



普通高等教育“十二五”重点规划教材

中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

郭振平 主编

大学物理教程

DAXUE WULI JIAOCHENG



科学出版社

普通高等教育“十二五”重点规划教材

中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

大学物理教程

郭振平 主编

徐 晶 明 莹 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书依据 2010 年教育部新颁发的《理工科类大学物理课程教学基本要求》，以近代物理为主线，对比介绍量子理论与光学、狭义相对论时空观与经典运动学、狭义相对论力学与经典力学，以现代科学统领热、电、磁、流体、振动和波。全书在内容基础扎实、简练的基础上，体现视点高、创意新的特色，注重贴近实际，注重物理思想和科学文化的传承。

本书可作为高等学校理、工、农、医学类各专业课程的教材，也可作为经济、管理、自然地理、口腔、护理等专业本专科生的教学参考书，还可供其他物理爱好者作为自学读物。为了便于学生自主探究性学习，可选用本书配套教材《大学物理学习指导》作为同步辅助读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学物理教程/郭振平主编. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-034463-2

I. ①大… II. ①郭… III. ①物理学—高等教育—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 107857 号

责任编辑: 隽青龙 / 责任校对: 马英菊

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 子时文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 3 月第一次印刷 印张: 24

字数: 520 000

定价: 41.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135517-2037

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式和相互作用的自然科学。它的基本理论渗透在自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,是其他自然科学和工程技术的基础。

以物理学基础为内容的大学物理课程,是高等学校理、工、农、医学类各专业学生一门重要的通识性必修基础课。该课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是构成学生科学素养的重要组成部分,是一个科学工作者和工程技术人员所必备的知识。这门课程的作用一方面是为学生打好必要的物理基础;另一方面是让学生能够初步学习科学的思维方法和研究方法,使其开阔思路,激发探索与创新精神,提高科学素质。这不仅对学生在校学习起着十分重要的作用,而且对学生毕业后的工作和在工作中进一步学习新理论、新知识、新技术等也将产生深远的影响。

本书按着教育部颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》,将教学内容分为A、B两类。A类内容为基本知识,构成大学物理课程教学内容的基本框架;B类内容是扩充知识,是理解现代科学技术进展的基础,这些内容可以使学生对大学物理的基本规律的理解更加深刻和充实。考虑课时较少的现状,本书以A类内容为重点,并考虑理工农医部分专业的需求,适当增加流体力学部分。B类内容主要在与本书配套的《大学物理学习指导》中补充介绍。

本书具有如下主要特色。

1. 以近代物理为主线,将狭义相对论时空观与经典运动学对比介绍,并将狭义相对论力学与经典力学对比阐述,将量子理论与光学等相关知识点相融合,从现代科学视角俯瞰经典物理内容。注重介绍经典物理知识在高新技术中的应用并渗透现代物理学的观点、概念和方法,使学生从中感觉到17世纪建立起来的经典物理在21世纪仍然焕发着勃勃生机。

2. 以学生为主体,遵循学生从易到难的认知规律,采用由简单到复杂、由浅入深、逐步递进的方式来组织教材内容。

3. 改变传统的运动学、力学、热学、电磁学、振动和波、光学、相对论、量子力学、粒子物理等分立体系,将对微积分知识要求不高的光学部分提至全书的最前面先行学习,使学生不至于一开始就陷入数学微积分的疑难中,从而使学生学习大学物理的兴致不断提升,这样做也可使“大学物理”课程与“大学数学”课程同一学期开设,便于后续专业课和实践教学的安排,为教学改革留有充足的空间。

4. 为了保证理论体系的完整性,将理论深度较高、数学推演较难的内容作为理论进阶和知识拓展部分在《大学物理学习指导》中介绍,适当开启新的“知识窗口”,培养学生的创新意识。在内容选取上切实保证贴近生活,并适当渗透前沿科学发展的精华,注意突出物理学的思想性和哲理性,尤其注意介绍物理学的科学思维方法。

