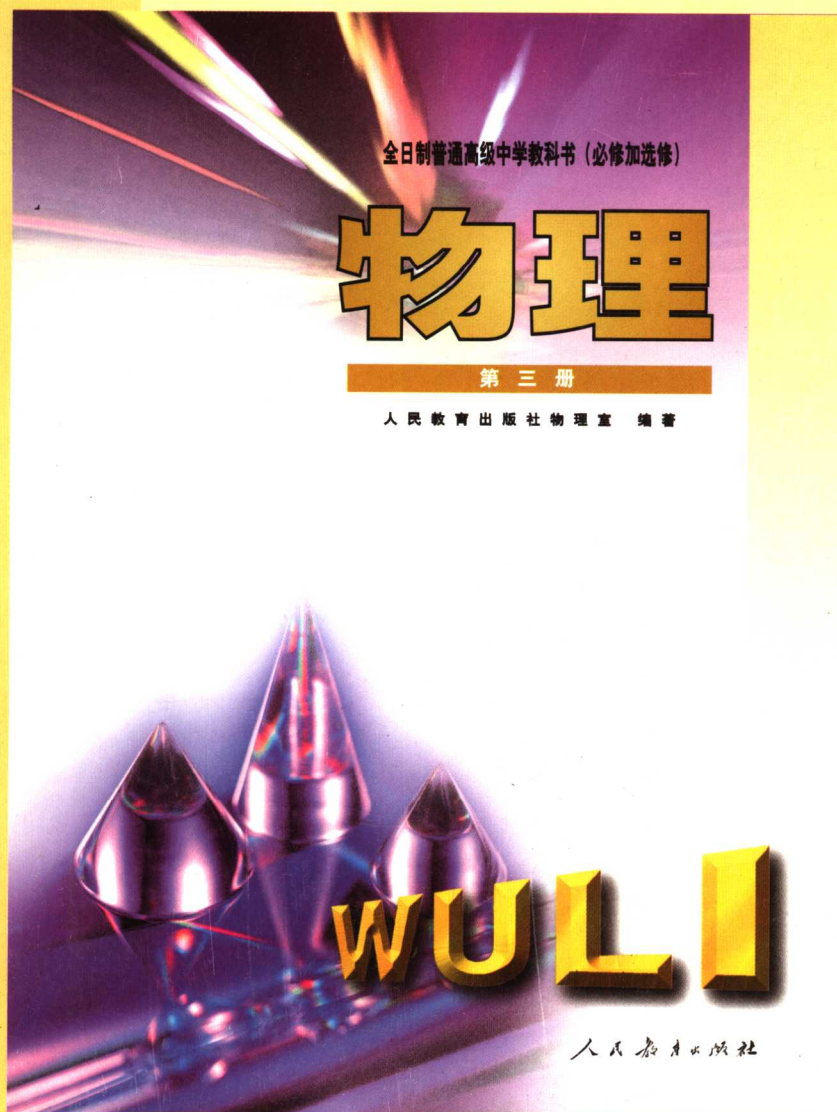


全日制普通高级中学（必修加选修）

物理第三册

教师教学用书

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（必修加选修）

物理第三册

教师教学用书

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(必修加选修)

物理第三册

教师教学用书

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

黑龙江省委党校印刷厂印装

*

开本:889 毫米×1 194 毫米 1/16 印张:3.25 字数:72 000

2003 年 6 月第 1 版 2006 年 7 月黑龙江第 4 次印刷

印数:4171(2006 秋)

ISBN 7-107-16503-8 定价:2.29 元
G·9592(课)

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与当地新华书店或印厂联系调换。

印厂地址:哈尔滨市南岗区清滨路 72 号

电话:0451-86358625

前 言

本书是根据教育部 2002 年颁布的《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（试验修订本·必修加选修）第三册教师教学用书》的基础上修订的，旨在帮助教师用好《全日制普通高级中学教科书（必修加选修）物理第三册》，为教学提供一些参考。内容包括教材的说明和教学参考意见。

