

第二版

数理化自学丛书

物理

第四册

吴孟明编

上海科学技术出版社

丁巳/95/07

数理化自学丛书

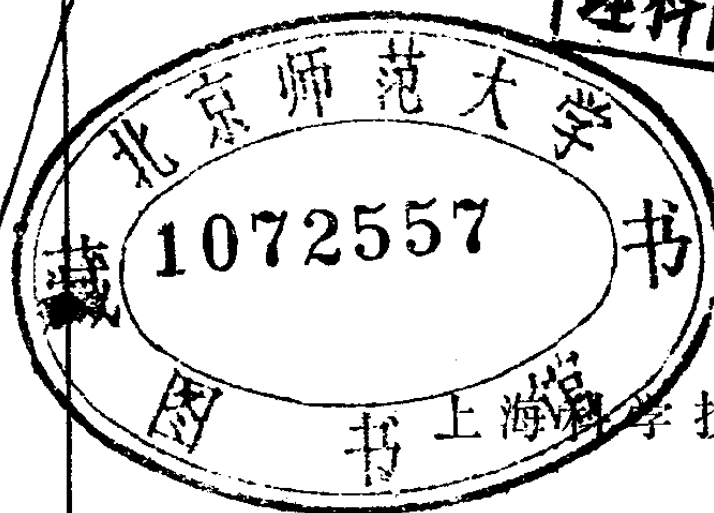
第二版

物 理

第四册

吴孟明 编

理科阅览室



上海科学技术出版社

数理化自学丛书

第二版

物 理

第四册

吴孟明 编

数理化自学丛书编委会审定

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

发行所上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张11.875 字数310,000

1965年4月第1版

1983年3月第2版 1983年3月第8次印刷

印数: 552,001-745,100

统一书号: 13119·636

定价: (科二) 0.82元

、 内 容 提 要

本书介绍了光学和原子物理学的基础知识和有关应用。全书共分十三章,光学先叙述光的直线传播、反射和折射、成象和光学仪器等,然后讨论光的波动性和量子性;原子物理学按原子的结构、激光、原子核、原子核能、放射性同位素、宇宙射线和基本粒子的次序分章叙述。内容由浅入深,对实验作了较详细的叙述,并配有例题、习题、复习题和自我检查题,每章还附有“本章提要”供复习巩固用,适合相当于初中三年级以上自学读者或中学生阅读。

第二版出版说明

《数理化自学丛书》第二版是在第一版的基础上编写而成的。考虑到我社已出版大学数、理、化自学丛书，中学数学中的微积分内容没有另编分册。第二版仍包括《代数》四册、《平面几何》两册、《平面三角》、《立体几何》、《平面解析几何》、《物理》四册和《化学》四册，共十七册。

由黄丹蘧、杨荣祥、余元希、杨逢挺、桂君协等同志主编的第一版，自1963年陆续出版后，受到广大读者的欢迎。特别是1977年重排、重印以来，受到社会各方面极为广泛的关注，在广大读者中有了相当的影响。许多在职职工、农村青年和在校学生，自学了这套书以后，数理化知识水平有了一定的提高。

第二版由杨荣祥、余元希、束世杰、季文德等同志主编，数理化自学丛书编委会审定。它保留了第一版在编写上“详尽在先、概括在后、通俗到底”和“便于自学、无师自通”的特色，仍是一套与现行中学课本并行的自学读物。第二版仍从读者的实际情况出发，按传统的教学体系编写。但这次参照新的试行教学大纲的要求，与第一版相比，数学各分册的编写内容作了适当的增删和调整，基础知识和运算技能的训练有了进一步加强；物理各分册在内容的取舍、习题的更新、插图的选配、实验的描述等方面均有较大的改进；化学各分册还增加了反映现代科学技术水平的基础理论知识，在理论和实践相结合的原则下，内容和体系均有新的特色。此外，各册的例题和习题选配得力求恰当、合理，知识

论述力求通俗、严密;并按章增加了测验题。在各册编者的话中,还有供读者自学时参考的指导性意见。

自学要有成就,必须刻苦勤奋、踏实认真、持之以恒、知难而进。刻苦自学、学有成就者不乏其人,愿广大读者努力学好。

《数理化自学丛书》出版以来,全国各地的读者给以热情的鼓励和有力的支持,特在此表示衷心感谢。

上海科学技术出版社

编 者 的 话

本书内容包括光学、原子物理学两部分。第一至第五章为几何光学,第六至第七章为物理光学,第八至第十三章讨论有关原子物理的基本知识,并将激光单独列为一章,介绍它的原理和应用。编写时参照了教育部颁发的中学物理教学大纲(征求意见稿);考虑到自学的特点,每一章内容范围都规定得比较小,由浅入深,尽量配备一些例题,有些问题用例题的形式来分析说明,某些要点或结论用方框标出,每章后面有复习提要,提纲挈领概述一章的要点,以便读者的学习和复习。

