

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании.

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы по направлению подготовки **28.04.02 «Наноинженерия»**.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки **28.04.02 «Наноинженерия»** разработана на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров **28.03.02 «Наноинженерия»** и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по данному направлению.

Программа содержит описание формы проведения вступительных испытаний, перечень вопросов и список рекомендуемой для подготовки литературы.

2. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания в форме междисциплинарного экзамена (МДЭ) проводятся в виде компьютерного или письменного тестирования в соответствии с утвержденным расписанием.

Тест содержит 20 вопросов и задач с выбором одного или нескольких вариантов ответа из нескольких вариантов ответа и 10 вопросов и задач с кратким ответом (число или слово, фраза).

Продолжительность междисциплинарного экзамена (МДЭ) 90 минут.

Результаты испытаний оцениваются по сто бальной шкале.

При прохождении МДЭ допускается использование калькулятора, встроенного в Windows.

3. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Дисциплины, входящие в междисциплинарный экзамен

Программа вступительных испытаний в форме междисциплинарного экзамена базируется на основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «**Наноинженерия**». Вопросы по междисциплинарному экзамену включают элементы следующих дисциплин:

Физика

Нанотехнологии и наноматериалы

Кристаллография

Зондовая микроскопия

Методы получения тонкопленочных покрытий

Электронная микроскопия

Технологии модификации наноматериалов

3.2 Тематика вопросов по дисциплинам, входящим в междисциплинарный экзамен, и рекомендуемая для подготовки литература:

Физика

1. Электростатическое поле и его характеристики. Электрический заряд и его дискретность. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Потенциал и его связь с напряженностью поля. Постоянный ток.

2. Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон Био-Савара-Лапласа.

3. Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный момент кругового тока. Магнитные свойства вещества. Классификация магнетиков. Магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля.

4. Экспериментальные данные о структуре атома. Модель Томсона. Опыты

Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Теория Бора для водородоподобных систем.

5. Ядерная физика. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивности. Ядерные реакции.

Рекомендуемая литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова.-19-е изд., стер. –М.: Академия, 2012. – 557 с .

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебник для вузов / И. В. Савельев. 18-е изд. стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 436 с.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. -- 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 500 с.

4. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. -13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 - - Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. - 320 с.

Нанотехнологии и наноматериалы

1. Классификации наноматериалов. Физические и химические особенности различных типов наноструктурированных материалов.

2. Углеродные нанокластеры, наноструктуры и наноматериалы (фуллерены, фуллериты, графен). Свойства, форма и структура фуллеренов, фуллеритов и графена, методы их получения.

3. Нанотрубки. Свойства, форма и структура нанотрубок, методы их получения. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры, тонкие пленки.

4. Определение нанотехнологий. Классификации нанотехнологий. Основные представления о современных технологиях синтеза наноматериалов и

основные методы диагностики наноматериалов.

5. Современные методы получения плазмонных наночастиц металлов. Нанолитографические способы производства металлических наночастиц и наноструктур. Формирование произвольных трехмерных наноструктур.

6. Молекулярно–лучевая эпитаксия, формирование квантовых точек посредством самоорганизации при эпитаксии.

Литература

1. Наноматериалы. наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. -М.: Физматлит, 2007. - 414 с.

2. Григорьев С. И. Технологии нанообработки : учеб. пособие / С. И. Григорьев. А. А. Грибков, С. В. Алешин. -Старый Оскол: ТНТ. 2008. -319 с.

3. Научные основы нанотехнологии и новые приборы [Текст] : учебник-монография /под ред. Р. Келсалла [и др.] : пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект-, 2011. - 597 с

4. Наноструктурные покрытия / под ред. А. Кавалейро. Д. де Хоссона ; пер. с англ. А. В. Хачояна под ред. Р. А. Андриевского. - М. : Техносфера. 2011. - 750 с.

Кристаллография

1. Виды твёрдых тел. Общие свойства кристаллических тел. Строение твёрдых тел. Кристаллическая решётка. Кристаллическая ячейка.

2. Сингонии. Решётки Браве. Индексы Миллера для плоскостей, направлений и узлов.

3. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, пространственные.

4. Элементы симметрии и их взаимодействие. Классы симметрии (точечные группы). Общее и частное положения. Симметрия дисконтинуума.

5. Система трансляций Браве. Базис. Пространственные группы. Правильные системы точек.

6. Плотные упаковки, их поры.

7. Понятие структурного типа. Стандартная информация о структурном типе.

