

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

Направление 04.03.01 Химия

Профиль «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр


Форма обучения - очная

Владикавказ 2022


Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 июля 2017 года № 671; приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 ноября 2020 г. № 1456 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 мая 2021 г., № 63650) «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования»; учебным планом подготовки бакалавра по направлению 04.03.01 Химия, утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 31.05.2022 г., протокол № 13.

Составитель: к.х.н., доцент Чигорина Т.М.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры органической химии (протокол № 8/21-22 от «08» апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой  Абаев В.Т.

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6/21-22 от «25» апреля 2022 г.)

Председатель совета факультета  Агаева Ф. А.

Рабочая программа дисциплины принята в составе основной профессиональной образовательной программы решением ученого совета Протокол № 13 от 31.05.2022 г.

1. Структура, и общая трудоемкость дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **14** зачетные единицы (**504** часа).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	3	
Семестр	5,6	
Лекции	104	
Практические (семинарские) занятия	52	
Лабораторные занятия	210	
Контроль	72	
Итого аудиторных занятий	366	
Самостоятельная работа	66	
Курсовая работа	5	
Форма контроля		
экзамен	5,6	
Зачет	-	
Общее количество часов	504	

2. Цели освоения дисциплины

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки (специальности) 04.03.01 Химия и уровню высшего образования бакалавриат (**ФГОС 3++**), утвержденному приказом Минобрнауки России от 17 июля 2017 года № 671;

ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденном приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671 (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 2 августа 2017 г., регистрационный №47644), с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 8 февраля 2021 г. №83 (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 12 марта 2021 г., регистрационный №62739):

цель изучения курса физической химии – дать студенту знания основ химической термодинамики, электрохимии, химической кинетике и катализа, фазовых равновесий, которые служат подготовке студента к будущей профессиональной деятельности в областях: научно-исследовательской, технологической и педагогической.

Задача курса – формирование творчески работающих специалистов с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области общей и неорганической химии, способных использовать теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность, инициативу, а также в необходимых случаях – умение участвовать в принятии коллективных решений, выбирая наиболее оптимальные из них.

Изучение данной дисциплины служит подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности в областях – научно-исследовательской и педагогической согласно профессиональным стандартам:

1. **Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»**, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный № 30550), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от

25 декабря 2014 г. № 1115н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2015 г., регистрационный № 36091) и от 5 августа 2016 г. № 422н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 августа 2016 г., регистрационный № 43326).

2. **01.004. Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 24 сентября 2015 г. № 38998).
3. **40.011. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692).

Задача дисциплины – формирование творчески работающих специалистов с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области физической химии, способных использовать теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность, инициативу, а также в необходимых случаях – умение участвовать в принятии коллективных решений, выбирая наиболее оптимальные из них.

3. Место дисциплины в структуре ПООП бакалавриата

Дисциплина «Физическая химия» относится к учебным дисциплинам Обязательной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы (далее — ОПОП) направления подготовки «Химия», квалификация (степень) – бакалавр - **Б1.О.11.**

Изучение дисциплины «Физическая химия» базируется на актуализации междисциплинарных знаний «Педагогики», «Психологии», «Экологии», «Физики», «Неорганической химии», «Дополнительные главы химии», «Аналитической химии», «Органической химии», «Введение в специальность», «Математики», «Информатики» и других дисциплин естественно-научного, общепрофессионального и социально-экономического профиля.

Главной составляющей реализации междисциплинарных связей является *актуализация*, в результате которой происходит установление ассоциаций (объединение, связь) между условиями и требованиями междисциплинарной задачи и ранее изученным учебным материалом.

Требования к входным знаниям обучающихся:

Для освоения данной дисциплины необходимо владение **предварительными компетенциями**, приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин учебного плана подготовки бакалавра по направлению 04.03.01 Химия («Неорганическая химия» - УК-1; УК-2; УК-4; УК-8; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-5; ОПК-6; ПК-1; «Аналитическая химия» - УК-1; УК-2; УК-4; УК-8; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-2; ПК-5; «Математика» - УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ОПК-4; «Информатика» - УК-1, «Физика» - УК-1; ОПК-3; ОПК-4, «Органическая химия» - УК-8; ОПК-1; УК-4; УК-1; УК-2; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ОПК-6; ОПК-3; ОПК-5, «Физическая химия» - УК-1, УК-2, УК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-5):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);

УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций;

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием;

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники;

ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;

ОПК-5 Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе;

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК-2. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции

ПК-5 Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности веществ под руководством специалиста более высокой квалификации.

Для освоения данной учебной дисциплины студент должен

Знать:

- понятия и законы химии, изучаемые в курсах неорганической, органической и химии;
- классы органических и неорганических соединений, методы их получения и закономерности в изменении химических свойств веществ.

Уметь:

- пользоваться базой данных по термодинамическим, структурным и физическим свойствам веществ при выполнении расчетных задач;
- оценивать возможность протекания химической реакции.

Владеть:

- методами простейших химических расчетов с использованием различных способов выражения концентрации раствора, констант химического равновесия и скорости химической реакции;
- основными способами проведения и описания химического эксперимента.

Данная дисциплина имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с последующими дисциплинами и практики учебного плана, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее, а именно:

Строение вещества

Физические методы исследования

Коллоидная химия

Высокомолекулярные соединения

Химическая технология

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в т. ч. Педагогическая практика).

Дисциплина физической химии должна познакомить студента с внутренней логикой химической науки, фактическим материалом по физической химии. Студент должен освоить основные закономерности, определяющие свойства систем, и на этой основе изучить фактический материал по химической термодинамике, электрохимии, химической кинетике. Именно поэтому

курс физической химии включает обширное теоретическое введение, в котором в первом приближении рассматриваются основные современные общехимические воззрения, теории, законы.

4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины), Б1.О.11

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Химия, имеет индекс в учебном плане **Б1.О.11**.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (УК)

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (УК)	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Б-УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; Б-УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм УК-2.4. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия; УК-4.2. Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем; УК-4.3. Ведет деловую переписку на иностранном языке с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий УК-4.4. Выполняет для личных целей перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный; УК-4.5. Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения УК-4.6. Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддержать разговор в ходе их обсуждения
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей; УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста УК-6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	УК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений) УК-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности Б-УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (ОПК)

Категория (группа) обще профессиональных компетенций	Код и наименование обще профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
--	--	---

Обще- профессиональные навыки	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования
	ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности
Физико-математическая и компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
	ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-5.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля ОПК-5.2. Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности

Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках
---	---	---

В результате изучения учебной дисциплины «Физическая химия» студенты должны:

В категории "Универсальные компетенции выпускников"

УК-1

Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы критического анализа; основные принципы критического анализа.

Уметь: получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта.

Владеть: исследованием проблемы профессиональной деятельности с применением анализа; синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.

УК-2

Знать: методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе.

Уметь: обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы.

Владеть: управлением проектами в области, соответствующей профессиональной деятельности; распределением заданий и побуждением других к достижению целей; управлением разработкой технического задания проекта, управлением реализацией профильной проектной работы; управлением процесса обсуждения и доработки проекта; участием в разработке технического задания проекта, разработкой программы реализации проекта в профессиональной.

УК-4

Знать: компьютерные технологии и информационную инфраструктуру в организации; коммуникации в профессиональной этике; факторы улучшения коммуникации в организации; коммуникационные технологии в профессиональном взаимодействии; характеристики коммуникационных потоков; значение коммуникации в профессиональном взаимодействии; методы исследования коммуникативного потенциала личности; современные средства информационно-коммуникационных технологий.

Уметь: создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стилей речи по профессиональным вопросам; исследовать прохождение информации по

управленческим коммуникациям; определять внутренние коммуникации в организации; производить редакторскую и корректорскую правку текстов научного и официально-делового стилей речи на русском и иностранном языке; владеть принципами формирования системы коммуникации; анализировать систему коммуникационных связей в организации.

Владеть: осуществлением устными и письменными коммуникациями, в том числе на иностранном языке; представлением планов и результатов собственной и командной деятельности с использованием коммуникативных технологий; владеет технологией построения эффективной коммуникации в организации; передачей профессиональной информации в информационно-телекоммуникационных сетях; использованием современных средств информационно-коммуникационных технологий.

УК-6

Знать: особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности;

основные научные школы психологии и управления; деятельностный подход в исследовании личностного развития; технологию и методику самооценки; теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений.

Уметь: определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач.

Владеть: навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; принятием решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности.

УК-8

Знать: факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений); нормативные требования техники безопасности.

Уметь: идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности; выявлять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций; реализовывать нормы техники безопасности.

Владеть: правилами поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях; методами безопасной работы в химической лаборатории.

В категории " Общепрофессиональные компетенции выпускников "

ОПК-1

Знать: основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых химических дисциплин, понимает основы физических и физико-химических методов исследования.

Уметь: систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

Владеть: навыками составления заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ОПК-2

Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методы получения и исследования химических веществ и реакций; основные принципы и подходы к выбору методов анализа; основные физические и химические свойства веществ и материалов, используемых в лабораторных и технологических условиях, на основании которых формулируются правила и нормы техники безопасности; правила техник безопасности в химической лаборатории и на производстве.

Уметь: применять знания норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях; планировать и проводить экспериментальные исследования, использовать химические свойства основных классов неорганических и органических веществ и различные методы получения и исследования химических веществ и реакций, прогнозировать и оценивать результаты эксперимента; формулировать правила безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.

Владеть: навыками оказания первой помощи; навыками химического эксперимента в области неорганической и органической химии, физико-химических методов анализа; навыками практической работы на современной аппаратуре при проведении экспериментов, нормами техники безопасности.

ОПК-3

Знать: теоретические и полуэмпирические модели и их применение при решении задач химической направленности.

Уметь: использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности, при подготовке научных публикаций и докладов.

Владеть: навыками разработки специализированных программ для решения задач профессиональной сферы деятельности.

ОПК-4

Знать: базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности.

Уметь: обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

Владеть: методами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

ОПК-5

Знать: основные технические средства компьютерных систем; основы информационно-коммуникативных технологий; основные тенденции развития современных информационных технологий и основы информационной безопасности; правовое регулирование в информационной среде.

Уметь: использовать современные компьютерные технологии (технологии обработки данных, текстовой, графической, числовой информации, сетевые и мультимедиа технологии).

Владеть: навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

ОПК-6

Знать: основные требования к представлению результатов работ в профессиональной сфере деятельности; структуру научного доклада (название, обоснование актуальности работы, цель работы, задачи, состояние вопроса, основные результаты и выводы).

Уметь: использовать специализированное программное обеспечение при представлении результатов работы профессиональному сообществу; оформить отчет или научную публикацию с использованием новых информационных технологий.

Владеть: приемами изложения научного текста.

При освоении данной дисциплины обучающийся сможет продемонстрировать (частично) следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ) и трудовые функции (ТФ):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенная трудовая функция (ОТФ)			Трудовая функция (ТФ)	
Область профессиональной деятельности: 01 Образование и наука Тип задач профессиональной деятельности: педагогический					
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования (воспитатель, учитель). Наименование вида профессиональной деятельности: Дошкольное образование Начальное общее образование Основное общее образование Среднее общее образование	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6
				Воспитательная деятельность	A/02.6
				Развивающая деятельность	A/03.6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	B/03.6
01.003Профессиональн ый стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых». Наименование вида профессиональной деятельности: Педагогическая деятельность в дополнительном образовании детей и взрослых	А	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	6	Организация деятельности учащихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	A/01.6
			6	Педагогический контроль и оценка освоения дополнит. общеобразовательной программы	A/04.6

26 Химическое, химико-технологическое производство Тип задач профессиональной деятельности: технологический					
26.006 Профессиональный стандарт «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов». Наименование вида профессиональной деятельности: Производство новых наноструктурированных композиционных материалов	А	Лабораторно - аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов	6	Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов	A/02.6
	В	Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов	6	Составление аналитических обзоров, научных отчетов, публикация результатов исследований	B/06.6
40 Сквозные виды профессиональной деятельности Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам». Наименование вида профессиональной деятельности: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	А	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	5	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	A/01.5
				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	A/02.5

Дисциплина «**Физическая химия**» является основой для изучения естественнонаучных дисциплин: «Коллоидная химия», «Физико-химические методы исследования», «Химическая технология», «Высокомолекулярные соединения».

Формы контроля:

- текущие рубежные контрольные (компьютерные тестовые задания);
- рейтинго-балльная система контроля знаний;
- экзамен.

1. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

5 семестр

Таблица 5.1

№ неде-ли	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы			Самостоятельная работа			Количество баллов текущей работы для аттестации		Литера тура [...]
		л	лаб	пр	Содержание	Часы	Форма контроля	Мин	Мак с	
1	Предмет, задачи и методы физической и химии. Основные термины и понятия термодинамики. Предмет и методы термодинамики. Первое начало термодинамики. Формулировки первого закона (начала) термодинамики. Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения идеального газа при различных процессах. Энтальпия. Зависимость энтальпии от температуры. Теплоемкость и ее зависимость от температуры.	3	6	2	Зависимость тепловых эффектов от температуры. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,3	2	[1 - 7], 10, 11, 12, 14, 16, 17
2	Закон Гесса и его следствия. Уравнение Кирхгофа. Стандартное состояние вещества и стандартные энтальпии (тепловые эффекты) реакций. Энтальпии образования и энтальпии сгорания. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Значение первого закона термодинамики для изучения процессов в живых системах.	4	7	-	Теплоемкость (изобарная, изохорная). Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), реферат	1,3	2	1, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 16
3	Второе начало термодинамики. Формулировки второго закона (начала) термодинамики. Энтропия и ее свойства. Расчет изменения энтропии в различных равновесных процессах. Энтропия в неравновесных процессах. Абсолютное значение энтропии и ее вычисление из опытных данных.	3	6	2	Закон Кирхгофа. Уравнения изобары, изохоры. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,5	2	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14

4	Третий закон термодинамики (постулат Планка, теорема Нернста). Статистический характер второго закона термодинамики. Формула Больцмана.	4	7	2	Статистический характер II закона термодинамики. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,3	2	1, 3, 4, 5, 6, 11, 13
5	Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Фундаментальные уравнения Гиббса. Основные термодинамические функции: энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Анализ фундаментальных уравнений для энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Расчет изменений энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при протекании различных процессов.	3	6	-	Следствия закона Гесса. Расчет энергии связи. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,3	3	1, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17
6	Характеристические функции. Общие условия равновесия, выраженные через характеристические функции. Критерии самопроизвольного протекания процесса и характеристические функции. Термодинамические потенциалы, их связь с полезной работой. Стандартные энергии Гиббса образования веществ. Уравнения Гиббса-Гельмгольца и их вывод.	4	8	2	Термодинамические потенциалы. Химический потенциал идеальных и реальных систем. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), реферат	1,5	3	1, 6, 8, 10, [11-17]
7	Закон действующих масс. Константа химического равновесия и способы ее выражения. Уравнения изотермы химической реакции, изобары, изохоры. Принцип Ле – Шателье – Брауна, смещения химического равновесия. Уравнение состояния.	3	6	-	Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,5	3	1, 6, 8, 10, 11, 14, 16
8	Идеальные жидкие растворы. Связь между активностью и концентрацией. Законы Коновалова. Виды растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Закон Рауля. Реальные растворы. Коэффициенты активности.	4	8	2	Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Решение задач.	4	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1,3	3	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15
9	ПЕРВАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)							11	20	

	Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изохоры и изобары. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Закон Генри, Рауля. Реальные растворы. Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности. Ионная сила раствора. Полиэлектролиты.				Идеальные жидкие растворы. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника.		Письменные домашние задания (конспект)			
10	Относительное понижение давления пара, понижение температуры замерзания и повышения температуры кипения, осмос. Криометрия и эбулиометрия. Взаимосвязь между осмотическими свойствами растворов. Осмотические свойства разбавленных растворов электролитов.	3	6	2	Реальные растворы. Закон Генри, Рауля. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,3	2	[1 – 8], 10, 11, 15, 17
11	Относительное понижение давления пара, понижение температуры замерзания и повышения температуры кипения, осмос. Криометрия и эбулиометрия. Взаимосвязь между осмотическими свойствами растворов. Осмотические свойства разбавленных растворов электролитов.	4	7	-	Коллигативные свойства растворов электролитов. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1,3	2	1, 3, 9, 11, 12, 14
12	Понятия о парциальных мольных величинах и методах их определения. Уравнение Гиббса-Дюгема. <i>Растворы электролитов</i> . Изотонический коэффициент. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Константа диссоциации слабого электролита. Активность и коэффициент активности электролита и иона. Теория Дебая-Хюккеля (без вывода).	3	6	2	Применение теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности (первое, второе и третье приближения). Решение задач из задачника.	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1,5	2	1, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15

13	Удельная электропроводность и ее зависимость от концентрации для слабых и сильных электролитов. Эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша независимого движения ионов. Кондуктометрическое титрование и его применение в практике. Электрохимическая ячейка. Перенос ионов и числа переноса.	4	7	2	Кондуктометрическое титрование и его применение в практике. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,3	2	[1 - 9], 12, 13, 16
14	Электродные процессы. Электродвижущие силы. Электрохимический потенциал. Скачок потенциала на границе металл-раствор. Контактный и диффузионный потенциал. Схема и правила записи электрохимической цепи (гальванического элемента). Электродвижущие силы (ЭДС). Электродные потенциалы. Уравнение Нернста для электродного потенциала и ЭДС цепи. Правила расчета ЭДС цепи с помощью электродных потенциалов. Термодинамика гальванического элемента. Определение с помощью метода ЭДС энтальпии (теплового эффекта) и энтропии химической реакции.	3	6	-	Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Термодинамика гальванического элемента. Связь константы равновесия с ЭДС. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1,5	3	1, 3, 7, 12, 14, 15
15	Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз к разбору диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния воды, серы и углерода. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Стабильные и метастабильные состояния.	4	8	-	Фазовые состояния, равновесия. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект).	1,3	3	4, 8, 10, 11, 12, 13

16	Равновесия жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Метод физико-химического анализа. Диаграммы состав-свойство. Принципы непрерывности и соответствия (Н.С.Курнаков). Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Первый закон Гиббса-Коновалова. Диаграммы общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Азеотропные растворы.	3	6	2	Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с водяным паром. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект).	1,3	3	4, 8, 10, 11, 12, 13
17	Второй закон Гиббса-Коновалова. Перегонка растворов с минимумом и максимумом температуры кипения. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Изменение характера диаграммы состояния в зависимости от внешних условий (давления, температуры).	2	8	-	Системы с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно и инконгруэнтно. Решение задач из задачника	4	Письменные домашние задания (конспект)	1,5	3	4, 8, 10, 11, 12, 13
	ВТОРАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)							11	20	
Итого		54	108	18		36		22	40	

6 семестр

№ неде-ли	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы			Самостоятельная работа		Форма контроля	Количество баллов текущей работы для аттестации		Литера тура [...]
		л	лаб	пр	Содержание	Часы		Мин	Мак с	
1	Формальная кинетика простых необратимых реакций. Предмет химической кинетики. Кинетические уравнения необратимых реакций нулевого, первого, второго, третьего порядков. Определение порядка реакции.	3	6	2	Методы определения скорости, константы скорости, порядка реакции, энергия активации. Решение задач.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	1,3	2	[1 - 7], 10, 11, 12, 14, 16, 17
2	Основные понятия химической кинетики. Истинная и средняя скорость химической реакции, скорость по отдельному реагенту. Особенности определения скорости химической реакции, протекающей в потоке. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Молекулярность элементарной химической реакции.	3	6	2	Кинетическая классификация реакций по их порядку. Реакции псевдо n -го порядка Интегральные методы расчета порядка реакции.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	1,3	2	1, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 16
3	Формальная кинетика кинетически сложных реакций. Кинетические уравнения и их решения для обратимых, параллельных, последовательных, цепных реакций. Экспериментальное определение скорости химической реакции (графический и аналитический методы).	3	6	2	Самостоятельное решение сложных кинетических уравнений. Решение задач по определению констант скоростей сложных реакций.	4	Письменные домашние задания (консп.)	1,5	2	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14

