

04-37212 C₄

物理

自习与辅导

ZIXIYUFUDAO

修订版

(第二册)

陈帼英 编

上海科学技术出版社

物理自习与辅导

修订版

(第二册)

陈帼英 编

上海科学技术出版社

物理自习与辅导

修 订 版

《第二册》

陈栖英 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 诸暨报社印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张5.5 字数117,000

1983年9月第1版

1988年2月第2版 1988年2月第2次印刷

印数:617001—688000

ISBN 7-5323-0582-1/G·70

定价: 1.35元

修订版前言

为了帮助正在进行文化学习的读者理解物理概念，掌握物理定律，并增强分析、解决物理问题的能力，我们编写了《物理自习与辅导》，共五册，已于1983年出齐。这套书出版以后，深受读者欢迎。为满足广大读者对物理自学参考书的需要，我们根据1987年国家教委颁发的全日制中学物理教学大纲进行了修订再版。

修订后，本书对于物理定律、定义、公式推导等在一般教科书中已有叙述的内容不再重复，只是对定律、定义、公式中的要点、容易弄错而特别需要注意的地方作了较为详细的论述，指出错在哪里，应如何正确理解，并配合典型的例题进行分析。每册共有近500道很有参考价值的典型的练习题、复习题、自我检查题。书末附有部分习题答案，供读者参考。

本册适合初中文化程度的读者选用。在修订过程中，谢步时同志提供了不少建设性的意见，谨致谢意。限于编者的水平，本书内容难免有不妥之处，诚恳地请读者提出宝贵的意见。

编 者

1987年7月

目 录

第一章 光的初步知识	(1)
第二章 热膨胀 热传递	(30)
第三章 热量	(40)
第四章 物态变化	(53)
第五章 分子热运动 热能	(64)
第六章 热机	(73)
第七章 简单的电现象	(78)
第八章 电流的定律	(96)
第九章 电功 电功率	(127)
第十章 电磁现象	(145)
部分习题参考答案	(165)

第一章 光的初步知识

本章着重阐述了光的直线传播、反射定律、折射现象、凸透镜成像的一些规律及其应用。初步了解物体颜色的成因，对光的色散和物体的颜色也作了简单的叙述。

一、光的直线传播

学习指导和例题

光在同一物质里传播的路线是直的。例如光在空气和其他透明的物质(如水或玻璃等)，是沿直线传播的。光在真空中也是直线传播的。能够传播光的物质叫做光的媒质。

我们可以在较暗的室内点燃一支蜡烛，在正对蜡烛处，放一带有针孔的纸板(烛焰正对纸板上的针孔)，在离纸板的一边放一白色纸片，当作光屏，我们就能看到蜡烛的倒像(如图1-1)。

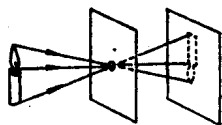


图 1-1

这是由于光在直线传播过程中，穿过小孔后在光屏上生成了倒立的像。

请你想一想：当小孔和光屏距离不变，把蜡烛靠近小孔时，光屏上得到的像变大还是变小？当蜡烛和小孔距离不变，把光屏靠近小孔时，屏上得到的像变大还是变小？

【例题1】在射击瞄准中，有一个要领叫“三点一直线”，

这是利用了什么原理?

解 因为在同一种均匀物质里光是沿直线传播的。当人眼通过标尺的缺口恰好看到枪口上的准星和靶心,那么说明靶心、准星、标尺缺口在一条直线上。又因为子弹在不考虑重力等的影响下,也是作为直线运动的,所以子弹就能击中目标。

但是光在不同物质(或不均匀媒质)里并不沿直线传播。

【例题2】打雷时总是先看到闪电,后听到雷声,这是因为

- ① 打雷时,先发出闪电,后发出雷声;
- ② 闪电和雷声同时发出,但光速要比声速大得多;
- ③ 闪电和雷声同时传到,但人耳反应慢;
- ④ 上述理由都不成立。

解 ②是正确的。因为光在空气中传播的速度和在真空中传播的速度差不多的,约为 3×10^8 米/秒。通常声音的传播速度约为340米/秒,所以总是先见闪光,后闻雷声。

光在水中传播速度大约是空气中的 $\frac{3}{4}$,在其他物质中,光的传播速度都比在真空中(或空气中)传播的速度要小。

请你算一下,光在水中传播的速度大约是多少?

