

ВОПРОСЫ

для подготовки к государственному экзамену по специальности

04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Общие разделы

1. Неорганическая химия

- 1.1. Строение атома, периодическая система, закономерности изменения радиусов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности атомов
- 1.2. Химическая связь – ковалентная, металлическая, ионная. Основы метода Гиллеспи и метода молекулярных орбиталей. Их применение для описания геометрии, электронного строения и химических свойств молекул (на примере гомоядерных двухатомных молекул)
- 1.3. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные равновесия в водных растворах неорганических электролитов. Описание с использованием термодинамических функций.
- 1.4. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе (на примере воды и серы) и двухкомпонентной конденсированной системе (водные растворы, расплавы неорганических веществ).
- 1.5. Металлы 1 и 2 группы. Характерные свойства простых веществ и соединений, общие закономерности в изменении свойств.
- 1.6. Неорганические координационные соединения (КС). Описание электронного строения комплексов методами ТКП и МО, связь электронного строения со свойствами.
- 1.7. На примере выбранной Вами группы периодической системы Д.И. Менделеева рассмотрите основные тенденции в изменении химических свойств р-элементов и их соединений.
- 1.8. На примере выбранной Вами группы периодической системы Д.И. Менделеева рассмотрите основные тенденции в изменении химических свойств d-элементов и их соединений.

2. Аналитическая химия

- 2.1. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Способы получения спектров, аппаратура и метрологические характеристики. Приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.2. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Способы атомизации, аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.

- 2.3. Флуориметрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Способы получения спектров, аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.4. Масс-спектрометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Способы получения спектров, аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.5. Спектрофотометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Способы получения спектров, аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.6. Вольтамперометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Варианты метода. Аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.7. Потенциометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Варианты метода. Аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.8. Кулонометрия. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Варианты метода. Аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.9. Газовая хроматография. Основные понятия и суть метода. Варианты метода. Достоинства и недостатки. Аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.10. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные понятия и суть метода. Достоинства и недостатки. Аппаратура и метрологические характеристики. Традиционные приемы пробоподготовки при проведении анализа. Примеры использования метода в аналитической практике.
- 2.11. Принцип дифференциальной сканирующей калориметрии. Основное уравнение калориметрии. Определение температуры плавления и стеклования полимеров. Преимущества и недостатки нанокалориметрии по сравнению с ДСК.

3. Органическая химия

- 3.1. Химические свойства насыщенных углеводородов (алканов). Свободнорадикальные и электрофильные реакции замещения. Свободнорадикальный цепной механизм: основные стадии и закономерности. Факторы, влияющие на стабильность свободных радикалов. Свободнорадикальные реакции замещения в ненасыщенных соединениях – аллильное и бензильное бромирование.
- 3.2. Алкены. Структура и реакционная способность двойной связи. Реакции присоединения. Механизм электрофильного присоединения и основные закономерности. Регио- и

