

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Специальность	31.05.01 Лечебное дело
3.	Дисциплина (модуль)	Химия
4.	Форма обучения	очная
5.	Год набора	2021

**I. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных и практических занятий**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и электронные презентации, производить лабораторные опыты, работать с таблицами и графиками. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения текущих и контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, лабораторные работы и практические занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для самостоятельной работы.

На лабораторных работах выполняются специально подобранные задания, связанные с изучением свойств химических соединений.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков решения задач и упражнений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

**Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

Экзамен осуществляется в рамках завершения изучения дисциплины (модуля) и позволяет определить качество усвоения изученного материала, а также степень сформированности компетенций.

Обучающиеся обязаны сдавать экзамен в строгом соответствии с утвержденными учебными планами, разработанными согласно образовательным стандартам высшего образования.

По данной дисциплине экзамен принимается по билетам, содержащим два вопроса. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся вопросы в рамках билета, а также, помимо теоретических вопросов, предлагать задачи практико-ориентированной направленности по программе данного курса.

При явке на экзамен обучающиеся обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план: просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.

1. Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.

2. После работы над первой темой необходимо ответить на вопросы для самоконтроля.

3. И так далее по остальным темам.

4. В завершение для эффективного закрепления информации прорешать итоговый тест первый раз лучше без использования учебных материалов и нормативно-правовых актов, второй раз с их использованием.

## **II. Планы практических занятий**

### **Модуль 1 «Общая и неорганическая химия»**

В ходе практических занятий применяется проблемное изложение материала, сравнительный анализ, решение ситуационных задач, работа в группах, визуальные презентации теоретического материала, электронные образовательные ресурсы; в познавательной деятельности используются базовые знания в области естественных наук.

Обучающиеся приобретают новые знания о законах и химических теориях, строении и свойствах химических соединений, закономерностях протекания химических процессов; свойствах химических систем, реакционной способности веществ; процессах, происходящих в растворах, окислительно-восстановительных процессах; функциях веществ в живых организмах.

В ходе практических занятий обучающиеся применяют на практике химические теории и законы общей химии; дают характеристику химических элементов, строения и свойств основных соединений химических элементов на основе учения о строении вещества, теории электролитической диссоциации, теории растворов, окислительно-восстановительных процессов; характеризуют химические реакции с точки зрения химической кинетики и термодинамики; осуществляют химические расчёты; излагают и анализируют получаемую информацию.

#### **Практическое занятие №1**

#### **Тема: Основные химические законы.**

*План:*

1. Основные химические понятия: атом, молекула, химический элемент, простые и сложные вещества, химическая реакция.
2. Относительная атомная и молекулярная массы.
3. Закон сохранения материи и энергии.
4. Закон Авогадро и его следствия.
5. Стехиометрические законы.
6. Законы идеальных газов.
7. Периодическая закон и периодическая система элементов.

*Вопросы для обсуждения:*

Задачи на определение молекулярных масс веществ в газовом состоянии, на молярный объем, закон Авогадро:

- 1) Плотность газа по воздуху 3,5. Найти массу молекулы газа.
- 2) Определить массу атома и молекулы гелия.
- 3) Масса 1 л газа (н.у.) равна 1,43г. Чему равна молярная масса этого газа?

Задачи на газовые законы:

- 4) Давление воздуха в автомобильной шине 0,3 МПа при 15оС. Как изменится давление, если шина нагреется до 50оС?
- 5) Под каким давлением в сосуд вместимостью  $5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> можно при температуре 27оС собрать СО<sub>2</sub> массой 0,022 кг?

Задачи на вывод химических формул:

- 6) Вывести простейшую формулу фторида алюминия – калия, если в нем содержится 27,46%К, 19,02%Al, 53,52 %F.
- 7) Из 0,462г пирита получено 1,77г сульфата бария. Определите содержание серы в пирите и его формулу.

Расчеты по химическим формулам уравнениям с использованием понятий: моль, переход от количества вещества к массе и обратно, объемная и молярная доли:

- 8) Вычислить процентное содержание фторapatита  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}_2\text{F}_2$  и примесей в хибинской руде, если в ней 30% оксида фосфора (V)
- 9) При пропускании сернистого газа через раствор едкого калия образовалось по 0,1 молю средней и кислой соли. Какой объем газа был пропущен через раствор?

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Плотность газа по водороду равна 22. Определить плотность газа по хлору.
2. Какой объем занимают  $6,02 \cdot 10^{23}$  атомов азота при н.у.?
3. Сколько атомов азота в 2,8 л оксида азота (III) (н.у.)?
4. Сколько литров водорода (20°С и 100 кПа) выделится при взаимодействии 165 г Fe с 1 кг 30%-ого р-ра HCl? Сколько граммов HCl не войдет при этом в реакцию?
5. Из 1,568г железной руды получили осадок фосформолибдата состава  $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 24\text{MoO}_3$  массой 0,427г. Каково содержание фосфора в руде в процентах?
6. 5 мл водорода сожгли с 10 мл воздуха. После сгорания объемов газов составил 8,7 мл. Какова объемная доля кислорода в воздухе, взятом для горения? Какова его молярная доля в воздухе?
7. Вещество содержит 75,76% мышьяка и кислород. Плотность паров по воздуху этого вещества 13,65. Какова формула этого соединения?

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - С. 18-54.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011.- С. 8-22.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С.5-25.

## ***Практическое занятие №2***

***Тема: Химические расчеты.***

***Расчёты по формулам химических соединений.***

*План:*

1. Переходы от массы и объёма вещества к количеству веществ а и обратно при нормальных и нестандартных условиях.
2. Определение молярных масс газообразных веществ по относительной плотности газов и по уравнению Менделеева – Клапейрона.
3. Определение количества структурных единиц вещества в его навеске или объёме.
4. Мольные и объёмные отношения веществ в уравнениях химических реакций.
5. Вывод формул химических соединений по данным о его количественном составе.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Относительные атомные и молекулярные массы. Молярная масса вещества.
2. Формулы определения количества вещества по известным данным о массе веществ, объёмах газов при нормальных и нестандартных условиях, а также количестве структурных единиц вещества.
3. Следствия из закона Авогадро.
4. Массовая доля элемента в соединениях.
5. Уравнения химических реакций как отражение закона сохранения массы вещества.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Какой объём при н.у. займут  $6 \cdot 10^{23}$  атомов молекулярного азота  $N_2$  ?
2. Исходя из мольной массы углерода определите абсолютную массу атома углерода в граммах.
3. Бороводород содержит 78,26 % бора. При давлении 99,0 кПа и температуре  $20^\circ C$  9,2 г этого газа занимают объём 8,2 л. Определить формулу соединения.
4. Через раствор, содержащий 7,4 г гидроксида кальция, пропустили 3,36 л  $CO_2$ , взятого при нормальных условиях. Найти общую массу солей, образовавшихся в результате реакции.

#### ***Расчеты по химическим уравнениям.***

*План:*

1. Вычисления, связанные с переходом от количества вещества к его массе и объёму газообразных соединений и обратно.
2. Вычисления с использованием постоянной Авогадро.
3. Вычисления по уравнениям химических реакций, если один из реагентов содержит примеси.
4. Вычисления по уравнениям последовательных реакций, параллельных реакций
5. Вычисления количественного состава газовых смесей, если в них протекают химические реакции.
6. Вычисления с учетом практического выхода продукта.
7. Вычисления количественного состава смеси веществ по известным количественным данным о продуктах реакций.
8. Вычисления по термохимическим уравнениям.

#### ***Эквивалент. Закон эквивалентов.***

*План:*

1. Химический эквивалент элемента в соединениях;
2. Химические эквиваленты сложных веществ; основные расчетные формулы;
3. Вычисления на основе закона эквивалентных отношений;
  - 1) количество вещества эквивалентов ( $n_{\text{экв.}}(A)$ );
  - 2) молярная масса эквивалентов вещества:  $\mathcal{E}(A)$ ;
  - 3) объём эквивалентов вещества:  $V_{\text{экв.}}(A)$ ;
  - 4) закон эквивалентных отношений:  $m(A)/m(B) = \mathcal{E}(A)/\mathcal{E}(B)$

*Вопросы для обсуждения:*

1. Как определяется молярная масса эквивалентов: элемента в соединении  $A_aB_b$ ; оксида  $A_2O_b$ ; кислоты  $HA_b$ ; основания  $A(OH)_b$ ; соли  $A_aB_b$ ;
2. Как связаны между собой молярная и нормальная концентрации?

*Расчетные задачи:*

- 1) Одинаков ли эквивалент хрома в соединениях  $CrCl_3$  и  $Cr(SO_4)_3$ . Ответ подтвердите расчетами.
- 2) На восстановление 1,8 г оксида металла израсходовали 833 мл  $H_2$  (н.у.). найти эквивалентные массы металла и оксида.
- 3) Содержание мышьяка в двух разных оксидах его равно 65,2% и 75,7% соответственно. Каковы величины эквивалентных масс мышьяка в этих оксидах? Составить формулы оксидов.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Вычислите молярную массу эквивалентов  $H_3PO_4$  при реакциях обмена, в результате которых образуются: а)  $Na_3PO_4$ ; б)  $Na_2HPO_4$ ; в)  $NaH_2PO_4$
2. Один из металлов группы II А Периодической системы элементов массой 2,25 г при взаимодействии с соляной кислотой вытесняет 6,01 л водорода при 20°C и  $1,013 \cdot 10^5$  Па. Назовите металл.
3. Гидрид металла содержит 4,76% водорода. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла и назовите металл.

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - С. 18-54.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011.- С. 8-22.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С.5-25.

Практические занятия №3

**Тема: Строение атома. Химическая связь.**

*План:*

1. Электронная конфигурация элемента.
2. Конфигурации атомов в возбужденном состоянии.
3. Валентные возможности атомов одного и того же элемента. Электроотрицательность атомов.
4. Квантовые числа.
5. Виды химической связи. Характеристики связи.
6. Кристаллические решетки.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Дайте характеристику квантовых чисел состояния электрона.
2. Опишите формулу орбитали с квантовыми числами:  $n=3$ ;  $l=0$ ;  $m=0$ . Могут ли быть орбитали другой формы при данном  $n$ ?
3. Как происходит  $sp$ -,  $sp^2$ -,  $sp^3$  – гибридизация? Приведите примеры.
4. Что такое «сигма» и «пи» - связь? Как они возникают?
5. Какая из конфигураций электронных оболочек возможна:  $2s^2$ ,  $2p^5$ ,  $3f^3$ ,  $2d^3$ ,  $3d^{11}$ ,  $2p^8$ ?
6. Какие типы кристаллических решеток вам известны?

7. Какие факторы влияют на прочность химической связи?
8. Какое влияние оказывают водородные связи на температуру кипения жидкостей?

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4d или 5s; 6s или 5p? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 43.
2. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 15 и 41. Сколько свободных d-орбиталей у атомов последнего элемента?
3. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 27. Чему равен максимальный спин p-электронов у атомов первого и d-электронов у атомов второго элемента?
4. Сколько и какие значения может принимать магнитное квантовое число  $m_l$  при орбитальном числе  $l = 0, 1, 2$  и 3? Какие элементы в периодической системе называют s-, p-, d- и f-элементами? Приведите примеры.
5. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов имеют ее атомы в нормальном и возбужденном состояниях? Чему равна валентность серы, обусловленная неспаренными электронами?
6. Что называют электрическим моментом диполя? Какая из молекул HCl, HBr, HI имеет наибольший момент диполя? Почему?
7. Какую химическую связь называют металлической? Каков механизм ее образования, ответ поясните на конкретном примере.
8. Какую химическую связь называют водородной? Между молекулами каких веществ она образуется? Почему H<sub>2</sub>O и HF, имея меньшую молекулярную массу, плавятся и кипят при более высоких температурах, чем их аналоги?
9. Какие электроны атома бора участвуют в образовании ковалентных связей? Как метод валентных связей (ВС) объясняет симметричную треугольную форму молекулы BF<sub>3</sub>?
10. Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими? Кристаллы каких веществ: алмаз, хлорид натрия, диоксид углерода, цинк – имеют указанные структуры?

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С. 57-154.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С. 37-63.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С. 54-62.

Практическое занятие № 4

**Тема: Основы химической термодинамики.**

*План:*

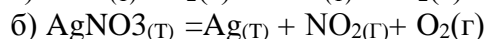
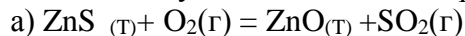
1. Основные понятия химической термодинамики.
2. Закон Гесса и его следствия.
3. Критерии самопроизвольного протекания процессов.
4. Термодинамика процессов растворения газов, жидкостей и кристаллических веществ в воде.
5. Решение расчетных задач.

*Вопросы для коллективного обсуждения:*

1. Чему равен тепловой эффект химической реакции?
2. Какие уравнения реакций называют термодимическими?
3. Что называют стандартной энтальпией образования вещества?
4. Сформулируйте закон Гесса. Сформулируйте следствия из закона Гесса.
5. Каким соотношением связаны энтальпия, энтропия и энергия Гиббса?
6. При каких условиях химические реакции протекают самопроизвольно?

*Расчетные задачи:*

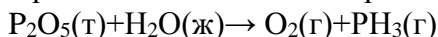
1. На основании справочных данных рассчитайте стандартные изменения энтальпии в каждой из следующих химических реакций (предварительно подберите коэффициенты):



2. По термодимическому уравнению рассчитайте стандартную энтальпию образования продуктов:



3. Определите возможность протекания реакции при стандартных условиях.



*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С. 166-204.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С. 66-94.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С. 63-71.

#### Практическое занятие № 5

#### Тема: Кинетика химических реакций.

*План:*

1. Основные понятия химической кинетики.
2. Скорость химической реакции. Константа скорости реакции.
3. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье.
4. Решение расчетных задач.