4	Кинетические кривые и кинетические уравнения. Порядок химической реакции. Общий и частный порядок. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции.	3	6	2	Временной и концентрационный порядок реакции. Решение задач по определению порядка реакции кинетически сложных реакций.	4	Письменные домашние задания (консп.)	1,5	3	1, 3, 4, 5, 6, 11, 13
5	Молекулярная кинетика. Теория элементарного акта реакции. Теория активных соударений и переходного состояния.	3	6	2	Изучение кинетики физико-химическими методами. Решение задач по определению энергии активации, предэкспоненты в уравнении Аррениуса.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания, реферат	1,3	2	1, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17
6	Теория активных столкновений молекул. Теория Больцмана. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Уравнения Эйринга-Эванса.	3	6	2	Расчет констант скоростей в зависимости от температуры. Выполнение и оформление графических материалов.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания, реферат	1,3	3	1, 6, 8, 10, [11-17]
7	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Механизм каталитических реакций. Кинетические уравнения общего и специфического протонного катализа. Функция кислотности Гаммета.	3	6	2	Выбор каталитических реакций гомогенного и гетерогенного характера. В конспекте расписать их механизм и представить кривые потенциальной энергии.	4	Письменные домашние задания (консп.), реферат	1,5	3	1, 6, 8, 10, 11, 14, 16

8	Кинетика и катализ реакций в растворах. Уравнения Бренстеда-Бьеррума. Гетерогенный катализ. Кривая потенциальной энергии гетерогенного катализа. Истинная и кажущаяся энергии активации. Теории гетерогенного катализа. Роль адсорбции в кинетике гетерогенного катализа. Активация в гетерогенном катализе. Активные центры гетерогенных катализаторов.	3	6	2	Схемы изменения концентрации раствора при растворении в нем твердого вещества. Решение задач.	4	Письменные домашние задания (консп.), реферат	1,3	3	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15
	ПЕРВАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)							11	20	
10	Равновесная электрохимия. Определение электрохимических и термодинамических величин из данных метода ЭДС. Ряд напряжения элементов. Двойной электрический слой. Строение ДЭС по Гельмгольцу, Гюи-Чапмэну, Штерну.	3	6	2	Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Решение задач.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания.	1,3	2	1, 2, 8, 16, 17
11	Введение в электрохимию. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Уравнение Нернста для ЭДС и потенциалов. Активность, коэффициент активности. Основные допущения в теории Дебая-Хюккеля. Уравнение Онзагера. Физический смысл электрофоретического и релаксационного эффектов.	3	6	2	Расчеты кинетических величин ($k_{\text{ср.}}$, n , E^* , предэкспоненты). Решение задач с выполнением графика.	3	Коллоквиум, Реферат.	1,3	2	[1 – 8], 10, 11, 15, 17
12	Типы электрохимических систем (физических, химических, концентрационных). Выражения для ЭДС различного типа гальванических элементов. Применение метода ЭДС в химии на основе электрохимических элементов. Классификация гальванических элементов.	3	6	2	Гетерогенный катализ на основе теории переходного состояния. Кривые потенциальной энергии активации.	4	Письменные домашние задания (консп.) реферат	1,5	2	1, 3, 9, 11, 12, 14

13	Определение энергетических функций (ΔH , ΔG , ΔS), активности, коэффициентов активностей, произведения растворимости, константы диссоциации и равновесия методом измерения ЭДС различного типа гальванических элементов. Реакции на электродах в элементах, уравнении для ЭДС и потенциалов в перечисленных цепях.	3	6	2	Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей Кобозева. Решение задач.	4	Коллоквиум, Реферат.	1,5	3	1, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15
14	Электрохимическая кинетика. Электролиз. Поляризация и перенапряжение при электролизе. Значение перенапряжения в электрохимии. Поляризация при электролизе. Химическая и концентрационная поляризация.	3	6	2	Электрокапиллярные, электрокинетические явления. Проблема абсолютных потенциалов. Решение задач.	3	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	1,3	2	[1 - 9], 12, 13, 16
15	Теория перенапряжения. Перенапряжение водорода, его значение в химии. Теория замедленно разряда иона гидроксония на основе теории переходного состояния. Энергия активации разряда. Уравнение Липпмана. Потенциал точки нулевого заряда.	3	6	2	Электрофорез и электроосмос в микрогетерогенных системах. Значение дзета-потенциала. Адсорбционный и термодинамический потенциалы.	4	Письменные домашние задания (консп.) реферат	1,3	3	1, 3, 7, 12, 14, 15
16	Вольтамперометрия. Вольтамперометрическое титрование. Полярография. Использование полярографии в химии. Методы микрокулонометрии, дискового вращающегося электрода, циклическая вольтамперометрия. Уравнение Ильковича, Гейровского – Ильковича, Ренделса – Шевчика.	3	6	2	Вольтамперометрия на твердых инертных электродах. Решение задач.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	1,3	3	4, 8, 10, 11, 12, 13

17, 18	Электрохимическая кинетика. Стадия электродного процесса. Уравнение диффузионной кинетики. Полярография. Использование метода полярографии для качественного, количественного анализа, изучение элементарных стадий сложного механизма реакций. Токи в полярографии: емкостный, миграционный, диффузионный. Анализ обратимых полярографических волн.	5	12	4	Требования к растворителям и фоновым электролитам, применяемых в полярографии. Решение задач.	4	Коллоквиум, письменные домашние задания, конспект	1,5	3	4, 5, 8, 10, 11-13, 15-17.
	ВТОРАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)							11	20	
	Итого:	50	102	34		30		22	40	

***Примечания**

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия в форме с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Видео-лекция – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тест.

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Физическая химия» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем химии координационных соединений на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении домашних работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, на еженедельных консультациях.

№/п.	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	См. учебно-методическую карту	Лекции	104	Перспективно - опережающего обучения, модульная технология, проблемного обучения	
2	См. учебно-методическую карту	Практические	52	Перспективно - опережающего обучения, модульная технология, проблемного обучения	Блиц-игры, дискуссионные технологии: мозговой штурм, кейс-технология, технология ситуационного анализа
3	См. учебно-методическую карту	Лабораторные	210	Перспективно - опережающего обучения, модульная технология, проблемного обучения	Блиц-игры, дискуссионные технологии: мозговой штурм, кейс-технология, технология ситуационного анализа

№ /п	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	Все лекционные занятия проводятся с использованием интерактивной доски. Для каждой лекции подготовлена мультимедийная презентация	Лекция/семинар	104/122		Моделирование кластеров и блока проблемных вопросов.
2	Термохимия. Закон Гесса. Вычисления тепловых эффектов. Изобарная, изохорная теплоемкость.	Лабораторные занятия	21		Метод работы в малых группах. Проектная разработка
3	Криоскопия, эбуллиоскопия. Ионная сила электролитов. Активная концентрация электролитов.	Лабораторное занятие	21		Проектная разработка
4	Электропроводность электролитов. Закон Оствальда, Кольрауша. Константа, степень диссоциации.	Лабораторное занятие	21		Метод работы в малых группах. Проектная разработка
5	Кондуктометрия. Практическое применение метода электропроводности.	Лабораторное занятие	21		Проектная разработка
6	Фазовые равновесия. Правила фаз Гиббса.	Лабораторное занятие	21		Проектная разработка
7	Термодинамика гальванического элемента. Полная, свободная, связанная энергия ГЭ.	Лабораторные занятия	21		Метод работы в малых группах.
8	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.	Лабораторное занятие	21		Проектная разработка
9	Кинетика гетерогенных реакций (растворение хлорида свинца).	Лабораторные занятия	21		Метод работы в малых группах.
10	Перенапряжение водорода (нахождение констант в уравнение Тафеля).	Лабораторные занятия	21		Метод работы в малых группах.
11	Полярография, вольтамперометрия. Применение полярографии для анализа органических веществ.	Лабораторные занятия	21		Метод работы в малых группах. Проектная разработка

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы студентов является: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физическая химия» способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам безопасности человека в среде обитания, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- Проработка лекционного материала.
- Подготовка к лабораторным работам.
- Проработка и конспектирование тем, рекомендованных преподавателем к самостоятельному изучению.
- Подготовка к экзамену.

Организация самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физическая химия» включает выполнение домашних заданий к каждому лабораторному занятию, к рубежным тестированиям и к итоговому зачету. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам, подготовку докладов к некоторым занятиям по выбранной или предложенной студентом теме.

Доступ к методическим материалам для обеспечения самостоятельной работы студентов обеспечивает дистанционная площадка системы «MOODLE».

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе по дисциплине могут быть следующих видов:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- решение задач, выполнение упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физическая химия» включает выполнение домашних заданий к каждому практическому занятию. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам, решения тематических задач по разделам, прописи лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение домашних заданий к каждому практическому и лабораторному занятию. Задания содержат как письменные вопросы и задачи, так и устную подготовку по теоретическим вопросам. Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ.

Самостоятельная работа студентов проводится в виде письменных домашних заданий по подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в Учебно-методической карте дисциплины «Физическая химия» и на сайте дистанционного обучения СОГУ <http://lms.nosu.ru/>. Материалы по организации самостоятельной работы студентов отражены также в Учебно-методическом комплексе дисциплины.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, студентам следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

При подготовке заданий по самостоятельной работе студентам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:

- проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы www.yandex.ru, www.google.ru,
- также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения письменных заданий к практическим и лабораторным занятиям, а также устных ответов на практических занятиях.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды контроля

Рабочая программа предполагает текущий, промежуточный и итоговый виды контроля: опрос, проверочные письменные работы по темам; экзамен.

Проверочные письменные работы проводятся во время практических занятий, по вопросам из перечня вопросов для подготовки к экзамену (см. ниже).

Методика формирования результирующей оценки

Минимальное количество баллов, которое студент может набрать в ходе изучения курса для получения положительной оценки, – 50; максимальное – 100. Баллы складываются из следующих показателей: за регулярные выступления на семинарских занятиях – до 20 баллов за каждый рубеж; за тестирование – до 15 баллов на каждой рубежной контрольной; до 30 баллов на устном ответе экзамена.

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения письменных заданий к практическим и лабораторным занятиям, а также устных ответов на практических занятиях.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценивание студента в ходе текущего контроля успеваемости осуществляется исходя из выполнения всех видов самостоятельной работы.

Шкала соответствия пятибалльной системы оценивания с количеством набранных баллов по итогам текущего контроля успеваемости

Вид работы	Количество баллов, соотнесенных с общей оценкой по всем видам выполненных работ: 0–3 – «неудовлетворительно»; 4–9 – «удовлетворительно»; 10–15 – «хорошо»; 16–20 – «отлично».
Работа на лабораторных занятиях (устные ответы, участие в опросе, диалоге).	0–10
Выполнение контрольных заданий, сдача оформленных лабораторных работ	0–10
Итого текущий контроль	0–20

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных докладов и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Формы работы: лекции, устные опросы, контрольные работы, самостоятельные работы (чтение литературы, работа в библиотеке, дискуссии).

Виды контроля: текущий (на лабораторных занятиях), промежуточный (модульное тестирование), итоговый (зачет в 6 семестре).

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию.

Формами текущего контроля выступают *короткие (до 15 мин.) задания*, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения письменных заданий к практическим занятиям, а также устных ответов на практических занятиях.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время.

Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

Проверка качества усвоения знаний осуществляется не только в устной, но и в письменной форме. Проведение разных по форме и по объему устных и письменных работ дисциплинирует студента, даёт преподавателю основания для объективной оценки знаний каждого студента при

выведении суммарного балла, позволяет студенту представить уровень собственных знаний по предмету, увидеть свои сильные и слабые стороны, чтобы учесть их при подготовке к зачету.

Виды текущего контроля:

- а) устный фронтальный или индивидуальный опрос;
- б) письменная самостоятельная работа;
- в) устное изложение содержания прочитанного в рамках самостоятельной работы;
- г) устное выступление по теме обсуждения.

Промежуточный контроль

Дисциплина разбита на модули, которые представляют собой логически завершённые части рабочей программы курса и являются тем комплексом знаний и умений, которые подлежат контролю.

Контроль освоения модулей включает в себя выполнение письменных контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

В конце семестра проводится контрольное мероприятие, включающее контроль последнего модуля для всех студентов и контроль, который проходят обязательно те студенты, которые имеют задолженность по прошлым модулям, а также те, кто желает улучшить свой рейтинг.

Промежуточный контроль осуществляется по балльно-рейтинговой системе.

Методика формирования результирующей оценки

Итоговая оценка складывается как средневзвешенная по результатам всех оцениваемых работ на протяжении семестра, куда входят посещение лекций и лабораторных занятий, ответы и дополнения на лабораторных занятиях, контрольные работы (контрольные срезы по итогам модуля).

Промежуточный контроль - итоговая оценка знаний студента, осуществляется по накопительной системе суммированием баллов, полученных в процессе текущего и рубежного контроля.

Форма промежуточного контроля – экзамен.

Проведение текущего и промежуточного контроля по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением СОГУ.¹

Балльная структура оценки

<i>Форма контроля</i>	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:	20
• Выполнения заданий на практических занятиях	10
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5
1-я рубежная письменная контрольная работа	15
Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:	20
• Выполнения заданий на практических занятиях	10
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5
2-я рубежная письменная контрольная работа	15
Итого	70

¹ Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ. (в последней редакции от 08.07.20 г. Пр.№ 173)

Методика формирования результирующей оценки.²

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-70 баллов:

1-я рубежная аттестация -максимально 35 баллов; из них:

От 0 до 15 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или указывается используемая при изучении данной дисциплины форма (письменная работа, коллоквиум, эссе и т.д.);

От 0 до 20 баллов(текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

2-я рубежная аттестация – максимально 35 баллов; из них:

От 0 до 15 баллов(рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 20 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

Для экзамена:

За устный ответ на экзамене студент получает 0-30 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 50-56 баллов автоматически получают «Зачет».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Сумма баллов	Название	Числовой эквивалент
86 - 100	отлично	5
71 - 85	хорошо	4
50 - 70	удовлетворительно	3

Примеры вопросов к практическим занятиям

Раздел «Химическая термодинамика»

1. Основные понятия химической термодинамики. Термины и понятия: система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), состояние и свойства системы.
2. Первый закон термодинамики, формулировка, математическое выражение. Внутренняя энергия, энтальпия. Выражение I-го закона для изотермического, изохорного и изобарного процессов.
3. Теплоемкость. Истинная, молярная теплоемкость. Изохорная, изобарная теплоемкость.
4. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).
5. Вычисление тепловых эффектов химических реакций. Калориметрия. Теплоты растворения и нейтрализации.
6. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.
7. Второй закон термодинамики. Формулировка II-го закона термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии в некоторых процессах.
8. Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим, эбуллиоскопическим или осмотическим методом.
9. Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, Рауля. Понижение температуры замерзания раствора (криоскопия).
10. Сильные электролиты. Особенности свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Понятие сольватации (гидратации) ионов.

² В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр.№ 47)

Раздел «Электрохимия»

1. Кондуктометрическое титрование. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
2. Электрическая проводимость растворов. Скорость движения ионов. Удельная, эквивалентная проводимость электролитов и их зависимость от различных факторов.
3. Термохимия. Теплоты образования и сгорания веществ. Стандартные тепловые эффекты.
4. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
5. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
6. Второе начало термодинамики. Энтропия. Постулат Планка. Вычисления изменений энтропии в различных процессах.
7. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольности процессов. Условия термодинамического равновесия.
8. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
9. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
10. Эквивалентная электрическая проводимость и зависимость ее от разных факторов.
11. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.
12. Термодинамика гальванического элемента. Определение полной, свободной и связанной энергии гальванического элемента.
13. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды первого рода).
14. Определение электрической проводимости растворов. Кондуктометрическая ячейка. Определение степени и константы диссоциации слабого электролита по электрической проводимости раствора.
15. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Электрод, электродный потенциал и э.д.с. электрохимической цепи.
16. Теории возникновения скачка потенциала на границе металл – раствор.
17. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния серы.
18. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды второго рода).
19. Гальванический элемент. Химические и концентрационные гальванические элементы. Общие выражения для э.д.с. гальванического элемента.
20. Равновесие между твердой фазой и расплавом в бинарных системах. Термический анализ. Диаграмма состояния бинарных систем с эвтектикой. Правило рычага.
21. Понижение температуры замерзания раствора. Криоскопия. Повышение температуры кипения раствора. Эбулиоскопия. Осмос. Изотонические растворы.
22. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды.

Раздел «Химическая кинетика»

1. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений.
2. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка (привести примеры).
3. Уравнение Аррениуса. Способы определения опытной энергии активации, и ее связь с энергиями активации элементарных процессов.
4. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
5. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.
6. Необратимые реакции нулевого и второго порядков, определение константы скорости из опытных данных. Автокаталитическая реакция. Время полупревращения (при одинаковых концентрациях компонентов).
7. Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи). Метод квазистационарных концентраций и область его применения.

8. Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций в химической кинетике (на любом примере).
9. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных данных. Сопоставление со схемой Лэнгмюра-Хиншельвуда в гетерогенном катализе.
10. Кинетика ферментативных реакций с конкурентным ингибированием.
11. Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции образования НВг. Уравнение Боденштейна-Линда.
12. Вывод кинетического уравнения для разветвленных цепных реакций и его анализ (на примере горения водорода). Метод «полустационарных» концентраций Семенова.
13. Разветвленные цепные реакции: полуостров воспламенения и причины появления нескольких пределов воспламенения. Положение первого предела воспламенения для смеси водорода с кислородом.
14. Положение второго предела воспламенения для реакции $H_2 + O_2$.
15. Скорости реакций в открытых системах. Уравнение для стационарной скорости реакции в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения. Скорости реакции первого порядка в реакторе идеального смешения (необратимая и обратимая реакция). Определение констант скорости по стационарным концентрациям исходного вещества и продукта реакции.
16. Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.
17. Теория активированного комплекса и статистический вывод основного уравнения. Взаимосвязь опытной и истинной энергий активации.
18. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Реакции в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума.
19. Теория активных соударений. Уравнение Траутца—Льюиса.
20. Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.
21. Использование теории активированного комплекса для оценки стерического множителя теории активных соударений.
22. Интерпретация предэкспоненциального множителя в статистическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации.
23. Мономолекулярные реакции и их описание в теории активированного комплекса (в статистическом и термодинамическом аспектах).
24. Кинетические особенности мономолекулярных реакций. Применение теории соударений. Схема Линдемана. Поправка Хиншельвуда.
25. Реакции в растворах. Уравнение Смолуховского и его применение в кинетике бимолекулярных реакций.
26. Кинетические характеристики элементарных процессов фотохимии. Принцип Франка-Кондона. Физические и химические свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии. Эксимеры и эксиплексы.
27. Законы фотохимии (законы Буге-Ламберта-Бера, Вант-Гоффа, Эйнштейна). Квантовый выход. «Клеточный эффект». Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Многофотонное поглощение.
28. Основные понятия и классификации в катализе: гетерогенный и гомогенный катализ, ферментативный катализ, автокатализ, активность и селективность катализаторов, число оборотов (TOF и TON). Катализ на наночастицах.
29. Механизмы кислотно-основных каталитических реакций и их классификация. Цеолиты и их свойства. Твердые кислоты как катализаторы.
30. Кинетика реакций специфического кислотного катализа. Механизмы и лимитирующие стадии. Функция кислотности Гаммета. Суперкислоты.
31. Кинетика реакций общего кислотного и общего основного катализа. Механизмы реакций и лимитирующие стадии процесса. Уравнение Бренстеда и его анализ.
32. Корреляционные соотношения между кинетическими и термодинамическими параметрами в катализе. Уравнения Брэнстнеда. Уравнение Семенова-Поляни для радикальных реакций.
33. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора. Особенности кинетики и записи константы равновесия в адсорбционном слое (общий случай).
34. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия.
35. Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области. Решение кинетической задачи Зельдовича-Тиле для необратимой реакции первого порядка.

