

**Программа вступительного испытания по биологии и химии для поступающих в магистратуру по промышленной фармации на образовательную программу «Организация и регуляторное сопровождение фармацевтических исследований»**

**Общая и неорганическая химия**

Первый закон термодинамики, его формулировки. Внутренняя энергия системы, энтальпия, теплота, работа, вычисление их изменения в различных процессах. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. Закон Гесса (формулировки и математическое выражение) и следствия из него. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия, ее свойства, вычисление изменения энтропии для различных процессов. Энергия Гиббса как критерий самопроизвольного протекания процесса и термодинамической устойчивости химических соединений. Обратимые и необратимые по направлению химические реакции. Закон действующих масс. Скорость химической реакции. Константа скорости химической реакции, ее зависимость от температуры. Энергия активации. Константа равновесия и ее расчет по энергии Гиббса. Определение смещения химического равновесия при изменении условий на основе принципа Ле-Шателье.

Растворы, растворитель, растворенное вещество. Растворимость. Способы выражения концентрации растворов. Растворимость газов в жидкостях и её зависимость от парциального давления (закон Генри-Дальтона) и температуры. Гетерогенное равновесие в системе осадок – раствор. Произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость. Образование, свойства, условия получения кристаллических и аморфных осадков. Загрязнение осадков и пути его устранения. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Понятие о сильных и слабых электролитах. Константа ионизации. Закон разбавления Оствальда.

Ионизация воды. Ионное произведение воды. водородный показатель (рН). Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза.

Окислительно-восстановительные (ОВ) реакции. Электродный потенциал (стандартный, равновесный, формальный), факторы, влияющие на него. Константы равновесия и направление ОВ реакций.

Периодический закон Д.И.Менделеева и его трактовка на основании современной теории строения атома. Структура периодической системы. Периодический характер изменения свойств атомов элементов: радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность.

Химическая связь. Типы химической связи и ее характеристики: энергия, длина, направленность, полярность, кратность, свойства и механизмы образования химической связи. Метод валентных связей, гибридизация атомных орбиталей. Межмолекулярное взаимодействие и его природа. Биологическая роль водородной связи.

Общая характеристика s-элементов. Водород и его соединения. Общая характеристика элементов IA и IIA групп. Щелочные и щелочно-земельные металлы. Химические свойства, биологическая роль.

Общая характеристика p-элементов. Элементы IIIA – VIIA групп. Химическая активность и биологическая роль B и Al; C, Si, Sn, Pb; N, P, As, Sb, Bi; O, S, Se; F, Cl, Br, I и их соединений. Общая характеристика p-элементов VIII группы (благородные газы).

Общая характеристика d-элементов. Элементы IB, IIB, VIB – VIIIВ групп. Химическая активность и биологическая роль Cu, Ag, Au; Zn, Cd; Hg; Cr, Mo; Mn; Fe, Co, Ni и их соединений. Комплексные соединения. Химизм действия цинкосодержащих ферментов.

#### Рекомендуемая литература

1. Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С.Берлянд, А.З. Книжник. Общая химия (учебник для студентов медицинских специальностей высших учебных заведений). М.: Высшая школа, 2000.
2. Н.Л. Глинка. Общая химия. М.: Интеграл-пресс, 2002.

#### **Аналитическая химия**

Основные характеристики методов химического анализа. Понятие о систематических и случайных погрешностях химического анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представительная проба. Размер и способы отбора пробы. Подготовка пробы к анализу.

Кисотно-основное равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях. Основные положения кислотно-основных теорий Бренстеда-Лоури и Льюиса. Влияние природы растворителей на силу кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Буферные растворы и их свойства. Кислотно-основное титрование. Индикаторы. Определение кислот (индивидуальных и их смесей) и оснований (индивидуальных и их смесей).

Комплексные соединения. Равновесие комплексообразования и его количественные характеристики. Аналитически важные свойства КС. Применение комплексов в химическом анализе. Комплексометрическое титрование. Металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование.

ОВ-титрование. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Методы ОВ титрования: дихроматометрия, иодометрия, перманганатометрия.

Гравиметрический анализ: сущность, преимущества и недостатки метода.

Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Экстракция.

Хроматографические методы анализа. Классификации методов по разным принципам. Основные хроматографические параметры. Качественный и количественный анализ.

Газовая хроматография. Сорбенты и носители. Механизм разделения. Детекторы. Области применения.

Жидкостная хроматография (ЖХ). Виды ЖХ. Преимущества ВЖХ. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты ВЖХ. Подвижные и неподвижные фазы, принципы их выбора. Детекторы. Области применения.

Электрохимические методы анализа: общая характеристика, классификация. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Измерение потенциала. Классификация индикаторных электродов. Практическое применение ионометрии. Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование, вольтамперометрия, амперометрическое титрование.