5. 为了降低教材的难度, 便于学生理解和学以致用, 适当增选了例题, 每介绍完一个基本概念或物理定律, 都设置相应的例题。这些例题是与介绍的物理知识有机统一的, 是教材的重要组成部分。

6. 为了学生及时巩固每章所学的知识, 在每一章末尾都安排适量的思考与讨论题及习题, 这些题分为两类: 一类是常规性的, 从本章的内容很容易找出答案, 目的是让学生建立起自信心, 因为学习的自信心是一个重要的非智力因素, 而过多的难题很容易使学生丧失信心; 另一类则是灵活性的, 以满足不同层次学生的需求和创新教育的需要, 可以作为课堂讨论的基础。

7. 注重与中学教学的衔接, 对于中学阶段已熟悉的质点力学、几何光学、气体的状态方程、热力学第一定律、电力、磁力、静电感应及电磁感应现象等内容, 在本书中适度展开和提升, 以避免重复。

8. 注重培养学生独立获取知识的能力、科学观察和思考的能力、分析问题和解决问题的能力, 使学生逐步掌握科学的学习方法, 通过解题指导启迪学生思维, 激发学生的智力和潜能, 调动学生学习的主动性和积极性。

9. 注重加强物理学的人文色彩。全书尽量做到图文并茂, 减少繁杂的数学推演。

本书由郭振平担任主编, 徐晶和明莹担任副主编。参加编写和审稿工作的还有陈泽章等。本书编写过程中借鉴了部分国内外优秀教材和相关文献, 并得到了哈尔滨工业大学、大连海洋大学、延边大学、内蒙古科技大学和集宁师范学院等高校的大力支持, 特在此一并表示感谢。

本书首次创新编排知识结构体系, 加之编者水平有限, 编写时间较为仓促, 不足之处在所难免, 恳请读者提出宝贵意见和建议。

编者联系邮箱: wuli07@yahoo.com.cn

编 者

2012年4月

目 录

第 1 章 几何光学基础	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 点光源和光束	1
1.1.2 物和像	2
1.1.3 光速、光程和介质的折射率	3
1.2 几何光学基本定律	4
1.2.1 光的直线传播定律和光的独立传播定律	4
1.2.2 光的反射定律和折射定律	5
1.2.3 光的全反射	7
1.3 光在平面上的反射和折射	7
1.3.1 光在平面上的反射	7
1.3.2 光在平面上的折射	9
1.4 光在球面上的反射和折射	11
1.4.1 光在单球面上的折射	11
1.4.2 横向放大率和角放大率	14
1.4.3 球面折射成像的作图方法	15
1.4.4 球面反射成像	15
1.5 薄透镜	16
1.5.1 薄透镜成像规律	16
1.5.2 薄透镜成像的作图法和横向放大率	18
思考与讨论	20
习题 1	21
第 2 章 光的偏振	23
2.1 光波的描述	23
2.2 光的偏振性	24
2.2.1 自然光与偏振光	24
2.2.2 偏振片的起偏和检偏	26
2.3 马吕斯定律	28
2.4 布儒斯特定律	29
2.4.1 反射光和折射光的偏振	30
2.4.2 玻璃片堆法获得偏振光	31
思考与讨论	32
习题 2	32
第 3 章 光的干涉	34
3.1 光的相干性	34