Раздел «Неравновесные электрохимические (электродные) процессы»

1. Электролитическая диссоциация: экспериментальные проявления и количественные соотношения. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Модель Борна.
2. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля: приближения модели ионной атмосферы, зависимость радиуса ионной атмосферы от природы растворителя и электролита.
3. Первое и второе приближения теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности: пределы применимости и природа наблюдаемых отклонений от эксперимента.
4. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов. Подвижности отдельных ионов. Эмпирический закон Кольрауша и его обоснование Онзагером.
5. Числа переноса, ионные электропроводности, подвижности и коэффициенты диффузии, их зависимость от концентрации раствора.
6. Зависимость эквивалентной электропроводности от температуры, природы растворителя и концентрации раствора. Уравнение Онзагера.
7. Процессы диффузии и миграции в растворах электролитов. Формула Нернста-Эйнштейна. Диффузионный потенциал на границе двух растворов.
8. Разности потенциалов в электрохимических системах. Потенциалы Вольта и Гальвани. Поверхностный потенциал.
9. Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором и в электрохимической цепи. Уравнение Нернста.
10. Стандартные электродные потенциалы. Расчет ЭДС с помощью таблиц стандартных потенциалов. Диаграммы Пурбэ.
11. Классификация электродов и электрохимических цепей.
12. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к электрохимическим системам.
13. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.
14. Определение методом ЭДС коэффициентов активности, рН раствора, произведений растворимости, констант устойчивости комплексных соединений.
15. Электрокапиллярные явления. Основное уравнение электрокапиллярности и уравнение Липпмана для идеально поляризуемого электрода. Потенциал нулевого заряда. Зависимость поверхностного натяжения от потенциала в растворах поверхностно-активных и поверхностно-неактивных электролитов.
16. Модельные представления о строении заряженной межфазной границы (модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма).
17. Три основных уравнения диффузионной кинетики. Вращающийся дисковый электрод: зависимость скорости электродного процесса от частоты вращения в условиях стационарной диффузии.
18. Полярография: сущность метода, уравнение полярографической волны. Уравнение Ильковича для ртутного каплюющего электрода.
19. Лимитирующие стадии в электрохимических реакциях. Уравнение Батлера-Фольмера и уравнение Тафеля: зависимость скорости электродного процесса от потенциала. Ток обмена.
20. Теория замедленного разряда: Причины возникновения минимумов тока на поляризационных кривых восстановления анионов на отрицательно заряженной поверхности. Поляризационные кривые для режима смешанной кинетики.
21. Электрохимические процессы, протекающие при коррозии металлов: стационарный потенциал и ток саморастворения металла. Методы защиты металлов от коррозии.
22. Химические источники тока. Термодинамические и кинетические аспекты их работы. Причины саморазряда.

Примерные задачи к экзамену по дисциплине «Физическая химия»
Типовые задачи к разделу «Термодинамика»

1. По данным таблицы рассчитать изменение термодинамических функций ΔH , ΔF , ΔS в реакции, протекающей в гальваническом элементе.

Реакция	T°С	Э.д.с., В	$(dE/dT)_p, \text{В/град}$
$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	25,0	2,04	$1,36 \cdot 10^{-3}$

2. Вычислить максимальную работу обратимой реакции, выразив её в джоулях и калориях, протекающей в элементе: $\text{Cu}|\text{Zn}|1\text{н ZnSO}_4||1\text{н CuSO}_4|\text{Cu}$. Стандартная э.д.с. равна 1,1 В.

3. Определить константу равновесия реакции, протекающей при 25°С в элементе $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+} (a=1)||\text{Cu}^{2+} (a=1)|\text{Cu}$. Э.д.с. данного элемента равна 1,1 В.

4. Вычислить э.д.с. цепи:



при 25°С. Эквивалентная электропроводность раствора 0,1 М AgNO_3 равна 10,93, а раствора 0,01 М AgNO_3 равна 12,53 $\text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. ($C_{\text{нон}} = \alpha \cdot C_{\text{раствора}}$; $\alpha = \lambda / \lambda_{\infty}$).

5. Рассчитать константу равновесия реакции: $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$. Стандартный потенциал $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$ равен -0,762 В, а $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+} = -0,40\text{В}$. ($\lg K = \frac{n \cdot E}{0,059}$)

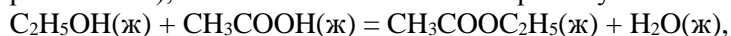
6. Рассчитать э.д.с. элемента, составленного из полуэлементов: $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$ (активность Zn^{2+} равна 0,02) и $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$ (активность Cu^{2+} равна 0,3), если $E^\circ (\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}) = 0,373 \text{ В}$; $E^\circ (\text{Zn}|\text{Zn}^{2+})$ равна -0,673 В.

7. Сосуд для определения электропроводности, наполненный раствором KCl с $c(\text{KCl}) = 0,02$ моль/л при 20°С, показывает сопротивление 82,4 Ом, а наполненный раствором K_2SO_4 с $C(1/2 \text{ K}_2\text{SO}_4) = 0,005$ моль/л - 326 Ом. Вычислить постоянную сосуда и молярную электропроводность раствора K_2SO_4 .

8. Вычислить (λ_{∞}) для уксусной кислоты, если λ_{∞} для HCl , KCl и CH_3COOK соответственно равны $380 \cdot 10^{-4}$, $130 \cdot 10^{-4}$, $100 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$ при 18°С.

9. Теплоты образования следующих соединений C_2H_2 , CO_2 и $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ соответственно равны 226,8; -393,5; -285,8 кДж/моль. Определить сколько тепла выделится при сгорании 5 молей C_2H_2 .

10. Рассчитать тепловой эффект реакции при стандартных условиях (298 К, давление постоянное и равно 1 атм), если известны теплоты сгорания участников реакции:



$$\Delta H_c^\circ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) = -1370,68 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H_c^\circ \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) = -874,58 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H_c^\circ \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{ж}) = -2246,39 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H_c^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = 0.$$

11. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом ($1,013 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$) испарении 100 г воды при 150°С, если объемом жидкой воды пренебречь. Теплота испарения воды при 150°С равна 2112,66 дж/г.

12. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом испарении 10 г этилового спирта при температуре кипения (78°С), если теплота испарения спирта равна 922,77 дж/г. Объемом жидкости пренебречь.

13. Какое количество теплоты необходимо для изохорического нагревания 10 г азота от 10 до 20°С?

14. Одноатомный газ в количестве 5 л (условия нормальные) нагревают до 600°С при постоянном объеме. Каковы значения конечного давления и количества затраченной теплоты?

15. Какое количество тепла выделится при изотермическом сжатии 10 л идеального газа, взятого при 27°С и нормальном атмосферном давлении, если объем его уменьшится в 10 раз?

16. Найти изменение внутренней энергии при испарении 100 г воды при 20°С, допуская, что пары воды подчиняются законам идеальных газов и что объем жидкости незначителен по сравнению с объемом пара. Удельная теплота парообразования воды равна 2451 Дж.

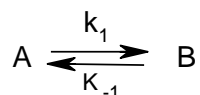
Типовые задачи к разделу «Химическая кинетика»

1. Взаимодействие оксида углерода (II) с хлором выражается уравнением: $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$. Концентрация оксида углерода (II) равна 0,3 моль/л, а хлора – 0,2 моль/л. Как изменится скорость прямой реакции, если увеличить концентрацию оксида углерода (II) до 1,2 моль/л, а концентрацию хлора – до 0,6 моль/л. Считать, что реакция второго порядка.
2. Скорость реакции $\text{A} + 2\text{B}$ при $[\text{A}] = 0,5$ моль/л и $[\text{B}] = 0,6$ моль/л равна 0,018 моль/л. Вычислить константу скорости реакции, считая, что реакция третьего порядка.
3. Определить порядок реакции омыления уксуснометилового эфира щелочью на основе следующих данных:

Время, мин	3	5	10	25
Конц. раствора NaOH, моль/л	0,00740	0,00634	0,00464	0,00254

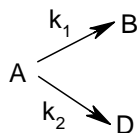
Исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны 0,01 моль/л.

4. Вычислить, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 150°C, принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2.
5. При какой температуре закончится некоторая реакция за 0,5 мин, если при 70°C она заканчивается за 40 мин? Температурный коэффициент реакции равен 2,3.
6. Для реакции омыления уксусноэтилового эфира при большом избытке воды константа скорости при 20°C равна 0,00099 мин⁻¹, а при 40°C ее величина составляет 0,00439 мин⁻¹. Определите энергию активации и константу скорости реакции при 30°C.
7. Скорость образования NO в реакции $2\text{NOBr}_{(г)} \rightarrow 2\text{NO}_{(г)} + \text{Br}_{2(г)}$ равна $1,6 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹·с⁻¹. Чему равна скорость реакции и скорость расходования NOBr?
8. В некоторой реакции целого порядка $n\text{A} \rightarrow \text{B}$ концентрация исходного вещества 0,5 моль·л⁻¹ была достигнута за 4 мин при начальной концентрации 1 моль·л⁻¹ и за 5 мин при начальной концентрации 2 моль·л⁻¹. Установите порядок реакции.
9. Пользуясь уравнением Аррениуса, оцените, при каких температурах и энергиях активации справедливо правило Вант-Гоффа.
10. Реакция первого порядка при температуре 70°C завершается на 40% за 60 мин. При какой температуре реакция завершится на 80% за 120 мин, если энергия активации равна 60 кДж·моль⁻¹?
11. Скорость бактериального гидролиза мышц рыб удваивается при переходе от температуры -1,1°C к температуре +2,2°C. Оцените энергию активации этой реакции.
12. Для обратимой реакции первого порядка:



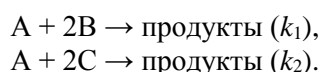
константа равновесия $K = 8$, а $k_1 = 0,4$ с⁻¹. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

13. В параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 63%, а время превращения А на 1/3 равно 7 минутам. Найдите k_1 и k_2 .

14. В системе протекают две параллельные реакции:



Отношение $k_1 / k_2 = 5$. Начальные концентрации веществ В и С одинаковы. К моменту времени t прореагировало 50% вещества В. Какая часть вещества С прореагировала к этому моменту?

Пример лабораторных занятий (5 семестр)
Работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ОБРАЗОВАНИЯ КРИСТАЛЛОГИДРАТА

- Цель работы.** 1. Ознакомиться с калориметрическим методом измерения тепловых эффектов.
2. Определить теплоту растворения соли.
3. Определить теплоту образования кристаллогидратов из безводной соли.

При растворении соли в воде, так же как и при других изменениях состояния вещества, наблюдается либо поглощение, либо выделение теплоты. Изучением тепловых эффектов, происходящих с веществами, занимается наука термохимия. В основе термохимии лежит открытый в 1840 г. акад. Г. И. Гессом закон, согласно которому *тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ и не зависит от того, каким путем они перешли от одного состояния к другому*. Закон Гесса является вполне строгим только для процессов, протекающих при постоянном давлении (в этом случае тепловой эффект равен ΔH энтальпия) или при постоянном объеме (тогда тепловой эффект будет равен Q). Здесь и в следующей работе мы будем рассматривать тепловые эффекты при постоянном объеме Q .

При помощи этого закона можно рассчитать величину теплового эффекта превращения вещества там, где невозможно произвести точного прямого измерения. Например, при помощи прямого измерения трудно определить точно величину теплоты образования кристаллогидратов, так как реакция образования кристаллогидратов из безводного твердого вещества и воды идет быстро только вначале, пока не прореагируют с водой поверхностные слои кристалликов безводного вещества, а затем реакция сильно замедляется и долго не заканчивается. Кроме того, процесс осложняется растворением вещества в воде. Однако при помощи основного закона термохимии можно определить теплоту образования кристаллогидрата, если измерить теплоту растворения безводной соли и теплоту растворения кристаллогидрата и из первой величины вычесть вторую:

$$Q = Q_{\text{безв}} - Q_{\text{крист.}} \quad (1)$$

При растворении соли в воде протекают одновременно два процесса:

1) разрушение кристаллической решетки вещества и диссоциация молекул на ионы; при этом происходит поглощение теплоты в количестве, равном Q_1 ,

2) гидратация ионов; при этом выделяется определенное количество теплоты, равное Q_2 .

Теплота растворения соли равна алгебраической сумме тепловых эффектов этих двух процессов:

$$Q_{\text{раств}} = Q_2 + Q_1.$$

Поэтому вещества, обладающие прочной кристаллической решеткой и слабо гидратирующиеся в растворе, растворяются с поглощением теплоты. Вещества же с непрочной кристаллической решеткой, образующие в растворе сильно гидратированные ионы, например ионы водорода или гидроксид-ионы, растворяются с выделением теплоты.

Теплота растворения вещества увеличивается с увеличением количества растворителя, приходящегося на 1 моль растворяемого вещества. Если же на 1 моль вещества приходится более 100–300 моль растворителя, то дальнейшее разбавление раствора очень слабо изменяет величину теплоты растворения.

Теплотой растворения принято называть количество теплоты, поглощающейся или выделяющейся при растворении одного моля вещества в таком количестве растворителя, когда дальнейшее его добавление не сопровождается измеримым тепловым эффектом.

Принадлежности для работы. Стекланный сосуд с мешалкой или сосуд Дьюара на 0,5 л; стакан на 0,5 л; термометр Бекмана; ампула для соли; стеклянная палочка; аналитические весы; фарфоровая ступка; технические весы; песочные часы на 1 мин; KNO_3 ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; безводная CuSO_4 .

Описание прибора. Для определения теплоты растворения соли можно воспользоваться калориметром (рис. 1). В сосуд Дьюара 1 емкостью 500 мл на пробке 3 укрепляют термометр Бекмана 4 и пробирку 5 (ампулу, рис. 2) для соли со стеклянной палочкой 6. Раствор перемешивают мешалкой 7.

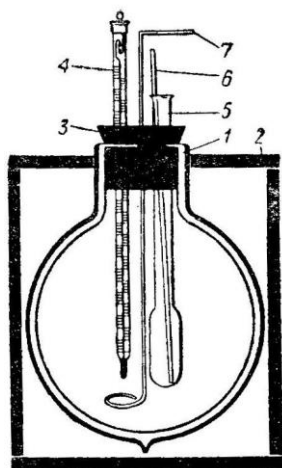


Рис. 1. Схема калориметра:
1 – сосуд Дьюара; 2 – штатив; 3 – пробка с
отверстиями; 4 – термометр Бекмана; 5 – ампула; 6 –
стеклянная палочка; 7 – мешалка.



Рис. 2. Ампула со стеклянной палочкой для
соли и растворов кислоты или щелочи.

Определение постоянной калориметра. Для расчета теплового эффекта процесса, протекающего в калориметре, необходимо знать постоянную калориметра, т.е. количество теплоты в калориях, которое требуется для нагревания калориметра с термометром, мешалкой, пробиркой, водой и солью на 1°C . Для нагревания на Δt потребуется:

$$Q = \frac{K\Delta t}{\nu}, \quad (2)$$

где Q – теплота растворения соли; ν – количество соли, моль; Δt – найденное изменение температуры в калориметре; K – постоянная калориметра.

Постоянную калориметра K можно определить по известной теплоте растворения какой-нибудь соли, например по теплоте растворения нитрата калия. Для этого тщательно растирают нитрат калия (5–7 г) в фарфоровой ступке. Взвешивают (с точностью до 0,01 г) пустую ампулу с палочкой (рис.2), насыпают туда около 5 г соли и снова взвешивают. Из разности масс находят массу соли. Взвешивают стеклянный сосуд Дьюара 1 (без пробки) с точностью до 0,1 г на технических весах и наливают в него около 300 мл дистиллированной воды, имеющей температуру 18°C . Снова взвешивают сосуд с водой и по разности масс находят массу воды.

Закрывают калориметр (стеклянный сосуд 1) пробкой и укрепляют в ней термометр Бекмана, мешалку и ампулку с солью (рис. 2). Затем определяют температуру сначала воды, а затем раствора соли при помощи термометра Бекмана. Учитывая, что растворение нитрата калия протекает с поглощением теплоты, термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути находился в верхней его части.

Для учета теплообмена калориметра с окружающей средой и определения истинного изменения температуры во время опыта весь калориметрический процесс делится на три периода:

- 1) предварительный период, продолжающийся 5 мин;
- 2) главный период – процесс растворения соли;
- 3) заключительный период – 5 мин.

Помешивая воду в калориметре, наблюдают за температурой, которая изменяется вследствие теплообмена с окружающей средой. Когда изменения температуры в каждые полминуты станут почти одинаковыми, т.е. когда установится равномерный ход температуры, делают ее отсчеты с точностью до $0,002^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин, через каждые полминуты. После этого разбивают палочкой ампулу с солью так, чтобы вся соль высыпалась в воду, и, размешивая раствор, наблюдают за изменением температуры (главный период), продолжая отмечать значения ее таким же способом, как и раньше. Если температура падает очень быстро и трудно наблюдать за тысячными и даже сотыми долями градуса, то ее можно отсчитывать (регистрировать) с меньшей точностью (до десятых долей градуса). Если по какой-либо причине отсчет вообще не был произведен, то при записи ставится черта. Это нужно делать потому, что пропуск отсчета температуры без отметки поведет к сокращению промежутка главного периода, а это отразится на величине поправки на теплообмен калориметра с окружающей средой. Окончанием главного периода и началом заключительного принято считать установление вновь равномерного хода изменения

температуры. В заключительном периоде температура отмечается так же, как и в предварительном, – в течение 5 мин.

Для расчета точного измерения температуры растворения соли вычерчивают на миллиметровой бумаге график, где на оси абсцисс откладывают время, а на оси ординат – изменения температуры за каждые 0,5 мин. Если соединить найденные таким образом точки, то для предварительного и заключительного периодов получаются две наклонные прямые, наклон которых будет зависеть от разности температур между калориметром и окружающей средой.

Примерная диаграмма (график), которая может получиться, приведена на рис. 3, где AB – предварительный период, BD – главный и DC – заключительный.

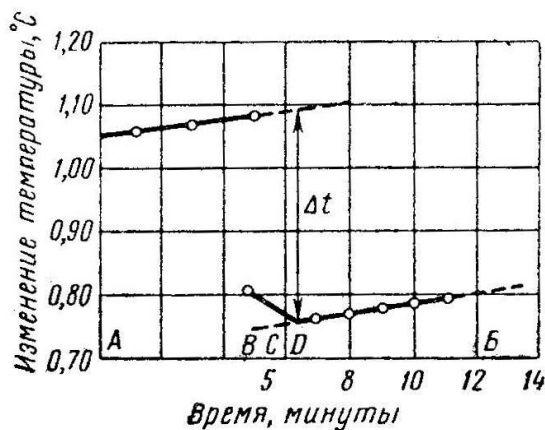


Рис.3. Изменение температуры во времени

Ввиду того, что во время процесса происходит обмен теплотой между калориметром и окружающей средой, необходимо сделать соответствующую поправку, чтобы получить изменение температуры, вызванное растворением соли. Для этого продолжают линию, соединяющую температуру предварительного периода, вправо, а линию заключительного периода – влево (пунктирные прямые на графике). На середине главного периода в точке C проводят прямую, параллельную оси ординат, до пересечения с пунктирной линией. Расстояние Δt между точками пересечения будет равно исправленному изменению температуры в результате растворения соли.

Определив значение Δt , вычисляют постоянную калориметра по уравнению:

$$K = \frac{Q_{\text{раств}} \nu}{\Delta t}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{раств}}$ – известная теплота растворения соли; ν – количество соли, моль; Δt – найденное изменение температуры в калориметре в результате растворения соли. Для нитрата калия теплота растворения при 18°C равна:

$$Q_{\text{раств}} = -35,62 \text{ кДж/моль} = -8,52 \text{ ккал/моль}$$

Описание работы

Опыт. Для определения теплоты гидратации соли необходимо определить теплоту растворения 1 моль безводной соли и ее кристаллогидрата. При нахождении последних теплот необходимо определить изменение температуры при растворении определенной массы соли. Так как при вычислении теплоты растворения (формула 2) приходится пользоваться постоянной калориметра, которая представляет собой количество теплоты, необходимой для нагревания калориметра на 1°C , то массу воды во всех опытах надо взять такую же, как при определении постоянной калориметра, т.е. 300 г.

Собирают прибор, как указано на рис. 4. Отвешивают приблизительно 8 г измельченного медного купороса и помещают его в пробирку (ампулу). Вычисляют, сколько безводной соли a (г) и воды b (г) содержится во взятой навеске. В предварительно взвешенный стакан наливают 300 г воды и снова взвешивают с точностью до 0,1 г. Так как растворение медного купороса протекает с поглощением теплоты, то термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути находился в верхней части шкалы. Вставляют пробирку (ампулу) с солью в крышку сосуда. Определяют изменения температуры в предварительный, главный и заключительный периоды и из графика (рис. 6) находят исправленное изменение температуры при растворении соли.

9–10 г растертого в порошок медного купороса помещают в фарфоровую чашку и нагревают при помешивании до тех пор, пока не получится белый порошок безводной соли. Последнюю пересыпают в пробирку, которую сейчас же закрывают резиновой пробкой. После охлаждения берут навеску безводной соли, равную a (г), и определяют изменение температуры, как описано выше, при растворении ее в 300 г воды.

Принимая во внимание, что при растворении сульфата меди теплота выделяется, термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути термометра находился в нижней части шкалы.

