

Вопросы экзаменационных билетов по Оптике, 2025 г.

2 курс, 1 и 2 потоки

Проф. Манцызов Б.И., доц. Колмычек И.А.

1. Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла и материальное уравнение. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света. Плоские и сферические волны. Комплексное представление гармонических волн.

2. Световые пучки и импульсы. Модели реальных световых волн. Квазиплоская гармоническая волна. Квазимонохроматический импульс. Энергетика световых пучков и импульсов.

3. Волновое уравнение. Общее решение в виде плоских волн. Свойства плоских волн: ориентация и взаимосвязь полевых векторов. Поляризация света. Классификация состояний поляризации. Поляризация естественного света.

4. Поток и плотность потока энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Интенсивность света. Закон изменения энергии электромагнитного поля.

5. Импульс фотона. Плотность импульса электромагнитной волны. Давление световой волны на поверхность тела.

6. Метод спектрального описания волновых полей. Преобразования Фурье. Интеграл и коэффициенты Фурье. Комплексная спектральная амплитуда, спектры амплитуд и фаз, их свойства.

7. Свойства преобразования Фурье: соотношение между длительностью импульса и шириной спектра, смещение спектра по частоте. Примеры преобразования Фурье. Теорема Планшереля. Связь спектра и спектральной плотности интенсивности.

8. Интерференция света. Общая схема и уравнение двухволновой интерференции. Когерентность. Интерференция монохроматических волн в схеме Юнга. Уравнение интерференции, порядок интерференции, функция видности, линейная и угловая ширины интерференционных полос.

9. Интерференция квазимонохроматического света. Условие интерференции. Спектральное описание, уравнение интерференции в частотном представлении. Функция видности, время и длина когерентности, максимальный порядок интерференции. Временн'ая когерентность.

10. Интерференция квазимонохроматического света. Условие интерференции. Временное описание. Функция корреляции и ее свойства. Теорема Винера-Хинчина. Понятие о фурье-спектроскопии.

11. Пространственная когерентность. Уравнение интерференции в схеме Юнга. Функция видности, угол и радиус когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона.

12. Основные схемы двухволновой интерференции. Метод деления волнового фронта и метод деления амплитуды. Характерные особенности методов. Примеры реализации методов. Интерференция в тонких пленках.

13. Многоволновая интерференция. Уравнение многоволновой интерференции – формула Эйри. Функция видности и ширина

интерференционных полос. Интерферометр Фабри-Перо. Пластика Люммера-Герке.

14. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля и дифракционный интеграл Френеля. Теорема обратимости Гельмгольца. Принцип дополнительности Бабинне.

15. Дифракция света на круглом отверстии. Метод зон Френеля. Радиус и площадь зон Френеля. Число Френеля. Амплитудная и фазовая зонные пластинки, оптимальная зонная пластинка. Условие перехода от волновой к геометрической оптике.

16. Метод векторных диаграмм. Спираль Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом экране. Пятно Пуассона.

17. Дифракция света. Дифракция Френеля на крае полубесконечного экрана и щели. Зоны Шустера, спираль Корню.

18. Дифракция света. Недостатки положений принципа Гюйгенса-Френеля. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Уравнение Гельмгольца и интегральная теорема Гельмгольца-Кирхгофа. Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа.

19. Дифракция света. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракционная длина пучка. Дифракционная расходимость пучка в дальней зоне.

20. Дифракция света. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Комплексная пространственная спектральная амплитуда. Разложение пучка по плоским волнам. Угловой спектр излучения и его ширина.

21. Дифракция на одномерных периодических структурах. Функция (комплексный коэффициент) пропускания. Амплитудная и фазовая решетки. Интерференционная функция. Положение и угловая ширина главных максимумов.

22. Спектральные приборы с пространственным разложением спектра. Характеристики спектральных приборов – предел разрешения и разрешающая способность. Дифракционная решетка. Интерферометр Фабри-Перо. Призма.

23. Основы дифракционной теории формирования изображений Аббе. Пространственная фильтрация изображения. Опыт Аббе-Портера. Специальные методы наблюдения фазовых объектов. Метод темного поля. Метод фазового контраста.

24. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение. Предел разрешения и разрешающая способность оптического прибора: микроскоп, телескоп.

25. Запись и восстановление светового поля. Голография. Схемы голографической записи и восстановления светового поля.

26. Дисперсия света. Поляризуемость молекулы и вектор поляризации. Классическая электронная теория дисперсии. Формула Лоренц-Лорентца. Плазменная частота.

27. Дисперсия и поглощение света. Комплексный показатель преломления. Закон Бугера. Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Нормальная и аномальная дисперсии.

28. Распространение светового импульса в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея. Дисперсионное расплывание светового импульса. Дисперсионная длина.

29. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отражения и преломления. Формулы Френеля, поляризация отраженной и прошедшей волн. Угол Брюстера.

30. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля, явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.

31. Распространение света в анизотропных средах. Материальные уравнения для анизотропных сред. Главные диэлектрические оси кристалла, главные диэлектрические проницаемости. Свойства плоских волн в анизотропной среде: ориентации полевых векторов, нормали и луча, фазовой и лучевой скоростей.

32. Распространение света в анизотропных средах. Главные скорости. Уравнение Френеля для фазовых скоростей. Свойства волн, распространяющихся в заданном направлении нормали.

33. Распространение света в анизотропных средах. Эллипсоид волновых нормалей, или эллипсоид фазовых скоростей.

34. Распространение света в анизотропных средах. Главные скорости. Уравнение Френеля для лучевых скоростей. Свойства волн, распространяющихся в заданном направлении луча.

35. Эллипсоид лучевых скоростей. Оптическая ось. Лучевая поверхность и ее сечения. Классификация анизотропных сред.

36. Оптические свойства одноосных кристаллов. Отрицательные и положительные кристаллы, сечения лучевых поверхностей. Главная плоскость, обыкновенный и необыкновенный лучи. Взаимная ориентация фазовой и лучевой скоростей. Двойное лучепреломление и поляризация света. Метод построения Гюйгенса.

37. Поляризационные приборы. Получение и анализ поляризованного света – явление дихроизма, поляроид и поляризационные призмы. Управление поляризацией света, оптические пластинки « $\lambda/4$ » и « $\lambda/2$ ».

38. Наведенная анизотропия оптических свойств. Фотоупругость. Эффекты Поггеля и Керра. Явление Коттон-Мутона.

39. Излучение света. Классическая осцилляторная модель атома. Излучение точечного электрического диполя. Оценка времени затухания. Естественная форма и ширина линии излучения.

40. Рассеяние света. Рассеяние точечным электрическим диполем. Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света. Закон Рэлея. Понятие о молекулярном рассеянии света в газах и жидкостях. Рассеяние Ми.

41. Неупругое рассеяние света. Рассеяния Рамана (комбинационное) и Мандельштама-Бриллюэна.

42. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Ударное и доплеровское уширения спектральной линии. Понятие об однородном и неоднородном уширении.

43. Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Модель двухуровневой системы. Спонтанные и вынужденные радиационные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Взаимосвязь коэффициентов Эйнштейна.

44. Многоуровневые системы. Энергетическая структура атомов, молекул и твердых тел. Явление люминесценции: определение и классификация, механизмы и свойства.

45. Распространение света в двухуровневой резонансной среде. Инверсная заселенность энергетических уровней. Коэффициенты поглощения и усиления среды. Получение инверсной заселенности с помощью трехуровневой системы.

46. Лазеры – устройство и принцип работы. Принципиальная схема лазера. Условия стационарной генерации. Продольные и поперечные моды в резонаторе. Спектральный состав излучения лазера. Ширины линии излучения и полосы усиления, величина межмодового интервала. Одномодовый лазер. Примеры лазеров.

47. Нелинейные оптические явления. Поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среда с квадратичной нелинейностью. Оптическое детектирование и генерация гармоник.

48. Нелинейные оптические явления. Поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среда с кубической нелинейностью. Самофокусировка волновых пучков и генерация гармоник.