

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

Общие сведения

1.	Кафедра	Экономики, управления и предпринимательского права
2.	Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
3.	Направленность	Природопользование и экологическая безопасность.
4.	Дисциплина (модуль)	Б1.О.15 Химия
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2023

1. Методические рекомендации

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

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

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

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

1.2. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения практических занятий

Практические занятия посвящены изучению наиболее важных тем учебной дисциплины «Институциональная экономика». Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Во время занятия, как правило, заслушиваются сообщения студентов в форме докладов или презентаций. Обсуждение выступления совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. При подготовке к выступлению рекомендуется использовать

материалы, опубликованные в СМИ, имеющие отношение к изучаемым вопросам по дисциплине и отражающие реальную экономическую ситуацию. В процессе дискуссии поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В конце практического занятия подводятся итоги обсуждения и объявляются оценки выступавшим студентам. В ходе практического занятия может осуществляться текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

1.3. Методические рекомендации по подготовке доклада

Доклад – вид самостоятельной работы, способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, способствует развитию критического мышления.

При написании доклада по заданной теме обучающийся составляет план, подбирает основные источники. В процессе работы с источниками систематизирует полученные сведения, делает выводы и обобщения.

Тема должна быть актуальной, интересной по содержанию. Как правильно, при подготовке доклада используется не менее 8-10 различных источников. Алгоритм подготовки доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада, постановка задач
- 3 этап – формулирование основных тезисов и их аргументация
- 4 этап – итоги, выводы, рекомендации, прогнозы.

Доклад может быть представлен как в письменной, так и устной форме. Объем доклада – 10-15 страниц; время выступления – до 10 мин. Ссылки на используемые источники обязательны!

1.4. Методические рекомендации по решению задач

Перед решением задачи должно быть полностью приведено ее условие. Само решение следует сопровождать необходимыми расчетами и пояснениями с указанием применяемых формул, анализом и выводами.

Все расчеты относительных показателей нужно производить с точностью до 0,01, процентов – до 0,01, используя при этом правила округления.

Работа должна быть оформлена аккуратно, написана разборчиво без помарок, зачеркиваний и сокращений слов. Допускается выполнение работы на компьютере в соответствующем редакторе.

1.5. Методические рекомендации по подготовке презентаций

Подготовку презентационного материала следует начинать с изучения нормативной и специальной литературы, статистических данных, систематизации собранного материала. Презентационный материал должен быть достаточным для раскрытия выбранной темы.

Подготовка презентационного материала включает в себя не только подготовку слайдов, но и отработку навыков ораторства и умения организовать и проводить диспут.

Создание презентационного материала дает возможность получить навыки и умения самостоятельного обобщения материала, выделения главного.

При подготовке мультимедийного презентационного материала важно строго соблюдать заданный регламент времени.

Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступления, основной части и заключения. Прежде всего, следует назвать тему своей презентации, кратко перечислить рассматриваемые вопросы, избрав для этого живую интересную форму изложения.

Большая часть слайдов должна быть посвящена раскрытию темы. Задача выступающего состоит не только в том, что продемонстрировать собственные знания, навыки и умения по рассматриваемой проблематике, но и заинтересовать слушателей, способствовать формированию у других студентов стремления познакомиться с нормативными и специальными источниками по рассматриваемой проблематике.

Алгоритм создания презентации

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
- все оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Рекомендации по созданию презентации:

1. Читательность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 8 минут.

1.6. Проведение занятий в интерактивной форме

Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем. Лекционные занятия в интерактивной форме проводятся в режиме последовательно поставленных вопросов, в обсуждении которых студенты принимают участие по материалам лекционного материала. Практически занятия в интерактивной форме проводятся в режиме командной работы, мозгового штурма, решения и обсуждения кейсов,

1.7. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе студента - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть

согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей.