По найденной величине постоянной калориметра K и результатам опыта вычисляют теплоту растворения безводной соли и ее кристаллогидрата по формуле:

$$Q_{\text{раств}} = K \frac{\Delta t}{\nu} \quad (4)$$

Чтобы можно было сравнить свои результаты теплоты растворения со справочными данными, следует вычислить количество воды (моль), приходящейся на 1 моль соли.

Теплоту образования Q кристаллогидрата из безводной соли вычисляют по уравнению (1):

$$Q = Q_{\text{безв}} - Q_{\text{крист}}$$

Форма записи результатов

	KNO ₃	CuSO ₄	CuSO ₄ ·5H ₂ O
Масса пустой пробирки			
» пробирки с солью			
» соли			
» сосуда Дьюара (g_1)			
» сосуда с водой (g_2)			
» воды ($g_2 - g_1$)			

Измерения (интервал 0,5 мин)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура воды										
» раствора KNO ₃										
» воды в калориметре										
» раствора CuSO ₄										
» воды в калориметре										
» раствора CuSO ₄ ·5H ₂ O										

Отчет о работе. 1. Сделать чертеж схемы калориметра. 2. Составить график изменения температуры во времени. 3. Вычислить постоянную калориметра и температуру растворения соли. 4. Вычислить теплоту образования кристаллогидрата из безводной соли.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается физический смысл основного закона термохимии?
2. В каких случаях применяют основной закон термохимии для расчета тепловых эффектов?
3. Какие процессы протекают при растворении соли?
4. Что называется теплотой растворения вещества?
5. В чем заключается калориметрический метод изменения теплоты растворения?

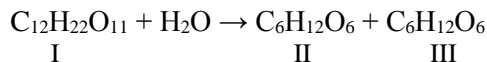
Литература

1. Луков В.В. Физическая химия : учебник / Луков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 238 с. - ISBN 978-5-9275-2976-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html>. - Режим доступа : по подписке.
2. Практические работы по физической химии. // Под ред. К.П.Мищенко, А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. – Изд-во: Профессия, Санкт-Петербург, 2002.
3. Агеев Е.П., Успенская И.А., Богачев А.Г. Практикум по физической химии: Термодинамика. -М.: Издательский центр «Академия», 2010.
4. Базелин С. А., Ерофеев Б. В., Подобаев Н. И. Основы физической и коллоидной химии. – М., 1973.
5. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М., 1970, гл. VI, §69,70.

6 семестр
Лабораторная работа 1.
**СПЕЦИФИЧЕСКИЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ КАТАЛИЗ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ
СКОРОСТИ ИНВЕРСИИ САХАРОЗЫ**

Цель работы: Определить константу скорости инверсии сахара при данной температуре.

Основы теории. При реакции гидролиза тростникового сахара (I) образуются глюкоза (II) и фруктоза (III):



Все три вещества обладают асимметрическим атомом углерода и являются оптически активными. Водный раствор тростникового сахара вращает плоскость поляризации проходящего света вправо, раствор продуктов реакции – влево. По мере течения реакции правое вращение сменяется левым. Поэтому приведенную реакцию называют инверсией (обращением).

Для изучения скорости инверсии обычно берут 10–20%-ный водный раствор тростникового сахара. В последнем случае в 100 г раствора содержится $20/342 = 0,06$ моль сахара и $80/18 = 4,44$ моль воды. Когда реакция проходит сполна, воды вместо 4,44 моль остается 4,38. Концентрация воды меняется настолько незначительно, что можно считать ее постоянной. Поэтому реакция протекает по первому порядку, хотя в ней участвует *два* рода молекул.

Если порядок реакции понижен вследствие избытка одного из реагентов, то говорят о псевдопорядке, или ложном порядке, реакции.

Гидролиз тростникового сахара в нейтральном водном растворе практически не идет: его ускоряют прибавлением в качестве катализатора сильной (то есть хорошо ионизированной) кислоты. Константу скорости реакции K вычисляют по уравнению:

$$\kappa = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{C_0}{C}.$$

Если исходное количество реагирующего вещества равно a , а к моменту τ в реакцию вступает его количество, равное x , то последнее уравнение приводится к виду или

$$\kappa = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{a}{a-x}, \quad (1)$$

где $C_0 = a$, $C = a - x$. Для выражения отношения концентраций в нем пользуются свойством оптической активности растворов.

Как известно, электрические колебания естественного света происходят во всех плоскостях, проходящих через световой луч (рис. 1). Колебания поляризованного света происходят только в одной из таких плоскостей. Плоскость, перпендикулярная к плоскости электрических колебаний поляризованного луча (и также проходящая через луч), называется плоскостью поляризации.

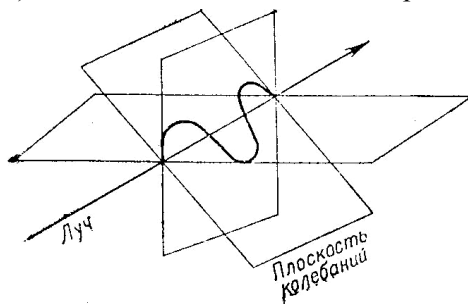


Рис. 1. Распространение электромагнитных колебаний

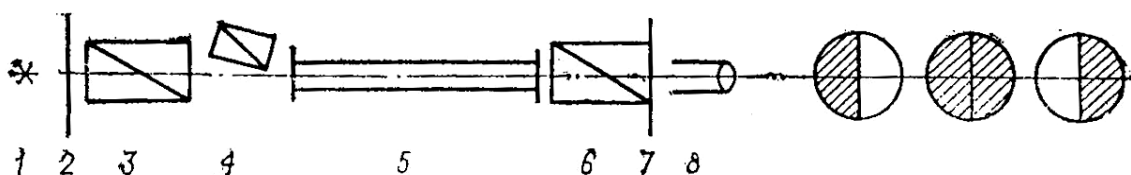


Рис. 2. Схема поляриметра:

1 – источник света; 2 – светофильтр; 3, 4 – поляризаторы; 5 – трубка с раствором;
6 – анализатор; 7 – шкала; 8 – окуляр.

При пропускании поляризованного света сквозь раствор оптически активного вещества плоскость поляризации поворачивается. Угол вращения плоскости поляризации (кратко – угол вращения) α связан с концентрацией c и толщиной слоя l раствора соотношением: $\alpha = \pm[\alpha]cl$.

Величина $[\alpha]$ при $c = 1$ г/мл и $l = 1$ дм называется удельным вращением. Знаки $+$ и $-$ отвечают соответственно правому и левому вращению. У тростникового сахара $\alpha = +66,55^\circ$, у глюкозы $[\alpha] = +52,56^\circ$, у фруктозы $[\alpha] = -91,9^\circ$.

Угол вращения смеси оптически активных веществ представляет собой алгебраическую сумму углов вращения отдельных веществ (свойство аддитивности угла вращения смеси).

Угол вращения данного раствора определяют с помощью поляриметра. Существенными его частями (рис. 2) являются поляризаторы 3, 4 и анализатор 6. Поляризатором и анализатором служат призмы Николя (николи), которые лучше всего пропускают свет, поляризованный в плоскости, перпендикулярной плоскости главного сечения призмы (плоскость главного сечения проводят через оптическую ось кристалла и падающий луч; оптическая ось – любая ось, параллельная кристаллографической), и не пропускают свет, поляризованный в плоскости главного сечения.

Если главные сечения в призмах поляризатора и анализатора установлены параллельно (николи параллельны), то свет, поляризованный поляризатором, пройдет через анализатор. Если главные сечения перпендикулярны (николи скрещены), то свет погасится анализатором. При других взаимных расположениях главных сечений интенсивность света меняется от нуля до максимума. Обычно поляризатор составляют из двух призм Николя. Одна из них 3 покрывает все поле зрения, наблюдаемое через окуляр 8, а вторая 4 – его половину. Главное сечение этой призмы установлено под малым углом ($<3^\circ$) по отношению к главному сечению большой призмы. Призма анализатора может вращаться вокруг оптической оси прибора. При ее вращении изменяется освещенность поля зрения.

Если установить главное сечение призмы анализатора перпендикулярно главному сечению большой призмы поляризатора, то половина поля (отвечающая скрещенным призмам) становится темной. Другая же половина будет более светлой, так как наличие малой призмы препятствует скрещению. Если вращать анализатор до затемнения противоположной стороны поля, то осветится первая половина. Можно добиться и промежуточной одинаковой освещенности обоих полей. Тогда установку считают нулевой: небольшой поворот анализатора в ту или иную сторону образует в поле зрения полутень (отсюда и название поляриметра этого типа – полутеневой). В силу чувствительности глаза к контрасту нулевую установку можно воспроизвести с хорошей точностью.

Если после установки нулевого положения поместить между поляризатором и анализатором трубку 5 с раствором оптически деятельного вещества, вращающим на угол α , то появится полутень. Чтобы вернуться к нулевому положению, следует повернуть анализатор на такой же угол α . Этот угол отсчитывается с помощью нониуса с точностью до $0,1^\circ$ на шкале 7, передвигающейся при вращении анализатора. Источник света 1 должен быть монохроматическим. При пользовании белым светом употребляют светофильтр 2, обычно составляющий часть поляриметра.

Существуют и другие типы поляриметров: в них поле зрения состоит из трех частей или двух концентрических частей. Устройство этих поляриметров принципиально не отличается от описанного. У некоторых поляриметров (сахариметры) на шкале непосредственно показаны концентрации тростникового сахара.

Выполнение работы. Приготавливают раствор сахара нужной концентрации. Объем раствора должен в 2–3 раза превышать объем поляриметрической трубки. Если раствор мутный, его фильтруют. Находят нулевое положение анализатора. Для этого устанавливают с помощью анализатора ясно видимую разницу освещенности двух полей. Затем, вращая анализатор, добиваются уравнивания освещенности. Нужная резкость изображения достигается выдвижением окуляра и установкой источника света на соответствующей высоте и расстоянии от поляризатора. Отсчет на шкале производят с помощью нониуса. Продолжая вращать анализатор, приводят части поля к ясно видимой перемене освещенности. После этого вращением в противоположную сторону вновь приводят части поля к одинаковой освещенности и записывают отсчет. Повторением этих действий (3–5 раз) добиваются хорошей сходимости отсчетов (с точностью до $\pm 0,1^\circ$), после чего берут за нулевой отсчет среднее из полученных значений. При этом нуль шкалы может и не совпадать с нулем нониуса. Разница, т.е. отсчет по шкале в этом случае, представляет собой инструментальную поправку α_n . Знак поправки считают положительным, если нуль нониуса расположен в положительном направлении от нуля шкалы. Истинные углы вращения получают вычитанием инструментальной поправки (с ее знаком) из полученных отсчетов. Способ отсчета с помощью нониуса ясен из рис. 3.

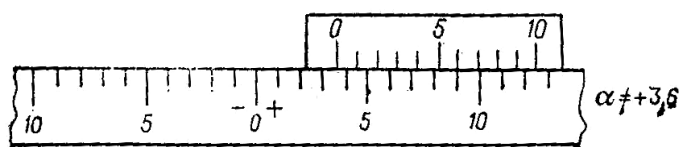


Рис. 3. Отсчет по нониусу

Чистую поляриметрическую трубку споласкивают и наполняют исследуемым раствором; для этого, держа ее вертикально, заполняют так, чтобы образовался выпуклый мениск. Затем сбоку надвигают сухое покрывное стекло и навинчивают прижимную обойму. При этом следят за тем, чтобы в трубке не остался большой пузырек воздуха. Присутствие его мешает наблюдениям. Определяют угол вращения α_0' раствора; как указано выше, он положителен (правый).

После этого в две колбочки наливают известные объемы растворов сахара v_c и сильной кислоты v_k нужной концентрации. Выдерживают обе колбочки 10–15 минут при температуре опыта (в водяном термостате), после чего сливают и перемешивают оба раствора, переливая из колбочки в колбочку. Момент смешения отмечают по часам (с точностью до 1 мин); это – момент начала реакции. Ему отвечает начальный угол $\alpha_0 = (\alpha_0' - a_n)V$, где V – объемная доля раствора сахара: $V = v_c / (v_c + v_k)$.

Опорожненную от раствора сахара поляриметрическую трубку 2–3 раза споласкивают 3–5 мл полученной смеси, затем заполняют ее этой смесью и термостатируют. Для этого поляриметрическую трубку вводят в муфту, через которую непрерывно пропускают воду из термостата. Нужную температуру таким образом поддерживают в пределах $\pm 0,1^\circ$. Если такое устройство отсутствует, трубку погружают в водяной термостат и вынимают ее оттуда на время измерения угла вращения.

Измерения производят через определенные промежутки времени: в начале реакции – через каждые 5–10 мин, в конце – через 15–30 мин. Во время измерений реакция в трубке продолжается, так что при нескольких измерениях не могут получиться одинаковые отсчеты. Для возможно полного устранения влияния этих помех на качество измерений, нужно произвести необходимое количество отсчетов (2–3) за 40–50 с. Это удастся, если техника работы с поляриметром хорошо освоена при установке нуля и определении концентрации раствора чистого сахара. Нужно брать среднее значение из всех отсчетов и отмечать средний из моментов времени первого и последнего отсчетов (с точностью до 1 мин).

Инверсия сахара при комнатной температуре заканчивается (в зависимости от концентрации катализатора) за 1–5 суток. Однако ее можно быстро довести до конца при $60\text{--}70^\circ\text{C}$. Поэтому отдельную порцию реакционной смеси заранее помещают в термостат с температурой $60\text{--}70^\circ\text{C}$ (не выше, во избежание разрушения сахара) на 30–40 мин. Смесь нагревают в колбочке с длинной и узкой шейкой, на которой отмечают уровень жидкости. После охлаждения до температуры опыта в колбочку доливают до метки дистиллированной воды той же температуры (так как некоторое количество воды испаряется, отчего изменяется концентрация раствора).

Полученный таким образом предельный (конечный) угол вращения α_∞ будет отрицательным, так как в растворе находятся глюкоза и фруктоза, вызывающая левое вращение. Всякий промежуточный угол вращения определяется тем, что в растворе содержатся все три вещества.

Положим, что в момент t_1 осталась непроинвертированная доля сахара y_1 . Угол вращения определяется этой долей и равен $\alpha_0 y_1$. С другой стороны, доля продуктов инверсии составляет $1 - y_1$. В конце реакции угол вращения этих продуктов был бы равен α_∞ , а в момент t_1 он равен $\alpha_\infty (1 - y_1)$.

В силу аддитивности угол вращения в момент t_1 равен $\alpha_1 = \alpha_0 y_1 + \alpha_\infty (1 - y_1)$, откуда: $y_1 = (\alpha_1 - \alpha_\infty) / (\alpha_0 - \alpha_\infty)$.

Аналогично, в момент t_2 : $y_2 = (\alpha_2 - \alpha_\infty) / (\alpha_0 - \alpha_\infty)$.

Очевидно, концентрации непроинвертированного сахара в моменты t_1 и t_2 равны $c_0 y_1$ и $c_0 y_2$. Поэтому на основании уравнения (1):

$$\kappa = \frac{2,303}{t_2 - t_1} \lg \frac{\alpha_1 - \alpha_\infty}{\alpha_2 - \alpha_\infty}.$$

Если положить $\alpha_1 = \alpha_0$ при $t_1 = 0$ и $\alpha_2 = \alpha_t$ при $t_2 = t$, то:

$$\kappa = \frac{2,303}{t} \lg \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}. \quad (2)$$

Этой последней формулой следует пользоваться для расчета k .

Все углы вводят с инструментальной поправкой. Инструментальную поправку следует вводить в случае, когда она превышает $0,2^\circ$.

Оценка погрешности измерений

После логарифмирования и дифференцирования уравнения (2) получаем:

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta t}{t} + \frac{2\Delta\alpha}{(\alpha_0 - \alpha_\infty)2,3 \lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)} + \frac{2\Delta\alpha}{(\alpha_t - \alpha_\infty)2,3 \lg(\alpha_t - \alpha_\infty)}.$$

Видно, что в начале реакции преобладающую роль играет погрешность в отсчете времени (например, через 10 мин она составляет $\pm 10\%$), в то время как погрешность в отсчетах угла увеличивается по мере его уменьшения и становится особенно значительной к концу реакции.

Нужно учесть еще и погрешности, вносимые условиями проведения опыта. Поэтому трудно ожидать совпадения констант, вычисленных для разных моментов времени ближе, чем в пределах 10% (такая точность свойственна большей части кинетических измерений). Вследствие этого константу скорости реакции находят как среднюю из констант, полученных в разные моменты времени.

Задания

1. Определить константу скорости инверсии сахара при данной температуре. Вычислить концентрацию сахара в данном растворе через 2 ч. Вычислить, за какое время инверсия пройдет на 50% .
2. Определить константу скорости в зависимости от концентрации ионов водорода (катализировать реакцию сильной и слабой кислотой при одной и той же концентрации или сильной кислотой при двух концентрациях).
3. Найти энергию активации реакции инверсии (на основании измерения скорости реакции при двух температурах).

Форма отчета

Температура $^\circ\text{C}$

Инструментальная поправка $\alpha_n =$

Угол вращения раствора сахара $\alpha_0' =$

Начальный угол вращения смеси $\alpha_0 =$

Момент смешения час.... мин.

№ пробы	Время астрономическое	Время от начала реакции t , мин	Найденный угол α_t'	Угол α_t с поправкой	$\alpha_t - \alpha_\infty$	$\lg(\alpha_t - \alpha_\infty)$	k	Δk
1 ...		∞	$\alpha_\infty' = \dots$	$\alpha_\infty = \dots$	$\alpha_0 - \alpha_\infty = \dots$	$\lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)$	$k_{\text{ср}} \pm \Delta k = \dots$	

Графики: $(\alpha_t - \alpha_\infty) = f(t)$; $\lg(\alpha_t - \alpha_\infty) = f(t)$.

Литература

1. Луков В.В. Физическая химия : учебник / Луков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 238 с. - ISBN 978-5-9275-2976-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html>. - Режим доступа : по подписке.
2. Практические работы по физической химии. // Под ред. К.П.Мищенко, А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. – Изд-во: Профессия, Санкт-Петербург, 2002.
3. Агеев Е.П., Успенская И.А., Богачев А.Г. Практикум по физической химии: Термодинамика. -М.: Издательский центр «Академия», 2010.

**Тестовые задания к рубежной аттестационной контрольной работе по дисциплине
«Физическая химия» (образцы)**

Раздел «Химическая кинетика»

Скорости и механизмы протекания реакций изучает

электрохимия

химическая кинетика

фотохимия

термодинамика

Порядком реакции называется:

количество различных видов частиц исходных веществ

количество различных видов частиц исходных веществ и продуктов

количество частиц исходных веществ, взаимодействующих в одном элементарном акте превращения

количество частиц, взаимодействующих и образующихся в одном элементарном акте превращения

показатель степени при концентрации в дифференциальной форме кинетического уравнения

показатель степени при концентрации в интегральной форме кинетического уравнения

Молекулярностью реакции называется:

количество различных видов частиц исходных веществ

количество различных видов частиц исходных веществ и продуктов

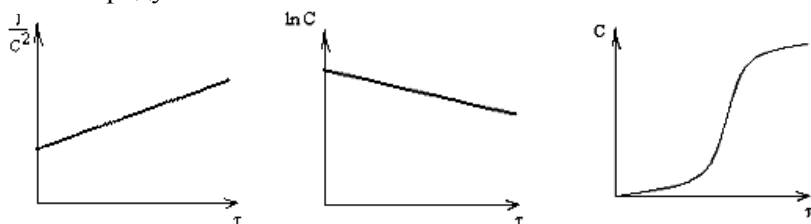
количество частиц исходных веществ, взаимодействующих в одном элементарном акте превращения

количество частиц, взаимодействующих и образующихся в одном элементарном акте превращения

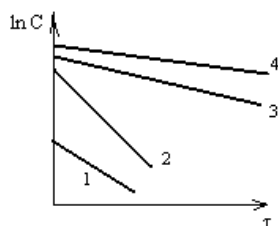
показатель степени при концентрации в дифференциальной форме кинетического уравнения

показатель степени при концентрации в интегральной форме кинетического уравнения

Линеаризация кинетической кривой исходного вещества для односторонней реакции третьего порядка вида « $3A \rightarrow \text{продукты}$ »:



Расположите односторонние реакции, характеризующиеся графиками зависимости логарифма концентрации от времени (линии 1 – 4) в порядке возрастания константы скорости:



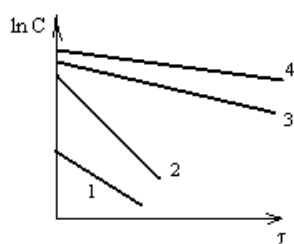
1,4,3,2

2,3,1,4

3,2,4,1

4,3,1,2

Расположите односторонние реакции, характеризующиеся графиками зависимости логарифма концентрации от времени (линии 1 – 4) в порядке возрастания времени полупревращения:



- 1,3,4,2
3,4,2,1
4,1,2,3
2,1,3,4

Период полупревращения исходного вещества в односторонней гомогенной реакции второго порядка вида « $2A \rightarrow \text{продукты}$ » в первом опыте составил 30 минут. Определите период полупревращения (в минутах) во втором опыте при той же температуре, в котором исходная концентрация A была увеличена в два раза по сравнению с первым опытом.

