

R. W. 狄区本 著

光学

I



高等教育出版社

光 学 I

R. W. 狄区本 著
李增沛 徐游 易明 译
丘第荣 程路 校

高等教育出版社

内 容 简 介

本书分 I、II 两卷。卷 I 内容有：光学发展简史、光的波动理论基础、光学仪器理论基础及简单应用，包括各种辐射探测器的应用、薄膜光学、光导管和纤维光学、激光器和全息等方面。卷 II 内容有：光的电磁理论、辐射与物质相互作用的量子理论、光学仪器所能提供信息的最终极限的探讨、及一些近代的研究课题，包括光波导理论及其在纤维光学等方面的应用、激光作用理论、激光在产生沙(10⁻¹²)秒脉冲及在非线性光学中的特殊应用等。

本书可供理工科光学及应用光学有关专业作为教材或基本参考书。

中译本责任编辑 曹建庭

R. W. Ditchburn F. R. S.

Light

Volume I

Third Edition

Academic Press Inc. (London) Ltd., 1976

光 学 I

R. W. 狄区本 著

李增沛 徐 游 易 明 译

丘第荣 程 路 校

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七工厂印装

•

开本 850×1168 1/32 印张 16.375 插页 1 字数 392,000

1986 年 7 月第 1 版 1986 年 7 月第 1 次印刷

印数 00,001—7,000

书号 18010·01005 定价 3.75 元

第 I 卷 序 言

这卷书是为攻读物理学学士学位的大学生们写的。它也能帮助光学工程师了解物理光学的基本原理。书中还包含一章论述标准光学仪器的几何光学,另有一章是论述各种辐射探测器(热探测器、光电倍增管以及其它光敏器件)在光学仪器中的应用。物理光学包含与干涉、衍射和偏振光有关的主要概念以及这些概念在现代光学仪器和某些种类的测量和研究中的应用。在这版的第 I 卷里,增添了薄膜光学、光导管和纤维光学方面的新材料,还增添了激光器和全息方面的新材料。相干性一段已经重写过,我希望这种写法比较易于理解而且能够更直接地应用。

在第 I 卷里,对激光器的处理仅限于与谐振腔中放大媒质有关的现象的理解以及对于某些主要应用的解释。完整的理论留待第 II 卷(第十八章)在受激辐射的量子理论之后接着进行讨论。类似地,在第 I 卷里纤维光学是从光线光学的观点来处理的,这对于了解一些十分流行的应用已经足够了。较困难的波导理论放在第 II 卷第十四章讨论。第 II 卷还包含光的电磁理论和光与实物媒质相互作用的量子理论。索引①不仅是这一卷的,而且也是第 II 卷的。(以下感谢部分略。)

R. W. 狄区本

1976 年 1 月于黎丁

① 中译本将索引统一放在第 II 卷最后。——中译本编注

目 录

第一章 引 言

1.1. 科学图式	1
1.6. 光与生物科学的关系	4
1.9. 光与物理学科的关系	5
1.10. 波或微粒	6
1.11. 光线	6
1.12. 干涉和衍射	7
1.13. 波动理论的发展	8
1.14. 电磁理论	10
1.15. 电磁波谱	11
1.16. 光子	12
1.17. 相对论	14
1.18. 近代理论	14
1.21. 相干性	16
习题[1(i)—1(v)]	18

第二章 波动理论(i) 导言

2.1. 基本概念	19
2.3. 拉紧的弦上的波	20
2.5. 传播——相速度	21
2.7. 三维波	22
2.8. 均匀各向同性媒质	23
2.9. 波矢量	23
2.10. 各向同性媒质中的平面波	24
2.11. 能量和动量的输运	24
2.13. 波动方程	25

2.15. 球面波——平方反比定律	27
2.16. 多普勒-斐索原理	28
2.20. 用复量表示波动	31
习题[2(i)—2(ii)]	32
参考文献	32

第三章 波动理论(ii) 正弦波的合成

3.1. 叠加原理	33
3.2. 线性光学和非线性光学	33
3.3. α 和 ϵ 的矢量表示	34
3.4. 简谐波的叠加	35
3.5. 代数法	35
3.6. 矢量法	36
习题[3(i)—3(iv)]	37
3.7. 复变量计算法	38
习题[3(v)—3(viii)]	39
3.8. 惠更斯原理	40
3.11. 平面上的反射和折射	41
3.13. 反射和折射的波动理论	43
3.14. 球面上的反射和折射: 反射镜和透镜	45
习题[3(ix)—3(x)]	47
3.17. 色散	47
3.20. 驻波	49
3.22. 光驻波实验	51
3.24. 反射系数——垂直入射情况	53
3.27. 光程差	55
3.28. 波导	56
3.29. 干涉条纹	57
3.30. 反射和折射的微粒说	58
习题[3(xi)—3(xv)]	60

