

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО
Президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

Физическая и коллоидная химия

(наименование дисциплины)

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

05.03.06 «Экология и природопользование»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Экология

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2021

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», является обязательной для освоения студентами очного отделения на втором году обучения в 4 семестре.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Общая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика». Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией, законами и концепцией химии, современными представлениями о строении вещества, свойствах химических элементов и их соединений, применение химических концепций, закономерностей и расчетов.

Целью освоения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» является теоретическая и практическая подготовка студентов по фундаментальным основам физической, коллоидной химии и химии высокомолекулярных соединений, формирование естественнонаучного базиса их мировоззрения для использования этих знаний в процессе дальнейшего обучения и практике профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-2:</i> владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (Базовый этап)	<i>З1 (ОПК-2)</i> <i>знать</i> основы современных теорий в области физической и коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач <i>У1 (ОПК-2)</i> <i>уметь</i> рассчитывать термодинамические параметры и важнейшие характеристики процессов, химических реакций, состояний химического и фазового равновесия для гомогенных и гетерогенных систем; применять знание основных физико-химических и коллоидных свойств растворов к биологическим системам и происходящим в них процессам; обсуждать результаты физико-химических исследований, ориентироваться в современной литературе по физической и коллоидной химии <i>В1 (ОПК-2)</i> <i>владеть</i> методами экспериментального исследования, навыками работы с оборудованием лаборатории физической и коллоидной химии; владеть способностью и готовностью использовать основные законы физической и коллоидной химии дисциплин в профессиональной деятельности, способностью применять их при обсуждении полученных результатов

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 49 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа, 24 часа занятий практического типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 23 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа учащегося
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1 Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики	7	4			4	3
Тема 2 Второе начало термодинамики. Химическое равновесие	8	4			4	4
Тема 3 Термодинамика растворов	7	3			3	4
Коллоквиум по темам 1-3	2		2		2	
Тема 4 Растворы электролитов	6	3			3	3
Тема 5 Химическая кинетика, катализ	12	3	6		9	3
Тема 6 Основы коллоидной химии	14	3	8		11	3
Тема 7 Высокомолекулярные соединения	13	4	6		10	3
Коллоквиум по темам 4-7	2		2		2	
В т.ч. текущий контроль	1					
Промежуточная аттестация – зачет						

Содержание дисциплины

Тема 1. Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики.

Основные понятия и определения. Первое начало термодинамики. Процессы равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Термохимические уравнения. Реакции образования. Энтальпия образования. Стандартные условия. Расчет энтальпий химических реакций с помощью таблиц. Теплосмкость. Зависимость энтальпии реакции от температуры.

Тема 2. Второе начало термодинамики. Химическое равновесие.

Второе начало термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия смешения газов. Расчет изменения энтропии в химических реакциях и при фазовых переходах. Правило Труттона. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл. Понятие химического потенциала. Учение о химическом равновесии. Признаки химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия K_p , K_c . Связь между константой равновесия и функцией Гиббса. Принцип Ле-Шателье–Брауна. Применение второго начала термодинамики к биологическим процессам.

Тема 3. Термодинамика растворов.

Определение понятия "раствор". Виды растворов. Причины образования. Роль сольватации. Влияние на взаимную растворимость химической природы веществ, агрегатного состояния, температуры, давления, присутствия других веществ. Способы выражения состава раствора. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Уравнение

Сеченова. Закон распределения Нернста. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Понижение давления паров (Закон Рауля). Эбулиоскопия и криоскопия. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы. Роль осмоса в биологических системах.

Тема 4. Растворы электролитов.

Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Сольватация ионов. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Особенности коллигативных свойств растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель. Отклонение сильных электролитов от закона разведения. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности. Ионная сила раствора. Произведение растворимости.

Тема 5. Химическая кинетика.

Задачи химической кинетики. Скорость химической реакции, методы ее определения. Основной закон химической кинетики, константа скорости. Кинетический порядок и молекулярность реакций. Кинетические уравнения односторонних реакций нулевого, первого и второго порядков. Период полураспада. Влияние температуры на скорость химической реакции. Эмпирическое правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов. Промоторы и каталитические яды. Представление о механизме действия катализаторов. Ферментативный катализ.

Тема 6. Основы коллоидной химии.

Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой. Получение коллоидно-дисперсных систем, их оптические свойства: опалесценция, эффект Фарадея–Тиндаля, окраска. Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация). Поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Биологические ПАВ (белки, липиды). Значение ПАВ. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных золей. Использование коагуляции для очистки воды.

Тема 7. Высокомолекулярные соединения.

Особенности полимерного состояния вещества. Способы получения ВМС. Важнейшие представители полимеров. Молекулярная масса полимеров. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС. Особенности использования коллигативных свойств растворов для определения молекулярной массы полимера. Осмотическое давление растворов ВМС. Осмометрия как метод определения молекулярной массы полимеров. Мембранное равновесие Доннана. Амфотерные полиэлектролиты. Изoeлектрическая точка. Высаливание белков.

Практикум

№	Номер раздела дисциплины	Наименование практического занятия
1	5	Изучение скорости химической реакции
2	6	Получение коллоидных растворов и определение размеров их частиц
3	6	Электрофорез
4	7	Изoeлектрическая точка полиамфолита

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и практических занятий, на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: *информационные лекции* (последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами), *практические занятия* (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму).
2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: *лекции-визуализации* (изложение содержания сопровождается презентацией – демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу на практических занятиях (вопросы см. разд. 6.4);
- подготовка к допускам на практические занятия (вопросы см. разд. 6.4);
- оформление отчетов по практическим занятиям;
- подготовка к тестам (примеры тестов см. разд. 6.4);
- подготовка к контрольным и коллоквиумам (вопросы см. разд. 6.4);
- подготовка к зачету (вопросы см. разд. 6.4).

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Пример оформления отчета по практическому занятию

Титульный лист:

Отчет по практическому занятию
« _____ »
(название занятия)
по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»
Студента _____ курса _____ группы ИББМ
Фамилия Имя Отчество

Содержание отчета:

Цель работы: _____

Теоретическая часть
(Содержит основные положения, законы, теоретические сведения и т.д. по теме работы)

Экспериментальная часть
(Детально описывается, с помощью каких приборов, установок, и каким образом выполнялась работа, приводятся и обсуждаются результаты работы, приводятся необходимые расчеты, графики, рисунки, схемы установок, таблицы и т.д.)

Выводы: _____

Литература:

1. _____
2. _____
3. _____

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Физическая и коллоидная химия»

ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«не зачет»		«зачет»				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
31 (ОПК-2) знать основы современных теорий в области физической и коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями и	Знание основного материала с незначительными погрешностями и	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
У1 (ОПК-2) уметь рассчитывать термодинамические параметры и важнейшие характеристик и процессов, химических реакций, состояний химического и фазового	Отсутствии минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания,	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами,	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

равновесия для гомогенных и гетерогенных систем; применять знание основных физико-химических и коллоидных свойств растворов к биологическим системам и происходящим в них процессам; обсуждать результаты физико-химических исследований, ориентироваться в современной литературе по физической и коллоидной химии	обучающе гося от ответа		полном объеме	в полном объеме, но некоторые с недочетами	некоторые с недочетами	выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
В1 (ОПК-2) владеть методами экспериментального исследования, навыками работы с оборудованием лаборатории физической и коллоидной химии; владеть способностью и готовностью использовать основные законы физической и коллоидной химии дисциплин в профессиональной деятельности, способностью применять их при обсуждении полученных результатов	Отсутстви е владения материало м. Невозмож ность оценить наличие навыков вследстви е отказа обучающе гося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимал ный набор навыков для решения стандартны х задач с некоторыми недочетами	Продемонст рированы базовые навыки при решении стандартны х задач с некоторыми недочетами	Продемонст рированы базовые навыки при решении стандартны х задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемон стрирован творчески й подход к решению нестандар тных задач

Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%
--	-------	--------	--------	--------	--------	--------	------

6.2 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ. К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие все практические работы на момент сдачи зачета.

Критерии оценивания ответа на зачете

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, хорошее знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета. Студент активно работал на практических занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы*.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент посещал практические занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.

*информация предоставляется преподавателем, ведущим практические занятия.

Оформление результатов практических занятий проводится в виде отчета.

Критерии оценивания тестов

Тестовые задания оцениваются по пятибалльной системе в зависимости от доли правильных ответов или правильно выполненных контрольных заданий:

- «отлично»: 80–100% правильных ответов;
- «хорошо»: 65–80% правильных ответов;
- «удовлетворительно»: 50–65% правильных ответов;
- «неудовлетворительно» – 25–50% правильных ответов;
- «плохо» – менее 25% правильных ответов.