3.1.1	光波的位相差、波程差和光程差	34
3.1.2	光的叠加原理和相干条件	35
3.1.3	相干光的获得	36
3.2	分波阵面干涉	36
3.2.1	杨氏双缝干涉实验	36
3.2.2	半波损失	38
3.3	分振幅干涉	40
3.3.1	薄膜的等倾干涉	40
3.3.2	劈尖的等厚干涉	41
3.3.3	牛顿环	42
3.3.4	增透膜	43
	思考与讨论	44
	习题 3	45
第 4 章	光的衍射	47
4.1	光的衍射原理	47
4.1.1	光的衍射及其分类	47
4.1.2	惠更斯-菲涅耳原理	48
4.2	夫琅禾费单缝衍射和菲涅耳半波带法	48
4.2.1	单缝夫琅禾费衍射的装置以及光强分布	49
4.2.2	菲涅耳半波带法	49
4.3	光栅衍射和光谱	52
4.3.1	光栅	52
4.3.2	光栅衍射	53
4.3.3	明纹条件和光栅方程	53
4.3.4	光栅光谱	54
4.3.5	缺级问题	55
4.3.6	光栅的衍射光强分布	55
4.4	眼睛和光学仪器的分辨率	56
4.4.1	眼睛视物的基本原理	56
4.4.2	光学仪器的分辨率	59
	思考与讨论	60
	习题 4	61
第 5 章	量子光学基础	63
5.1	热辐射与普朗克能量量子假设	63
5.2	光电效应与爱因斯坦的光子理论	65
5.3	康普顿散射和光的波粒二象性	67
5.3.1	康普顿散射	67
5.3.2	光的波粒二象性	68
5.4	氢原子的玻尔理论	69

思考与讨论	74
习题 5	74
第 6 章 运动的相对性	75
6.1 质点相对运动的描述	75
6.1.1 质点和参考系	75
6.1.2 位置矢量和运动方程	76
6.1.3 位移、速度和加速度	78
6.2 匀变速直线运动	82
6.3 圆周运动	83
6.3.1 匀速圆周运动与法向加速度	83
6.3.2 变速圆周运动	84
6.4 平面曲线运动	87
6.4.1 运动叠加原理	87
6.4.2 斜抛运动	88
6.5 伽利略相对性原理与伽利略变换	90
6.5.1 相对运动	90
6.5.2 伽利略相对性原理	92
6.5.3 伽利略变换	93
6.5.4 伽利略相对性原理的局限性	94
思考与讨论	95
习题 6	96
第 7 章 狭义相对论时空观	98
7.1 狭义相对论的两个基本假设	98
7.2 洛伦兹坐标变换和速度变换	98
7.2.1 洛伦兹坐标变换	98
7.2.2 洛伦兹速度变换关系	100
7.3 同时性的相对性、时间延缓和长度收缩	101
7.3.1 同时的相对性	101
7.3.2 时间延缓效应	103
7.3.3 长度收缩效应	104
思考与讨论	105
习题 7	105
第 8 章 质点动力学基础	107
8.1 牛顿运动定律及其应用	107
8.1.1 牛顿第一运动定律	107
8.1.2 牛顿第二运动定律	109
8.1.3 牛顿第三运动定律	110
8.1.4 牛顿运动定律的综合应用	111
8.2 质点与质点系的动量定理和动量守恒定律	113
8.2.1 质点的动量和动量定理	113

8.2.2 质点系的动量定理	114
8.2.3 动量守恒定律	116
8.3 功和动能定理	117
8.3.1 功	117
8.3.2 动能和动能定理	118
8.4 质点系的势能	120
8.4.1 保守力的功	120
8.4.2 质点系的势能	121
8.5 机械能守恒定律和功能原理	123
8.5.1 机械能守恒定律	123
8.5.2 非保守力的功	124
8.5.3 功能原理	124
8.6 相对论质量和动量	126
8.7 狭义相对论质能关系	127
思考与讨论	129
习题 8	129
第 9 章 刚体转动	132
9.1 质心和质心运动定理	132
9.1.1 质心与刚体的平动	132
9.1.2 质心运动定律	135
9.2 刚体定轴转动	136
9.3 力矩、转动定律和转动惯量	139
9.3.1 力矩	139
9.3.2 刚体定轴转动的角动量	139
9.3.3 转动惯量	140
9.3.4 刚体定轴转动定律	143
9.4 角动量定理和角动量守恒定律	144
9.4.1 刚体定轴转动的角动量定理	145
9.4.2 刚体定轴转动的角动量守恒定律	145
9.5 力矩的功和刚体绕定轴转动的动能定理	146
9.5.1 力矩的功	146
9.5.2 刚体绕定轴转动的动能定理	146
思考与讨论	148
习题 9	149
第 10 章 机械振动和机械波	153
10.1 简谐振动	153
10.1.1 简谐振动方程	153
10.1.2 振幅和相位	155
10.1.3 简谐振动的旋转矢量法	157
10.1.4 简谐振动的能量	158

