

1. Аннотация

В курсе излагаются основы оптики кристаллов, оптические явления в кристаллах и устройствах, характеристики анизотропных сред, распространение света в анизотропных средах, линейные параметрические и нелинейные явления в кристаллах (модуляция и преобразование лазерного излучения), фоторефрактивный и фотоупругий эффекты в кристаллах и устройствах. Рассматриваются примеры применения кристаллов.

Учебная задача:

- 1) научить студентов общим методам исследования распространения оптического излучения в анизотропных средах;
- 2) ознакомить студентов с основами теории физических процессов в элементах и устройствах кристаллооптики и с возможностями применения этих знаний в практических исследованиях;
- 3) привить студентам навыки теоретического анализа при решении практических задач.

Основные методы проведения занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

2. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Знать: Физика твердого тела. Основы кристаллофизики.

3. Цель и задачи дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является дать представление о принципах работы и применении кристаллооптических приборов в научных исследованиях и современной технике.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

- 1) знать основные типы кристаллов и их классификацию по различным свойствам;
- 2) владеть основными теоретическими методами описания распространения света в анизотропных и гиротропных средах;
- 3) знать устройство и применение основных приборов для управления параметрами излучения на основе кристаллов, а также уметь их рассчитывать и использовать;
- 4) свойства и описание поляризованного света; поляризационные приборы;
- 5) распространение света в периодических средах;
- 6) нелинейные свойства кристаллов;

5. Трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
<i>Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:</i>	144(4кр)
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	34
1.1. Лекционные занятия	18
1.2. Семинарские занятия	-
1.3. Практические занятия	16
1.4. Лабораторные работы	-
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	74
2.1. Контактная самостоятельная работа	-
2.2. Бесконтактная самостоятельная работа	74
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Экзамен 36</i>

6. Распределение весов по формам контроля

Ак. кредиты	3							
Веса и формы контролей	Вес формы текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля			Вес формы промежуточного контроля и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес оценки результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы / контроля	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Контрольная работа						0,5		
Письменные домашние задания (реферат)	0	0	0,4					
Другие форм (устный опрос)	0	0	0,6					
Вес результирующей оценки текущего контроля в итоговых оценках промежуточных контролей						0,5		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля							0,5	
Вес оценки экзамена/зачета в результирующей оценке итогового контроля							0,5	
	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$

7. Содержание дисциплины

7.1. Тематический план и трудоемкости аудиторных занятий

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ					
Раздел 1. Симметрия и классификация кристаллов	5	2	-	3	-
<i>Тема 1.1</i> Введение. Предмет кристаллооптика и его задачи. Симметрия кристаллов и преобразование координат	3	1	-	2	-
<i>Тема 1.2</i> Формализм комплексных функций. Волновое уравнение плоских монохроматических волн	2	1	-	1	-
Раздел 2. Характеристики анизотропных сред	15	6	-	9	-
<i>Тема 2.1</i> Диэлектрический тензор анизотропной среды	3	1	-	2	-
<i>Тема 2.2</i> Распространение плоских волн в анизотропных средах	2	1	-	1	-
<i>Тема 2.3</i> Эллипсоид показателей преломления	3	1	-	2	-
<i>Тема 2.4</i> Классификация анизотропных сред	2	1	-	1	-
<i>Тема 2.5</i> Распространение света в одноосных кристаллах	3	1	-	2	-
<i>Тема 2.6</i> Двойное лучепреломление на границе раздела. Построения Гюйгенса	2	1	-	1	-
ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ					
Раздел 3. Оптическая активность и электрооптика	7	3	-	4	-
<i>Тема 3.1</i> Вращение плоскости поляризации	2	1	-	1	-
<i>Тема 3.2</i> Электрооптический эффект, амплитудная и фазовая модуляция	2	1	-	1	-
<i>Тема 3.3</i> Фазовая модуляция, сдвиг частоты и сжатие импульса	3	1	-	2	-
Раздел 4. Нелинейная оптика кристаллов	17	7	-	10	-
<i>Тема 4.1</i> Генерация второй гармоники	3	1	-	2	-
<i>Тема 4.2</i> Параметрическое усиление и параметрическая генерация	2	1	-	1	-
<i>Тема 4.3</i> Методы получения периодических структур	3	1	-	2	-
<i>Тема 4.4</i> Фоторефрактивный эффект	2	1	-	1	-
<i>Тема 4.5</i> Фотоупругий эффект	3	1	-	2	-
<i>Тема 4.6</i> Жидкие кристаллы	2	1	-	1	-
<i>Тема 4.7</i> Приборы и элементы кристаллооптики	2	1	-	1	-
ИТОГО	44	18	-	26	-

7.2 Содержание разделов и тем дисциплины

МОДУЛЬ 1.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ

Раздел 1. Симметрия и классификация кристаллов

Тема 1.1 Введение. Предмет кристаллооптика и его задачи. Симметрия кристаллов и преобразование координат

Симметрия кристаллов и тензорное представление физических свойств среды (по материалам Классификация физических величин_ Физические тензоры в кристаллах.htm)

Тема 1.2 Формализм комплексных функций. Волновое уравнение плоских монохроматических волн [1]

Раздел 2. Характеристики анизотропных сред

Тема 2.1 Диэлектрический тензор анизотропной среды [1]

Тема 2.2 Распространение плоских волн в анизотропных средах [1]

Нормальная поверхность. Сечения поверхности волновых нормалей.

