

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт материнства и детства

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Ильенко Лидия Ивановна

**Доктор медицинских наук,
Профессор**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.32 Общая и биоорганическая химия
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
31.05.02 Педиатрия
направленность (профиль)
Педиатрия
Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.32 Общая и биоорганическая химия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 31.05.02 Педиатрия. Направленность (профиль) образовательной программы: Педиатрия.

Форма обучения: очная

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Анисимова Надежда Александровна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Деревнина Карина Владимировна		Старший преподаватель кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Негребецкий Вадим Викторович	д-р хим. наук, доцент, профессор РАН	Заведующий кафедрой химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
4	Бутба Людмила Петровна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
5	Белавин Иван Юрьевич	канд. хим. наук, доцент	Профессор кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

6	Бесова Елена Александровна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
7	Шаповаленко Елена Павловна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
8	Янкович Инна Владимировна	канд. хим. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра химии ИФМХ»

(протокол от «__» _____ № _____)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Шестопалов Александр Вячеславович	д-р мед. наук, профессор	Заведующий кафедрой биохимии и молекулярной биологии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Попков Сергей Владимирович	канд. хим. наук, доцент	Заведующий кафедрой химии и технологии органического синтеза	ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом «
_____»
(протокол от «___» _____ 20___ № _____)

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 31.05.02 Педиатрия, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12» августа 2020 г. No 965 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель.

Целью освоения дисциплины "Общая и биоорганическая химия" является: • формирование системных знаний о физико-химической сущности и механизмах химических процессов, происходящих в организме человека (взрослого и ребенка), необходимых как для обучения последующим учебным дисциплинам, так и для непосредственного формирования врача; • изучение закономерностей химического поведения основных биологически важных классов неорганических и органических соединений, необходимых для рассмотрения процессов, протекающих в живом организме на молекулярном, надмолекулярном и клеточном уровнях.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины (модуля):

- Сформировать навыки работы в химической лаборатории (обучение методам приготовления растворов, определения рН растворов, качественному анализу биологически важных веществ и т.д.).
- Сформировать опыт использования знаний о закономерностях химических процессов в организме человека для применения его в фармакологии и медицине.
- Сформировать (получить) системные теоретические, научные и прикладные знания основ биоэнергетики, фармакокинетики, комплексообразования и образования конкрементов, физико-химических основ водно-электролитного баланса биологических жидкостей в организме, а также строения и реакционной способности неорганических и органических веществ, участвующих в процессах жизнедеятельности.
- Сформировать умения, связанные с применением основных законов химии для систем организма (решение задач, связанных с расчетом состава растворов и дозировки лекарственного препарата; с расчетом и анализом осмотического давления биологических жидкостей, растворов лекарственных препаратов, вводимых в кровяное русло; расчетом и анализом рН, позволяющим оценивать физиологические параметры живого организма и патологии, связанные с отклонением этих параметров от нормы, а также предсказывать возможность самопроизвольного протекания процессов в организме, основываясь на значениях стандартных биологических восстановительных потенциалов, термодинамических характеристик веществ и т.д.).

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая и биоорганическая химия» изучается в 1, 2 семестре (ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся должны освоить освоить в рамках среднего полного общего образования, следующие дисциплины: Химия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Клиническая фармакология; Патофизиология, клиническая патофизиология; Дерматовенерология; Анестезиология, реанимация и интенсивная терапия; Гигиена; Нормальная физиология; Биохимия; Фармакология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

1 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-3 Способен к противодействию применения допинга в спорте и борьбе с ним	
ОПК-3.ИД1 Владеет алгоритмом основных физикохимических, математических и иных естественнонаучных методов исследований.	Знать: строение хелатных комплексов, их роль в связывании и выведении токсичных веществ из организма; строение и функции гема (в гемоглобине и миоглобине); функции гемоглобина при переносе кислорода в крови; способы увеличения содержания гемоглобина в крови для увеличения содержания переносимого кислорода (при использовании допинга крови в спорте); механизм действия буферных систем организма, их роль в поддержании кислотно-основного состояния организма
	Уметь: рассчитывать дозировки разрешенных лекарственных препаратов, основываясь на содержании действующего вещества и исходя из массы тела ребенка; анализировать некоторые результаты на допинг пробы крови (содержание гемоглобина); рассчитывать и оценивать концентрацию различных веществ (в том числе и допинговых) в биологических жидкостях (кровь, моча), сравнивать их со значениями в норме и анализировать полученные результаты; рассчитывать период полувыведения лекарственного препарата (или другого вещества, в том числе и допингового препарата) и оценивать время выведения его из организма; пользоваться номенклатурой IUPAC и радикало-функциональной номенклатурой для составления названий по формулам лекарственных препаратов и возможных допинговых препаратов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методикой приготовления растворов нужного состава и концентрации; техникой определения плотности раствора (ареометром) и влияния разбавления на плотность этого раствора (понижение плотности сигнализирует о возможной фальсификации допинг-проб при разбавлении мочи); техникой экспериментального определения pH растворов биологических

	жидкостей при помощи индикаторов и приборов (можно выявить признаки манипуляций с допинг-пробами по изменению pH); методикой приготовления буферных растворов и экспериментальной оценки его вклада в поддержании постоянства pH системы; методиками идентификации, разделения и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики
ОПК-3.ИД2 Интерпретирует результаты физико-химических, математических и иных естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач	Знать: причинно-следственные связи между некоторыми химическими процессами и физиологическими проявлениями в организме; основы физико-химической сущности процессов, необходимые для системного анализа биологических процессов, происходящих в живом организме на молекулярном уровне; факторы, влияющие на осмос и осмотическое давление (концентрация вещества и температура) и интерпретировать возможные причины отклонения измеренных результатов от теоретически рассчитанных; правила применения лекарственных препаратов для инфузионной терапии (изотонические растворы) и интерпретировать это правило; основные типы химических равновесий в жидких средах организма (протолитические, гетерогенные, лигандообменные, окислительно-восстановительные) и интерпретировать влияния на них различных факторов (температура, разбавление, изменение pH среды, добавление различных веществ и др.); механизм действия буферных систем крови, их взаимосвязь и роль в поддержании кислотно-основного состояния организма и интерпретировать причины и последствия отклонения pH крови от нормы; основные законы химической термодинамики и интерпретировать эти законы в применении к биологическим системам; взаимосвязь между составом продуктов питания и его калорийностью; основные закономерности протекания биохимических реакций в организме и факторы, влияющие на скорость этих реакций Уметь: рассчитывать дозировки лекарственных препаратов, основываясь на содержании действующего вещества, исходя из возраста и массы тела ребенка, и интерпретировать эти расчеты; выполнять расчеты осмолярности и осмотического давления растворов и интерпретировать понятия изо-,гипо- и гипертонических растворов, явления плазмолиза и гемолиза эритроцитов и их причины; выполнять термохимические

	расчеты и прогнозировать направление протекания биохимических реакций, а также интерпретировать результаты невозможности их протекания в данных условиях; выполнять расчеты pH растворов и биологических систем и интерпретировать возможные причины отклонения реальных значений pH от теоретически рассчитанных; пользоваться номенклатурой IUPAC для составления названий, исходя из формул биомолекул и лекарственных препаратов; классифицировать органические соединения, основываясь на их структурных формулах, и прогнозировать их физические и химические свойства, а также сравнивать биологическую активность лекарственных препаратов на их основе Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методикой приготовления растворов нужного состава и концентрации, техникой определения плотности раствора, а также анализировать полученные результаты и причины их отклонение от требуемых значений; методикой экспериментального определения теплового эффекта химической реакции и анализом отклонения полученных результатов от теоретически рассчитанных; техникой экспериментального определения pH растворов биологических жидкостей при помощи индикаторов и приборов, и анализом причин возможных отклонений полученных результатов от теоретически рассчитанных; методикой приготовления буферных растворов и анализом причин возможных отклонений полученных результатов от теоретически рассчитанных; методиками идентификации, разделения и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики, и интерпретацией полученных результатов с помощью написания соответствующих уравнений реакций
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: причинно-следственные связи между некоторыми химическими процессами и физиологическими проявлениями в организме; основы физико-химической сущности процессов, необходимые для системного анализа биологических процессов, происходящих в живом организме на молекулярном уровне; свойства воды и коллигативные свойства растворов; причины

возникновения осмоса и его механизм; роль осмоса в биологических системах (клетки, ткани), факторы, влияющие на осмос и осмотическое давление (концентрация вещества и температура); правила применения лекарственных препаратов для инфузионной терапии (изотонические растворы) и прогнозировать проблемы, возникающие при несоблюдении этих правил (“осмотический конфликт”); основные типы химических равновесий в жидких средах организма (протолитические, гетерогенные, лигандообменные, окислительно-восстановительные) и влияние на них различных факторов (температура, разбавление, изменение рН среды, добавление различных веществ и др.), смещающих эти равновесия; значение рН крови и других биологических жидкостей; механизм действия буферных систем организма, их взаимосвязь и роль в поддержании кислотно-основного состояния организма; основные законы термодинамики применительно к процессам в организме; взаимосвязь между составом продуктов питания и его калорийностью; строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений; основные закономерности протекания биохимических реакций в организме и факторы, влияющие на скорость этих реакций

Уметь: рассчитывать содержание растворенного вещества в растворе и проводить необходимые расчеты для приготовления растворов нужной концентрации; рассчитывать дозировки лекарственных препаратов, основываясь на содержании действующего вещества и исходя из массы тела ребенка; прогнозировать последствия неверно рассчитанной дозировки; выполнять расчеты осмолярности и осмотического давления растворов и прогнозировать проблемы, возникающие при введении значительных объемов гипо- и гипертонических растворов в кровяное русло; выполнять термохимические расчеты и прогнозировать направление биохимических реакций, а также анализировать причины невозможности их осуществления в данных условиях в данном направлении; выполнять расчеты рН растворов и биологических систем, анализировать полученные результаты путем сравнения их с физиологически нормальными значениями рН, прогнозировать возможные процессы ацидоза и алкалоза, а также их причины; пользоваться номенклатурой IUPAC для составления названий,

	исходя из формул биомолекул и лекарственных препаратов; классифицировать органические соединения, основываясь на их структурных формулах, и прогнозировать их физические и химические свойства, а также прогнозировать их биологическую активность на основании формул стереоизомеров Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): техникой приготовления растворов заданной концентрации, используемых в медицинской практике (в том числе и физиологического раствора NaCl), а также обработкой и интерпретацией полученных результатов; методикой расчета необходимых доз лекарственных препаратов с учетом особенностей организма ребенка (возраст, вес); навыками идентификации и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики; навыками проведения органических реакций, моделирующих некоторые биохимические процессы в организме (дезаминирование аминов, гидролиз амидов, сложных эфиров и т.д.); техникой экспериментального определения pH растворов при помощи индикаторов и приборов, необходимой для оценки pH биологических жидкостей; методикой приготовления буферных растворов и анализом их вклада в поддержании постоянства pH жидких систем организма (при незначительном изменении pH растворов и разбавлении); навыками ведения лабораторного журнала: оформление протоколов химических опытов, расчеты, анализ ошибок, оформление выводов
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.ИД2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	Знать: естественнонаучную картину мира, физико-химическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном уровне; причины возникновения осмоса и его механизм; роль осмоса в биологических системах (клетки, ткани), факторы, влияющие на осмос и осмотическое давление (природа и концентрации веществ, температура); численные значения осмолярности и осмотического давления крови в норме; требования осмолярности, предъявляемые к лекарственным препаратам для инъекций; требование введения

изотонических растворов в кровяное русло при большой кровопотере; основные физиологические растворы, используемые в медицинской практике; основные законы термодинамики применительно к процессам в организме; взаимосвязь между составом продуктов питания и его калорийностью; основные закономерности протекания реакций в организме и влияние на скорость и возможность протекания этих реакций температуры, концентрации реагента, концентрации фермента, присутствие ингибитора и др.; основные гетерогенные равновесия в живых системах; реакцию образования основного компонента костной ткани (гидроксифосфата кальция) и его разрушения при повышении кислотности среды; причины образования конкрементов уратов, оксалатов, фосфатов, карбонатов при мочекаменной и желчекаменной болезнях; основные буферные системы организма, механизм действия и их роль в поддержании кислотно-основного состояния организма; причины некоторые патологий, возникающих при отклонении значений pH в различных биологических жидкостях от значений нормы; электролитный баланс организма человека; строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений

Уметь: проводить расчеты для приготовления растворов нужного состава и концентрации, используемых в медицинской практике; определять концентрацию лекарственных веществ в растворах и оценивать правильность дозировки; рассчитывать дозировки лекарственных препаратов, основываясь на содержании действующего вещества, исходя из возраста и массы тела ребенка и предотвращать передозировки; выполнять расчеты осмолярности и осмотического давления растворов и анализировать ситуации, возникающие при введении значительных объемов гипо- и гипертонических растворов в кровяное русло; выполнять расчеты pH растворов и биологических систем; выполнять расчеты pH буферных систем организма и писать уравнения реакций, отражающие механизм буферного действия и участвующие в поддержании постоянства pH биологических жидкостей; рассчитывать некоторые характеристики лекарственных препаратов - срок хранения и период полувыведения лекарственного препарата; прогнозировать направление и результат физико-химических

	процессов и химических превращений биологически важных веществ Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками оценки рисков, связанных с использованием химических реактивов и оборудования; навыками оказания первой помощи при отравлениях химическими веществами; техникой приготовления растворов заданной концентрации, используемых в медицинской практике - изотонических растворов NaCl (используемых для введения в кровяное русло при большой кровопотере) и гипертонических растворов NaCl (используемых для очистки гнойных ран и воспаленных тканей); техникой экспериментального определения pH растворов биологических жидкостей при помощи индикаторов и приборов и анализом полученных данных; методикой приготовления буферных растворов и экспериментальной оценки его вклада в поддержании постоянства pH биологических систем; методиками идентификации, разделения и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики
--	---

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-3 Способен к противодействию применения допинга в спорте и борьбе с ним	
ОПК-3.ИД1 Владеет алгоритмом основных физикохимических, математических и иных естественнонаучных методов исследований.	Знать: строение и функции некоторых гетероциклических соединений, их медикаментозное применение; строение гема (в гемоглобине и миоглобине); функции гемоглобина при переносе кислорода в крови; содержание гемоглобина в крови в норме и увеличенное содержания гемоглобина в крови (при использовании допинга крови в спорте для увеличения количества переносимого кислорода); значения pH крови и биологических жидкостей в норме и выявлять признаки манипуляций с допинг-пробами (изменение pH); содержание глюкозы в крови в норме и при патологиях
	Уметь: определять наличие основных классов органических соединений в биологических образцах; проводить качественные

