

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о.декана факультета наук о материалах
МГУ имени М.В. Ломоносова
член-корр. Е.А. Гудилин

« 11 » апреля 2023 г

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

Принципы классификации материалов (по составу, структуре, свойствам и областям применения). Примеры материалов в соответствии с выбранными схемами классификации. Современные тенденции развития материаловедения в предметной области (своей) магистерской диссертации.

Основные типы функциональных материалов. Гибридные и полифункциональные материалы. Жидкие кристаллы.

Наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии. Классификация и примеры наноматериалов.

Основные теории зародышеобразования. Особенности гомогенного и гетерогенного зародышеобразования, зародышеобразования в конденсированных средах. Зависимость размера критического зародыша от степени неравновесности системы (углубления в метастабильную область). Спинодальный распад.

Методы мягкой химии и химической гомогенизации (золь-гель метод, пиролиз аэрозолей, гидротермальная обработка, сверхкритическая сушка, криохимическая технология). Методы получения высокодисперсных порошков.

Пористые материалы. Способы получения и примеры практического использования. Темплатные методы синтеза материалов.

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

Классификация и описание основных методов 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 в оптике, медицине, электронике.

Связь процессов кристаллизации с фазовыми диаграммами. Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации, влияние пересыщения, дефектов кристаллов, анизотропия роста, термодинамический и кинетический контроль.

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

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

Классификация керамических материалов. Структура керамики. Стадия подготовки порошков. Механоактивация. Стадия формования. Шликерное литье. Механизмы и стадии спекания. Методы спекания (консолидация керамики).

Процессы формирования керамических композитов и градиентных материалов. Дисперсионное и трансформационное упрочнение.

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

Аморфное состояние веществ. Термодинамика и кинетика процессов стеклования. Расстекловывание. Стеклокерамика.

Особенности структуры силикатных, боратных и фосфатных стекол. Аморфные металлы и металлические стекла. Стеклоуглерод. Световоды. Биостекла. Фотохромные стекла. Аморфные полупроводники.

Углеродные материалы. Методы получения и свойства соединений внедрения в графит, пенографит, графен и его производные. Методы синтеза углеродных нанотрубок и их химической модификации. Одностенные и многостенные нанотрубки. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок. Методы получения фуллеренов и их производных. Методы получения и очистки наноалмазов, строение и свойства наноалмазов.

Диэлектрики. Поведение диэлектриков в постоянных и переменных электрических полях. Получение сегнето-, пьезо- и пьезоэлектриков на основе солей, оксидов и оксогалогенидов. High - k материалы для наноэлектроники, устройства хранения информации.

Ионные проводники. Примеры типичных структур ионных проводников. Классические суперионники (AgI, глинозем, голландит и др.). Важнейшие типы анионных и катионных проводников на основе галогенидов, халькогенидов, пниктогенидов и фосфатов. Топливные элементы.

Смешанные проводники, получение электронно-ионных проводников. Дизайн катодных и анодных материалов химических источников тока.

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

Полупроводниковые наноматериалы. Использование квантовых точек и пористого кремния в микроэлектронике, медицине, альтернативной энергетике. Гетероструктуры и сверхрешетки. Устройства отображения информации на ОСИД.

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

Фотонные кристаллы. Процессы формирования искусственных фотонных кристаллов. Оптические свойства фотонных кристаллов и структур (с искусственными дефектами) на их основе.

Ферро-, ферри-, антиферромагнетики. Магнитодиэлектрики со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита. Способы получения и применение важнейших типов магнитомягких и магнито жестких материалов. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы, суперпарамагнетики.

Материалы с коллосальным магнетосопротивлением. Дизайн материалов спинтроники.

Сверхпроводники. Физико–химические основы и практическая реализация современных методов получения объемных и длинномерных ВТСП-материалов. Практическое применение ВТСП.

Биоматериалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Биомиметика. Основные требования к материалам, используемым для биомедицинских целей. Использование наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов.

Биокерамика. Классификация биокерамики по взаимодействию с живой тканью. Структура и получение керамических материалов на основе Al_2O_3 и ZrO_2 , гидроксилapatита. Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Конструкционные металлические материалы для протезирования. Материалы с эффектом памяти (нитинол).

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.