
4. Что такое атомная орбиталь?
5. Что такое энергетический уровень (электронный слой)?
6. Что такое квантовые числа? Для чего они используются?
7. Как обозначается главное квантовое число? Дайте его характеристику.
8. Как обозначается побочное (орбитальное) квантовое число. Дайте его характеристику. Какую форму могут иметь атомные орбитали?
9. Как обозначается магнитное квантовое число? Дайте его характеристику.
10. Как обозначается спиновое квантовое число? Дайте его характеристику.
11. Сколько орбиталей включают в себя энергетические подуровни разных типов?
12. Сформулируйте принцип Паули. Сколько электронов может находиться на одной атомной орбитали?
13. Сформулируйте правило Клечковского. Какие особенности наблюдаются при заполнении энергетических уровней и подуровней?
14. Сформулируйте правило Гунда. Как происходит заселение электронами энергетических подуровней?
15. Сформулируйте периодический закон.
16. Сколько периодов и групп включает в себя таблица Менделеева?
17. Как происходит заполнение энергетических уровней и подуровней в таблице Менделеева?
18. Какие особенности наблюдаются при заполнении больших периодов в таблице Менделеева?
19. Что такое «провал электрона»?
20. Какие электронные конфигурации являются устойчивыми?
21. Что такое электронные аналоги?
22. Как изменяются радиусы атомов и ионов по периодам и группам? Как это влияет на химические свойства элементов?
23. Что такое энергия ионизации? Как она изменяется по периодам и группам? Как влияет на химические свойства элементов?
24. Что такое сродство к электрону? Как оно изменяется по периодам и группам? Как влияет на химические свойства элементов?
25. Что такое электроотрицательность? Как она изменяется по периодам и группам? Как влияет на химические свойства элементов?

ТЕМА 4. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Основные виды химической связи. Природа химической связи. Характеристики химической связи. Ковалентная связь, механизмы ее образования: обменный, донорно-акцепторный. Полярность ковалентной связи.

Теория валентных связей и объяснение валентности элементов методом валентных связей. Пространственная структура молекул. Типы связей – σ , π . Ионная связь. Металлическая связь. Физическое состояние вещества. Твердое тело. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Анизотропность. Энергия кристаллической решетки. Типы кристаллических структур и их свойства. Понятие гибридизации. Основные типы гибридизации. Металлы, полупроводники, диэлектрики их свойства.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятия «химическая связь».
2. Какими силами обусловлена химическая связь? За счет чего она осуществляется?
3. Почему при образовании связи спины взаимодействующих электронов должны быть антипараллельны?
4. Что такое молекулярная орбиталь? Как она образуется?
5. Дайте определения понятиям «длина связи», «валентный угол», «энергия связи».
6. Как связаны между собой прочность, энергия и длина связи?
7. Дайте определение ковалентной связи. За счет чего она образуется?
8. Чем обусловлены направленность и насыщенность ковалентной связи?
9. Как образуется ковалентная связь по обменному механизму?
10. Что такое полярность связи? Как образуется ковалентная полярная и ковалентная неполярная связь?
11. Что такое эффективный заряд?
12. Что такое электрический момент диполя?
13. Как образуется химическая связь по донорно-акцепторному механизму?
14. Перечислите основные положения метода валентных связей.
15. Что такое основное и возбужденное состояние атома?
16. Как объясняется валентность элементов согласно методу валентных связей?
17. Дайте определение σ , π и δ -связям. Какими типами орбиталей они образуются?
18. Что такое кратность связи? Сравните прочность кратных связей.
19. Чем определяется геометрия молекул?
20. Что такое гибридизация? Каков ее механизм?
21. Как происходит sp -, sp^2 , sp^3 – гибридизация? Какую геометрию имеют молекулы с таким типом гибридизации у центрального атома?
22. Что из себя представляет кристаллическая решетка?
23. Дайте определения понятиям «энергия кристаллической решетки», «координационное число».
24. Что из себя представляет молекулярная кристаллическая решетка? Какие вещества могут образовывать молекулярные кристаллические решетки?
25. Что из себя представляет атомная кристаллическая решетка? Какие вещества могут образовывать атомные кристаллические решетки?
26. Как образуется ионная связь?

27. Что из себя представляет ионная кристаллическая решетка? Какие вещества могут образовывать ионные кристаллические решетки?
28. Как образуется металлическая связь? Что из себя представляет металлическая кристаллическая решетка? Какие вещества могут образовывать металлические кристаллические решетки?
29. Сравните энергию связи, температуры плавления, механические свойства, электропроводность разных типов кристаллических решеток. Почему они обладают теми или иными свойствами?