	реакции на белки, углеводы, липиды, аминокислоты; прогнозировать влияние изменений pH и температуры на стабильность биомолекул и биосистем; прогнозировать изменение вязкости растворов белков в зависимости от pH среды; интерпретировать данных о концентрации глюкозы в крови и моче для выявления признаков использования инсулина или других препаратов, влияющих на углеводный обмен (в контексте противодействия допингу) Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): техникой определения плотности раствора (ареометром) и влиянием разбавления на эту плотность (плотность понижается) - используется для выявления фальсификации допинг-проб при разбавления мочи; техникой экспериментального определения pH растворов биологических жидкостей при помощи индикаторов и приборов (можно выявить признаки манипуляций с допинг-пробами по изменению pH); методикой приготовления буферных растворов и экспериментальной оценки его вклада в поддержании постоянства pH системы; методиками идентификации, разделения и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики
ОПК-3.ИД2 Интерпретирует результаты физико-химических, математических и иных естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач	Знать: особенности протекания некоторых окислительно-восстановительных реакций в организме, роль в них кислорода, и интерпретировать возможное разрушение клеточных мембран, используя реакцию пероксидного окисления липидов; строение органических соединений, являющихся метаболитами биохимических процессов и интерпретировать связь строения и реакционной способностью этих соединений; строение основных макроэргических веществ (АТФ, ГТФ, креатинфосфат и др.) и уметь интерпретировать связь строения с их функцией обеспечивать клетку энергией; буферные системы крови, механизм действия и их роль в поддержании кислотно-основного состояния организма; содержание глюкозы в крови в норме и при патологиях; строение и роль поверхностно-активных веществ (ПАВ) в биологических процессах и в лекарственных препаратах; основы детоксикационной терапии у детей (гемосорбция, лимфосорбция при острых отравлениях, поражениях печени и других заболеваниях), строение и типы эмульсий и их роль в переваривании жиров у детей; виды эмульсии и коллоидных ПАВ, используемых в физиологии и

	лекарственных препаратах; значение денатурации белков для физиологии и медицинской практики (лечение отравлений тяжелыми металлами, обработка пищевых белков, применение вяжущих, дубящих и дезинфицирующих средств) Уметь: писать уравнения биохимических процессов и интерпретировать полученные результаты; писать биохимические реакции, протекающие в организме в норме и интерпретировать образование других продуктов реакций при патологиях; диагностировать некоторые заболевания и патологии по содержанию глюкозы, гликированного гемоглобина, мочевой кислоты в крови, а также интерпретировать полученные результаты с помощью написания соответствующих уравнений реакций; рассчитывать дозу и рекомендовать некоторые типы сорбентов при лечении отравлений и интерпретировать полученные результаты; рассчитывать количество адсорбента, которым можно снизить концентрацию токсичного газа в воздухе и интерпретировать полученный результат Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методиками проведения пробирочных реакций качественного анализа биомолекул и их химических свойств (глюкозы, лактозы, сахарозы, аминокислот и др.) и интерпретировать полученные результаты с помощью написания соответствующих уравнений реакций; техникой экспериментального определения pH растворов при помощи индикаторов и приборов и интерпретировать полученные результаты с помощью расчетов и написания соответствующих реакций протолитических равновесий; техникой экспериментального определения поверхностного натяжения растворов ПАВ и интерпретировать полученные результаты, используя теорию поверхностных явлений; методиками получения некоторых коллоидных растворов и их анализа; методиками выделения и разделением белков в лабораторной практике
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее	Знать: причинно-следственные связи между некоторыми химическими процессами и физиологическими проявлениями в организме; причины возникновения окислительного стресса и

составляющие и связи
между ними

его последствиях для организма; строение органических соединений, являющихся структурными компонентами клетки и метаболитами биохимических процессов; связь строения с биологическими функциями и реакционной способностью этих соединений; строение основных макроэргических веществ, обеспечивающие клетку энергией (АТФ, ГТФ, креатинфосфат и др.); биохимические реакции, протекающие в организме в норме и при патологиях (для некоторых реакций); особенности протекания биохимических реакций в организме (рН, ферменты, температура); буферные системы крови, механизм действия и их роль в поддержании кислотно-основного состояния организма; содержание глюкозы в крови в норме и при патологиях; строение и роль поверхностно-активных веществ (ПАВ) в биологических процессах и в лекарственных препаратах; основы детоксикационной терапии у детей (гемосорбция, лимфосорбция при острых отравлениях, поражениях печени и других заболеваниях), строение и типы эмульсий и их роль в переваривании жиров у детей; виды эмульсии и коллоидных ПАВ, используемых в физиологии и лекарственных препаратах; значение денатурации белков для физиологии и медицинской практики (лечение отравлений тяжелыми металлами, обработка пищевых белков, применение вяжущих, дубящих и дезинфицирующих средств)

Уметь: изображать структурные формулы биомолекул; писать уравнения биохимических реакций и анализировать патологические процессы, происходящие при невозможности их протекания (фенилкетонурия у детей, цинга и др.); диагностировать некоторые заболевания, патологии и их причину по содержанию глюкозы, гликированного гемоглобина, мочевой кислоты в крови, по значениям рН крови (гипо- и гипергликемия, диабет; гиперурикемия, ацидоз, алкалоз); рассчитывать дозу и рекомендовать некоторые типы сорбентов при лечении отравлений

Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками идентификации, разделения и выделения органических веществ, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики; техникой экспериментального определения рН растворов при помощи индикаторов и приборов, методиками получения некоторых коллоидных растворов и их

	анализа; методиками выделения и разделением белков в лабораторной практике; методиками проведения пробирочных реакций качественного анализа биомолекул и их свойств (глюкозы, лактозы, сахарозы, аминокислот и др.)
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.ИД2 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	Знать: особенности протекания окислительно-восстановительных реакций органических соединений в биологических системах; роль кислорода, как основного окислителя в живом организм; причины образования активных форм кислорода (АФК) и защита организма от окислительного стресса с помощью антиоксидантов; строение органических соединений, являющихся структурными компонентами клетки, метаболитами биохимических процессов и биорегуляторами; строение нуклеиновых кислот и их функции, влияние различных факторов (АФК, УФ-излучений, нитритов и др.), приводящих к повреждениям в ДНК; буферные системы крови, их роль в поддержании кислотно-основного состояния; вредные факторы, влияющие на осмотическое и онкотическое давление крови (длительное голодание и др.); роль липидов в структуре клеточных мембран и реакции пероксидного окисления липидов, приводящие к разрушению клеток; уровни организации белковых молекул, связи, их стабилизирующие и воздействие на белки различных факторов, приводящие к потере белком биологической активности (денатурация); основы детоксикационной терапии (гемосорбция, лимфосорбция при острых отравлениях, поражениях печени и других заболеваниях) Уметь: изображать структурные формулы биомолекул; анализировать состав и свойства углеводов в продуктах детского питания и оценивать их влияние на здоровье; анализировать аминокислотный состав белковой пищи (на содержание незаменимых аминокислот) для детского питания и прогнозировать их влияние на здоровье и развитие ребенка; оценивать состав липидов в продуктах детского питания (содержание в них полиненасыщенные ЖК) и оценивать их влияние на здоровье; писать уравнения биохимических реакций и

анализировать патологические процессы, происходящие при невозможности их протекания (фенилкетонурия у детей, цинга и др.); диагностировать некоторые заболевания, патологии и их причину по содержанию глюкозы, гликированного гемоглобина, мочевой кислоты в крови, по значениям pH крови (гипо- и гипергликемия, диабет, гиперурикемия, ацидоз, алкалоз); рассчитывать дозу и рекомендовать некоторые типы сорбентов при лечении отравлений; использовать ПАВ при консервации крови, при лечении отравлений тяжелыми металлами и другими токсическими веществами; рассчитать количество адсорбента, которым можно снизить концентрацию токсичного газа в воздухе

Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):

навыками оценки рисков, связанных с использованием химических веществ и оборудования; навыками оказания первой помощи при отравлениях химическими веществами; навыками идентификации, разделения и выделения органических биомолекул, лежащими в основе лабораторной медицинской диагностики; техникой экспериментального определения pH растворов при помощи индикаторов и приборов, методиками получения некоторых коллоидных растворов, их анализа и разрушения под действием электролитов; методиками выделения, разделения и разрушения (денатурация, гидролиз) белков в лабораторной практике; методиками проведения пробирочных реакций качественного анализа биомолекул и их свойств (глюкозы, лактозы, сахарозы, аминокислот и др.)

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам	
			1	2
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		93	55	38
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	10	6
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		62	36	26
Коллоквиум (К)		15	9	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		64	38	26
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	38	26
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		11	3	8
Зачет (З)*		3	3	0
Экзамен (Э)**		8	0	8
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	192	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	6.00	3.00	3.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) организуется в соответствии с расписанием занятий.

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

1 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Основы физической химии в применении к физиологическим процессам			
1	УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. Растворы в медицине: концентрация и дозировка лекарственных веществ. Осмос и его роль в физиологии и медицине	Растворы, основные понятия. Вода как растворитель. Способы выражения содержания растворенного вещества в растворе. Растворы в медицинской практике. Расчет дозировки лекарственного препарата, исходя из массы тела ребенка или взрослого и из содержания действующего вещества в препарате. Коллигативные свойства растворов. Явление осмоса. Осмотическое давление (закон Вант-Гоффа). Расчет осмотического давления в растворах электролитов, неэлектролитов и биологических жидкостях.. Осмоляльность и осмолярность биологических жидкостей и перфузионных растворов. Основные требования к лекарственным формам для инфузий: их изотоничность плазме крови и проверка на осмоляльность. Изотонические растворы, используемые в медицинской и фармацевтической практике для детей и взрослых. Роль осмоса в биологических системах. Гипер-, гипо- и изотонические растворы. Понятие об изоосмии (электролитном гомеостазе) и «осмотическом конflikте». Плазмолиз. Цитолиз. Осмос в физиологии и медицине
2	УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 2. Основы химической термодинамики и биоэнергетики. Основы	Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики. Основные понятия

химической кинетики и равновесия в применении к биологическим системам

термодинамики. Стандартные условия и биологические стандартные условия. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Стандартные энтальпии образования и сгорания вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса и его следствия. Термохимические расчеты и их применение для биологических систем. Расчет калорийности пищевых продуктов, лежащий в основе диетологии. Второй закон термодинамики. Энтропия. Энергия Гиббса. Стандартные и биологические стандартные значения энергии Гиббса. Расчет изменения энтропии и энергии Гиббса химической реакции. Роль энтальпийного и энтропийного факторов в прогнозировании направления самопроизвольно протекающих процессов. Энергия Гиббса как критерий принципиальной осуществимости биохимических процессов. Основы биоэнергетики. Экзэргонические и эндэргонические процессы. Макроэргические соединения и их роль в биологических процессах. Принцип энергетического сопряжения биохимических реакций. Химическое равновесие. Термодинамические условия равновесия. Константа химического равновесия Уравнение изотермы химической реакции. Прогнозирование смещения химического равновесия. Связь между константой равновесия и стандартным изменением энергии Гиббса процесса. Определение преимущественного направления обратимых реакций на основе уравнения изотермы. Понятие о гомеостазе живого организма. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Классификации реакций. Молекулярность и порядок реакции.

			Кинетические уравнения. Скорость реакции и факторы, на нее влияющие. Период полупревращения реакции. Период полувыведения и срок хранения лекарственного препарата. Уравнение Аррениуса, энергия активации (E_a). Катализаторы и ингибиторы (в том числе антиоксиданты), их влияние на E_a и скорость реакции. Понятие о ферментативном катализе, его отличия и сходства с неорганическим катализом. Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Молярная активность фермента
Раздел 2. Равновесия в жидких средах организма			
1	УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. Протолитические равновесия, рН в растворах электролитов. Буферные системы их роль в организме	Равновесия в водных растворах электролитов. Степень и константа электролитической диссоциации. Протолитическая теория кислот и оснований. Сопряженные пары кислот и оснований. Ионизация слабых кислот и оснований. Константы кислотности и основности pK_a, pK_b и pK_{BH^+} и связь между ними. Амфолиты. Изoeлектрическая точка. Протолитические равновесия в растворах электролитов. Определение рН в водных растворах сильных кислот и оснований, слабых кислот и оснований и гидролизующихся солей. Нормальные и патологические процессы в организме, зависящие от значения рН. Буферные системы и механизм их действия. Расчет рН в буферных растворах, уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость и факторы, её определяющие. Буферные системы крови и других биожидкостей: гидрокарбонатная (бикарбонатная), гидрофосфатная, буферная система гемоглобин-оксигемоглобин, белковые буферные системы, их состав, емкость, значение для жизнедеятельности.

			Основные буферные растворы, используемые в биохимических и медицинских исследованиях: ацетатный, фосфатный, цитратный, трис-буфер. Кислотно-основное состояние (КОС) организма. Понятие об ацидозе и алкалозе и физико-химических основах их возникновения и коррекции; некоторые патологии, которые к ним приводят. Основные показатели кислотно-основного состояния (щелочной резерв крови, дефицит и избыток оснований). Заряд биомолекул при физиологических значениях pH
2	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 2. Гетерогенные равновесия и равновесия в растворах комплексных соединений. Окислительно-восстановительные процессы. Их роль в жизнедеятельности организмов	Окислительно-восстановительные процессы, их роль в жизнедеятельности организмов. Окислители и восстановители в медико-санитарной практике. Окислительно-восстановительные (ОВ) системы. Стандартные восстановительные (редокс) потенциалы. Уравнение Нернста—Петерса. Влияние различных факторов на величину редокс-потенциала. Стандартный биологический восстановительный потенциал. Прогнозирование самопроизвольного протекания ОВ процесса по величинам редокс-потенциалов. ЭДС химической реакции. Взаимосвязь между энергией Гиббса и ЭДС реакции. Диффузный и мембранный потенциалы и их роль в генерировании биоэлектрических потенциалов. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор. Растворимость и константа произведения растворимости. Условия образования и растворения осадков. Гетерогенные равновесия в живых системах. Реакции образования основного компонента костной ткани – гидроксифосфата кальция, и его растворения в зависимости от изменения кислотности среды, концентрации ионов

			кальция, фосфатов, органических кислот и белков. Эндемические заболевания костей (рахит), связанные с повышенным содержанием стронция или бериллия в питьевой воде. Образование конкрементов уратов, оксалатов, фосфатов, карбонатов при мочекаменной и желчекаменной болезнях. Равновесия в растворах комплексных соединений, условия их образования и разрушения. Константы нестойкости и устойчивости. Хелаты. Комплексоны. Биологическая роль внутрикомплексных соединений, важнейшие биоконплексы, строение гемоглобина. Применение комплексонов для детоксикации организма при отравлении солями тяжелых металлов. Основы хелатотерапии
--	--	--	--

Раздел 3. Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах

1	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Структура и химическое поведение органических соединений, имеющие медико-биологическую значимость	Классификация и номенклатура органических соединений. Связь функциональных групп с реакционной способностью и биологической активностью. Примеры медицински значимых представителей каждого класса. Основы систематической и тривиальной номенклатуры (с примерами фармакологически активных соединений). Радикально-функциональная и заместительная номенклатура применительно к биологически важным веществам и лекарственным препаратам. Пространственное строение молекул. Связь геометрии молекулы с типом гибридизации входящих в нее атомов. Конформационный анализ. Понятие о конфигурации, стереоизомерии, Асимметрический атом углерода, оптическая активность. Формулы Фишера и понятие D- и L-ряда (в контексте биохимии углеводов и аминокислот). R,S- и Z,E-системы
---	---	---	--

			стереохимической номенклатуры. Биологическая активность лекарственных препаратов, ее связь с пространственным строением молекул. σ- и π-Диастереомеры. Фармакологическое значение энантиомеров и диастереомеров (на примере талидомида, офлоксацина, ибупрофена). Значение стереохимии в синтезе и применении лекарств. Роль изомеров в токсикологии и фармакологии. Индуктивный и мезомерный эффекты заместителей. Сопряжение и ароматичность. Влияние электронного строения органических молекул на их реакционную способность, кислотно-основные свойства и биологическую активность. Кислотно-основные свойства органических веществ. OH-, SH-, NH-, CN-кислоты и их производные на примерах биомолекул и лекарственных препаратов. Классификация органических реакций. Статический и динамический факторы протекания реакции. Связь строения промежуточных частиц (радикалов, карбокатионов, карбоанионов) с их энергией. Понятие о регио- и стереоселективных реакциях
2	УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 2. Свободно-радикальные и электрофильные реакции: химические основы и роль в биологических процессах	Свободно-радикальные процессы. Понятие о цепных процессах. Реакции пероксидного окисления. Причины легкой окисляемости связи C–H в аллильном и бензильном положениях. Роль этих процессов в иницировании перекисного окисления липидов – ключевого механизма повреждения клеток при стрессе, воспалении, гипоксии, старении. Антиоксиданты (витамины E, A, C), их роль в связывании активных свободных радикалов в клетках. Реакции электрофильного присоединения к C=C-связи. Механизм реакции гидратации ненасыщенных

			соединений. Роль кислотного катализа. Влияние электронных эффектов заместителей на региоселективность реакции (правило Марковникова). Присоединение карбокатионов к ненасыщенным соединениям, как путь образования углерод-углеродной связи в процессах биосинтеза. Особенности присоединения к сопряженным системам. Реакции электрофильного замещения в ароматических системах (галогенирование, алкилирование и ацилирование). Галогенирование как основа действия некоторых антисептиков. Алкилирование и ацилирование как способ модификации ароматических соединений (в синтезе препаратов анальгетиков, антисептиков). Механизм электрофильного замещения. Влияние заместителей в ароматическом кольце на скорость и направление реакции
3	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 3. Нуклеофильные реакции органических соединений с σ -связью С–гетероатом и карбонильных соединений	Нуклеофильное замещение у sp^3-гибридизованного атома углерода (SN-реакции). Электронная природа связи С–гетероатом (полярность, поляризуемость). Понятие об уходящей группе. Связь легкости ухода группы с силой сопряженной кислоты. Гидролиз галогенпроизводных. Алкилирование спиртов, аминов, тиолов. Алкилирующие реагенты: галогенпроизводные, алкилфосфаты, сульфониевые соединения. Алкилирующие реагенты как основа противоопухолевых препаратов (производные N-алкилазиридина, β-хлорэтиламинов и др.) Отравляющее действие органофосфатов (паратион, зарин) — ингибирование гидролиза ацетилхолина (фермент холинэстераза). Роль кислотного катализа в замещении гидроксигруппы. Реакция первичных аминов с азотистой кислотой. Реакции элиминирования (E).