- 12
13
14
15

Выберите верное утверждение: порядок химической реакции – это:

- то же, что и молекулярность
сумма стехиометрических коэффициентов
сумма показателей степеней в кинетическом уравнении
число частиц, принимающих участие в элементарном акте

Для реакции нулевого порядка константа скорости реакции имеет размерность:

- $\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$
 $\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$
 $1/\text{с}$
 $\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$

Начальная концентрация некоторого вещества равна 6 моль/л, а через 2 мин – 2 моль/л. Средняя скорость реакции равна:

- 2 моль/л·мин
3 моль/л·мин
4 моль/л·мин
5 моль/л·мин

Как изменится скорость прямой реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ при увеличении концентрации CO в 3 раза:

- в 9 раз
в 16 раз
в 2 раза
в 3 раза

Как изменится скорость прямой реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ при увеличении концентрации CO в 4 раза:

- в 9 раз
в 16 раз
в 2 раза

Выберите верное утверждение: молекулярность химической реакции – это:

- то же, что и порядок реакции
сумма стехиометрических коэффициентов
сумма показателей степеней в кинетическом уравнении

число частиц, принимающих участие в элементарном акте

Выберите неверное утверждение: скорость химической реакции:

увеличивается с увеличением концентрации реагентов

не зависит от степени измельчения реагентов

увеличивается с увеличением площади соприкосновения веществ реагентов

увеличивается с увеличением температуры

Скорость гомогенной химической реакции не зависит от:

температуры

концентрации реагирующих веществ

наличия катализатора

формы реактора

Для реакции первого порядка константа скорости реакции имеет размерность:

$\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$

$\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$

$1/\text{с}$

$\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$

Начальная концентрация некоторого вещества равна 8 моль/л, а через 3 мин – 2 моль/л. Средняя скорость реакции равна:

2 моль/л·мин

3 моль/л·мин

4 моль/л·мин

5 моль/л·мин

Тепловой коэффициент реакции равен 2. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость химической реакции увеличилась в 16 раз?

10°C

20°C

30°C

40°C

Реакции, в ходе которых одни и те же вещества одновременно реагируют с образованием разных продуктов, называют:

параллельными

последовательными

сопряженными

цепными

Тепловой коэффициент реакции равен 3. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость химической реакции увеличилась в 27 раз?

10°C

20°C

30°C

40°C

Интегральное кинетическое уравнение реакции первого порядка

$$w = kc^2$$

$$\ln \frac{c_o}{c} = k\tau$$

$$\frac{1}{c_o} - \frac{1}{c} = k\tau$$

$$\ln c_o - \ln c = k\tau$$

$$\frac{1}{c_o^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$$

Размерность константы скорости реакции первого порядка

м/с.

1/с.

м³/(моль·с).

м⁶/(моль²·с).

с/м.

Соответствие между порядком реакции и координатами графика, в котором опытные данные этой реакции линейны

1. первый

а) $\ln c - \tau$

2. второй

б) $\ln c - 1/\tau$

3. третий

в) $1/c - 1/\tau$

г) $1/c - \tau$

д) $1/c^2 - \tau$

Соответствие стехиометрического уравнения реакции и кинетического закона действующих масс

1. A = B

а) $w = kc_A c_B$

2. A + B = C

б) $w = kc_A c_B c_C$

3. 2A + B = C + D

в) $w = kc_A$

г) $w = kc_A^2 c_B$

д) $w = \frac{kc_A}{c_B}$

е) $w = k \frac{c_A c_B}{c_C}$

Реакции разложения вещества в газовой фазе при термическом механизме активации и невысоких давлениях обычно протекают по порядку n. Укажите число n

0,5

1

2

3

В соответствии с теорией активных соударений предэкспоненциальный множитель A в уравнении Аррениуса для реакции в идеальной газовой фазе зависит от температуры T. укажите вид этой зависимости, считая сечение соударения и стерический фактор постоянными

A ~ T

A ~ T²

A ~ √T

A ~ 1/T

Константа скорости мономолекулярного распада активированного комплекса с образованием продуктов реакции при температуре 300K равна а · 10ⁿ (с⁻¹). Порядок n названной величины равен

6

9

10

15

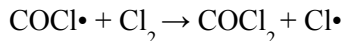
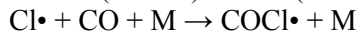
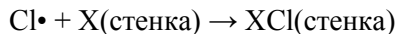
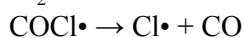
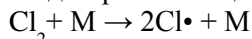
При повышении давления порядок реакций разложения вещества в газовой фазе при термическом механизме активации изменяется от 2 до n. Укажите число n

- 1
- 2
- 3
- 4

Схема Линдемана объясняет:

изменение механизма обрыва цепи при увеличении давления
изменение порядка газофазных реакций при увеличении давления
порядок фотохимических реакций
зависимость скорости газофазной реакции от формы и размеров реактора
зависимость скорости газофазной реакции от величины внутренней поверхности реактора

В совокупности стадий неразветвленной цепной реакции образования фосгена ($\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$) выберите стадии развития цепи:



Угловым коэффициентом прямой на графике зависимости логарифма константы скорости реакции между ионами $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]^{2+}$ и OH^- в разбавленном водном растворе от корня квадратного из ионной силы при 298K

- 2
- 1
- 1
- 2

Выберите заключения, справедливые для реакции в растворе, в случае, когда молекулы исходных веществ сольватированы, а переходное состояние не сольватировано:

сольватация молекул исходных веществ уменьшает энергию активации
сольватация молекул исходных веществ увеличивает энергию активации
сольватация молекул исходных веществ сводит энергию активации к нулю
сольватация молекул исходных веществ делает энергию активации отрицательной
сольватация молекул исходных веществ делает реакцию невозможной

Тепловой коэффициент реакции равен 3. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость химической реакции увеличилась в 27 раз:

- 10°C
- 20°C
- 30°C
- 40°C

Скоростью химической реакции будет являться:

- а) изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении);
- б) изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном объеме);
- в) изменение числа молей любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении);

Если при протекании газофазной реакции $\text{I}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ в замкнутом объеме 1 л за 5 мин количество H_2 уменьшилось на 0,1 моль, то скорость реакции составит:

- а) 0,02 моль·мин⁻¹;

- б) $-0,02 \text{ моль} \cdot \text{мин}^{-1}$;
- в) $0,02 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$;
- г) $-0,02 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

С течением времени скорость реакции типа $aA \rightarrow bB$, проходящей при постоянной температуре в замкнутом объеме:

- а) не изменяется;
- б) уменьшается;
- в) уменьшается, если реакция происходит с уменьшением числа молей газообразных участников;
- г) увеличивается при наличии (и уменьшается при отсутствии) в системе катализатора.

Какой знак имеет величина скорости реакции?

- а) всегда положительна;
- б) положительна, если выражена через изменение концентрации продуктов реакции, и отрицательна, если выражена через изменение концентрации исходных веществ;
- в) зависит от механизма реакции (в случае обратимой реакции скорость положительна для прямой стадии и отрицательна для обратной);
- г) все ответы неверны.

Порядок реакции совпадает с молекулярностью:

- а) для газофазных реакций, происходящих при постоянном объеме;
- б) для газофазных реакций, происходящих при постоянном давлении;
- в) для реакций, протекающих в одну стадию;
- г) для реакций, протекающих в конденсированной фазе.

Могут ли порядок реакции и молекулярность быть дробными величинами?

- а) нет;
- б) да;
- в) порядок – да, молекулярность – нет;
- г) молекулярность – да, порядок – нет.

В соответствии с принципом лимитирующей стадии химической реакции:

- а) скорость любой сложной химической реакции определяется скоростью самой медленной ее стадии;
- б) скорость любой сложной химической реакции определяется скоростью самой быстрой ее стадии;
- в) скоростью самой медленной стадии определяется скорость сложной химической реакции, если она состоит из ряда параллельных реакций;
- г) скоростью самой быстрой стадии определяется скорость сложной химической реакции, если она состоит из ряда параллельных реакций.

Во сколько раз увеличится скорость прямой и обратной газофазной реакции $A \leftrightarrow 2B$ при увеличении давления в системе в 4 раза?

- а) скорость и прямой, и обратной реакции увеличится в 4 раза;
- б) скорость прямой реакции увеличится в 4 раза, обратной – в 8 раз;
- в) скорость прямой реакции увеличится в 2 раза, обратной – в 8 раз;
- г) скорость прямой реакции увеличится в 4 раза, обратной – в 16 раз.

Как изменится скорость одностадийной газофазной реакции типа $2A + B \rightarrow C$, протекающей при постоянных объеме и температуре, при увеличении давления в системе в 2 раза?

- а) не изменится;
- б) увеличится в 2 раза;
- в) увеличится в 4 раза;
- г) увеличится в 8 раз;
- д) уменьшится в 2 раза.

Может ли энергия активации химической реакции принимать нулевое значение? Если «да», то для каких реакций?

- а) нет, так как это избыточная энергия;

- б) да, если реакция протекает между молекулой и свободным радикалом;
- в) да, если реакция протекает с нулевым тепловым эффектом;
- г) да, если происходит реакция рекомбинации.

Увеличение скорости обратимой химической реакции в присутствии катализатора происходит:

- а) в результате увеличения константы скорости прямой реакции и уменьшения константы скорости обратной реакции;
- б) в результате смещения положения равновесия в сторону образования продуктов реакции;
- в) в результате уменьшения энергии активации реакции при сохранении механизма процесса;
- г) в результате уменьшения энергии активации реакции с изменением механизма процесса.

Значение констант скорости реакции зависит

- от температуры.
- от концентрации реагентов.
- от вида растворителя.
- от концентрации продуктов.
- от природы реагирующих веществ

Какие величины, согласно теории активных столкновений, определяют предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса?

- а) общее число столкновений и энергия активации;
- б) частота столкновений и вероятностный фактор;
- в) больцмановский множитель и диаметр соударения;
- г) вероятностный фактор и доля активных молекул.

Основным результатом введения в состав катализатора промоторов является

- а) повышение специфичности и селективности действия катализатора;
- б) увеличение устойчивости катализатора к воздействию каталитических ядов;
- в) увеличение каталитической активности катализатора;
- г) существенное увеличение удельной поверхности катализатора.

Константа скорости реакции при увеличении температуры

- возрастает по экспоненциальному закону.
- убывает по экспоненциальному закону.
- возрастает в соответствии с уравнением Аррениуса.
- убывает с ростом температуры.
- растет пропорционально квадрату температуры.

Размерность константы скорости реакции первого порядка

- м/с.
- 1/с или (с⁻¹).
- м³/(моль·с).
- м⁶/(моль²·с).

Интегральное кинетическое уравнение реакции первого порядка

$$w = kc^2$$

$$\ln \frac{c_o}{c} = k\tau$$

$$\frac{1}{c_o} - \frac{1}{c} = k\tau$$

$$\frac{1}{c_o^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$$

Молекулярность химической реакции определяется
 числом молекул (частиц) в элементарном акте реакции
 числом ионов, образовавшихся в ходе реакции
 числом ассоциатов, образовавшихся в ходе реакции
 числом атомов, образовавшихся в ходе реакции

Что такое порядок реакции в химической кинетике?
 стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции;
 степень, в которую возведены концентрации в кинетическом уравнении;
 скорость, деленная на концентрации реагентов;
 скорость, деленная на концентрации продуктов

Как определяется порядок реакции в химической кинетике?
 по уравнению реакции;
 находится экспериментальным путем;
 порядок равен молекулярности;
 по константе скорости

Простые реакции в химической кинетике?
 в реакции участвуют простые вещества;
 реакция протекает в одну стадию;
 константа скорости определяется простым расчетом из кинетического уравнения

Если в результате соударения (элементарного) акта сразу получаются предполагаемые продукты, то такую реакцию называют
 простой
 элементарной
 цепной
 параллельной
 каталитической

Что такое энергия активации?
 внутренняя энергия, которая превращается в работу;
 энергия, необходимая для элементарного акта химической реакции;
 энергия, необходимая для того, чтобы реакция дошла до конца
 минимальная энергия, которой должны обладать реагирующие частицы, чтобы столкновение между ними привело к реакции

Укажите бимолекулярную реакцию
 $2\text{HI} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$
 $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 1/2\text{O}_2$
 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$
 $2\text{NO} + \text{H}_2 = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Укажите тримолекулярную реакцию
 $2\text{HI} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$
 $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 1/2\text{O}_2$
 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$
 $2\text{NO} + \text{H}_2 = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Основной постулат кинетики гомогенных реакций гласит:
 скорость реакции прямо пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ в степенях, согласно их стехиометрическим коэффициентам

скорость реакции обратно пропорциональна произведению концентрации веществ в степенях, согласно их стехиометрическим коэффициентам
скорость реакции равна произведению концентраций реагирующих веществ
константа скорости реакции равна произведению концентрации веществ

Скорость реакции – это изменение количества вещества, вступающего в реакцию или образовавшегося в ходе ее:

в единицу времени

в единицу пространства

в единицу объема системы

на единицу площади системы

Какие величины могут иметь молекулярность и порядок реакции в химической кинетике?

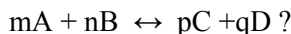
молекулярность может быть целочисленной и положительной;

молекулярность может быть дробной и отрицательной;

порядок реакции может быть целочисленным и дробным;

порядок реакции может быть положительным и отрицательным.

Как записать кинетическое уравнение для реакции в общем виде

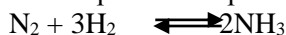


$$v = kC_A^m \cdot C_B^n;$$

$$v_{\text{прямая}} = k C_A^m \cdot C_B^n;$$

$$v_{\text{обратная}} = k C_C^p \cdot C_D^q$$

Как выразить скорость реакции для синтеза аммиака?



$$v = - \frac{dC_{N_2}}{d\tau} = - \frac{dC_{H_2}}{d\tau} = + \frac{dC_{NH_3}}{d\tau} ;$$

$$v = - \frac{dC_{N_2}}{d\tau} = - \frac{1}{3} \frac{dC_{H_2}}{d\tau} = + \frac{1}{2} \frac{dC_{NH_3}}{d\tau} ;$$

$$v = - \frac{dC_{N_2}}{d\tau} = - \frac{dC_{H_2}^3}{d\tau} = + \frac{dC_{NH_3}^2}{d\tau} ;$$

Согласно эмпирическому правилу Вант-Гоффа константа скорости реакции зависит от температуры следующим образом:

повышение температуры на 10 градусов вызывает увеличение скорости реакции в 2-4 раза

повышение температуры на 20 градусов вызывает увеличение скорости реакции в 3-6 раза

повышение температуры на 10 градусов вызывает уменьшение скорости реакции в 2-4 раза

повышение температуры на 20 градусов вызывает уменьшение скорости реакции в 3-5 раза

Раздел «Электрохимия».

Какой из перечисленных типов проводников относится к проводникам второго рода?

металлы

полупроводники

ионные проводники

изоляторы

электронно-ионные проводники

Как изменяется удельная электропроводность растворов электролитов с ростом концентрации?

остается постоянной

уменьшается

увеличивается

для одних веществ растет, для других уменьшается

проходит через максимум

Практическое применение электропроводности - определение степени диссоциации электролита по формуле:

$$\alpha = \lambda_v \cdot \lambda_{\infty}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_{\infty}}{\lambda_v}$$

$$\alpha = \lambda_v + \lambda_{\infty}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_{\infty}}$$

Чем объясняется увеличение удельной электропроводности растворов электролитов с ростом концентрации?

увеличение заряда ионов

уменьшением электрического взаимодействия ионов

увеличением степени диссоциации

увеличением числа носителей тока в растворе

уменьшением плотности и вязкости раствора

Как изменяется эквивалентная электропроводность водных растворов электролитов с ростом концентрации?

остается постоянной

уменьшается

увеличивается

для одних веществ растет, для других уменьшается

проходит через максимум

Какой закон лежит в основе одного из методов экспериментального определения λ_{∞} для слабых электролитов?

закон разбавления Оствальда

закон независимости движения ионов

предельный закон Дебая Кольрауша

закон Фарадея

закон ионной силы

Для какой группы ионов, приведенных ниже, приблизительно одинаковы подвижности?

K^+ , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^-

K^+ , Li^+ , Na^+ , OH^-

H^+ , NH_4^+ , Li^+ , OH^-

CH_3COO^- , Br^- , OH^- , NO_3^-

Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+

Для измерения электропроводности растворов используется:

мост постоянного тока

мост переменного тока

мост Кольрауша

потенциометр

потенциостат

Резкое падение электропроводности раствора при нейтрализации кислоты щелочью связано:

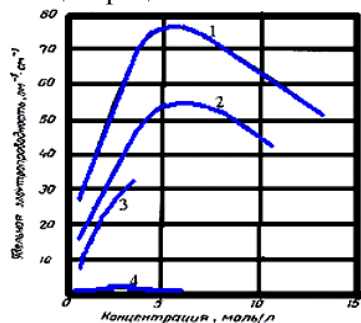
с уменьшением суммарной концентрации ионов

с уменьшением концентрации очень подвижных ионов гидроксония

с накоплением в системе ионов гидроксила

с образованием осадка
с разбавлением раствора

Даны графики зависимости удельной электрической проводимости водных CH_3COOH , KCl , KOH , HCl от концентрации. Укажите номер кривой, соответственно, для водных растворов KOH , CH_3COOH , KCl , KOH .



