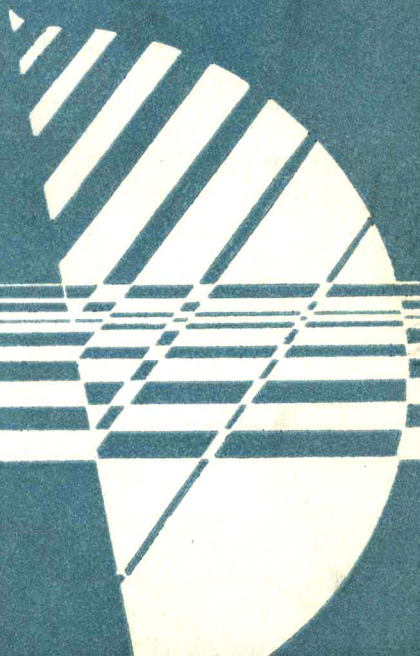
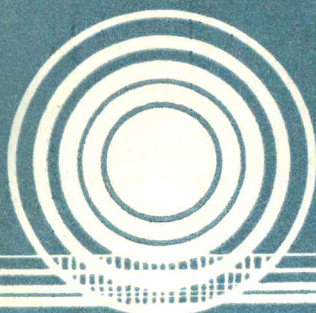


中学生学物理

光学和热学入门

胡祖德 编著
张玉文



大连出版社

光学和热学入门

胡祖德 张五文 编著

大连出版社

《青少年自学文库》编委会

主 编：崔孟明

副主编：宋志唐 石绍珩 李勃梁

编 委：庄世群 周去难 胡祖德 曹居东

赵学智 赵仲国 李维福

光 学 和 热 学 入 门

胡祖德 张玉文 编著

大连出版社出版 辽宁省新华书店发行
(大连市西岗区大公街市场南口) 抚顺市教育印刷厂印刷

字数：120千 开本：787×1092 1/32 印张：5,625

印数：1—9,500

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

责任编辑：张洋 刘民

封面设计：李克峻 责任校对：马尧

ISBN7-80555-407-2/G·127

定价：1.85元

编者的话

编写本书的目的在于帮助初学物理的读者，掌握基本概念和基本规律，学会物理学的学习方法，并培养读者运用所学知识解决实际问题的能力。

内容原则上限于初中阶段的物理知识，部分内容稍有扩展。书中对光的初步知识、热膨胀和热传递、热量、物态变化、分子运动论和热能、热机一些问题做了详尽的讨论。

此外，书中渗透着编者多年的教学经验和体会。它是学习物理，提高学习效果的、非常有效的辅助读物。

目 录

第一章 光的初步知识	1
一、光的直线传播.....	1
二、光的反射.....	8
三、平面镜成像.....	16
四、球面镜.....	31
五、光的折射.....	34
六、透镜.....	43
七、光的色散.....	66
第二章 热膨胀 热传递	71
一、物体的热膨胀.....	71
二、热膨胀在技术上的意义.....	74
三、温度计.....	78
四、热传递.....	84
第三章 热量	93
一、热量.....	93
二、燃料的燃烧值.....	96
三、比热.....	100
四、热量计算.....	106
五、比热的测定.....	116
六、实验：测定物质的比热.....	120

第四章 物态变化	124
一、熔解和凝固.....	124
二、汽化和液化.....	138
三、升华和凝华.....	144
第五章 分子热运动 热能	148
一、分子运动论的初步知识.....	148
二、热能和改变热能的方法.....	152
三、热功当量 能的转化和守恒定律.....	155
第六章 热机	162

第一章 光的初步知识

一、光的直线传播

由于光在同一种透明物质中传播的路线是直的，所以在光学里使用了光线这一重要概念。光线是实际光束的理想化模型。在历史上很长的一段时期，光学是以光是直线传播的观念为基础而发展起来的，这部分光学一般称之为几何光学。光线如同几何学中的直线，而且它还具有相交而互不干扰的特性。