Механизм и условия протекания реакции.

Реакции элиминирования в метаболических путях биомолекул (цикл Кребса, катаболизм аминокислот и др.) Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы.

Реакции нуклеофильного присоединения (AN) к карбонильной группе альдегидов и кетонов.

Присоединение нуклеофилов: воды, спиртов, аминов, тиолов. Кислотный и щелочной катализ реакций. Образование полуацеталей и ацеталей как модель циклизации моносахаридов. Образование и гидролиз иминов - важные реакции в метаболизме аминокислот. Реакции карбонильных соединений, связанные с повышенной СН-кислотностью α -углеродного атома.

Альдольное присоединение как путь образования новой С–С связи. Альдольное присоединение и альдольное расщепления - реакции, входящие в метаболические пути некоторых аминокислот, углеводов, цикла Кребса и др. Реакции карбоновых кислот и их функциональных производных. Особенности строения и активация карбонильного атома углерода. Сравнение реакционной способности: производных карбоновых кислот и их производных (сложных эфиров, тиоэфиров, ангидриды, ацилфосфатов) в реакция нуклеофильного замещения. Реакции этерификации, получения амидов, сложных тиоэфиров в медико-биологических процессах (биосинтезе липидов, пептидном синтезе).

Гидролиз функциональных производных карбоновых кислот: кислотный (H) и щелочной (OH); ферментативный гидролиз.

Сложные тиоэфиры и ацилфосфаты как макроэргические соединения, их роль в обмене веществ (процессах синтеза и распада биомолекул, переносе ацильных и фосфатных

		групп). Реакции производных карбоновых кислот, связанные с α -СН-кислотностью: карбоксилирования, декарбоксилирования, конденсации и распада β -кетонэфиров. Их роль в метаболических процессах организма (цикле Кребса, синтезе жирных кислот и липидов, метаболизме аминокислот и др.)
--	--	---

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе			
1	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Биологически важные окислительно-восстановительные процессы. Свойства и биологически важные реакции поли- и гетерофункциональных соединений	Особенности протекания окислительно-восстановительных реакций органических соединений в биологических системах. Роль кислорода, как основного окислителя в живом организме. Понятие об активных формах кислорода. Основные органические окислительно-восстановительные системы (коферменты оксидоредуктаз – НАД ⁺ , НАДН, ФАД, липоевая кислота и др.), работающие в биохимических процессах. Наиболее важные типы окислительно-восстановительных реакций, протекающих в организме (дегидрирование и гидрирование, гидрокслирование, эпоксицирования и др.). Особенности химического поведения и реакции поли- и гетерофункциональных соединений, протекающие <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> : циклизации, хелатообразования, карбоксилирования, декарбоксилирования, окислительного декарбоксилирования, элиминирования, дегидратации, дезаминирования, фосфорилирования, гидролиза. Метаболические пути в организме, включающие данные реакции (гликолиз, цикл Кребса, метаболизм аминокислот и др.)

Таутомерия и ее виды: прототропная таутомерия (кетто-енольная, енамин-иминная и лактим-лактаманная таутомерии) и цикло-оксо-таутомерия. Биологически важные поли- и гетерофункциональные соединения.

Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин. Фосфорилирование многоатомных спиртов. Двухатомные фенолы. Пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Реакции окисления гидрохинона и пирокатехина. Хиноны. Их строение. Восстановление хинонов. Орто- и пара-бензохиноны, нафтохинон. Понятие об убихинонах, Аминоспирты и аминифенолы. Коламин, холин, п-аминифенол. Понятие о катехоламинах. Алкилирование и ацилирование аминиспиртов. Ацетилхолин. Галогенамины и этиленимины. Причины их высокой алкилирующей активности.

Алкилирование как химическая основа физиологического действия некоторых противоопухолевых препаратов.

Ненасыщенные карбоновые кислоты. Кротоновая, малеиновая и фумаровая кислоты. Образование их по реакциям дегидрирования, дегидратации, дезаминирования. Гидрирование ненасыщенных кислот. Гидратация α,β -ненасыщенных кислот. Двухосновные карбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая кислоты.

Декарбоксилирование малоновой кислоты. Гидроксикислоты. Гликолевая, молочная, гидроксимасляные кислоты. Яблочная, винная, лимонная кислоты. Реакции дегидратации и циклизации в ряду гидроксикислот. Лактоны. Салициловая кислота и ее производные. Аминокислоты. Общие свойства аминокислот как бифункциональных соединений. Реакция

			элиминирования β-аминокислот. Реакция циклизации γ-аминокислот. Лактамы. Ароматические аминокислоты (п-аминобензойная кислота, п-аминосалициловая кислота). Сульфаниловая кислота и ее производные. Оксокислоты. Пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α-кетоглутаровая кислоты. Реакция декарбоксилирования β-оксокислот. Окислительное декарбоксилирование α-оксокислот. Восстановительное аминирование α-оксокислот. Угольная кислота и ее производные. Уретаны, мочевины, гуанидин, уреиды кислот
2	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 2. Углеводы. Гетероциклические соединения, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты	Углеводы, их основные функции в организме человека. Моносахариды. Кетозы и альдозы. Глицериновый альдегид и дигидроксиацетон. Рибоза, ксилоза, арабиноза. Глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Дезокси- и аминосахары. Дезоксирибоза, глюкозамин, маннозамин, галактозамин. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Пиранозы и фуранозы. Формулы Фишера и Хеуорса, α- и β-аномеры. Карбонильная группа как prochiral center. Ацилирование аминосахаров. Гликозиды. Их образование и гидролиз. Восстановление моносахаридов. Использование продуктов восстановления моносахаридов (ксилит, сорбит и др.) в качестве сахарозаменителей при диабете. Окисление моносахаридов. Гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Роль уоновых кислот в связывании токсичных продуктов метаболизма (билирубина и др.). Взаимопревращение альдоз и кетоз (эпимеризация моносахаридов). Содержание глюкозы в крови в норме и при диабете. Взаимодействие глюкозы с аминами и гемоглобином. Гликированный гемоглобин –

важный диагностический признак сахарного диабета. Дисахариды. Мальтоза, изомальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза.

Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Типы гликозидных связей в дисахаридах. Гидролиз дисахаридов.

Патологии, к которым приводит отсутствие гидролитического расщепления некоторых дисахаридов (непереносимость лактозы).

Гомо- и гетерополисахариды. Строение крахмала, гликогена, целлюлозы и гиалуроновой кислоты. Гидролиз полисахаридов. Патологии, связанные с отсутствием определенных ферментов гидролитического расщепления гликогена (болезнь Гирке у детей) Биологически важные гетероциклические системы. Пяти- и шестичленные гетероциклы с одним атомом азота. Пиррол. Пиридин. Их кислотные основные свойства. Различие пиррольного и пиридинового атома азота. Алкилирование пиридина. Понятие о тетрапиррольных металлокомплексах (гем). Никотиновая и изоникотиновые кислоты. Никотинамид (витамин РР). Пиридоксаль (витамин В6).

Индол. Триптофан. Серотонин. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (азолы). Пиразол, имидазол, тиазол, оксазол. Кислотно-основные свойства и таутомерия азолов.

Гистидин и гистамин. Пиримидин. Гидроксиды и аминопроизводные пиримидина. Урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота. Их таутомерия. Понятие о барбитуратах.

Конденсированные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пурин.

Гидроксиды и аминопурины. Аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин, мочевая кислота.

Нуклеозиды и нуклеотиды. Конфигурация гликозидного центра, строение

			пиримидиновых и пуриновых нуклеозидов. Дезоксинуклеотиды. Гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов (in vitro и in vivo). Функции нуклеотидов и их производных в организме. АТФ как универсальный источник энергии в клетках, его строение и гидролиз. Циклический аденозинмонофосфат (цАМФ). Никотинамидмононуклеотид. Кофермент А. Понятие о строении динуклеотидов (НАД⁺, ФАД). Реакции, лежащие в основе катаболизма пуриновых нуклеотидов: дезаминирование аминопуринов, гидроксилирование гидроксипуринов и их таутомерия. Патологии, возникающие при повышенном образовании мочевой кислоты и ее солей (ураты) в организме (гиперурикемия).. Понятие о строении нуклеиновых кислот, их первичная, вторичная структуры. Стабилизация вторичной структуры. Неферментативные реакции, приводящие к повреждениям и мутациям ДНК
Раздел 2. Липиды, α-аминокислоты, пептиды, белки			
1	УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. Липиды. Строение и химические свойства. α - Аминокислоты. Пептиды, белки	Липиды, их основные функции в организме. Классификация липидов. Омыляемые липиды. Особенности строения высших жирных кислот (ВЖК), входящих в состав омыляемых липидов. Стеариновая, пальмитиновая, арахидоновая, пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Роль полиненасыщенных жирных кислот в организме человека (ω-3, ω-6 жирные кислоты), их содержание в пище. Химические реакции ВЖК, лежащие в основе метаболических путей липидов (β-окисление ВЖК). Воска. Триацилглицерины (жиры) и мыла. Мембранные липиды и особенности их строения. Фосфатидовые кислоты. Фосфатиды (фосфатидилсерин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилглицерин). Сфинголипиды.

Церамиды. Сфингомиелины, цереброзиды. Понятие о ганглиозидах. Химические свойства липидов. Гидролиз липидов (*in vitro* и *in vivo*). Гидролиз триацилглицеринов как химическая основа переваривания жиров. Гидрирование жиров. Понятие о транс-жирах, причинах образования и патологиях, к которым они могут привести. Пероксидное окисление ненасыщенных ВЖК в составе мембранных липидов, приводящее к нарушениям в мембране. α -Аминокислоты, входящие в состав белков. Их классификация и стереоизомерия. Заменяемые и незаменимые α -аминокислоты, входящие в состав белков пищи, их роль в питании ребенка и взрослого человека. Недостаток незаменимых аминокислот в белковой пище как основная причина квашиоркора (дистрофии у детей). Биологически важные реакции α -аминокислот: декарбоксилирование (ведет к образованию биогенных аминов), дезаминирование и окислительное дезаминирование, трансаминирование, элиминирование, альдольное расщепление, образование комплексных соединений, гидролиз. Роль этих реакций в метаболизме аминокислот. Реакции алифатического гидроксилирования фрагментов Pro, Lys (при созревании коллагена) и ароматического гидроксилирования Phe; заболевания, к которым приводит невозможность осуществления этих реакций в организме (цинга, фенилкетонурия). Образование пептидной связи и ее гидролиз (*in vitro* и *in vivo*). Строение и свойства пептидов. Структура белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная). Зависимость свойств пептидов и белков от аминокислотного состава. Кислотно-основные

			свойства, изоэлектрическое состояние, изоэлектрическая точка (ИЭТ) белков, заряд и пространственные формы макромолекул. Нативная структура белка. Денатурация белков (в организме и при действии физических и химических факторов), химические основы и обратимость денатурации. Ренативация. Значение денатурации белков для физиологии, медицинской практики и биологических исследований
Раздел 3. Коллоидные системы в биологии и медицине			
1	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Поверхностные явления. Ультрамикроретерогенные, микроретерогенные и грубодисперсные системы. Коллоидные ПАВ	Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, причина его возникновения. Зависимость от различных факторов (природы жидкости, температуры и концентрации различных веществ в растворе). Изотермы поверхностного натяжения. ПАВ, ПИВ и ПНВ: их природа и поведение в растворах. Адсорбция на границе жидкость–газ. Положительная и отрицательная адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностная активность, ее физический смысл. Правило Дюкло—Траубе. Адсорбция на границе твердая поверхность–газ. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на границе раствор-твердая поверхность. Уравнение и изотерма адсорбции Ленгмюра. Адсорбция молекулярная и ионная. Эквивалентная, ионообменная и избирательная адсорбция. Правило избирательной адсорбции. Роль адсорбции в жизнедеятельности человека и животных. Значение адсорбции в ферментативных реакциях. Детоксикационная терапия - гемосорбция, лимфосорбция при острых отравлениях, поражениях печени и других заболеваниях. Использование ПАВ при консервации крови, при лечении отравлений тяжелыми металлами и другими

			токсическими веществами. Микрогетерогенные и грубодисперсные системы. Использование их как лекарственных форм в фармации. Коллоидные ПАВ, их классификация. Механизм мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Строение мицелл коллоидных ПАВ. Зависимость формы мицелл от концентрации раствора коллоидного ПАВ. Солюбилизация в растворах коллоидных ПАВ. Биологическая роль мицеллообразования и солюбилизации. Понятие о липосомах и липопротеинах. Эмульсии, их классификация. Стабилизация эмульсий, зависимость типа эмульсии от гидрофильно-липофильных свойств эмульгатора. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе ПАВ-эмульгаторов. Обращение фаз эмульсий. Эмульгирование жиров и его значение для переваривания жиров пищи. Применение эмульсий в медицинской практике, в фармации, в пищевой промышленности (в т.ч. в детском питании). Пены. Основные характеристики пен: устойчивость, кратность, дисперсность. Стабилизация пен. Использование в фармации (гемостатические губки, противоожоговые средства). Аэрозоли. Пути образования аэрозолей. Причины агрегативной неустойчивости аэрозолей. Аэрозоли, вызывающие аллергические и профессиональные заболевания. Разрушение эмульсий, пен, аэрозолей. Биологические аэрозоли
2	УК-1.ИД1, УК-8.ИД2, ОПК-3.ИД2, ОПК-3.ИД1	Тема 2. Растворы биополимеров. Нарушение их устойчивости	Особенности растворов ВМС. Полиэлектролиты и полиамфолиты (нуклеиновые кислоты, кислые полисахариды, белки). Электрофорез. Образование растворов

ВМС. Набухание ВМС: механизм набухания, стадии набухания, движущие силы стадий набухания. Термодинамика набухания. Влияние различных факторов (природы полимера, температуры, электролитов, рН среды, формы макромолекул) на набухание. Ограниченное и неограниченное набухание. Причины ограниченного набухания. Набухание как регулирование водно - солевого баланса. Роль гидратации белков, полисахаридов и нуклеиновых кислот в формировании структуры, функционировании клеток и тканей организма. Антагонистическое набухание при регенерации или воспалении тканей, образовании отеков. Устойчивость растворов ВМС. Факторы, обеспечивающие термодинамическую устойчивость растворов белков. Нарушение устойчивости растворов белков: высаливание, коацервация, денатурация. Механизм высаливания, высаливающие агенты. Влияние на процесс высаливания природы высаливающего агента, рН среды, температуры, природы и размеров макромолекул. Обратимость высаливания. Применение высаливания для разделения белковых смесей. Механизм коацервации и факторы, вызывающие ее. Обратимость коацервации. Комплексная коацервация. Значение коацервации и комплексной коацервации для биологических систем, для образования сложных биополимеров. Денатурация белков. Сущность процесса денатурации. Физические и химические денатурирующие агенты. Обратимая и необратимая денатурация. Денатурация как одна из причин старения организмов. Процессы структурообразования в золях и растворах ВМС. Механизм гелеобразования и

		застудневания. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Факторы, влияющие на процессы гелеобразования и застудневания: концентрация золя или раствора ВМС, форма частиц, температура, рН раствора белка. Студни как основа функционального состояния клеток. Тиксотропия зольей и студней. Синерезис в гелях и студнях и его причины. Физиологическая роль студней, тиксотропии и синерезиса. Синерезис как фактор, влияющий на физиологическое состояние растительных и животных организмов. Белки плазмы крови, онкотическое давление. Вязкость растворов белков, ее зависимость от рН среды
--	--	--

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий.

