

Программа государственного экзамена в магистратуре по направлению «Химия, физика и механика материалов»

Принципы классификации функциональных материалов (по составу, структуре, свойствам и областям применения, многофункциональные материалы).

Основные типы функциональных материалов.

Наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии. Классификация наноматериалов.

Зародышеобразование в газовой фазе и конденсированных средах. Спинодальный распад.

Методы получения высокодисперсных порошков.

Химические методы синтеза – золь-гель метод, пиролиз аэрозолей, гидротермальная обработка, сверхкритическая сушка, криохимическая технология.

Механизмы осаждения и роста тонких пленок. Эпитаксия. Процессы получения эпитаксиальных и поликристаллических пленок.

Гетероструктуры с участием пьезоэлектриков, сверхпроводящих купратов и манганитов с гигантским магнитным сопротивлением.

Представления о распространенных методах получения тонких пленок: PVD (термическое, магнетронное распыление, лазерная абляция и пр.), CVD / MOCVD, ISD, жидкофазная эпитаксия, золь-гель.

Понятие о самособирающихся монослоях. Метод Лэнгмюра – Блоджетт и его использование. Примеры гетеро- и наноструктур и их использование в оптике, медицине, электронике.

Связь процессов кристаллизации с фазовыми диаграммами. Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации.

Габитус кристалла с точки зрения РВС-теории. Молекулярно-кинетическая теория Косселя-Странского, спиралевидный рост кристаллов Франка-Кабрера.

Зависимости скорости роста от величины пересыщения. Дефекты кристаллов, их влияние на скорости роста граней кристаллов. Анизотропия роста, термодинамический и кинетический контроль.

Основные методы роста кристаллов – спонтанная кристаллизация, гидротермальный рост, методы Бриджмена – Стокбакера, Киррополуса, Чохральского, Вернейля, Степанова и пр., массовая кристаллизация, рост из газовой фазы и расплава. Рост и применение нитевидных кристаллов.

Классификация керамических материалов. Структура керамики. Стадия формования. Механизмы и стадии спекания. Методы спекания (консолидация керамики). Шликерное литье, тонкая керамическая технология. Трансформационное упрочнение.

Процессы формирования керамических композитов и градиентных материалов.

Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Создание новых видов функциональной оксидной и бескислородной керамики.

Рентгеноаморфное и аморфное состояние веществ. Термодинамика и кинетика процессов стеклования.

Особенности структуры силикатных, боратных и фосфатных стекол. Создание стеклокерамики, аморфных металлов и металлических стекол.

Стеклоуглерод. Процессы получения высокочистых стекол для световодов, натрий-кальций-фосфатно-силикатных биостекол, фотохромных стекол и аморфных полупроводников.

Специфика процессов формирования гибридных и полифункциональных материалов.

Синтез и свойства гибридных материалов на основе галогенидов и халькогенидов, оксидов ванадия, диоксида кремния, полимеров, органических полиароматических структур и структур с переносом заряда, жидких кристаллов.

Методы получения и свойства соединений внедрения в графит, пенографит, графен и его производные.

Методы синтеза углеродных нанотрубок, методы очистки, разделения и химической модификации углеродных нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.

Методы получения фуллеренов и их производных.

Методы получения и очистки наноалмазов, строение и свойства наноалмазов.

Получение сегнето-, пьезо- и пирозлектриков на основе солей, оксидов и оксогалогенидов.

Методы синтеза подложек для микроэлектроники, датчиков и систем точного позиционирования.

High - k материалы для наноэлектроники, устройства хранения информации.

Классические суперионники (AgI, глинозем, голландит и др.). Важнейшие типы анионных и катионных проводников на основе галогенидов, халькогенидов, пниктогенидов и фосфатов.

Получение дисперсоидов и их использование для создания топливных элементов. Синтез электронно-ионных проводников. Дизайн катодных и анодных материалов литиевых батарей.

Создание мембранных и сенсорных систем на основе материалов с ионной и смешанной проводимостью.

Получение полупроводниковых материалов для термоэлектрических устройств, светоизлучающих элементов, лазеров, солнечных батарей.

Формирование материалов для опто- и акустоэлектроники, устройств отображения информации. ОСИД.

Основные технологические процессы в полупроводниковой технике. Гетероструктуры и сверхрешетки.

Полупроводниковые наноматериалы. Использование квантовых точек и пористого кремния в микроэлектронике, медицине, альтернативной энергетике.

Фотокатализаторы на основе оксида цинка и диоксида титана.
Наноматериалы для сенсорных систем.

Технологии получения оптоволокна и нелинейно - оптических кристаллов.
Процессы формирования искусственных фотонных кристаллов.

Оптические свойства фотонных кристаллов и структур (с искусственными дефектами) на их основе.

Ферро- , ферри- , антиферромагнетики. Магнитные наноматериалы.
Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы.

Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита.

Способы получения и применение важнейших типов магнитомягких и магнитожестких материалов. Материалы с коллосальным магнетосопротивлением. Дизайн материалов спинтроники.

Методы получения объемных и длинномерных ВТСП-материалов: ленты и провода в серебряной оболочке, пленки на битекстурированной металлической ленте.

Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей.
Классификация биокерамики по отношению к живой ткани.

Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Структура и получение керамических материалов на основе Al_2O_3 и ZrO_2 , гидроксилapatита.

Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью.

Получение ультрамелкозернистых металлических сплавов для медицинских целей. Материалы с эффектом памяти (нитинол).

Протезирование суставов и костной ткани. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов.

Строение и методы формирования наиболее распространенных типов биосенсоров.

Литература.

1. А.Вест. Химия твердого тела. М.: Мир, 1988, т.1,2.
2. А.А.Елисеев, А.В.Лукашин, Функциональные наноматериалы, М.:Физматлит, 2010, 456 с.
3. Ю.А.Головин, Введение в нанотехнику, М.: Машиностроение, 2007, 496 с.
4. Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.
5. Ю.Д.Третьяков, В.И.Путляев, введение в химию твердофазных материалов, М.: Изд-во Московского Университета, 2006, 400 с.
6. G.A.Ozin, A.C.Arsenault, L.Cademartiri, Nanochemistry. A chemical approach to nanomaterials, RSC Publishing, 2009, 820 p.
7. Н.Г.Рамбиди, А.В.Березкин, Физические и химические основы нанотехнологий, Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2008 г. 456 стр.
8. П.Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2005.