

Вопросы по оптике для экспериментального потока, 2010 г.

1. Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Волновое уравнение. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов в бегущей плоской волне. Волновой фронт. Сферическая волна. Фазовая скорость.

2. Объемная плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитной волны, их взаимосвязь. Вектор Умова-Пойнтинга. Интенсивность света. Плотность импульса и давление электромагнитной волны.

3. Стоячая электромагнитная волна. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов в стоячей волне. Узлы и пучности. Перенос энергии в стоячей волне. Стоячая волна в лазере.

4. Монохроматические и квазимонохроматические волны. Фурье- анализ волновых полей. Амплитуда и фаза спектра импульса. Фурье-преобразование различных сигналов (прямоугольный импульс, затухающий квазигармонический сигнал). Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.

5. Модулированные волны – световые пучки и импульсы. Теорема Планшереля. Связь спектральной плотности интенсивности со спектром импульса. Спектр совокупности случайно разбросанных во времени одинаковых световых импульсов.

6. Интерференция монохроматических волн. Условия наблюдения интерференционной картины в оптическом диапазоне. Общая схема и уравнение двухволновой интерференции. Схема Юнга. Порядок интерференции.

7. Интерференция монохроматических волн. Получение интерференционных картин делением волнового фронта и делением амплитуды (примеры). Локализация интерференционной картины. Полосы равной толщины и равного наклона.

8. Интерференция квазимонохроматического света на примере схемы Юнга. Функция видности. Длина и время когерентности. Анализ спектральных характеристик источника по интерференционной картине. Функция временной корреляции. Взаимосвязь спектра и функции корреляции (теорема Винера-Хинчина). Степень временной когерентности и функция видности.

9. Интерференция света от протяженного источника на примере схемы Юнга. Зависимость видности интерференционной картины от размеров источника. Пространственная когерентность. Радиус пространственной когерентности.

10. Интерференция в тонких пленках. Интерференционная картина при освещении тонкой пленки белым светом, ее локализация. Наблюдение интерференционной картины с помощью плоскопараллельной пластины.

11. Многоволновая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо. Формулы Эйри. Ширина и резкость интерференционных полос. Порядок интерференции в центре картины.

12. Основные интерференционные схемы (бизеркало, бипризма, билинза, зеркало Ллойда, плоскопараллельная пластинка). Интерферометр Майкельсона, получение полос равной толщины и равного наклона.

13. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл Френеля и его трактовка. Зоны Френеля.

14. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля, спираль Френеля. Число Френеля. Дифракция на непрозрачном диске, пятно Пуассона. Зависимость интенсивности на оси симметрии от радиуса круглого отверстия и непрозрачного диска.

15. Дифракция Френеля на амплитудной и фазовой зонных пластинках. Фокусы зонной пластинки. Линза как оптимальная зонная пластинка.

16. Дифракция света. Дифракция Френеля на крае экрана. Спираль Корню. Дифракция Френеля на щели и на проволоке. Принцип Бабинне.

17. Дифракция Фраунгофера на одной и нескольких щелях и на проволоке. Принцип Бабинне.

18. Дифракция света. Недостатки положений принципа Гюйгенса-Френеля. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Интеграл Френеля-Кирхгофа.

19. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Дифракционная длина. Дифракционная картина в дальней зоне как пространственный фурье-образ объекта. Связь ширины углового спектра с поперечными размерами пучка.

20. Дифракция Фраунгофера на периодических структурах. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Положение и ширина главных дифракционных максимумов дифракционной решетки.

21. Дифракция на двух и трехмерных структурах. Условия Лауэ и Брэгга-Вульфа.

22. Дифракционная теория формирования изображений (опыт Аббе-Портера). Пространственная фильтрация изображения. Разрешающая способность телескопа и микроскопа. Наблюдение фазовых объектов: метод фазового контраста, метод темного поля.

23. Спектральный анализ с пространственным разложением спектра. Спектральные приборы и их характеристики на примере дифракционной решетки. Угловая дисперсия, разрешающая способность.

24. Спектральный анализ с пространственным разложением спектра. Спектральные приборы и их характеристики на примере интерферометра Фабри-Перо. Область дисперсии, разрешающая способность.

25. Ориентация полевых векторов в плоской волне. Поляризация света. Классификация состояний поляризации. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Получение линейно поляризованного и эллиптически поляризованного света.

26. Распространение света в анизотропной среде. Материальное уравнение, тензор диэлектрической проницаемости. Главные оси кристалла и главные диэлектрические проницаемости. Соотношение между векторами индукции и напряженности электрического и магнитного полей в световой волне. Фазовая и лучевая скорости, их взаимосвязь.

27. Распространение света в анизотропной среде. Фазовая и лучевая скорости. Главные скорости. Уравнения Френеля для фазовых и лучевых скоростей. Нахождение лучевых скоростей с помощью лучевого эллипсоида.

28. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Оптическая ось. Одноосные и двуосные кристаллы. Обыкновенная и необыкновенная волны, состояние поляризации. Построение Гюйгенса при преломлении света.

29. Поляризационные устройства. Пластинки « $\lambda/4$ » и « $\lambda/2$ ». Преобразование состояния поляризации волны и ее интенсивности с помощью пластинок « $\lambda/4$ » и « $\lambda/2$ ». Интерференция поляризованных волн.

30. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим и магнитным полями. Эффекты Поккельса и Керра. Явление Коттон-Мутона. Схема наблюдения наведенной анизотропии.

31. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля, поляризация отраженной и прошедшей волн. Угол Брюстера. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.

32. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Явление полного внутреннего отражения. Характеристики преломленной и отраженной волн при полном внутреннем отражении.

33. Классическая электронная теория дисперсии света. Комплексный показатель преломления. Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения газов от частоты. Нормальная и аномальная дисперсии. Закон Бугера.

34. Распространение света в диспергирующей среде. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея). Расплывание волновых пакетов в диспергирующей среде, дисперсионная длина.

35. Рассеяние света. Излучение элементарного рассеивателя (диполя). Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света и закон Рэлея. Объяснение природных явлений (цвет неба, солнце на закате).

36. Упругое и неупругое рассеяние. Особенности рассеяния в зависимости от размеров рассеивающих частиц. Молекулярное рассеяние и рассеяние Ми. Понятие о рассеянии Мандельштам-Бриллюэна и комбинационном рассеянии.

37. Излучение света классическим осциллятором. Зависимость интенсивности излучения от частоты колебаний осциллятора. Естественная ширина спектральной линии излучения, ее оценка. Форма линии излучения. Механизмы однородного и неоднородного уширения спектров излучения (ударное и доплеровское уширение).

38. Тепловое излучение. Испускательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело. Формула Рэлея-Джинса. Классическая теория, ее

ограниченность. Элементы квантового подхода. Формула Планка, ее предельные случаи.

39. Представления о квантовой теории излучения атомами и молекулами. Спонтанные и вынужденные переходы в двухуровневой системе. Коэффициенты Эйнштейна, их взаимосвязь.

40. Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Квантовые свойства света. Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона. Постулаты Бора.

41. Лазеры – устройство и принцип работы. Амплитудное и фазовое условия стационарной генерации. Резонансное усиление света при инверсной заселенности уровней. Методы создания инверсной заселенности. Продольные и поперечные моды. Свойства лазерного излучения.

42. Нелинейные оптические явления. Среды с квадратичной и кубической нелинейностью. Генерация гармоник. Оптическое детектирование и самофокусировка волновых пучков.

43. Основные положения геометрической оптики. Построение изображений в линзах и в системах линз. Понятие о кардинальных элементах оптической системы.