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОУ	ОП	ОК	Л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 семестр									
Раздел 1. Основы физической химии в применении к физиологическим процессам									
Тема 1. Растворы в медицине: концентрация и дозировка лекарственных веществ. Осмос и его роль в физиологии и медицине									
1	ЛПЗ	Растворы в медицине: концентрация и дозировка лекарственных веществ. Осмос и его роль в физиологии и медицине	3	Т	1	1	1		1
Тема 2. Основы химической термодинамики и биоэнергетики. Основы химической кинетики и равновесия в применении к биологическим системам									
2	ЛЗ	Введение в химическую термодинамику. Термодинамика химического равновесия. Химическая кинетика	2	Д	1	1	1		1
3	ЛПЗ	Основы термодинамики биохимических процессов. Биоэнергетика	3	Т	1	1	1		1
4	ЛПЗ	Основные понятия химической кинетики и равновесия в применении к биологическим системам. Основы ферментативного катализа	3	Т	1	1	1		1
5	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по	3	Р	1	1	1	1	1

		разделу 1. Основы физической химии в применении к физиологическим процессам							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Раздел 2. Равновесия в жидких средах организма

Тема 1. Протолитические равновесия, рН в растворах электролитов. Буферные системы их роль в организме

6	ЛЗ	Протолитические равновесия. Расчет рН растворов электролитов. Буферные системы	2	Д	1	1	1	1	1
7	ЛПЗ	Сильные и слабые электролиты в биологических жидкостях. Протолитические равновесия, рН в растворах различных типов электролитов	3	Т	1	1	1	1	1
8	ЛПЗ	Буферные системы: состав, принцип действия и роль в организме. Буферные системы крови. Явления ацидоза и алкалоза	3	Т	1	1	1	1	1

Тема 2. Гетерогенные равновесия и равновесия в растворах комплексных соединений. Окислительно-восстановительные процессы. Их роль в жизнедеятельности организмов

9	ЛЗ	Потенциалы и ЭДС. Равновесия в растворах комплексных соединений. Гетерогенные равновесия	2	Д	1	1	1	1	1
10	ЛПЗ	Гетерогенные равновесия и равновесия в растворах комплексных соединений, их роль в организме. Основы хелатотерапии	3	Т	1	1	1	1	1
11	ЛПЗ	Восстановительные и мембранные потенциалы. Окислительно-	3	Т	1	1	1	1	1

		восстановительные процессы в биологических системах, направление их протекания и роль в жизнедеятельности организма							
12	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2. Равновесия в жидких средах организма	3	Р	1	1	1	1	1

Раздел 3. Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах

Тема 1. Структура и химическое поведение органических соединений, имеющие медико-биологическую значимость

13	ЛПЗ	Основы классификации, номенклатуры и пространственного строения биологически важных органических соединений	3	Т	1	1	1	1	1
14	ЛПЗ	Связь электронного строения с кислотно-основными свойствами и реакционной способностью биологически важных соединений	3	Т	1	1	1	1	1

Тема 2. Свободно-радикальные и электрофильные реакции: химические основы и роль в биологических процессах

15	ЛЗ	Свободно-радикальные и электрофильные реакции	2	Д	1	1	1	1	1
16	ЛПЗ	Свободно-радикальные и электрофильные реакции: химические основы и роль в биологических процессах	3	Т	1	1	1	1	1

Тема 3. Нуклеофильные реакции органических соединений с σ -связью С–гетероатом и карбонильны соединений

[illegible]

17	ЛЗ	Реакционная способность соединений с σ -связью углерод-гетероатом. Реакции SN и E. Реакционная способность соединений с карбонильной группой	2	Д	1	1	1	1	1
18	ЛПЗ	Нуклеофильные реакции органических соединений с σ -связью C–гетероатом и их значение в организме человека	3	Т	1	1	1	1	1
19	ЛПЗ	Реакции карбонильных соединений и их производных в медико-биологических процессах	3	Т	1	1	1	1	1
20	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3. Основы строения и реакционной способности органических соединений в биологических системах	3	Р	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	55		20	20	20	16	20

2 семестр

Раздел 1. Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе

Тема 1. Биологически важные окислительно-восстановительные процессы. Свойства и биологически важные реакции поли- и гетерофункциональных соединений

22	ЛПЗ	Окислительно-восстановительные процессы, протекающие в организме; роль коферментов оксидоредуктаз в этих процессах	2	Т	1	1	1	1	1
23	ЛПЗ	Свойства и биологически важные реакции поли- и	2	Т	1	1	1	1	1

		гетерофункциональных соединений							
Тема 2. Углеводы. Гетероциклические соединения, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты									
24	ЛЗ	Углеводы. Гетероциклические соединения, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты.	2	Д	1	1	1	1	1
25	ЛПЗ	Моносахариды, ди- и полисахариды: их строение и биологические функции	2	Т	1	1	1	1	1
26	ЛПЗ	Химические свойства углеводов и их участие в метаболических процессах	2	Т	1	1	1	1	1
27	ЛПЗ	Биологически важные гетероциклические соединения, нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Строение, биологические функции и участие в метаболических процессах	2	Т	1	1	1	1	1
28	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4. Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе	2	Р	1	1	1	1	1
Раздел 2. Липиды, α-аминокислоты, пептиды, белки									
Тема 1. Липиды. Строение и химические свойства. α -Аминокислоты. Пептиды, белки									
29	ЛЗ	Липиды. α-Аминокислоты. Пептиды, белки	2	Д	1	1	1	1	1
30	ЛПЗ	Липиды: строение, биологические функции,	2	Т	1	1	1	1	1

		химические свойства и участие в метаболических процессах							
31	ЛПЗ	α -Аминокислоты: строение, биологические функции и классификация. Биологически важные реакции аминокислот. Пептиды, строение и свойства	2	Т	1	1	1	1	1
32	ЛПЗ	Белки: классификация, биологические функции, структура и свойства. Нативный белок, денатурация	2	Т	1	1	1	1	1
33	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 5. Липиды, α -аминокислоты, пептиды, белки	2	Р	1	1	1	1	1

Раздел 3. Коллоидные системы в биологии и медицине

Тема 1. Поверхностные явления. Ультрамикроретерогенные, микроретерогенные и грубодисперсные системы. Коллоидные ПАВ

34	ЛЗ	Поверхностные явления. Ультрамикроретерогенные, микроретерогенные и грубодисперсные системы. Коллоидные ПАВ	2	Д	1	1	1	1	1
35	ЛПЗ	Поверхностное натяжение и адсорбция, их роль в биологических процессах и медицине	2	Т	1	1	1	1	1
36	ЛПЗ	Ультрамикроретерогенные системы в биологии и медицине: образование, стабильность и коагуляция коллоидных систем	2	Т	1	1	1	1	1
37	ЛПЗ	Коллоидные ПАВ и	2	Т	1	1	1	1	1

		дисперсные системы в процессах пищеварения и транспорта липидов							
Тема 2. Растворы биополимеров. Нарушение их устойчивости									
38	ЛПЗ	Биополимеры. Набухание и растворение. Значение набухания для биологических систем и факторы, на него влияющие	2	Т	1	1	1	1	1
39	ЛПЗ	Нарушение устойчивости растворов биополимеров: причины, механизмы, последствия для биологических систем. Применение в медицине	2	Т	1	1	1	1	1
40	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 6. Коллоидные системы в биологии и медицине	2	Р	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	38		19	19	19	19	19
		Всего по дисциплине (модулю)	93		39	39	39	35	35

(* , ** , *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

--	--	--

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК) **	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ		+	
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП			
4	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
6	Тестирование в электронной форме	Тестирование	ТЭ		+	

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос устный	ОУ

Опрос письменный	ОП
Опрос комбинированный	ОК
Проверка лабораторной работы	ЛР
Тестирование в электронной форме	ТЭ

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации****	Форма организации промежуточной аттестации
1	2	3
1 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос письменный
2 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос устный, Опрос письменный, Опрос комбинированный, Проверка лабораторной работы, Тестирование в электронной форме

Условные обозначения ****

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы набрал не менее 30 баллов из 50-ти, что соответствует выполнению заданий на результат не менее 60% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме

	баллов, полученных за письменную работу. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 4 балла; 3 задание – 4 балла; 4 задание – 10 баллов; 5 задание – 5 баллов; 6 задание – 5 баллов; 7 задание – 14 баллов; 8 задание – 2 балла. Ответы на задания билета должен содержать все необходимые расчеты, уравнения реакций, структурные формулы, названия веществ или их классов, а также типы реакций, схему механизма протекания указанной реакции, название стереоизомера.
«не зачтено»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы набрал менее 30 баллов из 50-ти, что соответствует выполнению заданий на результат менее 60% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов, полученных за письменную работу. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 4 балла; 3 задание – 4 балла; 4 задание – 10 баллов; 5 задание – 5 баллов; 6 задание – 5 баллов; 7 задание – 14 баллов; 8 задание – 2 балла. Ответы на задания билета не содержат все необходимые расчеты, уравнения реакций, структурные формулы, названия веществ или их классов, а также типы реакций, схему механизма протекания указанной реакции, название стереоизомера.

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
«неудовлетворительно»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы и ответах на устные вопросы набрал менее 36-ти баллов из 60-ти, что соответствует менее 60% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов, полученных за опрос комбинированный. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 6 баллов; 3 задание – 2 балла; 4 задание – 8 баллов; 5 задание – 8 баллов; 6 задание – 8 баллов; 7 задание – 7 баллов; 8 задание – 15 баллов. Ответы на задания билета содержат значительные ошибки в расчетах, уравнениях реакций, структурных формулах и названиях веществ или их классов, названия стереоизомеров.
«хорошо»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы и ответах на устные вопросы набрал от 45-ти до 53-х баллов

	из 60-ти, что соответствует диапазону от 75% до 89% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов, полученных за опрос комбинированный. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 6 баллов; 3 задание – 2 балла; 4 задание – 8 баллов; 5 задание – 8 баллов; 6 задание – 8 баллов; 7 задание – 7 баллов; 8 задание – 15 баллов. Ответы на задания билета должен содержать большую часть необходимых расчетов с приведенными формулами, уравнения реакций, структурные формулы и названия веществ или их класс, название стереоизомера, указания типов химических связей, а также построение графиков.
«удовлетворительно»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы и ответах на устные вопросы набрал от 36-ти до 44-х баллов из 60-ти, что соответствует диапазону от 60% до 74% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов, полученных за опрос комбинированный. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 6 баллов; 3 задание – 2 балла; 4 задание – 8 баллов; 5 задание – 8 баллов; 6 задание – 8 баллов; 7 задание – 7 баллов; 8 задание – 15 баллов. Ответы на задания билета содержат не значительные ошибки в расчетах, уравнениях реакций, структурных формулах и названий веществ или их классов, названий стереоизомеров, указаниях типов химических связей, а также в построении графиков.
«отлично»	Выставляется, если обучающийся при выполнении письменной работы и ответах на устные вопросы набрал не менее 54-х баллов из 60-ти, что соответствует не менее 90% от общего количества баллов. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов, полученных за опрос комбинированный. Каждое задание билета оценивается количеством баллов, указанным в типовом билете: 1 задание – 6 баллов; 2 задание – 6 баллов; 3 задание – 2 балла; 4 задание – 8 баллов; 5 задание – 8 баллов; 6 задание – 8 баллов; 7 задание – 7 баллов; 8 задание – 15 баллов. Ответы на задания билета должен содержать все необходимые расчеты с приведенными формулами, уравнения реакций, структурные формулы и названия веществ или их класс, название стереоизомера, указания типов химических связей, а также построение графиков.

		Тестирование в электронной форме	ТЭ	9	54	В	Т	6	4	2
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	351	В	Р	117	78	39
Сумма баллов по дисциплине за семестр					507					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 305 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 305 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части)

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов)

	и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

1 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Зачет состоит из ответа на письменный билет. Письменный билет включает материал всех модулей дисциплины.

Список заданий для подготовке к зачету

Тема. Растворы в медицине: концентрация и дозировка лекарственных веществ. Осмос и его роль в физиологии и медицине

Расчеты осмолярности, осмотического давления растворов электролитов и неэлектролитов. Растворы изотонические, гипотонические и гипертонические относительно биологических жидкостей и других растворов.

Примеры:

1. Водный раствор хлорида кальция (CaCl_2 , $M = 111$ г/моль) с массовой долей 10,1 % ($\rho = 1,083$ г/мл) применяют в медицине в качестве противоаллергического средства.
а) Рассчитайте осмолярную концентрацию и осмотическое давление этого раствора при 25 °С. б) Каким по отношению к 0,15 М раствору NaCl будет этот раствор (гипо-, гипер- или изотоническим)?
2. В 0,5 л раствора содержится 0,1 моль MgSO_4 и 0,05 моль K_2SO_4 . а) Рассчитайте осмотическое давление этого раствора при 37 °С. б) При какой концентрации раствор глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) будет изотоничен этому раствору?
3. В 200 мл раствора содержится 0,02 моль рибозы ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) и 0,01 моль KCl.
а) Рассчитайте осмолярность и осмотическое давление этого раствора при 25 °С. б) Что будет происходить с эритроцитами, помещенными в этот раствор? Осмотическое давление крови составляет 740-780 кПа.

Тема. Основы термодинамики биохимических процессов. Биоэнергетика

- I. Расчеты тепловых эффектов химических реакций, используя термодинамические параметры веществ (стандартные энтальпии образования, стандартные энтальпии сгорания).

