

经全国中小学教材审定委员会
2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（必修加选修）

物理

第三册

人民教育出版社物理室 编著



WU LI

人民教育出版社



ISBN 7-107-16501-1



9 787107 165016 >

ISBN7-107-16501-1/G·9590(课) 定价:6.75元

批准文号:黑价联字[2006]32号 举报电话:12358

全日制普通高级中学教科书（必修加选修）

物理

第三册

人民教育出版社物理室 编著

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书(必修加选修)

物 理

第三册

人民教育出版社物理室 编著

*

人民教育出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编:100081)

网址: <http://www.pep.com.cn>

黑龙江省出版总社重印

黑龙江省新华书店发行

黑龙江省教育厅印刷厂印装

*

开本: 889毫米×1194毫米 1/16 印张: 6.5 插页: 1 字数: 100 000

2003年6月第1版 2006年5月黑龙江第1次印刷

印数: 50 000 (2006秋)

ISBN 7-107-16501-1

G·9590(课) 定价: 6.75元

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与印厂联系调换。

厂址: 哈尔滨市南岗区和兴路147号 电话: 0451-86336978 邮编: 150080

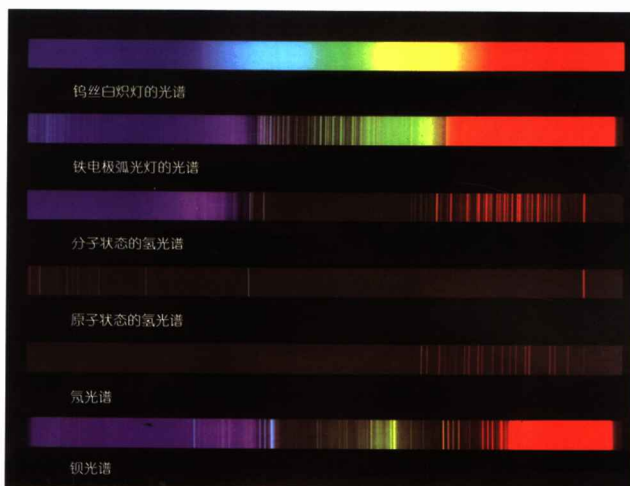


图1 几种元素的光谱

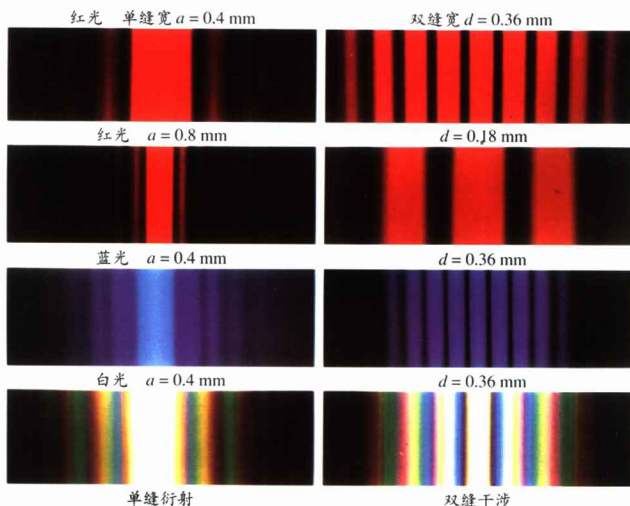


图2 光的衍射和干涉



图3 卫星遥感图 (柴达木盆地)