Эссе от французского "essai", англ. "essay", "assay" - попытка, проба, очерк; от латинского "exagium" - взвешивание. Это прозаическое сочинение - рассуждение небольшого объема со свободной композицией. Эссе выражает индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендует на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета. Как правило, эссе предполагает новое, субъективно окрашенное слово о чем - либо и может иметь философский, историко-биографический, публицистический, литературно-критический, научно-популярный, беллетристический характер.

Эссе:

- должно содержать четкое изложение сути поставленной проблемы,
- включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины,
- выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Эссе может содержать анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор ситуации или задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Тема эссе должна содержать в себе вопрос, проблему, мотивировать на размышление.

Структура эссе.

1. Титульный лист;
2. Введение - суть и обоснование выбора данной темы, фактически, это ответ на вопрос «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?»;
3. Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе.

Аргументация или доказательство - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь. Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис— это положение (суждение), которое требуется доказать. Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса (факты, понятия, определения, законы, доказанные теоремы и т.д.). Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов. Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Большое значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.),

и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий: причина — следствие, общее — особенное, форма — содержание, часть — целое, постоянство — изменчивость.

Один параграф эссе должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, необходимо в пределах параграфа ограничиться рассмотрением одной главной мысли.

4. Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

1.8. Методические рекомендации по выполнению теста

Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.

При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным. Правильные ответы выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим допустимым символом

1.9. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений студентов по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка студента к экзамену включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену студентам целесообразно использовать материалы лекций, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в устной форме.

Ведущий данную дисциплину преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые утверждаются на заседании кафедры и включают в себя два вопроса. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенного до сведения студентов накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен.

На подготовку к ответу на билет на экзамене отводится 20 минут.

Результат экзамена выражается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для прохождения экзамена студенту необходимо иметь при себе зачетную книжку и письменные принадлежности.

Экзамен принимает преподаватель, читавший учебную дисциплину в данном учебном потоке (группе). Допускается участие в приеме экзамена других преподавателей

по указанию заведующего кафедрой.

За нарушение дисциплины и порядка студенты могут быть удалены с экзамена.

2. Планы практических и лабораторных 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 (2ч.)

Тема: Основные химические законы. Химические расчеты

План:

1. Основные химические понятия: атом, молекула, химический элемент, простые и сложные вещества, химическая реакция.
2. Стехиометрические законы. Законы идеальных газов.
3. Периодическая закон и периодическая система элементов.
4. Переходы от массы и объёма вещества к количеству вещества и обратно при нормальных и нестандартных условиях.
5. Определение молярных масс газообразных веществ по относительной плотности газов и по уравнению Менделеева – Клапейрона.
6. Определение количества структурных единиц вещества в его навеске или объёме.
7. Молярные и объёмные отношения веществ в уравнениях химических реакций.
8. Вывод формул химических соединений по данным о его количественном составе.
9. Химический эквивалент элемента в соединениях. Химические эквиваленты сложных веществ; основные расчетные формулы.
10. Вычисления на основе закона эквивалентных отношений.

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.
6. Вычисления, связанные с переходом от количества вещества к его массе и объему газообразных соединений и обратно.
7. Вычисления с использованием постоянной Авогадро.
8. Вычисления по уравнениям химических реакций, если один из реагентов содержит примеси.
9. Вычисления по уравнениям последовательных реакций, параллельных реакций
10. Вычисления количественного состава газовых смесей, если в них протекают химические реакции.
11. Как определяется молярная масса эквивалентов: элемента в соединении A_aB_b ; оксида A_2O_b ; кислоты HaB ; основания $A(OH)_b$; соли A_aB_b ;
12. Как связаны между собой молярная и нормальная концентрации?

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 $5 \cdot 10^{-3}$ м³ можно при температуре 27оС собрать CO₂ 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 фторапатита $Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca_2F_2$ 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 моллю средней и кислой соли. Какой объем газа был пропущен через раствор?

Задачи на закон эквивалентов:

- 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 H₂ (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. 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 $P_2O_5 \cdot 24MoO_3$ 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?
8. 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
9. Один из металлов группы II A 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.
10. 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.

