

<b>Название вступительного испытания</b>
Техническая физика
<b>Направление (-я) подготовки</b>
16.04.01 Техническая физика
<b>Образовательная программа (-мы)</b>
16.04.01_01 Физика и техника полупроводников 16.04.01_08 Физика медицинских технологий 16.04.01_18 Организация и управление исследованиями и разработками (R & D) в инженерной физике
<b>Аннотация</b>
Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 16.04.01 Техническая физика, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру. Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и состоит из междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавров по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной форме или дистанционно (максимальный балл – 100). Минимальное количество баллов, подтверждающее его успешное прохождение устанавливается Правилами приема, утвержденными на текущий учебный год. Продолжительность испытания – 90 минут. На вступительном испытании разрешено использовать письменные принадлежности, черновик, калькулятор.
<b>Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру</b>
1. Физика 2. Физика твердого тела и полупроводников 3. Физика поверхности 4. Физические основы медико-биологических исследований
<b>Содержание учебных дисциплин</b>
1. Физика 1. Физические основы механики. Скорость и ускорение материальной точки. Закон сохранения импульса для замкнутой системы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Работа и кинетическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Закон сохранения момента импульса. Задача двух тел. Движение в центральном поле. 2. Молекулярная физика и термодинамика. Основные понятия теории вероятностей. Закон возрастания энтропии. Внутренняя энергия макросистемы. Абсолютная температура. Первое начало термодинамики. Распределение Гиббса. Статистическая сумма. Распределение Максвелла. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость твердых тел. Уравнение состояния идеального газа. Фазовые превращения. Явления переноса. Соотношение Эйнштейна. Диффузия в твердых телах. 3. Электричество и магнетизм. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрическое поле системы зарядов. Дипольный момент системы зарядов. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для векторов Е и D. Электрическая емкость проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Стационарный электрический ток. Законы Ома и Джоуля - Ленца. Векторный потенциал магнитного поля. Магнитное поле системы токов. Магнитный момент системы движущихся зарядов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов В и H. Самоиндукция и взаимная индукция. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Сверхпроводящее состояние вещества. 4. Колебания и волны. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Упругие волны. Дисперсия. Групповая скорость. Вектор Пойнтинга. Классическая теория дисперсии. Рассеяние света. Законы излучения абсолютно черного тела. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейные оптические явления. 5. Оптика. Соотношение между волновой и геометрической оптикой. Интерференция световых волн. Дифракция света. Дифракционная решетка. Просветление оптики. Линейная и круговая поляризация. Поляризация при отражении и преломлении света Формулы Френеля. Двойное лучепреломление. Пластина в четверть и половину волны. Призма Николя. Закон Кирхгоффа. Формула Планка. Кванты света. 6. Атомная и ядерная физика. Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции состояний. Кvantование энергии на примере прямоугольной одномерной ямы.

Среднее значение измеряемой физической величины. Водородоподобный атом в стационарном состоянии. Спин. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Запрет Паули. Периодическая система элементов. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Общие понятия о ядерной и термоядерной реакциях.

Литература для подготовки:

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики (в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. А.А. Матышев Атомная физика. М: Юрайт, 2016.
3. Г.С. Ландсберг Оптика М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.

2. Физика твердого тела и полупроводников

1. Зонная теория твердых тел

Энергетический спектр, разрешенные и запрещенные зоны. Диэлектрики, металлы, полупроводники и полуметаллы с точки зрения их энергетического строения. Закон дисперсии, эффективная масса электронов и плотность состояний вблизи минимума энергии и вдали от него.

2. Статистика электронов и дырок в полупроводниках.

Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси. Функции распределения электронов и дырок в полупроводниках и их особенности. Невырожденные и вырожденные полупроводники. Концентрация электронов и дырок в полупроводнике. Эффективная плотность состояний валентной зоны и зоны проводимости.

3. Равновесные носители заряда в полупроводниках и диэлектриках:

Генерация и рекомбинация. Механизмы рекомбинации. Диффузия и дрейф неравновесных носителей, соотношение Эйнштейна. Уравнение непрерывности, анализ частных случаев локального возбуждения и инжекции.

4. Контактные явления.

