



Акционерное общество «НПО «Орион»

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


И.Д. Бурлаков

2022 г.



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

2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники квантовых устройств»

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. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
3. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
4. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей.
5. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
6. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
7. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
8. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Опыты Джермера-Девиссона и Томсона по дифракции электронов.
9. Постулаты и принцип соответствия Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Радиус Бора. Атомная единица энергии.
10. Элементы зонной теории твердого тела (уравнение Шредингера, квазиимпульс и эффективная масса электрона).
11. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона, орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
12. Туннелирование частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер.
13. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Оценка времени жизни виртуальных частиц, радиусов сильного и слабого взаимодействий.
14. Элементы физической статистики. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Невырожденные и вырожденные коллективы.
15. Классическая статистика Максвелла-Больцмана. Функция распределения. Плотность состояний.
16. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения. Плотность состояний. Фотонный газ.
17. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Функция распределения. Плотность состояний. Влияние температуры.

18. Концепция фононов. Теплоемкость и теплопроводность кристаллической решетки в модели Дебая. Температура Дебая.
19. Электропроводность полупроводников. Электроны и дырки. Акцепторы и доноры. Электронно-дырочный переход.
20. Спонтанное и вынужденное излучение. Методы создания инверсной населенности. Принцип работы лазера.
21. Основные типы фотоприемников: тепловые (болометры и др.) фотонные (фоторезисторы, фотодиоды и др.). Классификация фотоприемников. Спектральные характеристики фотоприемников.
22. Пороговая чувствительность, удельная обнаружительная способность, NETD.
23. Шумы фотоприемников (тепловой, дробовой, генерационно-рекомбинационный, низкочастотный).
24. P-n переход. Фотодиоды. ВАХ фотодиода. P-i-n фотодиоды.
25. Фотодиоды на основе барьера Шоттки. ВАХ фотодиода. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия.
26. Лавинные фотодиоды, ударная ионизация, коэффициент умножения. ЛФД с разделенными областями поглощения и умножения. Шум ЛФД.
27. Собственное и примесное поглощение. Основные механизмы поглощения. Полупроводники n- и p- типов.
28. Материалы для полупроводниковой фотоэлектроники. Спектральная чувствительность различных материалов. Монокристаллы, эпитаксиальные слои, поликристаллические пленки. Методы выращивания.
29. Квантоворазмерные структуры. Сверхрешетки. Фотоприемники на основе множественных квантовых ям (QWIP).
30. Понятие абсолютно черного тела, основные законы теплового излучения. Пропускание атмосферы.

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