

ВОПРОСЫ

**для подготовки к государственному экзамену по направлению подготовки
03.04.01 «Прикладные математика и физика»**

Магистерская программа «Фундаментальное материаловедение»*

1. Аналитические методы в физике мягких сред

- 1.1. Основные принципы масс-спектрометрии. Ионы в электрическом и магнитном полях. Методы ионизации. Типы масс-спектрометров и передовые технологии. Разрешение и точность определения массы.
- 1.2. Биомакромолекулы в электрическом поле. Свободный электрофорез. Метод стационарного электрофореза. Зональный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Двумерный гель-электрофорез.
- 1.3. Теоретические основы хроматографии. Параметры хроматографического процесса. Жидкостная хроматография. Адсорбционная хроматография. Распределительная хроматография. Ион-обменная хроматография.
- 1.4. Понятие об электронных и колебательных уровнях молекул. Электронные переходы. Диаграмма Яблонского. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Особенности спектров поглощения аминокислот, нуклеиновых оснований, биополимеров и кофакторов.
- 1.5. Флуоресценция как физическое явление. Время жизни и квантовый выход флуоресценции. Диаграмма Яблонского и Стоксов сдвиг.
- 1.6. Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптики. Стандартный световой микроскоп. Дифракционное ограничение разрешающей способности. Микроскопия темного поля и фазово-контрастная микроскопия. Поляризационный микроскоп.

2. Органическая электроника

- 2.1. Принципиальное отличие органических полупроводников от неорганических. Основные классы органических полупроводников. Какие материалы проявляют наибольшую дырочную подвижность? Наибольшую электронную подвижность?
- 2.2. 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.
- 2.3. Органическая фотовольтаическая ячейка. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Способы повышения эффективности органических фотовольтаических ячеек.
- 2.4. Органический тонкопленочный транзистор. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Какие функциональные слои в ОПТ могут быть заменены на монослой и как это влияет на характеристики ОПТ?

*2023/24 уч. год

- 2.5. Органический светоизлучающий диод. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Три поколения ОСИД, их принципиальные различия.
- 2.6. Основные классы органических самоорганизующихся молекул. Методы получения и исследования самоорганизующихся монослоев. Использование самоорганизующихся монослоев в устройствах органической электроники.
- 2.7. Органические хемосенсоры. Устройство, принцип работы, основные характеристики. Способы увеличения селективности хемосенсоров на основе органических полупроводников. Электронный нос, принцип действия, примеры применения.

3. Физические основы катализа

- 3.1. Принципы гетерогенного катализа. Понятие кинетической области. Кинетические области и скорость-лимитирующие стадии гетерогенного катализа.
- 3.2. Поверхностные реакции. Основы химической кинетики в двумерном пространстве. Преимущества и недостатки реакций на поверхности. Понятие диффузионной лимитированности реакции.

4. Специальные разделы магистерской программы

- 4.1. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение (ММР) полимеров и олигомеров. Их связь с кинетикой полимеризации. Средне-численная, средне-массовая, z-средняя ММ, вычисление средних значений. Понятие о ширине ММР, индекс полидисперсности. Виды ММР – унимодальное и полимодальное. Распределение Флори, распределение Шульца, распределение Пуассона.
- 4.2. Основные состояния полимерного тела: стеклообразное, высокоэластическое, расплав. Термомеханическая кривая, температура стеклования, плато высокоэластичности. Природа высокоэластического состояния.
- 4.3. Классификация способов проведения полимеризации, их преимущества и недостатки. Кинетика радикальной полимеризации. Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация.
- 4.4. Радикальная полимеризация с обратимой деактивацией цепи. Полимеризация в массе и растворе: инициирование радикальной полимеризации, мономеры, эффект автоускорения, неизотермичность полимеризационных процессов.
- 4.5. Спектральные методы исследования состава, структуры и процессов формирования полимеров. Применение метода ИК-спектроскопии для анализа состава и структуры полимеров. Применение Рамановской спектроскопии для анализа полимеров.
- 4.6. 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.
- 4.7. Полимерные композиционные материалы с углеродными нанонаполнителями (фуллерен, углеродные нанотрубки, графеновые наночастицы). Технология получения полимерных нанокомпозитов. Металлополимерные нанокомпозиты.
- 4.8. Классификация, общие представления о полимерных композиционных материалах, компоненты и их функции в ПКМ. Свойства и применение стекло-, угле-, органо- и боропластиков, гибридных ПКМ.

- 4.9. Армирующие материалы: основные требования, примеры различных классификаций, основные представители, методы их получения и свойства, размерные эффекты.
- 4.10. Ступенчатые процессы полиприсоединения и поликонденсации. Равновесные и неравновесные процессы ступенчатой полимеризации. Молекулярно-массовое распределение и кинетика формирования макромолекул в ступенчатых процессах полимеризации.
- 4.11. Механическое поведение полимеров. Типы полимеров по механическому поведению. Методы изучения механических свойств полимеров и ПКМ. Методы термомеханического анализа полимеров и ПКМ. Рентгеновская дифракция в больших и малых углах в исследовании полимеров и ПКМ.
- 4.12. Металлополимеры: общая характеристика, методы получения. Классификация металлосодержащих мономеров. Природа связи металл-лиганд. Реакционная способность кратной связи в металломономере, сопряженной с атомом металла. Металлополимерные нанокompозиты
- 4.13. ИК-спектроскопия полимеров. Общие положения. Применение метода ИК-спектроскопии для анализа состава и структуры полимеров. Мониторинг процессов образования полимеров методом ИК-спектроскопии. НПВО.
- 4.14. Аллотропные формы углерода. Типы гибридизации связей в углеродных материалах.
- 4.15. Атомная структура, графена, углеродных нанотрубок и фуллеренов. История открытия, методы получения.
- 4.16. Полимерные нанокompозиты с графеновыми наноструктурами. Примеры получения и применения. Сравнение методов.
- 4.17. Методы получения искусственных алмазов
- 4.18. Жаропрочные сплавы. Суперсплавы. Высокоэнтропийные сплавы. Металло-керамические композиты и композиты на основе керамик. Умные материалы. Самозалечивание.
- 4.19. Вещества при высоких статических давлениях. Способы получения сверхвысоких давлений. Принцип действия алмазных наковален. Чем ограничено максимальное давление, создаваемое алмазными наковальнями? Метрология давления.
- 4.20. Источники рентгеновского излучения, типы источников. Коэффициент полезного действия рентгеновской трубки Синхротрон. Генерация излучения в синхротроне. Свойства, воздействие на материалы и применение рентгеновских лучей.
- 4.21. Водородные топливные элементы: типы и принципы работы.
- 4.22. Взаимодействие ионов с энергией МэВного диапазона с веществом. Метод обратного резерфордского рассеяния.
- 4.23. Диффузия в твердых телах. Уравнения Фика и Нернста-Эйнштейна. Связь между коэффициентом диффузии и электропроводностью.
- 4.24. Удельная электропроводность и основные факторы, влияющие на нее. Ионные кристаллы и твердые электролиты. Твердые электролиты как униполярные ионные проводники. Классификация твердых электролитов.
- 4.25. Водородное материаловедение: требования к материалам и вопросы безопасности.
- 4.26. Основные понятия адсорбции. Методы определения удельной поверхности и количества адсорбированного газа. Сорбенты (цеолиты, клатраты, металлоорганические каркасные структуры, углеродные наноматериалы) и их характеристики.