- стереоселективность присоединения. Реакции гидрирования, гидроборирования, гидрогалогенирования и гидроксирования.
- 3.3. Диены с кумулированными, сопряженными и изолированными двойными связями – структура и особенности реакционной способности. Реакции сопряженных диенов. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле. Циклоприсоединение: реакция Дильса-Альдера.
 - 3.4. Особенности химических свойств алкинов. Структура тройной связи. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях электрофильного присоединения. СН-кислотность алкинов-1 и нуклеофильные реакции ацетиленид-анионов (нуклеофильное замещение с алкилгалогенидами и присоединение к карбонильной группе). Ацетилен-алленовая перегруппировка и ее использование для целенаправленного смещения тройной связи.
 - 3.5. Классификация механизмов нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода (SN1- и SN2-механизмы). Основные характеристики бимолекулярного и мономолекулярного механизма. Зависимость механизма реакции от структурных факторов в исходном соединении. Понятие нуклеофильности и факторы, определяющие нуклеофильность. Роль растворителя (среды) в SN1- и SN2-процессах. Межфазный катализ в SN2-процессах. Методы создания хорошей уходящей группы.
 - 3.6. Реакции β-элиминирования. Механизмы β-элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Факторы, определяющие направление элиминирования. Стереохимия E2 элиминирования. Конкуренция E1 и SN1 реакций. Конкуренция E2 и SN2 реакций. Факторы, влияющие на эту конкуренцию. Использование E1- и E2- элиминирования в синтетической практике для получения алкенов, алкинов и диенов.
 - 3.7. Активные металлоорганические соединения в органической химии. Методы синтеза литий- и магнийорганических соединений из галогенпроизводных и СН-кислот. Медьорганические соединения: синтез диалкил- и диарилкупратов. Литий-, магнийорганические соединения и купраты в синтезе алканов, первичных, вторичных и третичных спиртов, кетонов, карбоновых кислот.
 - 3.8. Карбонильные соединения. Электрофильность карбонильного углерода, влияние структуры и заместителей на реакционную способность карбонильной группы в альдегидах и кетонах. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе воды, спиртов и тиолов. Механизм, тетраэдрический интермедиат, кислотно-основной катализ. Защита карбонильной группы. 1,3-дитианы. Получение бисульфитных производных, циангидринов (оксинитрилов) и ацетиленовых спиртов. Взаимодействие карбонильных соединений с первичными и вторичными аминами. Оксимы, гидразоны, арилгидразоны
 - 3.9. Енолизуемые карбонильные соединения. Кето-енольная таутомерия, влияние структуры карбонильного соединения на константу равновесия, кислотно-основной катализ таутомерного превращения. Енолы карбонильных соединений в реакциях галогенирования, изотопного обмена (дейтерирования) и рацемизации оптически-активных форм. Енолят-ионы, методы их генерирования в равновесных и кинетически-контролируемых условиях. Альдольная конденсация альдегидов и кетонов. Механизм реакции, кислотно-основной катализ. Направленная альдольная конденсация с использованием литиевых и кремниевых енолятов. Енамины и их использование в синтезе.
 - 3.10. Ароматичность. Критерии ароматичности: теоретические (правило Хюккеля) и экспериментальные (структурный, магнитный, термодинамический). Строение бензола.

Формула Кекуле. Современные представления о строении бензола. Другие ароматические соединения: аннулены, циклические ионы, конденсированные ароматические углеводороды, гетероциклы. Антиароматичность.

4. Физическая химия

- 4.1. Термодинамические потенциалы и их применение при изучении процессов и равновесных состояний систем.
- 4.2. Химическое равновесие. Стандартное состояние веществ, константы равновесия химических реакций в газовой и конденсированной фазах.
- 4.3. Фазовые равновесия: способы расчета и экспериментальные исследования на примере системы любой компонентности. Использование фазовых диаграмм при решении практических задач.
- 4.4. Монослойная адсорбция Ленгмюра и ферментативная кинетика Михаэлиса-Ментен: формальное сходство основных уравнений.
- 4.5. Ион-ионные взаимодействия в растворах электролитов.
- 4.6. Явления сольватации
- 4.7. Скачок потенциала на границе двух растворов.
- 4.8. Строение межфазной заряженной границе для идеально поляризуемых электродов.
- 4.9. Гетерогенный катализ: основные кинетические схемы, лимитирующие стадии, определение кинетических параметров из экспериментальных данных. Примеры каталитических процессов.
- 4.10. Электронные состояния молекулярных систем. Экспериментальные и теоретические методы описания возбужденных состояний. Фотохимические реакции.

5. Коллоидная химия

- 5.1. Смачивание. Вывод уравнения Юнга. Термодинамические условия смачивания, несмачивания, растекания. Гистерезис смачивания. Управление смачиванием при помощи ПАВ. Определение удельной поверхностной энергии низкоэнергетических поверхностей твердых тел методом смачивания.
- 5.2. Мицеллообразование в водных растворах ПАВ. Квазихимическая модель и модель псевдофазного разделения. Термодинамика мицеллообразования. Мицеллообразование в водных растворах бинарных смесей ПАВ мицелл (модели идеального и регулярного растворов).
- 5.3. Солюбилизация в водных растворах ПАВ. Солюбилизационная емкость мицелл ПАВ и ее экспериментальное определение. Локализация солюбилизатов различной природы в мицеллах ПАВ. Термодинамика солюбилизации. Практическое применение солюбилизации.
- 5.4. Микроэмульсии как термодинамически устойчивые дисперсные системы. Условия получения. Классификация по Винзору. Фазовые диаграммы для микроэмульсионных систем. Экспериментальные методы исследования микроэмульсий.
- 5.5. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Теории гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Кинетика зародышеобразования. Методы регулирования размеров частиц.