各章分为教材分析和教学要求、练习和习题解答、实验指导三部分。教材分析和教学要求部分对全章教材进行了分析，并对每一节教材提出了具体的教学要求和教学建议。练习和习题解答部分给出了课本中全部练习和习题的解答。实验指导部分提出了进行演示实验、学生实验和小实验的注意事项和参考意见。

参加本书编写的有张大昌、扈剑华、彭前程，责任编辑是彭前程，责任绘图是何慧君，张同恂、张大昌审阅了全部书稿。

本次修订是由张颖进行的。

目 录

第十九章	光的传播	(1)
	一、教材分析和教学要求	(1)
	二、练习和习题解答	(4)
	三、实验指导	(12)
第二十章	光的波动性	(14)
	一、教材分析和教学要求	(14)
	二、练习和习题解答	(17)
第二十一章	量子论初步	(21)
	一、教材分析和教学要求	(21)
	二、练习和习题解答	(23)
	三、实验指导	(30)
第二十二章	原子核	(31)
	一、教材分析和教学要求	(31)
	二、练习和习题解答	(35)
*第二十三章	相对论简介	(39)
	一、教材分析和教学要求	(39)
	二、练习和习题解答	(41)

第十九章 光的传播

这一章教材是根据教学大纲必修加选修物理课所规定的下述教学内容和要求编写的：

内 容 和 要 求	演 示
光的折射定律 (B) 折射率 (B) 全反射 (B) 光导纤维 (A) 光的色散 (A)	光的反射定律 光的折射定律 全反射 光导纤维及其应用 光通过棱镜时的偏折和色散

一、教材分析和 教学要求

概述 本章和下一章讲述几何光学的基础知识。这一章主要讲光的反射、光的折射、全反射和光的色散。光的直进和光的反射是初中已经学习过的，可在复习初中内容的基础上，进一步提高。光的折射定律是在初中认识折射现象的基础上进行的定量研究，并且引入了折射率的概念。这部分内容涉及定量的问题多一些，教学中应注意结合有关的数学知识进行学习。全反射现象及其临界角则是全新的知识。光的色散在初中是选学的知识，本章的讨论与初中相应内容比较，增加了光的频率与折射率的定性关系。

本章内容是学习下一章内容的基础，从原则上讲知道了光在同一种均匀介质中和在两种介质分界面处传播的规律，就可以说知道了光在介质中的传播规律。因此，在学习光的传播规律时，一定要注意使学生搞清楚基本概念的含义，抓住主要内容。教材为了突出这一点，在旁批、花边等栏目中特意对一些概念作了进一步的说明，教学中还应补充，如何谓“看到物体”，何谓“虚像”等。

单元划分 本章可分为三个单元：

第一单元：第一节，讲光的直线传播。

第二单元：第二、三节，讲光的折射和全反射。

第三单元：第四节，讲棱镜和光的色散。

(一)

光的直线传播

教学要求：

1. 知道什么是光源，什么是点光源，知道光束射入人眼，才能引起人的视觉。
2. 知道在同一均匀介质中光是沿直线传播的，并能用来解释一些光现象。
3. 知道光线的概念并会画出光线。
4. 知道人眼根据什么判断物体的位置。
5. 知道光在真空中的传播速度。

说明：

1. 发光的物体是光源，但是在实际问题中，例如研究成像问题时，反射光的物体也可以作为光源处理。
2. 光现象是人的眼睛观察到的，解释光现象往往不能脱离人眼在什么情况下能看到物体，以及人眼根据什么来判断物体的位置。因此教材中特意指出：“光射入了人的眼睛，使人眼产生视觉反应。”又指出：“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。”人眼看见物体的详细过程以及判断物体位置的详情，比较复杂，虽不作详细考察，知道上述两个基本之点，对于解释像的位置和观察范围之类的问题都是必需的。
3. 本节的“思考与讨论”，目的在于扩展学生的思维，培养他们运用知识解决问题的能力，并不要求每位同学都能设计，也不要求完善。接触一下这类问题就会有收益。
4. 光线又是一个理想化模型，用来代表光的传播方向。为了使学生对光线的概念理解得更深入一些，教材特意用花框的形式对光线的概念作了进一步的说明，教学中可根据实际情况作不同的处理（如讨论、讲解）。

