

Экзаменационные билеты по разделу "Оптика" (весна 2013 г.)

Лектор: проф. В.С. Русаков

Билет 1

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

Билет 2

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

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

Билет 3

1. Метод спектрального описания волновых полей. Суть и основы метода. Преобразования Фурье. Интеграл и коэффициенты Фурье. Спектральные амплитуда, фаза и плотность, комплексная спектральная амплитуда и их свойства.

2. Резонансное усиление света. Линейные коэффициенты поглощения и усиления среды. Инверсная заселенность энергетических уровней. Воздействие светового потока на заселенность уровней. Получение инверсной заселенности с помощью трехуровневой системы. Зависимость коэффициента усиления от частоты.

Билет 4

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

2. Многоуровневые системы. Энергетическая структура атомов, молекул и твердых тел. Явление люминесценции: определение и классификация, механизмы и свойства. Квантовый и энергетический выходы, тушение люминесценции.

Билет 5

1. Спектральная плотность интенсивности: световой импульс, непрерывное стационарное излучение, совокупность случайно разбросанных во времени одинаковых световых импульсов.

2. Рассеяние света. Излучение элементарного рассеивателя. Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света и закон Рэлея.

Билет 6

1. Интерференция света. Общая схема и уравнение двухволновой интерференции. Интерференция монохроматических волн: уравнение интерференции, порядок интерференции, функция видности, линейная и угловая ширины интерференционных полос.

2. Молекулярное рассеяние света в газах и жидкостях. Положения статистической теории рассеяния. Формулы Эйнштейна и Рэлея. Основные особенности молекулярного рассеяния.

Билет 7

1. Интерференция квазимонохроматического света. Условие интерференции. Спектральное описание, уравнение интерференции в частотном представлении. Функция видности, время и длина когерентности, максимальный порядок интерференции.

2. Распространение света в анизотропных средах. Описание диэлектрических свойств анизотропных сред. Главные диэлектрические оси. Плоские электромагнитные волны в анизотропной среде. Структура световой волны, нормаль и луч, фазовая и лучевая скорости.

Билет 8

1. Пространственная когерентность. Уравнение интерференции. Функция видности, угол и радиус когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона.

2. 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. Закон Малюса.

Билет 9

1. Свойства преобразования Фурье: суперпозиция импульсов, смещение импульса во времени, изменение масштаба времени, соотношение между длительностью импульса и шириной спектра, смещение спектра по частоте. Теорема Планшереля. Примеры преобразования Фурье.

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

Билет 10

1. Многоволновая интерференция. Уравнения многоволновой интерференции – формулы Эйри. Функция видности, ширина и резкость

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

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

Билет 11

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

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

Билет 12

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

2. Дисперсия и поглощение света. Поляризуемость молекулы и вектор поляризации. Формула Моссо-Клаузиуса. Классическая электронная теория дисперсии. Плазменная частота. Комплексный показатель преломления. Закон Бугера. Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Дисперсионная формула и сила осциллятора.

Билет 13

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

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

Билет 14

1. Метод зон Френеля. Радиус и площадь зон Френеля. Число Френеля. Условия подобия дифракции и перехода от волновой к геометрической оптике.

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

Билет 15

1. Спектральный анализ с пространственным разложением спектра. Спектральные приборы и их характеристики. Эшелон Майкельсона. Многоволновые интерферометры. Интерферометр Майкельсона.

2. Метод векторных диаграмм. Спираль Френеля. Зонные пластинки. Амплитудная и фазовая зонные пластинки. Фокусы зонной пластинки. Линза как оптимальная зонная пластинка.

Билет 16

1. Дифракция света. Ближняя и дальняя зоны дифракции, дифракционная длина пучка. Дифракционная расходимость пучка в дальней зоне. Дифракция на круглом отверстии и круглом экране. Пятно Пуассона.

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

Билет 17

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

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

Билет 18

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

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

Билет 19

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

2. Излучение света. Классическая осцилляторная модель атома. Оценка времени затухания. Естественная форма и ширина линии излучения.

Билет 20

1. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.

2. Запись и восстановление светового поля. Голография. Схемы голографической записи и восстановления. Двух- и трехмерные голограммы.

Билет 21

1. Дифракция на одномерных периодических структурах. Функция (комплексный коэффициент) пропускания (отражения). Фактор многоволновой интерференции. Интерференционная функция Лауэ. Угловая ширина главных максимумов. Амплитудная и фазовая решетки.

2. Излучение света атомами и молекулами. Квантовые свойства света. Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона. Квантовые свойства атомов, постулаты Бора.

Билет 22

1. Дифракция на многомерных периодических структурах. Прямоугольные дифракционные решетки. Трехмерная структура. Уравнения Лауэ. Условие Брэгга-Вульфа. Понятие о рентгеноструктурном анализе.

2. Резонансное усиление света. Линейные коэффициенты поглощения и усиления среды. Инверсная заселенность энергетических уровней. Воздействие светового потока на заселенность уровней. Получение инверсной заселенности с помощью трехуровневой системы. Зависимость коэффициента усиления от частоты.

Билет 23

1. Спектральный анализ с пространственным разложением спектра. Спектральные приборы и их характеристики. Призма. Дифракционная решетка.

2. Наведенная анизотропия оптических свойств. Фотоупругость. Эффекты Погкельса и Керра. Явление Коттон-Мутона, эффекты Зеемана и Фарадея.

Билет 24

1. Излучение света. Классическая осцилляторная модель атома. Оценка времени затухания. Естественная форма и ширина линии излучения.

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

Билет 25

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

2. Запись и восстановление светового поля. Голография. Схемы голографической записи и восстановления. Двух- и трехмерные голограммы.

Билет 26

1. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.

2. Распространение светового импульса в диспергирующей среде. Фурье-анализ, спектральное преобразование и Фурье-синтез волнового поля. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Дисперсионная длина светового импульса.

Билет 27

1. Геометрическая оптика. Кардинальные элементы оптической системы – узловые точки, главные и фокальные плоскости. Построение изображений с помощью кардинальных элементов.

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

Билет 28

1. Световые пучки и импульсы. Модели реальных световых волн. Квазиплоская гармоническая волна. Квазигармоническая волна. Случайно модулированные волны. Энергетика световых пучков и импульсов.

2. Комплексная функция корреляции и степень когерентности. Пространственно-временная корреляция. Временная корреляция. Однородное и изотропное световое поле.

Билет 29

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

2. Интерференция квазимонохроматического света. Условие интерференции. Временное описание. Функция корреляции и ее свойства. Теорема Винера-Хинчина. Понятие о Фурье-спектроскопии. Разрешающая способность Фурье-спектрометра.

Билет 30

1. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение. Предел разрешения и разрешающая способность оптического прибора: телескоп, микроскоп. Уравнение синусов Аббе.

2. Излучение света атомами и молекулами. Модель двухуровневой системы. Спонтанные и вынужденные радиационные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Взаимосвязь коэффициентов Эйнштейна, формула Планка.