Тема 2.3 Эллипсоид показателей преломления [1]

Тема 2.4 Классификация анизотропных сред [1]

Тема 2.5 Распространение света в одноосных кристаллах [1]

Интерференция поляризованных волн. Интерференция поляризованного света в сходящихся лучах.

Тема 2.6. Двойное лучепреломление на границе раздела. Построения Гюйгенса.

ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ

Раздел 3. Оптическая активность и электрооптика

Тема 3.1 Вращение плоскости поляризации [1][6]

Эрмитовость тензора диэлектрической проницаемости в гиротропных средах без поглощения. Тензор гирации. Структуры тензора гирации для кристаллов различных систем.

Тема 3.2 Электрооптический эффект, амплитудная и фазовая модуляция [1]

Электрооптический эффект КН2РО4. Электрооптический эффект в LiNbO3. Амплитудная модуляция КН2РО4. Фазовая модуляция КН2РО4. Электрооптический эффект (быстродействие).

Тема 3.3 Фазовая модуляция, сдвиг частоты и сжатие импульса [1]

Раздел 4. Нелинейная оптика кристаллов

Тема 4.1 Генерация второй гармоники [1][5]

Фазовый синхронизм. Типы взаимодействия и методы достижения фазового синхронизма.

Тема 4.2 Параметрическое усиление и параметрическая генерация [1]

Типы синхронизма. Критичный и некритичный синхронизм. Квазифазовый синхронизм.

Тема 4.3 Методы получения периодических структур [7]

Тема 4.4 Фоторефрактивный эффект [7]

Аномальный фотовольтаический эффект [4]. Фоторефракция. Применение фоторефрактивного эффекта.

Тема 4.5 Фотоупругий эффект [1][7]

Акустооптический эффект в воде. Акустооптический эффект в германии. Дифракция в изотропной и анизотропной среде.

Тема 4.6 Жидкие кристаллы [3]

Электрооптический эффект в НЖК.

Тема 4.7 Приборы и элементы кристаллооптики [7]

7.3. Вопросы

1. Трансляционная симметрия. Элементы и преобразования точечной симметрии. Показать что в кристаллах нет оси симметрии 5 го порядка. Сингонии кристаллов
2. Поверхность волновых нормалей, вывод и интерпретация. Классификация анизотропных сред
3. Уравнение эллипсоида показателей преломления для изотропных, одноосных и двуосных кристаллов, зависимость $n_e(\theta)$
4. Двойное лучепреломление на границе раздела. Построения Гюйгенса для изотропных, положительных и отрицательных одноосных кристаллов.
5. Коноскопическая картина одноосного и двуосного кристалла
6. Вращение плоскости поляризации.
7. Электрооптический эффект в кристаллах АДП, КДП и ниобате лития.
8. Линейная и квадратичная фазовая модуляция, сжатие импульса.
9. Продольный и поперечный электрооптический эффект
10. Амплитудная и фазовая модуляция, способы реализации, спектры модулированного излучения для синусоидальной модулирующей функции
11. фазовая модуляция и сжатие импульса, длительность сжатого импульса
12. Фотоупругий эффект. Акустооптический эффект в анизотропной среде (германий).
13. Преобразования во вторую гармонику. Типы преобразования по соотношениям между поляризациями и типы синхронизма по геометрии пересечения индикатрис.
14. Преобразования во вторую гармонику. Зависимость эффективности от длины кристалла при точном синхронизме и при расстройке. Длина когерентности.

15. Квазисинхронизм и его преимущества
16. Фоторефракция в сегнетоэлектрических кристаллах: Сущность явления, методы наблюдения и измерения.
17. Диэлектрическая и оптическая анизотропия в ЖК. Количественная степень упорядоченности и температурные зависимости в ЖК.
18. Классификация жидких кристаллов и формы деформаций
19. Электрооптические эффекты в НЖК
20. Обращение волнового фронта и применение фоторефрактивных кристаллов
21. Методы получения периодических структур

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

- [1] Ярив А. и др. Оптические волны в кристаллах Перевод с англ., Москва «Мир» 1987 г.
- [2] Никифоров А. Е. и др. Симметрия и физические свойства кристаллов Физический факультет УрГУ Екатеринбург 1999
http://www.eunnet.net/metod_materials/wm5/index.htm
- [3] Л. М. Блинов Электрооптические эффекты в жидких кристаллах УФН Сентябрь Том 114, вып. 1 1974 г.
- [4] В. М. Фридкин, Б. И. Попов. Аномальный фотовольтаический эффект в сегнетоэлектриках УФН Декабрь Том 126, вып'. 4 1978 г
- [5] Ильин А.М. Нелинейная оптика: Учебное пособие. Кафедра информационно-измерительных систем и физической электроники Петрозаводского государственного университета
- [6] Изучение эффекта вращения плоскости поляризации Лабораторная работа № 1
http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt5lab1.pdf
- [7] А. А. Блистанов Кристаллы квантовой и нелинейной оптики Москва МИСИС 2000 год.

8.2. Программные средства освоения дисциплины

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютер, проектор