*Вопросы для коллективного обсуждения:*

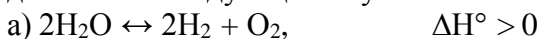
1. Что такое скорость химической реакции и от каких факторов она зависит?
2. Что называют константой скорости реакции и каков физический смысл этой величины? Какие факторы влияют на нее?
3. Какова зависимость скорости реакции от температуры?
4. Что называется температурным коэффициентом скорости реакции? Какие значения он может иметь?
5. Что называют константой химического равновесия? От каких факторов она зависит? Какие факторы влияют на состояние химического равновесия? Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

*Расчетные задачи:*

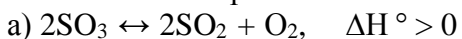
1. Как изменится скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ , протекающей в закрытом сосуде, если давление увеличить в 4 раза?

2. Как возрастет скорость реакции при повышении температуры от 50 до 100 °С, если температурный коэффициент равен 2?

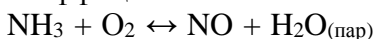
3. В какую сторону сместится химическое равновесие при изменении температуры и давления в следующих случаях:



4. Как влияет на равновесие систем повышение давления? температуры?



5. Напишите выражение константы равновесия системы, предварительно расставив коэффициенты:



Каким образом можно сместить равновесие этой системы вправо?

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С. **166-204**.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С. **66-94**.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С. **73-90**.

Практическое занятие №6

**Тема: Количественный состав растворов.**

*План:*

1. Способы выражения состава раствора: массовая доля растворенного вещества; молярная доля растворенного вещества и растворителя; молярная концентрация растворенного вещества (молярность); молярная концентрация эквивалентов вещества (нормальность); объемная доля в газовых растворах
2. Растворимость веществ.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Типы растворов, их компоненты.
2. Гидраты и сольваты (кристаллогидраты).
3. Способы выражения содержания растворенного вещества в растворе: массовая доля, молярная доля, молярная концентрация, объем и плотность растворов (расчетные формулы);
4. Определение растворимости вещества.
5. Зависимость растворимости газа от давления.

*Расчетные задачи:*

1. Сколько граммов соли и воды содержится в 800г раствора 12%  $\text{NaNO}_3$ ?
2. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  следует растворить в 250г воды для получения раствора, содержащего 5% безводной соли?
3. Сколько граммов 10%-ого раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  потребуется для обменного взаимодействия с 100 мл 13,7%-го раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (плотность=1,145г/см<sup>3</sup>)?
4. Сколько миллиметров 96%-ной серной кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 0,5 М раствора?
5. Вычислите растворимость  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  в воде при 20 °С, если в 545 г раствора нитрата бария при этой температуре содержится 45 г соли.
6. Вычислите массовую долю  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и его коэффициент растворимости, если при 0 °С 50 г раствора содержат 3,44 г сульфата калия.



*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С.205-230.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С.95-110.
3. Князев, Д. А. Неорганическая химия: учебник для бакалавров [Текст] / Д. А. Князев, С.Н. Смарыгин - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – 591с.
4. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С.45-48.

Практическое занятие №7

**Тема: Ионные реакции в растворах.**

*План:*

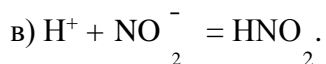
1. Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты.
2. Основные положения электролитической диссоциации Аррениуса.
3. Закон разбавления Оствальда.
4. Активность иона. Ионная сила раствора.
5. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
6. Константа и степень гидролиза.
7. Произведение растворимости.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Сильные и слабые электролиты.
2. Степень и константа диссоциации.
3. Уравнения ионных реакций обмена: молекулярные; полные ионные; сокращенные ионные.
4. Случаи необратимых реакций обмена с образованием: малорастворимых веществ, малодиссоциирующих веществ, газообразных веществ или летучих соединений.
5. Ионные реакции и направление их протекания.
6. Условия протекания реакций в растворах электролитов.
7. Упражнения в написании уравнений ионных реакций обмена, уравнений гидролиза водных растворов солей.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде:
  - а)  $P_2O_5 + Ca(OH)_2 \rightarrow$
  - б)  $ZnO + H_3PO_4 \rightarrow$
  - в)  $Sn(OH)_2 + NaOH \rightarrow$
  - г)  $Sn(OH)_2 + HCl \rightarrow$
  - д)  $NaHCO_3 + HCl \rightarrow$
  - з)  $FeCl_3 + NaOH \rightarrow$
  - н)  $CaO + CO_2 \rightarrow$
  - к)  $SO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow$
  - л)  $Pb(NO_3)_2 + KCl \rightarrow$
  - м)  $SO_2 + H_2O \rightarrow$
2. Какое из веществ:  $NaCl$ ,  $NiSO_4$ ,  $Be(OH)_2$ ,  $KHCO_3$  взаимодействует с раствором гидроксида натрия. Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения этих реакций.
3. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:
  - а)  $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$ ;
  - б)  $Cd^{2+} + 2OH^- = Cd(OH)_2$ ;



4. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза солей:

а)  $\text{NaHCO}_3$  б)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  ; в)  $\text{BaCl}_2$  ; г)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С.231-263.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С.111-138.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С.13-30.
4. Мень, Е.С. Указания к контрольным и лабораторным работам по общей и неорганической химии [Текст]: учеб. метод. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман.гос.пед.ун-т – Мурманск, 2004. – 68 с.

### Практическое занятие №8

#### Тема: Окислительно-восстановительные процессы

*План:*

1. Типы окислительно-восстановительных реакций (ОВР): межмолекулярная; внутримолекулярная; реакция диспропорционирования/
2. Роль среды в ОВР: разбор примеров ОВР и подборе коэффициентов уравнений методами электронного и электронно-ионного баланса:
3. Окислительно-восстановительный потенциал.
4. Константа равновесия, её связь со значениями окислительно-восстановительных потенциалов.
5. Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала.
6. Направление реакций окисления-восстановления.
7. Электролиз как разновидность окислительно-восстановительных процессов.

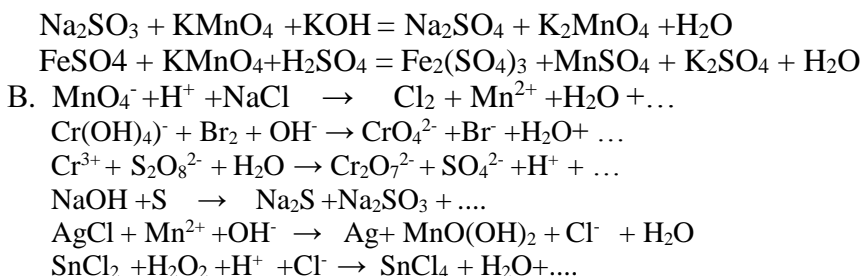
*Вопросы для обсуждения:*

1. Особенности протекания окислительно-восстановительных процессов.
2. Механизмы реакций ОВР.
3. Уравнение Нернста.
4. Влияние pH раствора на величину окислительно-восстановительного потенциала.
5. Рассчитайте константу равновесия и эдс реакции:  $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Pb}$  при концентрациях ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  0,01 моль/л.

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ В} \quad E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ В}$$

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Подберите коэффициенты в уравнениях методами электронного и электронно-ионного баланса:
  - А.  $\text{Ag} + \text{HNO}_3$ , конц.  $\rightarrow$
  - $\text{Ag} + \text{HNO}_3$ , разб.  $\rightarrow$
  - $\text{Mg} + \text{HNO}_3$ , конц.  $\rightarrow$
  - $\text{Mg} + \text{HNO}_3$  разб.  $\rightarrow$
  - $\text{Mg} + \text{HNO}_3$ , очень разб.  $\rightarrow$
- Б.  $\text{NaOH} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3$
- $\text{BaCrO}_4 = \text{BaO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$



2. При электролизе каких растворов солей меняется реакция среды у анода; у катода?
3. В какой последовательности разряжаются ионы металлов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  при электролизе водных растворов? Почему?
4. Электролиз раствора  $\text{CuSO}_4$  производится с медным анодом, содержащим примеси серебра. Окисляются ли оба металла на аноде? Составьте уравнения процессов, происходящих на электродах.
5. Напишите уравнения реакций катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе следующих веществ с графитовыми электродами:
  - а)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  - раствор;
  - б)  $\text{NaOH}$  — раствор;
  - в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — раствор;
  - г)  $\text{KNO}_3$  - расплав;

*Литература:*

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. - С. 264-299.
2. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С. 139-168.
3. Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман.гос.гуманит.ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – С. 18-27.
4. Князев, Д. А. Неорганическая химия: учебник для бакалавров [Текст] / Д. А. Князев, С.Н. Смарыгин - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С.194-213.
5. Мень, Е.С. Указания к контрольным и лабораторным работам по общей и неорганической химии [Текст]: учеб. метод. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман.гос.пед.ун-т – Мурманск, 2004. – 68 с.

Практическое занятие № 9

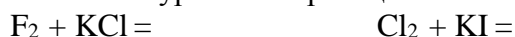
**Тема: Общая характеристика неметаллов.**

*План:*

1. Водород в природе. Получение водорода – лабораторные и промышленные методы. Физические и химические свойства водорода. Применение водорода.
2. Пероксид водорода. Физические и химические свойства. Применение.
3. Кислород в природе. Характеристика состава воздуха. Получение, физические и химические свойства кислорода. Озон.
4. Физические и химические свойства серы. Применение серы. Сероводород, получение, физические и химические свойства, применение. Сульфиды.
5. Оксиды серы. Сернистая кислота. Серная кислота. Физические и химические свойства. Получение и применение.
6. Галогены, их соединения, состав, свойства.
7. Кислородсодержащие соединения галогенов. Физические и химические свойства.

*Вопросы для коллективного обсуждения:*

1. Какие вещества называют аллотропными видоизменениями, аллотропные видоизменения кислорода и серы вам известны? Можно ли считать химической реакцией превращение одного аллотропного видоизменения в другое?
2. В чем выражается участие кислорода и галогенов в окислительно-восстановительных реакциях?
4. Перечислите лабораторные способы получения кислорода, водорода.
5. Почему наблюдается резкое различие в свойствах воды и пероксида водорода? Объясните, в каких случаях пероксид водорода может проявлять окислительные и в каких восстановительные свойства.
6. Какие соединения серы могут вести себя в химических реакциях как восстановители? Какие соединения серы могут вести себя в реакциях как окислители?
8. Можно ли сероводородную воду назвать сероводородной кислотой? Почему? Можно ли хлороводород назвать кислотой? Почему?
9. Почему оксид серы (IV) и сернистая кислота могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства?
10. Перечислите способы получения (лабораторные и промышленные методы) галогенов.
11. Закончите уравнения реакций:



Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

*Расчетные задачи:*

13. Смесь азота и кислорода имеет относительную плотность по водороду 15,5. Вычислите молярную долю кислорода в смеси.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Даны вещества  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Zn$ ,  $HCl$ ,  $CuO$ . Составьте уравнения пяти реакций возможного взаимодействия этих веществ друг с другом.
2. Какую роль – окислителя или восстановителя – играет  $H_2O_2$  в следующей реакции:  
 $KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$   
Составьте уравнения методом электронного баланса.
3. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  
 $NaH \rightarrow Na \rightarrow H_2 \rightarrow CaH_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4Cl \rightarrow N_2 \rightarrow Ca_3N_2 \rightarrow NH_3$
4. К оксиду серы (IV), массой 3,2 г, добавили кислород, массой 2,4 г. Вычислите объемную долю оксида серы в полученной газовой смеси.
5. В соляной кислоте растворили магний, массой 6 г, и цинк, массой 6,5 г. Определите объем водорода, измеренный при н.у., который выделится при этом.
6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
  - а)  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow S$ ;
  - б)  $H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaCl$ ;
  - в)  $Na_2O \rightarrow NaBr \rightarrow NaCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow KClO_3 \rightarrow KCl \rightarrow KOH \rightarrow H_2$
7. Газовая смесь состоит из кислорода (2,24 л) и оксида серы (IV) (3,36 л). Объемы газов приведены к н.у. Рассчитайте массу смеси.
8. Плотность галогеноводорода по воздуху равна 4,41. Определите плотность этого газа по водороду и назовите его.

*Литература:*

1. Князев, Д. А. Неорганическая химия: учебник для бакалавров [Текст] / Д. А. Князев, С.Н. Смарыгин - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. 332-515.

2. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. – С.342-528.
3. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С.192-221.

#### Практическое занятие № 10

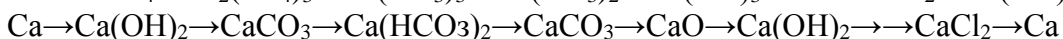
#### Тема: Общая характеристика металлов.

##### План:

1. Электронное строение металлов. Кристаллическое строение металлов.
2. Физические и химические свойства металлов.
3. Получение металлов. Сплавы.
4. Металлы главных подгрупп.
5. Алюминий и хром, нахождение в природе, получение, физические и химические свойства, применение.
6. Металлы побочных подгрупп.
7. Железо, нахождение в природе, получение, физические и химические свойства, применение.
8. Электронное строение, физические свойства неметаллов.
9. Химические свойства неметаллов и их соединений.

##### Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Напишите электронную формулу натрия, кальция, алюминия, меди, железа.
2. Сделайте вывод об отношении меди к концентрированным и разбавленным кислотам в связи с ее положением в электрохимическом ряду напряжений.
3. Можно ли гидроксокарбонат меди (II) перевести снова в сульфат меди (II), напишите уравнение этой реакции.
4. Напишите уравнения реакции, характеризующих химические свойства щелочных металлов.
5. Охарактеризуйте химические свойства магния, кальция.
6. Какие соединения называются амфотерными? Как доказать их амфотерность?
7. Охарактеризуйте химические свойства соединений кислорода, азота, фосфора, углерода.
8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



##### Задания для самостоятельной работы:

1. Напишите уравнения реакций, протекающих при электролизе водного раствора и расплава бромида калия. Какие вещества можно получить при этом?
2. Допишите схемы тех реакций, которые протекают практически до конца:
  - а)  $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
  - б)  $\text{NaOH} (\text{изб.}) + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
  - в)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow$
  - г)  $\text{NaOH} + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
  - д)  $\text{LiOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
3. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:
 
$$\text{KCl} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KHS} \rightarrow \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{KNO}_3.$$
 Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

4. Натрий получают электролизом расплава хлорида натрия, а для получения чистого железа используют электролиз водного раствора сульфата железа (II). Напишите уравнения реакций, протекающих при этих процессах.
5. При взаимодействии щелочного металла, массой 4,6 г, с йодом образуется иодид, массой 30 г. Какой щелочной металл был взят для реакции?
6. Сколько технического цинка, содержащего 4% примесей, и сколько 30% соляной кислоты потребуется для приготовления 50 кг 45% раствора хлорида цинка?
7. Сколько цинка и серной кислоты можно получить из 1 т цинковой обманки, содержащей 85% сульфида цинка?
8. Какой должна быть реакция среды в растворе нитрата меди (II)?

*Литература:*

1. Князев, Д. А. Неорганическая химия: учебник для бакалавров [Текст] / Д. А. Князев, С.Н. Смарыгин - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. 261-308.
2. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011-10. – С. 530- 633.
3. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – С.188-192.

### Лабораторный практикум

#### В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:

1. применяют знание теоретических основ общей и неорганической химии при решении прикладных задач;
2. применяют на практике методы экспериментального исследования;
3. излагают и критически анализируют получаемую информацию;
4. представляют результаты лабораторных исследований;
5. овладевают навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;
6. пользуются нормативными документами, определяющими организацию и технику безопасности работ в лаборатории.

#### Лабораторная работа № 1

##### Тема: Основные классы неорганических соединений

*Цель работы* — изучить некоторые химические свойства оксидов, гидроксидов, кислот, солей и условия необратимости реакции между растворами двух веществ.

*Ход работы:*

ТБ в химической лаборатории.

Приемы работы с химическим оборудованием и реактивами.

Опыт 1. Взаимодействие основных оксидов с водой.

Опыт 2. Взаимодействие кислотных оксидов с водой.

Опыт 3. Взаимодействие солей с основаниями. Получение нерастворимых в воде гидроксидов металлов и определение их характера.

Опыт 4. Взаимодействие кислот с солями.

Опыт 5. Получение средних и кислых солей.

Опыт 6. Получение гидроксида меди (II) и основной соли меди.

Опыт 7. Взаимодействие солей друг с другом.

### Контрольные вопросы

1. Составьте уравнения реакций:

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| а) $P_2O_5 + Ca(OH)_2 \rightarrow$  | з) $FeCl_3 + NaOH \rightarrow$    |
| б) $ZnO + H_3PO_4 \rightarrow$      | н) $CaO + CO_2 \rightarrow$       |
| в) $Sn(OH)_2 + NaOH \rightarrow$    | к) $SO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow$  |
| г) $Sn(OH)_2 + HCl \rightarrow$     | л) $Pb(NO_3)_2 + KCl \rightarrow$ |
| д) $NaHCO_3 + HCl \rightarrow$      | м) $SO_2 + H_2O \rightarrow$      |
| е) $NaHCO_3 + NaOH \rightarrow$     | н) $MnO + H_2O \rightarrow$       |
| ж) $Ca(HCO_3)_2 + NaOH \rightarrow$ | о) $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow$  |

2. При помощи каких реакций можно осуществить следующие переходы от одного вещества к другому?

- а)  $Zn \rightarrow ZnS \rightarrow ZnO \rightarrow (ZnOH)_2SO_4 \rightarrow ZnO$   
б)  $Cu(OH)_2 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow ZnOHCl \rightarrow ZnSO_4$   
в)  $CO_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow MgO$   
г)  $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow BaCl_2$   
д)  $MgO \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgOHNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2$

### Лабораторная работа № 2

#### Тема: Кинетика химических реакций. Химическое равновесие.

*Цели работы* — изучить скорость химической реакции и ее зависимость от концентрации, температуры, введения катализатора; выяснить влияние концентрации веществ на сдвиг химического равновесия.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакции  
Опыт 2. Влияние температуры на скорость реакции  
Опыт 3. Влияние катализатора на скорость реакции  
Опыт 4. Влияние концентрации реагирующих веществ на химическое равновесие

### Контрольные вопросы

1. Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 80°С. температурный коэффициент скорости реакции 3.  
2. При 150°С некоторая реакция заканчивается за 16 мин. принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2,5, рассчитайте, через какое время закончится эта реакция, если проводить ее: а) при 200°С; б) при 80°С.  
3. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества в2 в системе  $2a_2(г) + v_2(г) \rightleftharpoons 2a_2v(г)$ , чтобы, при уменьшении концентрации вещества а в 4 раза, скорость прямой реакции не изменилась?  
4. В каком направлении сместится равновесие реакции:  
 $A_{2(г)} + B_{2(г)} \rightleftharpoons 2AB_{(г)}$ , если давление в системе увеличить в 2 раза и одновременно повысить температуру на 10 градусов? Температурные коэффициенты скорости прямой и обратной реакций равны соответственно 2 и 3. Каков знак  $\Delta h^0$  этой реакции?

### Лабораторная работа № 3

#### Тема: Приготовление растворов.

*Цели работы* — приготовление растворов кислот и солей различной концентрации.

*Ход работы:*

Опыт 1. Приготовление растворов процентной концентрации.

Задание. Приготовить 200г 5%-ного раствора карбоната натрия из кристаллической соды  $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$  и воды.

Задание. Рассчитать молярность приготовленного раствора, используя найденную плотность.

Опыт 2. Приготовление молярных растворов.

Задание. Приготовить 250мл 1М раствора соляной (серной) кислоты из раствора, имеющегося в лаборатории.

Задание. Вычислить процентную и молярную концентрации, сравнить вычисленную молярность с заданной, установить точность выполнения опыта.

#### Лабораторная работа № 4

##### **Тема: Реакции в растворах электролитов. Свойства растворов сильных и слабых электролитов.**

*Цели работы* — изучить особенности протекания химических процессов в растворах электролитов; сравнить химическую активность кислот; изучить влияние одноименных ионов на направление диссоциации слабых электролитов; изучить свойства амфотерных электролитов;

*Ход работы:*

Опыт 1. Реакции, идущие с образованием нерастворимых и труднорастворимых веществ.

Опыт 2. Реакции, идущие с образованием слабого электролита.

Опыт 3. Реакции, протекающие с образованием малодиссоциирующих веществ.

Опыт 4. Реакции, идущие с образованием летучего соединения.

Опыт 5. Сравнение химической активности кислот.

а) Взаимодействие соляной и уксусной кислот с мрамором.

б) Взаимодействие соляной и уксусной кислоты с цинком.

Опыт 6. Смещение равновесия диссоциации слабого электролита.

а) Влияние соли слабой кислоты на степень диссоциации кислоты.

б) Влияние соли слабого основания на степень диссоциации этого основания.

Опыт 7. Влияние соли слабой кислоты на степень диссоциации сильных кислот.

Опыт 8. Амфотерные электролиты.

#### Контрольные вопросы

1. По какому признаку согласно теории электролитической диссоциации вещества классифицируются на кислоты, основания и соли?
2. Как вычислить степень диссоциации бинарного электролита, если известны константа диссоциации и молярная концентрация раствора?
3. Концентрация каких ионов в растворах солей  $\text{KHSO}_3$  и  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  больше и каких меньше?
4. Составьте ионно-молекулярные уравнения следующих реакций:  
а)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$       г)  $\text{HCN} + \text{NaOH} \rightarrow$   
б)  $\text{ZnS} + \text{HCl} \rightarrow$       д)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$   
в)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$       е)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
5. Составьте молекулярные уравнения к следующим ионно-молекулярным уравнениям:  
а)  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow$       г)  $\text{HCN} + \text{OH}^- \rightarrow$   
б)  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow$       д)  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow$   
в)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+ \rightarrow$       е)  $\text{CN}^- + \text{H}^+ \rightarrow$
6. Какой из растворов при одинаковой молярной концентрации содержит больше ионов  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ :  $\text{CH}_3\text{COOH}$  или  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?
7. Какие величины являются количественной характеристикой процесса электролитической диссоциации? Как и почему на степень диссоциации слабого электролита влияют введение в его раствор одноименного иона и разбавление раствора?
8. Как способность электролитов к диссоциации зависит от вида химической связи?

#### Лабораторная работа № 5



## Тема: Гидролиз солей.

*Цели работы* — изучить гидролиз солей разного типа; определить реакцию среды при помощи индикаторов; изучить влияние температуры и относительной силы электролита на степень гидролиза.

*Ход работы:*

Опыт 1. Определение рН при помощи универсального индикатора.

Опыт 2. Реакция среды растворов солей при гидролизе.

Опыт 3. Обратимый (неполный) гидролиз солей.

Опыт 4. Факторы, влияющие на степень гидролиза.

а) Влияние относительной силы электролита.

б) Влияние температуры.

Опыт 5. Необратимый (полный) гидролиз солей.

### Контрольные вопросы

1. Что называется водородным показателем?
2. Как изменяется величина водородного показателя в кислой среде? в щелочной среде?
3. Почему окраска индикатора изменяется при изменении реакции среды?
4. Как можно усилить гидролиз? замедлить гидролиз?
5. Что показывает степень гидролиза?
6. От каких факторов зависит степень гидролиза?
7. В какой области находится рН водных растворов солей  $AlCl_3$ ,  $Na_3PO_4$ ,  $NaHCO_3$ ,  $K_2S$ ?
8. Какую реакцию среды будут иметь следующие растворы солей:  $Na_2S$ ,  $Zn(NO_3)_2$ ,  $KNO_3$ ,  $CuSO_4$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$ ? Для солей, подвергающихся гидролизу, составьте молекулярные и ионные уравнения реакций.

## Лабораторная работа № 6

### Тема: Окислительно-восстановительные реакции

*Цели работы* — изучить окислительно-восстановительную способность металлов и их ионов.

*Ход работы:*

Опыт 1. Окислительно-восстановительная способность металлов и их ионов.

Опыт 2. Окислительные свойства иона  $Fe^{3+}$ .

Опыт 3. Восстановительные свойства иона  $Fe^{2+}$ .

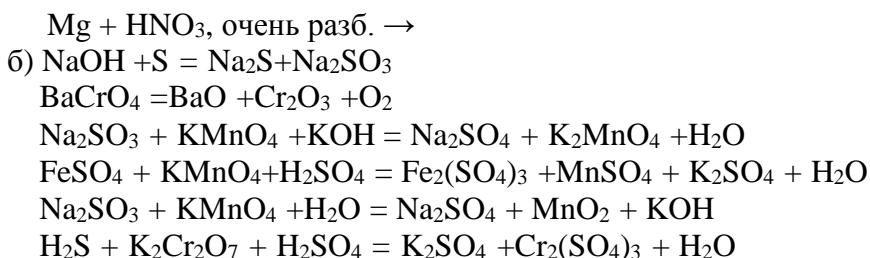
Опыт 4. Окисление ионов  $Cr^{3+}$  пероксидом водорода.

Опыт 5. Окисление ионов  $Fe^{2+}$  ионами  $MnO_4^-$ .

Задание: составить для всех реакций окислительные и восстановительные полуреакции; рассчитать ЭДС,  $\Delta G^\circ$  и константу равновесия реакций, используя стандартные электродные.

### Контрольные вопросы

1. Типы окислительно-восстановительных реакций (ОВР).
2. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы.
3. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций.
4. Роль среды в ОВР.
5. Подберите коэффициенты в уравнениях химических методами электронного и электронно-ионного баланса:
  - а)  $Ag + HNO_3$ , конц.  $\rightarrow$
  - $Ag + HNO_3$ , разб.  $\rightarrow$
  - $Mg + HNO_3$ , конц.  $\rightarrow$
  - $Mg + HNO_3$ , разб.  $\rightarrow$



Лабораторная работа № 7  
**Тема: Комплексные соединения.**

*Цели работы* — получить комплексные соединения, изучить их свойства и методы разрушения; научиться различать комплексные и двойные соли.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Образование аммиакатов меди.
- Опыт 2. Образование аммиакатов серебра.
- Опыт 3. Получение соединения, содержащего в молекуле комплексные катион и анион.
- Опыт 4. Комплексные соединения в реакциях обмена. Взаимодействие гексацианоферрата (III) калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с сульфатом меди (II).
- Опыт 5. Разрушение комплексных ионов.
- Опыт 6. Диссоциация двойной соли.
- Опыт 7. Диссоциация гексацианоферрата (III) калия.

Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются комплексными?
2. Каким ионам свойственна роль комплексообразователя?
3. Какие молекулы и ионы являются лигандами (аддендами)?
4. Имеется ли различие между двойными и комплексными солями?
5. Какие комплексные соединения называются однородными? неоднородными?
6. Определите валентность комплексообразователей, координационные числа и заряды комплексных ионов в соединениях:  
 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ;  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_2]$ ;  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
7. Из каких солей можно получить  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ? Напишите уравнение реакции.
8. Напишите формулу комплексного соединения, состоящего из ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{CN}^-$ . Координационное число кадмия равно 4.
9. Координационное число кобальта  $\text{Co}^{3+}$  (как комплексообразователя) равно 6. Укажите состав комплексных ионов в солях  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ,  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  и  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ . Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.
10. Координационное число двухвалентной меди равно 4. Составьте формулы аммиачного и цианистого комплексов двухвалентной меди, укажите их валентности и приведите примеры солей, в состав которых входили бы эти комплексные ионы.

Лабораторная работа № 8  
**Тема: Водород, кислород и их соединения.**

*Цель работы* - изучить способы получения и химические свойства водорода кислорода и их соединений.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Получение водорода.
- Опыт 2. Восстановительные свойства водорода.
- Опыт 3. Образование аквакомплексов.
- Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода.
- Опыт 5. Получение кислорода.