Практическое занятие № 2 (2 ч.)
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 H₂O 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 BF₃?
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 № 3 (2 ч.)

Тема: Основы химической термодинамики. Кинетика химических реакций.

План:

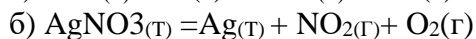
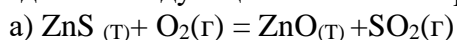
1. Основные понятия химической термодинамики.
2. Закон Гесса и его следствия.
3. Критерии самопроизвольного протекания процессов.
4. Термодинамика процессов растворения газов, жидкостей и кристаллических веществ в воде.
5. Решение расчетных задач.
6. Основные понятия химической кинетики.
7. Скорость химической реакции. Константа скорости реакции.
8. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье.
9. Решение расчетных задач.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Чему равен тепловой эффект химической реакции?
2. Какие уравнения реакций называют термохимическими?
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:

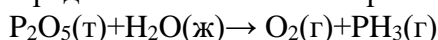
1. На основании справочных данных рассчитайте стандартные изменения энтальпии в каждой из следующих химических реакций (предварительно подберите коэффициенты):



2. По термохимическому уравнению рассчитайте стандартную энтальпию образования продуктов:



3. Определите возможность протекания реакции при стандартных условиях.



Вопросы для коллективного обсуждения:

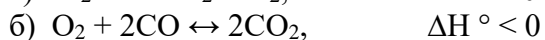
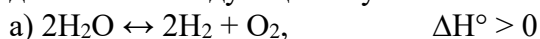
1. Что такое скорость химической реакции и от каких факторов она зависит?
2. Что называют константой скорости реакции и каков физический смысл этой величины? Какие факторы влияют на нее?
3. Какова зависимость скорости реакции от температуры?
4. Что называется температурным коэффициентом скорости реакции? 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:

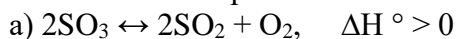
1. Как изменится скорость реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$, протекающей в закрытом сосуде, если давление увеличить в 4 раза?

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

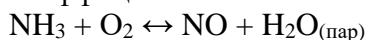
3. В какую сторону сместится химическое равновесие при изменении температуры и давления в следующих случаях:



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:

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. **166-204.**
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. **66-94.**

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. 63-90.

Практическое занятие №4-5 (4 ч.)

Тема: Количественный состав растворов. Ионные реакции в растворах.

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

Вопросы для обсуждения:

1. Типы растворов, их компоненты.
2. Гидраты и сольваты (кристаллогидраты).
3. Способы выражения содержания растворенного вещества в растворе;
4. Определение растворимости вещества.
5. Зависимость растворимости газа от давления.
6. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации.
7. Уравнения ионных реакций обмена: молекулярные; полные ионные; сокращенные ионные.
8. Ионные реакции и направление их протекания.
9. Условия протекания реакций в растворах электролитов.
10. Упражнения в написании уравнений ионных реакций обмена, уравнений гидролиза водных растворов солей.

Расчетные задачи:

1. Сколько граммов соли и воды содержится в 800г раствора 12% 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 H_2SO_4 потребуется для обменного взаимодействия с 100 мл 13,7%-го раствора Na_2CO_3 (плотность=1,145г/см³)?
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 K_2SO_4 и его коэффициент растворимости, если при 0 °С 50 г раствора содержат 3,44 г сульфата калия.

Задания для самостоятельной работы:

1. Вычислите массу гидроксида натрия, необходимую для приготовления 2 л 20%-ного раствора NaOH .