(二)

光的折射

教学要求：

1. 理解反射定律的确切含义，并能用来解释光现象和计算有关的问题。
2. 知道反射现象中光路是可逆的，并能用来处理有关的问题。
3. 理解折射定律的确切含义，并能用来解释有关的光现象和计算有关的问题。
4. 知道折射光路是可逆的，并能用来处理有关的问题。
5. 知道折射率的定义，及其与光速的关系，并能用来进行有关的计算。

说明：

1. 初中已经学过光的反射定律，这里可以只用较少的时间进行复习。不要求学生解决有关反射定律的繁难习题。
2. 光路的可逆性是光的传播的规律，在解决几何光学问题中很有用。本章在课文的叙述中、在练习和习题中，都涉及光路的可逆性，在教学中希望

引导学生理解和运用。

3. 相对光的反射定律而言,光的折射定律要难一些,特别是初中没有学过。另外,折射定律的教学,也是一个可以充分体现物理学研究方法的地方。如果可能,可采用“发现法”的教学形式来学习这部分内容。或由学生自己实验取得数据,或由老师给出一组数据,然后由学生通过作图线的方法来发现折射定律。

4. 考虑到学生对概念理解的需要,教材讲了相对折射率及其与绝对折射率的关系的内容,作为选学(小体字印刷)。我们以为,这种扩展,对理解折射率这个概念会有好处。对知识的讲解,不宜限定过死。限定过死,不利于学生理解知识,也可能限制钻研的积极性。适当“开放”,不但有利于加深理解,还可以开阔思路。为了不致增加负担,本书不要求做有关相对折射率的题目。

(三)

全反射

教学要求:

1. 知道什么是光疏介质,什么是光密介质。
2. 理解光的全反射。
3. 理解临界角的概念,能判断是否发生全反射,并能解决有关的问题。
4. 知道光导纤维及其应用。

说明:

1. 关于光疏介质和光密介质,要强调它们的相对性。
2. 初中没有学过全反射,它对学生是一种新现象。建议作好演示实验,使学生清楚地认识全反射现象,知道在什么条件下发生全反射。要求学生能够较快地判断,光在经过两种介质的界面时,折射线靠近法线还是远离法线。
3. 讲过全反射之后,建议小结一下,说明光射到透明介质界面上时,一般来说,同时发生反射和折射,只有发生全反射时没有折射光线。
4. 随着科学技术的发展,光导纤维的应用越来越广泛。教学中要注意在讲清光导纤维的原理的基础上,介绍它的应用。教材在这方面提供了较多的材料,教学中应合理利用。

(四)

光的色散

教学要求:

1. 理解棱镜能使射向棱镜侧面的光线向底面偏折的道理。
2. 理解全反射棱镜产生全反射的原理,知道全反射棱镜的应用。
3. 知道光的色散现象。

说明:

1. 棱镜的教学主要应使学生理解通过棱镜侧面的光线向底面偏折的道理,这一点在实际应用中很有用。
2. 全反射棱镜在实际中应用很广。应用广的原因,一个是如课本所说,