ТЕМА 5. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Химическая термодинамика. Понятие химической системы. Типы систем. Равновесное состояние системы. Типы термодинамических процессов: обратимые, необратимые, самопроизвольные, равновесные. Основные понятия термодинамики: внутренняя энергия, работа, теплота. Первый закон термодинамики. Понятие энтальпии. Тепловой эффект реакции, экзотермические и эндотермические реакции. Термохимические уравнения и их особенности. Стандартные теплоты образования веществ. Закон Гесса, следствие из закона Гесса. Теплоемкость. Понятие энтропии. Второй и третий закон термодинамики. Самопроизвольные процессы. Энтальпийный и энтропийный факторы химических реакций. Энергия Гиббса.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает химическая термодинамика?
2. Дайте определение понятию «химическая система».
3. Перечислите типы химических систем, дайте их характеристику.
4. Какие типы термодинамических процессов могут протекать в химических системах? Дайте их характеристику.
5. Какие параметры влияют на термодинамическое состояние системы?
6. Сформулируйте 1 закон термодинамики. Дайте определение понятиям «теплота», «работа», «внутренняя энергия».
7. Какие виды работ чаще всего совершаются в химических системах?
8. Дайте определение энтальпии. В чем она измеряется?
9. Что такое тепловой эффект реакции? Дайте определение экзо- и эндотермической реакции.
10. Что такое термохимическое уравнение? Перечислите особенности записи термохимических уравнений.
11. Сформулируйте закон Гесса и следствие из закона Гесса.
12. Что такое стандартная энтальпия образования вещества?
13. Что такое энтропия? В чем она измеряется?
14. Сформулируйте 2 и 3 законы термодинамики.
15. Как рассчитывается изменение энтропии в процессе химической реакции?
16. Дайте определение энергии Гиббса. Для чего используется эта величина?

17. Какими факторами определяется самопроизвольность протекания реакции?

ТЕМА 6. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Химическая кинетика. Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Правило Вант-Гоффа. Обратимые и необратимые химические реакции. Константа равновесия. Закон действующих масс для равновесия. Принцип Ле-Шателье. Энергия активации и уравнение Аррениуса. Зависимость скорости реакции от катализатора. Катализ.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает химическая кинетика?
2. Что такое гомогенные и гетерогенные реакции?
3. Дайте определение скорости химической реакции.
4. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
5. Как зависит скорость химической реакции от концентраций реагентов?
6. Сформулируйте закон действующих масс для скорости химической реакции. Приведите его математическое выражение.
7. Что такое константа скорости реакции? От чего она зависит?
8. Как зависит скорость химической реакции от температуры?
9. Сформулируйте правило Вант-Гоффа, приведите его математическое выражение.
10. Что показывает температурный коэффициент скорости реакции?
11. Дайте определение энергии активации реакции. От чего она зависит?
12. Что такое катализатор?
13. Каков механизм действия катализатора?
14. Приведите уравнение Аррениуса, поясните какие величины входят в это выражение.
15. Дайте определение химического равновесия.
16. Что такое константа равновесия? Напишите математическое выражение для константы равновесия, поясните, какие величины туда входят.
17. Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

Какие факторы влияют на смещение химического равновесия в системе и каким образом

ТЕМА 7. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Электрохимические процессы. Явление электролиза. Гальванические элементы. Степень окисления, окисление и восстановление. Электродные процессы. Электродвижущая сила элемента. Стандартный водородный электрод. Электролиз в расплаве. Электролиз в растворе. Законы электролиза. Выход по току. Коррозия металлов: химическая, электрохимическая. Защита металлов от коррозии.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает электрохимия?
2. Что такое окислительно-восстановительные реакции?
3. Дайте определение понятиям «степень окисления», «восстановитель», «окислитель».
4. Что из себя представляет процесс окисления и процесс восстановления?
5. Какие электродные процессы происходят на поверхности металл-раствор ионов металла?
6. Как образуется двойной электрический слой?
7. Что такое электродный потенциал? От чего он зависит?
8. Что такое гальванический элемент? Из чего он состоит?
9. Как заряжены катод и анод в гальваническом элементе?
10. Какие электродные процессы происходят в гальваническом элементе Даниэля-Якоби?
11. Как записывается схема гальванического элемента?
12. Что такое электродвижущая сила гальванического элемента? Как она рассчитывается?
13. Что такое стандартный водородный электрод?
14. Что показывает ряд электрохимических напряжений металлов? Как расположены металлы в этом ряду? С чем связана восстановительная способность металлов?
15. Приведите уравнение Нернста. Для чего оно используется?
16. Что такое электролиз? Из чего состоит система, где протекает электролиз?
17. Как заряжены катод и анод при электролизе?
18. Каковы закономерности протекания электролиза в расплавах?
19. Каковы закономерности протекания электролиза в растворах?
20. Сформулируйте 1 и 2 законы Фарадея. Что такое выход по току?
21. Что такое коррозия металлов?
22. Каков механизм химической и электрохимической коррозии?
23. Методы защиты от коррозии.

2. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Подготовка к практическим занятиям предполагает изучение теоретического курса по вопросам самоконтроля, изложенных в главе 1. При подготовке к практическому занятию студенту рекомендуется составлять краткий план-конспект, включающий основные понятия и формулы, который может быть использован для дальнейшего решения задач. Одной из эффективных методик освоения и запоминания материала являются листы опорных сигналов, где в виде схем, графиков, взаимосвязей, основных формул излагается теоретический материал.