## Опыт 6. Окислительные свойства кислорода.

### Контрольные вопросы

1. Приведите все способы получения кислорода и водорода в лаборатории.
2. Как изменяются свойства бинарных соединений водорода и кислорода в периоде (на примере III периода) и как эту закономерность можно объяснить?
3. На основании опыта № 2 определите составы растворов после окончания всех реакций, считая, что весь полученный кислород полностью прореагировал, а плотности растворов равны 1 г/моль.

Объясните, почему лед легче воды?

4. Вычислите значение  $\Delta G^{\circ}_{298}$  реакций разложения, какое из указанных веществ предпочтительнее использовать для получения кислорода?



Термодинамические параметры для веществ:

вещество	$\Delta H^{\circ}_f$	$S^{\circ}_{298}$
KClO <sub>3</sub>	- 391.20	142.97
KCl	- 435.85	82.68
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- 1384.00	149.40
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	- 1090.00	146.00
O <sub>2</sub>	---	205.03

5. Напишите уравнение реакции по схеме:  $\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ = \text{NO}_3^- + \dots$

## Лабораторная работа № 9

### Тема: Сера и ее соединения.

*Цель работы* - изучить физические и химические свойства серы и ее соединений.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Получение пластической серы.
- Опыт 2. Получение и сжигание сероводорода.
- Опыт 3. Действие сероводорода на соли тяжелых металлов.
- Опыт 4. Восстановительные свойства сероводорода.
- Опыт 5. Получение оксида серы (IV) и растворение его в воде.
- Опыт 6. Свойства сернистой кислоты.
- Опыт 7. Разбавление серной кислоты.
- Опыт 8. Действие серной кислоты на металлы.
- Опыт 9. Качественная реакция на сульфат-ион.

### Контрольные вопросы.

1. Какие соединения серы могут вести себя в химических реакциях как восстановители?
2. Какие соединения серы могут вести себя в реакциях как окислители?
3. Можно ли сероводородную воду назвать сероводородной кислотой? Почему?
4. Почему оксид серы (IV) и сернистая кислота могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства?
5. Осуществить превращения:
6. а)  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$
7. б)  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$

## Лабораторная работа № 10

### Тема: Азот и фосфор.

*Цель работы* - изучить химические свойства азота, фосфора и их соединений.

*Ход работы:*

Опыт 1. Получение аммиака и растворение его в воде.

Опыт 2. Свойства аммиака.

Нейтрализация аммиака.

Смещение равновесия в растворе аммиака при нагревании.

Опыт 3. Свойства солей аммония.

4. Возгонка хлорида аммония.

5. Термическое разложение карбоната аммония.

6. Качественная реакция на ион аммония.

7. Гидролиз солей аммония.

Опыт 4. Получение оксида азота (II).

Опыт 5. Получение оксида азота (IV).

Опыт 6. Свойства нитритов.

Опыт 7. Свойства нитратов.

а) Определение нитрат - ионов.

б) Разложение нитратов.

Опыт 8. Свойства фосфатов.

а) Гидролиз фосфатов.

б) Растворимость фосфатов.

Контрольные вопросы

1. Объясните все наблюдаемые явления. Напишите все уравнения в ионной и в молекулярной форме, а окислительно-восстановительные реакции - по методу ионно-электронного баланса.
2. Объясните высокую полярность молекулы аммиака и его склонность к донорно-акцепторному взаимодействию.
3. Как влияет температура и давление на процесс синтеза аммиака из азотоводородной смеси?
4. Из нитратов каких металлов можно получить  $\text{NO}_2$ ?
5. Составить уравнение реакции по схеме:  $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{PO}_3^{3-} + \dots$

Лабораторная работа №11

**Тема: Металлы**

*Цель работы* - изучить химические свойства металлов и их соединений.

*Ход работы:*

Опыт 1. Амфотерные свойства алюминия.

Опыт 2. Амфотерные свойства гидроксида алюминия.

Опыт 3. Отношение меди к кислотам.

Опыт 4. Восстановление оксида меди (II) углем.

Опыт 5. Гидролиз солей меди.

Опыт 6. Отношение цинка к кислотам и щелочам.

Опыт 7. Получение гидроксида цинка и изучение его свойств.

Опыт 8. Гидролиз солей цинка.

Опыт 9. Получение гидроксида хрома (III) и изучение его свойств.

Опыт 10. Гидролиз солей хрома (III).

Опыт 11. Окислительные свойства дихроматов.

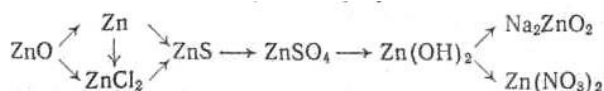
Опыт 12. Получение гидроксида железа (II) и изучение его свойств.

Опыт 13. Получение гидроксида железа (III) и изучение его свойств.

Опыт 14. Гидролиз солей железа (III).

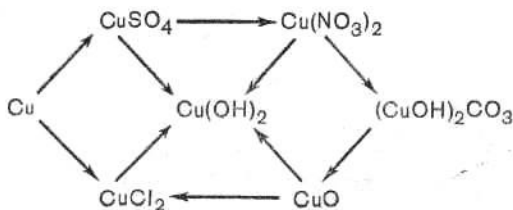
Контрольные вопросы

1. Как экспериментально доказать, что оксид меди (II) — основной оксид?
2. Предложите способ получения из оксида меди (II) гидроксида меди (II).
3. Сделайте вывод об отношении меди к концентрированным и разбавленным кислотам в связи с ее положением в электрохимическом ряду напряжений.
4. Как осуществить следующие превращения:



Можно ли полученный гидрокарбонат меди (II) перевести снова в сульфат меди (II), напишите уравнение этой реакции.

5. Осуществить следующие превращения:



6. Какой должна быть реакция среды в растворе нитрата меди (II)?
7. Какой объем 0,5 н. серной кислоты израсходуется на реакцию с 20 г оксида меди (II)?
- 40,625 г смеси опилок меди и цинка обработали соляной кислотой, в результате чего выделилось 5,6 л водорода. Каков процентный состав смеси?
8. Сколько 5 н. азотной кислоты израсходуется на реакцию с 16 г меди, если в процессе реакции выделяется оксид азота(II).
9. Сколько технического цинка, содержащего 4% примесей, и сколько 30% соляной кислоты потребуется для приготовления 50 кг 45% раствора хлорида цинка?
10. Сколько цинка и серной кислоты можно получить из 1 т цинковой обманки, содержащей 85% сульфида цинка?

### Литература

- Глинка, Н. Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Глинка Н. Л. ; Под ред. А.И. Ермакова. - 30-е изд., испр. - М. : Интеграл-Пресс, 2004, 2010. - 728 с.
- Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под. ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – Изд. испр. – М. : Интеграл-Пресс, 2011, 2004. – 240 с.
- Сагайдачная, В.В. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / авт.-сост. В.В.Сагайдачная; М-во образования и науки РФ, Мурман. гос. гуманит. ун-т. – Мурманск: МГГУ, 2011. – 116 с.

### Модуль 2 «Аналитическая химия»

В ходе практических занятий применяется проблемное изложение материала, сравнительный анализ, решение ситуационных задач, работа в группах, визуальные презентации теоретического материала, электронные образовательные ресурсы; в познавательной деятельности используются базовые знания в области естественных наук.

Обучающиеся приобретают знания о свойствах химических систем, теоретических основах качественного и количественного анализа; методах химической идентификации веществ. В ходе практических занятий обучающиеся применяют на практике теоретические основы качественного и количественного анализа; осуществляют аналитические расчеты в различных химических системах; излагают и анализируют получаемую информацию.

## Практическое занятие № 1

### Тема: Процессы в гомогенных и гетерогенных системах.

#### План:

1. Теория растворов в аналитической химии.
2. Водородный и гидроксидный показатели. Вычисление pH в растворах кислот, оснований, солей.
3. Гидролиз солей.
4. Гетерогенные равновесия в системе «раствор — осадок».
5. Произведение растворимости.
6. Факторы, влияющие на растворимость.

#### Вопросы для коллективного обсуждения

1. Понятия константы и степени диссоциации.
2. Расчет константы и степени диссоциации.
3. Особенности гидролиза солей по катиону.
4. Особенности гидролиза солей по аниону.
5. Условия необратимости гидролиза.
6. Расчет степени и константы гидролиза.
7. Расчет растворимости и произведения растворимости для малорастворимых соединений.

#### Расчетные задачи:

1. Вычислите степень диссоциации хлорида натрия в 0,1 М растворе.
2. Какова молярность 20%-ой азотной кислоты? ( $\rho = 1,115$  г/мл).
3. Вычислите pH 0,3 м раствора гидрокарбоната натрия.
4. Определить константу диссоциации кислоты, если в 0,1 М растворе степень ее диссоциации 25%.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. В 0,5 л раствора содержится 4,1 г  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Вычислить pH и степень гидролиза соли.
2. Вычислить pH раствора, полученного смешением 50 мл 0,1 М раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  и 25 мл 0,2 М  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .
3. Вычислить, какой объем раствора нитрата серебра концентрации 40 мг • мл<sup>-1</sup> потребуется для полного осаждения хлорид-иона, содержащегося в 1 г чистого хлорида натрия.
4. Рассчитать pH раствора, полученного при добавлении к 500 мл 0,1 М раствора хлороводородной кислоты 8,2 г кристаллического ацетата натрия.
5. Рассчитать для 0,1 М раствора бензоата натрия константу гидролиза, pH и степень гидролиза.
6. Рассчитать равновесную концентрацию ионов меди, если в 100 мл раствора содержится 0,16 г сульфата меди(II) 0,6 г аммиака.
7. При какой концентрации гидроксид-ионов будет образовываться осадок гидроксида меди(II) из 0,001 М раствора  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .
8. Вычислите степень диссоциации хлорида натрия в 0,1 М растворе.
9. Вычислите степень гидролиза карбоната натрия в 0,2 М растворе.
10. Вычислите pH 0,3 м раствора гидрокарбоната натрия.

#### Литература

2. Хаханина Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. – С.10-27.
3. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1. [Текст] : учебник для студ. и асп. вузов / Т. А. Большова и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. - С. 102-128.
4. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст]: учебник для вузов : в 2 кн. : Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003, 2010. - 615 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
6. Основы аналитической химии : задачи и вопросы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Фадеева И. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2002. - 412 с.
7. Мень, Е. С. Равновесие в растворах электролитов [Текст]: учеб. пособие / Мень Е. С., Мень С. А. ; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ин-т. - Мурманск, 2000. - 74 с.

Практическое занятие №2  
**Тема: Буферные системы.**

*План:*

1. Понятие о буферных системах.
2. Понятие о буферной ёмкости.
3. Хозяйственное и биологическое значение буферных систем.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Общая (аналитическая) и активная концентрация?
2. Условная константа равновесия, их показатели (рК)?
3. Шкала рН как мера кислотности среды.
4. Расчет рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований.
5. Назовите примеры буферных растворов, охарактеризуйте механизм их действия.
7. Буферная ёмкость системы?
8. Охарактеризуйте хозяйственное и биологическое значение буферных систем.
9. Вычислите буферную ёмкость 10 мл раствора, содержащего 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
10. Вычислите буферную ёмкость 30 мл раствора, содержащего 0,1 М  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

*Задания для самостоятельной работы:*

1. К 0,5 М раствору уксусной кислоты добавлена хлороводородная кислота до  $\text{pH}=0,5$ . Рассчитать степень диссоциации уксусной кислоты и концентрацию ацетат-ионов в полученном растворе.
2. Буферный раствор содержит 0,5 моль/л гидроксида аммония и 0,25 моль/л нитрата аммония. Рассчитать рН раствора. Как изменится рН этого раствора при добавлении 1 л а) 0,2 моль хлороводородной кислоты, б) 0,25 моль гидроксида натрия?
3. К 20 мл 0,1 М раствору аммиака прибавили 10 мл 1 М раствора гидроксида натрия. Рассчитать рН полученного раствора.
4. Буферный раствор содержит 0,5 моль/л уксусной кислоты и 0,25 моль/л ацетата натрия. Рассчитать рН раствора. Как изменится рН при добавлении к 1 литру этого раствора 0,25 моль хлороводородной кислоты?

5. Сколько грамм формиата калия нужно прибавить к 1 литру 2н. раствора муравьиной кислоты, чтобы получилась буферная смесь с рН равным 2.
6. Рассчитать значение рН в растворе, полученном при сливании 40 мл 0,05 М раствора уксусной кислоты и 20 мл 0,1М раствора гидроксида калия. Какова степень гидролиза соли в полученном растворе?
7. Рассчитать рН буферного раствора, полученного при сливании 1 л 0,5 М раствора гидроксида аммония и 1 л 0,5 М раствора хлорида аммония. Как изменится рН раствора при добавлении 5 мл 0,5 М раствора хлороводородной кислоты к 50 мл буферной смеси.
8. Рассчитать молярную растворимость (моль/л) и массовую растворимость (г/л) фосфата бария в 0,025 М растворе фосфата натрия.

### *Литература*

1. Хаханина Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. – С. **20-24**.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1. [Текст] : учебник для студ. и асп. вузов / Т. А. Большова и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. – С.**129-164**.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст]: учебник для вузов : в 2 кн. : Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003, 2010. - 615 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
5. Основы аналитической химии : задачи и вопросы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Фадеева И. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2002. - 412 с.
6. Мень, Е. С. Равновесие в растворах электролитов [Текст]: учеб. пособие / Мень Е. С., Мень С. А. ; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ин-т. - Мурманск, 2000. - 74 с.