Примеры:

1. Для реакции $\text{CO}_2 (\text{газ}) + 2\text{NH}_3 (\text{газ}) \rightarrow \text{NH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2 (\text{тв}) + \text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ $\Delta_{\text{обр}} H^0_{298}$ (кДж/моль) $\text{CO}_2 (\text{газ})$; $\text{NH}_3 (\text{газ})$; $\text{NH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2 (\text{тв})$ и $\text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ соответственно равны:

–393,5; –46,2; –333 и –286. а) Рассчитайте $\Delta H^0_{298}(\text{реакции})$. б) Не производя вычислений, оцените знак изменения энтропии для этого процесса и укажите, способствует ли энтропийный фактор самопроизвольному протеканию этого процесса.

2. Для реакции $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{ж}) + 2\text{O}_2 (\text{газ}) \rightarrow 2\text{CO}_2 (\text{газ}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ $\Delta_{\text{обр}} H^0_{298}$ (кДж/моль) $\text{CO}_2 (\text{газ})$ и $\text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ соответственно равны: –393,5 и –286. а) Рассчитайте $\Delta_{\text{обр}} H^0_{298}(\text{CH}_3\text{COOH} (\text{ж}))$, если $\Delta H^0_{298}(\text{реакции}) = -875$ кДж/моль.

б) Рассчитайте массу CH_3COOH , при сжигании которой выделится 175 кДж теплоты.

II. Определение возможности протекания процесса, термодинамическое сопряжение.

Примеры:

1. а) Рассчитайте ΔG^0_{298} реакции молочнокислого брожения глюкозы:

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{р-р}) \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} (\text{р-р})$ в кДж, если $\Delta_{\text{р}} H^0_{298} = -124,1$ кДж,

$D_{\text{р}} S^0_{298} = 20,1$ Дж/К. б) При каких температурах возможно самопроизвольное протекание этой реакции и какие факторы могут способствовать ее протеканию?

2. Фосфорилирование фруктозы: фруктоза + Ф → фруктозо-6-Ф + H_2O

($D_{\text{р}} G^0_{\text{ф}} = 15,9$ кДж/моль) сопряжено с гидролизом АТФ: $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{Ф}$

($D_{\text{р}} G^0_{\text{ф}} = -30,5$ кДж/моль). а) Напишите уравнение суммарной реакции и объясните смысл термодинамического сопряжения. б) Рассчитайте для этой суммарной реакции значение $D_{\text{р}} G^0_{\text{сум}}$.

3. Для реакции $2\text{H}_2\text{S} (\text{газ}) + \text{SO}_2 (\text{газ}) \rightarrow 3\text{S} (\text{тв}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ $\Delta_{\text{обр}} G^0_{298}$ (кДж/моль) $\text{H}_2\text{S} (\text{газ})$; $\text{SO}_2 (\text{газ})$ и $\text{H}_2\text{O} (\text{ж})$ соответственно равны: –33; –300 и –237.

а) Рассчитайте ΔG^0_{298} реакции и определите возможность ее самопроизвольного протекания. б) Не производя вычислений, оцените знак изменения энтропии и оцените роль энтропийного фактора для этого процесса.

Тема. Основные понятия химической кинетики и равновесия в применении к биологическим системам. Основы ферментативного катализа

- I. Расчет константы равновесия (K_c) и ее связь с тепловым эффектом химической реакции, энергией Гиббса и направлением протекания процесса.

Примеры:

1. Равновесие в системе $2\text{NO}_{(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{газ})}$ установилось при концентрациях NO , O_2 и NO_2 , равных соответственно (моль/л): 0,1; 0,2 и 0,2. а) Запишите выражение константы равновесия (K_c) и рассчитайте ее величину. б) Как изменится величина константы равновесия при повышении температуры, если прямая реакция является экзотермической?
2. Для реакции $2\text{N}_2\text{O}_{5(\text{газ})} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})}$ ΔG°_{298} равно $-28,5$ кДж.

а) Рассчитайте константу равновесия (K_c) и запишите ее выражение.

б) Определите, как изменится положение равновесия и величина K_c при повышении температуры, если прямая реакция эндотермическая.

- II. Расчет исходных и равновесных концентраций реагентов.

Примеры:

1. Для реакции $2\text{NO}_{(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{газ})}$ исходные концентрации NO , O_2 и NO_2 соответственно равны (моль/л): 0,3; 0,3 и 0, а равновесная концентрация NO_2 составила 0,2 моль/л. Определите: а) равновесные концентрации остальных веществ и запишите выражение константы равновесия (K_c); б) как изменится величина K_c при повышении температуры, если прямая реакция экзотермическая.
2. Равновесие в системе $2\text{N}_2\text{O}_{5(\text{газ})} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})}$ установилось при концентрациях N_2O_5 , NO_2 и O_2 , равных соответственно (моль/л): 0,05; 1 и 0,25. а) Рассчитайте исходную концентрацию N_2O_5 , если исходные концентрации NO_2 и O_2 были равны нулю. б) Определите, как повлияет на величину K_c понижение температуры, если для прямой реакция $\Delta H^0 > 0$.

- III. Определение направления протекания обратимого процесса при заданных условиях.

Примеры:

1. Для реакции $2\text{NO}_2 (\text{г}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{г})$ при 25°C константа равновесия (K_c) равна 4. а) Рассчитайте P_c и определите направление самопроизвольного процесса при концентрациях: $c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,1$ моль/л, $c(\text{NO}_2) = 0,1$ моль/л; б) Какой по тепловому эффекту является эта реакция, если при повышении температуры константа равновесия уменьшается.
2. Для реакции $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 (\text{газ}) + \text{O}_2 (\text{газ})$ константа равновесия (K_c) при 950°C равна 0,0125. а) Определите, в каком направлении будет протекать реакция, если смесь газов имеет следующий состав (моль/л): $c(\text{SO}_3) = 1$; $c(\text{SO}_2) = c(\text{O}_2) = 0,1$. Ответ подтвердите расчетом P_c . б) Определите направление протекания этой реакции при стандартных условиях. Ответ подтвердите, исходя из значения K_c .

IV. Кинетические уравнения реакций. Расчет скорости реакции, константы скорости и концентрации реагентов по кинетическому уравнению. Время полупревращения.

Примеры:

1. Константа скорости реакции гидролиза аспирина $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{B} + \text{C}$ (реакция первого порядка) при 35°C равна $1,5 \times 10^{-3} \text{ час}^{-1}$. Рассчитайте: а) время полупревращения реакции, б) скорость реакции гидролиза при концентрации аспирина 0,04 моль/л.
2. Константа скорости реакции $2\text{HI} (\text{газ}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{газ}) + \text{I}_2 (\text{газ})$ второго порядка при 600°C равна 0,03 л/моль×мин. Рассчитайте: а) начальную скорость реакции при концентрации иодоводорода 0,8 моль/л; б) скорость реакции, когда в 1 литре реакционной смеси образуется 0,2 моль иода.
3. Гидролиз сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} (\text{р-р}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{р-р}) + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{р-р})$ является реакцией первого порядка. Константа скорости при 25°C равна $3,45 \times 10^{-3} \text{ час}^{-1}$. Рассчитайте: а) скорость реакции при концентрации сахарозы 0,4 моль/л; б) за какое время концентрация сахара в растворе уменьшится в 2 раза.

4. Константа скорости реакции $\text{CO}_2 (\text{p-p}) + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{p-p})$ при 25 °С (реакция первого порядка) равна $0,03 \text{ с}^{-1}$, температурный коэффициент скорости равен 2. Рассчитайте при 45 °С: а) скорость реакции при $c(\text{CO}_2) = 1,2 \text{ ммоль/л}$; б) период полупревращения реакции.

Тема. Сильные и слабые электролиты в биологических жидкостях. Протолитические равновесия, pH в растворах различных типов электролитов.

Пример:

Имеются 0,04 М водные растворы: 1) $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{Cl}$ и 2) K_2CO_3 .

а) Укажите тип каждого из электролитов, напишите протолитические равновесия в каждом растворе и качественно оцените характер среды.

б) Приведите формулы для расчета pH этих растворов и рассчитайте их значения, если $pK_{\text{BH}^+}(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 10,63$; $pK_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,36$; $pK_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,33$.

Другие варианты могут содержать пары веществ (кислот, оснований, солей) из таблицы:

№	а	б	№	а	б
1	HCOOH	K_3PO_4	12	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	NH_4NO_2
2	NH_3	NaHCO_3	13	ClCH_2COOH	KF
3	HNO_2	$[\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Cl}$	14	NH_3	Na_2CO_3
4	CH_3NH_2	NaH_2PO_4	15	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	KCN
5	H_2SO_3	NaNO_2	16	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	Na_2HPO_4
6	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	NH_4Br	17	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	NH_4F
7	HF	CH_3COONa	18	CH_3NH_2	HCOONH_4
8	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	KHS	19	H_2CO_3	HCOONa
9	H_2S	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$	20	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	HCN
10	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	NaHSO_3	21	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	K_2S
11	CH_3COOH	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	22	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	NaHC_2O_4

Тема. Буферные системы: состав, принцип действия и роль в организме. Буферные системы крови. Явления ацидоза и алкалоза.

Примеры:

1. Ацетатный буфер получен при смешивании равных объемов 0,3 М раствора CH_3COOH ($\text{p}K_a = 4,76$) и 0,1 М раствора NaOH . Для этой системы: а) укажите сопряженную кислотно-основную пару, интервал буферного действия, формулу для расчета pH и рассчитайте его значение; б) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении небольшого количества щелочи.
2. Гидрофосфатный буфер получен при смешивании 100 мл 0,1 М раствора K_2HPO_4 и 500 мл 0,1 М раствора KH_2PO_4 . Для этой системы: а) укажите сопряженную кислотно-основную пару, интервал буферного действия, формулу для расчета pH и рассчитайте его значение (для H_3PO_4 $\text{p}K_{a1} = 2,12$; $\text{p}K_{a2} = 7,20$; $\text{p}K_{a3} = 12,44$), б) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении небольшого количества сильной кислоты.
3. Карбонатный буфер получен при смешивании 250 мл 0,1 М раствора KHCO_3 и 500 мл 0,2 М раствора K_2CO_3 (для H_2CO_3 $\text{p}K_{a1} = 6,36$; $\text{p}K_{a2} = 10,33$). Для этой системы: а) укажите сопряженную кислотно-основную пару, интервал буферного действия, формулу для расчета pH и рассчитайте его значение, б) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении сильной кислоты.
4. В 1 л аммиачного буфера содержится 0,1 моль NH_3 и 0,5 моль NH_4Cl (для NH_3 : $\text{p}K_{\text{BH}^+} = 9,25$). Для этой системы: а) укажите сопряженную кислотно-основную пару, интервал буферного действия, формулу для расчета pH и рассчитайте его значение, б) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении щелочи.

Тема. Гетерогенные равновесия и равновесия в растворах комплексных соединений, их роль в организме. Основы хелатотерапии.

Примеры:

1. Даны константы растворимости: $K_{\text{ПР}}(\text{CuCrO}_4) = 4 \cdot 10^{-6}$, $K_{\text{ПР}}(\text{CaCrO}_4) = 7 \cdot 10^{-4}$.
 - а) Напишите уравнения гетерогенных равновесий и выражения $K_{\text{ПР}}$ для этих солей.
 - б) Определите, будут ли выпадать осадки при сливании равных объемов 0,02 М растворов CuCl_2 и CaCl_2 с равным объемом раствора K_2CrO_4 такой же концентрации. Ответ подтвердите расчетом Π_c .

2. Для малорастворимого электролита MgCO_3 $K_{\text{ПР}} = 7 \times 10^{-6}$.
- а) Напишите уравнение гетерогенного равновесия и выражение $K_{\text{ПР}}$ для этой соли.
- б) Рассчитайте массу (г) MgCO_3 , которая находится в 1 л его насыщенного раствора.
3. Даны константы растворимости: $K_{\text{ПР}}(\text{MgCO}_3) = 7 \times 10^{-6}$ и $K_{\text{ПР}}(\text{PbCO}_3) = 7 \times 10^{-14}$.
- а) Напишите уравнения гетерогенных равновесий и выражения $K_{\text{ПР}}$ для этих солей.
- б) Рассчитайте, молярная растворимость какой из солей больше и во сколько раз.
4. Для малорастворимого электролита CaC_2O_4 $K_{\text{ПР}} = 2 \times 10^{-9}$.
- а) Напишите уравнение гетерогенного равновесия и выражение $K_{\text{ПР}}$ для этой соли.
- б) Рассчитайте массу (г) ионов кальция, которая находится в 1 л его насыщенного водного раствора.
5. Для комплексного соединения $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $K_{\text{уст}} = 5 \times 10^{17}$.
- а) Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, ион-комплексобразователь и его координационное число, а также лиганды и их дентатность.
- б) Запишите равновесие образования комплексного иона и выражение $K_{\text{уст}}$.
Рассчитайте концентрацию ионов Zn^{2+} после добавления к 1 л 0,01 М раствора $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 0,14 моль KOH.
6. При добавлении к 1 л 0,01 М раствора AlCl_3 0,07 моль KF концентрация ионов Al^{3+} в растворе уменьшилась в 8×10^7 раз. а) Напишите уравнение реакции комплексообразования в ионном виде, считая, что координационное число алюминия равно 6. б) Запишите выражение $K_{\text{уст}}$ и рассчитайте ее величину.
7. Для комплексного соединения $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ $K_{\text{уст}} = 2,1 \times 10^{13}$.
- а) укажите внутреннюю и внешнюю сферы, ион-комплексобразователь и его координационное число, а также лиганды и их дентатность.

б) Запишите равновесие образования комплексного иона и выражение $K_{уст}$.

Рассчитайте концентрацию ионов Cu^{2+} после пропускания в 1 л 0,01 М раствора $CuCl_2$ 0,14 моль NH_3 .

8. Для комплексного соединения $[Co(en)_3]Cl_2$ ($en = NH_2CH_2CH_2NH_2$) $K_{уст} = 8,7 \times 10^{13}$, а) укажите внутреннюю и внешнюю сферы, ион-комплексобразователь и его координационное число, а также лиганды и их дентатность; б) запишите уравнения диссоциации, выражение $K_{уст}$ и рассчитайте концентрацию ионов кобальта в 0,01 М растворе комплексного соединения при избытке en 0,01 М.

Тема. Восстановительные и мембранные потенциалы. Окислительно-восстановительные процессы в биологических системах, направление их протекания и роль в жизнедеятельности организма.

Примеры:

1. Для системы $MnO_2 (тв.) + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$ $E^0 (MnO_2 (тв.), 4H^+ / Mn^{2+}) = + 1,23$ В.

а) Запишите уравнение Нернста-Петерса для этой системы. Как изменится восстановительный потенциал этой системы при увеличении pH раствора?

б) Определите возможность самопроизвольного протекания реакции

$MnO_2 (тв.) + 4 HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2 H_2O$ в указанном направлении в стандартных условиях, если $E^0 (Cl_2 (г)/2Cl^-) = + 1,36$ В. Ответ подтвердите расчётом ЭДС.

2. Для реакции $HC(O)H + НАДН + H^+ \rightarrow CH_3OH + НАД^+$

$E^{0'} (НАД^+, H^+ / НАДН) = -0,320$ В, $E^{0'} (HC(O)H, 2H^+ / CH_3OH) = -0,216$ В. а) Рассчитайте

$DG^{0'}_{310}$ этой реакции и определите возможность ее самопроизвольного протекания в указанном направлении в стандартных биологических условиях. б) Напишите уравнение Нернста-Петерса для системы, являющейся восстановителем и определите, как изменится ее потенциал при уменьшении концентрации окисленной формы.