- 5.6. Получение наночастиц различной природы. Обратные микроэмульсии как матрица для получения наночастиц. Получение наночастиц на основе золь-гель перехода.
- 5.7. Роль дисперсионных взаимодействий в дисперсных системах. Энергия и сила дисперсионных взаимодействий между двумя макрофазами, разделенными тонкой плоской прослойкой (вакуум или жидкость). Энергия и сила взаимодействия двух сферических частиц (в вакууме и в дисперсионной среде).
- 5.8. Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Расклинивающее давление по Дерягину. Основы теории ДЛФО. Составляющие расклинивающего давления различной природы. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как сильный фактор устойчивости дисперсных систем.
- 5.9. Структурообразование в дисперсных системах. Типы контактов между частицами дисперсной фазы. Условия возникновения коагуляционных контактов в дисперсных системах. Влияние адсорбции ПАВ на свойства коагуляционных контактов. Механизмы образования фазовых контактов: пластическая деформация, кристаллизация, высокотемпературное и жидкофазное спекание.
- 5.10. Эффект Ребиндера. Механизмы влияния среды на прочность и деформационные свойства твердых тел. Роль физико-химических взаимодействий на поверхности раздела твёрдое тело/жидкая фаза в процессах деформации и разрушения. Факторы, определяющие степень проявления эффекта.
- 5.11. Комбинационное рассеяние света. Гигантское комбинационное рассеяние. Понятие плазмонного резонанса. Виды рассеяния света, мешающие факторы. Примеры использования КР и их метрологические характеристики.

6. Высокомолекулярные соединения

- 6.1. Специфические свойства полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ. Классификация полимеров.
- 6.2. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
- 6.3. Способы регулирования молекулярной массы полимеров и скорости реакции при их синтезе на конкретном примере радикальной полимеризации.
- 6.4. Сравнительный анализ (принципиальное различие) реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.

7. Современные физические методы исследования структуры вещества

- 7.1. Дифракция рентгеновских лучей. Закон Вульфа-Брэгга. Способы получения дифракционной картины: порошковая дифрактометрия (рентгенофазовый анализ), монокристалльный метод (рентгеноструктурный анализ), метод Лауэ.
- 7.2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Химический сдвиг для фотоэлектронов. Химический сдвиг ОЖЕ-линий.
- 7.3. Аналитические возможности масс-спектрометрии. Интерпретация масс-спектров. Типы ионов в масс-спектрах. Молекулярный ион. Основные этапы интерпретации масс-спектров соединений.
- 7.4. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Режимы работы. Светлое поле. Темное поле. ПЭМ высокого разрешения. Режим дифракции. Сканирующая ПЭМ. Z-

контраст. Рентгеновский микроанализ. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.

7.5. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) на отражение. Области генерации отраженных и вторичных электронов, а также электромагнитных волн. Рентгеноспектральный элементный анализ.

8. Органическая электроника

- 8.1. Принципиальное отличие органических полупроводников от неорганических. Основные классы органических полупроводников. Какие материалы проявляют наибольшую дырочную подвижность? Наибольшую электронную подвижность?
- 8.2. π -сопряженные молекулы. Структура электронных уровней π -сопряженных полимеров. Понятия ВЗМО, НСМО и способы их определения. Основные подходы к улучшению полупроводниковых свойств π -сопряженных молекул.
- 8.3. Органическая фотовольтаическая ячейка. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Способы повышения эффективности органических фотовольтаических ячеек.
- 8.4. Органический тонкопленочный транзистор. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Какие функциональные слои в ОПТ могут быть заменены на монослои и как это влияет на характеристики ОПТ?
- 8.5. Органический светоизлучающий диод. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Три поколения ОСИД, их принципиальные различия.

