



Акционерное общество «НПО «Орион»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по инновациям и науке
АО «НПО «Орион»




И.Д. Бурлаков

« 07 » 2022 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания по специальной дисциплине (физике)
для поступающих в аспирантуру по научной специальности

1.3.11 «Физика полупроводников»

Форма обучения - очная

Москва, 2022 г.

Вступительное испытание по специальной дисциплине (физике) проводится в форме устного экзамена по билетам. Общее количество вопросов в каждом билете – 2. Для устного экзамена устанавливается время на подготовку – 40 минут. Максимальное количество баллов - 10. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (далее — минимальное количество баллов) – 4.

Во время проведения вступительных испытаний поступающим запрещается использовать средства связи. Поступающим во время проведения вступительных испытаний разрешается использовать справочную литературу, вычислительную технику, словари.

Перечень вопросов для подготовки к вступительному испытанию:

1. Закон Кулона. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Теорема о циркуляции для электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона.
2. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция. Граничные условия.
3. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Сила Лоренца.
4. Магнитное поле в веществе. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные условия.
5. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. ЭДС индукции. Само- и взаимоиנדукция. Теорема взаимности.
6. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
7. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.
8. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
9. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения.
10. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
11. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
12. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
13. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Опыты Джермера-Девиссона и Томсона по дифракции электронов.
14. Постулаты и принцип соответствия Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Радиус Бора. Атомная единица энергии.
15. Элементы зонной теории твердого тела (уравнение Шредингера, квазиимпульс и эффективная масса электрона).
16. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона, орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
17. Волновая функция, ее смысл. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей для координат и импульса. Уравнение Шредингера.

18. Туннелирование частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер.
19. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Оценка времени жизни виртуальных частиц, радиусов сильного и слабого взаимодействий.
20. Элементы физической статистики. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Невырожденные и вырожденные коллективы.
21. Классическая статистика Максвелла-Больцмана. Функция распределения. Плотность состояний.
22. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения. Плотность состояний. Фотонный газ.
23. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Функция распределения. Плотность состояний. Влияние температуры.
24. Концепция фононов. Теплоемкость и теплопроводность кристаллической решетки в модели Дебая. Температура Дебая.
25. Электропроводность полупроводников. Электроны и дырки. Акцепторы и доноры. Электронно-дырочный переход.
26. Спонтанное и вынужденное излучение. Методы создания инверсной населенности. Принцип работы лазера. Основные типы лазеров.
27. Основные типы фотоприемников: тепловые (боллометры и др.) фотонные (фоторезисторы, фотодиоды и др.). Классификация фотоприемников. Спектральные характеристики фотоприемников. Пороговая чувствительность, удельная обнаружительная способность, NETD.
28. Собственное и примесное поглощение. Основные механизмы поглощения. Полупроводники n- и p- типов.
29. Материалы для полупроводниковой фотоэлектроники. Спектральная чувствительность различных материалов. Монокристаллы, эпитаксиальные слои, поликристаллические пленки. Методы выращивания.
30. Квантоворазмерные структуры. Сверхрешетки. Фотоприемники на основе множественных квантовых ям (QWIP).

Литература:

1. Пономаренко В.П. Квантовая фотосенсорика. – М.: АО «НПО «Орион», 2018. – 648 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учебное пособие для вузов в 5-ти томах. – М.: Наука, 1980.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Учебник в 3-х томах. 10-е издание. – СПб: Лань, 2008.
4. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: Мир, 1977. – 678 с.
5. Киес Р.Дж., Крузе П.В., Патли Э.Г. и др. Фотоприемники видимого и ИК диапазонов. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.

Составил
Заведующий аспирантурой
АО «НПО «Орион»



Е.О. Тренина