2. Какой объем воды необходимо прибавить к 200 мл 68%-ного раствора серной кислоты, чтобы получить 10%-ный раствор кислоты?
3. Определите молярную концентрацию раствора серной кислоты, который получится, если к 100 мл 96%-ной серной кислоты прибавить 400 мл воды.
4. Кислота в автомобильном аккумуляторе (раствор серной кислоты) имеет плотность 1,2 г/см³. Какова массовая доля H₂SO₄ в этом растворе? Сколько миллилитров 96%-ной серной кислоты нужно взять для приготовления 1 л аккумуляторной кислоты?
5. Коэффициент растворимости CaCl₂ в воде при 100 °С равен 159 г на 100 г H₂O. Какая масса хлорида кальция при этой температуре содержится в 1,35 кг раствора?
6. Определите массовую долю CoCl₂ и растворимость хлорида кобальта, если 500 г его раствора при 20 °С содержат 173 г соли.
7. Растворимость CuSO₄ при 20 и 100 °С равна соответственно 20,2 и 77 г. Какая масса сульфата меди выпадет в осадок, если охладить 825 г раствора от 100 до 20 °С?
8. Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде:

а) P ₂ O ₅ + Ca(OH) ₂ →	з) FeCl ₃ + NaOH →
б) ZnO + H ₃ PO ₄ →	н) CaO + CO ₂ →
в) Sn(OH) ₂ + NaOH →	к) SO ₃ + Ca(OH) ₂ →
г) Sn(OH) ₂ + HCl →	л) Pb(NO ₃) ₂ + KCl →
9. Какое из веществ: NaCl, NiSO₄, Be(OH)₂, KHCO₃ взаимодействует с раствором гидроксида натрия. Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения этих реакций.
10. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза солей:

а) NaHCO ₃	б) K ₂ SiO ₃	в) BaCl ₂	г) Na ₂ 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.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.

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(2 ч.)

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.

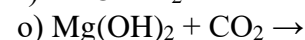
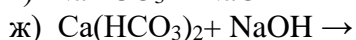
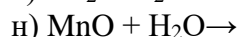
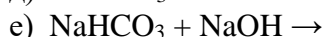
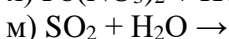
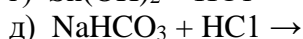
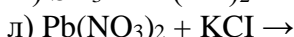
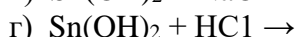
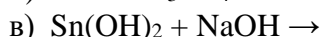
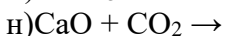
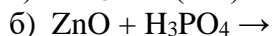
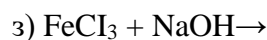
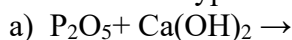
Опыт 3. Взаимодействие солей с основаниями. Получение нерастворимых в воде гидроксидов металлов и определение их характера.

Опыт 4. Взаимодействие кислот с солями.

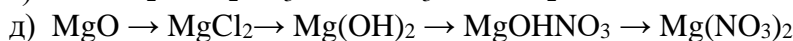
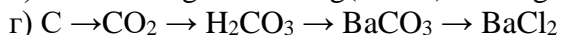
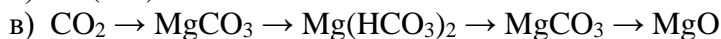
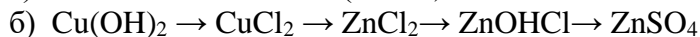
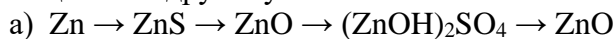
Опыт 5. Взаимодействие солей друг с другом.

Контрольные вопросы

1. Составьте уравнения реакций:



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



Лабораторная работа № 2 (2ч.)

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 № 3 (2ч.)
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, ΔG° 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:
 - a) $\text{Ag} + \text{HNO}_3$, 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) $\text{NaOH} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3$
 $\text{BaCrO}_4 = \text{BaO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
 $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$

Лабораторная работа № 4(2 ч.)
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) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow S$
7. б) $H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaCl$

Лабораторная работа №5 (2ч.)

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. Можно ли полученный гидроксокарбонат меди (II) перевести снова в сульфат меди (II), напишите уравнение этой реакции.
5. Какой должна быть реакция среды в растворе нитрата меди (II)?
6. Какой объем 0,5 н. серной кислоты израсходуется на реакцию с 20 г оксида меди (II)?
7. 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:

1. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка. – Изд. испр. – М. : КноРус, 2010. – 752 с.

