

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ (ЭКЗАМЕНА) В МАГИСТРАТУРУ
для получения углубленного высшего образования по специальности
ФИЗИКА

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю.А. Курочкин, ведущий научный сотрудник ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси» доктор физико-математических наук, профессор;

В.В. Шкурко, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин и информационных технологий ГУО «Университет НАН Беларуси», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой естественнонаучных дисциплин и информационных технологий (протокол № 9 от 10.02.023);

Советом ГУО «Университет Национальной академии наук Беларуси» (протокол № 8 от 30.03.2023).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания в магистратуру по специальности Физика носит комплексный, междисциплинарный характер и ориентирована на выявление у поступающих общепрофессиональных и специальных знаний и умений.

Программа разработана в соответствии с требованиями к вступительным испытаниям, установленными Министерством образования Республики Беларусь.

Основной *целью* вступительного испытания является комплексная проверка уровня подготовки абитуриентов и выявление склонности поступающих к научно-исследовательской деятельности.

Задачей вступительного испытания является оценка уровня знаний по разделам: «Механика», «Молекулярная физика», «Термодинамика и статистическая физика», «Электричество и магнетизм», «Электродинамика», «Оптика», «Физика атома и атомных явлений», «Квантовая механика», «Физика ядра и элементарных частиц».

Абитуриент должен *знать*:

- структурную организацию материи, фундаментальные физические законы, явления и эффекты
- основные положения теоретической механики, электродинамики, квантовой механики, термодинамики;
- принципы построения и методологию современных физических исследований.

Поступающие должны *уметь*:

- применять теоретические фундаментальные знания для проведения собственных научных исследований;
- работать с научной и справочной литературой по физике.

Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и практической подготовки, владение специальной терминологией и методами работы с научной литературой.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Тема 1.1. Системы отсчета и законы движения в классической механике

Законы Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея и принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность интервала между событиями. Преобразование Лоренца. Относительность электрического и магнитного полей.

Тема 1.2. Законы сохранения в механике Ньютона

Законы сохранения энергии и импульса. Упругие и неупругие столкновения.

Тема 1.3. Релятивистская динамика

Уравнение движения материальной точки в релятивистской механике. Импульс и энергия материальной точки.

Тема 1.4. Движение тел в гравитационном поле.

Закон всемирного тяготения и законы Кеплера. Движение тел в поле тяготения. Закон сохранения момента импульса

Тема 1.5. Движение абсолютно твердого тела

Уравнение моментов. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Тема 2.1. Гидродинамика

Течение идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Вязкое движение жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса, его физический смысл.

Тема 2.2. Упругие свойства тел

Упругие деформации. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Энергия упругой деформации.

Тема 2.3. Идеальные и неидеальные газы

Уравнение состояния идеального газа. Его интерпретация на основе молекулярно-кинетической теории. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Тема 2.4. Основы термодинамики

Квазистатические процессы. Первое начало термодинамики. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия. Энтальпия. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Статистический смысл энтропии. Энтропия идеального газа. Флуктуации. Термодинамические потенциалы. Условие равновесия систем

Тема 2.5. Основы физической статистики и кинетики

Распределения Максвелла, Больцмана. Равномерное распределение энергии по степеням свободы. Зависимость теплоемкости газов от

температуры. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояний. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициент переноса в газах. Броуновское движение. Соотношение Эйнштейна.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Тема 3.1. Электростатика и магнитостатика

Закон Кулона. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Теорема о циркуляции для электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция. Граничные условия. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Закон Био-Савара. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле в веществе. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные условия.

Тема 3.2. Явление электромагнитной индукции и уравнения Максвелла

Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Э.Д.С. индукции. Само- и взаимоиндукция. Теорема взаимности. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.

Тема 3.3. Квазистационарные и переменные токи

Квазистационарные токи. Свободные и вынужденные колебания в электрических цепях. Явления резонанса. Добротность колебательного контура. Ее энергетический смысл. Понятие о спектральном разложении электрических сигналов. Спектры колебаний, модулированных по амплитуде и фазе. Электрические флуктуации. Дробовой и тепловой шум. Предел чувствительности электроизмерительных приборов.

Тема 3.4. Электромагнитные волны: их источники и приемники

Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца. Электромагнитные волны в волноводах. Критическая частота. Объемные резонаторы.

Тема 3.5. Плазма

Понятие о плазме. Дебаевское экранирование. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы.

Раздел 4. ОПТИКА

Тема 4.1. Волновая и геометрическая оптика

Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей. Принцип Гюйгенса-Френеля. Число Френеля, его физический смысл. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики. Дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов. Критерий Рэлея. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения. Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с опорным наклонным пучком. Понятие об объемных голограммах. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость.

Тема 4.2. Взаимодействие света со средой

Формула Рэлея. Классическая теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.

Тема 4.3. Кванты света

Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.

Раздел 5. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА. ФИЗИКА ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Тема 5.1. Экспериментальные основы квантовой механики

Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Опыты Джермера- Девиссона и Томсона по дифракции электронов.

Тема 5.2. Основы квантовой механики и строение атома

Волновая функция, ее смысл. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей для координат и импульса. Уравнение Шредингера. Постулаты и принцип соответствия Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Радиус Бора. Атомная единица энергии. Туннелирование частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер. Качественная теория альфа-распада. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона, орбитальный и спиновый магнитный момент электрона. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Ядерный магнитный резонанс. Опыты Резерфорда.