На практических занятиях студенты составляют конспект с изложением методик решения задач, который в дальнейшем используется для выполнения индивидуальных заданий. В рамках самостоятельной работы студент получает индивидуальное задание, которое выполняется им либо на практическом занятии, либо во внеаудиторное время. Также, для успешного выполнения индивидуальных заданий рекомендуется использовать учебное пособие или сборник задач из списка литературы.

Индивидуальное задание выполняется письменно каждым студентом. Решение задач должно быть представлено с полным алгоритмом: приведены формулы, вывод формул, величины, единицы измерения, используемые при вычислениях. Выполнение заданий, не связанных с расчетами, должно сопровождаться пояснениями или ссылками на какие-либо законы, понятия и т.д. Задания должны быть сданы в сроки, установленные преподавателем.

ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Решение задач и использованием основных понятий : «моль», «молярная масса», «количество вещества», «число частиц», «молярный объем газа», «число частиц» и т.д. Расчеты для нормальных условий и отличающихся от нормальных, расчеты эквивалентов и эквивалентных масс. Решение задач с использованием закона эквивалентов, уравнения Менделеева-Клапейрона и т.д.

Пример варианта индивидуального задания

1. Найти фактор эквивалентности и эквивалентную массу элементов в соединениях: ZnS, SrO, HF.
2. Найти эквивалентные массы соединений: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ti}(\text{OH})_2$, CO_2 , HNO_3 .
3. Сколько молекул CO будет содержаться в объеме этого газа, равном 3,34 л при н.у?
4. При каком давлении находится водород, если при температуре 30 °C 4 г этого газа занимают объем 22, 4 л?
5. Какой объем газа (н.у.) выделяется при действии избытка соляной кислоты на 20 г карбоната кальция?

ТЕМА 2. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Написание уравнений химических реакций, уравнений электролитической диссоциации, определение класса соединений, составление цепочек химических превращений, написание химических формул, названий химических соединений.

Пример варианта индивидуального задания

1. Напишите формулы веществ: перманганат натрия, сульфит стронция, карбонат аммония, оксид серы (VI), оксид бора, оксид железа (II), гидроксид бария, гидроксид натрия, азотистая кислота, борная кислота.
2. Назовите следующие соединения по современной номенклатуре и укажите, к какому классу неорганических соединений (кислоты, соли, основания, оксиды,

бинарные соединения) они относятся: B_2O_3 , CaO , Cl_2O_7 , H_2S , HBr , HNO_2 , NaF , $ZnSO_3$, $Mn(OH)_2$, $CsOH$. Напишите уравнения электролитической диссоциации этих соединений.

3. Напишите уравнения реакций:

а) $Mg + S = \dots$; б) $B_2O_3 + H_2O = \dots$; в) $NaCl + AgNO_3 = \dots$ г) $SO_3 + H_2O = \dots$;

д) $Li_2O + H_2O = \dots$; е) $MnO + SO_2 = \dots$; ж) $FeO + O_2 = \dots$; з) $Cu + HNO_{3(конц.)} = \dots$;

и) $Zn(OH)_2 + K_2O = \dots$; к) $MnCO_3 \xrightarrow{t} \dots$

4. Какие продукты могут быть получены в результате реакции HF и $Ga(OH)_3$? Напишите уравнения реакций, укажите типы образующихся солей (кислая, основная, нормальная), дайте названия полученным соединениям.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO$.

ТЕМА 3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Написание электронных конфигураций атомов и ионов. Определение свойств веществ по расположению таблице Менделеева и электроотрицательности элементов – кислотности, основности, металлических и неметаллических свойств.

Пример варианта индивидуального задания

1. Напишите электронные конфигурации следующих атомов и ионов: Tl , Au^+ , Cl^-
2. В какой группе, подгруппе и периоде находится элемент Rb ? К какому семейству он относится? Укажите, какие электроны у этого элемента являются валентными. Какова максимальная валентность этого элемента? Приведите электронно-графическое изображение валентных электронов, опишите их состояние квантовыми числами.
3. В каком периоде, группе и подгруппе находится элемент, если его электронная конфигурация заканчивается на $4s^23d^7$. Назовите этот элемент. Какими свойствами обладает этот элемент – окислительными или восстановительными? Объясните почему.
4. Какой из элементов – Va или Ca будет обладать более выраженными металлическими свойствами? Какими свойствами будут обладать соединения этих элементов – кислотными или основными? Объясните с точки зрения электронной конфигурации и положения элементов в периодической системе.
5. У какого элемента радиус атома больше – у Cl или I ? Объясните с точки зрения электронной конфигурации и положения элементов в периодической системе. Как это влияет на их химические свойства?