本书中光学和原子物理学的编写体系,是先从光的传播、成象及其应用,到对于光的本性(物理光学)的讨论,再从光的量子性(光电效应)、氢原子光谱,进入对于原子结构的认识等等,学习时既要搞清楚每一部分,也应理解各部分之间的内在联系,以加深对内容的理解。

物理是以实验为基础的科学,即使那些抽象的内容,如光的本性,原子结构与原子核、基本粒子等,也都有它的实验基础的,自学时应重视书中有关实验过程、现象特征、以及如何通过分析概括做出结论的,这不仅对我们学习物理知识,即对了解物理研究方法也是重要的。

对于物理概念和规律的学习,不仅要理解,还要会应用,做练习题也是物理知识的一种应用。每一章习题、单元复习题和总复习题,应当在复习理解的基础上,认真审题,搞清物理过程、所给条件和题目的要求,一步一步地分析和解决,不应急于套公式做答数。按照题意根据原理立出公式以后,要正确运算和选择单位,注意单位制,得出结果之

后,还要想一想结果是否合理,不要一开始就翻阅书后所附的答案.

这次修订还安排了自我检查题,便于读者自我检查所学的知识,并附有评分标准和答案.由于自学读者对象广泛,又限于编者的水平,存在的问题和缺点肯定不少,希望读者批评指正.

编 者

1982年6月

《数理化自学丛书》(第二版)编辑委员会

(以姓氏笔划为序)

主编:

数学 杨荣祥 余元希

物理 束世杰

化学 季文德

委员:

杨荣祥(上海师范学院)

束世杰(上海师范学院)

吴孟明(上海市七一中学)

余元希(华东师范大学)

汪思谦(上海教育学院)

张国模(上海教育学院)

张冠涛(上海市育才中学)

季文德(上海市教育局)

赵宪初(上海市南洋模范中学)

桂君协(上海师范学院)

凌康源(上海教育学院)

目 录

第二版出版说明

编者的话

1	光的直线传播	1
§ 1.1	光源	1
§ 1.2	光线	2
§ 1.3	小孔成象	4
§ 1.4	本影和半影	5
§ 1.5	光的传播速度的测定	8
	本章提要	15
	复习题一	15
2	光的反射和折射	17
§ 2.1	在两种媒质界面上的光现象	17
§ 2.2	光的反射和漫反射	19
§ 2.3	光的折射和全反射	26
§ 2.4	光的吸收和散射	40
	本章提要	42
	复习题二	44
3	面镜	45
§ 3.1	平面镜 平面镜成象	45
§ 3.2	凹镜 凹镜成象	47
§ 3.3	凸镜 凸镜成象	52
§ 3.4	球面镜成象的作图	54
§ 3.5	球面镜成象的公式	58
	本章提要	63
	复习题三	65

4	透镜	66
§ 4.1	平行透明板的折射	66
§ 4.2	棱镜的折射	67
§ 4.3	透镜	69
§ 4.4	透镜成象	77
§ 4.5	透镜成象的作图	80
§ 4.6	透镜成象的公式	88
§ 4.7	透镜成象的放大率	93
	本章提要	104
	复习题四	106
 5	 光学仪器	 107
§ 5.1	光学象差	107
§ 5.2	照相机	109
§ 5.3	幻灯机	112
§ 5.4	电影机	113
§ 5.5	眼睛 眼镜	115
§ 5.6	放大镜	123
§ 5.7	显微镜	125
§ 5.8	望远镜	129
	本章提要	135
	复习题五	137
	第一单元检查题	137
 6	 光的波动性	 141
§ 6.1	光的干涉	142
§ 6.2	光的衍射	147
§ 6.3	衍射光栅	148
§ 6.4	光的偏振	149
§ 6.5	光的电磁本性	154
§ 6.6	可见光	156