Критерии оценивания ответа на собеседовании

Собеседование проводится для оценки знаний студентами теоретического материала, способности логически верно и аргументировано излагать материал, умения анализировать факты и проблемные аспекты по теме. Применяется альтернативная шкала:

• «зачтено»: студент демонстрирует знание материала по разделу, основанное на знакомстве с обязательной литературой и современными публикациями, дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы; допускаются незначительные неточности в ответах;

• «не зачтено»: имеются существенные пробелы в знании основного материала по разделу, допущены принципиальные ошибки при изложении материала.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- **письменные ответы** на вопросы коллоквиумов;
- **устные ответы на вопросы при фронтальном опросе** на практических занятиях;
- **индивидуальный устный ответ** (допуск к практическому занятию);
- **тестирование**.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- **практические контрольные задания (ПКЗ)**, включающие выполнение одной или нескольких задач;
- **оформление отчетов** по темам практических занятий.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для зачета

1. Термодинамика. Термодинамические системы. Классификация систем.
2. Параметры термодинамической системы. Термодинамические процессы.
3. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Математическое выражение первого закона термодинамики.
4. Первый закон термодинамики для изохорного и изобарного процесса. Понятие об энтальпии.
5. Тепловой эффект химической реакции, теплота образования химического вещества. Теплота сгорания химического вещества.
6. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.
7. Энтропия. Направление химических реакций. Второе начало термодинамики.
8. Термодинамические потенциалы, определяющие самопроизвольное протекание реакций. Энергия Гесса.
9. Компонент, фаза, число термодинамических степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса.
10. Однокомпонентные системы. Системы гомогенные и гетерогенные. Диаграмма состояния воды.
11. Теплота растворения: молярная. Удельная. Механизм растворения твердых веществ.
12. Выделение теплоты при растворении некоторых твердых веществ. Сольватная теория Д.И. Менделеева.
13. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Факторы, определяющие растворимость газов в жидкостях.
14. Растворимость жидкостей в жидкостях. Закон распределения. Экстракция.
15. Коллигативные свойства растворов. Диффузия. Осмос. Осмотическое давление растворов.
16. Если целый маринованный помидор поместить в дистиллированную воду, то он через некоторое время лопается. Почему? Плазмолиз. Тургор. Биологическое значение осмоса.
17. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Идеальные растворы. Отклонения от закона Рауля.
18. Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Перегонка. Фракционная перегонка. Ректификация.
19. Понижение температуры замерзания растворов. Криоскопическая константа. Криоскопия. Антифриза.
20. Повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопическая константа. Эбулиоскопия.
21. Растворы электролитов. Изотонический коэффициент.

22. Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения. Кинетические кривые.
23. Влияние концентрации на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Физический смысл константы. Скорость реакции.
24. Порядок и молекулярность реакции. Реакции I, II порядков.
25. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа.
26. Уравнение Аррениуса. Физический смысл энергии активации. Энергетическая диаграмма химической реакции.
27. Катализаторы. Катализ. Виды катализа. Энергетическая диаграмма химической реакции. Механизм гомогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации E_a реакции.
28. Гетерогенный катализ, его стадии. Применение катализа, его стадии. Применение катализа. Ингибиторы. Антиоксиданты.
29. Особенности ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
30. Применение ферментативного катализа в пищевой промышленности (по отраслям).
31. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Смещение равновесия. Принцип Ле-Шателье.
32. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по разным признакам.
33. Поверхностная энергия. Явление сорбции. Адсорбция и абсорбция.
34. Адсорбтив. Адсорбент. Назовите вещества, наиболее часто употребляемые в качестве адсорбента. Удельная поверхность адсорбента. Единицы ее измерения.
35. Адсорбция газов твердыми адсорбентами. Зависимость адсорбции газов от разных факторов. Изотермы адсорбции Гиббса.
36. Принципиальное отличие химической адсорбции от физической.
37. Основные положения мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции. Определение константы уравнения Ленгмюра.
38. Поверхностная активность молекул ПАВ. Механизм действия ПАВ. Правило Дюкло-Траубе.
39. Молекулярная адсорбция из растворов. Уравнение Френдлиха. Определение констант уравнения Френдлиха.
40. Правило уравнения поверхностей Ребиндера. Какие адсорбенты (полярные или неполярные) следует выбирать для очистки питьевой воды от фенола?
41. Влияние размеров пор адсорбента на его адсорбционную способность. Обращение правила Дюкло-Траубе при адсорбции на неполярных адсорбентах органических веществ из водных растворов. Какие адсорбенты (полярные или неполярные) следует выбирать для получения абсолютного спирта, т.е. для извлечения из спирта следов воды.
42. Примеры адсорбционных процессов в технологии пищевых производств. Хроматография, ее применение в теххимическом контроле пищевых производств.
43. Адсорбция ионов на поверхности кристаллических веществ. Правило Фаянса-Панета.
44. Смачивание. Угол смачивания. Флотация. Эффект Ребиндера.
45. Методы получения коллоидных систем: диспергирование, конденсация.
46. Очистка коллоидных систем. Диализ. Ультрафильтрация. Применение этих процессов в пищевой промышленности.
47. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля. Опалесценция.
48. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Диффузия и осмос в золях. Седиментация.
49. Строение мицеллы золя на примере. Адсорбционный и диффузионный слои ионов. Потенциалопределяющие ионы и противоионы. Падение потенциала в Д.Э.С. мицеллы.
50. Строение двойного электрического слоя. Причины возникновения Д.Э.С. Поверхностный и электрокинетический потенциалы; изменение потенциала с изменением расстояния от поверхности.

51. Что называют электрокинетическим потенциалом? Как определить дзетапотенциал частиц золя экспериментально? Факторы, влияющие на электрокинетический потенциал.
52. Электрокинетические явления. Электрофорез. Электроосмос. Причины электрокинетических явлений; их применение.
53. Виды устойчивости коллоидных систем: агрегативная, седиментационная (кинетическая). Факторы, обеспечивающие кинетическую устойчивость зольей. Лиотропные ряды.
54. Коагуляция зольей. Факторы, вызывающие коагуляцию. Порог коагуляции. Коагулирующая способность ионов.
55. Концентрационная нейтрализованная коагуляция; изменение поверхностного и электрокинетического потенциала. Изоэлектрическое состояние золя.
56. Свободно- и связнодисперсные системы. Механизм процесса гелеобразования. Тиксотропия и синерезис в пищевых продуктах. Пептизация.
57. Коллоидные ПАВ. Строение мицелл коллоидных ПАВ в водных растворах.
58. Моющее действие коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (К.К.М.). Солюбилизация.
59. Общая характеристика микрогетерогенных систем.
60. Суспензии. Агрегативная устойчивость суспензий. Стабилизатор суспензий. Пасты. Примеры суспензий в пищевой промышленности.
61. Эмульсии. Классификация эмульсий: а) по концентрации частиц дисперсионной фазы; б) по полярности дисперсионной фазы и дисперсионной среды.
62. Эмульгаторы. Эмульгаторы в пищевой специальности. Обращение фаз эмульсий.
63. Изобразите адсорбционно-сольватный слой, который образуют на поверхности капельки ПАВ: а) в случае прямой эмульсии; б) в случае обратной эмульсии. Пищевые продукты – эмульсии.
64. Пены. Пищевые продукты, имеющие структуру пены. Стабилизаторы пен. Пеногасители.
65. Аэрозоли. Классификация аэрозолей по разным признакам. Взрывоопасность. Методы разрушения аэрозолей. Применение аэрозолей.
66. Порошки. Текучесть порошков. Пищевые продукты, имеющие структуру порошков.
67. Набухание полимеров. Стадии набухания. Теплота и давления набухания. Растворы В.М.С. Сходство и различие растворов В.М.С. с коллоидными и истинными растворами, коацервация, студни.

