

Конспект билетов

Оптика

Содержание

1	Геометрическая оптика. Принцип Ферма, законы преломления и отражения. Полное внутреннее отражение	5
1.1	Геометрическая оптика	5
1.2	Принцип Ферма, законы преломления и отражения	5
1.3	Полное внутреннее отражение	5
2	Центрированные оптические системы. Тонкая линза. Фокусы и главные плоскости оптической системы. Оптические инструменты: лупа, телескоп и микроскоп	5
2.1	Центрированные оптические системы	5
2.2	Фокусы и главные плоскости оптической системы	5
2.3	Тонкая линза	5
2.4	Оптические инструменты: лупа, телескоп и микроскоп	5
3	Основы фотометрии. Яркость источника, освещённость изображения. Теорема о сохранении яркости оптической системой	5
3.1	Основы фотометрии	5
3.2	Яркость источника, освещённость изображения	5
3.3	Теорема о сохранении яркости оптической системой	5
4	Волновое уравнение. Монохроматические волны. Уравнение Гельмгольца. Комплексная амплитуда. Волновой вектор, фазовая скорость. Плоские и сферические волны	6
4.1	Волновое уравнение	6
4.2	Монохроматические волны	6
4.3	Уравнение Гельмгольца	6
4.4	Комплексная амплитуда	6
4.5	Волновой вектор, фазовая скорость	6
4.6	Плоские и сферические волны	6
5	Поток энергии и импульс электромагнитной волны. Давление света	6
5.1	Поток энергии и импульс электромагнитной волны	6
5.2	Давление света	6
6	Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Законы преломления и отражения. Зависимость коэффициентов отражения от угла падения. Явление Брюстера	6
6.1	Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков	6
6.2	Законы преломления и отражения	7
6.3	Зависимость коэффициентов отражения от угла падения	7
6.4	Явление Брюстера	7
7	Дисперсия волн. Волновой пакет, групповая скорость. Формула Рэлея	7
7.1	Дисперсия волн	7
7.2	Волновой пакет, групповая скорость	7
7.3	Формула Рэлея	7
8	Классическая теория дисперсии света. Аномальная дисперсия. Поглощение света. Дисперсия в плазме и металлах	7
8.1	Классическая теория дисперсии света	7
8.2	Аномальная дисперсия	7
8.3	Поглощение света	7
8.4	Дисперсия в плазме и металлах	7
9	Интерференция монохроматических волн. Интерференция плоских и сферических волн. Ширина интерференционных полос. Видность полос. Примеры схем наблюдения интерференции	8

10 Статистическая природа света. Модель цугов. Функция временной когерентности и её связь с видностью полос. Связь временной когерентности со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Соотношение неопределённостей для ширины спектра и времени когерентности	8
10.1 Статистическая природа света	8
10.2 Модель цугов	8
10.3 Соотношение неопределённостей для ширины спектра и времени когерентности	8
10.4 Функция временной когерентности и её связь с видностью полос	8
10.5 Связь временной когерентности со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина)	8
11 Временная когерентность. Влияние немонахроматичности света на видность интерференционных полос. Время и длина когерентности. Максимальный порядок интерференции и максимальная разность хода в двухлучевых схемах	8
11.1 Временная когерентность	8
11.2 Время и длина когерентности	8
11.3 Влияние немонахроматичности света на видность интерференционных полос	8
11.4 Максимальный порядок интерференции и максимальная разность хода в двухлучевых схемах	9
12 Пространственная когерентность. Апертура интерференционной схемы и влияние размеров источника на видность интерференционной картины. Функция пространственной когерентности. Радиус пространственной когерентности	9
12.1 Пространственная когерентность	9
12.2 Апертура интерференционной схемы и влияние размеров источника на видность интерференционной картины	9
12.3 Радиус пространственной когерентности	9
12.4 Функция пространственной когерентности	9
13 Принцип Гюйгенса–Френеля. Количественная формулировка принципа Гюйгенса–Френеля. Общая задача о дифракции на тонком экране. Граничные условия. Волновой параметр и зависимость характера дифракции от его значения. Критерий геометрической оптики	9
14 Дифракция Френеля на круглом отверстии. Спираль Френеля. Пятно Пуассона и условия его наблюдения. Дифракция на краю экрана и на щели, спираль Корню (качественно). Зонная пластинка Френеля. Фокусы зонной пластинки: положение и интенсивность света в них. Линза Френеля. Идеальная линза с точки зрения дифракции Френеля. Оценка размера фокального пятна	9
14.1 Дифракция Френеля на круглом отверстии	9
14.2 Спираль Френеля	9
14.3 Пятно Пуассона и условия его наблюдения	10
14.4 Дифракция на краю экрана и на щели, спираль Корню (качественно)	10
14.5 Зонная пластинка Френеля	10
14.6 Фокусы зонной пластинки: положение и интенсивность света в них	10
14.7 Линза Френеля	10
14.8 Идеальная линза с точки зрения дифракции Френеля	10
14.9 Оценка размера фокального пятна	10
15 Дифракция Фраунгофера. Связь с преобразованием Фурье. Дифракция Фраунгофера на щели (строгий вывод) и круглом отверстии (качественно). Поле в фокальной плоскости линзы, размеры фокального пятна. Роль дифракции Фраунгофера в оптических приборах. Разрешающая способность телескопа и микроскопа. Критерий Рэлея. Разрешающая способность при когерентном освещении	10
15.1 Дифракция Фраунгофера	10
15.2 Связь с преобразованием Фурье	10
15.3 Дифракция Фраунгофера на щели (строгий вывод) и круглом отверстии (качественно) . . .	10
15.4 Поле в фокальной плоскости линзы, размеры фокального пятна	10
15.5 Роль дифракции Фраунгофера в оптических приборах	10
15.6 Критерий Рэлея	11
15.7 Разрешающая способность телескопа и микроскопа	11
15.8 Разрешающая способность при когерентном освещении	11