Тема 5.3. Атомные ядра

Протон-нейтронная структура ядра. Электрический заряд и масса ядра. Размеры ядер. Энергия связи и устойчивость ядер. Стабильные и нестабильные ядра. Электрические и ядерные силы.

Тема 5.4. Радиоактивность.

Радиоактивность и закономерности радиоактивного распада. Естественная и искусственная радиоактивность. α , β , γ - радиоактивность.

Взаимодействие радиации с веществом. Проникающие свойства радиации. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Оценка времени жизни виртуальных частиц, радиусов сильного и слабого взаимодействий. Эффект Мёссбауэра.

Тема 5.5. Структурные элементы Вселенной и их взаимодействие

Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы. Кварковая структура адронов. Понятие о Стандартной модели частиц и их взаимодействиях. Современные представления о гравитации и космологии.

Тема 5.6. Квантовая природа электромагнитного поля

Распределение Бозе-Эйнштейна. Фотонный газ. Основные законы равновесного излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Методы создания инверсной заселенности. Принцип работы лазера.

Тема 5.7. Фермионы и бозоны в твердых телах

Концепция фононов. Теплоемкость и теплопроводность кристаллической решетки в модели Дебая. Температура Дебая. Элементы зонной теории твердого тела. Эффективная масса электронов. Распределение Ферми-Дирака. Вклад электронов в теплоемкость и теплопроводность кристаллов. Электропроводность полупроводников. Электроны и дырки. Акцепторы и доноры. Электронно-дырочный переход.

Тема 5.8. Явление сверхпроводимости

Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Критическое поле и критический ток. Куперовское спаривание. Квантование магнитного потока.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М. : Физматлит, 2002. Т. 3: Электростатика. – 389 с.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: учеб. пособ.: для вузов. В 10 т. Т. II. Теория поля.— 8-е изд., стереот.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kzf.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/09/landau1.pdf>. – Дата доступа: 29.01.2023.
3. Детлаф, А.А. Курс физики. / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский.– М. : Высш. школа, 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fileskachat.com/file/100054_45869370395275ae7b5596edb2656088.html. – Дата доступа: 29.03.2023.
4. Гинзбург, В.Л. Теоретическая физика и астрофизика: дополнительные главы / В.Л. Гинзбург. – М. : Ленанд., 2020 – 411 с.
5. Ботаки, А.А. Основы физики: учеб. пособ. / А.А. Ботаки, В.Л. Ульянов, В.В. Ларионов, Э.В. Поздеева. – Томск : Изд-во ТПУ, 2005. – 288 с.
6. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособ. / Д.В. Сивухин. М. : Физматлит, 2002-2005. – Т.1-5. – 1124 с.
7. Детлаф, А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – М. : Высш. школа, 2002. – 329 с.
8. Иродов, И.Е. Механика. Основные законы. / И.Е. Иродов. – 9- е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2007. – 375 с.
9. Никитин, А.В. Компьютерное моделирование физических процессов / А.В. Никитин, А.И. Слободянюк, М.Л. Шишако. – М. : Бинум, 2011. – 286 с.
- 10.Иванов, А.А. Введение в квантовую физику систем из многих частиц / А.А. Иванов – М. : МФТИ, 1993. – 401 с.
- 11.Кобаков, П.Е. Основы ядерной физики / П.Е. Кобаков. – М. : Просвещение, 1969. – 400 с.
- 12.Кужир, П.Г. Прикладная ядерная физика / П.Г. Кужир. – Минск : УП Технопринт, 2003. – 112 с.
- 13.Окунь, М.Н. Физика элементарных частиц / М.Н. Окунь. – М. : Наука, 1988. – 260 с.
- 14.Шмутцер, Э. Теория относительности (Современное представление) / Э. Шмутцер. – М. : Мир, 1981. – 354 с.
15. Саржевский, А.М. Оптика / А.М. Саржевский. – Минск : Университетское, – 1984. Т.1. – 312 с.; 1986. Т.2. – 421 с.

Дополнительная литература

1. Архангельский, М.М. Курс общей физики. Механика / М.М. Архангельский. – М. : Просвещение, 1975. – 423 с.

2. Боровский, Г.А., Общая физика: Курс лекций с компьютерной поддержкой: в 2 т. / Г.А. Боровский, Э.В. Бурсиан. – М. : МФТИ, 2001. – 315 с.
3. Шрёдер, Г. Техническая оптика / Г. Шрёдер, Х. Трайбер. – М. : Техносфера, 2006. – 199 с.
4. Бутиков, Е.И. Оптика / Е.И. Бутиков. – М. : Наука, 1986. – 286 с.
5. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М. : 1998. – 227 с.
6. Калашников, С.Г. Основы физики: упражнения и задачи / С.Г. Калашников. – М. : Высш. школа, 2004. – 189 с.
7. Леденев, А.Н. Физика: в 5 кн. / А.Н. Леденев. – М. : Бином, 2005. – 212 с.
8. Суханов, А.Д. Лекции по квантовой физике / А.Д. Суханов. – М. : Мир, 1991. – 299 с.
9. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М. : Мир, 1990. – 300 с.
10. Киттель, Ч. Элементарная физика твердого тела / Ч. Киттель. – М. : Наука, 1965. – 355 с.