

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

КУРС ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Підручник у шести томах
За загальною редакцією
В. А. СМІНТИНИ

Том 4

В. А. СМІНТИНА, Ю. Ф. ВАКСМАН

ОПТИКА

Затверджено
Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів
вищих навчальних закладів.
(Лист. № 1/11-11248 від 09.12.2010 р.)

Одеса
«Астропринт»
2012

ББК 22.34а.73
К93
УДК 535(073.8)

Рецензенти:

В. Г. Димчишин, доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України;
І. В. Кавецький, доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України;
О. О. Пилипенко, доктор фізико-математичних наук, професор, член-

Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів. (Лист № У/11-11248 від 09.12.2010 р.)

К93 Курс загальної фізики : підручник у 6 т. / за заг. ред. В. А. Смигитина. — Одеса : Астропринт, 2011–2012. — т. 4 : В. А. Смигитина, Ю. Ф. Ваксман. Оптика. — Одеса : Астропринт, 2012. — 276 с. — ISBN 978-966-190-533-6

Підручник є четвертим томом «Курсу загальної фізики». У ньому розглядаються основні електромагнітні та квантові процеси оптики, оптичні квантові генератори та підсилювачі світла. Подано описи, невідомі оптики.

Підручник укладено для студентів фізичних факультетів університетів, які працюють в області оптики та оптоелектроніки.

ISBN 978-966-190-465-0 (у 6 т.)
ISBN 978-966-190-533-6 (т. 4)

ББК 22.34а.73
УДК 535(073.8)

© Смигитина В. А.,
Ваксман Ю. Ф., 2012

ЗМІСТ

Основні позначення	7
Передмова	8
Вступ	9
Розділ I. Властивості електромагнітних хвиль	
§ 1. Основні характеристики оптичного діапазону	12
§ 2. Хвильові рівняння для хвиль, що поширюються у вакуумі	12
§ 3. Плоскі і сферичні монохроматичні хвилі	15
§ 4. Структура плоскої електромагнітної хвилі	16
§ 5. Перенесення енергії електромагнітною хвилею	18
§ 6. Тиск світла. Досвід Лебелєва	21
§ 7. Суперпозиція електромагнітних хвиль	24
§ 8. Фотометричні поняття і величини	28
<i>Контрольні питання та завдання</i>	33
Розділ II. Немонохроматичне і хаотичне випромінювання	
§ 1. Перетворення Фур'є в оптиці	34
§ 2. Класична модель випромінювача. Форма ліній випромінювання	36
§ 3. Форма ліній поглинання	40
§ 4. Розширення спектральних ліній	41
§ 5. Модульовані хвилі	44
§ 6. Хвильові пакети. Групова швидкість	46
§ 7. Хаотичне світло	48
<i>Контрольні питання та завдання</i>	49
Розділ III. Поширення світла в ізотропних середовищах	
§ 1. Поширення світла в діелектриках	51
§ 2. Відбивання та заломлення світла на межі між двома діелектриками	52

§ 3. Повне відбивання світла	62
§ 4. Енергетичні співвідношення при заломленні та відбиванні світла	66
§ 5. Поширення світла у провідниках	67
§ 6. Вібнання світла від поверхні провідника	69
§ 7. Електронна теорія дисперсії світла	70
<i>Контрольні питання та завдання</i>	75
Розділ IV. Поширення світла в анізотропних середовищах	
§ 1. Поларизація електромагнітних хвиль	76
§ 2. Опис анізотропних середовищ	80
§ 3. Розповсюдження плоскої електромагнітної хвилі в анізотропному середовищі	82
§ 4. Хід променів у анізотропному середовищі	84
§ 5. Подвійне заломлення променя	86
§ 6. Обертання площини поларизації	88
§ 7. Штучні анізотропні середовища	90
<i>Контрольні питання та завдання</i>	93
Розділ V. Інтерференція світла	
§ 1. Суперпозиція когерентних хвиль	94
§ 2. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом амплітуди світлової хвилі	97
§ 3. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом хвильового фронту	100
§ 4. Часова і просторова когерентність світла	105
§ 5. Основи Фур'є-спектроскопії	107
§ 6. Інтерференція в тонких плівках	109
§ 7. Інтерференція поляризованого світла	113
§ 8. Просвітлення оптики	116
§ 9. Інтерференційні дзеркала	118
§ 10. Багатопроменева інтерференція	119
§ 11. Багатопроменева інтерферометри	125
<i>Контрольні питання та завдання</i>	128