Разделы по профилям

профиль «Инженерное материаловедение частично упорядоченных, упорядоченных и мягких сред»

Физико-химические основы инженерии полимеров и композиционных материалов»

1. Основные состояния полимерного тела: стеклообразное, высокоэластическое, расплав. Термомеханическая кривая, температура стеклования, плато высокоэластичности. Природа высокоэластического состояния.
2. Классификация способов проведения полимеризации, их преимущества и недостатки. Полимеризация в массе и растворе: инициирование радикальной полимеризации, мономеры, эффект автоускорения, неизотермичность полимеризационных процессов.
3. Молекулярно-массовое распределение и кинетика формирования макромолекул в ступенчатых процессах полимеризации. Зависимость ММ от условий проведения реакции. Способы регулирования ММ и функциональности в ступенчатых процессах полимеризации при синтезе олигомеров методами ступенчатой полимеризации.
4. ИК-спектроскопия полимеров. Общие положения. Применение метода ИК-спектроскопии для анализа состава и структуры полимеров. Мониторинг процессов образования полимеров методом ИК-спектроскопии. НПВО.
5. Способы определения ММ и ММР полимеров и олигомеров. Основы жидкостной хроматографии полимеров. Эксклюзионная (гель-проникающая) хроматография – основной метод анализа ММР. Калибровка хроматографических колонок. Хроматографические детекторы.
6. Углеродные нанонаполнители (фуллерен, углеродные нанотрубки, графеновые наночастицы). Основные понятия и определения. Строение, история открытия, способы получения, применение. Полимерные нанокомпозиты с графеновыми наноструктурами. Примеры получения и применения. Сравнение методов.
7. Определение термина композиционный материал. Классификация, общие представления о полимерных композиционных материалах, компоненты и их функции в ПКМ.
8. Металлополимеры: общая характеристика, методы получения. Классификация металлосодержащих мономеров. Природа связи металл-лиганд. Реакционная способность кратной связи в металломономере, сопряженной с атомом металла.
9. Механическое поведение полимеров. Типы полимеров по механическому поведению. Методы изучения механических свойств полимеров и ПКМ.

Воздействие мощных энергетических потоков на вещество

1. Давление в десятки гигапаскалей. P-T диаграммы. Получение и измерение сверхвысоких давлений. Принцип действия алмазных наковален.
2. Методы генерация кластерных пучков. Поверхностные эффекты на мишени, связанные с обработкой ускоренными кластерными пучками.
3. Слагаемые потенциальной энергии ионов при столкновении с поверхностью твердого тела. Изменения кинетической энергии иона вблизи металлической поверхности и изолятора.

4. Лазерные системы сверхбольшой мощности. Принципы создания лазерных пучков сверх-высокой мощности.
5. Взаимодействие ионов с энергией МэВного диапазона с веществом. На каком виде взаимодействия основан метод обратного резерфордовского рассеяния?

Физико-химические основы инженерного материаловедения

1. Вакансионные механизмы само- и гетеродиффузии атомов в кристаллах. Движущие силы диффузии. Объемная и зернограничная диффузии. Режимы зернограничной диффузии в поликристаллах (критерии Харрисона). Эффект Киркендалла.
2. Характеристики механических свойств твердых тел. Прочность и пластичность материалов. Упругость. Тензоры напряжений и деформаций. Закон Гука в линейной и тензорной формах. Виды деформации. Модуль Юнга, модуль объемной упругости и коэффициент Пуассона изотропных твердых тел. Характерные точки и области на на диаграмме нагрузка (напряжение)-деформация на примере металлов и сплавов.
3. Возврат, полигонизация и рекристаллизация. Классификация процессов рекристаллизации: первичная, вторичная, собирательная. Механизмы миграции границ зерен и термодинамические движущие силы процессов рекристаллизации. Взаимодействие границ зерен с атомами примесей и частицами вторичных фаз. Особенности рекристаллизации гетерофазных сплавов. Кинетические закономерности процессов рекристаллизации.
4. Способы повышения прочности и пластичности материалов. Порошковая металлургия и технологии получения высоко- и жаропрочных материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
5. Основные типы современных высоко- и жаропрочных материалов. Новые разработки в создании жаропрочных сплавов. Керамические и композиционные материалы на основе тугоплавких соединений (карбидов, оксидов, боридов и др.).
6. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Упругое поле и энергия дислокаций. Источники зарождения и размножения дислокаций. Малоугловые дислокационные границы (класс планарных дефектов). Свойства кристаллов с дефектами. Хрупкое и вязкое разрушение кристаллов и поликристаллов. Формула Гриффитса. Дислокационные модели пластической деформации и разрушения кристаллов.