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. – 240 с.
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. – 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 (2ч.)

Тема: Процессы в гомогенных и гетерогенных системах.

План:

1. Теория растворов в аналитической химии.
2. Водородный и гидроксидный показатели. Вычисление рН 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 рН 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 CH_3COONa . Вычислить рН и степень гидролиза соли.
2. Вычислить рН раствора, полученного смешением 50 мл 0,1 М раствора KH_2PO_4 и 25 мл 0,2М K_2HPO_4 .
3. Вычислить, какой объем раствора нитрата серебра концентрации 40 мг • мл⁻¹ потребуется для полного осаждения хлорид-иона, содержащегося в 1 г чистого хлорида натрия.

4. Рассчитать рН 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, рН 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 рН 0,3 м раствора гидрокарбоната 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.10-27.
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. 102-128.
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 №2 (2ч.)

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 Zn^{2+} и 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 ClO_4^- 0,01 моль/л и Cl^- 0,005 моль/л.

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 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 MnO_4^- 0,01 моль/л.
4. Смешали 2 М раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 0,4 М раствор CrCl_3 , 2 М раствор HCl и 0,2 М раствор Cl_2 . Напишите уравнение реакции и рассчитайте ее эдс
5. Вычислите электродный потенциал серебра в насыщенном растворе Ag_2CrO_4 , $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,12 \cdot 10^{-12}$.
6. Вычислите PP Ag_2S при 298 К, если электродный потенциал серебра в насыщенном растворе Ag_2S 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 №3 (2ч.)

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 $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^0$, 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 Co^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} действовали 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 Ag^+/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 Cr^{3+} действовать пероксидом водорода в щелочной среде, б) ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ действовать 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 протекания реакции: $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4^+ = \text{N}_2 + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

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.

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(2ч.)

Тема: Качественный анализ катионов первой группы.

Ход работы.

1. Общие реакции на катионы (I) группы.
2. Специфические реакции катионов первой группы: Ag^+ , Pb^{+2} , 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 аммиачный комплекс серебра?
3. Как можно отделить свинец от серебра и ртути в смеси хлоридов без кипячения в воде?
4. Приведите характерные реакции на катион Hg_2^{+2} .
5. Почему при осаждении иодида серебра раствор можно не подкислять?
6. Как протекает диспропорционирование иона Hg_2^{+2} ?
7. Какие реактивы, кроме аммиака, можно использовать для разделения ионов Hg_2^{+2} и 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 Hg_2^{+2} или Hg^{+2} ?

Лабораторная работа № 2 (2ч.)

Тема: Качественный анализ анионов.

Анионы делятся на три группы. Первая группа SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} и др. Групповым реагентом является хлорид бария при $pH=7$. При этом образуются белые осадки. Вторая группа Cl^- , I^- , S^{2-} , SO_3^{2-} , SeO_3^{2-} , F^- , SiO_3^{2-} . Групповым реагентом является раствор нитрата серебра в присутствии азотной кислоты ($pH < 2$). При этом выпадает соответственно белый, желтый, черный осадки. К третьей группе относится ион NO_3^- и другие, группового реагента нет.

В большинстве случаев анионы можно открывать дробным методом, поэтому групповые реагенты применяются только для обнаружения наличия той или иной группы анионов.

Ход работы.

Специфические реакции на анионы I, II, III групп:

1. Сульфат-ион.
2. Карбонат-ион.
3. Фосфат-ион.
4. Хлорид-ион.
5. Иодид-ион.
6. Сульфид-ион.
7. Нитрат-ион.

Лабораторная работа №3 (2ч.)

Тема: Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.

Вещества, содержащие кристаллизационную воду, называются кристаллогидратами. Количество кристаллизационной воды в кристаллогидрате каждого вещества строго определено. Некоторые кристаллогидраты могут выветриваться и частично терять кристаллизационную воду при хранении в сухом воздухе, другие кристаллы могут расплываться, поглощая воду из влажного воздуха.