克服了平面镜成多个像的问题，另外它还有使入射光平行返回的特点。

3. 光的色散的知识并不难，有条件的学校可在课下让学生用分光镜观察钠光谱、气体光谱和连续光谱。

4. 衍射时也会产生色散，教师举例时要注意，不可弄错。

二、练习和习题 解答

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。

答：略。

(2) 在图 19-1 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。

解：影的范围如图 19-2 所示，在 $A'B'$ 之间。

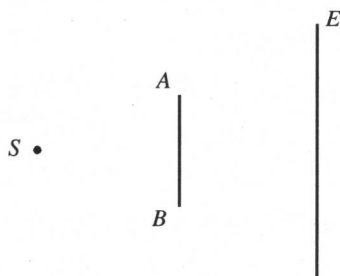


图 19-1

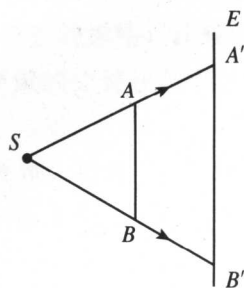


图 19-2

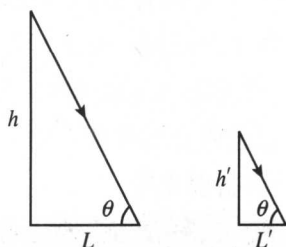


图 19-3

(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？

解：如图 19-3 所示，设旗杆高为 h ，在旗杆旁另竖一根已知长度为 h' 的直杆；太阳光线照到旗杆和直杆上，在地面上形成影子，测出影长分别为 L 和 L' 。由相似三角形关系可得

$$\frac{h}{h'} = \frac{L}{L'}.$$

由此可求出

$$h = h' \frac{L}{L'}.$$

(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？

解：8.7 光年 $= 8.7 \times 365 \times 24 \times 3\,600 \times 3 \times 10^8 \text{ m} = 2.7 \times 10^{13} \text{ km}$ 。

练习二

(1) 小张和小王面对着镜子，小张从镜子里能看到小王的眼睛，小王能不能从镜子里看到小张的眼睛？说明理由。

答:小张能看到小王的眼睛,表示从小王眼睛发出的光(眼睛作为反射光线的物体),经平面镜反射后,射入小张的眼睛.由光路的可逆性可知,小张眼睛发出的光,经平面镜反射后,也要射入小王的眼睛,所以小王能看到小张的眼睛.

(2) 在折射现象中,下列说法中正确的是:

- A. 折射角一定比入射角小.
- B. 光从真空射入不同介质,入射角一定时,折射角大,表示该介质的折射率大.
- C. 介质的折射率大,光在其中的传播速度小.
- D. 折射角和入射角的关系是:入射角增大多少倍,折射角也同样增大多少倍.
- E. 折射率与入射角的正弦成正比,与折射角的正弦成反比.

答: C、E.

(3) 图 19-4 是光由空气射入半圆形玻璃砖,再由玻璃砖射入空气中的光路图. O 点是半圆形玻璃砖的圆心. 指出哪些情况是可能发生的,哪些情况是不可能发生的.

答: 光线经圆形界面射向 O 时,入射角等于零,光线不发生偏折,只在经平面界面时发生偏折. 光线由空气进入玻璃时,折射角小于入射角;反之,由玻璃进入空气时,折射角大于入射角.

根据上述知识进行判断.

甲: 光线由空气进入玻璃,折射角大于入射角,不可能发生.

乙: 光线由空气进入玻璃,折射角小于入射角,可能发生.

丙: 光线由玻璃进入空气,折射角大于入射角,可能发生.

丁: 光线由玻璃进入空气,折射角等于入射角,不可能发生.

注意: 可能发生不表示一定发生,因未给出临界角,不能判断光线由玻璃进入空气时入射角是否大于临界角,即情况丙只能判断可能发生,不能断定一定发生. 情况乙不但是可能发生,而且是一定发生的.

(4) 光以 60° 的入射角从空气射入折射率 $n=\sqrt{3}$ 的玻璃中,折射角是多大? 画出光路图.

解: 光路图如图 19-5 所示. 由折射定律可知

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} = \sqrt{3},$$

$$\sin \theta = \frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{3}} = 0.5$$

所以

$$\theta = 30^\circ.$$

(5) 光从空气射入水中,要想使折射角等于 30° ,入射角应为多大?