练 习 一

1. 判断下列各题的说法是否正确。(请在题后的括号内,对的打“√”,错的打“×”。)

- (1) 光的传播速度是 3×10^8 米/秒; ()
- (2) 光总是沿直线传播的; ()
- (3) 光年是长度的单位。 ()

2. 在阳光下树林中的地面上,常看到明亮的小圆形光斑,这是什么缘故?

3. 在室外,一天当中什么时候物体影子最短?试绘图加以说明。
4. 说明日蚀的成因。
5. 月球和地球之间的距离约为 38 万千米,太阳光从月球反射到地球上需要多少时间?
6. 世界上关于光的直线传播的最早记载是____。记载了当时学者____和他的学生所做的世界上最早的小孔成像实验。

二、光的反射

学习指导和例题

光射到物体表面的时候,一部分光被反射回去,这种现象叫做光的反射。光的反射现象发生在物体的表面。

光反射时是有一定规律的,称光的反射定律,即:反射光线位于入射光线和法线所决定的平面内;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。应注意的是,不能说成入射角等于反射角,因为反射是入射后的结果。

【例题 1】如图 1-2, AO 为入射光线, O 为入射点,试作出入射角、反射角、反射光线。

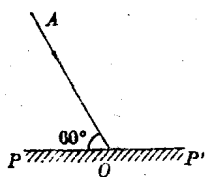


图 1-2

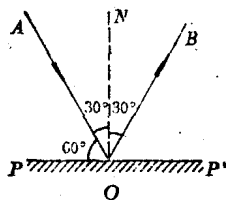


图 1-3

解 AO 为入射光线, O 为入射点, 过 O 点作垂直于界面的法线 ON 。入射线 AO 和法线 ON 间的夹角 $\angle AON$ 就是入射角, 所以入射角为 $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 。根据光的反射定律知

道反射角等于入射角,即等于 30° ,作 $\angle NOB = 30^\circ$,那么 OB 即为反射光线(如图 1-3)。

【例题 2】如图 1-4 入射光线 AO 和反射光线 OB 成直角。作出界面、法线并求入射角和反射角的大小。

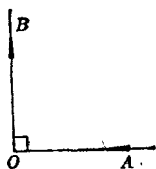


图 1-4

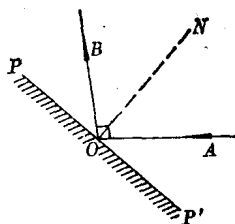


图 1-5

解 根据光的反射定律可知: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,所以法线实际上就是入射光线和反射光线的夹角 $\angle AOB$ 的角平分线。先作 $\angle AOB$ 的角平分线 ON ,即是法线。然后过 O 点作垂直于 ON 线的界面 PP' ,该平面 PP' 即为反射面(如图 1-5)。

$\therefore \angle AOB = 90^\circ$ (已知),

$\therefore$ 入射角 $\angle AON = 45^\circ$, 反射角 $\angle BON = 45^\circ$ 。

【说明】光射在任何形状的物体表面都会发生反射,都遵循反射定律,并且光在反射的过程中光路也具有可逆性。如果光从 BO 入射,那么根据反射定律,光线将按 OA 方向反射,这时两条光线的箭头都必须按图 1-6 画出。

当一束平行光照射到光滑的物体表面时,能使光线沿着一定的方向平行地反射出去,这样在其他方向上就没有反射光。这种单一方向的反射叫有规则反射,又称镜面反射(如图 1-7)。

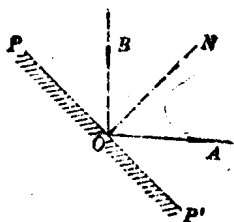


图 1-6

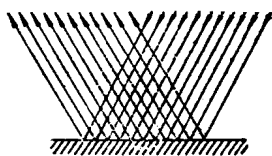


图 1-7

当平行光入射粗糙物体表面时，我们可以通过光的反射定律作出光路图(如图1-8)。可见经反射后的光线并不互相平行，而是射向各个方向，这叫漫反射。平时我们能看见一些本身不发光的物体，就是因为这些物体能反射光，而且又由于物体表面一般都是粗糙不平的，形状各种各样，这样在物体表面发生了漫反射，使我们能从各个不同的方向看清物体。