- 1
- 2
- 3
- 4

Увеличение электрической проводимости растворов сильных электролитов с ростом температуры может быть обусловлено:

электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом
уменьшением вязкости раствора
снижением степени диссоциации
увеличением степени диссоциации
эстафетным механизмом переноса протона
увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора CH_3COOH при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом:

электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом
уменьшением вязкости раствора
снижением степени диссоциации
увеличением степени диссоциации
увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора NaCl при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом:

электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом
уменьшением вязкости раствора
увеличением степени диссоциации
увеличением кинетической энергии ионов

При бесконечном разведении эквивалентная электропроводность водного раствора электролита равна:

нулю
электропроводности воды
сумме предельных подвижностей ионов
разности предельных подвижностей ионов
произведению предельных подвижностей ионов

В проводниках первого рода носителями электричества являются:

ионы
молекулы
электроны

радикалы

Величина, равная обратному значению удельного сопротивления называется:

удельной проводимостью
молярной проводимостью
предельной электрической проводимостью
электрической подвижностью

Примером проводника второго рода является:

расплав хлорида натрия
медь
алюминий
вольфрам

Величина, измеряемая обратным значением удельного сопротивления, называется:

электропроводность
эквивалентная электрическая проводимость
молярная электрическая проводимость
удельная электрическая проводимость

Молярная электрическая проводимость:

увеличивается с увеличением концентрации раствора
не зависит от концентрации раствора
уменьшается с увеличением концентрации раствора

Скорость движения ионов в растворе не зависит от:

напряженности электрического поля
температуры
давления
вязкости раствора

Раздел «Электродные процессы», «Фазовые состояния»

Для раствора сильного электролита, диссоциирующего на два однозарядного иона, уравнение закона независимого движения ионов Кольрауша имеет вид:

$$\lambda^{\infty} = \lambda_{+}^{\infty} + \lambda_{-}^{\infty}$$

$$\lambda = \lambda^{\infty} - A\sqrt{c}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda^{\infty}} = \alpha$$

$$\lambda^{\infty} = \frac{\lambda + A\sqrt{c}}{1 - B\sqrt{c}} - Dc$$

Увеличение электрической проводимости растворов сильных электролитов с ростом температуры может быть обусловлено:

электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом
уменьшением вязкости раствора
снижением степени диссоциации
увеличением степени диссоциации
эстафетным механизмом переноса протона
увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора CH_3COOH при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом:

электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом

уменьшением вязкости раствора
снижением степени диссоциации
увеличением степени диссоциации
увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора NaCl при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом
электрофоретическим эффектом
релаксационным эффектом
уменьшением вязкости раствора
увеличением степени диссоциации
увеличением кинетической энергии ионов

При бесконечном разведении эквивалентная электропроводимость водного раствора электролита равна:
нулю
электропроводности воды
сумме предельных подвижностей ионов
разности предельных подвижностей ионов
произведению предельных подвижностей ионов

В проводниках первого рода носителями электричества являются:
ионы
молекулы
электроны
радикалы

Величина, равная обратному значению удельного сопротивления называется:
удельной проводимостью
молярной проводимостью
предельной электрической проводимостью
электрической подвижностью

Примером проводника второго рода является:
расплав хлорида натрия
медь
алюминий
вольфрам

Величина, измеряемая обратным значением удельного сопротивления, называется:
электропроводность
эквивалентная электрическая проводимость
молярная электрическая проводимость
удельная электрическая проводимость

Молярная электрическая проводимость:
увеличивается с увеличением концентрации раствора
не зависит от концентрации раствора
уменьшается с увеличением концентрации раствора

Скорость движения ионов в растворе не зависит от:
напряженности электрического поля
температуры
давления
вязкости раствора

С увеличением разбавления молярная электрическая проводимость:
увеличивается

уменьшается
не изменяется
равна нулю

Условный заряд, который приписывается атому в соединении при условии, что вещество построено из ионов, называется
валентность
валентное состояние
степень окисления
координационное число

Коллигативными свойствами растворов называются такие, которые определяются
природой частиц
концентрацией частиц
размером частиц
природой растворителя

Раствор кипит при температуре
большой температуры кипения растворителя
равной температуре кипения растворителя
ниже температуры кипения чистого растворителя
при средней температуре кипения между температурами кипения растворителя и растворенного вещества

Вычислите осмотическое давление при 27°C раствора сахара, один литр которого содержит 91г растворенного вещества

332 кПа
663 кПа
2457 кПа

Осмотическое давление некоторого раствора при -3°C составляет 2735кПа. При какой температуре осмотическое давление достигнет 3040 кПа

27°C
 3°C
 30°C

Концентрация ионов водорода в растворе с $\text{pH}=2$

0,01 моль/л
0,1 моль/л
1 моль/л
10 моль/л

Рассчитайте pH буферного раствора, содержащего 0,5 моль/л ацетата натрия и 1моль/л уксусной кислоты ($\text{pK}=4,76$)

4,76
4,45
4,26
5,76

Утверждения, справедливые для парциальных мольных величин, описывающих раствор данной концентрации. Парциальная мольная величина это -
экстенсивная величина
интенсивная величина
функция состояния
функция процесса
характеристика вклада компонента в соответствующее свойство раствора
свойство раствора в целом, не зависящее от его концентрации

Утверждения, справедливые для эбуллиоскопической константы

зависит только от свойств растворителя;
 зависит от свойств растворителя и растворенного вещества;
 зависит от свойств растворителя и концентрации раствора;
 зависит от температуры и концентрации раствора;
 уменьшается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения.

Криоскопические константы для бензола и воды равны соответственно 5,12 и 1,86 К·кг/моль. Молекула вещества в водном растворе полностью диссоциирует на две частицы, а в бензоле не диссоциирует и не ассоциирует. Укажите, во сколько раз будут различаться понижения температуры начала отвердевания разбавленного раствора одного и того же вещества в бензоле и в воде при одинаковых молярных концентрациях

- 1,0
- 1,4
- 1,8
- 2,0

Изотонический коэффициент Вант-Гоффа это поправка, учитывающая:
 увеличение равновесного давления пара над чистым растворителем при нагревании;
 непостоянство давления при нагревании или охлаждении раствора;
 различие молярных масс растворителя и растворенного вещества;
 изменение числа частиц в растворе при диссоциации или ассоциации молекул;
 изменение плотности раствора при диссоциации или ассоциации молекул.

Вычислите изотонический коэффициент Вант-Гоффа для разбавленного водного раствора некоторого вещества, если молекула вещества диссоциирует в растворе на две частицы и степень диссоциации составляет 60%

- 1,0
- 1,2
- 1,4
- 1,6
- 2,0

Известно, что практически все молекулы бензойной кислоты, растворенной в бензоле, ассоциированы в димеры. Вычислите изотонический коэффициент Вант-Гоффа для разбавленного раствора бензойной кислоты в бензоле

- 0,1
- 0,5
- 1,0
- 1,5
- 2,0

Выберите выражение, которое может использоваться для определения кажущейся молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом

$$M = M_1 x_1 + M_2 x_2$$

$$M = \frac{1000 E g_2}{g_1 \Delta T_{\text{нм}}}$$

$$M = \frac{g_2 R T}{\pi V}$$

$$M = \frac{1000 K g_2}{g_1 \Delta T_{\text{оме}}}$$

Какое уравнение правильно передает связь между изотоническим коэффициентом Вант-Гоффа и степенью диссоциации слабого электролита?

- $i = 1 - (\nu + 1)\alpha$
- $i = 1 + (\nu + 1)\alpha$

$$i - 1 = (\nu - 1)\alpha$$

$$i + 1 = (\nu + 1)\alpha$$

Абсолютная скорость движения ионов – это ...
 скорость движения ионов при бесконечном разведении;
 скорость движения ионов при напряженности поля 1 В/м;
 молярная электрическая проводимость;
 удельная электрическая проводимость.

Блок 2

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса описывает зависимость равновесного давления от температуры для:
 однокомпонентной однофазной системы
 однокомпонентной двухфазной системы
 двухкомпонентной однофазной системы
 двухкомпонентной двухфазной системы
 двухкомпонентной трехфазной системы

Выберите правую часть уравнения, описывающего ход линии моновариантного равновесия на Р-Т-диаграмме состояния для однокомпонентной двухфазной системы, соответствующую левой части $dP/dT =$

$$\frac{\Delta H}{T}$$

$$\frac{\Delta H}{RT}$$

$$\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{\Delta H}{T\Delta V}$$

Выберите правую часть уравнения температурной зависимости давления насыщенного пара, соответствующую левой части $\ln(P_2/P_1) =$

$$\frac{\Delta H}{RT}$$

$$\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{\Delta H}{T\Delta V}$$

Взаимные переходы кристаллических модификаций чистого вещества, которые могут протекать как в прямом, так и в обратном направлениях в условиях равновесия

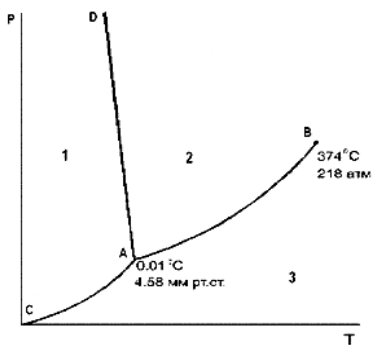
монотропные

энантиотропные

необратимые

обратимые

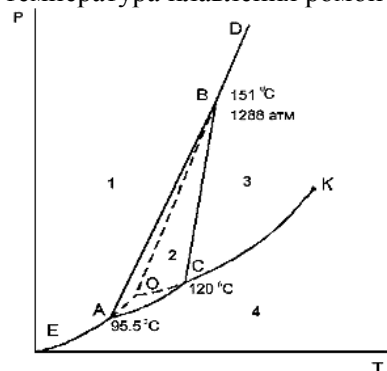
Диаграмма состояния воды при невысоких давлениях. Кривая **AD** описывает зависимость:



температуры плавления льда от давления
 равновесного давления водяного пара над льдом от температуры
 давления насыщенного пара жидкой воды от температуры
 температуры кипения воды от давления

Точки диаграммы, отражающие состояние и условия существования системы через равновесные значения P и T , называют
 тройными
 фигуративными
 двойными
 изоморфными

Диаграмма состояния серы. В соответствии с фазовой диаграммой серы при повышении давления температура плавления ромбической серы



увеличивается
 уменьшается
 не изменяется
 изменяется различным образом в зависимости от давления

Укажите область применимости уравнения $\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ при описании двухфазных равновесий в однокомпонентных системах:

- равновесия с участием пара вблизи критической точки;
- равновесия с участием пара, рассматриваемого как идеальный газ;
- равновесия с участием пара, рассматриваемого как идеальный газ, при условиях, далеких от критической точки;
- равновесия твёрдой и жидкой фаз.

Число степеней свободы двухфазной *однокомпонентной* системы, на которую из внешних условий влияют только температура и давление

- 1
- 2
- 5
- 4

Число степеней свободы двухфазной *двухкомпонентной* системы, на которую из внешних условий влияют только температура и давление

- 1
- 2
- 5
- 4

Число степеней свободы трехфазной двухкомпонентной системы, на которую из внешних условий влияют только температура и давление

- 1
- 5
- 4
- 3

На диаграмме состояния для чистого вещества имеются линии

- для равновесия жидкость–пар
- для равновесия трех фаз
- для равновесия двух газообразных фаз
- для равновесия кристаллы–пар
- для равновесия жидкость–кристаллы

Блок 3

Находящаяся в состоянии равновесия система $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{SO}_{3(\text{г})}$

- гомогенная
- гетерогенная
- однофазная
- двухфазная
- трехфазная

Находящаяся в состоянии равновесия система $\text{NH}_4\text{HCO}_{3(\text{к})} = \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

- гомогенная
- гетерогенная
- однофазная
- двухфазная
- трехфазная

Находящаяся в состоянии равновесия система $\text{PCl}_{5(\text{ж})} = \text{PCl}_{3(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})}$

- гомогенная
- гетерогенная
- однофазная
- двухфазная
- четырефазная

Число степеней свободы (вариантность состояния) системы, состоящей из K компонентов и Φ фаз, на которую из внешних условий влияют только давление и температура

- $K + \Phi + 2$
- $K - \Phi - 2$
- $\Phi - K + 2$
- $K - \Phi + 2$

Правило равновесия фаз Гиббса

- $\omega = k - f + 2.$
- $\omega = 2 - k + f.$
- $\omega = f - k - 2.$

$$\Omega = k - f - 1.$$

$$\Omega = f - 2 + k.$$

Число степеней свободы (вариантность состояния) системы, состоящей из K компонентов и Φ фаз, на которую из внешних условий влияют только температура (давление постоянно)

$$K + \Phi - 1$$

$$K - \Phi - 1$$

$$K + \Phi - 1$$

$$\Phi - K - 1$$

$$K - \Phi + 1$$

Число независимых компонентов в равновесной системе $N_{2(r)} + 2H_{2(r)} = 2NH_{3(r)}$, полученной в результате смешения 2 моль азота и 5 моль аммиака

5

2

4

1

Число фаз в равновесной системе $NH_4Cl_{(к)} = NH_3_{(г)} + HCl_{(г)}$

3

2

5

4

1

Число степеней свободы двухфазной однокомпонентной системы, на которую из внешних условий влияют только температура и давление

1

5

3

2

4

Наибольшее число различных фаз, которые могут сосуществовать в равновесии в двухкомпонентной гетерогенной системе, на которую из внешних условий влияют только температура и давление

3

5

1

4

2

Число параметров состояния, определяющее в общем случае размерность координатного пространства диаграммы состояния трехкомпонентной системы

2

4

3

1

5

Кривой охлаждения называется

зависимость температуры охлаждающейся смеси от времени.

зависимость температуры охлаждающейся смеси от давления.

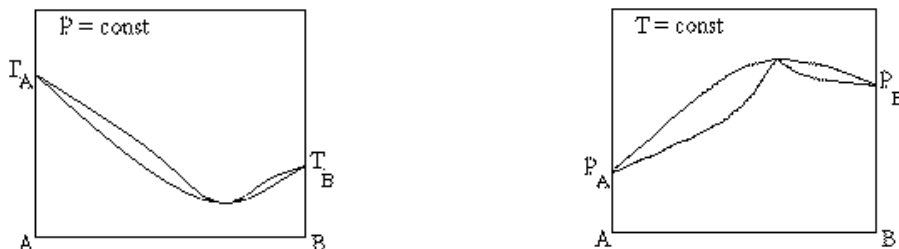
зависимость мольной массы охлаждающейся смеси от времени.

вертикальная линия на диаграмме плавкости при определенной мольной доле.

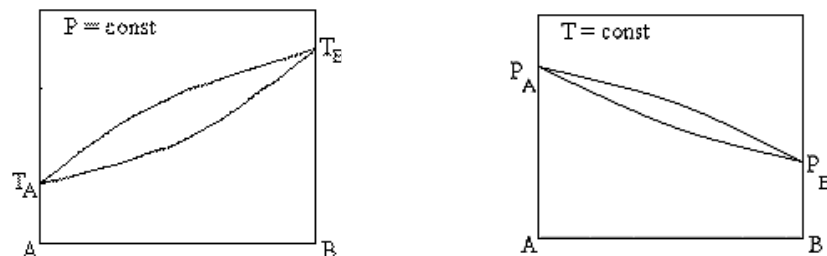
совокупность линий на диаграмме плавкости.

Относительные количества фаз, находящихся в равновесии, находят
 по правилу рычага.
 по правилу фаз Гиббса.
 по правилу Розебома.
 по правилу отрезков.
 по уравнению Шредера.

Диаграммы состояния азеотропной бинарной системы с положительными отклонениями от идеальности в жидком состоянии



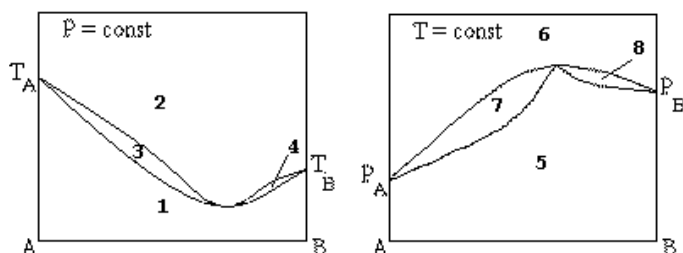
Диаграммы состояния бинарных систем, в которых увеличение содержания компонента А приводит к росту общего давления пара при любой концентрации раствора



Утверждения, справедливые для точки азеотропа на диаграмме кипения бинарной жидкой системы: в этой точке

- линии жидкости и пара имеют минимум или максимум;
- концентрация летучего компонента в равновесном паре больше, чем в жидкости;
- концентрация летучего компонента в равновесном паре меньше, чем в жидкости;
- концентрации компонентов в жидкости равны соответствующим концентрациям в равновесном паре;
- линии жидкости и пара имеют общую горизонтальную касательную.

Однофазные области, выражающие состояние жидкости, на диаграмме кипения бинарных систем



а).1; б).5; в).3; г).2.

Раздел «Равновесные электродные процессы»

- Электролитический ключ, служащий для элиминирования диффузионного потенциала, заполнен дистиллированной водой.
- содержит ионы с одинаковой подвижностью.
- содержит ионы с аномальной подвижностью.
- заполнен исследуемым раствором.
- содержит насыщенный раствор хлористого калия.

Металл, используемый в газовых электродах должен
участвовать в электродной реакции.
быть инертным к электродной реакции.
хорошо сорбировать газы.
полностью исключать сорбцию газов.
иметь сильно развитую поверхность.

Используемый в хингидронном электроде хингидрон представляет собой:
эквимолекулярное соединение хинона и гидроксиламина.
легко растворимая смесь хинона и гидроокиси хрома.
малорастворимое соединение.
малорастворимое соединение хинона со следами гидрохинона.
эквимолекулярное соединение хинона и гидрохинона.

Соответствие схематичного изображения электрода его типу

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. $\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$. | а) ионообменный |
| 2. $\text{Cl}^- \text{AgCl}^{\text{TB}}, \text{Ag}$. | б) электрод первого рода |
| 3. $\text{H}_3\text{O}^+ \text{H}_2, \text{Pt}$. | в) газовый электрод |
| | г) ионселективный |
| | д) электрод второго рода |
| | е) металлоокисный |

Образование потенциала стеклянного электрода происходит за счет
ионообменных процессов.
окислительно-восстановительных процессов.
процессов растворимости стекла.
обмена между ионами в стекле и в растворе.

Каломельный электрод относится к:
окислительно–восстановительным.
электродам 1 рода.
электродам 2 рода.
электродам сравнения.
ионообменным электродам.

Хлорсеребряный электрод относится к:
окислительно–восстановительным.
электродам 1 рода.
электродам 2 рода.
электродам сравнения.
ионообменным электродам.

Хингидронный электрод относится к:
окислительно–восстановительным.
электродам 1 рода.
электродам 2 рода.
электродам сравнения.
индикаторным электродам.

Что называется условным электродным потенциалом?

-условным электродным потенциалом называется эдс элемента, составленного из данного электрода и стандартного водородного электрода;
-условным электродным потенциалом называется эдс элемента, составленного из данного электрода и стандартного каломельного электрода;
-условным электродным потенциалом называется потенциал электрода при активности его ионов в растворе, равной единице;

-условным электродным потенциалом называется потенциал электрода либо в Нернстовской, либо в Оствальдовской шкале.

Значения средних ионных коэффициентов активности электролитов:

берутся из справочника

рассчитываются по уравнению Нернста

рассчитываются по уравнению Клаузиуса-Моссотти

рассчитываются по уравнению Гиббса-Дюгема

рассчитываются по уравнению Дебая-Гюккеля

Число n_e входящее в уравнение Нернста, соответствует:

числу электронов, участвующих в реакции

числу электродных реакций

зарядовому числу анионов в растворе

зарядовому числу ионов гидроксония

произведению зарядовых чисел катионов и анионов

Стандартный потенциал хингидронного электрода при 25°C равен +0,699В. Какой из перечисленных ниже электродов следует выбрать для построения гальванического элемента, при работе которого гидрохинон будет окисляться в хинон при 25°C?

Cu^{2+}/Cu ($\alpha_{\text{Cu}^{2+}} = 1$) $\varphi^0 \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = + 0,337 \text{ В}$

Zn^{2+}/Zn ($\alpha_{\text{Zn}^{2+}} = 1$) $\varphi^0 \text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,763 \text{ В}$

Pb^{2+}/Pb ($\alpha_{\text{Pb}^{2+}} = 1$) $\varphi^0 \text{Pb}^{2+}/\text{Pb} = -0,126 \text{ В}$

Hg^{2+}/Hg ($\alpha_{\text{Hg}^{2+}} = 1$) $\varphi^0 \text{Hg}^{2+}/\text{Hg} = + 0,854 \text{ В}$

Cu^+/Cu ($\alpha_{\text{Cu}^+} = 1$) $\varphi^0 \text{Cu}^+/\text{Cu} = + 0,521 \text{ В}$

Какой электрод называется каломельным?

$\text{Hg} | \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

$\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{SO}_4, \text{CdSO}_4$

$\text{Hg} | \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

$\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Cl}^-$

$\text{Hg}, \text{K} | \text{KCl}$

Какие ионы участвуют в электродном процессе на каломельном электроде?

Ag^{2+}

Hg_2^{2+}

K^+

Hg^+

Cl^-

По какому уравнению рассчитываются равновесные электродные потенциалы и ЭДС гальванических элементов?

уравнению Аррениуса

уравнению Вант – Гоффа

уравнению Нернста

уравнению Гиббса–Гельмгольца

уравнению Гиббса–Дюгема

Как называется потенциал, возникающий на границе раздела электролитов в элементах типа:

$\text{M}, \text{MA}, \text{aq} \parallel \text{aq}, \text{MA}, | \text{M} ?$

$a_1 < a_2$

мембранный

электродный

фазовый

диффузионный

химический

Электрод, потенциал которого зависит от концентрации анализируемого иона, называется...
стандартным электродом;
электродом сравнения;
индикаторным электродом;
водородным электродом.

Неверно, что согласно уравнению Нернста потенциал электрода зависит от ...
его массы;
его природы;
температуры;
концентрации электролита.

Электродные потенциалы определяют по ЭДС гальванического элемента, составленного из данного электрода и стандартного электрода.
водородного;
платинового;
серебряного;
медного.

Электродом 1 рода является электрод ...
 $\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl};$
 $\text{Cu} \mid \text{Cu}^{2+};$
 $\text{Hg} \mid \text{HgCl}, \text{KCl};$
 $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}.$

Электродом 2 рода является электрод ...
 $\text{Ag} \mid \text{Ag}^+;$
 $\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl};$
 $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+};$
 $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}.$

Окислительно-восстановительным электродом является электрод ...
 $\text{Ag} \mid \text{Ag}^+;$
 $\text{Cu} \mid \text{Cu}^{2+};$
 $\text{Pt} \mid \text{Co}^{3+}, \text{Co}^{2+};$
 $\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl}.$

Число Z , входящее в уравнение Нернста соответствует
числу моль электронов, участвующих в электродном процессе.
числу электродных реакций.
зарядовому числу анионов в растворе.
зарядовому числу ионов гидроксония.

