

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова



**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор/декан  
Мезин И.Ю.

«29» 10 \_\_\_\_\_ 2018г.

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания *по спецдисциплине*  
для поступающих в аспирантуру по направлению

*03.06.01 – Физика и астрономия*  
*код и наименование направления подготовки*

*01.04.07 – физика конденсированного состояния*  
*(наименование профиля/направленности)*

Магнитогорск – 2018г.

Программа разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам подготовки аспирантуры по направлению: 03.06.01 – Физика и астрономия и направлением профиля подготовки: 01.04.07 – физика конденсированного состояния

---

*код и наименования направления подготовки аспирантуры и наименование профиля/направленности*

Составители: зав. кафедрой прикладной и теоретической физики, доктор физ.-мат. наук, профессор Бехтерев А.Н.

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методической комиссией Института Естествознания и стандартизации

---

*название института/факультета*

«29» октября 2018 г., протокол № 2

Председатель  /Мезин И.Ю./

Согласовано:

Руководитель ООП  /Бехтерев А.Н./

Заведующий кафедрой  /Бехтерев А.Н./

**1. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания по спецдисциплине в аспирантуру**

- 1.1. Общая физика
- 1.2. Теоретическая физика
- 1.3. Астрофизика
- 1.4. Исследования структуры и свойств углеродных наноматериалов
- 1.5. Колебательные спектры конденсированного углерода и наноуглерода  
спецкурсы по физике конденсированного состояния

**2. Содержание учебных дисциплин**

2.1. «Общая физика», «Теоретическая физика», «Астрофизика»

Темы (вопросы)

1. Понятие о колебательном движении. Свободные и вынужденные колебания, уравнение колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания. Резонанс.
2. Сложение колебаний одного направления и взаимно перпендикулярных колебаний. Биения и фигуры Лиссажу.
3. Основы молекулярно-кинетической теории газов. Распределения Больцмана, Максвелла. Статистика Максвелла-Больцмана. Опыт Штерна.
4. Акустические волны и их классификация. Уравнение плоской акустической волны, скорость и длина волны. Ультразвуковая дефектоскопия, томография.
5. Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики, его применение к изопроцессам в идеальном газе. График процессов. Вечный двигатель первого рода.
6. Тепловые машины. Цикл Карно. КПД цикла Карно. КПД реальных тепловых машин.
7. Внутренняя энергия термодинамической системы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости газов и твердых тел, границы применимости теории.
8. Первое, второе и третье начала термодинамики. Понятие об энтропии и ее изменении в термодинамических процессах. Статистические и термодинамические формулировки II начала.
9. Явления переноса в молекулярной физике. Законы диффузии, теплопроводности и вязкости и их анализ.
10. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля точечного заряда. Графическое изображение электростатических полей. Связь напряженности и потенциала. Принцип суперпозиции полей. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса, ее применение к расчету полей.
11. Магнитное поле. Индукция и напряженность магнитного поля. Графическое изображение магнитных полей. Силы магнитного взаимодействия (Ампера и Лоренца). Принцип суперпозиции магнитных полей.
12. Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризация диэлектриков, вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Сегнетоэлектрики, гистерезис.
13. Магнитные свойства вещества. Основы теории диа-, пара- и ферромагнетизма. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Магнитный гистерезис. Применение ферромагнетиков.
14. Магнитное поле токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока. Энергия электрического и магнитного полей.
15. Классическая теория электропроводности металлов. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Понятие о сверхпроводимости, высокотемпературная сверхпроводимость.

16. Основы зонной теории твердого тела. Решение уравнения Шредингера для электронов в кристалле, адиабатное приближение. Зоны Бриллюэна.
17. Электромагнитная индукция. Интегральная и дифференциальная формы закона электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Применение закона электромагнитной индукции.
18. Полная система уравнений Максвелла как обобщение основных законов электромагнетизма. Свободное электромагнитное поле.
19. Электромагнитные волны их классификация, излучение и регистрация. Уравнение плоской электромагнитной волны и ее параметры. Энергия волны. Вектор Умова.
20. Интерференция света и условия ее наблюдения. Методы наблюдения интерференции в оптике (бизеркала и бипризма Френеля, метод Юнга). Условия max и min картины интерференции.
21. Дифракция света и её виды. Принцип Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля. Объяснение дифракции сферической и плоской волны на основе зон Френеля. Дифракционная решетка.
22. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Закон Брюстера. Поляризаторы и анализаторы, получение поляризованного света. Степень поляризации излучения. Закон Малюса.
23. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Формула Коши. Основы электронной теории дисперсии.
24. Излучательная и поглощательная способность тел. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, формула Планка и её анализ.
25. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Основные кинематические и динамические следствия из теории относительности.
26. Квантовые свойства света. Фотоэффект и его виды. Опыты и законы Столетова. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта.
27. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах микрочастиц. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и их анализ.
28. Постулаты Бора. Теория водородоподобного атома по Бору. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Опыты Франка и Герца.
29. Уравнение Шредингера. Волновая функция и ее свойства. Стандартные условия и квантование. Операторы в квантовой механике.
30. Понятие о полном наборе квантовых чисел. Строение сложных атомов. Электронные группы и подгруппы. Принцип Паули. Периодическая система химических элементов Менделеева.
31. Микрочастица в потенциальной яме. Туннельный эффект. Примеры проявления туннельного эффекта.
32. Законы сохранения в физике и их связь с симметрией пространства и времени.
33. Основные характеристики атомных ядер (заряд, масса, механический момент, магнитный момент, размер ядра). Характеристика ядерных сил. Энергия связи. Дефект массы.
34. Естественная и искусственная радиоактивность. Радиоактивные ряды. Закономерности альфа-, бета-, гамма-распада. Закон радиоактивного распада.
35. Ядерные реакции. Реакция деления и синтеза атомных ядер. Энергия ядерных реакций. Характеристика ядерных сил. Деление ядер урана.
36. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы и их классификация. Реакции взаимного превращения элементарных частиц. Кварки и глюоны. Методы регистрации элементарных частиц.
37. Солнечная система, общая характеристика планет земной группы и планет-гигантов. Законы Кеплера движения планет. Пояс Койпера, облако Оорта.