人类对光学现象的研究，以我国古代学者为最早，而且成绩卓著。远在公元前四百多年，墨家创始人墨翟就在《墨经》上指出了小孔成像现象，说：“景倒，有午在端”，午是指一纵一横相交之点，就是针孔，端就是经过小孔所成的光束。这句话的意思是：由物体射来的光线通过针孔而成倒像。

墨翟（图1-1）是我国春秋战国时期著名的思想家、政治家，也是一位卓有成就的科学家。他创立了墨家学派，记叙他思想和活动的《墨经》一书，论述了运动、力、杠杆平衡、浮力以及声学、光学等知识，讨论了小孔成像、光的直线传播、凹面镜和凸面镜成像等现象。他是世界上最早研究光的直线传播的人。



墨翟
图1-1

1. 光在同一种物质里的传播路线是直的。
2. 光在真空中的传播速度 $c = 3 \times 10^8$ 千米/秒。
3. 光在真空中传播速度最大；在空气中的速度跟在真空中的差不多；在水中的速度约为 $\frac{3}{4}c$ ；在玻璃中的则更小。

例1 光在同一物质中是沿_____传播的。光在真空中传播的速度是_____，光在各种物质中传播的速度都_____光在真空中的传播速度。

答：此题应填直线， 3×10^8 千米/秒，小于。

方法指导：光在同一种物质里的传播路线是直的。光在真空中传播速度 $c = 3 \times 10^8$ 千米/秒 $= 3 \times 10^8$ 米/秒。光在真空中传播的速度是最大的。

例2 先看见闪电，后听到雷声，是因为_____。

答：此题应填在空气中传播时，光速远大于声速。

方法指导：光速比声音的速度快得多，光在空气中的速度也是 3×10^8 千米/秒，声音在空气中的速度是 340 米/秒。虽然闪电和雷声是同时发生的，但是我们却是先看见闪电后听到雷声。

例3 “光年”是_____单位，一年取 365 天，那么一光年等于_____千米。

答：此题应填长度， 9.46×10^{12} 千米。

方法指导：天文学上常用光年（就是光在一年内通过的距离）来做长度的单位。

$$\begin{aligned} 1 \text{光年} &= 3 \times 10^8 \text{千米/秒} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{秒} \\ &= 9.46 \times 10^{12} \text{千米。} \end{aligned}$$

例4 距地球最近的是比邻星，它距地球 4.3 光年，火箭

的速度为11.2千米/秒,从地球射到比邻星需要多长的时间?

解: 比邻星与地球间的距离

$$\begin{aligned} s &= 4.3 \text{光年} \\ &= 4.3 \times 9.46 \times 10^{12} \text{千米。} \end{aligned}$$

火箭从地球射到比邻星经过的时间

$$\begin{aligned} t &= \frac{s}{v} \\ &= \frac{4.3 \times 9.46 \times 10^{12} \text{千米}}{11.2 \text{千米/秒}} \\ &= 3.6 \times 10^{11} \text{秒} \\ &= 1 \times 10^9 \text{小时。} \end{aligned}$$

方法指导: 火箭是做匀速直线运动, 由速度公式 $v = \frac{s}{t}$

变换成 $t = \frac{s}{v}$ 再加以运用。要注意1光年 = 9.46×10^{12} 千米, 1小时 = 3600秒。

例5 光从太阳传播到地球约需8分20秒, 那么太阳与地球间的距离约为_____。

答: 此题应填 1.5×10^8 千米。

方法指导: 因为太阳光在真空和空气里是以 3×10^8 千米/秒的速度匀速直线传播的, 所以可应用匀速直线运动的路程公式 $s = vt$ 来计算太阳与地球间的距离。

练习

1. 能发光的物体叫_____, 光在同一种物质里传播的路线是_____。光在真空中传播的速度是_____米/秒。光在水里的传播速度是空气里的 $\frac{3}{4}$, 那么在水里每秒钟光