Для расчета ЭДС с помощью уравнения Нернста необходимо знать
стандартную ЭДС элемента и температуру.
ЭДС нормального элемента Вестона.
стехиометрическое уравнение реакции в элементе.
электропроводность растворов, входящих в состав элемента.
атмосферное давление

Величину ЭДС гальванического элемента можно рассчитать
с помощью уравнения Фарадея.
с помощью уравнения Фрумкина.
с помощью уравнения Нернста.
помощью уравнения Гиббса-Дюгема.

Для нормально разомкнутого гальванического элемента электродвижущая сила равна разности электродных потенциалов на выводах ГЭ.
падению напряжения на внешнем участке цепи с гальваническим элементом.
напряжению на выводах работающего элемента.
произведению тока на сумму сопротивлений

Известны следующие методы измерения ЭДС гальванического элемента
потенциометрический.
полярографический.
компенсационный.
кондуктометрический.

Какие гальванические элементы используются для измерения чисел переноса по методу электродвижущих сил?

простые химические элементы
концентрационные элементы с переносом ионов
концентрационные элементы без переноса ионов
сложные химические элементы
амальгамные элементы

Обратимо работающий гальванический элемент выделяет теплоту в окружающую среду. зависит ли и как эдс этого элемента от температуры?

с ростом температуры эдс этого элемента растет
с ростом температуры эдс этого элемента падает
с ростом температуры эдс такого элемента не изменяется
с ростом температуры эдс такого элемента проходит через минимум

Известны следующие методы измерения эдс гальванического элемента:

потенциометрический
полярографический
метод вольтметра с высоким внутренним сопротивлением
компенсационный
кондуктометрический

Величину эдс гальванического элемента можно рассчитать:

с помощью уравнения Фарадея
с помощью уравнения Фрумкина
с помощью уравнения Нернста
с помощью уравнения Гиббса-Дюгема
как разность электродных потенциалов гальванического элемента

Какой процесс протекает на левом электроде в цепи $\text{Ag}|\text{AgCl}, \text{HCl} \parallel \text{HCl}|\text{Cl}_2, \text{Pt}$, если $\varphi^0_{\text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^-} = +0,222 \text{ В}$, $\varphi^0_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = +1,360 \text{ В}$:

восстановление H^+ - ионов
окисление Cl^- - ионов
восстановление Ag^+ -ионов
окисление Cl_2
окисление Ag

Указать суммарное уравнение реакции, протекающее в гальваническом элементе, состоящем из *И*н каломельного электрода при 25⁰С ($\varphi = +0,281$) и стандартного водородного электрода.

$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$
 $2\text{H}^+ + 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2$
 $2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}$
 $2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H} \rightarrow \text{Hg}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$
 $\text{H}_2 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$

Каким термодинамическим уравнением следует воспользоваться для установления зависимости между эдс гальванического элемента и ее температурным коэффициентом?

$$A = RT(\ln K_a - \Delta \ln \alpha)$$

$$dA = q \frac{dT}{T}$$

$$A'_{\max} = Q_p + T(dA'_{\max}/dT)$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = - \frac{Q_p}{RT^2}$$

Требуется рассчитать по термодинамическим данным эдс элемента Даниеля – Якоби при 25°C $Zn | Zn^{2+}$ (a=1), aq || Cu^{2+} (a=1), aq | Cu. Какая пара термодинамических величин необходима для расчета?

$$\Delta H^0_{298} \text{ и } \Delta C_{p298}$$

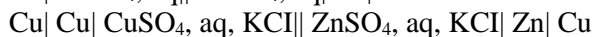
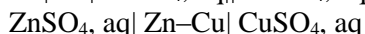
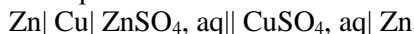
$$\Delta H^0_{298} \text{ и } \Delta S^0_{298}$$

$$\Delta S^0_{298} \text{ и } \Delta C_p^0_{298}$$

$$\Delta H^0_{298} \text{ и } \frac{d\Delta H}{dT}$$

$$\Delta S^0_{298} \text{ и } \frac{d\Delta S}{dT}$$

Как правильно записать гальванический элемент в виде формулы?



Уравнение Нернста для расчета эдс гальванических элементов?

$$E = E^0 + \frac{R \cdot T}{n_e \cdot F} \ln \frac{\alpha_{Red}}{\alpha_{Ox}}$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{Ox}}{\alpha_{Red}}$$

$$E = \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{ox}}{\alpha_{red}}$$

$$E = E^0 + \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{Ox}}{\alpha_{Red}}$$

Для чего нужен «солевой мостик» в гальваническом элементе?

для возникновения электродных потенциалов

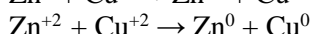
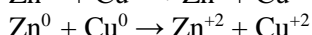
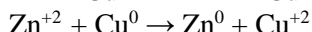
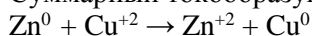
для возникновения диффузионного потенциала

для возникновения эдс и работы элемента

для устранения контактных потенциалов

для предотвращения протекания реакции в обратном направлении

Суммарный токообразующий процесс, протекающий в гальваническом элементе Даниэля-Якоби



Реакции на электродах в гальваническом элементе?

на катоде – восстановление
на катоде – реакция диспропорционирования
на аноде – гидролиз электролита
на аноде – окисление

Какова причина возникновения диффузионного потенциала в гальваническом элементе?

- ☐ различие в природе и в концентрациях электролитов полуэлементов
- ☐ различие в потенциалах электродов
- ☐ различие в подвижностях катиона и аниона в электролитах полуэлементов
- ☐ различие в подвижностях катионов
- ☐ различие в подвижностях анионов

За счет чего возникает э.д.с. в гальваническом элементе?

- ☐ за счет суммарной химической энергии
- ☐ за счет окислительно-восстановительных реакций на электродах
- ☐ за счет пропускания тока через элемент
- ☐ за счет пропускания инертного газа через элемент

В гальваническом элементе на катоде (+) протекает процесс
 окисления металла
 разложение электролита
 гидролиз электролита
 восстановления ионов электролита

В гальваническом элементе на аноде (-) протекает процесс

- ☐ восстановления ионов электролита
- ☒ окисления металла
- ☐ разложение электролита
- ☐ гидролиз электролита

Схема записи гальванического элемента Даниэля-Якоби

$$\begin{array}{l} (-) \text{Zn} / \text{ZnSO}_4, \text{aq} // \text{aq}, \text{CuSO}_4 / \text{Cu} (+) \\ \quad \quad \quad \text{C}_1 \quad \quad \quad \text{C}_2 \\ (+) \text{Zn} / \text{ZnSO}_4, \text{aq} // \text{aq}, \text{CuSO}_4 / \text{Cu} (-) \\ (-) \text{Cu} / \text{CuSO}_4, \text{aq} // \text{aq}, \text{ZnSO}_4 / \text{Zn} (+) \\ (-) \text{Ag} / \text{AgNO}_3, \text{aq} // \text{aq}, \text{AgNO}_3 / \text{Ag} (+) \\ \quad \quad \quad \text{C}_1 \quad \quad \quad \text{C}_2 \end{array}$$

Химическим гальваническим элементом называют устройство:

- из двух электродов, в котором электрическая энергия превращается в химическую;
- из двух электродов, в котором химическая энергия превращается в электрическую;
- из двух электродов, в котором химическая энергия превращается в механическую;
- из одного электродов, в котором протекает реакция самоокисления-самовосстановления.

Согласно схеме гальванического элемента $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni} \dots$ в процессе работы элемента на электроде осаждается железо; никелевый электрод является анодом; никель окисляется; электроны движутся от железного электрода к никелевому.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концентрациях солей) будет у гальванического элемента $\text{Me}|\text{Me}(\text{NO}_3)_2||\text{Cu}(\text{NO}_3)_2|\text{Cu}$ если стандартный потенциал второго металла равен ...
-2,36 В;

1,5 В;
1,19 В;
-0,76 В.

Если гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, один из которых стандартный, то для достижения наибольшего значения ЭДС другой электрод следует погрузить в ...

01 М раствор CH_3COOH ;
0,1 М раствор HCl ;
0,1 М раствор H_2SO_4 ;
0,1 М раствор HBr .

Для увеличения ЭДС гальванического элемента, составленного из кадмиевого и цинкового электродов следует ...

уменьшить концентрацию ионов кадмия у кадмиевого электрода и увеличить концентрацию ионов цинка у цинкового электрода;
увеличить концентрацию ионов цинка;
увеличить концентрацию ионов кадмия;
уменьшить концентрацию ионов кадмия.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концентрациях солей) будет у гальванического элемента $\text{Me}|\text{Me}(\text{NO}_3)_2||\text{Cu}(\text{NO}_3)_2|\text{Cu}$ если стандартный потенциал второго металла равен ...

-0,41 В;
1,5 В;
0,91 В;
-0,76 В.

Пример билетов для экзамена по дисциплине «Физическая химия» 5 семестр

БИЛЕТ № 1

1. Основные понятия химической термодинамики. Термины и понятия: система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), состояние и свойства системы.
2. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольности процессов. Условия термодинамического равновесия.
3. Калориметрия. Экспериментальное определение теплоты растворения соли на примере безводного сульфата меди и медного купороса.
4. По данным таблицы рассчитать изменение термодинамических функций ΔH , ΔF , ΔS в реакции, протекающей в гальваническом элементе.

Реакция	T°С	Э.д.с., В	$(dE/dT)_p$, В/град
$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 = PbSO_4 + 2H_2O$	25,0	2,04	$1,36 \cdot 10^{-3}$

БИЛЕТ № 2

1. Первый закон термодинамики, формулировка, математическое выражение. Внутренняя энергия, энтальпия. Выражение I-го закона для изотермического, изохорного и изобарного процессов.
2. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
3. Экспериментальное определение теплоемкости органического растворителя (гексана).
4. Вычислить максимальную работу обратимой реакции, выразив её в джоулях и калориях, протекающей в элементе: $Cu|Zn||n ZnSO_4||n CuSO_4|Cu$. Стандартная э.д.с. равна 1,1 В.

БИЛЕТ № 3

1. Теплоемкость. Истинная, молярная теплоемкость. Isochorная, isobarная теплоемкость.
2. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
3. Криоскопия. Определение молекулярной массы раствора электролита. Экспериментальное определение констант в уравнении Таффеля.
4. Определить константу равновесия реакции, протекающей при 25°С в элементе $Zn|Zn^{2+}(a=1)||Cu^{2+}(a=1)|Cu$. Э.д.с. данного элемента равна 1,1 В.

БИЛЕТ № 4

1. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).
2. Эквивалентная электрическая проводимость и зависимость ее от разных факторов.
3. Экспериментальное определение удельной и эквивалентной проводимости слабого и сильного электролита.
4. Вычислить э.д.с. цепи:



при 25°С. Эквивалентная электропроводность раствора 0,1 М $AgNO_3$ равна 10,93, а раствора 0,01 М $AgNO_3$ равна 12,53 $См \cdot м^2 \cdot моль^{-1}$. ($C_{\text{нон}} = \alpha \cdot C_{\text{раствора}}$; $\alpha = \lambda / \lambda_{\infty}$).

БИЛЕТ № 5

1. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.
2. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.
3. Кондуктометрия. Экспериментальное определение аналитической концентрации сильного и слабого электролита.
4. Рассчитать константу равновесия реакции: $ZnSO_4 + Cd = CdSO_4 + Zn$. Стандартный потенциал $Zn|Zn^{2+}$ равен -0,762 В, а $Cd|Cd^{2+} =$

БИЛЕТ № 6

1. Второй закон термодинамики. Формулировка II-го закона термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии в некоторых процессах.
2. Термодинамика гальванического элемента. Определение полной, свободной и связанной энергии гальванического элемента.
3. Схема записи гальванического элемента Даниеля-Якоби (электродные процессы).
4. Рассчитать э.д.с. элемента, составленного из полуэлементов: $Zn|Zn^{2+}$ (активность Zn^{2+} равна 0,02) и $Cu|Cu^{2+}$ (активность Cu^{2+} равна 0,3), если $E^{\circ}(Cu|Cu^{2+}) = 0,373 \text{ В}$; $E^{\circ}(Zn|Zn^{2+})$ равна -0,673 В.

БИЛЕТ № 7

1. Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим, эбуллиоскопическим или осмотическим методом.
2. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды первого рода).

3. Экспериментальное определение э.д.с. медно-кадмиевого гальванического элемента потенциометрическим методом.
4. Сосуд для определения электропроводности, наполненный раствором KCl с $c(\text{KCl}) = 0,02$ моль/л при 20°C , показывает сопротивление 82,4 Ом, а наполненный раствором K_2SO_4 с $C(1/2 \text{ K}_2\text{SO}_4) = 0,005$ моль/л - 326 Ом. Вычислить постоянную сосуда и молярную электропроводность раствора K_2SO_4 .

БИЛЕТ № 8

- Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, Рауля. Понижение температуры замерзания раствора (криоскопия).
- Определение электрической проводимости растворов. Кондуктометрическая ячейка. Определение степени и константы диссоциации слабого электролита по электрической проводимости раствора.
- Экспериментальное определение э.д.с. алюминий-цинкового гальванического элемента потенциометрическим методом (схематическая запись элемента, выражение э.д.с.).
- Вычислить (λ_∞) для уксусной кислоты, если λ_∞ для HCl, KCl и CH_3COOK соответственно равны $380 \cdot 10^{-4}$, $130 \cdot 10^{-4}$, $100 \cdot 10^{-4}$ См·м²/моль при 18°C .

БИЛЕТ № 9

- Сильные электролиты. Особенности свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Понятие сольватации (гидратации) ионов.
- Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Электрод, электродный потенциал и э.д.с. электрохимической цепи.
- Экспериментальное определение э.д.с. свинцово-цинкового гальванического элемента потенциометрическим методом (схематическая запись элемента, выражение э.д.с.).
- Теплоты образования следующих соединений C_2H_2 , CO_2 и $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ соответственно равны 226,8; -393,5; -285,8 кДж/моль. Определить сколько тепла выделится при сгорании 5 молей C_2H_2 .

БИЛЕТ № 10

- Кондуктометрическое титрование. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
- Теории возникновения скачка потенциала на границе металл – раствор.
- Измерение электродных потенциалов электродов. Экспериментальное определение цинкового электрода и теоретический расчет.
- Рассчитать тепловой эффект реакции при стандартных условиях (298 К, давление постоянное и равно 1 атм), если известны теплоты сгорания участников реакции:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{ж}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$,
 $\Delta H_c^0 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) = -1370,68$ кДж/моль; $\Delta H_c^0 \text{ CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) = -874,58$ кДж/моль;
 $\Delta H_c^0 \text{ CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{ж}) = -2246,39$ кДж/моль; $\Delta H_c^0 \text{ H}_2\text{O}(\text{ж}) = 0$.

БИЛЕТ № 11

- Электрическая проводимость растворов. Скорость движения ионов. Удельная, эквивалентная проводимость электролитов и их зависимость от различных факторов.
- Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния серы.
- Измерение электродных потенциалов электродов. Экспериментальное определение медного электрода и теоретический расчет.
- Определите изменение внутренней энергии при изобарическом ($1,013 \cdot 10^5$ н/м²) испарении 100 г воды при 150°C , если объемом жидкой воды пренебречь. Теплота испарения воды при 150°C равна 2112,66 дж/г.

БИЛЕТ № 12

- Термохимия. Теплоты образования и сгорания веществ. Стандартные тепловые эффекты.
- Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды второго рода).
- Измерение электродных потенциалов электродов. Экспериментальное определение кадмиевого электрода и теоретический расчет.
- Определите изменение внутренней энергии при изобарическом испарении 10 г этилового спирта при температуре кипения (78°C), если теплота испарения спирта равна 922,77 дж/г. Объемом жидкости пренебречь.

БИЛЕТ № 13

- Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
- Гальванический элемент. Химические и концентрационные гальванические элементы. Общие выражения для э.д.с. гальванического элемента.
- Определение константы и степени диссоциации уксусной (муравьиной) кислоты путем измерения электропроводности.
- Какое количество теплоты необходимо для изохорического нагревания 10 г азота от 10 до 20°C ?

БИЛЕТ № 14

1. Вычисление тепловых эффектов химических реакций. Калориметрия. Теплоты растворения и нейтрализации.
2. Равновесие между твердой фазой и расплавом в бинарных системах. Термический анализ. Диаграмма состояния бинарных систем с эвтектикой. Правило рычага.
3. Измерение удельной и эквивалентной электропроводности растворов электролитов. Изучение зависимости электропроводности от концентрации и температуры.
4. Одноатомный газ в количестве 5 л (условия нормальные) нагревают до 600°C при постоянном объеме. Каковы конечные давление и количество затраченной теплоты?

БИЛЕТ 15

1. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
2. Понижение температуры замерзания раствора. Криоскопия. Повышение температуры кипения раствора. Эбулиоскопия. Осмос. Изотонические растворы.
3. Колориметрия, ионные равновесия. Определение константы диссоциации методом фотоэлектроколориметрии.
4. Какое количество тепла выделится при изотермическом сжатии 10 л идеального газа, взятого при 27°C и нормальном атмосферном давлении, если объем его уменьшится в 10 раз?

БИЛЕТ № 16

1. Второе начало термодинамики. Энтропия. Постулат Планка. Вычисления изменений энтропии в различных процессах.
2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды.
3. Экспериментальное определение состава пара системы бензол-метанол.
4. Найти изменение внутренней энергии при испарении 100 г воды при 20°C, допуская, что пары воды подчиняются законам идеальных газов и что объем жидкости незначителен по сравнению с объемом пара. Удельная теплота парообразования воды равна 2451 дж/г.

Пример билетов

6 семестр

БИЛЕТ № 1

1. Химическая кинетика. Формальная кинетика. Степень протекания химической реакции. Скорость реакции. Кинетическое уравнение.
2. Типы электрохимических систем. Сдвоенные химические цепи, пример. Выражение для э.д.с. двойной химической цепи.
3. Ионметрия. Определение pH растворов электрохимическим методом. Примеры электрохимических элементов для определения pH растворов.
4. Взаимодействие оксида углерода (II) с хлором выражается уравнением: $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$. Концентрация оксида углерода (II) равна 0,3 моль/л, а хлора – 0,2 моль/л. Как изменится скорость прямой реакции, если увеличить концентрацию оксида углерода (II) до 1,2 моль/л, а концентрацию хлора – до 0,6 моль/л. Считать, что реакция второго порядка.

БИЛЕТ № 2

1. Химическая кинетика. Константа скорости. Порядок реакции. Реакции нулевого, первого и второго порядка. Период полупревращения.
2. Теории гетерогенного катализа. Мультиплетная теория (А.А.Баландин).
3. Молекулярная рефракция. Определение изомерии вещества и состава смеси методом рефракции.
4. Скорость реакции $\text{A} + 2\text{B}$ при $[\text{A}] = 0,5$ моль/л и $[\text{B}] = 0,6$ моль/л равна 0,018 моль/л. Вычислить константу скорости реакции, считая, что реакция третьего порядка.

БИЛЕТ № 3

1. Молекулярная химическая кинетика. Механизмы химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка химических реакций.
2. Теории гетерогенного катализа. Теория активных ансамблей (Н.И.Кобозев).
3. Электрохимическая кинетика перенапряжения водорода при электролизе. Экспериментальное определение констант в уравнении Таффеля.
4. Определить порядок реакции омыления уксуснометилового эфира щелочью на основе следующих данных:

Время, мин	3	5	10	25
Конц. раствора NaOH, моль/л	0,00740	0,00634	0,00464	0,00254

Исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны 0,01 моль/л.

БИЛЕТ № 4

1. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Обратимые химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
2. Теории гетерогенного катализа. Электронная теория катализа (С.З.Рогинский, Ф.Ф.Волькенштейн).
3. Уравнение Таффеля. Графическое определение констант в уравнении Таффеля. Схема установки для изучения перенапряжения водорода.
4. Вычислить, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 150°C, принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2.

БИЛЕТ № 5

1. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Сопряженные химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
2. Электрохимические системы (электрохимические цепи). Принципы классификации электрохимических цепей.
3. Потенциометрическое титрование кислот. Определение аналитической концентрации раствора методом ЭДС.
4. При какой температуре закончится некоторая реакция за 0,5 мин, если при 70°C она заканчивается за 40 мин? Температурный коэффициент реакции равен 2,3.