ТЕМА 4. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Определение валентности химических соединений и написание структурных формул. Определение степени окисления элементов в соединениях, типа кристаллической решетки вещества и его физических свойств. Определение степени ионности связи. Написание электронных конфигураций атомов в

основном и возбужденном состоянии, а также определение геометрии молекулы в гибридизованном и негибридизованном состоянии атомов.

Пример варианта индивидуального задания

1. Изобразите структурные формулы следующих соединений и укажите валентность и степень окисления каждого элемента в этих веществах: BaSO_4 , CaF_2 , H_3AsO_3 , N_2 , HCl . Укажите тип химической связи для каждого соединения.
2. Определите тип кристаллической решетки для следующих соединений: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, Ba , CO_2 , Si , Na_2S . Какими физическими свойствами (прочность связи, температура плавления, механические свойства, электропроводность) обладают данные соединения и почему?
3. Приведите электронно-графическое изображение валентных электронов атома Tl во всех возможных состояниях (основное, возбужденное). Какую валентность может проявлять таллий в этих состояниях? Приведите примеры соединений, укажите валентность таллия.
4. Какую геометрию имеет молекула MgBr_2 ? Приведите электронно-графическое изображение валентных электронов взаимодействующих атомов, укажите, какие из них участвуют в образовании химических связей. Каков тип гибридизации атома магния? Нарисуйте пространственную структуру этой молекулы, покажите перекрывание атомных орбиталей, укажите типы связей (π, σ).
5. Используя значения относительной электроотрицательности, расположите следующие соединения в порядке возрастания ионности связи: $\text{NH}_3, \text{PH}_3, \text{AsH}_3, \text{SbH}_3$. Нарисуйте их структурные формулы и укажите, к какому атому смещается электронная плотность в этих соединениях.

ТЕМА 5. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

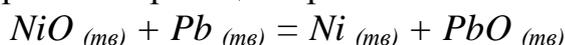
Расчет теплового эффекта реакции, составление термохимических уравнений. Расчет изменения энергии Гиббса для самопроизвольных процессов, определения направления и условий протекания химической реакции.

Пример варианта индивидуального задания

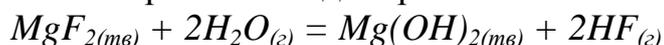
1. Рассчитайте тепловой эффект реакции гидрирования этилена, запишите термохимическое уравнение реакции. Рассчитайте, сколько тепла выделится или поглотится в результате образования 2 кг этана?



2. Рассчитав значение изменения энергии Гиббса, установите, в каком направлении может протекать реакция при 25°C .



3. Покажите расчетом, при какой температуре реакция будет протекать и в прямом, и в обратном направлении одновременно.

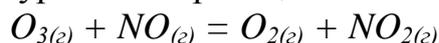


ТЕМА 6. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Расчет изменения скоростей химических реакций при изменении параметров системы – давления, концентрации реагентов. Определение направления смещения равновесия при изменении температуры, давления, концентрации. Расчет температурного коэффициента и соотношения скоростей реакции при разных температурах. Расчет энергии активации реакции, константы равновесия, начальных концентраций и концентраций реагентов в момент равновесия.

Пример варианта индивидуального задания

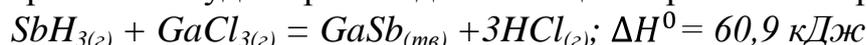
1. Напишите кинетическое уравнение реакции:



Как изменится скорость реакции, если: а) в системе увеличить давление в 3 раза; б) увеличить концентрацию озона в 2 раза; в) увеличить концентрацию оксида азота (II) в 3 раза.

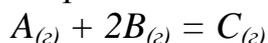
2. Температурный коэффициент скорости реакции равен 4. На сколько градусов нужно увеличить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 64 раза?
3. Определите энергию активации реакции, константа скорости которой при 298 К равна $3,1 \cdot 10^{-4}$, а при 313 К составляет $8,2 \cdot 10^{-3}$.

4. В каком направлении будет происходить смещение равновесия реакции



если: а) уменьшить температуру; б) уменьшить давление в системе; в) увеличить концентрацию хлорида галлия (III).

5. Запишите выражение константы равновесия для реакции:



Определите константу равновесия и исходные концентрации веществ А и В, если равновесные концентрации были равны: $[A] = 0,3$ моль/л, $[B] = 0,6$ моль/л, $[C] = 1,08$ моль/л.

ТЕМА 7. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Написание окислительно-восстановительных реакций, уравнений реакций, протекающих при работе гальванического элемента на аноде и катоде, расчет электродвижущей силы гальванического элемента. Написание электродных процессов при электролиз расплавов и растворов, определение продуктов электролиза. Расчет количеств веществ, образующихся при электролизе. Определение типа коррозии, написание уравнений реакций, протекающих при коррозии металлов, определение методов защиты от коррозии.

Пример варианта индивидуального задания

1. Записать схему гальванического элемента, состоящего из железного и медного электродов, погруженных в растворы своих солей; написать уравнения электродных процессов; написать уравнение реакции, которая протекает в гальваническом элементе; рассчитать электродвижущую силу гальванического элемента при стандартных условиях; рассчитать

электродвижущую силу гальванического элемента при температуре 40 °С и концентрациях ионов $C(\text{Fe}^{3+}) = 0,1$ моль/л; $C(\text{Cu}^{2+}) = 0,2$ моль/л.