38. Гипотезы о происхождении и эволюции Вселенной. Реликтовое излучение, красное смещение в спектрах звезд. Методы определения расстояний и параметров звезд в астрофизике, единицы расстояний.

Литература для подготовки

- 1 Иродов И.Е. Курс общей физики в 5 т. - М.:Высшая школа.- 2010.
- 2 Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х томах.- Высшая школа.- 2008.
- 3 Горбачев В.В., Спицына Л.Г. Физика полупроводников и металлов.- М.: Металлургия.- 1976.
- 4 Ливенцев, Н.М. Курс физики [Электронный ресурс]: учебник / Н.М Ливенцев. - 7-е изд., степ. - СПб.: Лань, 2012. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2780/> - Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8114-1240-2
- 5 Ивлиев, А.Д. Физика [Электронный ресурс]: учеб.пособие / А.Д. Ивлиев . - 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2009. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/163/> - Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8114-0760-6
- 6 Климишин И.А. - Астрономия наших дней.- М.: Высшая школа.- 2006.

2.2. «Исследование структуры и свойств углеродных наноматериалов», «Колебательные спектры конденсированного углерода и наноуглерода»

Темы (вопросы)

1. Строение и основные физические свойства аллотропных соединений конденсированного углерода (КУ) - алмаз, графит, карбин.
2. Строение и основные свойства нанокристаллических углеродных структур: нанотрубки, фуллерены, наноалмазы. Нанокристаллические формы углерода со смешанными электронными конфигурациями.
3. Структурные превращения в углероде при воздействии температуры и давления. Основные представления о дисперсии электронов в зоне Бриллюэна КУ.
4. Структура колебательного спектра алмаза, графита, карбина, нанокристаллического углерода, интерпретация колебательных мод в спектрах. Влияние дефектов и примесей на колебательный спектр КУ.
5. Уравнения классического дисперсионного анализа при изучении колебательного спектра КУ.
6. Особенности расчета оптических характеристик КУ с помощью уравнений Френеля.
7. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига в исследовании оптических характеристик КУ.
8. Общая характеристика приборов и методов спектроскопии: режимы пропускания, отражения (зеркального, диффузного, полного внутреннего отражения), комбинационного рассеяния.
9. Основы теории и методы проведения качественного и количественного спектрофотометрического анализа. Формула Бугера-Бера. Источники оптического излучения, лазеры – физические свойства, диапазоны излучения, применение.
10. Основы теории ошибок в обработке экспериментальных данных. Абсолютная и относительная погрешность эксперимента. Погрешность прямого и косвенного измерения.
11. Принципы работы основных механических, тепловых, электромагнитных и оптических приборов. Цена деления, класс точности приборов. Статистическая ошибка и способы ее расчета.

12. Распределение случайных событий (распределение Пуассона, Гаусса, Лоренца). Распределение Стьюдента, метод малых выборок.

Литература для подготовки

1. Шулепов С.В. Физика углеродных материалов.- Челябинск: Metallurgy.- 1990.
2. Вяткин Г.П., Байтингер Е.М., Песин Л.А. Определение характера гибридизации валентных состояний углерода спектроскопическими методами.- Челябинск: ЧГТУ.- 1996.
3. Беленков Е.А. Ивановская В.В., Ивановский А.Л. Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы.- Екатеринбург: УРО РАН.- 2008.
4. Анфимов И.М., Кобелева С.П., Щемеров И.В. Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел. Лабораторный практикум.- М.: МИСИС.- 2014, 76 с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51696](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51696).

### 3. Шкала оценивания вступительного испытания (один вопрос)

Балл	Характеристика ответа
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответы на поставленные в билете вопрос излагается логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</li> <li>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности.</li> <li>3. Делаются обоснованные выводы.</li> <li>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретенные ранее.</li> <li>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответы на поставленный вопрос в билете излагается систематизировано и последовательно.</li> <li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li> <li>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</li> <li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</li> <li>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.</li> <li>3. Имеются затруднения с выводами.</li> <li>4. Определения и понятия даны нечетко.</li> <li>5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо</li> </ol>
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.</li> <li>2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</li> <li>3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>