Бионаноккомпозиты

1. Композиты на основе матриц биологического происхождения. Основные матрицы, используемые в этом качестве. Основные наполнители, чаще всего вводимые в биологические матрицы. Примеры использования таких композитов.

профиль «Новые энергетические технологии»

Электрохимические источники энергии

1. Механизм электродной реакции. Поляризационная кривая электрода. Стационарный режим процесса. Области потенциалов предельного диффузионного тока и кинетики замедленного разряда на вольтамперных кривых. Перенос вещества в электролите. Потoki вещества. Диффузионно контролируемый процесс. Предельный диффузионный ток.
2. Напряжение разомкнутой цепи. Электродный потенциал при прохождении тока. Концентрационная и активационная поляризации. Стационарный и равновесный потенциал. Ток обмена и его зависимость от концентрации. Уравнение для напряжения ХИТ и электролизера.
3. Общее кинетическое уравнение для потока вещества. Скорость реакции переноса заряда. Обратимые реакции. Большие и малые поляризации.
4. Скорость реакции переноса заряда. Общий и парциальные токи реакции. Общее кинетическое уравнение для необратимых процессов. Большие и малые поляризации. Основные характеристики ХИТ.
5. Типы электролитов и электроды в химических источниках энергии. Виды электродов. Конструкционные особенности. Газовые электроды (водородный, кислородный). Особенности пористых электродов. Особенности неводных, полимерных и твердых электролитов.

Электрохимические источники энергии. Прикладные аспекты

1. Ионисторы. Типы. Емкость двойного слоя. Электрохимические реакции на поверхности. Применение.
2. Первичные источники энергии. Преимущества. Недостатки. Характеристики. Основные и побочные реакции. Типы устройств и их применение.
3. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Типы аккумуляторов. Устройство. Принципы работы. Причины саморазряда. Литий-ионные и постлитиевые аккумуляторы – особенности. Редокс-батареи. Особенности работы редокс-батарей и их характеристики.
4. Классификация топливных элементов. Твердополимерные топливные элементы (ТПТЭ). Принципы и условия работы. Виды топлив. Реакции. Катализаторы. Устройство. Причины деградации.
5. Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ): принцип работы, основные элементы. Типы батарей ТОТЭ. Требования к батареям ТОТЭ. Причины деградации электродов. Способы оценки деградации электродов в электрохимических источниках энергии

Альтернативные источники энергии

1. Энергия и энергетика как основы развития цивилизации. Связь между уровнем жизни и удельным энергопотреблением. Первичные и вторичные источники энергии. Происхождение. Энергоносители и основные востребованные виды энергии. Возобновляемые и другие «нетрадиционные» источники энергии. Ресурсы и тенденции практического использования.
2. Преобразование энергии водных и воздушных потоков (гидро- и ветроэнергетические установки).
3. Основные технологии преобразования энергии солнечного излучения. Принцип действия солнечного элемента. Типы солнечных элементов. Достоинства и преимущества. Области применения. Ограничения в КПД солнечных элементов и способы их преодоления.
4. Типы систем накопления энергии (гравитационные, пневматические, гидравлические, электрохимические, маховиковые и др.). Основные особенности, преимущества и недостатки разных типов систем накопления энергии. Комплексные системы краткосрочного и долгосрочного накопления энергии, особенности их применения в зависимости от условий эксплуатации. Электрохимические источники тока. Типы. Общие принципы работы. Особенности.