图4 患淋巴瘤的病人在接受放射治疗

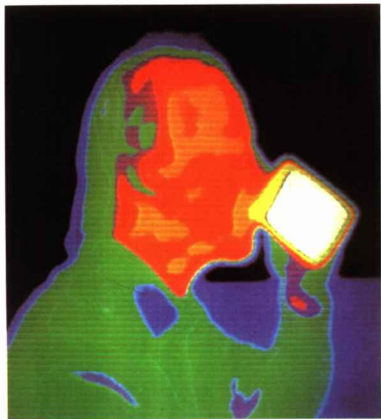


图5 用红外线显示体表温度

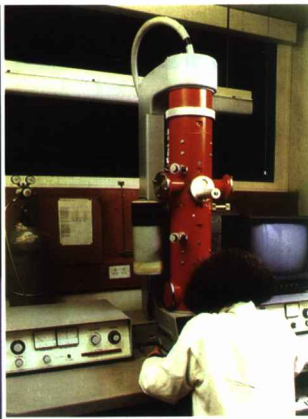


图6 电子显微镜

● ● ● ● ● 说 明

《全日制普通高级中学教科书（必修加选修）物理第三册》是根据教育部2002年颁布的《全日制普通高级中学课程计划》和《全日制普通高级中学物理教学大纲》，在《全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修加选修）物理第三册》的基础上修订而成的。

本书内容中有*号者，教师可根据实际情况选用。

学生实验集中列在课文之后，应配合教学进度适时进行。

必做的演示实验在课文中列出，教师可根据实际情况或者进行演示，或者组织学生随堂实验。

“做一做”介绍简单易行的实验，应尽力组织学生课外完成。

本书节后设练习，章后设习题。章后习题分为A组和B组，A组为必做题，B组为选做题，供学有余力的学生课外选做。

书中正文之外还设有“阅读材料”、“思考与讨论”、“做一做”、“旁批”等栏目，以开阔眼界，启发思考，有利于学生掌握知识和提高能力。

本书配有教学录像带、VCD，介绍教学中或实验室中不易观察的现象和实验过程，以利于教学。

本书由张炯恂、扈剑华主持编写，编者有张炯恂、扈剑华、彭前程、张大昌、张颖。本书的责任编辑是彭前程。图稿绘制何慧君，版式设计马迎莺。张炯恂、扈剑华最后审定了全部书稿。

本书在编写过程中得到专家、教师和教学研究人员的支持和帮助，特别得到江西省教学研究室、天津市教学研究室、山西省教育科学研究所的帮助，在此表示深切的感谢。

因时间仓促，水平有限，编者虽勉力为之，但难免有错误和不妥之处。欢迎广大读者提出意见和建议，以利于修改和完善。

本册教材已经由教育部全国中小学教材审定委员会审查通过。

目 录

光 学

第十九章	光的传播	(2)
一、光的直线传播	.....	(3)
阅读材料	光速的测定	(4)
二、光的折射	.....	(6)
阅读材料	绝对折射率和相对折射率	(9)
三、全反射	.....	(11)
阅读材料	大气中的光现象(一)——蒙气差	(15)
阅读材料	大气中的光现象(二)——海市蜃楼	(15)
四、光的色散	.....	(16)
阅读材料	全反射棱镜	(17)

第二十章	光的波动性	(22)
一、光的干涉	.....	(23)
二、光的衍射	.....	(27)
阅读材料	泊松亮斑	(29)
三、光的电磁说	.....	(29)
四、光的偏振	.....	(32)
阅读材料	立体电影和偏振	(35)
五、激光	.....	(35)

近代物理初步

第二十一章	量子论初步	(40)
一、光电效应	光子	(41)
阅读材料	热辐射和普朗克的量子说	(44)
二、光的波粒二象性	.....	(45)
阅读材料	康普顿效应	(48)
三、能级	.....	(48)

四、物质波	(51)
阅读材料 显微镜的分辨本领	(54)
*五、不确定关系	(55)
阅读材料 量子力学	(56)
第二十二章 原子核	(60)
一、原子的核式结构 原子核	(61)
二、天然放射现象 衰变	(64)
阅读材料 如何确定古木的年代	(67)
*三、探测射线的方法	(67)
四、放射性的应用与防护	(69)
五、核反应 核能	(72)
六、裂变	(73)
阅读材料 增殖反应堆	(76)
七、轻核的聚变	(77)
阅读材料 粒子物理简介	(78)
第二十三章 相对论简介	(82)
一、狭义相对论的基本假设	(83)
二、时间和空间的相对性	(86)
三、狭义相对论的其他结论	(90)
四、惯性力 惯性质量和引力质量	(92)
学 生 实 验	(95)
一、测定玻璃的折射率	(95)
二、用双缝干涉测光的波长	(96)
附 录	(98)
部分中英文词汇对照表	(98)