10.2	一维简谐振动的合成	160
10.2.1	两个同方向、同频率简谐振动的合成	160
10.2.2	两个同方向、不同频率简谐振动的合成	162
10.3	机械波	163
10.3.1	机械波的基本特征	163
10.3.2	平面简谐波的波函数	166
10.4	波的能量	169
10.4.1	波的能量传输特性	169
10.4.2	能量密度	171
10.4.3	能流密度	171
	思考与讨论	172
	习题 10	173
第 11 章	流体运动基础	176
11.1	理想流体的稳定流动	176
11.1.1	理想流体	176
11.1.2	稳定流动	176
11.1.3	连续性方程	177
11.2	伯努利方程及其应用	178
11.2.1	伯努利方程	178
11.2.2	伯努利方程的应用	179
11.3	黏性流体的运动规律	180
11.3.1	流体的黏性	180
11.3.2	泊肃叶定律	181
11.3.3	斯托克斯定律	183
11.4	液体表面性质	184
11.4.1	液体的表面张力	184
11.4.2	弯曲液面的附加压强	188
11.4.3	毛细现象和气体栓塞现象	190
	思考与讨论	193
	习题 11	194
第 12 章	气体动理学基础	196
12.1	平衡态和状态参量	196
12.2	理想气体模型	197
12.3	理想气体内能和能量均分原理	202
12.4	麦克斯韦气体分子速率分布律	204
12.4.1	气体分子速率的实验测定	204
12.4.2	分子速率分布	205
12.4.3	麦克斯韦分子速率分布律	205
12.4.4	统计速率	206
12.5	气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	207

12.5.1	气体分子的平均碰撞频率	207
12.5.2	气体分子的平均自由程	208
思考与讨论		209
习题 12		210
第 13 章	热学基础	212
13.1	准静态过程	212
13.1.1	准静态过程与弛豫时间	212
13.1.2	准静态过程的功	213
13.2	热力学第一定律	213
13.3	理想气体的等体过程和等压过程	214
13.3.1	理想气体的等体过程	214
13.3.2	理想气体的等压过程	215
13.4	理想气体的等温过程和绝热过程	216
13.4.1	理想气体的等温过程	216
13.4.2	绝热过程	217
13.5	循环过程与热机效率	219
13.5.1	循环过程	219
13.5.2	卡诺循环	220
13.5.3	卡诺定理	221
13.6	热力学第二定律和熵增加原理	221
13.6.1	可逆过程与不可逆过程	222
13.6.2	热力学第二定律概述	222
13.6.3	熵与熵增加原理	223
13.7	玻尔兹曼关系	224
13.8	热力学第三定律	225
思考与讨论		225
习题 13		226
第 14 章	真空中的静电场	229
14.1	电荷守恒定律和库仑定律	229
14.1.1	电荷与电荷守恒定律	229
14.1.2	点电荷的概念与库仑定律	231
14.1.3	库仑定律和万有引力定律的主要异同	232
14.1.4	氢核聚变的困难所在	233
14.2	静止电荷的电场强度	233
14.2.1	静电场和电场强度	233
14.2.2	静电场的叠加原理和点电荷系的电场强度	234
14.2.3	连续带电体电场中的场强	235
14.3	静电场的高斯定理	236
14.3.1	电通量	236
14.3.2	真空中静电场的高斯定理	238