Спектроскопические методы анализа. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением, характеру процесса, диапазону электромагнитного излучения.

Рекомендуемая литература

1. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования/[Т.А. Большова и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 384 с.
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования/[Н.В. Алов и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 3416 с.
3. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб. пособие/О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова; под ред. Т.Н. Шеховцовой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 112 с.
4. Моногарова О.В. Аналитическая химия. Качественный анализ: Учебное пособие/Под ред. Шеховцовой Т.Н. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 68 с.

## **Органическая химия**

Основные функциональные группы и классы органических соединений. Типы изомерии органических соединений. Понятие о конформациях на примере алканов. Геометрическая изомерия алкенов. Понятие об оптической активности и хиральности с одним асимметрическим атомом углерода. Понятие об энантиомерах и рацематах. R,S–Номенклатура. Соединения с двумя хиральными центрами. Понятие о диастереомерах.

Алканы. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Механизм цепной радикальной реакции. Крекинг.

Алкены. Методы синтеза алкенов. Гидрирование алкенов. Гидроборирование. Озонолиз алкенов. Окисление алкенов до диолов. Электрофильное присоединение к алкенам. Механизм реакции. Присоединение брома к алкенам. Гидрогалогенирование. Кислотно-катализируемая гидратация алкенов, гидроксимеркурирование. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харащу. Аллильное бромирование.

Алкины. Методы синтеза алкинов. С-Н-кислотность алкинов. Гидратация алкинов. Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в

терминальное положение. Диены. Методы получения диенов. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Реакция Дильса-Альдера.

Спирты, как слабые О-Н кислоты. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Пинакон-пинаколиновая перегруппировка. Простые эфиры. Методы синтеза.

Альдегиды и кетоны. Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Механизм. Восстановление карбонильных соединений. Окисление карбонильных соединений. 1,3-Дитианы. Синтез, СН-кислотность. Кето-енольная таутомерия кетонов, дикетонов и кетоэфиров. Реакции, протекающие через образование енольной формы. Галогенирование карбонильных соединений.

Карбоновые кислоты. Влияние заместителей на кислотность. Декарбоксилирование. Реакция галогенирования по  $\alpha$ -углеродному атому. Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды, ангидриды карбоновых кислот, сложные эфиры. Синтез и свойства. Синтез амидов карбоновых кислот. Нитрилы.

Строение бензола. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности (энергетический, структурный, магнитный). Признаки ароматичности (реакционная способность). Свойства алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах. Галогенирование толуола и его гомологов в боковую цепь. Окисление боковой цепи. Гидрирование.

Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильные агенты и механизм реакций нитрования, галогенирования, сульфирования, алкилирования и ацилирования аренов по Фриделю-Крафтсу. Ориентация электрофильного замещения. Побочные процессы в реакциях алкилирования. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.

Синтез алифатических нитросоединений. Синтез аминов. Свойства аминов. Основность. Защита аминогруппы. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой.

Диазо- и азо-соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Реакции диазосоединений с выделением азота.

Фенолы и хиноны. Методы синтеза фенолов. Свойства фенолов. Получение о- и п-бензохинонов.

Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах и конформации. Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Методы синтеза пятичленных гетероциклов. Электрофильное замещение. Кислотность пиррола. Индол. Синтез индолов по Фишеру.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, ароматичность, основность. Синтез пиридинов. Химические свойства пиридина. Основность. Реакции электрофильного замещения. Нуклеофильное замещение в пиридинах.

Аминокислоты. Конфигурация природных L-аминокислот. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Химические свойства групп COOH и NH<sub>2</sub>. Важнейшие способы синтеза аминокислот. Методы образования пептидной связи. Защитные группы для амино- и карбоксильных групп, активация карбоксильной группы, синтез пептидов на твёрдом носителе. Белки.

#### Рекомендуемая литература

1. Органическая химия: Учеб. для вузов: в 2 кн. / В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2002 – Кн. 1: Основной курс. – 640 с.
2. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. Т. 1-3 / В.Ф. Травень. – 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория знаний, 2016 – 368 с., 517 с., 388 с.
3. Задачи по органической химии: учебное пособие / В.Ф. Травень, А.Ю. Сухоруков, Н.А. Пожарская. – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 263 с.

#### **Анатомия и морфология растений**

Общий план и особенности строения растительной клетки. Деление растительной клетки. Роль митоза и мейоза в жизненном цикле растений. Тканевый уровень организации тела растений. Системы тканей. Характеристика и классификация тканей. Особенности строения в связи с выполняемыми функциями. Вегетативные органы растений. Общие закономерности строения органов. Анатомическое строение стебля. Первичное и вторичное строение стебля у однодольных и двудольных растений. Особенности анатомического строения стебля древесных растений.