解: 由 $\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 = 1.33 \times \sin 30^\circ = 0.665$, 可求得入射角

$$\theta_1 = 41.7^\circ.$$

(6) 根据水和岩盐的折射率,分别算出光在其中的传播速度. 水中的光

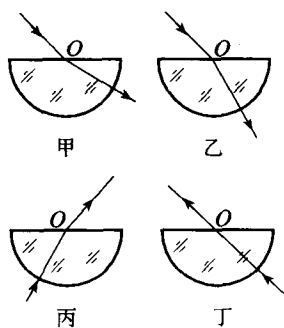


图 19-4

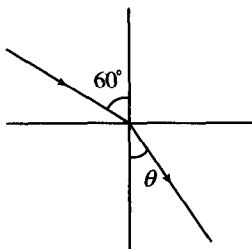


图 19-5

速大约是真空中的光速的几分之几?

$$v_{\text{水}} = \frac{c}{n_{\text{水}}} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.33} \text{ m/s} = 2.3 \times 10^8 \text{ m/s},$$

$$\text{解: } v_{\text{玻}} = \frac{c}{n_{\text{玻}}} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.55} \text{ m/s} = 1.9 \times 10^8 \text{ m/s},$$

$$\frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{空}}} = \frac{1}{n_{\text{水}}} = \frac{1}{1.33} \approx \frac{3}{4}.$$

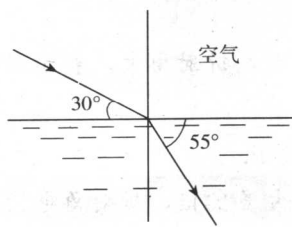


图 19-6

(7) 图 19-6 是光由空气射入某种介质时的折射情况. 试由图中所给的数据求出这种介质的折射率和这种介质中的光速.

$$\text{解: } n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 35^\circ} = 1.51,$$

$$v = \frac{c}{n} = 1.99 \times 10^8 \text{ m/s}.$$

(8) 图 19-7 是射水鱼在水中准确射中水面上一定距离内 (约 1 米) 小昆虫的照片. 请你利用光的折射的知识, 分析一下水中的鱼看到小昆虫的位置是在实际昆虫的上方还是下方?

解: 由图 19-8 所示可知, 水中的鱼看到小昆虫 A 的位置在实际昆虫的上方 A' 处.



图 19-7

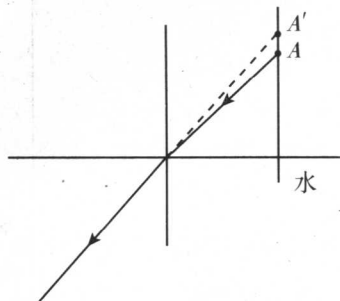


图 19-8

练习三

(1) 光从光____介质射入光____介质时, 可能发生全反射, 发生全反射的条件是_____.

答: 光密, 光疏, 入射角大于等于临界角.

(2) 光在光疏介质里传播速度大, 还是在光密介质里传播速度大?

答: 光疏.

(3) 光由折射率分别为 1.5 的玻璃和 2.42 的金刚石射入空气时的临界角各是多大?

解: 设由玻璃射入空气时的临界角为 C_1 , 由 $\sin C_1 = \frac{1}{1.5} = 0.67$ 可得

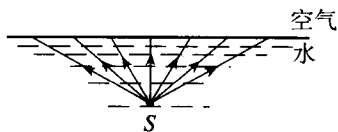


图 19-9

$$C_1 = 41.8^\circ,$$

同理可得由金刚石射入空气时的临界角为 $C_2 = 24.4^\circ$ 。

(4) 光线从空气射入水中时, 光线在水中的折射角最大为多少度?