Ионика твердого тела

1. Удельная электропроводность и основные факторы, влияющие на нее. Ионные кристаллы и твердые электролиты.
2. Типы разупорядоченности в ионных кристаллах. Влияние типа разупорядоченности на электропроводность. Примеры соединений с различными типами разупорядоченности ионной подрешетки.
3. Диффузия в твердых телах. Уравнения Фика и Нернста-Эйнштейна. Связь между коэффициентом диффузии и электропроводностью.
4. Твердотельные химические источники тока: преимущества твердотельной конструкции ячейки, требования к функциональным материалам. Основные проблемы, возникающие при создании твердотельных источников тока.
5. Высокотемпературные химические источники тока с твердыми электролитами: натрий-серный аккумулятор и аккумулятор типа ZEBRA. Устройство, принцип действия, технические характеристики. Достоинства и недостатки.

Солнечная энергетика

1. Принципы работы солнечной батареи. КПД преобразования солнечной энергии. (Полупроводники и их свойства: зонная структура и дефекты, электропроводность, подвижность и времена жизни носителей заряда, коэффициент оптического поглощения. Способы исследования свойств полупроводников. Гомогенный переход Шокли, гетеропереходы, p-i-n переходы, диоды Шоттки. Предел Шокли-Квиссера. Омические контакты. Вольтамперные характеристики солнечного элемента. КПД преобразования солнечной энергии.)
2. Солнечные батареи на основе кристаллического и аморфного кремния. Кремний как материал для солнечных батарей: основные характеристики. Металлургический кремний. Спо-

собы получения поликристаллического кремния высокой чистоты: Сименс-процесс, Коматцу-процесс, Этайл корпорейшн – процесс. Способы получения пластин из моно- и мультикристаллического кремния: Метод Чохральского и метод Бриджмена, метод литья с медленным охлаждением, резка слитков из кремния. «ленточный» кремний (ribbon silicon). Основные типы конструкций солнечных батарей на основе кристаллического кремния. Основные этапы получения солнечных элементов из кристаллических пластин. Солнечные элементы на основе аморфного кремния: устройство, методы получения a-Si, эффект Стеблера-Вронского, каскадные солнечные элемента на основе a-Si. HIT-устройства: структура и основные характеристики, другие комбинированные устройства. Области применения солнечных батарей на основе кристаллического и аморфного кремния. Преимущества и недостатки.)

3. Солнечные батареи на основе соединений группы АПВВ (Общая характеристика полупроводников группы АПВВ. Методы получения пленок соединений группы АПВВ. Основные типы солнечных элементов: устройства, слои которых имеют согласованные параметры кристаллической решетки слоев (монокристаллические устройства), метаморфные солнечные элементы, устройства с квантовыми ямами, устройства с механически соединенными гетеропереходами. Туннельные диоды в солнечных элементах. Устройства на жестких германиевых или кремниевых подложках. Гибкие солнечные элементы (технология «lift-off»). Основные области применения солнечных элементов на основе соединений группы АПВВ. Преимущества и недостатки. Солнечные концентраторы.)

4. Солнечные батареи на основе тонких поликристаллических пленок. Устройства на основе теллурида кадмия. (Поликристаллические и эпитаксиальные слои: основные отличия. Конструкции «superstrate» и «substrate»: материалы для контактов, поглощающего слоя, буферного слоя и оптического окна. ТСО и их разновидности. Антиотражательные покрытия. Требования, предъявляемые к слоям солнечного элемента. Вакуумные методы получения тонких пленок: резистивное испарение, магнетронное напыление, электроннолучевое испарение. CdTe как материал для солнечных батарей: основные свойства. Методы получения пленок CdTe: CSS и PVD, другие методы. Общие характеристики солнечных элементов на основе теллурида кадмия в конструкции «superstrate» и «substrate». Активация пленок теллурида кадмия. Тандемные солнечные элементы на основе CdTe. области применения солнечных элементов на основе CdTe. Преимущества и недостатки солнечных батарей на основе CdTe.)