### Практическое занятие №3

#### **Тема: Окислительно-восстановительные процессы**

#### *План:*

1. Окислительно-восстановительный потенциал.
2. Константа равновесия, её связь со значениями окислительно-восстановительных потенциалов.
3. Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала.
4. Направление реакций окисления-восстановления.
5. Каталитические реакции.

#### *Вопросы для обсуждения:*

1. Особенности протекания окислительно-восстановительных процессов.
2. Окисленная и восстановленная формы
3. Окислительно-восстановительное равновесие.
4. Механизмы реакций ОВР.
5. Уравнение Нернста.
6. Стандартный и реальный потенциал.
7. Направление реакций окисления-восстановления.
8. Влияние рН раствора на величину окислительно-восстановительного потенциала.



9. Влияние реакции комплексообразования на величину окислительно-восстановительного потенциала.
10. Влияние малорастворимых соединений на величину окислительно-восстановительного потенциала.
11. Влияние концентраций окисленной и восстановленной форм на величину окислительно-восстановительного потенциала.
12. Влияние pH раствора на величину окислительно-восстановительного потенциала.
13. Рассчитайте константу равновесия и эдс реакции:  $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Pb}$  при концентрациях ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  0,01 моль/л.
14. Рассчитайте электродный потенциал полуреакции  $\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$  при pH равном 3 и концентрациях ионов  $\text{ClO}_4^-$  0,01 моль/л и  $\text{Cl}^-$  0,005 моль/л. Стандартный электродный потенциал

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Рассчитайте эдс гальванического элемента, состоящего из 2 цинковых электродов, если концентрации соли составляют 0,1 М у одного электрода и 10–4М у другого электрода.
2. Рассчитайте константу равновесия реакции:  $\text{Ti}^{3+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Ti}$ , если  $-1,37$  В, а .
3. Рассчитайте концентрацию ионов  $\text{Mn}^{2+}$ , если электродный потенциал полуреакции  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  составляет 1,261 В, pH = 3, а концентрация ионов  $\text{MnO}_4^-$  0,01 моль/л.
4. Смешали 2 М раствор  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 0,4 М раствор  $\text{CrCl}_3$ , 2 М раствор  $\text{HCl}$  и 0,2 М раствор  $\text{Cl}_2$ . Напишите уравнение реакции и рассчитайте ее эдс
5. Вычислите электродный потенциал серебра в насыщенном растворе  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  ,  $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,12 \cdot 10^{-12}$ .
6. Вычислите  $\text{PP Ag}_2\text{S}$  при 298 К, если электродный потенциал серебра в насыщенном растворе  $\text{Ag}_2\text{S}$  равен  $-0,65$  В. .

*Литература*

1. Хаханина Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - С. **39-42**.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1. [Текст] : учебник для студ. и асп. вузов / Т. А. Большова и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. - С.**203-218**.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст]: учебник для вузов : в 2 кн. : Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003, 2010. - 615 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
5. Основы аналитической химии : задачи и вопросы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Фадеева И. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2002. - 412 с.
6. Мень, Е. С. Равновесие в растворах электролитов [Текст]: учеб. пособие / Мень Е. С., Мень С. А. ; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ин-т. - Мурманск, 2000. - 74 с.

Практическое занятие № 4

**Тема: Титриметрические методы анализа.**

*План:*

1. Общие сведения о титриметрии.

2. Кислотно-основное титрование.
3. Окислительно-восстановительное титрование.
4. Титрование методом осаждения.
5. Комплексометрическое титрование.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Охарактеризуйте прямые и косвенные методы титрования.
2. Охарактеризуйте метод остатков (обратное титрование).
3. Сформулируйте закон эквивалентов в анализе.
4. Точка эквивалентности и методы ее установления?
5. Какие индикаторы применяют при титриметрическом анализе?
6. Охарактеризуйте кислотно-основное титрование.
7. Охарактеризуйте методы перманганато- и иодометрии.
8. Назовите примеры использования перманганато- и иодометрии в определении железа, нитратов, активного хлора.
9. 0,3326 г частично выветрившегося магния сульфата гептагидрата растворили в воде и оттитровали 17,29 мл раствора ЭДТА с молярной концентрацией 0,1000 моль/л. Рассчитать сколько молекул воды приходится на 1 молекулу магния сульфата в анализируемом кристаллогидрате и массовую долю магния в образце в %.
10. Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора нитрата серебра, если на титрование 36,48 мл его затрачено 25,63 мл раствора хлорида натрия, содержащего 58,00 г NaCl в 500 мл раствора. Рассчитать  $p_{Ag}$  и  $p_{Cl}$  в момент эквивалентности.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Сколько надо добавить раствора азотной кислоты с титром  $0,006497 \text{ г} \cdot \text{мл}^{-1}$  к 500 мл раствора этой же кислоты с титром  $0,005601 \text{ г} \cdot \text{мл}^{-1}$ , чтобы получить точно 0,1000 н. раствор?
2. К пробе, содержащей уксусную кислоту, прибавлено 40,00 мл раствора гидроксида натрия ( $T(\text{NaOH}) = 0,003901 \text{ г} \cdot \text{мл}^{-1}$ ). Избыток щелочи оттитрован 19,98 мл раствора серной кислоты ( $T(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,004903 \text{ г} \cdot \text{мл}^{-1}$ ). Рассчитать количество граммов  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в пробе.
3. Постройте кривую титрования 25 мл 0,2 н раствора бензойной кислоты 0,2 н. раствором гидроксида калия, если прибавлено 24,95; 25,05; 25,00 мл щелочи. Подберите индикатор.
4. Сколько % железа содержится в сидерите, если навеска его равна 2,000 г. После растворения в кислоте раствор разбавлен в мерной колбе до 200 мл. На титрование железа (II) на 50,00 мл этого раствора затрачивается 22,50 мл 0,1 н. раствора перманганата калия с  $K_n = 1,922$ . ( $K_n$  - поправочный коэффициент).
5. Сколько мл 0,05 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  потребуется на титрование йода, выделившегося после прибавления избытка KI к 50 мл раствора, взятого из мерной колбы на 500 мл, где было растворено 2 г сплава, содержащего 60 % меди?
6. К раствору арсенита натрия добавлен  $\text{NaHCO}_3$  до  $pH = 9$  и 25,00 мл 0,0500 н. раствора йода. Остаток йода после тщательного перемешивания оттитрован 10,20 мл раствора тиосульфата с титром по дихромату  $0,002496 \text{ г} \cdot \text{мл}^{-1}$  Какое количество граммов мышьяка находилось в исследуемом растворе?
7. Рассчитать область скачка на кривой титрования  $\text{Fe}^{3+}$  раствором  $\text{Sn}^{2+}$  при недостатке и избытке рабочего раствора в 0,1 %. Молярные концентрации эквивалента растворов солей железа и олова равны между собой и составляют 0,1.
8. Для определения титра раствора  $\text{KMnO}_4$  навеску оксалата натрия  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  массой 1,3444 г поместили в мерную колбу на 200,0 мл. На титрование 20,00 мл этого раствора затрачено 20,04 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Рассчитайте: а) молярную концентрацию эквивалента  $\text{KMnO}_4$ ; б) титр  $\text{KMnO}_4$ ; в) титр  $\text{KMnO}_4$  по  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ; г) поправочный коэффициент раствора  $\text{KMnO}_4$ .

9. 0,3326 г частично выветрившегося магния сульфата гептагидрата растворили в воде и оттитровали 17,29 мл раствора ЭДТА с молярной концентрацией 0,1000 моль/л.
10. Рассчитать сколько молекул воды приходится на 1 молекулу магния сульфата в анализируемом кристаллогидрате и массовую долю магния в образце в %.

### *Литература*

1. Хаханина Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - С. 202-264.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2. [Текст] : учебник для студ., асп. и преп. вузов / Н. В. Алов и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. - С.30-112.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст]: учебник для вузов : в 2 кн. : Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Харитонов Ю. Я. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003, 2010. - 559 с.
4. Основы аналитической химии [Текст]: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн. 2: Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотарева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 494 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
6. Основы аналитической химии : задачи и вопросы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Фадеева И. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2002. - 412 с.

### Практическое занятие №5

#### **Тема: Физико-химические методы анализа.**

#### *План:*

1. Электрохимические методы анализа.
2. Полярография.
3. Кулонометрическое титрование.
4. Спектральные методы анализа.
5. Хроматографические методы анализа.

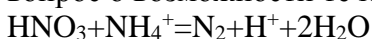
#### *Вопросы для обсуждения:*

1. Охарактеризуйте потенциометрический метод анализа.
2. Электроды сравнения и индикаторные, их характеристика.
3. Прямая потенциметрия и потенциометрическое титрование. Назовите области применения потенциометрического метода, его преимущества и недостатки.
4. Охарактеризуйте полярографический метод анализа.
5. Охарактеризуйте амперометрическое титрование с одним индикаторным электродом.
6. Назовите области применения полярографического метода, его преимущества и недостатки.
7. Охарактеризуйте кулонометрическое титрование.
8. Назовите законы Фарадея, лежащие в основе данного метода.
9. Назовите области применения кулонометрического титрования, его преимущества и недостатки.
10. Охарактеризуйте спектральные методы анализа.
11. Классификация спектральных методов?.

12. Назовите особенности абсорбционной молекулярной спектроскопии.
13. Назовите хроматографические методы анализа.
14. Охарактеризуйте основные виды хроматографии - в тонком слое, бумажная, осадочная, ионнообменная и газовая.
15. Чему равен окислительно-восстановительный потенциал пары  $\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{HAsO}_2$  при: а)  $[\text{H}^+]=1$  моль/л, б)  $\text{pH}=8$ . Для расчета принять  $[\text{H}_3\text{AsO}_4]=[\text{HAsO}_2]$ . В каком случае пойдет реакция окисления иодид-ионов до свободного иода, и в каком - восстановления свободного иода.
16. Постройте кривую титрования 25 мл 0,2 н раствора бензойной кислоты 0,2 н. раствором гидроксида калия, если прибавлено 24,95; 25,05; 25,00 мл щелочи. Подберите индикатор.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Написать уравнения диссоциации комплексных ионов и рассчитать равновесную концентрацию ионов цинка в 0,01 М растворе  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  и в 0,1 М растворе  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ . В каком растворе концентрация ионов цинка будет больше?
2. Рассчитать концентрацию бромид-ионов в 0,002 М растворе аммиачного комплекса серебра  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , содержащем 0,005 моль/л аммиака, которую надо создать, чтобы образовался осадок бромида серебра.
3. Рассчитать, как изменится потенциал системы  $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}_0$ , если к раствору, содержащему 0,1 моль/л ионов ртути (II), добавить твердый иодид калия до концентрации 0,015 моль/л.
4. При анализе на раствор, содержащий  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  подействовали избытком гидроксида калия в присутствии пероксида водорода. Составить уравнения окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом.
5. При какой концентрации гидроксид-ионов будет образовываться осадок гидроксида меди(II) из 0,001 М раствора  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ . К 0,1 М раствору нитрата серебра, являющемуся одним из электролитов в гальваническом элементе, который состоит из пары  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  и стандартного водородного электрода, прибавили эквивалентное количество сульфида аммония. Учитывая  $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{S})$ , решите, будет ли происходить изменение направления тока в элементе?
6. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом, если на раствор содержащий а) ионы  $\text{Cr}^{3+}$  подействовать пероксидом водорода в щелочной среде, б) ионы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  подействовать пероксидом водорода в кислой среде.
7. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал системы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  при концентрации ионов водорода, равной а) 1 моль/л, б) 0,1 моль/л. Возможно ли окислить хлорид-ион и бромид-ион до свободных галогенов при этих значениях кислотности?
8. Рассчитать константу равновесия окислительно-восстановительной реакции. Решите вопрос о возможности течения реакции.



*Литература*

1. Хаханина Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - С.31-38.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2. [Текст] : учебник для студ., асп. и преп. вузов / Н. В. Алов и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. - С.115-220.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст]: учебник для вузов : в 2 кн. : Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Харитонов Ю. Я. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003, 2010. - 559 с.

4. Основы аналитической химии [Текст]: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн. 2: Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотарева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2003. - 494 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
6. Основы аналитической химии : задачи и вопросы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Фадеева И. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2002. - 412 с.

### Лабораторный практикум

#### В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:

- применяют знание теоретических основ аналитической химии при решении прикладных задач;
- применяют на практике методы экспериментального исследования, проводят качественный анализ катионов и анионов кислотно-основным методом; проводят количественный анализ неорганических соединений;
- овладевают комплексом химических методов исследования; методами обработки и анализа опытных данных;
- излагают и критически анализируют получаемую информацию;
- представляют результаты лабораторных исследований;
- овладевают навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;
- овладевают навыками использования нормативных документов, определяющими организацию и технику безопасности работ.

#### Лабораторная работа №1

#### Тема: Качественный анализ катионов первой группы.

*Цель работы:* изучить особенности поведения качественного анализа катионов.

*Ход работы.*

1. Общие реакции на катионы (I) группы.
2. Специфические реакции катионов первой группы:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Hg}_2^{+2}$ .
3. Анализ смеси катионов первой группы.

#### Контрольные вопросы

1. Почему осадок хлоридов промывают не водой, а раствором кислоты?
2. Как можно разрушить аммиакатный комплекс серебра?
3. Как можно отделить свинец от серебра и ртути в смеси хлоридов без кипячения в воде?
4. Приведите характерные реакции на катион  $\text{Hg}_2^{+2}$ .
5. Почему при осаждении иодида серебра раствор можно не подкислять?
6. Как протекает диспропорционирование иона  $\text{Hg}_2^{+2}$ ?
7. Какие реактивы, кроме аммиака, можно использовать для разделения ионов  $\text{Hg}_2^{+2}$  и  $\text{Ag}^+$ ?
8. Что такое произведение растворимости и как оно связано с растворимостью вещества?
9. Как влияет на растворимость введение постороннего электролита:
  - а) имеющего общий ион с растворённым веществом;
  - б) не имеющего общего иона?
10. Какой из катионов ртути более токсичен  $\text{Hg}_2^{+2}$  или  $\text{Hg}^{+2}$ ?