解: 光由水进入空气的临界角为 48.5° , 此时光在空气中的折射角为 90° 。由光路的可逆性可知, 光线在水中的折射角最大为 48.5° 。

(5) 光从折射率为 $\sqrt{2}$ 的介质中以 40° 的入射角射到介质与空气的界面上时, 能够发生全反射吗?

解: 由公式 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可求得此介质的临界角为

$$C = 45^\circ.$$

入射角 40° 小于临界角 45° , 所以不能发生全反射。

(6) 图 19-9 中的 S 是一个水下的点光源, 画出图中各条光线的折射光线和反射光线。

答: 光路图如图 19-10 所示。光线 S_1 的入射角约为 30° , 光线 S_2 的入射角约等于临界角 48.5° , 光线 S_3 的入射角约为 60° 。

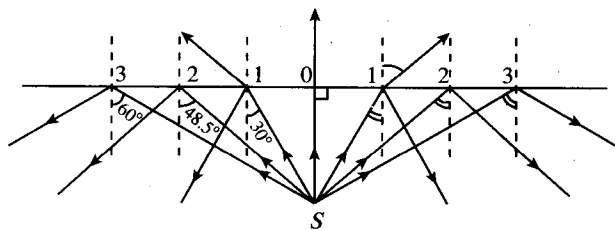
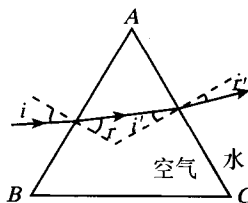
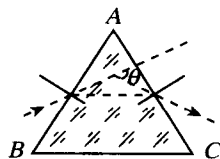


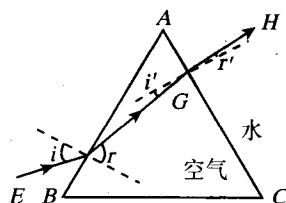
图 19-10

练习四

(1) 说明图 19-11 中, 光线通过棱镜的 AB 和 AC 两个侧面时, 为什么都向底面偏折。如果这个棱镜的里面是空气, 周围是水, 当光线通过这个空气棱镜时, 射出的光线是否还向底面偏折? 画出这种情况下的光路图来。



甲



乙

图 19-11

图 19-12

解: 棱镜玻璃的折射率 $n > 1$, 在 AB 面光线由空气进入玻璃时, 折射角小于入射角, 折射光线靠近法线; 在 AC 面折射光线远离法线: 每次折射都向底面偏折 (图 19-11)。空气棱镜相对于周围介质 (水) 是光疏介质, 在 AB 面光线由水进入空气时, 折射角大于入射角, 折射光线远离法线; 在 AC

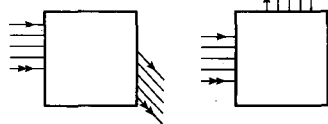
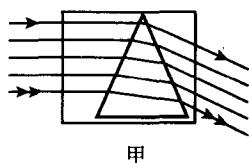
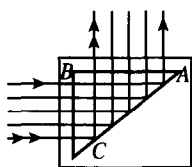


图 19-13



甲



乙

图 19-14

面折射光线靠近法线：每次折射都向顶部偏折（图 19-12 甲）。

当在 AB 面的入射角较大时，光在 AB 面仍向顶部偏折，而在 AC 面可能向底面偏折或不偏折，但出射光线 GH 相对于入射光线 EF 仍向顶部偏折（图 19-12 乙）。

(2) 在图 19-13 中，单色平行光束从左方射入每个方框，每个方框内放上什么光学元件才会产生图中的效果？出射光束的单箭头和双箭头分别对应于入射光束的两个边缘。

答：左框内可放三棱镜，如图 19-14 甲所示。右框内可放全反射棱镜，如图 19-14 乙所示；也可在 AC 处放一平面镜。

(3) 计算红光和紫光在冕牌玻璃中的传播速度。

解：冕牌玻璃对红光的折射率 $n_1 = 1.513$ ，红光在其中的传播速度 $v_1 = c/n_1 = 2.998 \times 10^8 / 1.513 \text{ m/s} = 1.982 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