3. Для системы $CH_3C(O)COO^-$ (пируват) + $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons CH_3CH(OH)COO^-$ (лактат)

E^0 (пируват, $2H^+$ /лактат) = +0,228 В. а) Запишите уравнение Нернста-Петерса. Как изменится потенциал этой системы при уменьшении концентрации пирувата? Как называется этот потенциал? б) Определите возможность самопроизвольного протекания реакции $CH_3C(O)COO^- + H^+ + НАДН \rightarrow CH_3CH(OH)COO^- + НАД^+$ в стандартных биологических условиях, если $E^0, (НАД^+, H^+ / НАДН) = -0,320$ В. Ответ подтвердите расчётом ЭДС.

4. Для реакции $CH_3C(O)H + H_2O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ $E^0, (H_2O_2, 2H^+ / H_2O) = +1,360$ В,

$E^0, (CH_3COOH, 2H^+ / CH_3C(O)H) = -0,532$ В. а) Рассчитайте DG^0_{310} этой реакции и определите возможность ее самопроизвольного протекания в стандартных биологических условиях. б) Напишите уравнение Нернста-Петерса для системы, являющейся окислителем и определите, как изменится величина ее потенциала при уменьшении рН раствора.

Зачетный билет для проведения зачёта

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра химии ИФМХ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.О.32 «Общая и биоорганическая химия»

по программе специалитета

по специальности

«31.05.02 Педиатрия»

направленность (профиль)

«Педиатрия»

1. 6 баллов

Внеклеточная жидкость имеет состав (ммоль/л): $[Na^+] = 140$, $[K^+] = 5$, $[Ca^{2+}] = 5$, $[Cl^-] = 105$, $[HCO_3^-] = 30$, $[H_2PO_4^-] = 20$. Рассчитайте:

- осмолярность и осмотическое давление внеклеточной жидкости при 37 °С (4 балла);
- молярную концентрацию $CaCl_2$ в растворе, изотоничном этому (2 балла).

2. 4 балла

Для реакции брожения глюкозы: $C_6H_{12}O_{6(ТВ)} \rightarrow 2C_2H_5OH_{(ж)} + 2CO_{2(газ)}$, $\Delta_{обр} H^0_{298}(C_2H_5OH_{(ж)}) = -278$ кДж/моль, $\Delta_{обр} H^0_{298}(CO_{2(газ)}) = -393,5$ кДж/моль.

а) Рассчитайте $\Delta_{\text{обр}} H^0_{298}$ (глюкозы), если $\Delta_{\text{реакции}} H^0_{298} = -83$ кДж (2 балла).

б) Оцените качественно (без расчёта) знак изменения энтропии и оцените роль энтропийного и энтальпийного факторов для этой реакции (2 балла).

3. 4 балла

Константа элиминации (k) парацетомола из организма (реакция первого порядка) при 37° С составляет $0,1725 \text{ час}^{-1}$.

а) Запишите кинетическое уравнение для этой реакции и изобразите график зависимости концентрации препарата в организме от времени $c = f(t)$ (2 балла).

б) Рассчитайте время, за которое концентрация данного препарата в организме уменьшится в 4 раза (2 балла).

4. 10 баллов

Имеются 0,125 М водные растворы: 1) H_2S и 2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$.

а) Укажите тип каждого из электролитов, напишите протолитические равновесия в каждом растворе и качественно оцените характер среды (4 балла).

б) Приведите формулы для расчета pH этих растворов и рассчитайте их значения. $\text{p}K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 6,97$; $\text{p}K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 11,14$; $\text{p}K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 4,20$ (6 баллов).

5. 5 баллов

В 1 л аминокислотной буферной системы содержится 0,2 моль глицина ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}^+ \text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$) и 0,05 моль его натриевой соли ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$), для глицина $\text{p}K_{a1} = 2,34$, $\text{p}K_{a2} = 9,60$. Для этой системы:

а) укажите сопряженную кислотно-основную пару, интервал буферного действия, формулу для расчета pH и рассчитайте его значение (4 балла);

б) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении небольшого количества HCl (1 балл).

6. 5 баллов

Для комплексного соединения $[\text{Cu}(\text{gly})_2]$ ($\text{gly} = \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$) $K_{\text{уст}} = 3,5 \times 10^{15}$

а) Укажите комплексообразователь, его степень окисления и координационное число, лиганды и их дентатность (2 балла).

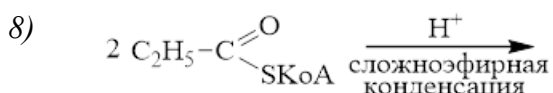
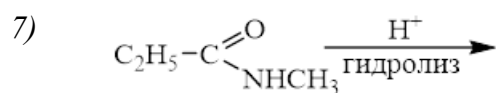
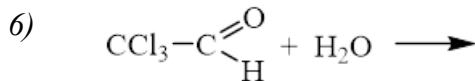
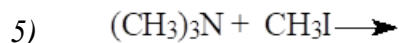
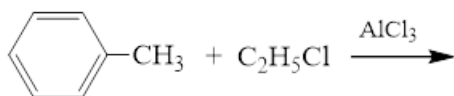
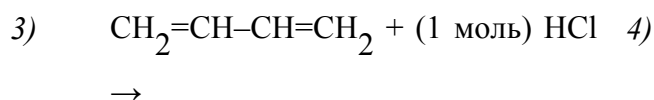
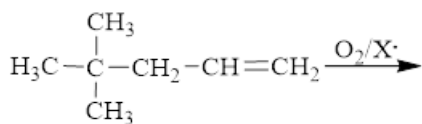
б) Запишите уравнение диссоциации комплексного соединения, выражение $K_{\text{уст}}$ и рассчитайте концентрацию ионов меди в его 0,01 М растворе (3 балла).

7. 14 баллов

а) Допишите уравнения реакций (1 баллов за каждую реакцию):

1)

2)

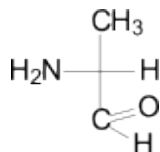


б) Для каждой реакции укажите ее название (*пероксидное окисление, гидратация, гидролиз, алкилирование, ацилирование и т.д.*); символ механизма реакции: S_R , A_E , S_E , A_N и т.д) и назовите продукты или укажите их класс (4 балла).

в) Для реакции г) предложите схему механизма (2 балла).

8. 2 балла

Назовите стереоизомер, используя *D,L*- и *R,S*-номенклатуры:



Заведующий кафедрой Кафедра химии ИФМХ Негребецкий В. В.

2 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

Экзамен состоит из ответа на опрос комбинированный. Опрос комбинированный включает материал всех модулей дисциплины.

Содержание тем опроса комбинированного

Задание 1 (6 баллов) – содержит расчетные задачи и вопросы по одной из следующих тем:

осмос, термодинамика, кинетика, химическое равновесие, равновесия в растворах комплексных соединений и гетерогенные равновесия, электродные потенциалы.

Тема. Осмос

Примеры типовых заданий

В 200 мл раствора содержится 0,02 моль рибозы ($C_5H_{10}O_5$) и 0,01 моль KCl.

- а) Рассчитайте молярные концентрации веществ и осмолярность раствора.
- б) Рассчитайте осмотическое давление раствора при 25 °С.
- в) Каким по отношению к 0,05М раствору Na_2SO_4 будет этот раствор (гипо-, гипер- или изотоническим)?
- г) При какой молярной концентрации раствор NaCl будет изотоничен этому раствору?
- д) какое явление будет происходить, если в исходный раствор поместить эритроциты (осмотическое давление плазмы крови составляет 740-780кПа)?

Тема. Химическая термодинамика

Примеры типовых заданий

Пример 1

Для реакции брожения глюкозы: $C_6H_{12}O_6$ (тв) $\rightarrow$ $2C_2H_5OH$ (ж) + $2CO_2$ (газ)

$\Delta_{обр} H_{298}^0$ (кДж/моль)	-1260	-278	-393,5
-------------------------------------	-------	------	--------

DG_{298}^0 (кДж/моль)	-919	-175	-394,4
-------------------------	------	------	--------

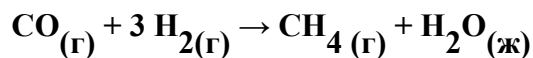
- а) Рассчитайте ΔH_{298}^0 реакции (кДж).
- б) Какое количество (или масса) глюкозы вступило в реакцию, если выделилось 249 кДж тепла?
- в) Напишите термохимическое уравнения реакции, соответствующей величине $\Delta_{обр} H_{298}^0$ $C_6H_{12}O_6$ (тв).
- г) Не производя вычислений, оцените знак изменения энтропии для этого процесса. Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции и при каких температурах (высоких, низких, любых)? Ответ поясните.

д) Для этой реакции $D_{p-ции} S^0 = 299,2$ Дж/К. Рассчитайте DG^0_{298} реакции (кДж). Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции в стандартных условиях? Способствуют ли энтальпийный и энтропийный факторы самопроизвольному протеканию данной реакции?

е) Установите путем расчета DG^0_{298} возможность её самопроизвольного протекания в стандартных условиях.

Пример 2

Для реакции:



$$\Delta_{\text{обр}} H^0_{298} (\text{кДж/моль}) \quad -110 \quad \quad -75 \quad \quad -286$$

а) Рассчитайте стандартную энтальпию реакции;

б) Не производя вычислений, оцените знак изменения энтропии для этого процесса. Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции и при каких температурах (высоких, низких, любых)? Ответ поясните.

в) Какое количество теплоты выделится или поглотится, если в ходе реакции образуется 4,5 г воды?

г) Для этой реакции, протекающей в стандартных условиях, найдено, что $\Delta H^0/T = \Delta S^0$. Какой процесс (прямая или обратная реакция, равновесие) наблюдается в этом случае? Ответ поясните.

Тема. Химическое равновесие

Примеры типовых заданий

Пример 1

В системе $2 \text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(г)}$ равновесные концентрации веществ (в моль/л) составляют $[\text{NO}] = 0,2$, $[\text{O}_2] = 0,3$ и $[\text{NO}_2] = 0,4$ моль/л, исходная концентрация NO_2 равна 0.

а) Запишите выражение K_c . От каких факторов зависит K_c

б) Вычислите K_c . Какие вещества (продукты или реагенты) преобладают в равновесии?

в) Рассчитайте значение DG^0_{298} для этой реакции.

г) Вычислите исходные концентрации NO и кислорода.

д) Как повлияют на состояние равновесия и на величину константы равновесия: уменьшение концентрации NO; уменьшение давления; понижение температуры (прямая реакция экзотермическая).

Пример 2

В системе: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ реакционная смесь имеет следующий состав (моль/л): $c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 2,0$, $c(\text{H}_2\text{O}) = 2,0$, $c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,2$, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5$.

а) Определите направление самопроизвольного процесса, если

$$K_c = 4 \text{ (при } 25^\circ\text{C)}$$

б) Для этой реакции $DN > 0$. Как изменится величина константы равновесия с повышением температуры?

в) С повышением температуры K_c данного процесса уменьшится. Каков знак DN реакции?

г) Рассчитайте значение DG_{298}^0 для этой реакции, если $K_c = 4$ (при 25°C).

Тема. Химическая кинетика

Примеры типовых заданий

Пример 1

Реакция между веществами А и В выражается уравнением:



а) Запишите кинетическое уравнение этой реакции, если она имеет второй порядок по веществу А и нулевой порядок по веществу В.

б) Рассчитайте начальную скорость реакции, если концентрации веществ А и В соответственно равны (моль/л): 2 и 2,5. Константа скорости реакции равна 0,6 л/моль·с.

в) Рассчитайте скорость реакции в момент, когда прореагирует 50% вещества А.

- г) Что такое энергия активации E_a ? Как повлияет на скорость и энергию активации E_a данной реакции добавление катализатора? Изобразите энергетическую диаграмму.
- д) Как повлияют на скорость и энергию активации E_a данной реакции уменьшение концентрации вещества В в 4 раза?
- е) Как повлияют на скорость и энергию активации E_a данной реакции увеличение температуры на 20^0 (температурный коэффициент равен 3)

Пример 2

Выведение лекарственного препарата из организма больного подчиняется кинетическому уравнению реакции первого порядка.

- а) Запишите кинетическое уравнение этой реакции, нарисуйте график зависимости c/t , V/c .
- б) Определите период полувыведения лекарственного препарата, если константа выведения $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.
- в) Сколько процентов лекарственного препарата останется в организме больного через 12 часов, если $t_{1/2} = 4$ часа.
- г) Определите время, за которое из организма выведется 87,5% лекарственного препарата, если $t_{1/2} = 4$ часа.

(аналогичные задания для других реакций 1 порядка: разложения лекарственного препарата, распад изотопов и д.р.)

- д) Для реакции 1 порядка: период полупревращения $t_{1/2} = 40$ минут. Рассчитайте константу скорости реакции и скорость реакции при концентрации реагирующего вещества 0,01 моль/л.

Тема. Комплексные соединения

Примеры типовых заданий

Пример 1

Для комплексного соединения $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$, $K_{\text{уст}} = 1,12 \cdot 10^7$.

а) Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, центральный атом-комплексообразователь, лиганды; напишите уравнения его первичной и вторичной диссоциации.

б) Напишите выражение для $K_{\text{уст}}$.

в) Рассчитайте концентрацию иона-комплексообразователя, после добавления к 1 л 0,1 М раствора этой соли 0,1 моль аммиака.

г) Как повлияют на концентрацию ионов Ag^+ и значение $K_{\text{уст}}$ добавление к раствору этого комплексного соединения растворов NaNO_3 , HNO_3 , NH_3 ?

Пример 2

Для комплексных соединений $[\text{Zn}(\text{gly})_2]$ и $[\text{Cu}(\text{gly})_2]$ ($\text{gly} = \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$) $K_{\text{уст}}$ соответственно равны $9,12 \cdot 10^9$ и $3,47 \cdot 10^{15}$.

а) Напишите уравнения диссоциации комплексов и выражения $K_{\text{уст}}$.

б) Укажите ионы-комплексообразователи, их степени окисления, координационное число, лиганды и их дентатность.

в) В каком их 0,05 М растворов комплексных соединений концентрация ионов-комплексообразователей меньше и во сколько раз? Какой комплекс более устойчив?

Тема. Гетерогенные равновесия

Пример 1

Для малорастворимого электролита BaCrO_4 ($K_{\text{ПР}} = 1 \cdot 10^{-10}$).

а) Напишите уравнение гетерогенного равновесия и выражение $K_{\text{ПР}}$.

б) Рассчитайте молярную растворимость (моль/л) этой соли в воде.

в) Рассчитайте растворимость этой соли в 0,01М растворе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

г) Выпадет ли осадок BaCrO_4 , если к 1 л раствора, содержащему $5 \cdot 10^{-4}$ моль ионов Ba^{2+} добавить равный объем $8 \cdot 10^{-3}$ М раствора Na_2CrO_4 ? Вывод сделайте на основании расчета Π_c .

д) Как повлияет на гетерогенное равновесие, молярную растворимость и $K_{\text{ПР}}$ данного электролита добавление к этой равновесной системе воды (или фосфата натрия, или хлорида бария и т.д.)?

Пример 2

Для малорастворимого электролита CuCrO_4 ($K_{\text{ПР}} = 4 \cdot 10^{-6}$).

а) Напишите уравнение гетерогенного равновесия и выражение $K_{\text{ПР}}$.

б) Рассчитайте концентрацию ионов CrO_4^{2-} в его насыщенном растворе.

в) Рассчитайте, при какой концентрации ионов Ca^{2+} из этого раствора будет выпадать осадок CaCrO_4 ($K_{\text{ПР}} = 7 \cdot 10^{-4}$).