§ 6.7 可见光谱	159
§ 6.8 红外线 紫外线 伦琴射线	164
§ 6.9 电磁波谱	168
本章提要	169
复习题六	171
7 光的量子性	172
§ 7.1 光电效应	172
§ 7.2 光子说	176
§ 7.3 光导管和光电管	180
§ 7.4 光的量子性	183
§ 7.5 光的波粒二象性	185
§ 7.6 物质波	187
本章提要	190
复习题七	191
第二单元检查题	192
8 原子的结构	195
§ 8.1 亚原子粒子	197
§ 8.2 阴极射线和电子的发现	198
§ 8.3 汤姆孙的原子结构模型	206
§ 8.4 α 粒子的散射实验	209
§ 8.5 卢瑟福的原子结构模型	211
§ 8.6 原子的稳定性和原子光谱的不连续性	214
§ 8.7 氢原子光谱的规律性	215
§ 8.8 玻尔的氢原子模型	218
本章提要	229
复习题八	233
9 原子的受激辐射、激光	235
§ 9.1 原子的自发辐射与受激辐射	235

§ 9.2 激光的形成	237
§ 9.3 激光的特性	241
§ 9.4 激光的应用	244
本章提要	245
复习题九	247
10 原子核	248
§ 10.1 放射线的探测方法和探测器	248
§ 10.2 放射线的性质	256
§ 10.3 放射性原子核的衰变规律	261
§ 10.4 原子核的人工衰变	270
§ 10.5 中子	275
§ 10.6 原子核的组成	279
本章提要	285
复习题十	287
11 原子核能	289
§ 11.1 原子核的结合能	289
§ 11.2 裂变	298
§ 11.3 核反应堆	303
§ 11.4 聚变	310
§ 11.5 可控热核反应	315
本章提要	320
复习题十一	323
12 放射性同位素	324
§ 12.1 人工放射性同位素	324
§ 12.2 放射性同位素的应用	326
§ 12.3 使用放射性同位素时的安全防护	332
本章提要	333
复习题十二	334

13 基本粒子	335
§ 13.1 宇宙射线	335
§ 13.2 加速器	338
§ 13.3 基本粒子的分类和性质	345
§ 13.4 基本粒子并不是不可分的	351
本章提要	352
第三单元检查题	355
总复习题	357
习题答案	360
附录一 本书主要物理量和单位	364
附录二 本书常用的物理常数	365

1

光的直线传播

阳光照射在大地上,不仅供给我们能量,使我们赖以生存并得到温暖,它还为我们带来光明;依靠光线传来的信息,我们不仅能辨认周围的一切,通过仪器的帮助,我们还能观察广阔无垠的星际宇宙,和肉眼无法辨认的物质的细微结构;随着科学技术的发展,我们的视觉还在不断地延伸.光跟我们的关系是如此的密切,以致于很久以前,人们就怀着浓厚的兴趣去研究它了,直到二十世纪的今天,人类已经累积了很丰富的关于光的知识,并把它应用于生产和生活中了.

当然,人类在很早以前对光究竟是什么,并不了解,对它总是怀着一种很神秘的感觉,随着人类认识的发展,才逐渐有了一些感性的认识,例如,物体着火以后能发光,光投射在物体上,能投下阴影等等,逐渐知道除太阳和星光以外,其它物体也能发光,以及光的直线传播,并且由此逐渐形成了发光和光线等概念;我们也将大致循着人类对光的认识过程,来阐述关于光的基础知识.

§ 1.1 光 源

人类最早只知道太阳光、月光、星光和闪电发光等,自从能取火以后——这件事不仅对人类本身的生活和智力的发展有很大的影响,即对光的认识来说,也有重要的意义——就知道了用人为的方法也可以发光,人类对发光物

体的认识范围扩大了, 并且也开始取得对光的进一步认识的手段。我们现在都知道, 太阳、恒星它们能自己发光, 而月亮和许多其它星星, 虽然看上去很亮, 但它们都不是自己在发光, 习惯上我们把自己能够发光的物体叫**发光体**, 在物理学上, 我们称它为**光源**; 象太阳、其它恒星和萤火虫等都是天然光源, 而火炬、白炽电灯和日光灯等则是人造光源。

常见的光源中, 有的是固体发光, 如电灯的灯丝; 有的是气体发光, 如霓虹灯; 也有液体发光的, 如炼钢炉中熔融的钢水, 甚至可以发出白炽的光来, 火油或松节油经过紫外线照射以后, 在暗室中也会发出有颜色的光。