2. Для следующих веществ написать уравнения электродных процессов при электролизе и указать, какие продукты образуются на катоде и аноде:
а) расплав CuBr_2 с инертными электродами; б) раствор MgCl_2 с инертными электродами; в) раствор AlCl_3 с медным анодом; г) раствор Na_2SiO_3 с платиновыми электродами.
3. Какие продукты образуются при электролизе водного раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ с инертными электродами? Напишите уравнения электродных процессов. Вычислить силу тока, если при пропускании тока в течении 1 часа на катоде выделилось 14 г металла, а выход по току составляет 80%.
4. Составить схему коррозионного гальванического элемента, возникающего при контакте железной пластины с медной в растворе соляной кислоты. Написать уравнения электродных процессов и уравнение процесса коррозии.
5. Цинковую пластину, покрытую оловом, опустили в раствор соляной кислоты. Определите тип покрытия, напишите уравнения электродных процессов коррозии, если покрытие не разрушено и в случае его разрушения, составьте схему гальванического элемента.

3. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторный практикум предполагает подготовку соответствующих теоретических разделов курса. Проработка теоретического материала служит базой для дальнейшего выполнения эксперимента, проверки каких-либо законов, закономерностей и формулировки соответствующих выводов.

Перед началом лабораторной работы преподаватель проводит устный опрос студентов для проверки теоретических знаний. Студенты также должны четко формулировать цель работы и понимать способы достижения цели, разобрать ход лабораторной работы и иметь представление о результатах, которые они могут получить в процессе работы. Такая методика позволяет сформировать у студента навыки к научно-исследовательской работе, связывает теоретическую предпосылку и полученный результат, что способствует закреплению полученных знаний.

Лабораторные работы выполняются микрогруппами по 3-4 человека. Микрогруппы формируются по желанию студентов. Такая форма проведения занятий способствует развитию коммуникативных навыков, навыков работе в группе, развивает индивидуальную ответственность за общий результат работы.

При выполнении эксперимента и оформлении отчета по лабораторной работе студенты используют методическое пособие из списка литературы.

Отчет по лабораторной работе оформляется в письменном виде индивидуально каждым студентом, он должен включать следующие разделы:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткий теоретический материал (в форме конспекта, схем, таблиц и т.д.)
4. Названия опытов.
5. Приборы и реактивы.
6. Ход работы.
7. Уравнения реакций.
8. Графики, таблицы, расчеты.
9. Вывод.

Лабораторная работа «Электролиз. Коррозия».

Цель работы – проведение процесса электролиза, изучения закономерностей его протекания, наблюдение коррозионных процессов и выявление закономерностей процесса коррозии.

Лабораторная работа «Определение теплового эффекта реакции нейтрализации».

Целью работы является определение количества теплоты, которое выделяется при реакции нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия, а также доказательство закона Гесса – основного закона термохимии.

Лабораторная работа «Скорость химической реакции. Химическое равновесие».

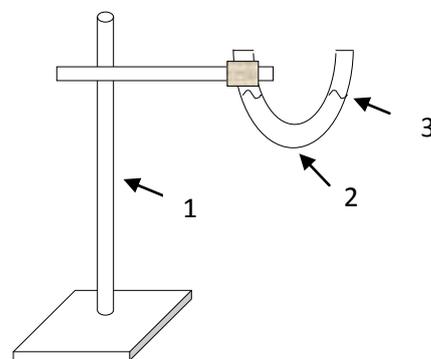
Цель работы – изучение факторов, которые влияют на протекание химической реакции – на ее скорость, смещение равновесия.

Лабораторная работа №1 «Электролиз»

Опыт 1. Электролиз раствора сульфата меди с нерастворимым анодом.

Выполнение опыта:

1. В штативе (1) закрепить электролитическую ячейку (2) и налить в нее раствор CuSO_4 , заполнив на $2/3$ по объему (3).
2. Взять два графитовых электрода. Если на них есть красно-кирпичный налет, их нужно аккуратно зачистить наждачной бумагой (подложить бумагу). Графитовые электроды должны быть черными.
3. Опускаем стержни в раствор с двух сторон ячейки. Подключаем контакты к источнику питания, один контакт к «+» (анод), а другой к «-» (катод).



4. Через 3-5 минут записываем наблюдения на катоде и аноде (образование газа, осадка, изменение цвета раствора и т.д.). Для этих целей электроды можно доставать из ячейки.
5. После наблюдений опустите электроды обратно в раствор и отключите от источника питания. Это необходимо для следующего опыта.

Задание:

Напишите уравнение электролитической диссоциации сульфата меди. Напишите уравнения электродных процессов на катоде и аноде, используя правила электролиза в растворах (поясните, почему протекает тот или иной процесс). Укажите образующиеся продукты, сопоставьте с наблюдениями эксперимента.