## Лабораторная работа №2

### Тема: Качественный анализ катионов второй группы

#### Ход работы.

1. Общие реакции на катионы группы.
2. Специфические реакции катионов группы:
3. Реакции  $Ba^{2+}$  - ионов
4. Реакции  $Ca^{2+}$  -ионов
5. Реакции  $Sr^{2+}$  - ионов
6. Анализ смеси катионов второй группы.

#### Контрольные вопросы

1. Что является групповым реактивом катионов второй аналитической группы ?
2. Какова роль этанола при осаждении катионов второй группы?
3. На чём основан перевод сульфатов в карбонаты, и для чего это делается?
4. Почему перевод сульфатов в карбонаты проводят с использованием концентрированного раствора или кристаллов карбоната натрия ?
5. Почему при добавлении дихромата к раствору катиона  $Ba^{2+}$  выпадает осадок хромата ,а не дихромата бария?
6. Какова роль буферной аммиачной смеси при обнаружении кальция жёлтой кровяной солью?
7. Как обнаружить барий и стронций при их совместном присутствии в растворе?
8. С какой целью при обнаружении  $Ba^{2+}$  к раствору дихромата добавляют ацетат натрия?
9. Рассчитайте соотношение концентраций ацетата натрия и уксусной кислоты для получения буферной смеси с  $pH = 5$ .
10. Как проверить полноту перехода сульфатов в карбонаты?

## Лабораторная работа №3

### Тема: Качественный анализ катионов третьей группы.

#### Ход работы.

Общие реакции на катионы группы.

1. Специфические реакции катионов группы:
2. Реакции  $Ba^{2+}$  - ионов
3. Реакции  $Ca^{2+}$  -ионов
4. Реакции  $Sr^{2+}$  - ионов
5. Анализ смеси катионов группы.

#### Контрольные вопросы

1. Как называются свойства, характерные для гидроксидов алюминия, цинка и хрома? Гидроксиды каких из известных вам элементов обладают подобными свойствами?
2. Составьте уравнение реакции окисления хрома бромом в щелочной среде.
3. Почему в осадке не  $Mn(OH)_2$  ,а  $MnO(OH)_2$  ?  $HgO$ , а не  $Hg(OH)_2$  ?
4. Объясните механизм растворения гидроксида магния в хлориде аммония.
5. Рассчитайте  $pH$  в 0,1 М растворе нитрата цинка.
6. В виде какого соединения будет осаждаться цинк из раствора его хлорида при добавлении соды?
7. Какова роль ионов  $Zn^{2+}$  в реакции с диэтиланилином?
8. Какие способы разрушения комплексов вам известны ?
9. Что такое константа нестойкости комплексного соединения?
10. Почему при осаждении цинка используют не карбонат аммония, а карбонат натрия ?

Лабораторная работа №4  
**Тема: Качественный анализ катионов четвертой группы.**

*Ход работы.*

1. Общие реакции на катионы группы.
2. Специфические реакции катионов группы.
3. Анализ смеси катионов группы.

Лабораторная работа №5  
**Тема: Качественный анализ катионов пятой группы.**

*Ход работы.*

1. Общие реакции на катионы группы.
2. Специфические реакции катионов группы.
3. Анализ смеси катионов группы.

Лабораторная работа № 6  
**Тема: Качественный анализ анионов.**

*Ход работы.*

1. Общие реакции на анионы группы.
2. Специфические реакции анионов в группы.
3. Анализ смеси анионов группы.

Лабораторная работа № 7 (2ч.)

Тема: Идентификация неизвестного вещества (обнаружение катионов и анионов).

Лабораторная работа №8 (2ч.)

Тема: Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.

Лабораторная работа №9 (2ч.)

Тема: Стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте.

Лабораторная работа №10 (2ч.)

Тема: Определение содержания HCl в растворе.

Лабораторная работа №11 (2ч.)

Тема: Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.

Лабораторная работа №12(2ч.)

Тема: Определение железа (II) в растворе соли Мора.

Лабораторная работа №13 (2ч.)

Тема: Потенциометрическое измерение рН природной воды.

*Литература*

1. Хаханина, Т. И. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст] / Хаханина Т. И., Никитина Н. Г. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 278 с.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1. [Текст] : учебник для студ. и асп. вузов / Т. А. Большова и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. -384 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2. [Текст] : учебник для студ., асп. и преп. вузов / Н. В. Алов и и др. ; ред. Ю. А. Золотов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр "Академия", 2010. -416 с.
4. Основы аналитической химии [Текст]: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн. 2: Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотарева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 494 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство [Текст]: учеб. пособие для студ. ун-тов, вузов / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2001. - 463 с.
6. Мень, Е. С. Аналитическая химия. Качественный анализ катионов и анионов [Текст]: учеб.-метод. пособие / Мень Е. С., Мень С. А. ; М-во образования РФ, МГПИ . - Мурманск, 2001. - 46 с.

### **Модуль 3 «Органическая химия»**

В ходе практических занятий применяется проблемное изложение материала, сравнительный анализ, решение ситуационных задач, работа в группах, визуальные презентации теоретического материала, электронные образовательные ресурсы; в познавательной деятельности используются базовые знания в области естественных наук.

Обучающиеся приобретают новые знания о теоретических основах органической химии: классах органических соединений, номенклатуре, физических, химических свойствах, методах получения; механизмах протекания химических реакций с участием органических соединений, их роль в биологических процессах и процессах протекающих в окружающей среде. В ходе практических занятий обучающиеся применяют на практике теории и законы органической химии; осуществляют химические расчёты; излагают и анализируют получаемую информацию.

#### **Практическое занятие №1**

#### **Тема: Ациклические углеводороды.**

*Цель работы:* закрепить у студентов знания о строении, номенклатуре, химических свойствах ациклических углеводородов и механизмах реакций замещения и присоединения.

*Вопросы для коллективного обсуждения;*

1. Расскажите об электронном строении алканов.
2. Расскажите о физических свойствах алканов.
3. Расскажите об электронном строении алкенов.
4. Расскажите о физических и химических свойствах алкенов.
5. Расскажите об электронном строении алкинов.
6. Расскажите о физических и химических свойствах алкинов.

*Задания для самостоятельной работы*

Задание 1. Напишите структурные формулы всех углеводородов состава  $C_5H_{12}$  и назовите их по систематической номенклатуре.

Задание 2. Напишите структурную формулу простейшего алкана, в молекуле которого есть только первичные и четвертичные атомы углерода.



Задание 3. Назовите следующие углеводороды:

Задание 4. При пропускании 11,2 л смеси метана, оксида углерода (IV) и оксида углерода (II) через раствор гидроксида натрия, взятый в избытке, объём исходной смеси уменьшился на 4,48 л (н.у.). Для полного сгорания оставшейся смеси потребовалось 6,72 л (н.у.) кислорода. Определите состав исходной смеси (в % по объёму).

Задание 5. Напишите структурные формулы всех непредельных углеводородов состава  $C_6H_{12}$ .

Задание 6. Этиленовый углеводород массой 7,0 г присоединяет 22,4 л (н.у.) бромоводорода. Определите формулу и строение этого углеводорода, если известно, что он является цис-изомером.

Задание 7. Назовите углеводород по систематической номенклатуре:

Задание 8. Напишите уравнения взаимодействия 2-метилпентадиена-1,3: а) с бромом; б) с бромоводородом.

Задание 9. Напишите структурные формулы всех алкинов состава  $C_6H_{10}$ , имеющих в своём составе один третичный атом и назовите их по систематической номенклатуре.

Задание 10. При пропускании смеси пропана и ацетиленов через склянку с бромной водой масса склянки увеличилась на 1,3 г. При полном сгорании такого же количества исходной смеси углеводородов выделилось 14 л (н.у.) углекислого газа. Определите массовую долю пропана в исходной смеси.

### *Литература*

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. **312-416**.

2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - С.**91-143**.

3. Артёмов, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артемов, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.

4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.

5. Мень Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.

6. Мень Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

### Практическое занятие №2

#### **Тема: Циклические углеводороды.**

*Цель работы:* закрепить знания о строении и свойствах циклических углеводородов.

#### *Вопросы для коллективного обсуждения:*

1. Расскажите об электронном строении циклоалканов.
2. Расскажите о физических и химических свойствах циклоалканов.
3. Расскажите об электронном строении циклоалкенов и циклодиенов.
4. Расскажите о физических и химических свойствах циклоалкенов и циклодиенов.
5. Расскажите об электронном строении аренов.
6. Расскажите о физических и химических свойствах аренов.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Задание 1. Напишите структурные формулы:

- а) метилциклопентана; б) 1,2-диметилциклогексана;
- в) 3-этилциклогексена; г) 2-метилциклогексадиен;
- д) 3-изопропил-1-циклогексилциклооктана;
- е) циклопентилциклооктана; ж) метилциклобутена.

Задание 2. Осуществите следующие превращения:

метан → пропан → циклопропан → метилциклопропан → бутан

Задание 3. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов  $C_6H_{12}$  с шестичленным, пятичленным и четырёхчленным кольцом. Назовите их.

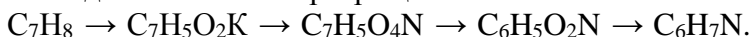
Задание 4. Получите из соответствующих ациклических дигалогенпроизводных:

а) метилциклопропан; б) 1,2-диметилциклобутан.

Задание 5. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических углеводородов состава  $C_5H_{10}$  и назовите их.

Задание 6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: метан → X → бензол.

Задание 7. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



В уравнениях укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакций.

Задание 8. Какие вещества и при каких условиях вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны продукты реакции без коэффициентов):

1) 1,2-диметил бензол +  $H_2$ ; 2)  $C_6H_5CH_3 + HBr$ ; 3) 1,3,5-диметилбензол? Напишите полные уравнения реакций.

Задание 9. Приведите уравнения реакций, описывающих превращения: гексан → бензол → циклогексан.

Задание 10. При хлорировании гомолога бензола массой 16,0 г в присутствии хлорида железа (III) образуется смесь монохлорпроизводных той же массы. Установите молекулярную формулу гомолога бензола, если выход реакции составил 77,7%.

### *Литература*

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. **312-416**.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - С.**349-386**.
3. Артёменко, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.
4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.
5. Мень Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.
6. Мень Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

Практическое занятие №3

**Тема: Кислородсодержащие соединения.**

*Цель работы:* закрепить знания о строении и химических свойствах кислород-содержащих органических соединений.

*Вопросы для коллективного обсуждения:*

1. Расскажите об электронном строении спиртов и фенолов.
2. Расскажите о физических и химических свойствах спиртов и фенолов.
3. Расскажите об электронном строении альдегидов и кетонов.
4. Расскажите о физических и химических свойствах альдегидов и кетонов.
5. Расскажите об электронном строении альдегидов карбоновых кислот.
6. Расскажите об электронном строении карбоновых кислот.
7. Расскажите об электронном строении эфиров.
8. Расскажите о физических и химических свойствах эфиров.

*Задания для самостоятельной работы*

Задание 1. Напишите структурные формулы всех третичных спиртов состава  $C_6H_{13}OH$ . Назовите эти соединения.

Задание 2. Определите молекулярную формулу фенола, содержащего 13,11% кислорода по массе.

Задание 3. Определите молекулярную формулу предельного многоатомного спирта, содержащего 45,28% кислорода по массе.

Задание 4. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:

$C_4H_{10}O \rightarrow C_4H_8O \rightarrow C_5H_9ON \rightarrow C_5H_{13}O_3N$ . В уравнениях укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакций.

Задание 5. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) изо-масляная кислота; б) изовалериановая кислота; в) 3,3-диметилбутановая кислота; г) 2,4-диметилпентановая кислота; д) диметилуксусная кислота.

Задание 6. Из пропилового спирта получите масляную кислоту.

Задание 8. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в схемах.

*Литература*

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. **417-480**.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010.- С.**155-253**.
3. Артёменко, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.
4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.
5. Мень, Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.
6. Мень, Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

## Тема: Азотсодержащие соединения.

### Вопросы для коллективного обсуждения

1. Расскажите об электронном строении аминов.
2. Расскажите о физических и химических свойствах аминов.
3. Расскажите об электронном строении нитрилов
4. Расскажите о физических и химических свойства аминов.

### Задания для самостоятельной работы

Задание 1. Напишите структурные формулы соединений:

- а) 2-амино-бутан; б) 3,3-диметил-2-аминопентан;
- в) 3,5-диметил-2-нитрилоктан; г) 4-нитрилпентен-2.

Задание 2. Напишите схему перехода от метана к нитрилметану.

Задание 3. Напишите структурные формулы соединений: а) изопентиламин; б) втор-бутиламин; в) диметилизобутиламин.

Задание 4. Назовите соединения:

Задание 5. Напишите все возможные структурные формулы аминов  $C_3H_9N$  и  $C_4H_{11}N$ . Укажите первичные, вторичные и третичные амины.

Задание 6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из этилена можно получить: а) этиламин; б) пропиламин; в) три-этиламин; г) хлористый тетраэтиламмоний.

Задание 7. Расположите следующие соединения в порядке возрастания их основных свойств: мочевина, метиламин, триметиламин, гидроокись тетраметиламмония, сукцинимид.

Задание 8. Из пропилового спирта получите диизопропиламин. Напишите для него уравнение реакции с азотистой кислотой.

Задание 9. Используйте ацетон для получения изопропиламина. Напишите для изопропиламина уравнения реакций: а) с ацетилхлоридом; б) с азотистой кислотой.

Задание 10. Предложите химические методы выделения в чистом виде трипропиламина из смеси с пропиламином и дипропиламином.

### Литература

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. 533--565.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - С.262-295.
3. Артёменко, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.
4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.
5. Мень, Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.
6. Мень, Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

Практическое занятие №5

Тема: Биологически важные соединения.