14.3.3 用高斯定理求电场强度	241
14.4 静电场的环路定理	243
14.5 电势能与电势	245
14.5.1 电势能	245
14.5.2 电势差和电势	246
14.6 电势叠加原理	247
14.6.1 在单个点电荷产生的电场中任意一点的电势	247
14.6.2 在多个点电荷产生的电场中任意一点的电势	248
14.6.3 在任意带电体产生的电场中任意一点的电势	248
14.7 电场强度和电势的关系	250
14.7.1 等势面	250
14.7.2 电势与电场强度的关系	251
思考与讨论	253
习题 14	255
第 15 章 导体和电介质中的静电场	257
15.1 导体的静电平衡	257
15.1.1 金属导体的静电平衡	257
15.1.2 导体表面的电荷和电场	258
15.1.3 导体空腔	259
15.1.4 导体静电平衡性质的应用	260
15.2 有电介质存在时的电场	262
15.2.1 电介质	262
15.2.2 极化电荷与自由电荷的关系	263
15.2.3 有电介质时的高斯定理	264
15.3 电容	266
15.3.1 孤立导体的电容	266
15.3.2 电容器	267
15.3.3 电容的计算	268
15.4 带电体系的静电能	269
15.4.1 电容器的静电能	269
15.4.2 静电场的能量	270
思考与讨论	271
习题 15	272
第 16 章 稳恒磁场	275
16.1 恒定电流、电流密度和电动势	275
16.1.1 恒定电流和电流密度	275
16.1.2 电源和电动势	280
16.2 磁感应强度和毕奥-萨伐尔定律	281
16.2.1 奥斯特实验	281
16.2.2 磁感应强度	283

16.2.3	毕奥-萨伐尔定律	284
16.2.4	毕奥-萨伐尔定律应用举例	285
16.2.5	运动电荷的磁场	290
16.3	稳恒磁场的高斯定理和安培环路定理	291
16.3.1	磁通量	291
16.3.2	磁场的高斯定理	292
16.3.3	安培环路定理	293
16.4	安培环路定理的应用	295
	思考与讨论	299
	习题 16	301
第 17 章	磁相互作用和磁介质	304
17.1	洛伦兹力	304
17.2	安培定律	305
17.3	磁场对载流线圈的作用	307
17.3.1	在匀强磁场中的载流线圈	307
17.3.2	在非均匀磁场中的载流线圈	308
17.4	有磁介质存在时的磁场	309
17.4.1	磁介质	309
17.4.2	磁化强度矢量与磁化电流	312
17.5	磁介质中的高斯定理和安培环路定理	313
17.5.1	磁介质中的高斯定理	314
17.5.2	磁介质中的安培环路定理	314
	思考与讨论	317
	习题 17	317
第 18 章	变化的电磁场和电磁波	320
18.1	电磁感应定律	320
18.1.1	电磁感应现象	320
18.1.2	法拉第电磁感应定律	321
18.1.3	楞次定律	321
18.2	动生电动势和感生电动势	323
18.2.1	动生电动势	323
18.2.2	感生电动势	326
18.2.3	电磁感应的应用举例	328
18.3	自感和互感	330
18.3.1	自感	330
18.3.2	互感	331
18.4	磁场的能量	334
18.4.1	自感线圈中的磁能	334
18.4.2	互感线圈中的磁能	335
18.5	位移电流和麦克斯韦方程组	336

18.5.1 位移电流	336
18.5.2 麦克斯韦方程组	339
18.6 电磁振荡和电磁波	340
18.6.1 电磁振荡	340
18.6.2 电磁波	341
思考与讨论	344
习题 18	346
第 19 章 量子力学基础	350
19.1 德布罗意波和微观粒子的波粒二象性	350
19.1.1 德布罗意关系	350
19.1.2 波粒二象性的实验证明	352
19.1.3 德布罗意波的概率诠释	353
19.2 不确定关系	353
19.3 波函数及其统计解释	356
19.3.1 波函数	356
19.3.2 波函数的统计解释	357
19.4 薛定谔方程	358
19.5 一维无限深势阱	360
19.6 一维势垒和隧道效应	363
19.7 电子自旋和泡利不相容原理	364
思考与讨论	367
习题 19	367
常用基本物理常数	369
参考文献	370

第 1 章 几何光学基础

光与人类生活息息相关，人们所见到的任何物体都在不同程度地发射或反射着光。为此，本书首先从光的传播规律入手。

几何光学通过“光线”这一简单的模型，用几何作图的方法来研究光线的反射、折射以及沿直线传播的原理，是一种处理光的成像的唯象理论。几何光学也称为高斯光学或光线光学。几何光学研究的范围是光在障碍物尺度比光波长大多得多的情况下的传播规律。