第四章 光的有限长波列表示

4.1. 光谱的类型	61
------------------	----

4.2. 线光谱和连续光谱	61
4.3. 带光谱	62
4.4. 红外和紫外辐射	62
4.5. 吸收光谱	62
4.6. 原子振子	63
4.8. 迈克耳孙干涉仪	64
4.10. 条纹的可见度	66
4.15. 不规则轮廓的波	70
4.17. 傅里叶级数	72
4.19. 傅里叶积分	75
4.21. 高斯波群	77
4.25. 谱线宽度	81
4.28. 波群的传播——群速度	84
4.32. 光的波群表示	87
4.33. 白光	88
习题[4(i)—4(ix)]	89
参考文献	91
附录 4A 傅里叶级数和傅里叶积分定理	91
4A.10. 截然受限波列的分析	98
4A.12. 截然受限波带的轮廓	99
4A.13. 阻尼谐波的能量分布	99
4A.14. 高斯波群	100
4A.15. 波群在色散媒质中的传播	101
4A.16. 功率谱	102
4A.17. 自相关函数	103
4A.18. 互相关函数	103

第五章 干 涉

5.1. 光度相加	105
5.2. 独立光源的相互作用	105
5.3. 杨氏实验	107
习题[5(i)—5(iii)]	108

5.4. 获得良好可见度的条件	108
5.5. 相干性	110
5.7. 一束光的相干性	111
5.12. 薄膜产生的干涉	115
5.14. 条纹的可见度	117
5.16. 条纹是等程差的轨迹	119
5.17. 等倾条纹	120
5.18. 等厚条纹	120
5.19. 牛顿环	120
习题[5(iv)—5(xi)]	121
5.20. 干涉条纹的定域	123
5.22. 不反射膜	125
5.24. 高效率反射膜	127
习题[5(vii)—5(xiv)]	128
5.26. 多光束干涉	129
5.28. 法布里-珀罗干涉仪	132
5.29. 沟槽光谱	132
习题[5(xv)—5(xvii)]	133
5.31. 叠加条纹	133
5.34. 消色差条纹	135
5.36. 消色差条纹系	137
5.40. 干涉滤光器	142
习题[5(xviii)—5(xx)]	142
5.42. 多层膜的计算机辅助设计	144
5.43. 激光	145
5.44. 激光的若干应用	147
参考文献	148
附录 5A 相干性	149
5A.4. γ_{12} 的计算	151
5A.5. 迈克耳孙测星干涉仪	151
5A.7. 强度相关干涉仪	153
5A.11. 相干度的测量	154

第六章 衍 射

6.1. 观察结果的一般特性	156
6.3. 菲涅耳衍射和夫琅和费衍射	157
6.5. 惠更斯原理的发展	159
6.6. 菲涅耳方法	161
6.7. 菲涅耳带	161
6.9. 圆孔的菲涅耳衍射	163
6.10. 圆形障碍物的菲涅耳衍射	163
习题[6(i)—6(viii)]	165
6.11. 夫琅和费衍射	166
6.12. 衍射光栅	166
6.16. 二维光栅	169
6.17. 莫阿条纹	170
6.18. 三维光栅	171
6.19. 形状因数	173
6.21. 在玻璃或金属上刻划的光栅	176
6.24. 红外光栅	178
6.25. 振幅光栅和相栅	179
6.26. 阶梯光栅和中阶梯光栅	180
习题[6(ix)—6(xvii)]	181
6.27. 衍射的普遍理论	182
6.28. 基尔霍夫的分析	183
6.29. 圣·维南假说	183
6.30. 波群概念的推广	184
6.32. 有限宽的光束——一维情况	186
6.35. 二维屏的衍射	188
6.38. 圆孔衍射	189
6.39. 许多同样开孔的衍射	191
6.41. 无规排列	193
6.43. 巴俾涅原理	194
习题[6(xviii)—6(xx)]	196

6.45. 多个圆孔或多个障碍物的衍射	197
6.46. 杨氏衍射测微器	197
6.47. 角功率谱	198
6.48. 光由声波的衍射	199
6.49. 无规则屏的衍射	200
6.50. 菲涅耳衍射	201
6.51. 由全息图再现图象	204
6.59. 利普森衍射计	212
6.60. 倏逝波	213
6.61. 很窄狭缝的衍射	214
6.62. 费马原理	215
6.65. 古尹实验	217
6.66. 波动光学与光线光学的关系	218
6.67. 费马原理作为光线光学定律的普遍叙述	219
参考文献	219
附录 6A 基尔霍夫衍射公式	221
附录 6B 凹光栅	224
附录 6C 波带片	227
附录 6D 菲涅耳衍射	229
6D.1. 菲涅耳积分	229
6D.3. 考纽螺线	230
6D.4. 直边衍射	232