Тестовые задания для оценки знаний компетенции «ОПК-2»

- В каком из следующих процессов реакция неосуществима при любых температурах:
 - $\Delta H > 0, \Delta S > 0$
 - $\Delta H > 0, \Delta S < 0$
 - $\Delta H < 0, \Delta S < 0$
 - $\Delta H < 0, \Delta S > 0$
- Функции состояния системы это
 - внутренняя энергия и энтропия
 - теплота и работа
 - энтропия и теплота
 - работа и энтальпия
- Термодинамическая функция, которая характеризует меру упорядоченности системы или меру беспорядка, называется:
 - энтропией
 - энтальпией

- 3) внутренней энергией
 - 4) функцией Гиббса
4. Энтальпия образования вещества характеризует:
- 1) энтальпию образования 1 г сложного вещества из простых веществ
 - 2) энтальпию образования 1 моль сложного вещества из простых веществ
 - 3) энтальпию сгорания 1 г вещества
 - 4) тепловой эффект образования 1 моль сложного вещества из простых веществ, взятый с противоположным знаком
5. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном объеме, называется:
- 1) изобарным
 - 2) изохорным
 - 3) адиабатическим
 - 4) изотермическим
6. Энтальпия системы определяется соотношением:
- 1) $U_2 - U_1 = \Delta U$
 - 2) $A = p \cdot \Delta V$
 - 3) $H = U + pV$
 - 4) $G = H - TS$
7. Выражение: «Тепловой эффект химической реакции не зависит от пути ее осуществления, а определяется только начальным и конечным состоянием системы» является формулировкой:
- 1) первого начала термодинамики
 - 2) второго начала термодинамики
 - 3) закона сохранения энергии
 - 4) закона Гесса
8. Для экзотермической реакции:
- 1) $\Delta H_{\text{(химической реакции)}} > 0$;
 - 2) $\Delta H_{\text{(химической реакции)}} < 0$;
 - 3) $\Delta H_{\text{(химической реакции)}} = \Delta U$;
 - 4) $\Delta H_{\text{(химической реакции)}} = 0$.
9. Как изменится температура газа под поршнем, если его адиабатически обратимо сжимать?
- 1) Уменьшится
 - 2) Не изменится
 - 3) Увеличится
10. В каком случае проведения процесса расширения идеального газа можно получить максимальную работу?
- 1) При необратимом течении процесса
 - 2) При изотермическом обратимом процессе
 - 3) При обратимом адиабатическом процессе
 - 4) При проведении расширения в вакуум

Вопросов на коллоквиумы для оценки сформированности знаний компетенции
ОПК-2:

1. Что такое энергия, внутренняя энергия, теплота, работа?

2. Какие процессы называют равновесными, неравновесными, обратимыми?
3. Что такое уравнение состояния?
4. Применение первого начала термодинамики к идеальным газам.
5. Сформулируйте закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
6. Реакции образования. Энтальпия образования.
7. Теплоемкость. Зависимость энтальпии реакции от температуры.
8. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение.
9. Формулировки второго начала термодинамики.
10. Энтропия смешения газов.
11. Правило Трутона.
12. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл.
13. Понятие химического потенциала.
14. Сформулируйте признаки химического равновесия.
15. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс.
16. Константа равновесия K_p , K_c . Связь между константой равновесия и функцией Гиббса.
17. Принцип Ле-Шателье–Брауна.
18. Применение второго начала термодинамики к биологическим процессам.
19. Определение понятия "раствор". Виды растворов. Причины образования. Роль сольватации. Влияние на взаимную растворимость химической природы веществ, агрегатного состояния, температуры, давления, присутствия других веществ.
20. Способы выражения состава раствора.
21. Растворимость газов в жидкости. Закон Генри.
22. Закон распределения Нернста.
23. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Понижение давления паров (Закон Рауля).
24. Эбулиоскопия и криоскопия.
25. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы. Роль осмоса в биологических системах.
26. Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Сольватация ионов. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты.
27. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда.
28. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель.
29. Отклонение сильных электролитов от закона разведения.
30. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности. Ионная сила раствора.
31. Произведение растворимости.
32. Скорость химической реакции, методы ее определения.
33. Основной закон химической кинетики, константа скорости.
34. Кинетический порядок и молекулярность реакций.
35. Кинетические уравнения односторонних реакций нулевого, первого и второго порядков. Период полураспада.
36. Влияние температуры на скорость химической реакции. Эмпирическое правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
37. Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов. Промоторы и каталитические яды.
38. Представление о механизме действия катализаторов.
39. Ферментативный катализ.

40. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой.
41. Получение коллоидно-дисперсных систем, их оптические свойства: опалесценция, эффект Фарадея–Тиндаля.
42. Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация).
43. Поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Биологические ПАВ (белки, липиды).
44. Значение ПАВ.
45. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания.
46. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах.
47. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных золей.
48. Использование коагуляции для очистки воды.
49. Особенности полимерного состояния вещества.
50. Способы получения полимеров.
51. Важнейшие представители полимеров.
52. Молекулярная масса полимеров.
53. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС.
54. Особенности использования коллигативных свойств растворов для определения молекулярной массы полимера.
55. Осмотическое давление растворов ВМС. Осмометрия как метод определения молекулярной массы полимеров.
56. Мембранное равновесие Доннана.
57. Амфотерные полиэлектролиты. Изoeлектрическая точка. Высаливание белков.

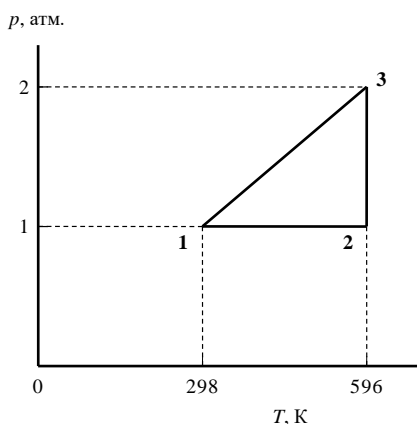
Вопросы для собеседования (устный опрос) на практических занятиях для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2:

1. Какой признак лежит в основе деления дисперсных систем на лиофобные и лиофильные? Чем объяснить термодинамическую устойчивость лиофильных систем?
2. Перечислите условия, необходимые для получения лиофобного коллоидного раствора. Можно ли получить золь BaCl_2 : в воде; в бензоле?
3. Какие вещества могут служить стабилизаторами дисперсных систем?
4. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, по размеру частиц. Приведите примеры.
5. Чем обусловлена термодинамическая неустойчивость лиофобных дисперсных систем?
6. Какими методами получают и очищают лиофобные дисперсные системы?
7. Латексы. Получение латексов. Строение мицеллы. Применение.
8. Как отличить коллоидный раствор от истинного раствора?
9. Закон Бугера-Ламберта-Бера и его применимость для определения размеров частиц золей.
10. Явление опалесценции коллоидных растворов. Уравнение Рэлея. Что такое "белые" золи. Какова связь между оптической плотностью и мутностью "белых" золей?
11. В чем заключается суть методов нефелометрии и турбидиметрии?
12. Что такое латекс? Каким образом он получается? Напишите строение мицеллы латекса.
13. Каковы возможные причины образования ДЭС на межфазной поверхности?
14. Дайте характеристику строения ДЭС. Как изменяется ζ -потенциал с расстоянием от поверхности? Чем определяется толщина адсорбционной и диффузной частей ДЭС?

15. Что такое ζ -потенциал? Какие факторы влияют на его величину? Какое значение имеет знание ζ -потенциала?
16. Оцените устойчивость трех латексов, для которых значения ζ -потенциалов равны: 10 мВ, 40 мВ, 100 мВ.
17. Практическое использование электрокинетических явлений.
18. Назовите виды устойчивости дисперсных систем в соответствии с классификацией Пескова.
19. Какой процесс называют коагуляцией? Каковы основные правила коагуляции?
20. Что называют быстрой и медленной коагуляцией? Какова взаимосвязь между скоростью коагуляции и видом потенциальной кривой взаимодействия частиц?
21. Действием каких факторов обеспечивается агрегативная устойчивость лиофобных дисперсных систем?
22. Как изменяется электрокинетический потенциал латекса при введении электролитов? Ответ поясните.
23. Что такое скорость химической реакции? Какова ее размерность?
24. Для реакции $A \rightarrow B$ изобразите кинетические кривые для реагентов А и В. По графику определите среднюю и мгновенную (истинную) скорости химической реакции. Укажите размерности скорости химической реакции.
25. Приведите кинетическое уравнение закона действующих масс реакции $2A + B \rightarrow C$. Какие величины входят в это уравнение? Изобразите зависимость скорости реакции от времени.
26. Что такое молекулярность и порядок химической реакции? Какие значения они могут принимать? В чем отличие порядка реакции от молекулярности? Какую информацию о химической реакции мы приобретаем, определяя порядок реакции?
27. Как зависит скорость и константы скорости химической реакции от температуры? Уравнение Аррениуса и его анализ.
28. Изобразите зависимость скорости от температуры и $\ln k$ от $1/T$. Как рассчитывается энергии активации?
29. Что называется катализом? Напишите общую схему катализа. Какие особенности свойственны катализаторам?
30. Виды катализа. Особенности и примеры. Ферментативный катализ.
31. Физические и химические свойства пероксида водорода. Чем обусловлены особенности свойств пероксида водорода?
32. Запишите схему гомогенного катализа разложения пероксида водорода в присутствии катализатора бихромата калия. Опишите данную реакцию с точки зрения химической кинетики.
33. Что такое высокомолекулярное соединение и полимер?
34. Какие методы получения полимеров Вы знаете?
35. Что такое полиэлектролит и полиамфолит?
36. Приведите классификацию полиэлектролитов.
37. Перечислите основные особенности растворов полиэлектролитов. Отличие их свойств от свойств растворов низкомолекулярных электролитов и растворов неионогенных полимеров.
38. В каких случаях наблюдается полиэлектролитный и электровязкостный эффекты в растворах полиэлектролитов?
39. Как влияет рН раствора на поведение макромолекул полиэлектролитов в растворе? Что такое изоэлектрическая точка полиэлектролита?
40. Что такое изоионная точка полиэлектролита?
Чем определяются поверхностно-активные свойства полиэлектролитов? Что такое критическая концентрация?