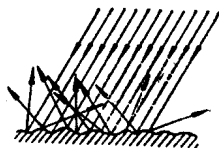


图 1-8

【例题3】教室里的黑板有时候为什么会产生“反光”？“反光”时为什么看不清黑板上面的字呢？

解 原来我们在教室里看黑板时，入射到我们眼睛里的光线有两部分：一是入射光线照在粉笔字上发生漫反射的光线；另一是黑板直接发生漫反射的光线。如果前者比后者强，就可以清楚地看到粉笔字；如果写字处的黑板较光滑，它能发生镜面反射，如果我们的眼睛刚好逆着这个方向看黑板，这时黑板镜面反射的光线的强度比粉笔漫反射光线的强度强。这样，我们就只能看到一片光亮而看不清粉笔字，这就是平时说的黑板“反光”。

请你想一想：怎样才能减少黑板的“反光”现象？

三、平面镜成像

学习指导和例题

平面镜对光线具有反射作用，人逆着反射光线就能在平面镜里看到像。镜里的像并不是实际光线会聚而成的，只是人们根据光的直线传播经验，认为这反射光是从镜里直线传过来的，所以镜里的像是一个虚像（如图 1-9）。我们还可以根据反射定律作平面镜成像光路图，又可应用平面几何知识来证明物体在平面镜里的虚像，跟物体的大小相等，像和物以镜面对称（如图 1-10）。

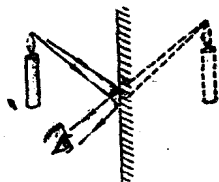


图 1-9

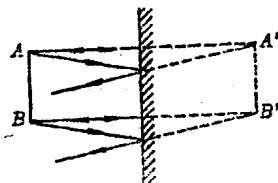


图 1-10

【例题 1】想在镜中能照出全身像，镜子至少要多长？

解 要弄清这个问题，可先画出平面镜成像的光路图（如图 1-11）。

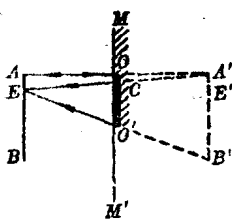


图 1-11

图 1-11 中 $A'B'$ 是 AB （代表人）在镜里的虚像， E 是人眼的位置。要在镜中能见到自己全身的像，必须使 A' 的反射光线 CE 能射入眼睛 E ，而在镜中的像 B' 的反射光线 $O'E$ 进入眼睛 E 中，平面镜 CO' 部分便是使人能在

镜中见到自己全身像的最小长度。根据几何知识， CO' 是身

长的一半, OC 是人头顶至眼睛距离的一半, 所以 OC 是很小的。因此我们近似地认为要在镜中见到自己全身的像, 镜子的长度至少是身长的一半略大些即可。

请你想一想: 镜的长度为身高的一半时, 是否镜子放在任何高度都能看到全身像? 为什么?

【例题 2】甲同学说: “平面镜只能成虚像”, 乙同学说: “平面镜也能成实像”, 你同意乙同学的说法吗? 为什么?

解 乙同学的说法是对的, 理由如下:

乙同学认为: 平面镜的虚像是由于光源(或物体) S 发出的光线 SO_1 、 SO_2 , 射入平面镜后, 根据光的反射定律, 它们的反射光线是不能在镜前会聚的(如图 1-12), 所以在平面镜前不能生成实像。当人逆着反射光线, 根据光直线传播的规律, 光线是从反射光线 AO_1 、 BO_2 的反向延长线交点 S' 射来的, S' 便是 S 在平面镜中的虚像。但是, 如果某一个物体能向平面镜发出一束会聚的光线, 那么这束会聚光线 AO_1 、 BO_2 经平面镜反射后, 反射光线就能在镜前会聚(如图 1-13), 这些光线会聚就能生成实像, 因此平面镜也能生成实像。乙同学还认为: 我们平时在平面镜前总得不到实像, 是因为发光点或物体反射出的光线总是向四面八方发散的, 所以经平面镜反射后, 反射光线在镜前不可能会聚, 因而不能生成实像。