Различные типы контактов. Контакт твердое тело – вакуум. Контакт металл – полупроводник. Диоды Шоттки. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Электронно-дырочный переход. Выпрямление и усиление с помощью р-п переходов. Статическая вольтамперная характеристика (ВАХ) р-п перехода. ТунNELНЫЙ эффект в р-п переходах. Основные представления о полупроводниковых гетеропереходах, их применение.

5. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.

Фотоэффект в р-п переходах. Солнечные батареи. Преобразование электрических сигналов в световые.

Светодиоды: устройство, принцип действия.

Литература для подготовки:

1. Ю Питер, Кардона Манэль. Основы физики полупроводников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 560 с.
2. К.Зеегер Физика полупроводников. М.: Мир, 1977. 615 с.
3. С. Зи Физика полупроводниковых приборов. - М.: Мир, 1984, кн.1 - 456 с., кн.2 - 456 с
3. Физика поверхности

Основы энергоанализа заряженных частиц. Основные типы энергоанализаторов. Методы регистрации частиц. Дифракция медленных и

быстрых электронов (на просвет и отражение) как методы исследования структуры поверхности.

Электронная Оже-спектроскопия. Одночастичные и многочастичные возбуждения электронов в твердом теле. Растворная электронная микроскопия. Режимы работы. Особенности

формирования контраста. Рентгеновский микроанализ. Конструкции растровых электронных микроскопов и микроанализаторов. ТунNELНАЯ и атомно-силовая микроскопия. Физические основы. Конструкция туннельных и атомно-силовых микроскопов.

Литература для подготовки:

1. Методы анализа поверхностей. Пер. с англ. под ред. А.Зандерны. – М.: Мир. 582 с.
  2. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии : Пер. с англ. / М.П. Сих, Д. Бриггс, Дж.К. Ривьер и др. ; Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. — Москва : Мир, 1987 .— 598 с.
  4. Физические основы медико-биологических исследований
- Физика и техника сверхвысоких частот (СВЧ) в биомедицинских исследованиях. Рентгеновское излучение, способы получения и характеристики. Линейные и циклические ускорители частиц. Изотопы и их распространенность. Детекторы частиц и излучений. Ультрафиолетовое излучение, источники и характеристики. Основы масс-спектрометрии.

Литература для подготовки:

1. Цыбин О.Ю. Вакуумные масс-спектрометры. Учебное пособие. Учебное издание в электронной библиотеке СПбГПУ. 66 с. 2020г. DOI: 10.18720/SPBPU/2/s20-60
2. Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth. Intermediate Physics for Medicine and Biology. Fourth Edition. Springer, 2015.

### Критерии оценивания вступительного испытания

Вступительное испытание состоит из тестовых заданий, отражающих вопросы по основным разделам, указанным в пункте дисциплины.

Тестовые задания выполняются без использования вспомогательных учебных материалов.

Типы тестовых заданий.

По способу ответа тестовые задания могут быть следующих основных типов:

- закрытые тестовые вопросы, в которых абитуриент должен выбрать из предложенных вариантов один или

несколько правильных ответов;

- открытые тестовые вопросы, в которых отсутствуют варианты правильных ответов, и абитуриент должен дать единственно правильный ответ самостоятельно.

Тестовые вопросы подразделяются на два блока:

Блок 1: закрытые тестовые задания - 20;

Блок 2: открытые тестовые задания - 2.

Общая сумма баллов - 100.

Критерии оценивания.

За каждое правильно решенное закрытое тестовое задание присваивается 3 балла. За каждое правильно решенное открытое задание присваивается 20 баллов.

В ответе на открытый вопрос допускается загрузка рукописных и поясняющих материалов. Перед загрузкой все материалы следует объединить в один файл. Неразборчивые, неполные, неудобочитаемые или поврежденные файлы экзаменационной комиссией не рассматриваются.

Один из открытых вопросов может потребовать написания мотивационного письма. Его стоит подготовить заранее. Мотивационное письмо должно содержать следующую информацию: почему вы хотите обучаться на данной магистерской программе; краткое описание актуальности вашей выпускной работы, выполненной в рамках предыдущего образования, и полученные результаты; оценку соответствия ваших навыков требованиям образовательной программы; информацию о ваших достижениях в профессиональной области и ссылки на ваши публикации.

### **Рабочая группа**

Председатель предметной комиссии:

директор ИЭиТ, А.С. Коротков

Составители:

доцент ВИФШ, Е.П. Тарадаев

Руководитель ОП, доцент ВИФШ, М.Я. Винниченко