Тема. Окислительно-восстановительные процессы

Примеры типовых заданий

Пример 1

1. Для системы $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$, $E^0(\text{H}_2\text{O}_2/2\text{OH}^-) = +0,88$ В.

а) Запишите уравнение Нернста-Петерса. Как изменится потенциал этой системы при уменьшении концентрации перекиси?

б) Рассчитайте потенциал этой системы при 298 К, pH = 10 и $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,01$ моль/л.

в) Определите возможность самопроизвольного протекания реакции $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH}$ в указанном направлении в стандартных условиях, если $E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,536$ В. Ответ подтвердите расчётом ЭДС.

Пример 2

Для реакции: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$E^0(\text{MnO}_2, 4\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}) = +1,23 \text{ В}; E^0(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) = +1,36 \text{ В}.$$

а) Рассчитайте ЭДС реакции, ΔG^0 и определите возможность ее самопроизвольного протекания в указанном направлении в стандартных условиях.

б) Запишите уравнение Нернста-Петерса для системы $(\text{MnO}_2, 4\text{H}^+/\text{Mn}^{2+})$.

в) Как будет изменяться потенциал этой системы при: а) увеличении концентрации ионов H^+ , б) добавлении MnCl_2 , в) повышении температуры?

Пример 3

Для системы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

$$E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, 14\text{H}^+/2\text{Cr}^{3+}) = +1,33 \text{ В}.$$

а) Запишите уравнение Нернста-Петерса.

б) Рассчитайте потенциал этой системы при 298 К при $\text{pH} = 1$, $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0,01$ моль/л и $c(\text{Cr}^{3+}) = 0,1$ моль/л.

в) Определите возможность самопроизвольного протекания реакции $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HBr} \rightarrow 3\text{Br}_2 + 2\text{CrBr}_3 + 2\text{KBr} + 7\text{H}_2\text{O}$ в указанном направлении в стандартных условиях, если

$$E^0(\text{Br}_2/2\text{Br}^-) = +1,065 \text{ В}. \text{ Ответ подтвердите расчётом ЭДС.}$$

Задание 2 (6 баллов) – содержит задачу на расчет pH (в растворе электролита или в буферном растворе) и вопросы (задания) по соответствующей теме

Тема. Кислотно-основные равновесия

Примеры типовых заданий

Дан водный раствор электролита (слабой кислоты, слабого основания, средней соли, кислой соли), его молярная концентрация и значение соответствующего pK .

№	электролит	№	электролит	№	электролит	№	электролит
1	HCOOH	13	K_3PO_4	25	$(CH_3)_3N$	37	NH_4NO_2
2	NH_3	14	$NaHCO_3$	26	$ClCH_2COOH$	38	KF
3	HNO_2	15	$[CH_3NH_3]Cl$	27	NH_3	39	Na_2CO_3
4	CH_3NH_2	16	NaH_2PO_4	28	$H_2C_2O_4$	40	KCN
5	H_2SO_3	17	$NaNO_2$	29	$C_2H_5NH_2$	41	Na_2HPO_4
6	$C_2H_5NH_2$	18	NH_4Br	30	C_2H_5COOH	42	NH_4F
7	HF	19	CH_3COONa	31	CH_3NH_2	43	$HCOONH_4$
8	$(CH_3)_2NH$	20	KHS	32	H_2CO_3	44	HCOONa
9	H_2S	21	C_6H_5COONa	33	$C_6H_5NH_2$	45	HCN
10	$C_6H_5NH_2$	22	$NaHSO_3$	34	C_6H_5COOH	46	K_2S
11	CH_3COOH	23	$Na_2C_2O_4$	35	C_6H_5OH		
12	H_3PO_4	24	$[CH_3NH_3]Cl$	36	$NaHC_2O_4$		

б) Приведите выражения для соответствующих констант равновесий.

- в) Предложите формулы для расчетов рН и рассчитайте соответствующие значения рН водных растворов данных электролитов

Тема. Буферные растворы

Примеры типовых заданий

Пример 1

Карбонатный буфер получен смешиванием 40 мл 0,1 М раствора Na_2CO_3 и 20 мл 0,1 М раствора NaHCO_3 .

- а) Рассчитайте рН этого буферного раствора (для H_2CO_3 $pK_{a1} = 6,36$; $pK_{a2} = 10,33$).
- б) Рассчитайте рН этого раствора после добавления к нему 10 мл 0,1 М раствора HCl .
- в) Напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении сильной кислоты.
- г) Рассчитайте буферную емкость по кислоте для данного буфера.

Пример 2

Для гидрофосфатного буфера, состоящего из K_2HPO_4 и KH_2PO_4 , $pH=7,8$

- а) рассчитайте, в каком объемном соотношении необходимо смешать 0,4 М растворы компонентов, чтобы приготовить буферный раствор (для H_3PO_4 $pK_{a1} = 2,12$; $pK_{a2} = 7,2$; $pK_{a3} = 12,44$),
- б) рассчитайте рН после добавления к 1 л этого буфера 0,02 моль NaOH ,
- в) напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении щелочи.

Пример 3

Для гидрокарбонатного буфера:

- а) Определите состав и соотношение компонентов при $pH = 7$ (для H_2CO_3 $pK_{a1} = 6,36$; $pK_{a2} = 10,33$).

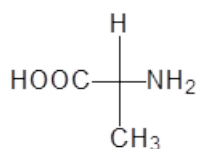
- б) Рассчитайте, какое количество щелочи может поглотить 1 л такого буфера, чтобы его значение рН увеличилось до 7,2, если его буферная емкость по щелочи составляет 5 ммоль/л.
- в) Напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении щелочи.

Задание 3 (2 балла) – содержит вопрос по теме «Стереоизомерия органических соединений»

Определить конфигурацию асимметрического центра в молекуле (*D* или *L*; *R* или *S*)

Пример типового задания

Определите, какой (*R*- или *S*-) изомер изображен ниже:



Задание 4 (8 баллов) – содержит вопросы (задания) на одну из следующих тем:

Тема. Строение моносахаридов, ди- и полисахаридов

Примеры типовых заданий

- а) Изобразите схему цикло-оксо-таутомерии моносахарида или его производного (две циклические и нециклическая формы). Укажите гликозидную гидроксигруппу. Напишите формулу эпимера этого моносахарида (по C-2, C-3, C-4).

Пример

Изобразите схему образования *α*- и *β*-аномеров 2-амино-2-дезоксид-*D*-глюкопираноз в процессе цикло-оксо-таутомерии. Укажите гликозидную гидроксильную группу. Напишите формулу эпимера этого моносахарида по C-4.

- б) Изобразите формулу дисахарида: мальтозы, изомальтозы, целлобиозы, лактозы, или сахарозы; укажите и назовите гликозидные связи; определите, восстанавливающий это дисахарид или нет, способен к цикло-оксо-таутомерии или нет

Пример

Изобразите формулу мальтозы.

Назовите моносахаридные фрагменты, укажите и назовите тип связи между ними.

К какому типу дисахаридов относится мальтоза (восстанавливающий, невосстанавливающий)?
Ответ поясните.

в) Изобразите строение фрагмента полисахарида: целлюлозы, амилозы, амилопектина или гликогена; укажите и назовите гликозидные связи. Какие дисахариды могут образоваться при неполном гидролизе этого полисахарида? Назовите их.

Пример

Нарисуйте фрагмент гликогена. Назовите моносахаридные фрагменты, укажите гликозидные связи и назовите их. К какому типу полисахаридов относится гликоген (линейный, разветвленный, гомо- или гетерополисахарид)? Какие дисахариды могут образоваться при неполном гидролизе этого полисахарида? Назовите их.

Тема. Гетероциклические соединения, нуклеотиды.

Напишите структурную формулу заданного нуклеотида. Укажите *N*-гликозидную, сложноэфирные и, если они имеются, макроэргические связи.

Пример

Напишите структурную формулу гуанозин-2',3'-дифосфата. Укажите *N*- гликозидную и сложноэфирные связи.

Напишите уравнение реакции полного гидролиза данного нуклеотида. Назовите полученные продукты.

Задание 5 (8 баллов) – содержит вопросы (задания) по теме «Липиды»

Примеры типовых заданий

Изобразите формулу липида, при гидролизе которого образуются следующие соединения. К каким классам и группам липидов его можно отнести? Укажите и назовите связи, разрывающиеся при его гидролизе. Изобразите конфигурацию ненасыщенной высшей жирной карбоновой кислоты и назовите ее по ω -номенклатуре. Напишите уравнение гидролиза данного липида в кислой, щелочной или нейтральной среде.

Пример 1

Изобразите формулу липида, при гидролизе которого образуются *D*-галактоза, сфингозин и олеиновая кислота. Укажите и назовите связи, разрывающиеся при его гидролизе. К каким классам и группам липидов относится это соединение? Изобразите конфигурацию олеиновой кислоты и назовите ее по ω -номенклатуре.

Пример 2

Изобразите формулу липида, при гидролизе которого образуются холин, сфингозин, фосфорная и линоленовая кислоты. Укажите и назовите связи, разрывающиеся при его гидролизе. К каким классам и группам липидов относится это соединение? Напишите уравнение гидролиза данного липида в щелочной среде.

Задание 6 (8 баллов) – содержит вопросы по теме «Аминокислоты, пептиды».

Примеры типовых заданий

Напишите формулу трипептида; укажите пептидные связи; N- и C-конец пептида. Напишите уравнение реакции гидролиза этого пептида в кислой или щелочной средах при нагревании; под действием соответствующих пептидаз (pH≈7).

Пример

Напишите формулу трипептида Arg-Tyr-Ala, укажите пептидные связи, N- и C-конец пептида. Напишите уравнение реакции гидролиза этого пептида в щелочной среде при нагревании.

Задание 7 (7 баллов) – содержит задачи и вопросы по одной из следующих тем раздела «Химия наносистем»

Тема. Поверхностное натяжение и адсорбция

включает задачи на расчет поверхностной активности, на расчет адсорбции разных видов (г/тв, г/ж); задания на сравнение поверхностной активности гомологов ПАВ, задания графически изобразить изотермы поверхностного натяжения для ПАВ, ПИВ, ПНВ; задания графически изобразить изотермы адсорбции; вопросы на применение правил Дюкло-Траубе и Фаянса – Панета.

Примеры типовых заданий

Пример 1

Определите массу активированного угля, которая потребуется для снижения концентрации пропионовой кислоты в 500 мл раствора с 0.4 до 0.1 моль/л, если величина адсорбции равна 0.03 моль/г.

Какой вид адсорбции имеет место в этом случае? Графически изобразите изотерму адсорбции.

Пример 2

Бутанамин-1 в водном растворе имеет поверхностную активность равную $0,99 \times 10^{-3}$ Дж $\times$ м $\times$ моль $^{-1}$. Какова структурная формула его гомолога, если его поверхностная активность составляет $32,58 \times 10^{-3}$ Дж $\times$ м $\times$ моль $^{-1}$?

Как определяют поверхностную активность? Покажите графически на примере изотерм поверхностного натяжения данных гомологов.

Пример 3

В каком объеме воздуха можно снизить концентрацию аммиака с 0,005 моль/л до 0,001 моль/л, используя 10 г адсорбента, если величина адсорбции при равновесной концентрации 0,001 моль/л равна 0,02 моль/г?

Перечислите факторы, влияющие на процесс адсорбции. Графически изобразите изотерму адсорбции.

Тема. Ультрамикрогетерогенные системы

содержит задания на строение мицелл золей, коагуляцию золей; расчетные задачи на $C_{\text{пор}}$ (порог коагуляции), а также вопросы на правило Шульца-Гарди, индифферентные и неиндифферентные электролиты.

Примеры типовых заданий

Пример 1

II. При смешивании растворов электролитов AgNO_3 и KI был получен золь, в мицеллах которого ионы калия являются противоионами.

а) Изобразите строение мицеллы этого золя. Укажите знаки φ - и ζ -потенциалов.

б) Сравните пороги коагуляции ($<$, $\approx$, $>$) электролитов KNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и CH_3COONa для этого золя. Укажите ионы, вызывающие коагуляцию. Дайте пояснения.

Пример 2

При смешивании растворов электролитов CaCl_2 и $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ был получен золь, в мицеллах которого потенциалопределяющими ионами являются оксалат-анионы.

а) Какой электролит был взят в избытке при получении золя? Изобразите строение мицеллы золя. Укажите, где формируются φ - и ζ -потенциалы и каковы их знаки.

б) Коагуляция этого золя была вызвана добавлением электролита NaBr . Укажите ионы, вызывающие коагуляцию. Коротко опишите механизм действия этого электролита. Каким по

отношению к данному золю является этот электролит (индифферентным или неиндифферентным)? Дайте пояснения.

Тема. Коллоидные ПАВ, эмульсии, пены

содержит задания на строение мицелл коллоидных ПАВ (изобразить прямую или обратную мицеллу коллоидного ПАВ); вопросы на ККМ, солюбилизацию различных веществ в мицеллах коллоидных ПАВ (изобразить включение в мицеллу коллоидного ПАВ различных веществ); задания на строение частиц эмульсии (прямых или обратных) и вопросы о стабилизации эмульсий (об эмульгаторах и числах ГЛБ); вопросы о пенах, их стабилизации и устойчивости.

Примеры типовых заданий

Пример 1

Изобразите прямую мицеллу стеарата калия. Какие из следующих веществ могут солюбилизироваться в этой водной мицеллярной системе: масло, сахароза, сульфат магния, жирорастворимый витамин А? Нарисуйте схему включения одного из этих веществ в данную мицеллу коллоидного ПАВ. Дайте пояснения.

Пример 2

Какие из следующих веществ являются эмульгаторами в системе масло — вода: хлорид кальция, стеарат калия, глюкоза, желчь, олеат магния, белок казеин. Какие эмульгаторы из вышеперечисленных используются для стабилизации прямых эмульсий? Ответ поясните. Схематично изобразите строение частиц таких эмульсий.

Пример 3

В каких случаях в качестве лекарственной формы препаратов в медицине используются обратные эмульсии? Схематично изобразите строение частиц таких эмульсий. Приведите значения величин ГЛБ эмульгаторов, которые используются при этом. Коротко объясните смысл этой числовой характеристики.

Тема. Биополимеры, набухание и растворение. Нарушение устойчивости растворов ВМС.

содержит задания на структуры белка и виды взаимодействий, стабилизирующих третичную и четвертичную структуру белка; вопросы об аминокислотном составе белка; вопросы о заряде и электрофоретической подвижности белков; вопросы о набухании ВМС (стадии набухания, ограниченное и неограниченное набухание, антагонистическое набухание); задачи на вычисление степени набухания ВМС; задания на зависимость степени набухания от различных факторов (рН, температуры, добавления различных веществ); вопросы о высаливании, коацервации, денатурации, желатинировании (застудневании); задания графически изобразить зависимость набухания, высаливания, желатинирования белка от рН.

Примеры типовых заданий

Пример 1

Схематично изобразите третичную структуру белка. Какие связи принимают участие в ее формировании? Приведите примеры.

Какие явления будут происходить при добавлении к раствору белка:

- а) сульфата меди;
- б) насыщенного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$?

Поясните свой ответ и дайте определения данных явлений.

Пример 2

Раствор, содержащий белки с $pI_1 = 6.4$, $pI_2 = 4.15$, $pI_3 = 8.2$ и $pI_4 = 10.7$, подвергли электрофорезу в растворе с $pH = 7.4$. Какие белки при этом будут перемещаться к катоду?