Ход работы.

Для определения содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате необходимо установить по справочнику, при какой температуре это вещество теряет кристаллизационную воду, и именно при этой температуре необходимо удалять ее. Содержание кристаллизационной воды в $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ определяют при 120- 125 °С.

Перед определением бюкс необходимо хорошо вымыть, высушить, а затем поместить с крышкой, поставленной на ребро, в сушильный шкаф при 120-125 °С на 30 - 40 мин.

Горячий бюкс с крышкой охлаждают в эксикаторе 15 - 20 мин, затем бюкс с крышкой взвешивают на аналитических весах и результаты заносят в рабочий журнал.

После взвешивания бюкс с крышкой снова помещают в сушильный шкаф на 10-20 мин .при той же температуре. Охладив бюкс с крышкой в эксикаторе, его вновь взвешивают и результат записывают в рабочий журнал. Если масса бюкса не изменится или изменится не более чем на 0,0002 г, высушивание считают законченным.

В высушенный и взвешенный бюкс помещают 2-3 г кристаллического хлорида бария, взвешивают и записывают массу бюкса с веществом в журнал.

Открытый бюкс вместе с крышкой ставят в сушильный шкаф на 90-120 мин. и сушат при 120-125 оС. При более высоких температурах $BaCl_2$ разлагается, а при более низких - удалится вся кристаллизационная вода. Затем бюкс закрывают, охлаждают в эксикаторе, взвешивают и результат записывают в рабочий журнал.

Повторяют высушивание при тех же условиях в течение 30 мин. Затем бюкс охлаждают в эксикаторе и снова взвешивают. Эту операцию повторяют до тех пор, пока масса бюкса с хлоридом бария не станет постоянной (разница не более 0,0002 г).

Рассчитывают массу кристаллизационной воды в навеске хлорида бария. Полученный результат сравнивают с теоретическим содержанием кристаллизационной воды. Результаты анализа сравнивают с теоретически вычисленным количеством воды для $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, рассчитывают абсолютную ошибку определения и относительную ошибку в процентах.

Модуль 3 «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 (2 ч.) 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:

1. применяют знание теоретических основ физической 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. овладевают навыками использования нормативных документов, определяющими организацию и технику безопасности работ.

Лабораторная работа №1 (2ч.)

Тема: Калориметрическое определение удельной теплоты растворения соли.

Ход работы.

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 (2ч.)

Тема: Изучение равновесия гомогенной химической реакции в растворе.

Ход работы:

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.

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, 2005. - 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., 2003, 2009. - 527 с.
3. Каржавин, В. К. Основы физической химии [Текст]: учеб. пособие / Каржавин В. К. ; М-во образования и науки РФ. - Апатиты : Изд. Кольского науч. центра РАН, 2005. – 184 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 4 «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 экологии и природопользовании; 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 процессов, протекающих в окружающей среде; излагают и анализируют получаемую информацию.

Практическое занятие №1 (2 ч.)

Тема: Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.

План:

Лиофильные системы

1. Методы получения лиофильных коллоидных систем. Самопроизвольное диспергирование макрофаз: критерий самопроизвольного диспергирования (по Ребиндеру-Щукину), примеры.
2. Мицеллообразование в водных растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ.
3. Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела раствор ПАВ - воздух в гомологических рядах ПАВ.
4. Термодинамика мицеллообразования: тепловые эффекты, энтропийная природа мицеллообразования ПАВ в водных растворах. Диаграмма фазовых состояний; точка Крафта.
5. Влияние концентрации ПАВ на строение мицелл. Жидкокристаллические системы.

6. 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.
7. 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. сновные 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 (2 ч.)

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.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:

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

Лабораторная работа № 1(2ч.)

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 – Γ_{\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.

Литература

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст]: учебник для студ. вузов / Семчиков Ю. Д. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. – 368 с.
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. - 332 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 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 (2 ч.)

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. 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 №2(2ч.)

