

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ФИЗИКЕ) ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ  
ГНЦ РФ АО «НПО «ОРИОН» В 2022 ГОДУ**

(научные специальности 1.3.11 Физика полупроводников, 2.2.2 Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств, 2.2.6 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы)

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. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей.
10. Принцип Гюйгенса-Френеля. Число Френеля, его физический смысл. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики.
11. Дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов. Критерий Рэлея.
12. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения.
13. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
14. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
15. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
16. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. опыты Джермера-Девиссона и Томсона по дифракции электронов.
17. Постулаты и принцип соответствия Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Радиус Бора. Атомная единица энергии.
18. Элементы зонной теории твердого тела (уравнение Шредингера, квазиимпульс и эффективная масса электрона).
19. опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона, орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
20. Волновая функция, ее смысл. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей для координат и импульса. Уравнение Шредингера.

21. Туннелирование частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер.
22. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Оценка времени жизни виртуальных частиц, радиусов сильного и слабого взаимодействий.
23. Элементы физической статистики. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Невырожденные и вырожденные коллективы.
24. Классическая статистика Максвелла-Больцмана. Функция распределения. Плотность состояний.
25. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения. Плотность состояний. Фотонный газ.
26. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Функция распределения. Плотность состояний. Влияние температуры.
27. Концепция фононов. Теплоемкость и теплопроводность кристаллической решетки в модели Дебая. Температура Дебая.
28. Электропроводность полупроводников. Электроны и дырки. Акцепторы и доноры. Электронно-дырочный переход.
29. Спонтанное и вынужденное излучение. Методы создания инверсной населенности. Принцип работы лазера.
30. Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с опорным наклонным пучком. Понятие об объемных голограммах.
31. Понятие о плазме. Дебаевское экранирование. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы.
32. Человеческий глаз как оптический прибор. Разрешающая способность глаза. Требования к разрешающей способности оптико-электронного прибора, критерии видения Джонсона.
33. Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.
34. Основные типы фотоприемников: тепловые (болометры и др.) фотонные (фоторезисторы, фотодиоды и др.). Классификация фотоприемников. Спектральные характеристики фотоприемников.
35. Пороговая чувствительность, удельная обнаружительная способность, NETD.
36. Шумы фотоприемников (тепловой, дробовый, генерационно-рекомбинационный, низкочастотный).
37. P-n переход. Фотодиоды. ВАХ фотодиода. P-i-n фотодиоды.
38. Фотодиоды на основе барьера Шоттки. ВАХ фотодиода. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия.
39. Лавинные фотодиоды, ударная ионизация, коэффициент умножения. ЛФД с разделенными областями поглощения и умножения. Шум ЛФД.
40. Собственное и примесное поглощение. Основные механизмы поглощения. Полупроводники n- и p- типов.
41. Материалы для полупроводниковой фотоэлектроники. Спектральная чувствительность различных материалов. Монокристаллы, эпитаксиальные слои, поликристаллические пленки. Методы выращивания.
42. Квантоворазмерные структуры. Сверхрешетки. Фотоприемники на основе множественных квантовых ям (QWIP).

43. Понятие о спектральном разложении электрических сигналов. Спектры колебаний, модулированных по амплитуде и фазе.
44. Понятие абсолютно черного тела, основные законы теплового излучения. Пропускание атмосферы.
45. Приборы ночного видения (ПНВ) на основе ЭОП. Структурная схема ПНВ. Решаемые ПНВ зрительные задачи и дальность действия ПНВ. Критерии Джонсона.
46. Тепловидение. Принцип действия и функционально-структурная схема тепловизора.
47. Параметры и характеристики тепловизоров. Температурное разрешение. Разность температур, эквивалентная шуму (NETD). Минимальная обнаруживаемая разность температур.
48. Классификация оптических систем и их основные характеристики.
49. Оценка качества изображения, даваемого оптической системой.
50. Основные типы лазеров.

#### 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.
6. Агапов Н.А. Прикладная оптика: учебное пособие. – Томск.: ТПУ, 2017 – 286 с.

Заведующий аспирантурой,



Е.О. Тренина