

## ПРОГРАММА ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ФИЗИКЕ) ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ ГНЦ РФ АО «НПО «ОРИОН» В 2018 ГОДУ

1. Шкала электромагнитного излучения. Основные законы излучения (закон Стефана-Больцмана, формула Вина, законы Кирхгофа, формула Планка). Черное тело, "серость". Окна прозрачности атмосферы.
2. Закон Кулона. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Теорема о циркуляции для электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона.
3. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция. Граничные условия.
4. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Сила Лоренца.
5. Магнитное поле в веществе. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные условия.
6. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. ЭДС индукции. Само- и взаимоиנדукция. Теорема взаимности.
7. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
8. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.
9. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
10. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей.
11. Принцип Гюйгенса-Френеля. Число Френеля, его физический смысл. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики.
12. Дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов. Критерий Рэлея.
13. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения.
14. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
15. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
16. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
17. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. опыты Джермера-Девиссона и Томсона по дифракции электронов.
18. Постулаты и принцип соответствия Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Радиус Бора. Атомная единица энергии.
19. Элементы зонной теории твердого тела (уравнение Шредингера, квазиимпульс и эффективная масса электрона).
20. опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона, орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
21. Волновая функция, ее смысл. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей для координат и импульса. Уравнение Шредингера.
22. Туннелирование частицы сквозь прямоугольный потенциальный барьер.
23. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Оценка времени жизни виртуальных частиц, радиусов сильного и слабого взаимодействий.
24. Элементы физической статистики. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Невырожденные и вырожденные коллективы.

25. Классическая статистика Максвелла-Больцмана. Функция распределения. Плотность состояний.
26. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения. Плотность состояний. Фотонный газ.
27. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Функция распределения. Плотность состояний. Влияние температуры.
28. Концепция фононов. Теплоемкость и теплопроводность кристаллической решетки в модели Дебая. Температура Дебая.
29. Электропроводность полупроводников. Электроны и дырки. Акцепторы и доноры. Электронно-дырочный переход.
30. Спонтанное и вынужденное излучение. Методы создания инверсной населенности. Принцип работы лазера.
31. Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с опорным наклонным пучком. Понятие об объемных голограммах.
32. Понятие о плазме. Дебаевское экранирование. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы.
33. Человеческий глаз как оптический прибор. Разрешающая способность глаза. Требования к разрешающей способности оптико-электронного прибора, критерии видения Джонсона.
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 фотозлектроники. 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.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учебное пособие для вузов в 5-ти томах. – М.: Наука, 1980.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Учебник в 3-х томах. 10-е издание. – СПб: Лань, 2008.
3. Пономаренко В.П. Квантовая фотосенсорика. – М.: АО «НПО «Орион», 2018. – 648 с.
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.

Заведующий аспирантурой, к.т.н.



В.П. Бегучев