

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Руководитель направления

Исенькова Л.В.
Исенькова
«17» 09 2020



УТВЕРЖДАЮ

Директор по учебной работе

Смирнов В.В.

09 2020

ПРОГРАММА

вступительного испытания

для поступающих в магистратуру ИРНИТУ

Направление магистерской подготовки:
28.04.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Магистерская программа: «Компоненты микро- и наносистемной техники»

ИРКУТСК 2020 г.

В основу программы положены следующие дисциплины профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»: Физика конденсированного состояния, Физические основы микро- и наносистемной техники, Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологий, Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем, Каталитические методы в синтезе материалов микро- и наносистемной техники, Химия наноматериалов и наносистем.

Раздел 1. Физика конденсированного состояния

Экзаменационные вопросы

1. Типы химической связи в твердых телах.
2. Свободный электронный газ. Уровень Ферми. Импульс, скорость, температура Ферми.
3. Эффект Джозефсона
4. Термодинамика электронного газа. Распределение Ферми-Дирака.
5. Эффект Холла в полупроводниках.
6. Сверхтекучесть. Двухжидкостная теория.
7. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера.
8. Строение кристаллов. Трансляционная инвариантность. Решетки Браве. Понятие элементарной ячейки. Элементарная ячейка Вигнера-Зетца.
9. Термодинамические свойства парамагнетика. Закон Кюри.
10. Понятие об энергетических зонах кристалла. Приведенная, расширенная и периодическая зонные схемы. Диэлектрики, полупроводники, металлы и полуметаллы с точки зрения зонной теории.

Литература

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. – М: Мир, 1979. – 795 с. (в двух томах).
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М: Наука, 1967. – 789 с.
3. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. – М: Наука, 1967. – 492 с.
4. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. – М: Наука, 1987. – с.
5. Маделунг О. Теория твердого тела. – М: Наука, 1980. – 520 с.

Раздел 2. Физические основы микро- и наносистемной техники

Экзаменационные вопросы

1. Функционально-активные материалы микросистемной техники для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических и термоэлектрических преобразователей.
2. Получение наноматериалов «сверху-вниз» и «снизу-вверх», понятия авто- и самосборки.
3. Классификация сенсоров: назначение, принципы преобразования. Характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность.
4. Транспортные явления в низкоразмерных системах.
5. Применение наноразмерных структур в оптоэлектронных приборах.
6. Базовые технологические операции «поверхностной» микромеханики: избирательное жидкостное и газовое травление, комплиментарные материалы, «жертвенные» слои.
7. Базовые технологические операции «объемной» микромеханики. Жидкостное изотропное и анизотропное травление, электрохимическое травление, «стоп»-слои, фотоиндуцированное травление.
8. Ионно-плазменная технология объемного формообразования: высокопроизводительное реактивное ионно-плазменное травление, маскирующие покрытия.
9. Лазерные технологии объемного формообразования: лазерный послойный топологически управляемый синтез, лазерная объемная полимеризация.
10. Литографические процессы: фото-, рентгено- и электронно-лучевая литография.

Литература

1. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. 2-е изд., испр.- М.: URSS, 2009. - 592 с.
2. Нанотехнологии и специальные материалы / под ред. Ю.П. Солнцева. - СПб: Химиздат, 2009. - 336 с.
3. Ролдугин, В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин - Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. - 568 с.
4. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий / В.В. Старостин – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
5. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. - Минск: Вышэйшая школа, 2010. - 304 с.

Раздел 3. Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологий

Экзаменационные вопросы

1. Механизмы роста нанотрубок. Синтез углеродных нанотрубок.
2. Самособранные монослои и мультислои.
3. Методы получения тонких пленок Осаждение пленок из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
4. Импульсное лазерное осаждение.
5. Распылительное осаждение.
6. Методы физического диспергирования: распыление струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннингование, использование облучения сплавов высокоэнергетическими частицами.
7. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе.
8. Синтез наноструктур в пленках Ленгмюра-Блоджетт и в адсорбционных слоях.
9. Методы разделения наночастиц по размеру: седиментация, электрофорез, молекулярные сита.
10. Спинтронные приборы. Гигантское магнитосопротивление. Энергонезависимая память на основе гигантского магнитосопротивления.

Литература

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. - Москва: Физматлит, 2010. - 452 с.
2. Щука А.А., Сигов А.С. Нанoeлектроника. - Москва: Бинoм. Лаборатория знаний, 2012. - 342 с.
3. Борисенко В.Е. Нанoeлектроника / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина. - М.:БИНОМ, 2009. - 223 с.
4. Нанотехнологии и специальные материалы / под ред. Ю.П. Солнцева. - СПб: Химиздат, 2009. - 336 с.