本章将重点学习几何光学的基本定律和近轴光学成像的分析方法，讨论光在平面和球面上的反射、折射以及薄透镜成像等问题。

1.1 基本概念

为了讨论光的传播规律，我们有必要先了解若干基本概念。

1.1.1 点光源和光束

1. 点光源和光线

凡是能发光的物体都是光源。若光源本身的几何线度比它所传播的距离小得多，为了简单起见，则可以把它抽象成一个几何点，只考虑它的几何位置而不考虑大小和形状，这样的光源称为点光源。点光源只是一个发光点，光线只是表示光的传播方向的一条具有方向性的几何线，如图 1-1 所示。

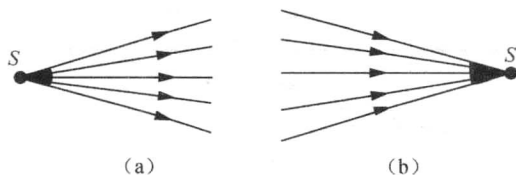


图 1-1 点光源、光线、同心光束

2. 光束和同心光束

同一光源发出的光线的集合称为**光束**，或者说光束是由许多光线构成的。如图 1-1 所示，从同一点发出的或会聚到同一点的光线，称为**同心光束**。由发光点 S 发出的同心光束称为**发散光束**，如图 1-1 (a) 所示；向中心 S' 会聚的同心光束称为**会聚光束**，如图 1-1 (b) 所示。

如果光源无限远，所发出的光束可以视为由许多平行光线构成，这样的光束称为

平行光束。例如，照到地上的太阳光就是平行光束。

3. 实发光点和虚发光点

实际的光源总是有一定大小的，点光源和光线都是为了使用上的方便而引入的理想化模型。若光线实际发自某点，则该点为**实发光点**，如图 1-1 (a) 所示。若某点并不发出光线，而是诸光线延长线的交点，则该点为**虚发光点**。如图 1-2 所示， S_1 是实发光点， S_2 是经水面 MN 反射的各光线反向延长线的交点，是虚发光点。

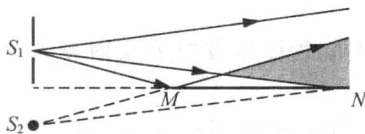


图 1-2 实发光点和虚发光点

1.1.2 物和像

物体可以自己发光，也可以反射光或透射光。一切能够反射光和透射光的物体统称为**光学系统**。从光源发出的光经过一定的光学系统后，由出射的实际光线或实际光线的反向延长线会聚成的图形称为**像**。如图 1-3 所示，从物点 S 发出的同心光束经光学系统出射后，所有的光线交于 S' 点，成为一个以 S' 为顶点的同心光束，我们把 S' 称为 S 的像点。若如图 1-3 (a) 所示，出射的同心光束是会聚的，则像 S' 称为**实像**；若如图 1-3 (b) 所示，出射的同心光束是发散的，则其反向延长线会聚成的像 S' 称为**虚像**。实像可由人眼或接收器所接收；虚像不可以被接收器所接收，但是却可以被人眼所观察。