16 Спектральные приборы. Общие характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Призма как спектральный прибор, угловая дисперсия и разрешающая способность призмы	11
16.1 Спектральные приборы	11
16.2 Общие характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия	11
16.3 Призма как спектральный прибор, угловая дисперсия и разрешающая способность призмы	11
17 Дифракция Фраунгофера на амплитудной решётке. Положение и интенсивность главных максимумов, их ширина и максимальный порядок. Дифракционная решётка как спектральный прибор. Разрешающая способность, область дисперсии и угловая дисперсия решётки	12
17.1 Дифракция Фраунгофера на амплитудной решётке	12
17.2 Положение и интенсивность главных максимумов, их ширина и максимальный порядок . .	12
17.3 Дифракционная решётка как спектральный прибор	12
17.4 Разрешающая способность, область дисперсии и угловая дисперсия решётки	12
18 Интерферометр Фабри-Перо как спектральный прибор и как оптический резонатор. Разрешающая способность, угловая дисперсия и область дисперсии интерферометра. Связь разрешающей способности интерферометра с добротностью резонатора	12
18.1 Интерферометр Фабри-Перо как спектральный прибор и как оптический резонатор	12
18.2 Разрешающая способность, угловая дисперсия и область дисперсии интерферометра	12
18.3 Связь разрешающей способности интерферометра с добротностью резонатора	12
19 Принципы Фурье-оптики. Пространственное преобразование Фурье, разложение по плоским волнам. Метод Рэлея в задачах дифракции. Пространственное соотношение неопределённостей	13
19.1 Принципы Фурье-оптики	13
19.2 Пространственное преобразование Фурье, разложение по плоским волнам	13
19.3 Метод Рэлея в задачах дифракции	13
19.4 Пространственное соотношение неопределённостей	13
20 Теория Аббе формирования оптического изображения. Фурье-плоскость оптической системы. Разрешающая способность оптической системы с точки зрения Фурье-оптики	13
20.1 Теория Аббе формирования оптического изображения	13
20.2 Фурье-плоскость оптической системы	13
20.3 Разрешающая способность оптической системы с точки зрения Фурье-оптики	13
21 Дифракция на периодических структурах с точки зрения Фурье-оптики. Эффект саморепродукции. Дифракция на амплитудной и фазовой синусоидальной решетке	14
21.1 Дифракция на периодических структурах с точки зрения Фурье-оптики	14
21.2 Эффект саморепродукции	14
21.3 Дифракция на амплитудной и фазовой синусоидальной решетке	14
22 Принципы пространственной фильтрации. Эффект мультиплицирования изображений. Методы наблюдения фазовых структур (тёмного поля и фазового контраста)	14
22.1 Принципы пространственной фильтрации	14
22.2 Эффект мультиплицирования изображений	14
22.3 Методы наблюдения фазовых структур (тёмного поля и фазового контраста)	14
23 Принципы голографии. Голограмма точечного источника (голограмма Габора). Голограмма с наклонным опорным пучком. Разрешающая способность голограммы	14
23.1 Принципы голографии	14
23.2 Голограмма точечного источника (голограмма Габора)	14
23.3 Голограмма с наклонным опорным пучком	15
23.4 Разрешающая способность голограммы	15
24 Дифракция на объёмных структурах, условие Брэгга–Вульфа. Дифракция рентгеновских лучей. Принципы записи и восстановления цветной голограммы	15
24.1 Дифракция на объёмных структурах, условие Брэгга–Вульфа	15
24.2 Принципы записи и восстановления цветной голограммы	15
24.3 Дифракция рентгеновских лучей	15