传播的距离是_____。

〔光源，直的， 3×10^8 ， 2.25×10^8 米〕

2. 听到雷声和看到闪电相差的时间越长，说明发生雷闪的位置离我们越_____。

〔远〕

3. 光在某种透明物质中的传播速度：（ ）。

A. 大于 3×10^8 千米/秒；

B. 等于 3×10^8 千米/秒；

C. 小于 3×10^8 千米/秒。

〔C〕

4. 从地面上向月球发射激光信号，经过2.7秒收到从月球返回的信号，则地球和月球之间的距离是：（ ）。

A. 8.1×10^8 米；

B. 8.1×10^8 米；

C. 4.05×10^8 米；

D. 4.05×10^8 千米。

〔D〕

小资料：光速的测量

人类测量光速，前后经历了几百年的时间。第一个想用匀速直线运动的速度公式来测量光速的是意大利的科学家伽利略。他让两个人站在相距1.5公里的两个山头上，每人手提一盏前面有盖的信号灯。实验开始，第一个人先打开灯盖，第二个人看到灯光，也马上打开灯盖，把光的信号传回来。伽利略想：测出这段时间，就能算出光速。

但是，实验没有成功。因为光速太快了，光在1.5公里的距离上往返一次，只需要十万分之一秒。这样短暂的时间，一般钟表根本无法测出来，而且开灯盖和看表造成的误

差，会比光在两座山中间传播的时间大几万倍。

二百多年后，刚满30岁的法国科学家斐索，改进了实验装置，重新做了这个实验。他选择了两个相距7公里的山头，在一个山头上安装了一个旋转的齿轮，另一个山头上放了一面镜子。实验开始，先让光从齿轮的某两个齿之间通过，照到另一个山头的镜子上，经过镜子的反射，光线又从齿轮的另两个齿之间传播回来。根据齿轮旋转的速度，可以算出光在两个山头之间往返所用的时间。斐索的实验做成功了，测出光在空气中的传播速度为315 000公里。

后来，美籍德国人科学家迈克尔逊，特制了一个八角棱镜，让他旋转起来计时，并把一个1600米的管子抽去空气，让光在管子里往返十次，测出了光在真空里的速度。随着科学技术的进步，光速测定也越来越精确。目前公认，光在真空中的传播速度为每秒299792.458公里，可以近似取作每秒300 000公里，在空气中光的传播速度比在真空中每秒要慢67公里，由于这个差别很小，一般可以把它们看成近似相等。

例6 王平同学举了四个例子，其中有一个是不能说明光是直线传播的，这个例子是：（ ）。

- A. 小孔成像；
- B. 影子；
- C. 看不见不透明体后面的东西；
- D. 太阳落到地平线下还能看见。

答：此题应选D。

方法指导：小孔成像、影子、看不见不透明体后面的东西这三种现象，都能说明光在同一种物质里传播的路线是直

的。所以依照题意就可以把答案D选出来。

为什么太阳落到地平线下还能被人们看见？因为就整个大气层来看，离地越高，空气越稀薄，密度越小，它是不均匀的物质。太阳落到地平线下还能看见，是因为这时太阳光在不均匀的大气层中传播的路径是弯曲的（如图1-2所示），而不沿直线传播的缘故。所以，更准确的说法是光在同一种均匀物质中沿直线传播。

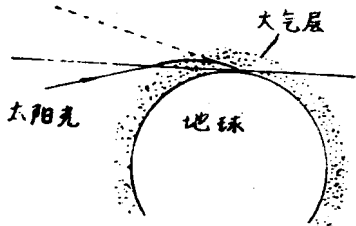


图1-2

例7 下列现象中能说明光沿直线传播的是：

()。

- A. 在太阳光照射下，人在地面上有人的影子；
- B. 插入水中的筷子，变得向上弯折；
- C. 在树林中的地面上，常看到明亮的小圆形光斑；
- D. 用眼睛只能看到前方的物体。

答：此题应选A、C、D。

方法指导：此题是多解选择题。备选答案中，“人的影子”和“人只能看到前方的物体”显然能说明光是沿直线传播的。“树林中的地面上出现了明亮的小圆形光斑”这个现象是小孔成像现象。太阳光通过茂密的树叶间的小孔射到地面上，形成太阳倒立的像。这个备选答案也能说明光是沿直线传播的。“插入水中的筷子，变得向上弯折”这是光的折射现象，它的道理在本书的后面还要谈到。