光 学

光对人类非常重要，我们能够看到外部世界丰富多彩的景象，就是因为眼睛接收到了光。光与人类生活和社会实践有密切联系，据统计，人类由感觉器官接收到的信息中，有90%以上是通过眼睛得来的。

人类很早就开始了对光的观察研究，逐渐积累了丰富的知识。远在2400多年前，我国的墨翟（公元前468—前376）及其弟子们所著的《墨经》一书中，就记载了光的直线传播、影的形成、光的反射、平面镜和球面镜成像等现象，可以说是世界上最早的光学著作。

现在，光学已成为物理学的一个重要分支，并在实际中有广泛应用。光学既是物理学中一门古老的基础科学，又是现代科学领域中最活跃的前沿科学之一，具有强大的生命力和不可估量的发展前景。

按研究目的不同，光学知识可以粗略地分为两大类。一类利用光线的概念研究光的传播规律，但不研究光的本质属性，这类光学称为几何光学；另一类主要研究光的本性（包括光的波动性和粒子性）以及光和物质的相互作用规律，通常称为物理光学。我们先学习几何光学的知识，然后学习物理光学的知识。

.....

第十九章 光的传播



.....

光的直线传播

光源 宇宙间的物体，有的是发光的，有的不发光的。我们把自行发光的物体叫做光源。太阳、电灯、点燃的蜡烛等，都是光源。光具有能量，它可以使物体变热，使照相底片感光，使光电电池供电，这时光能分别转化成内能、化学能、电能。光源发光要消耗其他形式的能量，把其他形式的能量转化成光能。电灯发光消耗电能，蜡烛发光消耗化学能，太阳发光消耗太阳内部的核能。

光射入人的眼睛里，可以使人眼产生视觉反应。我们能够看到光源，是因为它发出的光射入了眼睛。我们能够看到不发光的物体，是因为光源发出的光照射到它们，它们向四面八方漫反射的光射入了眼睛。

光的直线传播 光线 光能够在其中传播的物质叫做光介质，简称介质。在初中已经学过，在同一均匀介质中，光是沿直线传播的。在暗室的窗上开一个小孔，让一束阳光从小孔射入，可以看到这束阳光的传播路径是笔直的（图 19-1）。这是光沿直线传播的直接证据。自然界许多光现象，如影、日食、月食、小孔成像等，都是光沿直线传播产生的。

在研究光的传播方向时，常常用到光线的概念。沿光的传播方向作一条线，并标上箭头，表示光的传播方向，这样的线叫做光线。

人眼在观察物体时，是根据射入眼睛那部分光线的方向和光沿直线传播的经验，来判断物体位置的。图 19-2 表示人眼位于某一发散光束的范围内，其中一部分光线射入眼睛。根据光沿直线传播的经验，观察者认为，光是从射入眼睛的光线的反方向延长线的交点发出的。

有的光源，例如激光器，它发出的光束可以射得很远，宽度却没有多大变化。在每束激光中都可以作出许多条光线，这些光线互相平行，所以叫做平行光。做简单实验时，太阳光也可以看做平行光。

光速 光从光源发出，以有限的速度向外传播。光传播得很快，在日常接触到的距离内，光从光源到达我们的眼睛所用的时间很短，凭感觉根本无法察觉出来，所以在历史上很长一段时间里，人们一直认为光的传播是不需要时间的。直到 17 世纪才发现光是以有限速度传播的，现在已经知道，光在真空中的传播速度约为 30 万千米每秒，即光速