- а) Какой из приведенных белков будет двигаться к катоду быстрее, если радиусы гидратированных ионов у белков приблизительно одинаковые?
- б) Что можно сказать об аминокислотном составе каждого из приведенных белков? Фрагменты каких аминокислот (кислых или основных) преобладают в составе их макромолекул?

Пример 3

Исследовался процесс набухания белка в воде и в растворе сульфата натрия.

- а) Рассчитайте степень набухания белка, если за 1.5 часа 2 г белка поглощают 5 мл 10%-ного раствора Na_2SO_4 ($\rho = 1,1$ г/мл). Соотнесите ее со степенью набухания того же белка в воде при тех же условиях ($<$, $\approx$, $>$). Дайте пояснения.
- б) Графически изобразите зависимость эффективности высаливания данного белка от pH и набухания данного белка от pH , если его $pI = 6.9$.

Пример 4

Какие факторы способствуют застудневанию раствора белка:

- уменьшение концентрации белка в растворе;
- повышение концентрации белка в растворе;

- повышение температуры;
- понижение температуры?

Дайте объяснение с точки зрения механизма застудневания.

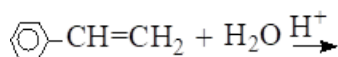
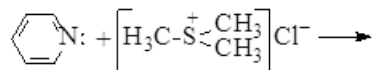
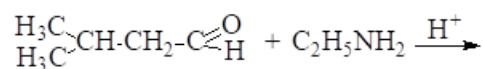
б) При каком значении pH раствора: 4.8 или 7.4, раствор желатина ($pI = 4.7$) будет застудневать быстрее при прочих одинаковых условиях? Почему? Графически изобразите зависимость эффективности застудневания данного белка от pH.

Задание 8 (15 баллов) содержит задание написать 6 уравнений реакций и назвать конечные продукты реакции (или классы соединений)

1 реакция - одна из реакций, изучаемых в 3 модуле:

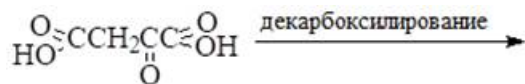
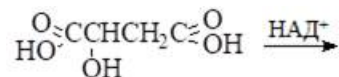
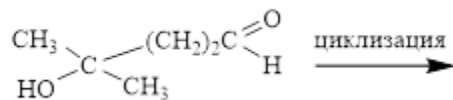
реакция S_R , A_E , S_E , S_N (для атома C в Sp^3 -гибридизации); E , A_N , S_N (для карбонильных соединений и их производных)

Примеры реакций



2 реакция - реакция гетеро- или полифункционального соединения (в том числе окислительно-восстановительная реакция)

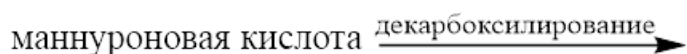
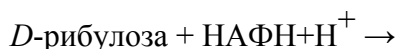
Примеры реакций



3 реакция – реакция, характеризующая свойства моносахаридов и их производных: реакция окисления, восстановления, ацилирования, алкилирования, фосфорилирования, декарбоксилирования уроновых кислот, образования и гидролиза гликозидов, гидролиза фосфатов моносахаридов, реакции взаимного превращения альдоз и кетоз через ендиольную форму

Примеры реакций

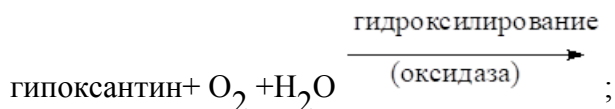
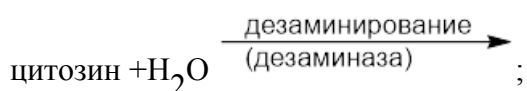
Изобразите схему изомерных превращений *D*маннозы через образование ендиольной формы;



4 реакция – реакция, характеризующая свойства нуклеиновых оснований и гидроксипуринов: таутомерные превращения нуклеиновых оснований и гидроксипуринов, дезаминирование аденина, гуанина и цитозина (азотистой кислотой или гидролитического дезаминирования), гидроксилирование гидроксипуринов

Примеры реакций:

изобразите таутомерные формы аденина (не менее трех форм);



5 реакция - реакция, характеризующая свойства высших жирных кислот (ВЖК), входящих в состав липидов: этерификации, пероксидного окисления и гидрирования ненасыщенной ВЖК, а также реакции, происходящие при β -окислении насыщенной ВЖК (реакции окисления ВЖК и β -гидрокси-ВЖК, расщепления β -кето-ВЖК), реакции образования воска или *L*-фосфатидовой кислоты.

Примеры реакций:

пальмитолеиновая кислота $\xrightarrow[\text{пероксидное окисление}]{\text{O}_2/\text{OH}^\cdot}$ (один из возможных гидропероксидов)

линолевая кислота $\xrightarrow{\text{гидрирование}}$;

β -гидроксистеаронил-CoA $\xrightarrow[-\text{НАДН}+\text{H}^+]{\text{НАД}^+}$ А $\xrightarrow[\text{альдольное расщепление}]{\text{HSCoA}}$ В + С

6 реакция - реакция, характеризующая свойства α -аминокислот: реакция декарбоксилирования, трансаминирования, элиминирования, окислительного и неокислительного дезаминирования, алифатического гидроксирования Pro и Lys, ароматического гидроксирования Phe, этерификации, алкилирования, ацилирования, хелатообразования, взаимодействия с альдегидами, окисления НАД⁺ или ФАД, окисления цистеина, альдольного расщепления, гидролиза Arg, Asn, Gln.

Примеры реакций

Met + щавелевоуксусная кислота $\xrightarrow{\text{трансаминирование}}$;

His $\xrightarrow[\text{(элиминирование)}]{\text{неокислительное дезаминирование}}$

Ile + C₂H₅OH + HCl $\longrightarrow$;

Cys $\xrightarrow{\text{элиминирование}}$

Экзаменационный билет для проведения экзамена

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра химии ИФМХ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине Б.1.О.32 «Общая и биоорганическая химия»

по программе специалитета

по специальности

«31.05.02 Педиатрия»

направленность (профиль)

«Педиатрия»

I. 6 баллов:

В 200 мл раствора содержится 0,02 моль рибозы и 0,01 моль KCl.

- а) Рассчитайте осмолярность и осмотическое давление этого раствора при 25 °С (4 балла)
- б) Что будет происходить с эритроцитами, помещенными в этот раствор? (осмотическое давление крови составляет 740-780кПа). Ответ поясните (2 балла)

II. 6 баллов:

1л буферного раствора содержит 0,02 моль Na_3PO_4 и 0,02 моль Na_2HPO_4 (для H_3PO_4 $pK_{a1} = 2,12$; $pK_{a2} = 7,20$; $pK_{a3} = 12,44$).

- а) Рассчитайте pH данного буферного раствора. (4 балла)
- б) Напишите ионное уравнение реакции, отражающее механизм буферного действия этой системы при добавлении щелочи (2 балла)

или альтернативное задание:

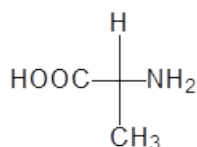
II. 6 баллов:

Дан водный раствор электролита Na_3PO_4 .

- а) напишите уравнение протолитического равновесия, укажите кислотно-основные сопряженные пары (2 балла)
- б) рассчитайте значение pH 0,025 М раствора Na_3PO_4 (для H_3PO_4 $pK_{a1} = 2,12$; $pK_{a2} = 7,2$; $pK_{a3} = 12,44$) (4 балла)

III. 2 балла

Определите, какой (R- или S-) изомер изображен ниже:



IV. 8 баллов:

- а) Напишите структурную формулу аденозин-5'-трифосфата (АТФ) (4 балла)
- б) Укажите N-гликозидную, сложноэфирную и макроэргические связи (1 балл)
- в) Напишите уравнение реакции полного гидролиза данного нуклеотида и назовите образующиеся продукты (3 балла)

V. 8 баллов:

- а) Изобразите формулу липида, в составе которого фрагменты глицерина, коламина, фосфорной, пальмитолеиновой и линоленовой кислот (4 балла)
- б) укажите и назовите связи, разрывающиеся при его гидролизе (1 балл)
- в) К каким классам и группам липидов можно отнести это вещество? (1 балл)
- г) Изобразите конфигурацию линоленовой кислоты и назовите ее по ω -номенклатуре (2 балла)

VI. 8 баллов:

- а) Напишите формулу трипептида Gln-Cys-Phe (4 балла)
- б) Укажите пептидные связи; N- и C-конец пептида (1 балл)
- в) Напишите уравнение реакции гидролиза этого пептида под действием соответствующих пептидаз (pH $\approx$ 7) (3 балла)

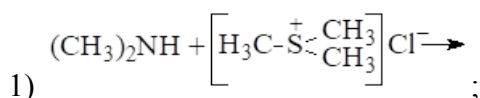
VII. 7 баллов:

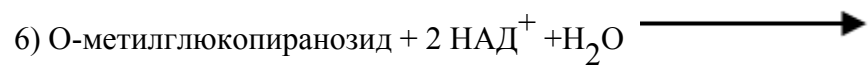
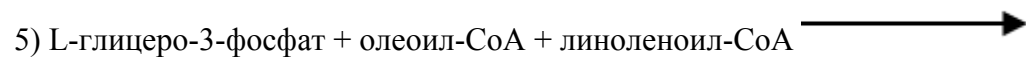
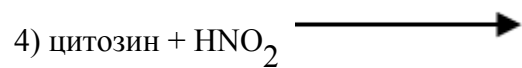
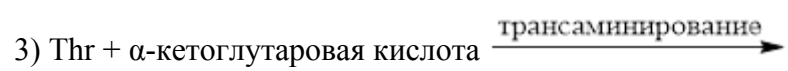
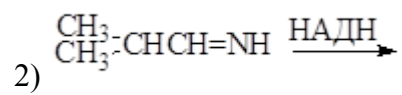
При смешивании растворов электролитов AgNO_3 и KI был получен золь, в мицеллах которого ионы калия являются противоионами.

- а) Изобразите строение мицеллы этого золя. Укажите знаки ϕ - и ζ -потенциалов (4 балла)
- б) Сравните пороги коагуляции (<, $\approx$, >) электролитов KNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и CH_3COONa для этого золя. Дайте пояснения (2 балла)
- в) Укажите ионы, вызывающие коагуляцию (1 балл)

VIII. 15 баллов:

- а) Допишите уравнения реакций (12 баллов)
- б) назовите образующиеся продукты (или классы соединений) (3 балла):





Заведующий кафедрой Кафедра химии ИФМХ Негребецкий В. В.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

1. Иметь доступ к сети "Интернет".
2. Иметь тетрадь для записи конспектов.
3. Ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой данной лекции.
4. Записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

1. Прослушать лекцию, записанную в личном кабинете студента, и законспектировать ее.
2. Ознакомиться с теоретическим материалом, изложенным в учебниках, методических пособиях и в личном кабинете студента; при необходимости кратко законспектировать его.
3. Выполнить письменно домашнее задания для подготовки к занятию (решить задачи, ответить на теоретические вопросы, написать реакции).
4. Выучить основные законы и формулы, по которым предлагаются расчетные задачи.
5. Выучить структурные формулы и названия органических соединений и биомолекул (обычно в домашнем задании указано, какие именно)
6. Ознакомиться и оформить лабораторную работу по теме занятия.
7. Ознакомиться с тестовыми занятиями по изучаемой теме в личном кабинете студента, пройти самоконтрольное тестирование.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

1. Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по темам и (или) разделам дисциплины, включенным в данный рубежный контроль.
2. Ознакомиться с примером билета в личном кабинете студента.
3. Проработать (или повторить) задания (расчетные задачи, реакции, структуры веществ), которые давались на каждом занятии и опубликованы в «Сборнике методических материалов» и выложены в личном кабинете студента.

Методические указания для подготовки к зачету

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета.
2. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
3. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины.
4. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам; проработать (или повторить) задания (расчетные задачи, реакции, структуры веществ), которые

давались на каждом занятии и опубликованы в «Сборнике методических материалов» и выложены в личном кабинете студента.

Методические указания для подготовки к экзамену

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме экзамена.
2. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения.
3. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины.
4. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, по записям семинарских занятий, а также электронным образовательным ресурсам.
5. Проработать (или повторить) задания: расчетные задачи I, II, VI модулей, уравнения реакций III, IV, V модулей. Данные задания прорабатывались на семинарских занятиях, приведены в «Сборнике методических материалов» и выложены в личном кабинете студента.
6. Выучить структурные формулы и названия биомолекул.
7. Повторить схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование; подготовки ответов на вопросы;
- решения задач, выполнения письменных заданий и упражнений, написания структурных формул органических соединений и уравнений химических реакций.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Курс коллоидной химии для медицинских вузов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 060108 (040500) - 'Фармация', Сергеев В. Н., 2008	Коллоидные системы в биологии и медицине	1345	
2	Курс коллоидной химии для медицинских вузов: [учебное пособие для вузов], Сергеев В. Н., 2012	Коллоидные системы в биологии и медицине	1272	
3	Общая химия: учебник, Попков В. А., Пузаков А. С., 2010	Основы физической химии в применении к физиологическим процессам Равновесия в жидких средах организма		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970415702.html
4	Биоорганическая химия: учебник для медицинских вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2010	Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе Липиды, α-аминокислоты, пептиды, белки	1522	
5	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учебное пособие для вузов, Тюкавкина Н. А., 2009	Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе Липиды, α-	1522	

		аминокислоты, пептиды, белки		
6	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям, Тюкавкина Н. А., 2017	Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе Липиды, α -аминокислоты, пептиды, белки		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html
7	Биоорганическая химия: учебник, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э., 2023	Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе Липиды, α -аминокислоты, пептиды, белки		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html
8	Курс коллоидной химии для медицинских вузов: [учебное пособие для вузов], Сергеев В. Н., 2014	Коллоидные системы в биологии и медицине	188	
9	Биоорганическая химия: учебник для студентов вузов, Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., 2006	Поли- и гетерофункциональные соединения, углеводы, нуклеотиды и биополимеры на их основе Липиды, α -аминокислоты, пептиды, белки	118	
10	Биофизическая и бионеорганическая химия: [учебник для медицинских вузов], Ленский А. С., Белавин И. Ю., Быликин С. Ю., 2020	Основы физической химии в применении к физиологическим процессам Равновесия в жидких средах организма	502	
11	Общая химия: учебник для медицинских вузов,	Основы физической химии в применении к	1772	

	Попков В. А., Пузаков С. А., 2010	физиологическим процессам Равновесия в жидких средах организма		
12	Биофизическая и бионеорганическая химия: учебник для медицинских вузов, Ленский А. С., Белавин И. Ю., Быликин С. Ю., 2008	Основы физической химии в применении к физиологическим процессам Равновесия в жидких средах организма	1818	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. The Blue Book — официальное руководство IUPAC по номенклатуре <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/> (на английском языке)
2. Сайт кафедры химии ИФМХ: <http://www.rsmu.ru/> → структура → Институт фармации и медицинской химии → кафедра химии ИФМХ
3. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
4. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
5. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
6. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Стулья , Ноутбук , Доска меловая , Компьютеры для обучающихся , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Столы , Стаканы , Стеклянные палочки , Пипетки , Конические колбы , Бюретки , Вытяжной шкаф , Воронки , Набор индикаторов , Цилиндры , Груши , Экран для проектора , Шторы затемненные (для проектора) , Пробирки , Спиртовки , Держатели для пробирок , Ареометры , Мерные колбы , Термометр , Калориметр , Колбы , Плоскодонные колбы , Сталагмометры , Капилляры , Фильтровальная бумага , Фильтры , Капельницы
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

	Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