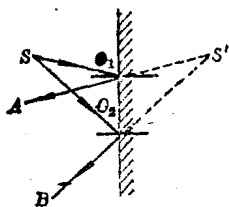


图 1-12

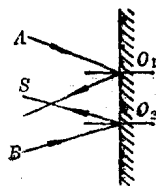


图 1-13

那么怎样的光源才能发射会聚的光线呢？这种发光体是很难有的，但我们可以通过其他光学元件，使发散的光线会聚后再射向平面镜，例如可先用凸透镜在凸透镜未成像前的光路前放一平面镜，这样就有可能获得我们所需的实像了。

平面镜不但能用来成像且能改变光路，所以我们就可运用平面镜来控制光路，使光线能照射到原来不能直接照射到的地方。

【例题3】入射光线与水平方向的夹角是 30° ，要使光路改变 90° ，应当把平面镜放在跟水平方向成多大角度的位置上？

解 根据题目中的条件，画一根水平线 JJ' ，后作入射光线 AO ，并使 $\angle JOA = 30^\circ$ （入射光线和水平方向成 30° 夹角）。要使光路改变 90° ，我们可作反射光线 OB ；使 $\angle AOB = 90^\circ$ ，再作 $\angle AOB$ 的角平分线 NO ， NO 便是法线，最后过 O 点作平面镜 PP' ，使 $PP' \perp NO$ ，如图 1-14 所示，然后利用平面几何知识即可求出平面镜和水平方向的交角。 $\angle POJ$ （或 $\angle P'OJ$ ）为 15° 。

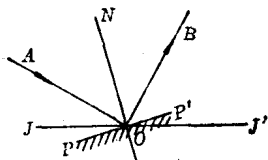


图 1-14

四、球 面 镜

学习指导和例题

球面镜的反射面是球面的一部分，它有凹面镜和凸面镜两种，又分别简称凹镜和凸镜。

以球的内表面作反射面的球面镜叫凹镜。它对光线具有会聚作用，平行光射入凹镜，反射后能会聚在焦点上（如图

1-15)。利用凹镜的这种会聚作用,可制成太阳灶。并且又可利用光路的可逆性,在凹镜的焦点处放一光源,经凹镜反射后能得到平行光,使光线照得更远。探照灯和医生检查耳道用的反光镜就是利用这个原理。

请你想一想:生物显微镜的载物台下有一个凹镜,它有什么作用?

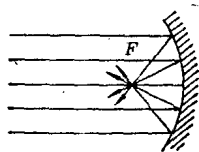


图 1-15

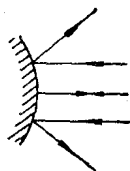


图 1-16

以球的外表面作反射面的球面镜叫凸镜。它对光线具有发散作用。如图 1-16。由于凸镜的发散作用,物体在凸镜中所成的是正立的、缩小的虚像。

【例题】汽车驾驶室外面的观后镜常用凸镜,为什么不用平面镜?试作图说明。

解 对于几何尺寸相同的平面镜和凸镜来说,当人离镜同样远时,凸镜观察到的范围要比平面镜大(如图 1-17)。汽车上用凸镜作观后镜,可以使司机从镜中观察到车后侧较大范围内的物体,保证行车安全。

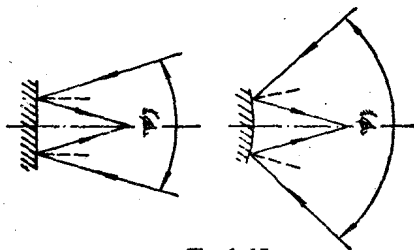


图 1-17

练习二

1. 在平面镜前放一台灯,让平面镜离开台灯向后移动 20 厘米,问台灯与像之间的距离改变了多少?

2. 平面镜可用来控制光路,如图 1-18、图 1-19、图 1-20 中的平面镜能使入射光线改变多少度角?