25 Поляризация света. Линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Естественно поляризованный свет. Степень поляризации. Способы получения линейно-поляризованного света. Дихроизм, поляроиды, закон Малюса	15
26 Электромагнитные волны в одноосных кристаллах. Обыкновенная и необыкновенная волны. Ориентация векторов k, E, B, D и вектора Пойнтинга S в необыкновенной волне. Зависимость показателя преломления необыкновенной волны от угла распространения	15
26.1 Электромагнитные волны в одноосных кристаллах	15
26.2 Обыкновенная и необыкновенная волны	15
26.3 Ориентация векторов k, E, B, D и вектора Пойнтинга S в необыкновенной волне	15
26.4 Зависимость показателя преломления необыкновенной волны от угла распространения . . .	16
27 Кристаллические пластинки $\frac{\lambda}{2}$ и $\frac{\lambda}{4}$. Управление поляризацией. Искусственная анизотропия, эффекты Поккельса, Керра. Эффект Фарадея вращения плоскости поляризации (качественное объяснение)	16
27.1 Кристаллические пластинки $\frac{\lambda}{2}$ и $\frac{\lambda}{4}$	16
27.2 Управление поляризацией	16
27.3 Искусственная анизотропия, эффекты Поккельса, Керра	16
27.4 Эффект Фарадея вращения плоскости поляризации (качественное объяснение)	16
28 Нелинейная поляризация среды. Генерация второй гармоники, условие фазового синхронизма. Оптическое выпрямление. Эффект самофокусировки, пороговая мощность самофокусировки	16
28.1 Нелинейная поляризация среды	16
28.2 Генерация второй гармоники, условие фазового синхронизма	16
28.3 Оптическое выпрямление	16
28.4 Эффект самофокусировки, пороговая мощность самофокусировки	16
29 Рассеяние света. Эффективное сечение рассеяния, закон Бугера–Ламберта–Бэра. Рэлеевское рассеяние: зависимость от длины волны, диаграмма направленности. Поляризация рассеянного света. Роль флуктуаций плотности в явлении рассеяния	16
29.1 Рассеяние света	16
29.2 Эффективное сечение рассеяния, закон Бугера–Ламберта–Бэра	17
29.3 Рэлеевское рассеяние: зависимость от длины волны, диаграмма направленности	17
29.4 Поляризация рассеянного света	17
29.5 Роль флуктуаций плотности в явлении рассеяния	17

1 Геометрическая оптика. Принцип Ферма, законы преломления и отражения. Полное внутреннее отражение

1.1 Геометрическая оптика

Опр *Геометрическая оптика*

Раздел оптики, изучающий законы распространения света без учёта его волновых свойств

1.2 Принцип Ферма, законы преломления и отражения

По тексту

Вторую формулировку принципа Ферма игнорировать

По тексту

1.3 Полное внутреннее отражение

В какой-то момент, при переходе в более оптически плотную среду, преломлённый луч пропадает

По тексту

2 Центрированные оптические системы. Тонкая линза. Фокусы и главные плоскости оптической системы. Оптические инструменты: лупа, телескоп и микроскоп

2.1 Центрированные оптические системы

Опр *Центрированная оптическая система*

Совокупность преломляющих и отражающих поверхностей с осью симметрии – оптической осью