Опыт 2. Электролиз раствора сульфата меди с растворимым анодом.

Выполнение опыта:

В этом опыте используется система из предыдущего опыта.

1. Поменяйте полюсы источника питания. Подключите анод из предыдущего опыта к «-» (катоде), а катод – к «+»(аноду).
2. Через 1 минуту отметьте, какие изменения происходят на обоих электродах (выделение газа, образование осадка и т.д.).
3. Подождите еще несколько минут и проверьте, какие изменения произошли на электродах. Запишите наблюдения.
4. Отключите электроды от источника питания.
5. Раствор сульфата меди вылейте в пустую пробирку (для последующих опытов).

Задание:

Поясните, почему анод в данном опыте является растворимым. Напишите уравнение электродных процессов на катоде и аноде, которые протекают через 1 минуту на электродах и через несколько минут (поясните, почему протекает тот или иной процесс). Какие при этом образуются продукты? Поясните, почему с течением времени электродные процессы начинают протекать по-другому.

Опыт 3. Никелирование медной пластины.

Выполнение опыта:

Нанесение металлических покрытий из одного металла, на изделия изготовленные из другого металла – эффективный метод защиты от коррозии. Нанести покрытие можно с помощью процесса электролиза. Для этого изделие, на которое требуется нанести покрытие, необходимо подключать к катоду.

1. Возьмите медный электрод, выполненный в форме пластины и один графитовый электрод. Если на графитовом электроде есть осадок кирпичного цвета, его нужно зачистить наждачной бумагой. Медный электрод нужно зачистить до блеска.
2. Электролитическую ячейку из предыдущего опыта необходимо промыть и закрепить в штативе. Налейте в ячейку раствор NiSO_4 , заполнив ее на половину.
3. Добавьте с обеих сторон ячейки по 3-4 капли NH_4Cl (это необходимо для того, чтобы не образовывались побочные продукты).
4. Погрузите в раствор графитовый и медный электроды и подключите к источнику питания: графит – к «+»(аноду), а медь – к «-»(катоду).
5. Через 3 минуты отметьте наблюдения на электродах. Вытащите катод и проверьте, как изменился его цвет.
6. Отключите электроды от источника питания.

Задание:

Напишите уравнение электролитической диссоциации сульфата никеля. Напишите уравнения электродных процессов на катоде и аноде, используя правила электролиза в растворах (поясните, почему протекает тот или иной процесс). Укажите образующиеся продукты, сопоставьте с наблюдениями эксперимента.

Опыт 4. Электролиз раствора серной кислоты с медным анодом.

Выполнение опыта:

1. Промойте электролитическую ячейку из предыдущего опыта. Закрепите ячейку в штативе и налейте туда раствор серной кислоты, заполнив ее на $\frac{2}{3}$ по объему.
2. Возьмите медный электрод и зачистите его. Также необходим зачищенный графитовый электрод.

3. Вставьте электроды в ячейку и подключите их к источнику питания: медь – к «+»(аноду), а графит – к «-»(катоде).
4. Через 3 минуты отметьте наблюдения на электродах.
5. Через 7-10 минут снова проверьте изменения на электродах. Как изменился цвет раствора в ячейке? Возьмите листок белой бумаги и отметьте изменение цвета на его фоне.
6. Отключите электроды от источника питания.
7. Раствор из ячейки вылейте в пробирку с сульфатом меди.

Задание:

Напишите уравнение электролитической диссоциации серной кислоты. Напишите уравнения электродных процессов на катоде и аноде, используя правила электролиза в растворах (поясните, почему протекает тот или иной процесс) через 1 минуту и через 10 минут после начала эксперимента. Почему процесс электролиза начинает протекать по-другому? В какой цвет окрашивается раствор благодаря присутствию ионов меди? Укажите образующиеся продукты, сопоставьте с наблюдениями эксперимента.

Лабораторная работа №2 «Коррозия металлов»

Опыт 1. Коррозия при контакте различных металлов.

Выполнение опыта:

Этот опыт удобно выполнять в электролитической ячейке, закрепленной на штативе. Мы будем рассматривать процесс коррозии при контакте двух металлов – цинка и меди в кислой среде.

1. Ячейку из предыдущего опыта промойте, закрепите в штативе и налейте туда раствор серной кислоты, заполнив ее на 2/3 по объему.
2. Опустите в ячейку металлический цинк и отметьте наблюдения.
3. В качестве медной пластинки можно использовать медный электрод. Опустите медную пластинку в раствор так, чтобы она не касалась кусочка цинка. Отметьте наблюдения.
4. Прикоснитесь медной пластинкой к кусочку цинка. Отметьте изменения в процессе реакции.
5. Вытащите медную пластинку, аккуратно слейте раствор кислоты во вторую пробирку и удалите цинк из ячейки, он больше не нужен.
6. Ячейку промойте и закрепите в штативе.