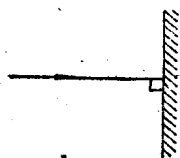


图 1-18

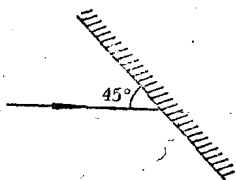


图 1-19

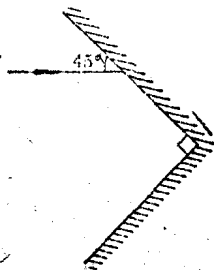


图 1-20

3. 作出图 1-21 中 AB 在平面镜 MM' 中的成像光路图。

4. 完成图 1-22、图 1-23 中平面镜光路图,并标明入射光线或反射光线和镜面的夹角。

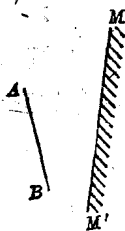


图 1-21

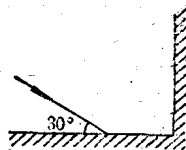


图 1-22

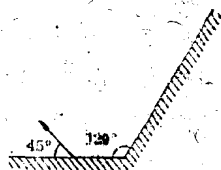


图 1-23

S.

S'

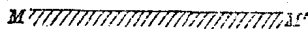


图 1-24

5. 图 1-24 中 MM' 是平面镜, S 是入射光线上的一点, S' 是反射光线上的一点, 画出入射光线、反射光线及入射点。

6. 太阳光射到地面上, 光线与地面成 40° 角, 要利用太阳光照射井底, 问镜面与地面应成多大的角度?

7. 有一竖直放置的棒, 要在平面镜里得到这根棒的水平放置的像, 问平面镜应怎样放?

8. 为什么汽车在夜间行驶的时候, 车内不能开灯?

五、光的折射

学习指导和例题

光线在同一种媒质中是沿直线传播的, 但当光线从一种媒质进入另一种媒质时就不再沿直线传播, 在两种媒质的分界面上, 一部分光线发生反射回到原来的媒质中。另一部分光线却进入另一种媒质, 且方向发生改变, 即发生了折射。

在图 1-25 中让一束光线从空气斜射入水中, 此时 AO 是入射光线, OB 是反射光线, OC 是折射光线, NN' 是法线。

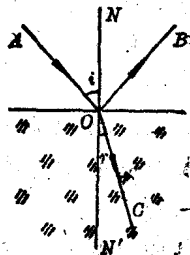


图 1-25

光在折射时遵循折射定律, 即折射光线在入射光线和法线所决定的平面内, 折射光线和入射光线分居在法线的两侧 (如图 1-25), 入射角 i 的正弦和折射角 r 的

正弦之比是一常数, 即 $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{常数}^*$ 。光的折射定律告诉我们, 折射光线的位置, 以及折射后光线改变的程度。

【例题 1】为什么光由空气斜射入某透明物质时, 折射角小于入射角?

* 打“*”的内容供选学, 下同。

解 物理学上把光从真空(或空气)射入某种媒质时入射角 i 和折射角 γ 正弦之比叫这种媒质的折射率,用 n 来表示,即 $\frac{\sin i}{\sin \gamma} = n$ 。实验证明某种媒质的折射率,等于真空中的光速 c ,跟光在这种媒质中速度 v 之比,即 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{c}{v}$ 。又因为媒质中的光速总小于真空中的光速 ($v < c$),所以任何媒质的折射率总是大于1,光线从真空或空气进入任何媒质时入射角总是大于折射角。

在折射现象中,光路也是可逆的。如果光从一种媒质进入空气,新的折射光线一定逆着原来的入射光线。根据光的折射定律 $\frac{\sin \gamma}{\sin i} = \frac{1}{n}$ 。 $\frac{1}{n} < 1$,说明此时的入射角小于折射角 γ 。

【例题2】 插入水中的筷子,浸在水中的部分,从水面斜着看起来向上偏折了,这是为什么?

解 这是由于光的折射的缘故。从筷子下端 B 点射出的光,由水中进入空气中时(如图 1-26)。在水面处发生折射,远离法线,折射光射入眼里,人的视觉就感到折射光是从它的反方向延长线 B' 点发出的, B' 就是 B 的像,筷子浸在水中的一段 AB 上其他各点情况也是这样,因此我们就觉得整个 AB 段向上偏折了。

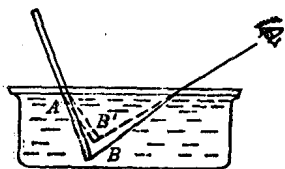


图 1-26

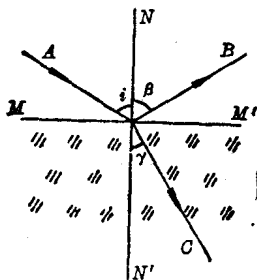


图 1-27