По тексту

2.2 Фокусы и главные плоскости оптической системы

По тексту

2.3 Тонкая линза

По тексту. Формулы тонкой линзы и обобщённую формулу тонкой линзы не выводить

2.4 Оптические инструменты: лупа, телескоп и микроскоп

Чтобы продемонстрировать преимущества лупы, надо нарисовать изображение предмета в тонкой линзе, а затем найти Г. При рассматривании вплотную к лупе, оптические силы хрусталика и линзы складываются и получаем $+1$ к Г

По тексту

3 Основы фотометрии. Яркость источника, освещённость изображения. Теорема о сохранении яркости оптической системой

3.1 Основы фотометрии

По тексту

3.2 Яркость источника, освещённость изображения

По тексту

3.3 Теорема о сохранении яркости оптической системой

По тексту Назарчук

4 Волновое уравнение. Монохроматические волны. Уравнение Гельмгольца. Комплексная амплитуда. Волновой вектор, фазовая скорость. Плоские и сферические волны

4.1 Волновое уравнение

По тексту

4.2 Монохроматические волны

Опр Волна

Изменение некоторой совокупности физических величин (характеристик некоторого физического поля или материальной среды), которое способно перемещаться, удаляясь от места своего возникновения, или колебаться внутри ограниченных областей пространства

Опр Монохроматическая волна

Строго гармоническая (синусоидальная) волна, в спектре которой наличествует всего одна составляющая по частоте (постоянная, как и амплитуда). Такая волна на практике не существует, но является удобной физической моделью для теоретического описания различных (электромагнитных, акустических и других) явлений волновой природы

4.3 Уравнение Гельмгольца

По тексту

4.4 Комплексная амплитуда

По тексту

4.5 Волновой вектор, фазовая скорость

Опр Волновое число

Быстрота роста фазы волны φ по координате в пространстве: $k = \frac{d\varphi}{dx}$

По тексту

4.6 Плоские и сферические волны

По тексту

5 Поток энергии и импульс электромагнитной волны. Давление света

5.1 Поток энергии и импульс электромагнитной волны

При помещении вещества в электрическое поле происходит пространственное перераспределение заряда

Опр Диэлектрик

5.2 Давление света

Опр Поляризация

6 Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Законы преломления и отражения. Зависимость коэффициентов отражения от угла падения. Явление Брюстера

6.1 Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков

Опр Поляризация

Явление направленного колебания векторов напряжённости электрического поля E или напряжённости магнитного поля H

По тексту

6.2 Законы преломления и отражения

По тексту, как и в первом билете

6.3 Зависимость коэффициентов отражения от угла падения

Игнорируя коэффициенты преломления, выведем коэффициенты отражения.

1. Запишем начальные условия и всякие законы сохранения
2. Преобразуем, используя коэффициенты.
3. Выразим эти коэффициенты через начальные условия

6.4 Явление Брюстера

По тексту теория, а по тексту Назарчук вывод формулы

7 Дисперсия волн. Волновой пакет, групповая скорость. Формула Рэлея

7.1 Дисперсия волн

По тексту

7.2 Волновой пакет, групповая скорость

По тексту. При обобщении на произвольное количество волн получаем

Опр Волновой пакет

Суперпозиция (наложение) плоских монохроматических волн с близкими значениями частот и волновых векторов

7.3 Формула Рэлея

По тексту с привлечением аппарата полной производной

8 Классическая теория дисперсии света. Аномальная дисперсия. Поглощение света. Дисперсия в плазме и металлах

8.1 Классическая теория дисперсии света

По тексту

8.2 Аномальная дисперсия

По тексту с пересказом графика

8.3 Поглощение света

По тексту

8.4 Дисперсия в плазме и металлах

По тексту, включая части со скоростями и плазменным зеркалом

9 Интерференция монохроматических волн. Интерференция плоских и сферических волн. Ширина интерференционных полос. Видность полос. Примеры схем наблюдения интерференции

По тексту

10 Статистическая природа света. Модель цугов. Функция временной когерентности и её связь с видностью полос. Связь временной когерентности со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина). Соотношение неопределённостей для ширины спектра и времени когерентности