5. Тонкопленочные солнечные батареи на основе халькопиритов CIGS, кестеритов CZTS(Se) и других четверных соединений меди. (CIGS как материал для солнечных батарей: кристаллическая структура, оптические и электрофизические свойства. Конструкция солнечных элементов на основе CIGS или CZTS(Se). Методы получения пленок CIGS: «3-stage»- процесс и PVD, другие методы. Легирование ионами щелочных элементов. Гибкие солнечные батареи на основе CIGS. Преимущества и недостатки солнечных батарей на основе CIGS. Основные области применения. CZTS(Se). как материал для солнечных батарей: кристаллическая структура, оптические свойства. Методы получения пленок CZTS(Se). Преимущества и недостатки солнечных батарей на основе CZTS(Se). Солнечные батареи на основе других четверных соединений меди: примеры)

Инженерные проблемы биомедицины

1. Рецепторы, связанные с тримерными G-белками. Рецепторные тирозинкиназы и запуск MAP-киназного каскада. Рецептор-ассоциированные тирозинкиназы и работа сигнального пути Jak-STAT. Рецепторные серин/треониновые протеинкиназы и работа сигнального пути Smad. Ядерные рецепторы: структура и механизмы активации.
2. Клеточный цикл. Фазы клеточного цикла. Регуляция прохождения клеточного цикла: циклины и циклин-зависимые протеинкиназы. Контрольные точки клеточного цикла. Белок pRB и его регуляция, связь с факторами транскрипции E2F. Механизм p53-зависимой остановки клеточного цикла при повреждениях ДНК.
3. Клеточная гибель. Некроз и апоптоз, их морфологические различия. Функции апоптотической гибели клеток в развитии организма, тканевом гомеостазе, работе иммунной системы. Запуск, компоненты и механизмы реализации внешнего (рецепторного) и внутреннего (митохондриального) путей апоптоза.
4. Ангиогенеза и его роль в развитии опухоли. Различия сосудистой сети в опухоли и в нормальной ткани. Фактор роста VEGF: механизм действия, рецептор, сигнальные пути и процессы, которые активирует VEGF. Принципы действия препаратов для подавления ангиогенеза: препараты на основе антител, препараты на основе малых молекул.
5. Стероидные гормоны, путь синтеза стероидных гормонов до кортикостероидов и половых гормонов. Механизм действия стероидных гормонов. Типы рака молочной железы. Способы терапии гормонозависимых типов рака молочной железы.
6. Понятие терапевтической мишени. Классы терапевтических мишеней, характеристики трех основных классов терапевтических мишеней. Разработка лекарственного средства «от мишени». Идентификация мишени, применение микрочипов олигонуклеотидов. Валидация мишени: основные подходы. Принципы генной инженерии. Принцип метода генного нокаута.
7. Оптимизация соединений-лидеров. Процессы, определяющие фармакокинетику соединения. Биодоступность. Липофильность: метод определения, связь с биологическими свойствами. Оптимизация липофильности, пределы оптимизации. Молекулярная масса как критерий оптимума лекарственного вещества. «Правила пяти» Липинского.

Физико-химические основы инженерии лекарственных препаратов

1. Понятие “мишень”. Рецепторы: определение, основные типы. Механизмы действия лекарственных средств (примеры по основным группам известных лекарственных препаратов, применяемых в клинике для лечения социально-значимых заболеваний). Понятие “антигены”, типы антигенов. Понятие “антитело”, типы антител, их строение, специфичность и вариабельность.
2. Основные этапы разработки лекарственного препарата. Фазы доклинических и клинических испытаний лекарственных препаратов, их цели и задачи. Понятия “рандомизация”,

“стратификация”, “слепое исследование” (примеры по основным группам лекарственных препаратов для лечения социально-значимых заболеваний).

3. Методы разработки новых лекарственных препаратов (синтез новых химических соединений, примеры). Твердофазный синтез: необходимые условия проведения, преимущества и ограничения комбинаторного синтеза, известные методы, типы линкеров, выбор твердой подложки. Примеры.