Анатомия листа однодольных, двудольных и голосеменных растений. Анатомическое строение корня. Зональное строение корня. Первичное и вторичное строение корня однодольных и двудольных растений. Формирование боковых корней.

Корень и его функции. Типы корневых систем. Метаморфозы корней. Симбиозы корней и их значение. Микориза. Побег как основной орган высших растений. Морфология побега. Типы ветвления побега. Почка как зачаток побега. Строение почки, классификация. Строение зародыша и развитие проростка покрытосеменных растений. Стебель и его функции. Лист, его основные части и функции. Морфология листа. Простые и сложные листья. Листопад: механизм, значение.

Размножение растений. Органы полового и спорового размножения высших растений, их эволюция. Понятие разноспоровости. Жизненный цикл растений в контексте эволюции. Эволюция гаметофита и спорофита высших растений.

Морфология цветка, его биологическая роль в жизни растений. Андроцей, гинецей. Соцветие и его типы. Преимущества двойного оплодотворения покрытосеменных.

#### Рекомендуемая литература

1. Лотова Л.И. 2007. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. Учебник. Изд. 3-е, испр. М.: КомКнига. 512 с.
2. Ботаника: в 4 т. Т. 3. Высшие растения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.К. Тимонин. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 352 с.

#### **Биохимия и молекулярная биология**

Особенности живых систем. Метаболизм, катаболизм и анаболизм. Макроэнергетические соединения. Общая схема метаболических превращений в организме человека. Запасные вещества в организме человека.

Уровни структурной организации белковой молекулы. Общие представления. Аминокислоты. Формирование полипептидной цепочки и пептидная связь. Водородные связи и вторичная структура белка. Третичная структура белка. Гемоглобин как пример белка, обладающего четвертичной структурой. Связывание кислорода гемоглобином и миоглобином.

Свойства ферментов как катализаторов. Факторы, которыми обусловлены каталитические свойства ферментов. Термодинамика ферментативного

катализа. Стратегии и механизмы ферментативного катализа. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции. Способы регуляции активности ферментов. Принципы классификации и номенклатуры ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Основные кинетические параметры реакции, катализируемой ферментом – константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции. Ингибиторы ферментов, их классификация и примеры.

Общий путь катаболизма как общий механизм контролируемого "горения" субстрата. Углеводы: строение и основные представители. Гликолиз, последовательность реакций. Физиологическое значение и роль гликолиза в разных тканях. Пируватдегидрогеназный комплекс: строение и механизм функционирования. Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК): локализация в клетке, последовательность превращений. Преобразования энергии в ЦТК (окисление ацетил-КоА, образование восстановленных эквивалентов и макроэргических молекул).

Дыхательная цепь переноса электронов как заключительный этап катаболизма. Строение дыхательной цепи (ДЦ): комплексы в составе ДЦ, переносчики электронов в ДЦ. Принцип действия ДЦ. Превращения энергии в ходе функционирования дыхательной цепи. Окислительное фосфорилирование. Строение и принцип действия АТФ-синтазы.

Липиды: классификация, основные представители. Окисление жирных кислот. Последовательность реакций бета-окисления жирных кислот. Виды окисления жирных кислот в клетке, образуемые продукты и участки их включения в общий путь катаболизма.

Катаболизм аминокислот. Удаление атомов азота из аминокислот в реакциях переаминирования. Механизмы удаления азота. Токсичность аммиака. Транспортные формы аммиака в крови. Орнитиновый цикл: локализация, последовательность превращений, энергетический баланс, регуляция. Значение орнитинового цикла. Глюкозо-аланиновый цикл. Включение углеродных скелетов аминокислот в общий путь катаболизма.

Создание энергетических запасов. Формы запасания избытков энергии в организме человека. Синтез гликогена в разных тканях. Источники восстановленных эквивалентов для биосинтезов. Пентозофосфатный путь: последовательность превращений и его роль. Синтез жирных кислот. Синтез триглицеридов. Транспорт эндогенных триглицеридов.

Мобилизация энергетических запасов. Распад гликогена и роль гликогенолиза. Регуляция распада гликогена. Липолиз, его регуляция и значение. Синтез кетоновых тел.

Глюконеогенез: последовательность реакций, регулируемые стадии. Значение печеночного глюконеогенеза для организма. Цикл Кори. Глюкозо-аланиновый цикл.

Синтез азот-содержащих соединений. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биосинтез заменимых аминокислот. Кофакторы, участвующие в биосинтезе и превращениях аминокислот. Аминокислоты как предшественники биогенных аминов, нейромедиаторов, пигментов, гормонов и других веществ. Общая схема биосинтеза азотистых оснований.