Задание:

Составьте схемы коррозионных гальванических элементов, которые возникают на трех этапах эксперимента. Напишите уравнения электродных процессов и уравнения реакций. Поясните, какие продукты при этом образуются. Почему при погружении меди в раствор она не корродирует? Почему при контакте металлов наблюдается более интенсивное протекание реакции? Рассчитайте электродвижущую силу этих процессов при стандартных условиях, дайте пояснения.

Опыт 2. Действие ионов, активирующих процесс коррозии.

Выполнение опыта:

Мы будем рассматривать коррозию алюминия в коррозионной среде. Так как алюминий покрыт прочной пленкой оксида алюминия, он как правило не подвержен коррозии. Однако, при добавлении некоторых веществ пленка разрушается и коррозия начинает протекать достаточно интенсивно. Таким веществом является, например, хлорид натрия.

1. Возьмите две пробирки, в которые вы сливали растворы из предыдущих опытов. В одной пробирке находится смесь $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$, во второй – раствор H_2SO_4 . Возьмите раствор CuSO_4 и добавьте во вторую пробирку так, чтобы объемы растворов в пробирках были примерно одинаковы. Итак, мы создали коррозионную среду.
2. В одну из этих пробирок добавим хлорид натрия, который активирует процесс коррозии, $1/3$ от объема раствора, находящегося в пробирке.
3. В каждую пробирку добавьте по кусочку алюминиевой фольги. Наблюдайте за реакцией 15-20 минут. Запишите наблюдения. Что происходит с алюминиевой фольгой в разных пробирках? Какие процессы протекают на ее поверхности?
4. После наблюдений фольгу удалите из пробирок, растворы вылейте и промойте пробирки.

Задание:

Составьте схемы коррозионных гальванических элементов, которые возникают при контакте алюминия с растворами серной кислоты и сульфата меди. Напишите уравнения электродных процессов и уравнение процесса коррозии. Какие продукты при этом образуются? Сопоставьте уравнения реакций с вашими наблюдениями. Рассчитайте электродвижущую силу этих гальванических элементов при стандартных условиях.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

В процессе изучения курса проводится промежуточный контроль знаний студентов, в форме письменных контрольных работ или тестирования по соответствующим темам раздела. Каждый студент получает индивидуально вариант задания, на выполнение которого отводится определенное количество времени.

Примеры вариантов контрольных работ

Контрольная работа «Основные понятия и законы химии»

1. Сформулируйте следствие из закона Авогадро. Что такое молярный объем газа? Дайте определение. Сколько молекул содержит 1 моль вещества?
2. Сформулируйте закон эквивалентов, приведите его математическое выражение, поясните, какие величины в него входят.

Контрольная работа «Энергетика химических процессов. Химическая термодинамика»

1. Сформулируйте 2 закон термодинамики. Какие реакции сопровождаются ростом энтропии?
2. Что такое термохимическое уравнение? Перечислите особенности записи термохимических уравнений. Приведите пример.
Какие параметры влияют на термодинамическое состояние системы
3. Какие параметры влияют на термодинамическое состояние системы?

Пример варианта тестового контроля

Тестовое задание по теме «Химическая термодинамика. Энергетика химических процессов»

1. Открытая система...

- А) обменивается с окружающей средой энергией, но не может обмениваться веществом
- Б) обменивается с окружающей средой веществом и энергией
- В) не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией
- Г) это система, где протекают только гомогенные реакции

2. Стандартные условия в химической термодинамике:

- А) температура 298 К, давление 10^3 Па
- Б) температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, давление 10^5 Па
- В) температура 273 К, давление 10^5 Па

Г) температура 298 К, давление 10^5 Па

3. Равновесный процесс – это процесс...

А) при котором система возвращается в начальное состояние через какое-то время

Б) при котором концентрации продуктов реакции равны концентрациям исходных реагентов

В) при котором система проходит последовательный ряд равновесных состояний

Г) при котором реакция необратима

4. Согласно 1 закону термодинамики...

А) количество теплоты в системе всегда постоянно

Б) количество теплоты, подведенное к системе расходуется на совершение работы и изменение внутренней энергии

В) внутренняя энергия системы не изменяется при совершении работы

Г) изменение внутренней энергии равно совершенной работе

5. Величину $H=U+pV$ называют....

А) внутренней энергией

Б) работой

В) тепловым эффектом

Г) энтальпией

6. Тепловой эффект реакции измеряется в...

А) Дж/кг

Б) кДж/моль

В) кДж/К

Г) Дж/моль·К

7. Экзотермическая реакция - это реакция, при которой...

А) выделяется теплота

Б) поглощается теплота

В) теплота в системе постоянна

Г) система находится в равновесии

8. Согласно закону Гесса, тепловой эффект реакции....

А) зависит от пути реакции и от состояния исходных реагентов

Б) не зависит от пути реакции, а зависит от исходных реагентов и продуктов реакции

В) не зависит от пути реакции, а зависит только от состояния исходных веществ

Г) зависит от пути реакции и от состояния продуктов реакции

9. Энтропия - это...