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

在研究某个光学问题时，如果光源很小，而它到我们的距离很远，这时可以把这个光源看做一个能发光的点，这样的光源称为点光源。



图 19-1 光沿直线传播

在这束阳光经过的地方有许多尘埃微粒，它们把光向各个方向反射出来，其中一部分进入我们的眼睛，我们看到的许多微粒的亮点，它们显示出这束阳光沿直线传播。



图 19-2 利用光的直线传播判断发光点 S 的位置

在图 19-1 所示的情况下，我们能看到穿过小孔的一束阳光，而宇航员看到的太空却是一片漆黑，为什么？

光线是个很有用的概念，有了它，就可以借助于几何学的方法研究光的传播。光线这个概念是一种科学的抽象，用来表示光的传播方向。光线并非实际存在的东西，实际中即便是很窄的一束光，也必然要有一定的粗细，不可能得到像几何线那样的光线。



光速的测定

1607 年伽利略最早做了测定光速的尝试。让两个实验者在夜间每人各带一盏遮蔽着的灯，站在相距约 1.6 km 的两个山顶上，第一个实验者先打开灯。同时记下开灯的时间；第二个实验者看到传来的灯光后，立刻打开自己的灯。第一个实验者看到第二个实验者的灯光后，再立刻记下时间，然后根据记下的时间间隔和两山顶间的距离计算出光的传播速度。这种测量光速的方法，原理虽然正确，但是却没能测出光速。这是因为光速很大，在相距约 1.6 km 的两山顶间来回一次，所用的时间大约只有十万分之一秒，这样短的时间，比实验者的反应时间短得多，即使有比较精密的计时仪器也不能测出光速来，更不用说当时的原始计时装置了。

要测定光速，必须利用很大的距离，或者用精巧的办法准确地测量出很短的时间间隔。伽利略以后的学者们正是沿着这两个方向探求测定光速的方法的。

1676 年丹麦天文学家罗默 (1644—1710) 用天文观测的方法，发现光是以有限速度传播的。利用罗默观测到的数据可以计算出光速的大小。这种方法就属于利用大距离的方法。

为了在地面上不太长的距离内测定光速，科学家们设计了各种巧妙的实验方法，以便准确地测出很短的时间间隔。1849 年法国物理学家斐索 (1819—1896) 首先在地面上测出了光速，以后又有许多科学家采用了更精确的方法测定光速。下面简略地介绍美国物理学家迈克耳逊 (1852—1931) 的

旋转棱镜法。

迈克耳逊选择了两个山峰，测出两山峰间的距离，在第一个山峰上安装一个强光源 S 和一个正八面棱镜 A (图 19-3)。光源 S 发出的光，经过狭缝射到八面镜 A 的面 1 上，反射后射到放置在另一个山峰上的凹镜 B 上，又反射到平面镜 M 上，经过 M 反射后，再由 B 反射回第一个山峰。如果八面镜静止不动，反射回来的光就射到八面镜的另一个面 3 上，经面 3 反射后，通过望远镜 C 进入观察者的眼中，看到光源 S 的像。

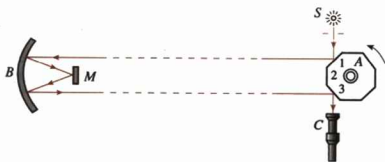


图 19-3 迈克耳逊测定光速实验的示意图

如果使八面镜转动，那么光反射回来时，八面镜的面 3 已经偏离了原来的取向，经面 3 反射后的光不再进入望远镜中，观察者就看不到光源 S 的像了。适当调节八面镜的转速，使反射回来的光到达八面镜时，八面镜恰好转过 $1/8$ 转，面 2 正好转到面 3 原来的位置，经面 2 反射后的光进入望远镜中，就可以重新看到 S 的像。根据八面镜转过 $1/8$ 转所用的时间和两山峰间的距离，就可以算出光在空气里的速度。迈克耳逊经过校正，得出光在真空中的传播速度 $c = (299\,796 \pm 4) \text{ km/s}$ 。