练习

1. 小孔成像的现象，说明_____。

[在同一种物质中，光的传播路线是直的。]

2. 太阳光垂直射到一个很小的方形孔上，地面上产生光斑的形状是：()。

- A. 方形； B. 圆形；
C. 长方形； D. 不定形。

[B]

3. 在下列事例中，哪种现象是可以用光在同一种物质里传播的路线是直的解释：()。

- A. 日食和月食； B. 小孔成像；
C. 筷子插入水中，水里的部分，看起来向上折了；
D. 在太阳光的照射下，人的影子早晚长，中午短。

[A、B、D]

小资料：张衡

张衡(图1-3)是我国东汉时期的科学家、文学家。他精通天文历法，创制了世界上最早的浑天仪和测定地震的地动仪。他第一次正确解释了月食的原因，说明月光是日光的反照，月食是由于月球进入地影而产生的。他在天文著作《灵宪》中，明确提出了宇宙无限性。张衡还是有名的文学家，在诗歌的发展史上有一定的地位。



张衡

图1-3

小实验：测量太阳的直径

用一张白纸放在扎有针孔的硬纸板的后面，让阳光通过针孔，把影子垂直投射到白纸上。这时在白纸上硬纸板的影子当中，出现一个明亮的小圆形光斑，这个光斑就是太阳光通过小孔而成的像。

如图1-4所示，三角形 OAB 与 Oab 是两个相似的三角形。 Od 是小孔到太阳像的距离， OD 是小孔与太阳的距离， ab 是太阳像的直径，那么太阳的直径

$$AB = \frac{OD \cdot ab}{Od}.$$

OD 可以看成是地球与太阳间的平均距离，天文学家测得的数据是14 960万公里。如果， ab 为16厘米， Od 为17.8米，可算出太阳的直径

$$\begin{aligned} AB &= \frac{149\,600\,000 \text{ 公里} \times 0.16 \text{ 米}}{17.8 \text{ 米}} \\ &= 1\,350\,000 \text{ 公里}。 \end{aligned}$$

太阳的直径实际上是139万公里。做完这个小实验，可以检查一下你测量的数据是否准确。

二、光的反射

我国古代人民在三千多年以前就会制造和使用铜镜，历代出土的各种各样的面镜是珍贵的文物，这些面镜的制成充分的说明我国古代人民对光的反射现象有充分的认识。《墨经》上关于光反射规律的记载比西方要早一百多年。

光射到物体表面上的时候，有一部分光会被物体表面反

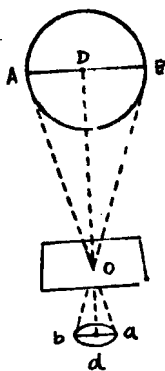


图1-4

回去，这种现象叫做光的反射。依据实验得到的光的反射定律是：反射光线跟入射光线和法线在同一平面上，反射光线和入射光线分居在法线的两侧，反射角等于入射角。平滑的表面，能使平行的入射光线沿着同一方向反射出去，即反射光线也是平行的，这种反射叫做镜面反射；如果表面粗糙不平，即使入射光线是平行的，反射后的光线也不平行，而是射向各个方向，这种反射叫做漫反射。

在画光路图时，一般先画出入射光线，标出入射点，然后过入射点作反射面的垂线，即法线；最后根据反射定律，确定反射光线。做光路图时要用箭头标明光路的方向。还要注意不要把入射光线、反射光线与反射面间的夹角误当成入射角和反射角。

例8 如图1-5所示，一条光线被镜面反射，则：（ ）。

- A. $\angle 1$ 是入射角， $\angle 4$ 是反射角；
- B. $\angle 2$ 是入射角， $\angle 3$ 是反射角；
- C. $\angle 4$ 是入射角， $\angle 1$ 是反射角；
- D. $\angle 3$ 是入射角， $\angle 2$ 是反射角。