Примеры вопросов на коллоквиумах для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-2:

1. Один моль одноатомного идеального одноатомного газа проведен через обратимый цикл, показанный на рисунке. Заполните пустые места в таблице, приведенной ниже.



Стадия	Характер процесса	q , кал	W , кал	ΔU , кал	ΔH , кал
1 → 2					
2 → 3					
3 → 1					
Цикл					

2. Определите изменение внутренней энергии, теплоту и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0.5 до 4 м³ (начальные условия – температура 27°C, давление 1.5 атм).
3. Рассчитайте изменение энтропии, если 50 г горячей воды (80°C) смешать со 100 г холодной воды (5°C) в изолированном сосуде. Принять $C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = 18$ кал/(моль·К).
4. Что такое энтальпия сгорания простого или сложного вещества? Записать и вывести закон Гесса для указанной реакции применительно к реакциям сгорания.

5. 2 л аргона под давлением $1.96 \cdot 10^5$ Па нагревают до тех пор, пока объем не увеличится до 12 л. Какое изменение энтропии в этом процессе, если начальная температура 300 К? Вычислите теплоту, работу и изменение внутренней энергии. $C_p = 20.8$ Дж/(моль·К).
6. Укажите, какие химические реакции возможны и при какой температуре (298 или 473 К) их проводить термодинамически выгоднее:

	ΔG^0 (298)	ΔG^0 (473)
а) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	–467 кДж	–405 кДж
б) $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuO} + 2\text{HCl}$	82 кДж	61 кДж

7. Рассчитайте изменение энтальпии при превращении 2 г воды в пар при изменении температуры от 0 до 150°C и постоянном давлении 1 атм., если энтальпия парообразования при 100°C равна $\Delta_v H = 9710$ кал/моль.

$$C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = 17.996 \text{ кал/}(\text{моль} \cdot \text{К}),$$

$$C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{г}) = 7.20 + 2.70 \cdot 10^{-3} \cdot T \text{ кал/}(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

8. В каком из следующих процессов реакция неосуществима при любых температурах: а) $\Delta H > 0, \Delta S > 0$; б) $\Delta H > 0, \Delta S < 0$; в) $\Delta H < 0, \Delta S < 0$. Ответ обосновать.
9. 16 г кислорода находятся при нормальных условиях. Определите энергию в форме теплоты, изменение внутренней энергии, изменение энтальпии и работу при изобарном расширении до трехкратного объема. $C_p = 37.45$ Дж/(моль·К).

- а) по изменению концентрации H_2O_2 ;
 б) по изменению концентрации кислорода?
8. Поясните физический смысл энергии активации, используя энергетическую диаграмму химической реакции.
9. Энергетическая диаграмма химической реакции $\text{A} \rightarrow \text{B}$ имеет вид:



На графике отметьте величины энергии активации и изменения энтальпии реакции.
 Как изменится кривая, если реакцию проводить в присутствии катализатора?