10.1 Статистическая природа света

10.2 Модель цугов

Опр Цуг

Обрывок, компактный гармонический процесс

По тексту

10.3 Соотношение неопределённостей для ширины спектра и времени когерентности

По тексту

10.4 Функция временной когерентности и её связь с видностью полос

По тексту

10.5 Связь временной когерентности со спектральной интенсивностью (теорема Винера–Хинчина)

Доказывать по видео 3 консультации с 20:50

11 Временная когерентность. Влияние немонохроматичности света на видность интерференционных полос. Время и длина когерентности. Максимальный порядок интерференции и максимальная разность хода в двухлучевых схемах

11.1 Временная когерентность

Опр Временная когерентность

Мера корреляции (скоррелированность, согласованность) фазы волны в разные моменты времени в одной и той же точке пространства. Она характеризует, насколько монохроматичным является источник света

11.2 Время и длина когерентности

По тексту

11.3 Влияние немонохроматичности света на видность интерференционных полос

По тексту

11.4 Максимальный порядок интерференции и максимальная разность хода в двухлучевых схемах

По тексту

12 Пространственная когерентность. Апертура интерференционной схемы и влияние размеров источника на видность интерференционной картины. Функция пространственной когерентности. Радиус пространственной когерентности

12.1 Пространственная когерентность

Опр Пространственная когерентность

Когерентность колебаний, которые совершаются в один и тот же момент времени в разных точках плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны

По тексту

12.2 Апертура интерференционной схемы и влияние размеров источника на видность интерференционной картины

По тексту на примере опыта Юнга

12.3 Радиус пространственной когерентности

По тексту

12.4 Функция пространственной когерентности

По тексту Вотау под видом теоремы

13 Принцип Гюйгенса-Френеля. Количественная формулировка принципа Гюйгенса-Френеля. Общая задача о дифракции на тонком экране. Граничные условия. Волновой параметр и зависимость характера дифракции от его значения. Критерий геометрической оптики

По тексту

14 Дифракция Френеля на круглом отверстии. Спираль Френеля. Пятно Пуассона и условия его наблюдения. Дифракция на краю экрана и на щели, спираль Корню (качественно). Зонная пластинка Френеля. Фокусы зонной пластинки: положение и интенсивность света в них. Линза Френеля. Идеальная линза с точки зрения дифракции Френеля. Оценка размера фокального пятна

14.1 Дифракция Френеля на круглом отверстии

По тексту

14.2 Спираль Френеля

По тексту

14.3 Пятно Пуассона и условия его наблюдения

По тексту. Лишь бы число зон Френеля не было слишком большим, иначе по тексту

14.4 Дифракция на краю экрана и на щели, спираль Корню (качественно)

По тексту, иногда обращаясь к Кадыгрову за дополнительными объяснениями. Это про край экран; в случае щели можно показать аналогичность по Назарчук

14.5 Зонная пластинка Френеля

По тексту

14.6 Фокусы зонной пластинки: положение и интенсивность света в них

По тексту без соответствующего раздела и дополнительных фокусов

14.7 Линза Френеля

По консультации начиная с 18:05

14.8 Идеальная линза с точки зрения дифракции Френеля

По тексту

14.9 Оценка размера фокального пятна

По тексту

15 Дифракция Фраунгофера. Связь с преобразованием Фурье. Дифракция Фраунгофера на щели (строгий вывод) и круглом отверстии (качественно). Поле в фокальной плоскости линзы, размеры фокального пятна. Роль дифракции Фраунгофера в оптических приборах. Разрешающая способность телескопа и микроскопа. Критерий Рэлея. Разрешающая способность при когерентном освещении

15.1 Дифракция Фраунгофера

По тексту

15.2 Связь с преобразованием Фурье

По тексту

15.3 Дифракция Фраунгофера на щели (строгий вывод) и круглом отверстии (качественно)

По тексту

15.4 Поле в фокальной плоскости линзы, размеры фокального пятна

По тексту

15.5 Роль дифракции Фраунгофера в оптических приборах

Дифракция Фраунгофера позволяет определить разрешающую способность оптических приборов

15.6 Критерий Рэлея

По тексту

15.7 Разрешающая способность телескопа и микроскопа

По тексту без части после микроскопа

15.8 Разрешающая способность при когерентном освещении

Рассматриваем идеальные оптические системы, а конечный рассматриваемый объект как совокупность точечных источников, каждый из которых изображается пятном Эйри (с окружающими его дифракционными кольцами). Наша задача сводится к рассмотрению двух случаев точечных

1. некогерентных источников — складываются их интенсивности — самосветящиеся — телескоп;
2. когерентных источников — складываются их напряжённости — освещаемые — микроскоп.