А) внутренняя энергия системы

Б) термодинамический потенциал, отвечающий за полную энергию системы

В) количественная мера беспорядка в системе

Г) теплосодержание системы

10. В каком агрегатном состоянии энтропия воды самая высокая?

А) в жидком

Б) в газообразном

В) в твердом

Г) во всех одинакова

5. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Формой итогового контроля знаний является зачет или экзамен, который проводится либо в письменной, либо в устной и письменной форме по билетам. Итоговый контроль предполагает знания основных понятий, законов дисциплины, применения полученных знаний к решению задач.

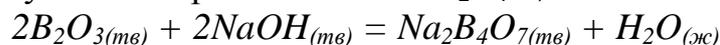
При подготовке к зачету или экзамену студент должен изучить теоретические разделы курса и проработать алгоритмы решения задач, опираясь на выполненные им индивидуальные задания. Для подготовки к решению задач можно также использовать любые варианты индивидуальных заданий из учебного пособия, который студент может прорешать самостоятельно, либо с помощью преподавателя на консультативных занятиях.

Пример варианта итогового контроля (экзамен)

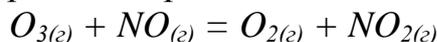
1. Дайте определение понятию «количество вещества». В чем измеряется количество вещества? Что обозначает эта единица измерения? Дайте определение. Напишите формулу, через которую можно рассчитать количество вещества, поясните, какие величины используются для расчета.
2. Дайте определение, что такое оксиды. Приведите примеры кислотного, основного и амфотерного оксида. Напишите для каждого реакцию с водой. К какому классу соединений относятся продукты этих реакций?
3. Что такое квантовые числа и для чего они используются? Сколько квантовых чисел вы знаете? Назовите их. Как они обозначаются? Кратко поясните, за что отвечает каждое квантовое число.
4. Дайте определение энергии ионизации. Как изменяется энергия ионизации по периодам и группам? У каких элементов энергия ионизации низкая? Объясните почему.
5. Дайте определение теплового эффекта реакции. В чем он измеряется? Напишите формулу для расчета теплового эффекта реакции
$$\text{SO}_2 + 2\text{O}_2 = 2\text{SO}_3$$
Какие величины используются при этом? Дайте определение.
6. Что такое состояние химического равновесия? Запишите выражение закона действующих масс для равновесия реакции
$$\text{N}_2 + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_5$$
Поясните, что означает каждая величина, входящая в это выражение.
7. Что такое окислительно-восстановительная реакция?
$$2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$$
Какой из элементов в данной реакции является окислителем, а какой восстановителем? Покажите с помощью уравнений, какие процессы протекают при данной реакции.

Пример варианта итогового контроля (зачет)

1. Рассчитайте тепловой эффект реакции образования тетрабората натрия, запишите термохимическое уравнение реакции. Сколько тепла выделится или поглотится в результате образования 2 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$?



2. Напишите кинетическое уравнение реакции:



Как изменится скорость реакции, если: а) в системе увеличить давление в 3 раза; б) увеличить концентрацию озона в 2 раза; в) увеличить концентрацию оксида азота (II) в 3 раза.

3. Какие продукты образуются при электролизе водного раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$? Напишите уравнения электродных процессов. Вычислить силу тока, если при пропускании тока в течении 1 часа на катоде выделилось 14 г металла, а выход по току составляет 80%.

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

При изучении разделов курса, подготовке к практических и лабораторным занятиям, контрольным работам, а также зачету и экзамену рекомендуется использовать источники литературы, указанные ниже.

1. Тихонова М.В., Екимова И.А. Основы общей и физической химии: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2015. (Электронный ресурс: edu.tusur.ru)
2. Химия : учебное пособие / Е. В. Чикин. — Томск: Эль Контент, 2012. – 170 с.
3. Коровин Н.В. Общая химия: Учебник для технических направлений и специальностей вузов - 7-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2006. – 556 с. : ил., табл. – (Победитель конкурса учебников). – Библиогр.: с. 546.
4. Чикин Е.В. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учебно-методическое пособие.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 220 с.
<https://edu.tusur.ru/training/publications/642>
5. Чикин Е.В. Лабораторные работы по химии. Учебно-методическое пособие. Томск: ТУСУР, 2012.
<https://edu.tusur.ru/training/publications/3020>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины используются следующие материально-технические средства:

- химические реактивы и посуда (макеты лабораторных работ)

- компьютерное и мультимедийное оборудование (лекционный курс в форме презентаций, с графикой и анимированной графикой);
- электронная библиотека курса (электронные методические указания по дисциплине на портале edu.tusur.ru).
- информационный сайт преподавателя mv-tihonova.ucoz.ru с методическими рекомендациями по дисциплине (учебные пособия в электронном виде, индивидуальные задания, электронный журнал успеваемости студентов и др.)
- раздаточный материал (таблицы Менделеева, таблицы растворимости и др. справочная информация, необходимая для решения задач)