10. В каких из приведенных процессов пероксид водорода проявляет себя как восстановитель? Как окислитель?
- а) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{H}_2\text{O}_2 - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}_2$
 в) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$
 г) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
11. Золь AgI получен при добавлении 8 мл водного раствора KI концентрации 0.05 моль/л к 10 мл водного раствора AgNO_3 концентрации 0.02 моль/л. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя. Как заряжена частица золя?
12. Золь BaSO_4 получен при добавлении 10 мл 0.05 М водного раствора Na_2SO_4 к 10 мл 0.1 М водного раствора BaCl_2 . Напишите формулу образовавшегося золя и определите заряд частицы.
13. Напишите формулы золей: $\text{Al}(\text{OH})_3$ стабилизированного AlCl_3 и SiO_2 , стабилизированного H_2SiO_3 .
14. Как отличить коллоидный раствор от истинного раствора?
15. Напишите формулу золя As_2S_3 , полученного по реакции
 $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ при небольшом избытке H_2S .
 Ответ поясните.

Примеры практических заданий для оценки владений компетенций ОПК-2:

1. Приготовить коллоидные растворы сульфата бария. Определить размер частиц полученного золя турбидиметрическим методом.
2. Получить и очистить золь гидроксида железа и провести его очистку.
3. Определить электрокинетический потенциал синтетического латекса по скорости электрофореза методом подвижной границы.
4. Приготовить 1% раствор желатины в воде с различными значениями pH среды. С помощью pH-метра определить точные значения pH каждого раствора.
5. Определить с помощью спектрофотометра процент светопропускания растворов, определить значение изоэлектрической точки полиамфолита (желатины).
6. Приготовить 50 мл 0.3 М раствора пероксида водорода. Приготовить по 5 мл растворов бихромата калия с концентрациями 0.08 и 0.06 моль/л из раствора с концентрацией 0.1 моль/л.

7. Изучить скорость разложения пероксида водорода в присутствии катализатора бихромата калия по увеличению объема выделяющегося кислорода. Вычислить константу скорости реакции разложения пероксида водорода при различных концентрациях катализатора.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физическая и коллоидная химия»

Теоретическая подготовка к практическим занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

а) основная литература

1. Слесарев В.И. Химия: основы химии живого: учеб. для студентов вузов, обучающихся по естественнонауч. направлениям и специальностям. – СПб.: Химиздат, 2015. – 784 с. (97 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия. – М.: Юрайт, 2020. – 473 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/72CA68BF-9F1C-405D-9725-2CE497E5EEF8>
3. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2. – М.: Юрайт, 2020. – 379 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/EBE718FD-189B-494E-A633-DCA7F607FCC9>.

б) дополнительная литература:

1. Росин И.В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия. – М.: Юрайт, 2020. – 426 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/20528962-9889-4766-A00D-AAFC77F6C8AF>.
2. Росин И.В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 3. Химия p-элементов. – М.: Юрайт, 2020. – 436 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/6828ED4A-9939-432C-9B4D-E160E9348D3A>.
3. Росин И.В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f- элементов. – М.: Юрайт, 2020. – 492 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/9A9646C6-801A-4B29-A6A9-242FB884445C>.
4. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1. – М.: Юрайт, 2016. – 215 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7>.
5. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 360 с. – Доступно на ЭБС "Юрайт". <https://biblio-online.ru/book/D1023147-B5F3-4C9F-85FA-1E57F4C31AB7>.

в) интернет-ресурсы

1. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html> – Учебные материалы по коллоидной химии Химического факультета МГУ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью. Для проведения занятий лекционного и практического типа имеются демонстрационное оборудование (доска,

переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук)), мойка, вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; дистиллятор; технические и аналитические весы; фотоэлектроколориметр; вольтметр, амперметр, прибор для определения электрокинетического потенциала; ртутные термометры; набор химических реактивов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению **05.03.06 «Экология и природопользование»**.

Авторы:

Доцент кафедры высокомолекулярных соединений
и коллоидной химии химического факультета, к.х.н.

_____ Мочалова А.Е.

Доцент кафедры высокомолекулярных соединений
и коллоидной химии химического факультета, к.х.н.

_____ Копылова Н.А.

Рецензент:

Заведующий кафедрой физической химии
химического факультета, д.х.н.

_____ Маркин А.В.

Заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

_____ Зайцев С.Д.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 30 августа 2020 года, протокол № 14.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института биологии и биомедицины от 6 декабря 2021, протокол № 3.