第七章 光学仪器: 几何光学

7.1. 象的形成	233
7.2. 共轴球面系统	234
7.3. 傍轴光线	235
7.4. 符号惯例和记号	236
7.6. 球面上的衍射	237
习题[7(i)]	238
7.7. 放大率关系	239
7.8. 麦克斯韦条件	240

7.9. 基点	240
7.10. 焦点和主点	241
7.11. 象的作图法	242
7.12. 成象位置和大小计算	243
习题[7(ii)—7(v)]	245
7.13. 节点	245
习题[7(vi)—7(vii)]	246
习题[7(viii)]	247
7.15. 最初和最后媒质相同的透镜系统	247
7.16. 反折系统, 或称反射系统	248
7.17. 基点位置的计算	249
7.18. 光焦度公式	249
7.19. 焦点位置	251
7.20. 望远系统	252
7.22. 计算共轴系统的一般提示	253
习题[7(ix)—7(xv)]	253
7.23. 色差	254
7.24. 消色差系统	255
7.26. 光阑	257
7.27. 孔径光阑	257
7.28. 场阑	258
7.29. 向场镜	259
7.30. 眼睛	260
7.31. 放大镜和目镜	261
7.33. 复合显微镜	263
7.34. 反射望远镜	263
7.35. 反射镜和作反射镜用的棱镜	265
7.36. 恒偏向单色器	267
7.37. 摄远镜头和变焦距镜头	267
7.39. 投影系统	270
7.40. 光导管	271
7.42. 纤维光学——象的传递	272

7.43. 纤维光学的应用	273
参考文献	274

第八章 光学仪器: 波动理论

8.1. 光学仪器的功用	276
8.2. 光学象的缺欠	276
8.3. 历史回顾	277
8.5. 瑞利分辨限理论	278
8.6. 瑞利判据	278
8.7. 望远镜的分辨限	279
习题[8(i)—8(iii)]	280
8.8. 有用放大率和空放大率	281
8.9. 光栅摄谱仪的分辨本领	281
8.10. 棱镜摄谱仪的分辨本领	282
习题[8(iv)—8(x)]	284
8.12. 白光光谱的纯度	285
8.13. 显微镜的分辨极限(非相干照明)	286
8.14. 阿贝理论——相干照明	287
8.15. 分辨极限——相干照明	289
8.16. 细节的再现	289
8.17. 伪细节的可能性	290
8.18. 象差的光线理论与波动理论	291
8.20. 象差函数	293
8.21. 球面象差	294
8.22. 彗形象差	294
8.23. 象散和象场弯曲	295
8.25. 畸变	297
8.26. 色效应	298
8.27. 光学传递函数	298
8.30. 相干照明	301
8.33. 象差对传递函数的影响(相干光)	305
8.36. 非相干照明	307

8.37. 象差效应(非相干照明)	308
8.38. 相衬显微镜	309
8.43. 暗场照明和纹影法	312
8.44. 切趾法	314
8.45. 人眼的衬比敏感度	315
8.47. 光学滤波	317
参考文献	317
附录 8A 光学传递函数	318
8A.1. 历史回顾	318
8A.2. 扩展函数	319
8A.3. 等晕性	320
8A.4. 相干照明	320
8A.5. 周期物和非周期物	321
8A.6. E 和 u 之间的关系	321
8A.7. 非相干照明	322
附录 8B 象差的校正	323
8B.1. 象差的校正	323
8B.3. 齐明系统——正弦条件	324
8B.4. 非球面的利用——施密特照相机	325
8B.5. 简单光学系统的设计	326
附录 8C 光学元件和光学仪器的检验	327
8C.2. 傅科刀口检验法	327
8C.3. 泽尼克相衬检验法	328
8C.4. 光学传递函数的测量	329
附录 8D 塔耳波特谱带	329
8D.1. 塔耳波特谱带	329
习题[8(xi)—8(xiii)]	331