光速是物理学中的一个基本常数。科学家们一直努力更精确地测定光速。1970 年以后，开始利用激光测量光速。激光测速法大大提高了测量的精确度。根据 1975 年第 15 届国际计量大会决议，真空中光速的最可靠值定为

$$c = (299\,792\,458 \pm 1) \text{ m/s}$$

在简单的计算中，可取 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

练习一

(1) 复习初中学过的知识，举出几个应用光的直线传播解决实际问题的例子。

(2) 在图 19-4 中， S 是点光源， AB 是物体， E 是屏幕。试画出 AB 在屏幕上所成的影的范围。

(3) 现在需要知道学校里升国旗的旗杆的高度，你能否利用光的直线传播想出一种测量的办法来？

(4) 光年是天文学上用的长度单位，1 光年为光在 1 年的时间里走过的距离。天狼星距地球约 8.7 光年，合多少千米？

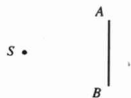


图 19-4

二 光的折射

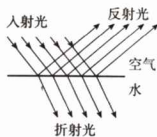


图 19-5 射到水面的阳光，一部分进入水中，还有一部分被反射，回到空气中。

阳光能够照亮水中的鱼和水草，同时我们也能通过水面看到烈日的倒影，这说明：光从空气射到水面时，一部分光射进水中，另一部分光返回到空气中。一般说来，光从一种介质射到它和另一种介质的分界面时，一部分光返回到这种介质中的现象叫做光的反射；而斜着射向界面的光进入第二种介质的现象，叫做光的折射。

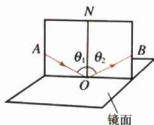


图 19-6 光的反射

实验表明，光的反射遵循以下规律（图 19-6）：

反射光线跟入射光线和法线在同一平面内，反射光线和入射光线分别位于法线的两侧，反射角等于入射角。

这就是我们在初中学过光的反射定律。

根据光的反射定律，如果使光线逆着原来的反射光线射到界面上，反射光线就逆着原来的入射光线射出。就是说，在反射现象中光路是可逆的。

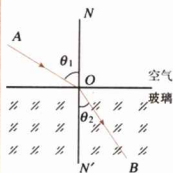


图 19-7

光的折射定律

如图 19-7 所示，让窄光束由空气斜射向玻璃表面，观察入射光的折射情况。在图 19-7 中，入射光线和法线间的夹角 θ_1 叫做入射角，折射光线和法线间的夹角 θ_2 叫做折射角。实验表明，折射角随着入射角而改变。但是入射角跟折射角之间究竟有什么定量的关系呢？

人类从积累入射角与折射角的数据到找出两者之间的定量关系，经历了一千多年的时间。直到 1621 年，荷兰数学家斯涅耳才终于找到了入射角与折射角之间的规律：入射角的正弦跟折射角的正弦成正比。结合初中学过的折射光线、入射光线和法线的位置关系，光的折射定律可表述如下：

折射光线跟入射光线和法线在同一平面内，折射光线和入射光线分别位于法线的两侧；入射角的正弦跟折射角的正弦成正比。如果用 n 来表示这个比例常数，就有

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n \quad (1)$$

如果让光线逆着原来的折射光线射到界面上，光就会逆着原来的入射光线发生折射。如在图 19-7 中，让入射光线在玻璃中沿着

BO入射到界面上，光就沿着 OA 在空气中发生折射。这就是说，在折射现象中光路也是可逆的。

公元 140 年，希腊天文学家托勒密曾经认为，入射角 θ_1 与折射角 θ_2 之间存在着简单的正比关系，并且用实验方法求出了光从空气射入水中时 $\theta_2 = 0.7\theta_1$ ，从空气射入玻璃时 $\theta_2 = 0.67\theta_1$ ，从水射入玻璃时 $\theta_2 = 0.88\theta_1$ 。但是，由此计算出来的折射角，只对比较小的人射角才大致与实验结果相符，当入射角增大时，就不符合了。下表列出的是光由空气射入玻璃时入射角与折射角的一组数值。从这些数据可以看出，入射角和折射角之间并不存在简单的正比关系。