Разрешающие способности соответственно:

$$\text{телескоп: } \vartheta_{\min} = 1,22 \frac{\lambda}{D} \qquad \text{микроскоп: } l_{\min} = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \alpha}$$

где α — апертурный угол, l — расстояние между кружками Эйри, ϑ — угловой размер наблюдаемого объекта.

16 Спектральные приборы. Общие характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия. Призма как спектральный прибор, угловая дисперсия и разрешающая способность призмы

16.1 Спектральные приборы

Опр Спектральный прибор

Оптический прибор, в котором осуществляется разложение электромагнитного излучения оптического диапазона на монохроматические составляющие

16.2 Общие характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии, угловая дисперсия

По тексту, можно без примеров

16.3 Призма как спектральный прибор, угловая дисперсия и разрешающая способность призмы

По тексту Кадыгрова разрешающая способность. Максимальная разность хода двух лучей с длиной волны λ и $\lambda + \delta\lambda$

$$\Delta = a[n(\lambda + \delta\lambda) - n(\lambda)] = a \frac{dn}{d\lambda} \delta\lambda$$

$$\Delta = h \delta\varphi$$

Приравнивания разные выражения для одной разности хода получаем

$$D = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda} = \frac{a}{h} \frac{dn}{d\lambda}$$

17 Дифракция Фраунгофера на амплитудной решётке. Положение и интенсивность главных максимумов, их ширина и максимальный порядок. Дифракционная решётка как спектральный прибор. Разрешающая способность, область дисперсии и угловая дисперсия решётки

17.1 Дифракция Фраунгофера на амплитудной решётке

По тексту

17.2 Положение и интенсивность главных максимумов, их ширина и максимальный порядок

Угловое положение максимумов можно найти из их условия (можно воспользоваться малыми углами, но не обязательно). Чтобы найти геометрическое, требуется домножить на размер, например, фокус линзы

Интенсивность по тексту

Ширину находим из интенсивности, взяв числителя и локализовав этот

Максимальный порядок тоже находим из их условия

17.3 Дифракционная решётка как спектральный прибор

По тексту

17.4 Разрешающая способность, область дисперсии и угловая дисперсия решётки

Если на решётку из N штрихов падает параллельный пучок света перпендикулярно поверхности, то если между ними возникает разность хода в $\frac{\lambda}{N}$, то они погасят друг друга (очевидно при $N = 2$). Это доказывается с помощью векторных диаграмм. Тогда по тексту становится всё ясно

18 Интерферометр Фабри-Перо как спектральный прибор и как оптический резонатор. Разрешающая способность, угловая дисперсия и область дисперсии интерферометра. Связь разрешающей способности интерферометра с добротностью резонатора

18.1 Интерферометр Фабри-Перо как спектральный прибор и как оптический резонатор

Опр *Резонатор*

Колебательная система / устройство, способное накапливать энергию колебаний, поставляемую из внешнего источника

По тексту

18.2 Разрешающая способность, угловая дисперсия и область дисперсии интерферометра

Разрешающая способность даётся без вывода по тексту. Угловая дисперсия получается из условия $\Delta = 2L \cos(\varphi)\lambda$ и дифференцированием этого равенства.

По тексту

18.3 Связь разрешающей способности интерферометра с добротностью резонатора

Они равны в силу приближений по тексту

19 Принципы Фурье-оптики. Пространственное преобразование Фурье, разложение по плоским волнам. Метод Рэлея в задачах дифракции. Пространственное соотношение неопределённостей

19.1 Принципы Фурье-оптики

Принципы Фурье-оптики предполагают изучение классической оптики с использованием преобразований Фурье. В этой области анализируется, как свет распространяется в оптических приборах, учитывая его волновую природу. Методы Фурье-оптики используются для численных расчётов (включают одномерные или двумерные интегралы) и применимы к различным практическим случаям, когда свет распространяется преимущественно в одном направлении.