第九章 干涉仪计量术

9.2. 根据干涉类型分类	333
9.4. 干涉仪用途的分类	334
9.5. 光学元件的检验	335

9.6. 特外曼-格临干涉仪	335
9.10. 斐索法	338
9.14. 多光束条纹	340
9.15. 机械量规的检验	341
习题[9(i)—9(ii)]	343
9.17. 机械位移的测量	343
9.18. 折射率及折射率微小差异的测量	344
习题[9(iii)—9(viii)]	347
9.24. 法布里-珀罗标准具的分辨限	348
9.25. 波长的测量	350
9.26. 用精密小数法比较波长	350
习题[9(ix)—9(xii)]	353
9.31. 长度的光学标准与机械标准的比较	354
9.36. 长度标准	357
9.38. 米的定义	358
9.39. 超精细结构的研究	358
9.40. 精细度	359
9.41. 应用傅里叶分析的干涉量度学	361
9.43. 马赫-曾特耳干涉仪	363
9.44. 波面错位干涉仪	364
9.45. 干涉显微镜	365
9.46. 散射干涉仪	367
9.47. 球面法布里-珀罗标准具(FPS)	368
9.48. 散焦球面法布里-珀罗标准具(DFPS)	369
9.50. 高稳定干涉仪的设计	370
9.51. 紧邻光路和共同光路干涉仪	371
9.52. 补偿干涉仪	371
参考文献	372

第十章 辐射的探测和测量

10.2 选择性和非选择性探测器	374
10.4. 相对响应度	376

10.5. 热探测器	376
10.8. 热探测器的时间常数	378
10.10. 选择性探测器	380
10.11. 光电发射管	380
10.12. 光电导管和光生伏打电池	381
10.13. 最小可探测通量	382
10.14. 照相底片	384
10.16. 选择性探测器的定标	385
10.17. 物理光度学	387
10.19. 分光光度计	389
10.20. 吸收分光光度学	390
10.21. 人眼作为辐射探测器	391
10.22. C. I. E. 光度标	392
10.25. 暗适应	395
10.26. 光度学——定义	395
10.28. 光度单位	399
10.29. 光度测量	399
10.30. 照明问题	401
10.31. 颜色标志	401
10.32. 三原色原理	402
10.35. 线性相加性	405
10.36. 色品图	405
10.37. 颜色测量的 C. I. E. 系统	407
10.39. 色视觉的变异	409
参考文献	410

第十一章 光速和相对论光学

11.1. 历史回顾	412
11.2. 测量光速(c_L)的方法	412
11.3. 罗默法	413
11.4. 斐索法(机械快门法)	414
11.5. 旋转镜法	414

11.6. 应用电光快门的方法	416
11.10. 射频电磁波的测量	419
11.11. 长度与时间的原子标准	419
11.13. 速度随折射率的变化	420
11.14. 相对论	421
11.15. 地球与以太的相对速度	421
11.17. 迈克耳孙-莫雷实验	423
11.20. 斐兹杰惹-洛伦兹收缩	426
11.21. 狭义相对论	427
11.22. 速度的相加	428
11.23. 时间拉长和空间缩短	429
11.25. 光源与观察者作相对运动的实验	430
习题[11(i)—11(v)]	432
11.26. 径向多普勒效应	433
11.27. 时间拉长	434
习题[11(vi)—11(vii)]	436
11.31. 运动镜对光的反射	438
习题[11(viii)—11(ix)]	438
11.32. 光行差实验	439
11.33. 对运动媒质做的实验	440
11.34. 质量与能量的关系	441
11.35. 光子的质量、动量和能量	442
11.37. 转动系统中的干涉	444
习题[11(x)]	445
11.40. 星云红移	446
11.41. 切仑可夫辐射	447
参考文献	448

第十二章 偏 振 光

12.1. 标量波与矢量波理论	451
12.2. 马吕斯实验	452
12.3. 偏振面的定义	453

12.4. 布儒斯特定律	454
12.5. 透射引起的偏振	454
12.6. 双折射	455
12.10. 马吕斯定律	460
12.11. 产生平面偏振光的方法	461
12.12. 尼科耳棱镜、傅科棱镜和格兰-汤普森棱镜	461
12.13. 吸收引起的偏振	463
12.14. 起偏振装置的应用	463
12.15. 平面偏振光束的相互作用	465
12.18. 圆偏振光和椭圆偏振光	467
习题[12(i)—12(vi)]	470
12.20. 晶体中的惠更斯波面	471
12.21. 单轴晶体惠更斯波面的验证	472
12.22. 偏振光在各向异性薄板内的传播	474
12.25. 四分之一波片	477
12.26. 两块以上薄板的串联	478
习题[12(vii)—12(xiv)]	479
12.27. 偏振光分析	480
12.29. 斯托克斯参量	481
12.30. 鲍英卡勒球——偏振光的表示法	482
12.31. 非偏振光的表示法	483
12.32. 矩阵方法	484
习题[12(xv)—12(xvi)]	484
12.33. 巴俾涅补偿器	485
12.35. 旋光偏振	487
12.38. 双折射和旋光的色散	490
习题[12(xvii)—12(xxi)]	491
12.44. 双石英片	495
12.45. 量糖术	495
习题[12(xxii)—12(xxv)]	497
12.48. 萨伐尔板	493