

ББК 22.34я73
В.147
УДК 535(075.8)

У навчальному посібнику викладено основи електромагнітної та квантової теорії світла. Поряд з класичними питаннями оптики розглянуто її сучасні напрями: оптичні каштові генератори та підсилювачі світла, фізичні основи голографії, нелінійна оптика. Навчальний посібник укладено для студентів фізичних факультетів університетів. Він може бути також корисним для викладачів та наукових співробітників, що працюють в області оптики та оптоелектроніки.

Рецензенти:

С. В. Ковалюк, д-р фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедрою теор. механіки Одеської державної морської академії;
С. М. Копулюк, д-р фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедрою фізики Одеської державної академії холоду;
В. А. Одарич, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри оптики Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.

Резюме *Росамагнітоно Маністерства освіти і науки як навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей університетів. Протокол № 14718-2-273 від 16.03.2001 р.*

1604610000-097
В 549—2001
1604610000

ISBN 966-549-609-3

© Ю. Ф. Васильев, 2001

Передмова

У наш час значний проріс науки і техніки досягнуто завдяки розвитку сучасної оптики. Успіхи оптики XX століття тісно зв'язані із створенням і розвитком оптичних квантових генераторів (лазерів) та їх впровадженням в практику наукових досліджень. Це призвело до утворення ряду нових наукових та прикладних напрямків розвитку сучасної оптики. Зокрема, створення лазерів дало поштовх для розвитку голографії, що не мислима без когерентних джерел світла. Основними напрямками розвитку голографії як окремої галузі оптики стало вдосконалення методів запису і відтворення об'єктного зображення, розробка пристроїв, що запам'ятовують та відтворюють значний об'єм інформації (голографічна пам'ять); оптика інтерферометрії. Розвиток лазерної техніки стимулював створення нового прикладного напрямку оптики — волоконної оптики. У наш час створені і успішно працюють волоконно-оптичні лінії зв'язку, що мають ряд переваг порівняно з провідними лініями. Розробка технології потужних та надпотужних лазерів привела до відкриття цілої низки нових оптичних явищ, що вишикають як результати висомодії потужного електромагнітного випромінювання з речовиною. Таким чином було заочисковано ще одну нову галузь сучасної оптики — нелінійну оптику. Одним з найбільш яскравих досягнень нелінійної оптики є розробка фізичних основ та створення на практиці параметричних генераторів світла.

Запропонований автором навчальний посібник вклучає як сучасні аспекти розвитку оптичної науки (розділи "Оптичні підсилювачі і генератори світла", "Нелінійна оптика" і ін.), так і класичні питання оптики, випробувані часом. В цілому посібник відповідає програмі курсу "Загальна фізика" для фізичних спеціальностей вузів. Кожний розділ закінчується контрольними питаннями, що дозволять студентам звернути увагу на основні аспекти розглянутого та закріпити здобуті знання.

Передмова	3
Вступ	5
1. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ	8
1.1. Хвильове рівняння	8
1.2. Плоскі і сферичні монохроматичні хвилі	11
1.3. Структура плоскої електромагнітної хвилі	12
1.4. Перенесення енергії електромагнітною хвилею	14
1.5. Тиск світла. Дослід Лебедева	18
1.6. Суперпозиції електромагнітних хвиль	22
1.7. Поларизація електромагнітних хвиль	26
<i>Контрольні питання та завдання</i>	30
2. НЕМОНОХРОМАТИЧНЕ І ХАОТИЧНЕ ВІПРОМІНЮВАННЯ	32
2.1. Перетворення Фур'є в оптиці	33
2.2. Класична модель випромінювача. Форма спектра випромінювання	35
2.3. Форма ліній поглинання	39
2.4. Розширення спектральних ліній	41
2.5. Модульовані хвилі	44
2.6. Хвильові пакети	46
2.7. Хаотичне світло	48
<i>Контрольні питання та завдання</i>	50
3. ПОШИРЕННЯ, ЗАЛОМЛЕННЯ ТА ВІДБИВАННЯ СВІТЛА В ІЗОТРОПНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	52
3.1. Відбивання та заломлення світла на межі поділу між діелектриками	52