光源发光, 一种形式是热发光, 象白炽灯、弧光灯、蜡烛等, 它们都是温度高达 800°C 以上才发光的; 另一种形式是冷发光, 象日光灯、萤火虫等, 它们发光时温度并不高, 而是把其它形式的能直接转变为光能的结果。

如果光源是一个很小的发光点, 或者光源虽有一定大小的体积, 但是比起与它被照射面的距离来却是很小的, 这种光源我们称它为**点光源**; 从点光源发出的光, 是向四周发散的, 所以也称为**发散光源**; 如果光源附以适当的装置, 使它发出的光成为平行的光束(如手电筒、探照灯等), 这种光源我们称它为**平行光源**。

光源的种类和型式很多, 如原子灯以及激光光源和很多新型电光源(镝灯、铟灯、钠灯等), 适合于各种不同的用途, 人们能造出各种不同的光源, 是因为掌握了使物体发光的知识的结果。

§1.2 光 线

从光源发出的光, 是怎样传播的呢?

在茂密的树林里, 太阳光透过树叶, 人们常常能看到一

线线的阳光,径直地投射在地面上;有时光从门缝中投射进室内,在灰尘的闪烁下,呈现出一条细直的光带(图 1.1).因而人们习惯就称它为光线,含有光按直线传播的意思,这是长时间人们从经验观察中得出的结果.

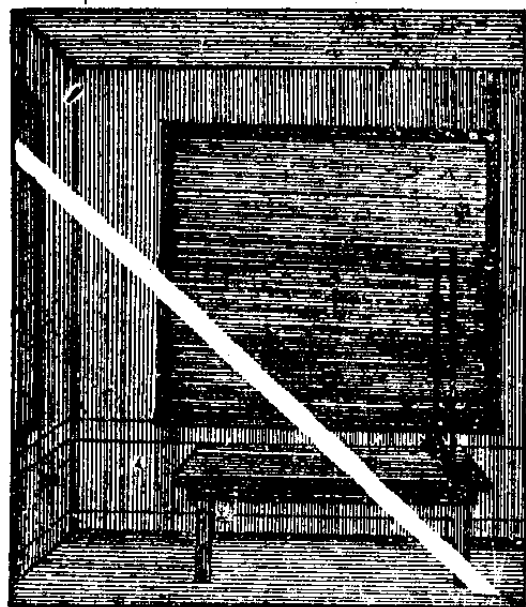


图 1.1 光线

当你透过纸板上的小孔去观察某一光源时,只有在光源、纸板上的小孔跟眼睛在一条直线上时,才能看见从光源发出的光(图 1.2).

当你手上拿着一粒弹子,要使它落下时,恰好能击中地上某

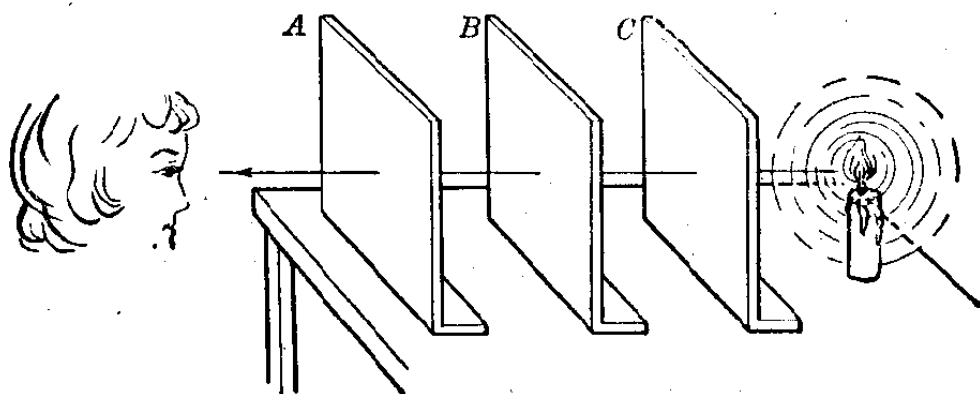


图 1.2

一个很小的目标,也只有当眼睛对着弹子,当弹子与地上的目标重合时,弹子竖直落下时才能击中地上的目标,这表明,来自地上目标的光线向上投射时,是直线进行的.

在同一媒质中,光是直线传播的

这些例子都说明了,光在同一种均匀媒质里(例如在空气中)是沿着直线传播的.

日常生活中有很多光现象,都可以用光的直线传播来解释,如象和影,它们都是光线直线传播的结果.