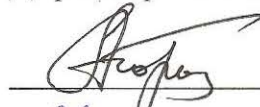


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого»

Институт электроники и телекоммуникаций

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭиТ



А.С. Коротков

«02» октября 2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по
направлению подготовки / образовательной программе:**

16.04.01 Техническая физика /

16.04.01_02 Наноразмерные структуры электроники

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2023

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **16.03.01 «Техническая физика»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и проводится в форме междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно (**максимальный балл – 100**);

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Составители:

Руководитель ОП, доцент ВИФШ _____  /М.Я. Винниченко/

Профессор ВИФШ

_____  /Н.М. Гнучев/

Программа рассмотрена и рекомендована учебно-методическим советом ИЭиТ (протокол № 1 от «14» сентября 2023 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

1.1. Физика

1.2. Физика твердого тела и полупроводников

1.3. Физика поверхности

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Физика»

Темы (вопросы)

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 E 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 \mathbf{B} и \mathbf{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. Пластинка 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. Квантование 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.

2.2. «Физика твердого тела и полупроводников»

Темы (вопросы):

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 $p-n$ переходов. Статическая вольтамперная характеристика (ВАХ) $p-n$ перехода. Туннельный эффект в $p-n$ переходах. Основные представления о полупроводниковых гетеропереходах, их применение.

5. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.

Фотоэффект в $p-n$ переходах. Солнечные батареи. Преобразование электрических сигналов в световые. Светодиоды: устройство, принцип действия.

Литература для подготовки:

1. Ю Питер, Кардона Мануэль. 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.

2.3. Физика поверхности

Темы (вопросы):

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. Методы количественной Оже-спектроскопии. Фотоэлектронная спектроскопия (ФЭС и УФЭС). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС или ЭСХА – электронная спектроскопия для химического анализа) и конструкции приборов. Химические сдвиги уровней. Количественная РФЭС. Спектроскопия характеристических потерь энергии (СХПЭЭ). Одночастичные и многочастичные возбуждения электронов в твердом теле. Растровая электронная микроскопия. Режимы работы. Особенности формирования контраста. Рентгеновский микроанализ. Конструкции растровых электронных микроскопов и микроанализаторов. Туннельная 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.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт электроники и телекоммуникаций

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

 М.Я. Винниченко

«20» июня 2024 г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки / образовательной программе:

16.04.01 Техническая физика /

16.04.01_02 Наноразмерные структуры электроники

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Примеры тестовых заданий (20 вопросов по 3 балла)

1. Траектория движения заряженной частицы в ненулевых скрещенных однородных электрическом и магнитном полях

1. Окружность
2. Парабола
3. Гипербола
4. Трохоида

2. Эффективная масса электронов в твердом теле характеризует

1. влияние периодического потенциала решетки
2. влияние рассеяния
3. влияние уровня легирования
4. влияние наличия дефектов

3. При самопроизвольном течении термодинамического процесса к равновесному состоянию (при неизменной энергии) энтропия системы:

1. возрастает
2. уменьшается
3. остается неизменной
4. равна 1.

4. Взаимосвязь явлений диффузии и дрейфа ...

1. не наблюдается
2. наблюдается в любых системах частиц
3. наблюдается только в системах заряженных частиц
4. наблюдается только в присутствии электрического поля

5. Импульс силы по определению есть...

1. Импульс тела, на которое действует сила
2. Величина силы в данный момент времени
3. Произведение силы на время её действия
4. Произведение силы на её плечо

Пример открытого вопроса (2 вопроса по 20 баллов)

1. Закон сохранения импульса для замкнутой системы. Закон сохранения момента импульса.
2. Контакт твердое тело – вакуум. Контакт металл – полупроводник.