

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ЕиС
Мезин И.Ю.
«29» 10 2020 г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания по направлению подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия
профиль подготовки 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Магнитогорск, 2020

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплине базовой части и/или дисциплинам, относящимся к ее вариативной части соответствующего направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Составитель: зав. кафедрой ПМиИ Кадченко С.И.

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методической комиссией

Института Естествознания и стандартизации

24 сентября 2020 г., протокол №1

Председатель  /Мезин И.Ю./

Согласовано:

Заведующий кафедрой физики

 / Аркулис М.Б./

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

- 1.1. Общая физика
- 1.2. Теоретическая физика
- 1.3. Астрофизика

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 бипризмы Френеля, метод Юнга). Условия шах и тш 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 Малкюа.
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: [БЦр://e.lanbook.com/yle/y/book/2780/](http://e.lanbook.com/yle/y/book/2780/) - Загл. с экрана. - 18ВЫ 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: [Бйр://e.lanbook.com/Meu/y/book/163/](http://e.lanbook.com/Meu/y/book/163/) - Загл. с экрана. - 18ВЫ 978-5-8114-0760-6
- 6 Климишин И.А. - Астрономия наших дней.- М.: Высшая школа.- 2006.

2.2. Физика конденсированного состояния

Темы (вопросы)

1. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: Ван-дер-Ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
2. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ.
3. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.
4. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
5. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии.
6. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки.
7. Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.
8. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы.
9. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
10. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
11. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана-Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.
12. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.
13. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна-Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
14. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
15. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри-Вейсса.
16. Природа ферромагнетизма. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Доменные границы (Блоха, Нееля).
17. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков.
18. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига.

19. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований.
20. Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.
21. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток.
22. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец.

Рекомендуемая литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. М.: МЦ НМО, 2000.

4. Пример экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

_____ Чукин М.В.
« __ » _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Ядерные реакции. Реакция деления и синтеза атомных ядер. Энергия ядерных реакций. Характеристика ядерных сил. Деление ядер урана (5 баллов)
2. Принципы работы основных механических, тепловых, электромагнитных и оптических приборов. Цена деления, класс точности приборов. Статистическая ошибка и способы ее расчета. (5 баллов)
3. Собеседования по реферату, тема которого предварительно сообщается поступающему руководителем аспирантуры (5 баллов)