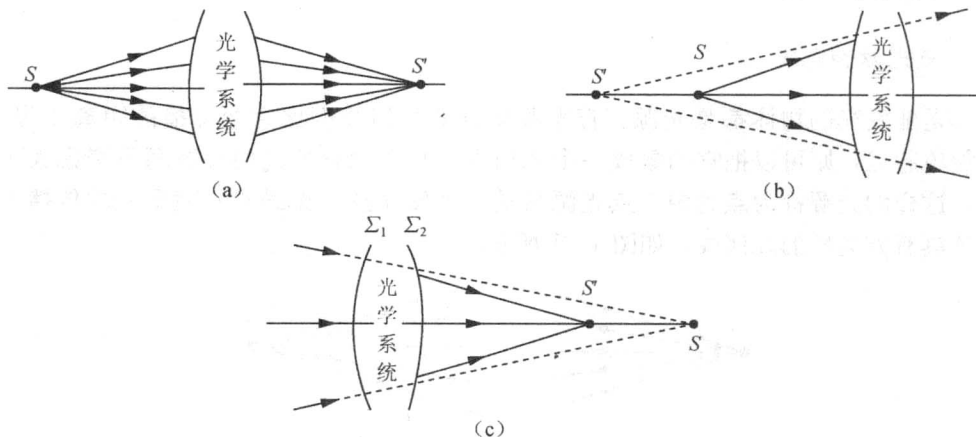


图 1-3 物与像

物和像都是由一系列的点构成的，物点和像点一一对应，于是就得到了对应的物像。从光线的性质看，物上的每一点都发出同心光束，而对应的像点都由同心光束会聚得到，所以成像的基本条件是要满足同心光束的不变性。当然，这仅仅是对点成像的要求。从整个物和像的对应关系看，还必须要满足物像间的相似性，即空间上各个点之间的相互位置要一一对应。我们将物空间与像空间点与点对应而成的像称为**完善像**。完善像与物相比只有大小的变化没有形状的改变。能严格地保持光束的同心性的光学系统，叫做**理想光学系统**。

以光学系统为界，物所在的空间称为物方空间，像所在的空间称为像方空间。一般地，实像和实物是对称的，如果将实物置于实像所在处，将会看到实像刚好位于原来实物所在处。如图 1-3 (a) 所示，我们把实物所在处 S 和实像所在处 S' 这两点称为共轭点。实物和实像的对称关系反映出光线具有可逆性。当光线沿着和原来相反的方向传播时，其路径不变，这称为**光路可逆性原理**。

不仅像点有虚实之分，物点也有虚实之别。如图 1-3 (c) 所示，光束透过单球面 Σ_1 后是会聚的，应该形成实像，但不待光束到达会聚点，又再次透过 Σ_2 面，这时会聚光束的顶点对于 Σ_2 面来说就是物，不过由于会聚光束的顶点 S 在像方区域，应将它看成虚物。

人眼在观察光束时，光束本身不会产生视觉效应，所能感受到的是光束的顶点，即光束顶点在视网膜形成的像。光束本身是不能被人眼感受到的。人眼在观察光束时，如果观察对象为实物，光的传播方向不变，物直接在视网膜上形成像，而被人眼感受；如果传播方向发生变化，人眼感觉仍然是沿刚刚进入眼睛的光线的方向。

1.1.3 光速、光程和介质的折射率

1. 光速

无数事实证明，无论什么光源发出的光，无论什么颜色的光，真空中的光速都是恒定的，通常以符号 c 来代表。国际科技数据委员会 (CODATA) 2006 年公布的真空中光速的准确值为

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

物理上，将这类恒定不变的物理量统称为**恒量或常量**。

然而，在水中或浓重的大雾中，光速总是小于真空中的光速 c 。我们将水、空气、玻璃等透明的物体称为**光的介质**。在真空中，光每秒传播 30 万千米，称为**真空中的光速**。

2. 介质的折射率

定义：在真空中，光速 c 与光在介质中传播速度的比值称为**介质的折射率**，即

$$n = \frac{c}{v} \quad (1-1)$$

折射率与构成介质的材料和光的波长有关，在同一种介质中，长波的折射率小，短波的折射率大。某一种介质的折射率通常由实验测定。表 1-1 列出常见的几种介质对钠黄光的折射率。

表 1-1 常见介质的折射率

媒质	空气	水	普通玻璃	冕牌玻璃	火石玻璃	重火石玻璃
折射率	1.00029	1.333	1.468	1.516	1.603	1.755

由表 1-1 可见，普通空气的折射率非常接近 1，因此我们周围的湿度不大的空气可以近似当作真空。

当两种介质进行比较时，折射率相对较大的介质称为**光密介质**，折射率较小的介质称为**光疏介质**。显然，光在折射率较大的光密介质中的传播速度较小，在折射率较小的