Фурье-оптика необходима для более глубокого понимания распространения света и находит применение в анализе сложных оптических систем, обработке изображений, интерферометрии, оптических пинцетах, атомных ловушках и даже квантовых вычислениях. Это фундаментальный инструмент в оптической обработке информации, позволяющий осуществлять пространственную фильтрацию, оптическую корреляцию и создавать компьютерные голограммы

19.2 Пространственное преобразование Фурье, разложение по плоским волнам

Опр Пространственное преобразование Фурье

Представление волнового поля в виде суперпозиции волн, каждой из которых отвечает определённое направление волнового вектора

По тексту

19.3 Метод Рэлея в задачах дифракции

По тексту Кадыгрова

19.4 Пространственное соотношение неопределённостей

По двухтомнику страница 182 2.4

20 Теория Аббе формирования оптического изображения. Фурье-плоскость оптической системы. Разрешающая способность оптической системы с точки зрения Фурье-оптики

20.1 Теория Аббе формирования оптического изображения

По двухтомнику страница 191 2.7. Заметим, что рассуждения справедливы только лишь при формировании изображения линзой

20.2 Фурье-плоскость оптической системы

По двухтомнику страница 191 2.7 видно, что линза раскладывает пришедшую волну (сигнал) в спектр

20.3 Разрешающая способность оптической системы с точки зрения Фурье-оптики

С точки зрения Фурье-оптики, разрешающая способность оптической системы определяется ее способностью передавать высокие пространственные частоты. Управлять передачей частот позволяет фильтрация в плоскости Фурье

21 Дифракция на периодических структурах с точки зрения Фурье-оптики. Эффект саморепродукции. Дифракция на амплитудной и фазовой синусоидальной решетке

21.1 Дифракция на периодических структурах с точки зрения Фурье-оптики

По двухтомнику страница 180 2.3 и до вычисления волнового параметра

21.2 Эффект саморепродукции

По тексту

21.3 Дифракция на амплитудной и фазовой синусоидальной решетке

По тексту

22 Принципы пространственной фильтрации. Эффект мультиплицирования изображений. Методы наблюдения фазовых структур (тёмного поля и фазового контраста)

22.1 Принципы пространственной фильтрации

Особая роль фурье-плоскости обусловлена тем, что именно в этой плоскости возможно избирательное воздействие на разные пространственные гармоники: установив в любой точке x фурье-плоскости маленькую пластинку, вносящую определённое поглощение и (или) фазовую задержку, мы изменим амплитуду и (или) фазу плоской волны с пространственной частотой $u = \frac{kx}{f}$, не изменяя амплитуд и фаз других плоских волн.

Устанавливая в фурье-плоскости различные амплитудно-фазовые маски, можно направленно изменять пространственный спектр изображения, влияя таким образом на его характеристики. Этим путём можно решать самые разнообразные задачи: улучшение качества изображений, разрешающей способности оптических систем, визуализация фазовых объектов, выполнение самых разнообразных преобразований пространственной структуры световых полей и т.д., т.е. решать широкий круг задач оптической обработки информации

22.2 Эффект мультиплицирования изображений

По двухтомнику со страницы 192 2.8

22.3 Методы наблюдения фазовых структур (тёмного поля и фазового контраста)

По консультации начиная с 6:26

23 Принципы голографии. Голограмма точечного источника (голограмма Габора). Голограмма с наклонным опорным пучком. Разрешающая способность голограммы

23.1 Принципы голографии

Опр Голография

Метод точной записи волновых полей с учётом амплитуды и фазы

Опр Голограмма

Объёмное изображение на пластинке, полученное с помощью голографии

По двухтомнику со страницы 205–3

23.2 Голограмма точечного источника (голограмма Габора)

По тексту

23.3 Голограмма с наклонным опорным пучком

По тексту

23.4 Разрешающая способность голограммы

По консультации начиная с 12:45 можно выразить разрешающую способность по определению или по физическому смыслу

24 Дифракция на объёмных структурах, условие Брэгга–Вульфа. Дифракция рентгеновских лучей. Принципы записи и восстановления цветной голограммы

24.1 Дифракция на объёмных структурах, условие Брэгга–Вульфа

По тексту, а условие по тексту Кадыгрова

24.2 Принципы записи и восстановления цветной голограммы

По тексту

24.3 Дифракция рентгеновских лучей

По тексту

25 Поляризация света. Линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Естественно поляризованный свет. Степень поляризации. Способы получения линейно-поляризованного света. Дихроизм, поляроиды, закон Малюса