### *Вопросы для коллективного обсуждения*

1. Расскажите о строении, физических и химических свойствах углеводов.
2. Расскажите о строении, физических и химических свойствах аминокислот, белков и пептидов.
3. Расскажите о строении, физических и химических свойствах гетероциклов и нуклеиновых кислот.

### *Задания для самостоятельной работы*

- Задание 1. Напишите формулы открытой и циклической форм моносахаридов: L-глюкозы, L-маннозы, L-фруктозы.
- Задание 2. Напишите проекционные формулы: а)  $\alpha$ - и  $\beta$ - галактозы; б)  $\alpha$ - и  $\beta$ - фруктозы.
- Задание 3. Напишите проекционные формулы моноз, эпимерных D-глюкозе и D-галактозе.
- Задание 4. Напишите уравнения реакций окисления и восстановления моноз: а) L-глюкозы, б) D-маннозы, в) D-галактозы.
- Задание 5. Предложите схему синтеза аланина из этилового спирта.
- Задание 6. Напишите уравнения гидролиза: а) аланилглицина; б) глицилтриптофана.
- Задание 7. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, отношению к угусному ангидриду, йодистому метилу, азотистой кислоте.
- Задание 8. Расставьте в ряд по лёгкости нитрования следующие соединения: пиридин, м-динитробензол, тиофен, п-ксилол, бензол.

### *Литература*

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – С. **655-715**.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - С.**296-348**.
3. Артёменко, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.
4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.
5. Мень Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.
6. Мень Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

### **Лабораторный практикум**

#### **В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:**

- применяют знание теоретических основ органической химии при решении прикладных задач;
- применяют на практике методы экспериментального исследования органических веществ; осуществляют химические расчёты;
- овладевают комплексом химических методов исследования; методами обработки и анализа опытных данных;
- излагают и критически анализируют получаемую информацию;
- представляют результаты лабораторных исследований;

- овладевают навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;
- овладевают навыками использования нормативных документов, определяющими организацию и технику безопасности работ.

### Лабораторная работа № 1

#### Тема: Алифатические углеводороды.

*Цель работы:* изучить способы получения и химические свойства предельных углеводородов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Получение метана.
- Опыт 2. Получение и свойства этилена.
- Опыт 3. Получение и свойства ацетилен.
- Опыт 4. Бромирование гексана.
- Опыт 5. Действие концентрированной серной кислоты на алканы.

#### Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы изомеров гептана и назовите их по систематической номенклатуре.
2. Из каких галогенопроизводных можно получить 2,4-диметилпентан по реакции Вюрца?
3. Какой объем оксида углерода (IV) (при н. у.) образуется при сжигании 2 моль этана?
4. При сжигании 4,4 г углеводорода образовалось 13,2 г оксида углерода (IV) и 7,2 г воды. Плотность вещества по водороду равна 22. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.
5. Как изменяется агрегатное состояние алканов в гомологическом ряду?
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия изопрена с бромом, бромоводородом.
7. Напишите уравнение реакции взаимодействия ацетилен с хлороводородом. Какими свойствами обладает полученное вещество?

### Лабораторная работа № 2

#### Тема: Ароматические углеводороды.

*Цель работы* - изучить химические свойства ароматических углеводородов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Свойства бензола.
- Опыт 2. Окисление толуола.
- Опыт 3. Получение бромбензола.
- Опыт 4. Бромирование толуола в боковую цепь.
- Опыт 5. Горение бензола.
- Опыт 6. Нитрование бензола.
- Опыт 7. Получение бензолсульфокислоты.
- Опыт 8. Алкилирование бензола.

#### Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров ароматических соединений общей формулы  $C_{10}H_{14}$ .
2. Напишите уравнения реакций получения метилбензола, о-ксилола, изопропилбензола.
3. Приведите механизм галогенирования бензола.
4. Чем различаются способы получения хлористого бензила и хлорбензола?
5. Напишите уравнения реакций следующих превращений:  
 $C_2H_4 \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$

6. Приведите механизм алкилирования бензола этиленом.

Лабораторная работа № 3  
**Тема: Спирты и фенолы.**

*Цель работы:* изучить химические свойства спиртов и фенолов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Окисление этилового спирта дихроматом калия.
- Опыт 2. Окисление изопропилового спирта.
- Опыт 3. Образование диэтилового эфира.
- Опыт 4. Получение диизопропилового эфира.
- Опыт 5. Образование сложного эфира.
- Опыт 6. Образование глицерата меди.
- Опыт 7. Растворимость фенола в воде.
- Опыт 8. Цветная реакция на фенол.
- Опыт 9. Получение фенолята натрия.
- Опыт 10. Бромирование фенола.

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы всех изомеров гексилового спирта.
2. Напишите уравнения реакций гидролиза водным раствором гидроксида натрия следующих соединений: а) 2-хлорбутана; б) 2-хлор-2-метилпентана; в) 1-хлорпропана.
3. Каким способом можно получить 2-метилпропанол-1 из ацетилена?
4. Напишите структурные формулы простых эфиров общей формулы  $C_6H_{14}O$ .
5. Напишите уравнение реакции окисления пропилена водным раствором перманганата калия. Назовите образовавшийся продукт.
6. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с гидроксидом меди (II).

Лабораторная работа № 4  
**Тема: Альдегиды и кетоны.**

*Цель работы:* изучить химические свойства альдегидов и кетонов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Образование гидросульфитного производного ацетона.
- Опыт 2. Галоформная реакция.
- Опыт 3. Восстановление альдегидами соединений меди (II).
- Опыт 4. Восстановление альдегидами соединений серебра.
- Опыт 5. Осмоление ацетальдегида.
- Опыт 6. Реакция с солянокислым гидроксиламином.
- Опыт 7. Получение 2,4-динитрофенилгидразона ацетальдегида.
- Опыт 8. Окисление бензальдегида кислородом воздуха.

Контрольные вопросы

1. Напишите все возможные изомеры альдегидов и кетонов, соответствующие молекулярной формуле  $C_6H_{12}O$ .
2. Напишите уравнения реакций гидролиза следующих галогенпроизводных: а) 1,1-дихлорпропана; б) 1,1-дихлор-2-метилбутана; в) 2,3-дибромбутана.
3. Какие спирты образуются при восстановлении водородом следующих соединений: а) пропаналя; б) бутаналь; в) пропанона; г) 3-метилпентанона-2?
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия с водой (в присутствии катализатора) следующих соединений: а) пропина; б) бутина-2.
5. Напишите уравнения реакций окисления: а) бутаналь; б) 2-метилбутаналь; в) пропанона.

6. Объясните, почему реакцию с солянокислым гидроксиламином можно использовать для количественного определения альдегидов.

Лабораторная работа № 5  
**Тема: Углеводы.**

*Цель работы:* изучить физические и химические свойства углеводов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Образование сахара меди.
- Опыт 2. Реакция «серебряного зеркала».
- Опыт 3. Восстановление гидроксида меди (II) (реакция Троммера)
- Опыт 4. Окисление моносахаридов реактивом Фелинга.
- Опыт 5. Гидролиз сахарозы.
- Опыт 6. Обугливание сахара.
- Опыт 7. Растворение крахмала в воде.
- Опыт 8. Качественная реакция на крахмал.
- Опыт 9. Гидролиз крахмала.

Контрольные вопросы

1. Объясните, почему в процессе гидролиза крахмала изменяется окраска гидролизата с иодом?
2. Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала, укажите промежуточные и конечные продукты. Какую роль в реакции играет серная кислота?
3. Напишите уравнение реакции гидролиза целлюлозы.
4. Что такое восстанавливающие сахара?
5. Что происходит с реактивом Фелинга при взаимодействии с восстанавливающими сахарами?

Лабораторная работа № 6  
**Тема: Амины и амиды.**

*Цель работы:* изучить химические свойства аминов и амидов.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Действие азотистой кислоты на амины.
- Опыт 2. Основные свойства анилина.
- Опыт 3. Получение солей анилина и разложение их щелочью.
- Опыт 4. Получение ацеталинида.
- Опыт 5. Растворимость карбамида (мочевины) и его азотнокислой соли в воде.
- Опыт 6. Взаимодействие карбамида с азотистой кислотой.
- Опыт 7. Гидролиз карбамида.
- Опыт 8. Конденсация карбамида с формальдегидом.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные свойства карбамида (мочевины). Приведите уравнения реакций.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия соляной кислоты с пропиламином, диэтиламином, триизопропиламином.
3. С помощью какой реакции можно различить первичные, вторичные и третичные амины?
4. Напишите структурные формулы всех изомеров соединения с общей формулой  $C_6H_{11}NH_2$ .
5. Как меняется основность в ряду: аммиак—метиламин—ацетамид?
6. Какой диамин используется для получения полиамидного волокна «найлон»?
7. Напишите реакцию Зинина.



Лабораторная работа № 7  
**Тема: Гетерофункциональные соединения.**

*Цель работы:* изучить химические свойства гетерофункциональных соединений.

*Ход работы:*

- Опыт 1. Образование хелатных комплексов с ионами металлов.
- Опыт 2. Взаимодействие  $\alpha$ -аминокислот с солями меди (II) и железа (III).
- Опыт 3. Взаимодействие ацетоуксусного эфира с хлоридом железа (III).
- Опыт 4. Образование комплекса меди (II) с винной кислотой реактив Фелинга).
- Опыт 5. Реакции кетонной и енольной форм ацетоуксусного эфира.
- Опыт 6. Получение 2,4-динитрофенилгидразона.
- Опыт 7. Бромирование ацетоуксусного эфира.
- Опыт 8. Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира.
- Опыт 9. Разложение лимонной кислоты.

Контрольные вопросы

1. Расположите следующие ароматические соединения в порядке увеличения энергии резонанса: а) тиофен; б) бензол; в) циклопентадиенил-анион; д) фуран; е) пиррол.
2. Пиррол протонируется по атому С-2 быстрее, чем по атому азота, так как:
  - а) атом углерода С-2 обладает более выраженными основными свойствами, чем атом азота;
  - б) резонансный гибрид пиррола показывает, что частично положительный заряд находится на атоме азота;
  - в) атом С-2 пространственно более доступен, чем атом азота.
3. Почему пиррол ( $pK_a=17$ ) менее кислый, чем циклопентадиен ( $pK_a= 15$ ), хотя атом азота более электроотрицателен, чем атом углерода?
  - а) атом азота в пирроле находится в  $sp^2$ - гибридном состоянии;
  - б) анализ резонансных структур пиррола в статическом состоянии указывает на наличие частичного положительного заряда на атоме азота;
  - в) сопряженное основание пиррола устойчивее сопряженного основания циклопентадиена.
4. Расположите следующие соединения в порядке легкости вступления в реакции электрофильного замещения: а) бензол; б) фуран; в) пиррол; д) тиофен; е) имидазол.
5. Расположите следующие соединения в порядке увеличения способности в реакции электрофильного замещения: а) имидазол; б) пиррол; в) бензол; д) нитробензол; е) пиридин; ф) пиримидин; г) пиразин.

*Литература*

1. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Б.Д. Березин, Д.Б. Березин . - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. – 767с.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Биология" / В. Г.Иванов, В. А.Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - 620 с.
3. Артёменко, А.И. Практикум по органической химии [Текст]: учеб пособие для студ. вузов/ А.И. Артеменко, И.В. Тикунова, Е.К. Ануфриев.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 187 с.
4. Березин, Б.Д. Курс современной органической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – 2-е изд. испр. – М.: Высш.шк., 2003. – 768 с.

5. Мень Е.С. Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии [Текст]: учеб. пособие / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 50 с.
6. Мень Е.С. Приложение к учебному пособию «Цепочки превращений и примеры синтезов по органической химии» [Текст] / Е.С. Мень; М-во образования РФ, Мурман. гос. пед. ун-т. – Мурманск: МГПИ, 2001. – 31 с.

#### **Модуль 4 «Физическая химия»**

В ходе практических занятий применяется проблемное изложение материала, сравнительный анализ, решение ситуационных задач, работа в группах, визуальные презентации теоретического материала, электронные образовательные ресурсы; в познавательной деятельности используются базовые знания в области естественных наук.

Обучающиеся приобретают знания о теоретических основах химической термодинамики, химической кинетики и катализа, теории электролитов и электрохимии, свойствах растворов; методах анализа химических и фазовых равновесий;

В ходе практических занятий обучающиеся применяют на практике теоретические основы физической химии; используют термодинамические функции в проведении расчетов типичных процессов и установлении критериев их протекания; излагают и анализируют получаемую информацию.

#### **Практическое занятие №1**

##### **Тема: Термохимия.**

*План:*

1. Эквивалентность теплоты и работы.
2. Первый закон термодинамики - формулировки и аналитическое выражение.
3. Внутренняя энергия системы. Внутренняя энергия как функция состояния.
4. Работа расширения идеального газа в основных термодинамических процессах. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия.
5. Тепловые эффекты химических процессов. Теплоты образования и сгорания веществ. Теплота растворения.
6. Факторы, определяющие тепловой эффект при растворении вещества.

#### *Литература*

1. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Ипполитов Е. Г., Артемов А. В. и др. ; под ред. Е. Г. Ипполитова. - М.: Академия, 2011. – С.8-57 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2010. - 527 с.
3. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по мед., биол., экол. и др. спец.] / Попков В. А., Бабков А. В., Трофимова Л. И., Пузаков С. А. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238 с.

#### **Практическое занятие №2**

##### **Тема: Химическое равновесие.**

*План:*

2. Химическое равновесие. Признаки и условия равновесия.
3. Закон действующих масс. Константа равновесия и способы ее выражения.

4. Химический потенциал. Максимальная работа (изменение изохорно-изотермического потенциала) и максимальная полезная работа (изменение изобарно-изотермического потенциала) равновесной изотермической химической реакции.
5. Стандартные изобарный и изохорный потенциалы химической реакции: их физический смысл и связь с константами равновесия.
6. Равновесие в гетерогенных системах. Условия равновесия.
7. Число термодинамических степеней свободы равновесной гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса.
8. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона.
9. Двухкомпонентные системы.