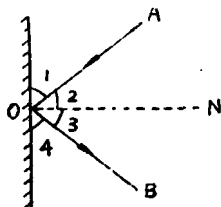


图1-5

答：此题应选B。

方法指导：我们把通过入射点O垂直于镜面的直线ON叫做法线。把入射光线AO跟法线ON的夹角 $\angle AON$ 叫做入射角，反射光线OB跟法线ON的夹角 $\angle BON$ 叫做反射角。因此，图中 $\angle 2$ 是入射角， $\angle 3$ 是反射角。答案中B是正确的。

例9 当太阳光与水平面成 30° 角射到水平放置的平面镜上，入射光线与反射光线的夹角是_____，当光的入射角

为_____时,反射光线与入射光线重合,入射角为_____时,入射光线与反射光线的夹角为 90° 。

答:此题应填 120° , 0° , 45° 。

方法指导: 根据光的反射定律可知,当入射光线与镜面成 30° 角时,入射光线与垂直于镜面的法线将成 60° 角,而入射角又等于反射角,因此入射光线与反射光线的夹角是 120° 。根据反射定律,可以很容易的判断出,反射光线与入射光线重合时光的入射角为 0° ;入射光线与反射光线的夹角为 90° 时,入射角为 45° 。

例10 有一平面镜,反射面向上水平放置,一束光线与镜面成 30° 角,由左方斜射到平面镜上,则入射角为_____,反射角为_____;将镜面沿顺时针方向转动 10° ,那么入射光线与反射光线的夹角是_____。

答:此题应填 60° , 60° , 140° 。

方法指导: 将镜面沿顺时针方向转动 10° ,如图1-6所示,则法线 ON 亦将转动 10° 至 ON' 的位置。这将使入射光线与反射光线间的夹角增大 $2 \times 10^\circ$ 角。故转动前入射光线与反射光线的夹角是 120° ,镜面转动后此夹角增大到 140° 。

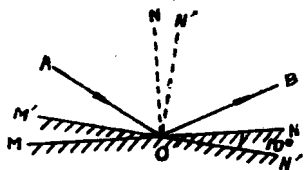


图1-6

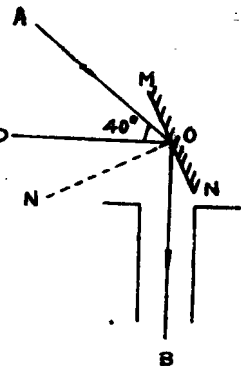
例11 太阳光与水平面成 40° 角射到地面,现用平面镜将太阳光垂直反射到一个深井里,则镜面与水平面的夹角应是()。

A. 40° ; B. 60° ;

C. 65° ; D. 85° .

答：此题应选C。

方法指导：如图1-7所示，依题意 $\angle AOB$ 应为 $90^\circ + 40^\circ = 130^\circ$ 。根据光的反射定律反射角等于入射角，即 $\angle AON = \angle BON = 65^\circ$ 。又因 $\angle AOM = 90^\circ - 65^\circ = 25^\circ$ ，所以镜面 MN 与水平面 OD 的夹角 $\angle DOM = 40^\circ + 25^\circ = 65^\circ$ 。



例12 太阳光沿着与水平面成 30° 角的方向射来，为了使反射光线水平进行，则平面镜的反射面跟水平线所成的角度是：（ ）。

A. 15° ; B. 30° ;

图1-7

C. 75° ; D. 105° .

答：此题应选A、D。

方法指导：因为题目上要求反射光线水平进行，光线既可向右反射，也可以向左反射，并且使之水平进行，所以此题有两个答案。

如图1-8 (1) 所示， $\angle AOB = 30^\circ$ ，根据光的反射定律 $\angle BON = \angle AON = 15^\circ$ ，所以 $\theta_1 = 90^\circ + 15^\circ = 105^\circ$ 。

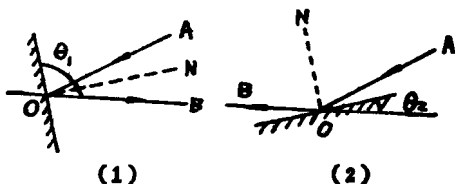


图1-8