Репликация ДНК и перенос генетической информации. Идентичность ДНК разных клеток многоклеточного организма. Репликация ДНК, ее механизм и биологическое значение. Сопряжение синтеза ДНК с фазами клеточного деления. Точность синтеза ДНК при репликации. Теломеры, теломераза, механизм поддержания концевых участков хромосом.

Повреждения и репарация ДНК. Мутации в ДНК – причина аминокислотных замен в белках и различных патологий. Характеристика ферментов ДНК – репарирующего комплекса.

Биосинтез РНК (транскрипция). Механизм, биологическая роль, особенности процесса транскрипции в клетках прокариот и эукариот. Посттранскрипционная модификация пре-м-РНК. Сплайсинг, созревание и транспорт мРНК. Сплайсосома и альтернативный сплайсинг как способ повышения разнообразия белков.

Биосинтез белка (трансляция). Общая последовательность стадий белкового синтеза. Необходимые компоненты трансляции. Универсальность генетического кода. Роль т-РНК в синтезе белков. Кодон-антикодонное взаимодействие. Роль м-РНК в биосинтезе белков. Строение и функциональный цикл рибосом.

Регуляция биосинтеза белков. Адаптивная регуляция экспрессии генов у эукариот. Роль энхансеров и сайленсеров, амплификации (увеличения копий) и перестройки генов, процессинга, транспорта из ядра в цитоплазму и изменение стабильности мРНК в регуляции синтеза белков у эукариот. Лекарственные вещества как активаторы и ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белка.

## Рекомендуемая литература

1. Нельсон Д., Кокс М.. Основы биохимии Ленинджера. В трех томах. М., Бинум. Лаборатория знаний. 2012.
2. Альбертс Б. и др. «Молекулярная биология клетки». В 3 т. R&D Dynamics, 2013.
3. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М., Лаборатория знаний. 2019.

## **Физиология человека**

Структура и свойства мембраны возбудимых клеток. Механизмы трансмембранного транспорта ионов. Ионные насосы.

Механизм формирования потенциала покоя. Потенциал действия, ответ по закону "все или ничего". Рефрактерность.

Проведение возбуждения вдоль нервного или мышечного волокна. Передача возбуждения с одной клетки на другую: электрические и химические синапсы, их структурные и функциональные различия.

Поперечно-полосатые мышцы. Строение саркомера. Роль кальция и АТФ в сократительном ответе.

Гладкие мышцы: особенности структурно-функциональной организации и свойства.

Нейрон как структурно-функциональная единица нервной системы. Ионная природа тормозных и возбуждающих постсинаптических воздействий. Основные типы медиаторов и механизмы их взаимодействия с рецепторами. Понятие о рефлексе и рефлекторной дуге.

Сенсорные системы. Структурно-функциональная организация основных органов чувств: органы слуха, зрения, равновесия, обонятельные, вкусовые и кожные рецепторы. Соматическая система. Спинной мозг: строение и функции. Спинальные двигательные рефлексы.

Вегетативная нервная система. Ее роль в регуляции внутренних органов и поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация симпатического и парасимпатического отделов, их регуляторные взаимоотношения. Медиаторы вегетативной нервной системы.

Эндокринная система. Особенности гуморальной регуляции. Химическая природа основных групп гормонов и особенности их взаимодействия с клетками-мишенями (внутриклеточная и мембранная рецепция). Основные железы внутренней секреции, выделяемые ими гормоны и их функциональная роль. Регуляция деятельности желез внутренней секреции, связь нервных и гормональных механизмов регуляции, гипоталамо-гипофизарная система, тропные гормоны.

Группы крови. Резус-фактор. Процесс свертывания крови. Фагоцитоз. Функции системы кровообращения. Строение сердца теплокровного. Сердечный цикл. Влияния симпатических и парасимпатических нервов на сердце. Гуморальные механизмы регуляции кровотока.

Строение легких. Механизм легочного дыхания. Дыхательный центр и его работа. Регуляция дыхания.

Общее строение пищеварительного тракта. Особенности пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Нервные и гуморальные механизмы регуляции желудочной секреции и секреции поджелудочной железы. Роль печени.

Почки. Строение нефрона. Регуляция выделительной функции почки.

#### Рекомендуемая литература

1. Фундаментальная и клиническая физиология. / Под ред. А.Г.Камкина, А.А. Каменского, – М.: Академия, 2004. - 1073с.
2. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных. В 2-х томах. – М.: Мир, 1991. - 424 с.
3. Дубынин В.А., Каменский А.А., Сапин М.Р., Сивоглазов В.И. Регуляторные системы организма человека. – М.: Дрофа, 2003. - 367 с.
4. Гайтон А.Г., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. – М.: Логосфера, 2008. – 1273с.