冕牌玻璃对紫光的折射率 $n_2 = 1.532$ ，紫光在其中的传播速度 $v_2 = c/n_2 = 2.998 \times 10^8 / 1.532 \text{ m/s} = 1.957 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

(4) 一窄束平行光斜射到两面平行的玻璃砖的 AB 面上，如图 19-15 所示。从 CD 面射出的光在靠近 C 端是红色还是紫色？作出光路示意图。

解：光路图如图 19-16 所示。由红光的频率小，紫光的频率大，可判断出靠近 C 端的是紫色。

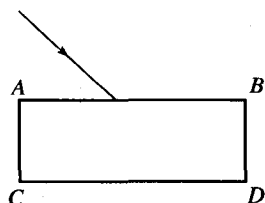


图 19-15

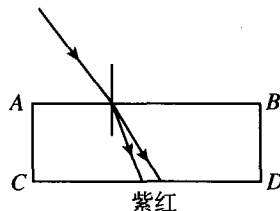


图 19-16

习 题

A 组

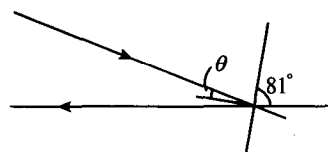


图 19-17

(1) 一个人沿着公路行走时，从迎面开来的汽车的挡风玻璃中看到了太阳。已知挡风玻璃与水平面的夹角为 81° ，从玻璃反射到人眼的反射光可看做是水平的。求入射光与水平面的夹角。

解：由图 19-17 可知，入射光与水平面的夹角 $2\theta = 18^\circ$ 。

(2) 为了使身高 1.8 m 的人能从平面镜中两眼平视地看到自己的全身像，如果人和镜都是直立的，平面镜的长度至少应为多长？平面镜应放在什么位置上？画出光路图并加以说明。

解：光路图如图 19-18 所示。已知人的身高 $AB = 1.8 \text{ m}$ ，人在平面镜中的像的高度 $A'B' = 1.8 \text{ m}$ 。C 表示人眼，人眼要能从平面镜中看到自己的全

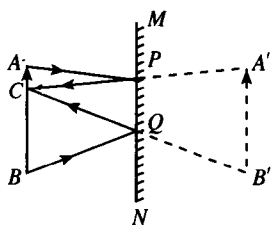


图 19-18

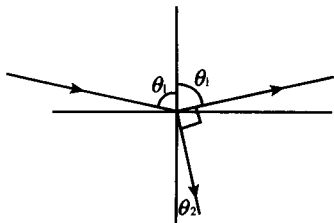


图 19-19

身像，必须使从 AB 发出的光经平面镜 MN 反射后都能射入人眼，亦即好像从 A'B' 发出的光都能射入人眼。CA'、CB' 与镜面的交点为 P、Q，则 PQ 的长度就是平面镜的最小长度。

由于 $AB \parallel MN \parallel A'B'$ ，所以 $\triangle CPQ$ 与 $\triangle CA'B'$ 相似。这两个三角形的高度之比为 1:2，它们的底边长之比也为 1:2，即

$$PQ = A'B'/2 = 0.9 \text{ m.}$$

(3) 光线以某一入射角从空气射入折射率为 $\sqrt{3}$ 的玻璃中，折射光线与反射光线恰好垂直，则入射角等于

- A. 30° . B. 45° . C. 60° .