4. Биотрансформация лекарственных препаратов. Метаболизм лекарственных препаратов. Пути экскреции и органы выведения лекарственных веществ и их метаболитов из организма. Химические реакции метаболизма ЛВ (примеры по основным группам известных лекарственных препаратов, применяемых в клинике для лечения социально-значимых заболеваний). Кинетические измерения концентрации ЛВ в организме (примеры, понятия “клиренс”, “биоэквивалентность”, “биодоступность“.).

5. Современное фармацевтическое производство. Основные технологические процессы получения готовых лекарственных средств. Правила GMP обеспечения качества лекарственных препаратов. Система правил GMP (система требований, регистрации и оценки качества на каждом этапе разработки лекарственного препарата). Основные задачи и положения GMP. Преимущества GMP. Организация производственных помещений и мероприятий по созданию помещений определенных классов чистоты.

Основы онкологии, противоопухолевой терапии и токсикологии

1. Классификация злокачественных опухолей.
2. Специфические признаки опухолевых клеток.
3. Стадии развития опухоли в организме.
4. Понятие о лекарственной устойчивости. Виды лекарственной устойчивости.
5. Классификация интоксикации в зависимости от продолжительности взаимодействия, локализации и интенсивности воздействия

Бионеорганическая химия

1. Гемоглобин. Активный центр, механизм действия, нарушение работы. Примеры ингибиторов гемоглобина.
2. Биохимия фиксации атмосферного азота. Нитрогеназа.
3. Транспорт и накопление железа в клетке. Активный центр и механизм действия трансферрина. Активный центр ферритина.
4. Соединения металлов как противоопухолевые лекарственные препараты.
5. Назовите типы медьсодержащих центров. Какую реакцию катализирует фермент Cu,Znсупероксид-дисмутаза? Опишите его активный центр и механизм действия.

Инженерно-химические основы технологий переработки нефти

1. Классификация, состав и свойства нефтей и нефтепродуктов.
2. Основные схемы ректификации нефти и продукты первичной переработки.
3. Процессы производства высокооктановых компонентов бензинов.
4. Гидроочистка. Особенности процессов гидроочистки бензиновых фракций и средних дистиллятов.
5. Основные процессы переработки нефтяных остатков.
6. Каталитический крекинг: химизм, механизм. Эволюция реакционных систем для каталитического крекинга.

Теоретические основы расчета свойств газов и жидкостей в применении к нефтехимическим процессам

1. Правило фаз (открытые системы) для многокомпонентных систем с учетом поверхностного натяжения и без.
2. Методы расчета вязкости и межфазных равновесий, носящие общее название и имеющие сходный физико-математический формализм.
3. Понятия простых и особых точек на диаграммах фазовых равновесий.
4. Принципиальная основа и ход вывода уравнения Ван-дер-Ваальса –Сторонкина.
5. Вириальные уравнения состояния, пределы их применения, их термодинамико-статистическое обоснование.
6. Основные особенности расчетов зависимостей теплопроводности жидкости от температуры и давления.
7. Метод Кольски-Ружички-Гани, область применения, основные особенности.
8. Особенности правил смешения по Ван-дер-Ваальсу и по избыточной энергии Гиббса

Теоретические основы моделирования химико-технологических процессов

1. Особенности развития групповых методов расчетов свойств чистых веществ и смесей (в т.ч. с межфазным равновесием)
2. Принцип соответственных состояний, где и как он применяется.
3. Общие черты изменений расчетных методов свойств газов и жидкостей при переходе от чистых веществ к смесям сложного состава.

4. Сравнение принципов построения расчетных методов для равновесных и неравновесных свойств газов и жидкостей.
5. Проблема повышения эффективности расчетных методов свойств газов и жидкостей (точность, универсальность)
6. Особенности применения теории подобия в химико-технологических расчетах
7. Принципы учета турбулентности в химико-технологических моделях (явный, неявный).
8. Как в общем меняются модельные уравнения переноса тепла, вещества, импульса для текучих фаз в присутствии твердых тел различной подвижности?
9. Осложнения, вносимые в уравнения сохранения и переноса наличием подвижных межфазных поверхностей
10. Проблема использования в химико-технологических моделях разного числа размерностей пространства.