Основные структурные типы элементов и соединений. Принцип Кюри-Неймана.

9. Предельные группы симметрии.

10. Рассеяние кристаллами малого размера. Интерференционная функция.

Уравнение Лауэ.

11. Уравнение Вульфа-Брэгга. Индексы интерференции.

12. Обратная решетка как периодическое распределение интерференционных максимумов.

13. Радиус-вектор обратной решетки и его свойства. Связь обратной решетки со структурой, размером и формой кристалла.

14. Геометрическая интерпретация уравнения Лауэ (построение Эвальда).

15. Методов рентгеноструктурного анализа. Физика рентгеновских лучей.

16. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Способы регистрации рентгеновского излучения.

17. Методы исследования монокристаллов (метод Лауэ, метод вращения).

18. Понятие дифракционного класса симметрии.

19. Получение и расчет рентгенограмм.

20. Индексирование рентгенограмм.

21. Рентгеновская дифрактометрия.

Литература

1. Епифанов Г.И. Физика твердого тела / Г. И. Епифанов. - М.: Лань, 2010.-288 с.

2. Калистратова, Л. Ф. Физические основы кристаллографии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Ф. Калистратова ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Электрон. текст. дан. (2,43 Мб). – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020.

Зондовая микроскопия

1. Принципы зондовой микроскопии. Общая схема сканирующего зондового

микроскопа; петля обратной связи: описание элементов, описание общего принципа работы.

2. Способы регистрации положения зонда

3. Форма представления данных в сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Основные типы фильтрации (вычитание поверхностей, линий, цветовая палитра и т.д.).

4. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ) – описание общих принципов работы методики. Формула коэффициента прозрачности барьера. Измерение локальной работы выхода в СТМ.

5. Потенциал взаимодействия зонда и образца. Общее описание сил взаимодействия. Взаимосвязь сил взаимодействия и методик к-АСМ (атомно-силовая микроскопия) и п-АСМ.

6. Полуконтактная силовая микроскопия. Общие принципы.

7. Микроскопия латеральных сил. Общие принципы. Интерпретация данных. Описание продольных и поперечных сил.

8. Особенности настройки микроскопа для сканирования в жидкости. Описание сигнала RMS.

9. Основы зондовой литографии. СТМ литография; АСМ анодно-окислительная литография; АСМ силовая литография.

10. Физические основы магнитно-силовой микроскопии (МСМ). Статическая магнитно-силовая микроскопия (С МСМ)

11. Физические основы электросиловой микроскопии (ЭСМ). Емкостная микроскопия. Метод зонда Кельвина.

12. Электростатическая силовая микроскопия. Сканирующая микроскопия сопротивления растекания

13. Способ определения модуля Юнга биообъектов с помощью АСМ.

Литература

1. Даньшина, В.В. Исследование материалов методом зондовой микроскопии в нанобиотехнологии [Текст]: учебное пособие/ В.В. Даньшина, Е.А. Рогачев; ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019. – 103 с.
2. Методы сканирующей зондовой микроскопии при исследовании структуры и свойств органических материалов: учебно-методическое пособие/ составители И.Р. Набиуллин [и др.]. – УФА: БГПУ имени М. Акмуллы, 2016. – 41 с. Режим доступа: <https://elanbook.com/book/93053>
3. Физические основы зондовой микроскопии: методические указания к лабораторным работам/ М.А. Зверев, А.М. Ласица, Е.А. Рогачев; ОмГТУ. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2013. – 28 с.
4. Методы зондовой микроскопии: методические указания к лабораторным работам/ М.А. Зверев, Е.А. Рогачев, А.М. Ласица; ОмГТУ. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2014. – 32 с.
5. Нанотехнологии в машиностроении : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 91 с.
6. Корнилов, В.М. Основы зондовых технологий: учебно-методическое пособие/ В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. – Уфа: БГПУ имени М. Акмулы, 2013. – 40 с. – Режим доступа: <https://elanbook.com/book/42379>

Методы получения тонкопленочных покрытий

1. Классификация покрытий и методов их получения.
2. Ионная имплантация, физические основы метода.
3. Осаждение из газовой фазы. Химическое осаждение из газовой фазы.
4. Резистивное осаждение.
5. Электродуговое осаждение.
6. Физические основы магнетронного напыления.
7. Испарение и конденсация. Рост кластеров на поверхности кристаллических и аморфных носителях. Методы нанохимии. Методы термического и фотохимического разложения.

Литература

1. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / В. В. Старостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 431 с.

2. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии / Е. В. Берлин, Л. А. Сейдман. – М.: Техносфера, 2010. – 528 с

Электронная микроскопия

1. Устройство растрового электронного микроскопа, назначение его основных модулей.
2. Термоэлектронная эмиссия. Закон Оуэна–Ричардсона, величины, входящие в его состав.
3. Электронно–оптическая яркость, величины, входящие в ее состав.
4. Область воздействия электронного пучка. Виды детектируемых сигналов.
5. Формула Бёте расчета удельных ионизационных потерь.
6. Радиационные (излучательные) энергетические потери электронов в веществе.
7. Определение критической энергии электронов и ее расчет.
8. Подходы к расчету среднего, проективного и максимального пробега электронов в веществе.
9. Расчет пробегов максимальной глубины проникновения электронов в вещество по формуле Канайя–Окаяма.
10. Экстраполированный пробег электронов.
11. Закон Мозли, величины, входящие в его состав.
12. Физические основы получения энергодисперсионных спектров, определение характеристической частоты рентгеновского излучения.

Литература

1. Теоретические основы растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа наноматериалов : учеб. пособие / [Д. А. Полонянкин и др.] ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. – 116 с.
2. Гоулдстейн, Дж. Практическая растровая электронная микроскопия / под ред. Дж. Гоулдстейна, Х. Яковица; пер. с англ. под ред. В. И. Петрова. – М. : Мир, 1978. –

656 с.

3. Scanning electron microscopy and X-Ray microanalysis / J. I. Goldstein [et. al.]. – New York : Springer, 2018. – 554 p. – <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4939-6676-9>

4. Mishra, R. K. Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy Techniques for Nanomaterial / R. K. Mishra, A. K. Zachariah, S. Thomas // Microscopy Methods in Nanomaterials Characterization. – 2017. – Ch. 5. – P. 383-405 – <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-46141-2.00012-2>

Технологии модификации наноматериалов

1. Методы анализа технологических процессов. Основные и вспомогательные материалы в нанотехнологиях. Причины появления качественно новых свойств нанообъектов и критические размеры.

2. Размерные эффекты и условия их проявления. Особенности наноматериалов и нанотехнологий.

3. Компактированные и наноструктурные материалы и композиты.

4. Основные методы получения наночастиц. Методы консолидации наночастиц и компактированные наноматериалы.

5. Формирование наночастиц и нанопорошков механическим измельчением, в газовой, жидкой и твердой фазах. Измельчение твердых тел. Диспергирование растворов. Получение твердых гранул. Конденсация пара. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Плазмохимический синтез.

6. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Твердотельные химические реакции. Механосинтез. Ударно-волновой, детонационный синтез и электровзрыв. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Упорядочение нестехиометрических соединений. Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах.

7. Формирование нанообъектов методами золь-гель технологии, молекулярного наслаивания, криометодами и сверхбыстрым охлаждением, в коллоидных растворах, электрохимическими методами. Биохимические методы.

8. Получение компактных нанокристаллических материалов. Методы

компактирования наночастиц. Смешивание и компактирование нанопорошков. Осаждение на подложку. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация. Превращения беспорядок-порядок. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов методами молекулярно-лучевой эпитаксии, эпитаксии металлоорганических соединений из газовой фазы, молекулярным наслаиванием.

Литература

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учеб.пособие/Д. И. Рыжонков, В. В. Левина Э Л Дзидзигури. - 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 365 с.
2. Родунер, Эмиль. Размерные эффекты в наноматериалах. - М.: Техносфера, 2010. - 350 с.
4. Нанотехнологий в машиностроении : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков [и др.] -Старый Оскол:ТНТ, 2012.-91с.
5. Получение и исследование наноструктур: лаб. практикум по нанотехнологиям / А. А. Евдокимов [и др.]; под ред. А. С. Сигова. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. -146 с.
6. Исакова, И.В. Строение и свойства полифункциональных материалов и нанокompозитов: учебное пособие/И.В. Исакова, Н.Н Чурилова. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019- 68 с.- Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система.
7. Процессы и технологии получения наноразмерных порошков и наноструктурированных материалов: учебное пособие/В.А. Батаева, В.Г. Буров, И.А. Батаев и [и др.]. Новосибирск: НГТУ, 2017. -283 с. - Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система.

И.О. декана ФЭОиМ



/А. А. Охотников /

Руководитель основной образовательной программы подготовки магистров по направлению **28.04.02**



/О.В. Кропотин/