Розділ VI. Дифракція світла	
§ 1. Принцип Гюйгенса — Френеля	130
§ 2. Метод зон Френеля	132
§ 3. Дифракція Френеля	138
§ 4. Дифракція Фрунгофера на щільні	145
§ 5. Дифракція Фрунгофера на дифракційній ґратці	148
§ 6. Дифракційна ґратка як спектральний прилад	152
§ 7. Дифракція на гармонічних нерівних ґратках	156
§ 8. Дифракція світла на просторових ґратках	157
<i>Контрольні питання та завдання</i>	159
Розділ VII. Геометрична оптика і найпростіші оптичні прилади	
§ 1. Принцип Ферма	160
§ 2. Основні поняття і означення	161
§ 3. Правила знаків	163
§ 4. Заломлення променів сферичною поверхнею	164
§ 5. Рівняння тонкої лінзи	167
§ 6. Аберації оптичних систем	170
§ 7. Діафрагма — найпростіший оптичний прилад	173
<i>Контрольні питання та завдання</i>	174
Розділ VIII. Основні поняття Фур'є-оптики	
§ 1. Лінза як елемент, який здійснює перетворення Фур'є	175
§ 2. Створення лінійою дифракційного зображення предмета	177
§ 3. Просторова фільтрація зображень	182
§ 4. Голографія	184
<i>Контрольні питання та завдання</i>	197
Розділ IX. Розсіяння світла	
§ 1. Природа та типи розсіяння світла	198
§ 2. Релєвське розсіяння світла та розсіяння Мі	199
§ 3. Розсіяння Манделштама — Бріллюєна	204
§ 4. Комбінаційне розсіяння	205
<i>Контрольні питання та завдання</i>	208

Розділ X. Квантові властивості світла

§ 1. Класичні закони теплового випромінювання	209
§ 2. Планк. Формула випромінювання Планка	216
§ 3. Світлові кванти. Виведення формули Планка за Ейнштейном	218
§ 4. Фотоелектричний ефект	222
§ 5. Комптонове розсіяння світла	227
§ 6. Люмінесценція	229
<i>Контрольні питання та завдання</i>	233

Розділ XI. Оптичні підсилювачі і квантові генератори світла

§ 1. Оптичні підсилювачі	235
§ 2. Оптичні квантові генератори (лазери)	239
§ 3. Лазерне випромінювання	243
§ 4. Характеристика лазерів	248
<i>Контрольні питання та завдання</i>	254

Розділ XII. Нелінійна оптика

§ 1. Нелінійна поляризованість середовища	256
§ 2. Оптичне дуплікування. Генерація гармонік	260
§ 3. Показник заломлення в нелінійній оптиці. Самофокусування світла	263
§ 4. Векторна умова просторового синхронізму. Параметричні генератори світла	265
§ 5. Багатофотонне поглинання	269
<i>Контрольні питання та завдання</i>	270

<i>Література</i>	272
-------------------	-----

Предметний покажчик	273
---------------------	-----

Основні позначення

B	— магнітна індукція;
c	— швидкість світла у вакуумі;
D	— електрична індукція;
E	— напруженість електричного поля;
e	— заряд електрона;
F	— сила;
H	— напруженість магнітного поля;
k	— стала Планка;
I	— інтенсивність світла;
k	— хвильове число (хвильовий вектор);
n	— показник заломлення;
P	— тиск;
S	— густина потоку енергії;
T	— період;
u	— швидкість;
W	— об'ємна густина енергії;
α	— коефіцієнт поглинання;
ϵ_0	— електрична стала;
ϵ	— електрична проникність середовища;
λ	— довжина хвилі;
μ_0	— магнітна стала;
μ	— магнітна проникність середовища;
ν	— частота;
Φ	— світловий потік;
ω	— шкідлива частота.