По тексту

26 Электромагнитные волны в одноосных кристаллах. Обыкновенная и необыкновенная волны. Ориентация векторов k , E , B , D и вектора Пойнтинга S в необыкновенной волне. Зависимость показателя преломления необыкновенной волны от угла распространения

26.1 Электромагнитные волны в одноосных кристаллах

По тексту

26.2 Обыкновенная и необыкновенная волны

По тексту

26.3 Ориентация векторов k , E , B , D и вектора Пойнтинга S в необыкновенной волне

По консультации начиная с 14:56. У необыкновенной волны вектор Пойнтинга $S = \frac{c}{4\pi} [E; H]$ и соответственно групповая скорость не коллинеарны в общем случае волновому вектору k , то есть направление переноса энергии и направление смещения поверхностей равных фаз не совпадают

26.4 Зависимость показателя преломления необыкновенной волны от угла распространения

По консультации после с 14:56.

27 Кристаллические пластинки $\frac{\lambda}{2}$ и $\frac{\lambda}{4}$. Управление поляризацией. Искусственная анизотропия, эффекты Поккельса, Керра. Эффект Фарадея вращения плоскости поляризации (качественное объяснение)

27.1 Кристаллические пластинки $\frac{\lambda}{2}$ и $\frac{\lambda}{4}$

По тексту

27.2 Управление поляризацией

По тексту видно, как с помощью пластинок можно управлять поляризацией

27.3 Искусственная анизотропия, эффекты Поккельса, Керра

По двухтомнику со страницы 399–6

27.4 Эффект Фарадея вращения плоскости поляризации (качественное объяснение)

По двухтомнику со страницы 400

28 Нелинейная поляризация среды. Генерация второй гармоники, условие фазового синхронизма. Оптическое выпрямление. Эффект самофокусировки, пороговая мощность самофокусировки

28.1 Нелинейная поляризация среды

По тексту

28.2 Генерация второй гармоники, условие фазового синхронизма

По тексту

28.3 Оптическое выпрямление

28.4 Эффект самофокусировки, пороговая мощность самофокусировки

По тексту. Пороговая мощность находится умножением вектора Пойнтинга на площадь (явление самоканализации)

29 Рассеяние света. Эффективное сечение рассеяния, закон Бугера–Ламберта–Бэра. Рэлеевское рассеяние: зависимость от длины волны, диаграмма направленности. Поляризация рассеянного света. Роль флуктуаций плотности в явлении рассеяния

29.1 Рассеяние света

Преобразование света веществом, сопровождающееся изменением направления и проявляющееся как вынужденное свечение, обусловленное колебаниями электронов в атомах

29.2 Эффективное сечение рассеяния, закон Бугера–Ламберта–Бэра

Закон *Закон Бугера – Ламберта – Бэра*

Закон определяет ослабление параллельного монохроматического пучка света при распространении его в поглощающей среде:

$$I(l) = I_0 e^{-k_\lambda l}$$

где $I(l)$ — интенсивность света, прошедшего слой вещества толщиной l — интенсивность света на входе в вещество, k_λ — показатель поглощения (не путать с безразмерным показателем поглощения κ , который связан с k_λ формулой $k_\lambda = \frac{4\pi\kappa}{\lambda}$)

Показатель поглощения определяется свойствами вещества и в общем случае зависит от длины волны λ поглощаемого света. Эта зависимость называется спектром поглощения вещества

29.3 Рэлеевское рассеяние: зависимость от длины волны, диаграмма направленности

Рассмотрев высокочастотный RLC-контур (с малым затуханием) найдём теряем за период энергию, а также, рассеивающую мощность. Полученная формула даёт оценку мощности, рассеиваемой в активном сопротивлении, но с другой стороны, точно такая же мощность затрачивается на создание флуктуации ЭДС. Следовательно, полученная формула даёт выражение для спектра тепловых шумов.

29.4 Поляризация рассеянного света

Используя формулы для мощности (две), можно получить две формулы

Опр *Белый шум*

29.5 Роль флуктуаций плотности в явлении рассеяния

Опр *Дробовой шум*

Посчитаем случайный от дробового шума