БИЛЕТ № 6

1. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Параллельные химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
2. Типы электрохимических систем. Физические, аллотропические цепи, примеры.
3. Экспериментальное определение константы скорости и энергии активации реакции гидролиза уксусного ангидрида.
4. Для реакции омыления уксусноэтилового эфира при большом избытке воды константа скорости при 20°C равна 0,00099 мин⁻¹, а при 40°C ее величина составляет 0,00439 мин⁻¹. Определите энергию активации и константу скорости реакции при 30°C.

БИЛЕТ № 7

1. Константа скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Физический смысл величин уравнения Аррениуса.
2. Потенциометрия. Определение и теоретическое обоснование. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.
3. Явление перенапряжения при электролизе и на электродах. Причины перенапряжения.
4. Скорость образования NO в реакции $2\text{NOBr}_{(г)} \rightarrow 2\text{NO}_{(г)} + \text{Br}_{2(г)}$ равна $1,6 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹·с⁻¹. Чему равна скорость реакции и скорость расходования NOBr?

БИЛЕТ № 8

1. Константа скорости реакции. Влияние температуры на константу скорости реакции Понятие энергии активации. Экспериментальное определение энергии активации.
2. Неравновесные электродные процессы. Электролиз и его основные законы. Напряжение при электролизе. Перенапряжение при электролизе. Потенциал разложения (выделения). Перенапряжение на электроде.
3. Какой электрод можно использовать как индикаторный при кислотно – основном потенциометрическом титровании? Поясните.
4. В некоторой реакции целого порядка $nA \rightarrow B$ концентрация исходного вещества 0,5 моль·л⁻¹ была достигнута за 4 мин при начальной концентрации 1 моль·л⁻¹ и за 5 мин при начальной концентрации 2 моль·л⁻¹. Установите порядок реакции.

БИЛЕТ № 9

1. Константа скорости реакции. Влияние температуры на константу скорости реакции Понятие энергии активации. Экспериментальное определение энергии активации.
2. Типы электрохимических систем. Концентрационные цепи первого рода, примеры, выражения для э.д.с.
3. Поляриметрический метод определения константы скорости реакции гидролиза тростникового сахара.

4. Пользуясь уравнением Аррениуса, оцените, при каких температурах и энергиях активации справедливо правило Вант-Гоффа.

БИЛЕТ № 10

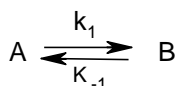
1. Гетерогенный катализ, примеры. Скорость, константа скорости гомогенного катализа.
2. Типы электрохимических систем. Концентрационные цепи второго рода, примеры, выражения для э.д.с.
3. Экспериментальное определение порядка гомогенной реакции на примере изучения реакции восстановления персульфата натрия йодистым калием.
4. Реакция первого порядка при температуре 70°C завершается на 40% за 60 мин. При какой температуре реакция завершится на 80% за 120 мин, если энергия активации равна 60 кДж·моль⁻¹?

БИЛЕТ № 11

1. Сложные реакции. Классификация сложных реакций в химической кинетике.
2. Типы электрохимических систем. Простые химические цепи, примеры. Выражение э.д.с. для водородно-кислородного элемента.
3. Экспериментальное определение константы скорости II порядка на примере реакции восстановления персульфата натрия йодистым калием.
4. Скорость бактериального гидролиза мышц рыб удваивается при переходе от температуры -1,1°C к температуре +2,2°C. Оцените энергию активации этой реакции.

БИЛЕТ № 12

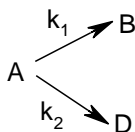
1. Кинетика гетерогенных процессов, константа скорости. Законы Фика для описания диффузионных процессов.
2. Неравновесные электродные процесс, их отличия от равновесных. Электродная поляризация. Полярография.
3. Фотоэлектроколориметрическое изучение реакции восстановления гексацианноферрата (III) калия аскорбиновой кислотой.
4. Для обратимой реакции первого порядка:



константа равновесия $K = 8$, а $k_1 = 0,4 \text{ с}^{-1}$. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

БИЛЕТ № 13

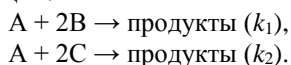
1. Катализ. Общие положения и закономерности катализа. Энергетическая схема реакции с участием катализатора.
2. Типы электрохимических систем. Сложные химические цепи, примеры. Выражение э.д.с. для элемента Даниеля-Якоби.
3. Кинетика гетерогенных химических реакций. Определение константы скорости растворения хлорида свинца в воде.
4. В параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 63%, а время превращения А на 1/3 равно 7 минутам. Найдите k_1 и k_2 .

БИЛЕТ № 14

1. Гомогенный катализ, примеры. Скорость, константа скорости гомогенного катализа.
2. Сложные реакции. Цепные, фотохимические реакции.
3. Полярография. Какие преимущества имеет ртутный капельный электрод перед другими микроэлектродами? Какие вещества следует вводить в анализируемый раствор для подавления миграционного тока?
4. В системе протекают две параллельные реакции:



Отношение $k_1 / k_2 = 5$. Начальные концентрации веществ В и С одинаковы. К моменту времени t прореагировало 50% вещества В. Какая часть вещества С прореагировала к этому моменту?

Критерии формирования оценки ответа студента на экзамене

<i>Характеристика ответа</i>	<i>баллы</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	26-30
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	21-25
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	16-20
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	11-15
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-10
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

Результирующая экзаменационная оценка определяется в соответствии с Положением СОГУ о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов.

Курсовая работа

Курсовая работа — это самостоятельное законченное научное исследование обучающегося, в котором содержатся результаты экспериментальной и/или теоретической научно-исследовательской работы. Курсовая работа должна демонстрировать высокий уровень профессиональной эрудиции студента, его методическую подготовленность, умение самостоятельно вести научный поиск и оформлять его результаты в законченную научную работу.

Темы курсовых работ разрабатываются и утверждаются кафедрой. Обучающемуся предоставляется право выбрать любую тему из указанной тематики. Тематика курсовых работ ежегодно обновляется. Темы текущего учебного года:

Темы курсовых работ по дисциплине «Физическая химия»

1. Природные катионные полимеры, их свойства и применение.
2. Катионные полимеры синтетического происхождения, их биологическое применение.
3. Физико-химические методы определения примесей в молочных жирах.
4. Катализ в производстве акриловых мономеров.
5. Классификация, получение и свойства гидрогелей на основе биополимеров.
6. Основания Шиффа и их металлокомплексы с нелинейными оптическими свойствами второго порядка
7. Азотетинсодержащие бисфенолы с перфторированными моно- и бифениленовыми фрагментами
8. Мицеллярные растворы в современной промышленности и быту.
9. Физико-химические методы исследования в криминалистике.
10. Влияние растворителя на региоселективность раскрытия эпоксидного цикла окиси стирола О- и N- нуклеофилами в нейтральных и основных средах.
11. Хроматографическое разделение высокомолекулярных образцов полистирола на монолитной капиллярной колонке.
12. Взаимосвязь между кинетикой полимеризации и микроструктурой в полимерных смесях.
13. Новые полимеры на основе цианопиридина: синтез, фотофизические и электролюминесцентные исследования.
14. Изучение скорости десорбции пластификатора из поливинилхлорида.
15. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в изучении фенольных стабилизаторов полимерных материалов.

Тексты курсовых работ проверяются на объём заимствования научным руководителем в системе «Антиплагиат» СОГУ. Справка о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований, подписанная научным руководителем курсовой работы, прикладывается к работе. К защите допускаются работы, содержащие не менее 40 % оригинального текста.

Структура курсовой работы

Примерная структура работы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть (как правило, основная часть работы состоит из литературного обзора, включающего 2-3 параграфа, и экспериментальной части);
- заключение;
- выводы;
- список источников и литературы;
- приложения.

Требования к содержанию и оформлению курсовой работы изложены в "Положении о курсовой работе", разработанном кафедрой общей и неорганической химии.

Критерии оценки курсовой работы

«Отлично» выставляется студенту, если:

Работа выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии с "Положением о курсовой работе";

выступление студента на защите структурировано, раскрыты причины выбора и актуальность темы, цель и задачи работы, предмет, объект, соблюдены хронологические рамки исследования, логика вывода каждого наиболее значимого вывода

в заключительной части доклада студента показаны перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, освещены вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления соответствует регламенту;

ответы на вопросы членов кафедры логичны, раскрывают сущность вопроса, подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии широко применяются студентом как в самой работе, так и во время выступления.

«Хорошо» выставляется студенту, если:

Работа выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней;

выступление на защите курсовой работы структурировано, допускаются одна-две неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы, предмета, объекта и при соблюдении хронологических рамок исследования, допускается погрешность в логике вывода одного из наиболее значимых выводов, которая устраняется в ходе дополнительных уточняющих вопросов;

в заключительной части доклада студента недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента соответствует регламенту;

в ответах студента на вопросы членов кафедры допущено нарушение логики, но, в целом, раскрыта сущность вопроса, тезисы выступающего подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии применяются студентом ограниченно как в самой работе, так и во время выступления.

«Удовлетворительно» выставляется студенту, если:

Курсовая работа выполнена в соответствии с целевой установкой, но не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям, в том числе по оформлению;

выступление студента на защите работы структурировано, допускаются неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы, предмета, объекта и при соблюдении хронологических рамок исследования допущена грубая погрешность в логике вывода одного из наиболее значимых выводов, которая, при указании на нее, устраняется с трудом;

в заключительной части доклада студента недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента превышает регламент;

ответы студента на вопросы членов кафедры не раскрывают до конца сущности вопроса, слабо подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых

актов, выводами и расчетами, показывают недостаточную самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии применяются студентом в недостаточном количестве как в самой работе, так и во время выступления;

в процессе защиты курсовой работы студент продемонстрировал понимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.

«Неудовлетворительно» выставляется студенту, если:

Курсовая работа выполнена с нарушением целевой установки, не отвечает предъявляемым требованиям, в оформлении имеются отступления от стандарта;

выступление студента на защите не структурировано, недостаточно раскрываются причины выбора и актуальность темы, цели и задачи работы, предмет, объект и не соблюдаются хронологические рамки исследования, допускаются грубые погрешности в логике выведения нескольких из наиболее значимых выводов, которые, при указании на них, не устраняются;

в заключительной части доклада студента не отражаются перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента значительно превышает регламент;

ответы студента на вопросы членов кафедры не раскрывают сущности вопроса, не подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают отсутствие самостоятельности и глубины изучения проблемы студентом;

информационные технологии не применяются в работе и при докладе студента;

в процессе защиты курсовой работы студент демонстрирует непонимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература

а) основная литература:

1. *Н.С.Кудряшева, Л.Г.Бондарева. Физическая химия. - // Учебник для бакалавров. - М.: Юрайт, 2012. – 340 с.*
2. *Винокуров А.И. Физическая химия. // А.И.Винокуров, Р.И.Винокурова, О.В.Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. – 80 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>. – Библиогр.: с. 76. – ISBN 978-5-8158-1780-7. – Текст : электронный.*
3. *Харитонов Ю.Я. Физическая химия: учебник / Харитонов Ю.Я. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. - ISBN 978-5-9704-2390-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html>. - Режим доступа : по подписке.*
4. *Луков В.В. Физическая химия: учебник / Луков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 238 с. - ISBN 978-5-9275-2976-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html>. - Режим доступа : по подписке.*
5. *Салем Р.Р., Физическая химия. Термодинамика / Салем Р.Р. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 352 с. - ISBN 5-9221-0078-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100785.html>. - Режим доступа : по подписке.*
6. *Практические работы по физической химии. // Под ред. К.П.Мищенко, А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. – Изд-во: Профессия, Санкт-Петербург, 2002.*
7. *В.С.Музыкантов и др. Задачи по химической термодинамике. – М.: Химия, 2014.*
8. *Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков ; ред. А.Ю. Зуев. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. – 124 с. – Режим*

доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716>. – ISBN 978-5-7996-0787-6. – Текст: электронный.

б) дополнительная литература:

9. *Н.М.Бажин, В.А.Иванченко, Б.Н.Пармон.* Термодинамика для химиков. – М.: Химия, 2004
10. *Белик В.В., Киенская К.И.* Физическая и коллоидная химия. -М.: Издательский центр «Академия», 2010.
11. *Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирлина.* Электрохимия. – М.: Химия, 2008.
12. *Чуркин А.С., Федулова М.А.* Физическая химия. Часть 1. Химическая термодинамика - Екатеринбург: Изд-во Рос.гос. проф.-пед. ун-та, 2003. -168 с.
13. *Голиков Г.А.* Руководство по физической химии. - М.: ВШ. - 1988. 383 с.
14. Курс физической химии. // Под ред. *Я.И. Герасимова*, в 2-х томах. - М.: Химия. - 1984, Т. 1-624 с. - Т.2. - 656 с.
15. Винокуров А.И. Физическая химия / А.И.Винокуров, Р.И.Винокурова, О.В.Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. – 80 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>. – Библиогр.: с. 76. – ISBN 978-5-8158-1780-7. – Текст : электронный.
16. Краткий справочник физико-химических величин. //Под редакцией Равделя А.А., Пономаревой А.М. – Ленинград: "Химия", 1983 г.
17. Бокштейн Б.С. Физическая химия: термодинамика и кинетика / Бокштейн, Б.С. - М. :МИСиС, 2012. - 258 с. - ISBN 978-5-87623-619-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236197.html>. - Режим доступа : по подписке.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

- **Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ** (ЭБД РГБ)
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»**
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»**
Самостоятельная регистрация на сайте
- **ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом**
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям**
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **SpringerCustomerServiceCenterGmbH** (база данных, содержащие электронные издания издательства SpringerNature за период 2011 — 2017 гг. (полнотекстовая коллекция в количестве 46 332 книг)
- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>
- Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>
- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС "Консультант студента" (<http://www.studmedlid.ru>)

Личный кабинет на сайте СОГУ <http://portal.nosu.ru/>
 Сайт дистанционного обучения СОГУ <http://lms.nosu.ru/>

Рекомендуемые интернет-адреса по химии:

1. Weisberg M., Needham P., Hendry R. Philosophy of Chemistry (First published Mar 14, 2011) // The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edited by Edward N. Zalta. <http://plato.stanford.edu/entries/chemistry/>.
2. HYLE. International Journal for Philosophy of Chemistry. <http://www.hyle.org/journal/concept.htm>

Базы данных:

1. **Scopus** <https://www.scopus.com/>
2. **Web of Science** <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины:

пакет *MicrosoftOffice* (*MicrosoftOfficeWord*, *MicrosoftOfficePowerPoint*), *AdobeReader*, *WinDjView*, программное обеспечение для редактирования химических формул *IsisDraw* (см. список ниже).

Реестр программного обеспечения СОГУ 2022

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна производитель
1	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
2	Windows 10 ProforWorkstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
3	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
4	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
5	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
6	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
7	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
8	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
9	OfficeStandard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
10	OfficeStandard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
11	OfficeStandard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
12	Система тестирования SunravWEBClass	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)	Россия
13	Программное обеспечение 1С:Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно	Россия
14	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	

15	KasperskyEndpoint Security	До 22.01.2024	Россия
16	Программное обеспечение для редактирования химических формул IsisDraw	Свободное программное обеспечение(бессрочно)	США
17	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№4576-1 от 17.01.2022 (действителен до 31.12.2022г) с ЗАО «Анти-Плагат»	Россия
18	Программное обеспечение 1С:Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
19	Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры гос.учреждения8	№СД./ №126., 01.07.2020г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно	Россия
20	Программное обеспечение 1С:бюджет.	№СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия
21	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015г.(бессрочно)	СОГУ
22	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015г. (бессрочно)	СОГУ
23	Консультант+		Россия
24	Планы	№8867, от 14.01.2022г. (14.01.2022г. до 13.01.2023г.) ООО ЛММИС	Россия
25	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич Тех.под. 07.04.2022	Россия
26	«Галактика»	от 14.03.2022г (примерная дата)	Россия
27	BricsCAD	BricysNV, до 03.11.2021г	Бельгия
28	CiscoWebex - Система проведения вебинаров.	ООО Айстек договор № Д67-2021 от 03.08.2021 - 03.08.2022г	США
29	DIRECTUMRX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022(примерная дата)	Россия
30	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022г - 31.12.2022г	Россия
31	AutoCAD		США
32	MOODLE	Бесплатное российское	США(бесплатное российское)
33	VEEAM		Швейцария
34	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
35	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
36	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
37	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
38	ЭБС"Университетская библиотека ONLINE"	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
39	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	http://elibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия

40	Универсальная баз данных EastView	https://dlib.eastview.com	США
41	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
42	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям	www.biblio-online.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия

**Электронные ресурсы, обеспечивающие реализацию образовательных программ
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста
Левановича Хетагурова»**

№ №	Наименование электронного ресурса	Принадлежность	Адрес сайта	Сведения о право-обладателе	№ договора на право исполыз. ЭБС	Срок действия заключенного договора	Кол-во точек доступа/пользователей	Характеристика доступа
1	ЭБС "Университетская библиотека Online"	Сторонняя	http://www.biblioclub.ru	ООО «Некс-Медиа»	Договор № 135-06/14 от 12.09.2014 г.	12.09.2014 г.- 11.09.2015 г.	7000	По IP-адресу Безлимитный
					Договор № 167-08/15 от 12.09.2015 г.	12.09.2015 г.- 11.03.2016 г.	7000	
					Договор № 58-02/16 от 09.03.2016 г.	12.03.2016 г.- 11.09.2016 г.	7000	
					Договор № 202-08/16 от 24.08.2016 г.	12.09.2016 г.- 11.03.2017 г.	7000	
					Договор № 069-02/17 от 13.03.2017	12.03.2017 г.- 11.03.2018 г.	7000	
					Договор № 184-08/17 от 04.09.2017	12.09.2017- 11.02.03.2018.	7000	
					Договор № 056-02/18 от 25.05.2018	16.04.2018 г.- 16.10.2018 г.	7000	
					Договор № 163-10/18 от 30.10.2018	17.10.2018 г.- 31.12.2018	7000	
					Договор № 21-02/2019 от 14.02.2019	01.01.2019 г.- 30.06.2019 г.	7000	
					Договор № 75-06/19 от 08.07.2019	01.07.2019 г.- 31.12.2019 г.	7000	

10. Материально-техническое оснащение дисциплины:

Компьютерный класс, доступ к сети Интернет (во время самостоятельной работы), оргтехника, электронная база данных библиотеки СОГУ, лекционные аудитории; кабинет, оснащенный интерактивной доской, проектором, химическая лаборатория.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска. Оборудование: мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ Программное обеспечение Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 411
Лаборатория Общей, физической и коллоидной химии для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска. Оборудование: Мультимедийный проектор с экраном (Мультимедийный проектор OPTOMA projector DX32, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Компьютер д/комп. класса Pentium 4-506 Foxconn 915 GL7MH-S 512 Mb ОЗУ+/клавиат – 1шт. с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Вытяжной шкаф- 1 шт. Ионизатор И-510 стандартный – 2 шт. Колориметр КФК-2МП – 1 шт. Калориметр КЛ-5 – 1шт. Рефрактометр ИРФ 454Б-2М с подсветкой – 1 шт. Поляриметр круговой СМЗ – 1 шт. Кондуктометр МАРК-603/1 – 1 шт. Весы лабораторные CAS MW120 – 1 шт. Весы лабораторные прецизионные ET-300П – 1 шт. Анализатор «Эксперт-001» – 1 шт. Термостат HUBER – 1 шт. pH-метр «Анион-4100» - 1 шт. pH-метр-милливольтметр pH-150 МИ- 1 шт. Весы AND HL- 1 шт. Весы WT-250- 1 шт. Магнитная мешалка ПЭ-6110- 1шт. Баня водяная- 1 шт. Микроскоп «Мир 2»- 1 шт. pH-метр pH-340 – 1 шт. Центрифуга ОПН -3- 1 шт.	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 615
Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска. Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-

<p>программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ; источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>46, учебный корпус № 7, ауд. № 614</p>
<p>Библиотека, в том числе читальный зал: столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex;</p> <p>ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" https://biblioclub.ru</p> <p>ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru</p> <p>ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6</p>

Разработчик:

Чигорина Т.М., кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова (ФГБОУ ВО «СОГУ»).

Программа одобрена на заседании кафедры органической химии от «8» апреля 2022 г., протокол № 8.