

## ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ОСНОВЫ ФОТОНИКИ»

2010-2011 уч.г.

### Вводная часть

- Предмет фотоники.

### Дифракция

- Приближение Френеля.
- Приближение Фраунгофера.
- Пространственное преобразование Фурье, пространственные частоты.

### Уравнения Максвелла и материальные уравнения

- Уравнения Максвелла.
- Материальные уравнения.
- Материальные уравнения в однородных изотропных и анизотропных диэлектриках, металлах, оптически активных и магнитных диэлектриках.
- Собственные (нормальные) волны в однородных изотропных и анизотропных диэлектриках, металлов, оптически активных и магнитных диэлектриках.
- Изменение поляризации в однородных анизотропных, оптически активных и магнитных диэлектриках.
- Понятие пучка, импульса, волнового пакета, импульсного пучка.

### Дифракция

- Изменение параметров пучка (амплитуда, фаза, фазовый (волновой) фронт, ширина) при дифракции.
- Приближение медленно меняющейся амплитуды, характерное расстояние, на котором проявляется дифракция.
- Дифракция гауссовых пучков.
- Пучки с фазовыми дислокациями (определение, типы, примеры, особенности дифракции, поток энергии в вортексе).
- Способы фокусировки пучков.

### Дисперсия

- Связь дисперсии и поглощения в диэлектриках.
- Влияние дисперсии на распространение импульсов (спектральный метод Фурье, 1 и 2 приближения теории дисперсии).
- Понятие фазовой и групповой скорости.
- Импульсы с фазовой модуляцией. Компрессия импульсов.
- Понятие предельно коротких импульсов.

### Нелинейная оптика

#### Уравнения Максвелла, волновые и материальные уравнения

- Поляризуемость среды, её линейная и нелинейная части. Разложение поляризуемости по степеням  $E$ .
- Тензоры восприимчивости.
- Квадратичная и кубичная восприимчивость и свойства симметрии.
- Принцип Неймана.

#### Квадратичная нелинейность

- Оптическое детектирование.

#### Генерация второй гармоники

- Волновое уравнение и метод медленно меняющихся амплитуд.
- Закон сохранения энергии и импульса.

- Приближение заданного поля, условия применимости.
- Расстройка волновых векторов и синхронизм. Методы компенсации расстройки.

### **Трехчастотное взаимодействие**

- Волновое уравнение и метод медленно меняющихся амплитуд.
- Соотношения Мэнли-Роу и закон сохранения энергии.
- Преобразования энергии при низкочастотной накачке и при высокочастотной накачке. Распадная неустойчивость.
- Параметрический генератор света.
- Вынужденное комбинационное рассеяние.

### **Кубичная нелинейность**

- Кросс-модуляция. Тепловая нелинейность.
- Оптические пинцеты.

### **Самовоздействие света**

- Нелинейная дисперсия.
- Нелинейное поглощение.

### **Самофокусировка и самодефокусировка света**

- Параболическое уравнение для пучка в кубично нелинейной среде.
- Интегралы движения.
- Критическая мощность.
- Волноводное распространение света в кубично нелинейной среде.
- Понятие о каскадной нелинейности.

### **Импульсы в кубично нелинейной среде**

- Самокомпрессия импульсов. Солитоны.
- Фотонное эхо.

### **Основы волоконной оптики**

- Волноводные моды планарного волновода.
- Ступенчатое и градиентное волокно.
- Типы дисперсии в волноводах. Характерный график зависимости фазовой и групповой скорости от частоты для волноводных мод.
- Характеристики волновода: поперечный размер, числовая апертура.
- Окна прозрачности кварцевого волокна.

### **Дискретная дифракция**

- Понятие дискретной дифракции.

### **Фотонные кристаллы**

- Понятие фотонного кристалла.
- Брэгговский резонанс. Запрещенная зона. Зависимость ширины запрещенной зоны от диэлектрического контраста. 1-я зона Бриллюэна. Дисперсионная диаграмма одномерного фотонного кристалла.
- Зависимость положения запрещенных зон от угла падения света.
- Зависимость коэффициентов отражения и пропускания фотонного кристалла от длины волны для двух случаев: а) фотонный кристалл не содержит дефектов, б) фотонный кристалл содержит дефект в виде слоя удвоенной толщины.
- Явление замедления света в фотонных кристаллах.
- Применения фотонных кристаллов. Суперпризма.

### **Метаматериалы**

- Понятие метаматериала в широком и в узком смысле.

- «Левая» среда, ее показатель преломления и волновой импеданс. Взаимная ориентация векторов напряжённостей электрического и магнитного полей, волнового вектора и вектора Умова-Пойнтинга для «левой» среды. Энергия электромагнитного поля в «левой» среде. Преломление волны на границе обычной и «левой» сред.
- Структурные элементы метаматериала с отрицательным показателем преломления для микроволнового диапазона.
- Применения метаматериалов. Суперлинза. Плащ-невидимка.

### **Плазмоника**

- Поверхностные плазмон-поляритоны, условия существования, свойства и характеристики. Дисперсионное соотношение и дисперсионная диаграмма поверхностного плазмон-поляритона для случая границы двух полубесконечных сред.
- Способы возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов.
- Локализованные плазмоны.
- Применения плазмоники.

### **Магнитооптика**

- Материальное уравнение и тензор диэлектрической проницаемости магнитной среды.
- Магнитооптические эффекты.
- Магнитооптические материалы.
- Усиление магнитооптических эффектов в фотонных кристаллах.
- Применения магнитооптики. Оптический модулятор и оптический изолятор.

### **Электрооптика**

- Оптическая индикатриса. Поверхность волновых векторов. Снос энергии оптической волны в анизотропных средах.

#### **Эффект Поккельса**

- В каких средах может наблюдаться? Полуволновое напряжение.
- Электрооптический модулятор. Продольный и поперечный эффект. Фазовая модуляция. Амплитудная модуляция. Частотная модуляция.
- Электрооптический дефлектор. Пространственное разрешение.

#### **Эффект Керра**

- В каких средах может наблюдаться? Постоянная Керра. Полуволновое напряжение.
- Электрооптический затвор.

#### **Преимущества и недостатки электрооптических приборов**

- Быстродействие. Быстрая и медленная части эффектов Керра и Поккельса.
- Полуволновое напряжение. Интегральные электрооптические модуляторы. Модуляция света СВЧ сигналами.

### **Акустооптика**

- Уравнение Кристоффеля. Закон Гука в тензорной форме. Смещение, деформация, напряжение, тензор упругости. Эффект фотоупругости.
- Дифракция света на ультразвуке.
- Уравнения Рамана-Ната. Режим дифракции Рамана-Ната. Режим дифракции Брэгга. Угол Брэгга. Углочастотная характеристика. Понятие вектора расстройки.
- Акустооптические приборы. Дефлекторы, модуляторы и фильтры.

### **Источники и приемники излучения**

- Принцип действия лазера. Типы лазеров.
- Основные разновидности и принципы действия фотоприемных устройств.