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:

$C_7H_8 \rightarrow C_7H_5O_2K \rightarrow C_7H_5O_4N \rightarrow C_6H_5O_2N \rightarrow C_6H_7N$.

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 моноклорпроизводных 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 №3-4 (4ч.)

Тема: Кислородосодержащие 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-маслянная кислота; б) изовалериановая кислота; в) 3,3-диметилбутановая кислота; г) 2,4-диметилпентановая кислота; д) диметилуксусная кислота.

Задание 6. Из пропилового спирта получите маслянную 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. 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. Артёмов, 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.

Практическое занятие №5 (2ч.)

Тема: Азотосодержащие соединения.

Вопросы для коллективного обсуждения

1. Расскажите об электронном строении аминов.
2. Расскажите о физических и химических свойствах аминов.
3. 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: мочевины, 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.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся:

-  применяют знание теоретических основ органической химии при решении прикладных задач;
-  применяют на практике методы экспериментального исследования органических веществ;
-  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;

Лабораторная работа № 1(2ч.)

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 ацетилена.

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 ацетилена с хлороводородом. Какими свойствами обладает полученное вещество?

Лабораторная работа № 2(2ч.)

Тема: Кислородсодержащие органические соединения.

Цель работы: изучить химические свойства кислородсодержащих органических соединений.

Ход работы:

- Опыт 1. Окисление этилового спирта дихроматом калия.
- Опыт 2. Окисление изопропилового спирта.
- Опыт 3. Образование диэтилового эфира.
- Опыт 4. Образование сложного эфира.
- Опыт 5. Образование глицерата меди.
- Опыт 6. Цветная реакция на фенол.
- Опыт 8. Получение фенолята натрия.
- Опыт 9. Восстановление альдегидами соединений меди (II).
- Опыт 10. Восстановление альдегидами соединений серебра.
- Опыт 11. Определение альдегидных свойств муравьиной кислоты.
- Опыт 12. Определение неопределенности олеиновой кислоты.

Контрольные вопросы

1. Напишите уравнения реакций гидролиза водным раствором гидроксида натрия следующих соединений: а) 2-хлорбутана; б) 2-хлор-2-метилпентана; в) 1-хлорпропана.
2. Каким способом можно получить 2-метилпропанол-1 из ацетилена?
3. Напишите уравнение реакции окисления пропилена водным раствором перманганата калия. Назовите образовавшийся продукт.
4. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с гидроксидом меди (II).
5. Напишите все возможные изомеры альдегидов и кетонов, соответствующие молекулярной формуле $C_6H_{12}O$.
6. 3. Какие спирты образуются при восстановлении водородом следующих соединений: а) пропаналя; б) бутанала; в) пропанона; г) 3-метилпентанона-2?
7. Напишите уравнения реакций окисления: а) бутанала; б) 2-метилбутанала; в) пропанона.
8. Напишите уравнения реакций получения масляной кислоты из бутана.

Лабораторная работа № 3 (2ч.)

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 № 4 (2ч.)

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 пропиламино, диэтиламино, триизопропиламино.
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 № 5(2ч.)

Тема: Гетерофункциональные соединения.

Цель работы: изучить химические свойства гетерофункциональных соединений.

Ход работы:

- Опыт 1. Образование хелатных комплексов с ионами металлов.
- Опыт 2. Взаимодействие α -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;

- с) атом С-2 пространственно более доступен, чем атом азота.
3. Почему пиррол ($pK_a=17$) менее кислый, чем цикlopентадиен ($pK_a= 15$), 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;
- с) сопряженное основание пиррола устойчивее сопряженного основания цикlopентадиена.
4. Расположите следующие соединения в порядке легкости вступления в реакции электрофильного замещения: а) бензол; б) фуран; с) пиррол; d) тиофен; е) имидазол.
5. Расположите следующие соединения в порядке увеличения способности в реакции электрофильного замещения: а) имидазол; б) пиррол; с) бензол; d) нитробензол; е) пиридин; f) пиримидин; g) 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