入射角 θ_1	折射角 θ_2	θ_1/θ_2	$\sin \theta_1/\sin \theta_2$
10°	6.7°	1.50	1.49
20°	13.3°	1.50	1.49
30°	19.6°	1.53	1.49
40°	25.2°	1.59	1.51
50°	30.7°	1.63	1.50
60°	35.1°	1.71	1.51
70°	38.6°	1.81	1.50
80°	40.6°	1.97	1.51

为了研究折射角与入射角的定量关系，科学家作了多方面的尝试，直到 1621 年，斯涅耳才终于找到了这个关系。

折射率 光从一种介质射入另一种介质时，虽然入射角的正弦跟折射角的正弦之比为一常数 n ，但是对不同的介质来说，这个常数 n 是不同的。例如，光从空气射入水中时，这个常数约为 1.33；光从空气射入玻璃时，这个常数约为 1.50。可见这个常数 n 跟介质有关系，是一个反映介质的光学性质的物理量。常数 n 越大，光线偏折得越厉害。物理学中把光从真空射入某种介质发生折射时，入射角 θ_1 的正弦与折射角 θ_2 的正弦之比 n ，叫做这种介质的折射率。

研究表明，光在不同介质中的速度不同。这也正是光发生折射的原因。某种介质的折射率，等于光在真空中的传播速度 c 跟光在这种介质中的传播速度 v 之比。即

$$n = \frac{c}{v} \quad (2)$$

由于光在真空中的传播速度 c 大于光在任何其他介质中的传播速度 v ，所以任何介质的折射率 n 都大于 1。光从真空射入任何介质

时, $\sin \theta_1$ 都大于 $\sin \theta_2$, 即入射角大于折射角.

光在真空中的速度跟在空气中的速度相差很小, 通常情况下可以认为光从空气射入某种介质时入射角的正弦与折射角的正弦之比就是那种介质的折射率. 下表列出了几种介质的折射率:

几种介质的折射率			
金刚石	2.42	岩盐	1.55
二硫化碳	1.63	酒精	1.36
玻璃	1.5~1.9	水	1.33
水晶	1.55	空气	1.000 28

【例题】 如图 19-8 所示, 一储油桶, 底面直径与高均为 d . 当桶内无油时, 从某点 A 恰能看到桶底边缘上的某点 B . 当桶内油的深度等于桶高一半时, 由点 A 沿 AB 方向看去, 看到桶底上的点 C , 两点 C 、 B 相距 $d/4$. 求油的折射率和光在油中传播的速度.

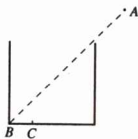


图 19-8

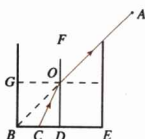


图 19-9

分析 如图 19-9 所示, 过直线 AB 与油面的交点 O 做油面的垂线, 交桶底于 D 点. 此题是说光线 CO 遇油面后沿 OA 方向折射入空气中, 而折射现象中光路是可逆的, 如果光线沿 AO 方向由空气射到油面上, 光将沿 OC 折射入油中. 以 $\angle AOF$ 作为入射角 θ_1 , 以 $\angle COD$ 作为折射角 θ_2 , 由折射定律 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$ 就可以求出油的折射率 n .

解 如图 19-9 所示, 因底面直径与桶高相等, 由此可知 $\angle AOF = \angle ABG = 45^\circ$; 由 $OD = 2CD$ 可知 $\angle COD$ 的正弦

$$\sin \angle COD = \frac{CD}{\sqrt{CD^2 + OD^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

油的折射率

$$n = \frac{\sin \angle AOF}{\sin \angle COD} = \frac{1/\sqrt{2}}{1/\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{10}}{2}$$

光在油中的传播速度