#### *Литература*

4. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Ипполитов Е. Г., Артемов А. В. и др. ; под ред. Е. Г. Ипполитова. - М.: Академия, 2011. – С.88-107 с.
5. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2010. - 527 с.
6. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по мед., биол., экол. и др. спец.] / Попков В. А., Бабков А. В., Трофимова Л. И., Пузаков С. А. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238 с.

#### Практическое занятие №3

##### **Тема: Растворы.**

#### *План:*

1. Классификация растворов.
2. Способы выражения концентрации.
3. Термодинамическое условие образования раствора.
4. Коллигативные свойства растворов.
5. Применение криоскопии и эбулиоскопии для определения молярной массы растворенного вещества.
6. Осмотическое давление разбавленного раствора. Уравнение Вант-Гоффа.
7. Биологическое значение осмотического давления. Изотонический коэффициент.
8. Неидеальные (реальные) растворы.

#### *Литература*

1. Ипполитов, Е.Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Ипполитов Е. Г., Артемов А. В. и др. ; под ред. Е. Г. Ипполитова. - М.: Академия, 2011. - С.108-207 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2010. - 527 с.
3. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по мед., биол., экол. и др. спец.] / Попков В. А., Бабков А. В., Трофимова Л. И., Пузаков С. А. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238 с.

#### Практическое занятие №4

##### **Тема: Электрохимические процессы.**

*План:*

1. Электродные процессы.
2. Гальванический элемент.
3. Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС).
4. Формула Нернста для ЭДС и электродных потенциалов.
5. Измерение ЭДС.
6. Неравновесные электродные процессы.
7. Электролиз.
8. Законы Фарадея.

*Литература*

1. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Ипполитов Е. Г., Артемов А. В. и др.; под ред. Е. Г. Ипполитова. - М.: Академия, 2011. -С.208-265 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2010. - 527 с.
3. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по мед., биол., экол. и др. спец.] / Попков В. А., Бабков А. В., Трофимова Л. И., Пузаков С. А. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238 с.
4. Физическая химия: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / Воробьев Н. К., Годнев И. Н.; под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001. - 319 с.

**В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:**

- применяют знание теоретических основ физической химии при решении прикладных задач;
- применяют на практике методы экспериментального исследования;
- излагают и критически анализируют получаемую информацию;
- представляют результаты лабораторных исследований;
- овладевают навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;
- овладевают навыками использования нормативных документов, определяющими организацию и технику безопасности работ.

Лабораторная работа №1

**Тема: Калориметрическое определение удельной теплоты растворения соли.**

*Задания к работе:*

1. Изучить зависимость температуры от времени в ходе калориметрических процессов. Построить графики зависимостей, графически определить изменение температуры.
2. Определить постоянную калориметра (теплоемкость калориметрической системы).
3. Определить удельную теплоту растворения неизвестной соли.
4. Рассчитать удельную теплоту гидратообразования по теплотам растворения безводной соли и кристаллогидрата.
5. Рассчитать относительную ошибку определения, используя табличные значения определяемых величин; вычислить предельную погрешность метода и сравнить полученные величины.

Лабораторная работа №2

**Тема: Изучение равновесия гомогенной химической реакции в растворе.**

*Задания к работе:*

1. Изучить изменение концентрации йода во времени в ходе обратимой реакции восстановления железа (III) йодидом калия в двух растворах с различными начальными концентрациями реагентов при двух температурах. По полученным данным построить кинетические кривые реакции.
2. Рассчитать равновесные концентрации исходных веществ и продуктов реакции для каждого случая.
3. Рассчитать величины концентрационных констант равновесия для каждого случая, сравнить полученные значения.
4. На основании температурной зависимости константы равновесия рассчитать тепловой эффект реакции.
5. Вычислить предельную погрешность определения константы равновесия.

### Лабораторная работа №3

#### **Тема: Определение молекулярной массы растворённого вещества криоскопическим методом.**

##### *Ход работы:*

1. Настроить термометр Бекмана на используемый температурный интервал.
2. Определить температуру замерзания чистого растворителя и температуру начала кристаллизации раствора неэлектролита.
3. Рассчитать моляльную концентрацию раствора и молекулярную массу растворенного вещества.
4. Вычислить относительную ошибку определения молекулярной массы и предельную погрешность метода; сравнить полученные величины.

##### *Ход работы.*

1. Калибровка термометра Бекмана.
2. Определение понижения температуры кристаллизации раствора.
3. Расчёт молекулярной массы растворённого неэлектролита.

### Лабораторная работа №4

#### **Тема: Определение константы скорости и энергии активации реакции гидролиза уксусного ангидрида.**

##### *Ход работы:*

1. Изучить кинетику реакции гидролиза ангидрида уксусной кислоты кондуктометрическим методом при трех температурах.
2. Определить графическим и аналитическим методами среднюю константу скорости реакции при каждой температуре.
3. Рассчитать температурный коэффициент константы скорости и энергию активации реакции.
4. Построить график зависимости логарифма константы скорости реакции от обратной температуры и определить энергию активации графическим методом.

##### *Литература*

1. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Ипполитов Е. Г., Артемов А. В. и др. ; под ред. Е. Г. Ипполитова. - М.: Академия, 2011. - 447 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ. вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2010. - 527 с.
3. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : [учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по мед., биол., экол. и др. спец.] / Попков В. А., Бабков А. В., Трофимова Л. И., Пузаков С. А. ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238 с.

4. Современное естествознание [Текст]: энциклопедия: в 10 т.: Т.1 : Физическая химия / Междунар.Соросовская Программа Образования в Области Точных Наук ; гл. ред. энцикл. В. Н. Сойфер, ред. тома Г. Ф. Воронин. - М. : Изд.Дом "МАГИСТР-ПРЕСС", 2000.-308 с.
5. Физическая химия [Текст]: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн.1: Строение вещества. Термодинамика / Годнев И. Н., Воробьев Н. К.; под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001. - 512 с.
6. Физическая химия: учебник для вузов: в 2 кн.: Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / Воробьев Н. К., Годнев И. Н.; под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001. - 319 с.

### **Модуль 5 «ВМС и коллоидная химия»**

В ходе практических занятий применяется проблемное изложение материала, сравнительный анализ, решение ситуационных задач, работа в группах, визуальные презентации теоретического материала, электронные образовательные ресурсы.

Обучающиеся приобретают знания о теоретических основах коллоидной химии и химии высокомолекулярных соединений; об особенностях коллоидного состояния и свойствах коллоидных систем, значении коллоидов в биологии; строении, свойствах и методах получения полимеров: свойствах растворов высокомолекулярных соединений; механизмах протекания химических реакций с участием высокомолекулярных соединений.

В ходе практических занятий обучающиеся применяют на практике теоретические основы коллоидной химии и химии высокомолекулярных соединений при решении прикладных задач, для анализа биологических процессов и систем; излагают и анализируют получаемую информацию.

#### **Практическое занятие №1**

#### **Тема: Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.**

План:

#### **Лиофильные системы**

Методы получения лиофильных коллоидных систем. Самопроизвольное диспергирование макрофаз: критерий самопроизвольного диспергирования (по Ребиндеру-Щукину), примеры.

Мицеллообразование в водных растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ.

Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела раствор ПАВ - воздух в гомологических рядах ПАВ.

Термодинамика мицеллообразования: тепловые эффекты, энтропийная природа мицеллообразования ПАВ в водных растворах. Диаграмма фазовых состояний; точка Крафта.

Влияние концентрации ПАВ на строение мицелл. Жидкокристаллические системы. Образование и строение обратных мицелл. Природа сил при образовании обратных мицелл. Солюбилизация в прямых и обратных мицеллах, зависимость от температуры и концентрации. Микроэмульсии как пример наносистем; условия их образования. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.

Практические приложения мицеллярных систем и микроэмульсий (в химии, нефтедобыче, биологии).

## Лиофобные системы

1. Получение лиофобных дисперсных систем. Диспергационные методы, связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел.
2. Конденсационные методы. Термодинамика гомогенного и гетерогенного образования дисперсных частиц при фазовых переходах (по Гиббсу, Фольмеру). Работа образования зародышей новой фазы, зависимость размера критического зародыша от метастабильности исходной макрофазы.
3. Образование дисперсных частиц при кристаллизации из растворов и расплавов, при конденсации пересыщенного пара, при кипении. Кинетика образования и роста частиц новой фазы.
4. Химические и физические методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей).
5. Основные методы очистки коллоидных растворов (диализ, ультрафильтрация, мембранные методы очистки дисперсных систем).
6. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах.

### *Литература*

1. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. технолог. высш. учеб. заведений / Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. - 5-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. – С.15-76.
2. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии [Текст]: учеб. пособие для студ. / Сумм Б. Д. - М. : Академия, 2006. - 240 с.
3. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. - 5-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2007. - 444 с.

### Практическое занятие №2

#### **Тема: Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ).**

#### *План:*

1. Термодинамика адсорбции. Вывод уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
2. Поверхностное натяжение водных растворов ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ.
3. Уравнение Шишковского. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность. Правило Траубе-Дюкло.
4. Работа адсорбции. Уравнение Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Динамический характер адсорбционного равновесия на поверхности раздела водный раствор ПАВ - газ. Совместное решение уравнений Гиббса и Ленгмюра.
5. Строение адсорбционных монослоев растворимых ПАВ. Расчет размеров молекул ПАВ.
6. Двухмерное состояние вещества: ориентация молекул, уравнение состояния. Поверхностное (двухмерное) давление. Весы Ленгмюра.
7. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
8. Высокомолекулярные ПАВ (примеры, отличия от низкомолекулярных ПАВ). Проблема биоразлагаемости ПАВ. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ. Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества).

### *Литература*

1. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. технолог. высш. учеб. заведений] / Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. - 5-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. – С.164-176.
2. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии [Текст]: учеб. пособие для студ. / Сумм Б. Д. - М. : Академия, 2006. - 240 с.
3. Шукин, Е.Д. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Шукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. - 5-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2007. - 444 с.

### Практическое занятие №3

#### **Тема: Растворы полимеров.**

#### *План:*

1. Термодинамика макромолекул в растворе.
2. Фазовые диаграммы систем полимер—растворитель.
3. Осмотические явления в растворах полимеров. Определение молекулярных масс.
4. Современные теории растворов полимеров.
5. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Светорассеяние в растворах полимеров.
6. Диффузия макромолекул в растворах. Седиментация макромолекул. Определение молекулярных масс методом ультрацентрифугирования.
7. Полиэлектролиты. Электростатическая составляющая свободной энергии Гиббса полиионов.
8. Амфотерные полиэлектролиты.
9. Изозлектрическая, изоионная точки. Полиэлектролитные комплексы.
10. Фазовые переходы в полимерах. Свойства кристаллических полимеров.

### *Литература*

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст]: учебник для студ. вузов / Семчиков Ю. Д. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. – С.95-123.
2. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии [Текст]: учеб. пособие для студ. / Сумм Б. Д. - М. : Академия, 2006. - 240 с.
3. Шукин, Е.Д. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Шукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. - 5-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2007. - 444 с.
4. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. технолог. высш. учеб. заведений] / Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. - 5-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. - С.178-186.

### Практическое занятие №4

#### **Тема: Итоговая контрольная работа.**

### **Лабораторный практикум**

#### **В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:**

- применяют знание теоретических основ коллоидной химии и химии высокомолекулярных соединений при решении прикладных задач;
- применяют на практике методы экспериментального исследования;
- излагают и критически анализируют получаемую информацию;
- представляют результаты лабораторных исследований;
- демонстрируют навыки безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием;
- приобретают навыки использования нормативных документов, определяющих организацию и технику безопасности работ.



### Лабораторная работа № 1

#### **Тема: Коллоидные растворы. Получение и очистка коллоидных систем.**

##### *Ход работы:*

1. Получение коллоидного раствора  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  при гидролизе соли железа.
2. Коагуляция коллоидных растворов электролитами.
3. Пептизация осадка  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
4. Определение порога коагуляции.

### Лабораторная работа № 2

#### **Тема: Определение адсорбции вещества на границе жидкость-воздух, жидкость-твердое вещество. Измерение поверхностного натяжения.**

##### *Ход работы:*

1. Исследование адсорбции ПАВ на границе раздела вода – воздух методом поверхностного натяжения.
2. Вычисление адсорбции поверхностно-активного вещества в поверхностном слое и построение изотермы адсорбции по кривой  $\sigma - C$ .
3. Вычисление величины предельной (максимальной) адсорбции –  $\Gamma_{\text{max}}$ .
4. Вычисление толщины адсорбционного слоя и площади занимаемой одной молекулой.
5. Исследование адсорбции ПАВ из водных растворов на поверхности активированного угля методом измерения поверхностного натяжения.

### Лабораторная работа №3

#### **Тема: Химические методы исследования полимеров. Методы определения функциональных групп.**

##### *Ход работы:*

1. Определение карбоксильных групп и кислотного числа.
2. Определение содержания гидроксильных групп и гидроксильного числа.
3. Определение непредельных связей. Определение иодного числа.

##### *Литература*

1. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. технолог. высш. учеб. заведений] / Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. - 5-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. - 332 с.
2. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст]: учебник для студ. вузов / Семчиков Ю. Д. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. – 368 с.
3. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии [Текст]: учеб. пособие для студ. / Сумм Б. Д. - М. : Академия, 2006. - 240 с.
4. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия [Текст]: учебник для студ. вузов / Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. - 5-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2007. - 444 с.
- 1.

#### **IV. Методические рекомендации по подготовке реферата**

Алгоритм написания реферата:

- 1 этап – определение темы.
- 2 этап – определение структуры реферата.
- 3 этап – подробное раскрытие информации.
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

5 этап – представление списка использованной литературы.