Раздел 4. Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

Экзаменационные вопросы

1. Электронный микроскоп. Общая схема сканирующего электронного микроскопа. Процессы, возникающие при взаимодействии пучка электронов с образцом.

2. Просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ, STEM). Общая схема просвечивающего электронного микроскопа. Сходство и различие сканирующего и просвечивающего микроскопов.
3. Основные принципы работы сканирующих зондовых микроскопов: сканирующие элементы зондовых микроскопов.
4. Туннельная микроскопия.
5. Атомно-силовая микроскопия.
6. Аппаратура для флуоресцентной спектроскопии. правило Стокса, закон Вавилова, правило зеркальной симметрии Левшина.
7. Техника и методика ИК-спектроскопии. ИК- и Фурье спектрометры.
8. Спектроскопии с использованием явлений ядерного магнитного резонанса и электронно-позитронного резонанса.
9. Рентгенофазовый анализ. Определения параметров элементарных ячеек.
10. Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия.

Литература

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 452 с.
2. Суздальев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - М.: Книжный дом «Либроком», 2008. – 592 с.
3. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.: Физматлит, 2008. – 456 с.
4. Пентин Ю.А. Вилков Л. В. Физические методы исследования в химии.- М.: Мир: АСТ, 2003. – 683 с.
5. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
6. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Физматлит, 2005. – 416 с.

Раздел 5. Каталитические методы в синтезе материалов микро- и наносистемной техники

Экзаменационные вопросы

1. Сущность каталитического действия. Схемы механизмов. Соотношение Брэнстеда-Поляни.
2. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах. Промежуточные продукты Аррениуса и Вант-Гоффа
3. Каталитические реакции в растворах. Влияние растворителя на скорость химических реакций.
4. Кислотно-основный катализ. Кинетика и механизм реакций специфического кислотно-основного катализа. Функция кислотности Гаммета.
5. Кинетика и механизм реакций общего кислотно-основного катализа. Уравнение Бренстеда.
6. Нанокатализ. Катализ «растворимыми» наночастицами.
7. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции.
8. Активность и селективность катализаторов. Физическая адсорбция и хемосорбция.
9. Металлические катализаторы. Электронная теория катализа.
10. Нанесенные катализаторы. Цепная теория катализа.

Литература

1. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия. Часть 6. Катализ. - 4-е изд., испр. - М.: Высш. школа, 2001. – 527 с.
2. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Никольского Б. П.. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 880 с.
3. Краснов К.С., Воробьев Н.К., Годнев И.Н. Физическая химия. В 2-х кн. Кн.2. Раздел 8. Катализ. - 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 318 с.
4. Реутов О.А. Органическая химия: учеб. для вузов. Ч. 4. Металлокомплексный катализ / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Бином. Лаб. знаний, 2004. – 725 с.

Раздел 6. Химия наноматериалов и наносистем

Экзаменационные вопросы

1. Синтез квантовых точек: коллоидный синтез и эпитаксия. Требования к наночастицам, стабилизаторам.
2. Концепции наноматериалов. Метод Глейтера.
3. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Плазмонный резонанс. Квантоворазмерный эффект.
4. Физическая химия поверхности твердого тела. Кинетические процессы на поверхности: адсорбция, десорбция, смачивание, зародышеобразование.
5. Физическая химия наноструктурированных материалов. Молекулярная динамика, конформации.
6. Термодинамика и кинетика межфазных границ. Кластерообразование. Мицеллообразование. Матричный синтез. Самоорганизация.
7. Наноматериалы: золи, гели, фуллерены и фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки, сверхрешетки, биомембраны.
8. Модели электропроводности, теплопроводности и механических свойств наносистем.
9. Связь между физико-химической природой и специальными свойствами наноматериалов: биосовместимость, селективность, энергоемкость, память.
10. Нанохимические компоненты: катализаторы, сорбенты, насосы, реакторы.

Литература

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – 2-ое издание. М.: Книжный дом «Университет», 2007. – 336 с.
2. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - М.: КомКнига, 2006. - 589 с.
3. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Химические и физические основы нанотехнологий. - М.: Физматлит, 2009. – 456 с.
4. Ниндакова Л.О.. Физикохимия наноструктурированных материалов. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. – 64 с.
5. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Третьякова Ю.Д. – М.: Физматлит, 2010. - 456 с.
6. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.

7. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул - мл, Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина; доп. В. В. Лучинина. - 2-е, доп. изд. - М.: Техносфера, 2006. - 334 с.
8. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Физматлит, 2005. - 410 с.
9. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.