3.2. Формули Френеля	56
3.3. Повне відбивання світла	62
3.4. Поширення світла у поглинаючому середовищі	66
3.5. Поширення світла у провідниках	68
3.6. Нормальна і аномальна дисперсія світла	71
<i>Контрольні питання та завдання</i>	76
4. ПОШИРЕННЯ СВІТЛА В АНІЗОТРОПНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	78
4.1. Діелектрична проникність анізотропного середовища	78
4.2. Поширення плоскої електромагнітної хвилі в анізотропному середовищі	80
4.3. Подвійне променезаломлення	86
4.4. Поларизаційні прилади	92
4.5. Обертання площини поларизації	96
4.6. Обертання площини поларизації	99
4.7. Штууча анізотропія резонанс	104
<i>Контрольні питання та завдання</i>	107
5. ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ СВІТЛА	109
5.1. Суперпозиція когерентних хвиль	109
5.2. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом амплітуди світлової хвилі	113
5.3. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом хвильового фронту	116
5.4. Часова і просторова когерентність світла	121
5.5. Основи Фур'є спектроскопії	123
5.6. Інтерференція в тонких плівках	126
5.7. Інтерференція поларизованого світла	130
5.8. Просвітлення оптики	134
5.9. Інтерференційні дзеркала	136
5.10. Багатопроменева інтерференція світла	138

5.11. Багатопроменеві інтерферометри	145	9. КВАНТОНІ ВЛАСТИВОСТІ СВІТЛА	230
<i>Контрольні питання та завдання</i>	149	9.1. Класичні закони теплового випромінювання	230
6. ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА	151	9.2. Гіпотеза Планка. Формула випромінювання Планка	238
6.1. Принцип Гюйгенса–Френеля	151	9.3. Світлові кванти. Виведення формули Планка за Ейнштейном	241
6.2. Метод зон Френеля	153	9.4. Фотоелектричний ефект	246
6.3. Дифракція Френеля	160	9.5. Комітонове розсіювання світла	252
6.4. Дифракція Фрунзефера на щільні	168	9.6. Люмінесценція	254
6.5. Дифракція Фрунзефера на дифракційній ґратці	172	<i>Контрольні питання та завдання</i>	259
6.6. Дифракційна ґратка як спектральний прилад	176	10. ОПТИЧНІ ПІДСИЛЮВАЧІ І КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ СВІТЛА	261
6.7. Дифракція на гармонічних нелінійних елементах ґратках	181	10.1. Оптичні підсилювачі	261
6.8. Дифракція світла на просторових ґратках	183	10.2. Оптичні квантові генератори (лазери)	265
6.9. Фізичні основи голографії	185	10.3. Лазери випромінювання	271
<i>Контрольні питання та завдання</i>	190	10.4. Характеристики лазерів	277
7. РОЗСІЯННЯ СВІТЛА	191	<i>Контрольні питання та завдання</i>	285
7.1. Природа процесів розсіяння світла	191	11. НЕЛІНІЙНА ОПТИКА	286
7.2. Релейове розсіяння світла	192	11.1. Нелінійна поляризованість середовища	286
7.3. Особливості розсіяння Мі	195	11.2. Оптичне детектування. Генерація гармонік	290
7.4. Розсіяння Мандельштама–Брільюєна	197	11.3. Показник заломлення у нелінійній оптиці. Самофокусування світла	294
7.5. Комбінаційне розсіяння світла	199	11.4. Векторна умова просторового синхронізму. Параметричні генератори світла	297
<i>Контрольні питання та завдання</i>	200	11.5. Багатофотонне поглинання	301
8. ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА	202	<i>Контрольні питання та завдання</i>	303
8.1. Граничний перехід від хвильової до геометричної оптики	202	ДОДАТКИ	
8.2. Заломлення і відбивання світла на сферичній поверхні	208	Додаток 1. Фотометричні величини	305
8.3. Центрована оптична система та її карданові елементи	213	Додаток 2. Показники заломлення	312
8.4. Складні інтегровані системи	219	<i>Література</i>	313
8.5. Розрахунок параметрів товстої лінзи	223		
8.6. Аберації оптичних систем	226		
<i>Контрольні питання та завдання</i>	228		
			317