解：画出光路图 19-19，可以判断：折射光线与反射光线垂直时，入射角 θ_1 与折射角 θ_2 之和等于 90° 。而光从空气射入玻璃中时，折射角小于入射角，由此即可判断在三个选项中只有 C 项满足此要求。利用公式 $\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n$ 计算也可知 C 项正确。

(4) 已知水的折射率为 1.33，一条光线从水中射向空气，入射角为 θ ，且 $1/\sin \theta = 1.22$ ，图 19-20 所示的四个光路图中，正确的是哪个图？

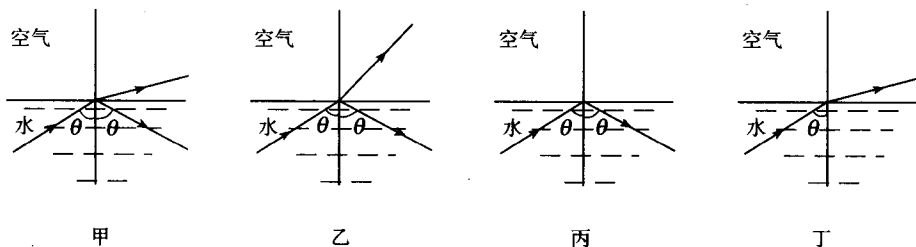


图 19-20

解：设临界角为 θ_c ，则发生全反射的条件为

$$\sin \theta \geq \sin \theta_c = 1/n,$$

$$1/\sin \theta \leq 1/\sin \theta_c = n.$$

由题中所给条件 $1/\sin \theta = 1.22 \leq 1/\sin \theta_c = 1.33$ ，所以发生全反射。由此可断定丙图正确，其余各图都不正确。

(5) 试证明由空气射入平行玻璃砖的光线从下表面射出后，在空气中的传播方向与入射方向平行。

试证：如图 19-21 所示，在上表面处， $\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n$ 。在下表面处， $\sin \theta_3 / \sin \theta_4 = 1/n$ 。平行玻璃砖上下两个表面平行，因而 $\theta_2 = \theta_3$ 。由此得 $\sin \theta_1 = \sin \theta_4$ ，即 $\theta_1 = \theta_4$ 。由此可知 $O'B$ 与 AO 平行。

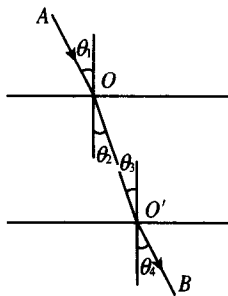


图 19-21

(6) 在白光通过玻璃棱镜发生色散的现象中，下列说法正确的是：

- A. 红光的偏折最大，因为红光在玻璃中的传播速度比其他色光大。
B. 紫光的偏折最大，因为紫光在玻璃中的传播速度比其他色光小。
C. 红光的偏折最小，因为红光在玻璃中的折射率比其他色光大。
D. 紫光的偏折最小，因为紫光在玻璃中的折射率比其他色光小。

答：B, C.

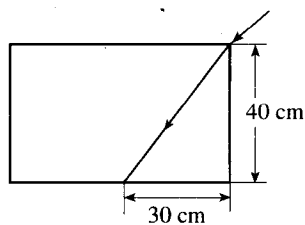


图 19-24

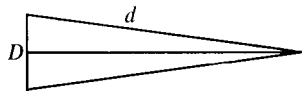


图 19-25

(7) 如图 19-22 所示, 光线 AO 从空气射入折射率为 n 的介质中, 以 O 点为圆心、 R 为半径画圆, 与折射光线的交点为 B , 过 B 点向两介质的交界面作垂线, 交点为 N , BN 与 AO 的延长线的交点为 M . 以 O 点为圆心、 OM (设为 r) 为半径画另一圆. 试证 $n = \frac{R}{r}$.

证明: 如图 19-23 所示, $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\cos \angle NOM}{\cos \angle NOB} = \frac{NO/r}{NO/R} = \frac{R}{r}$.

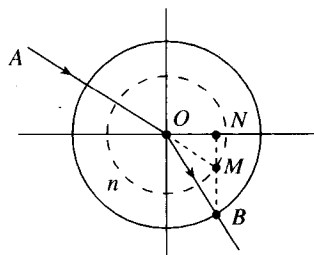


图 19-22

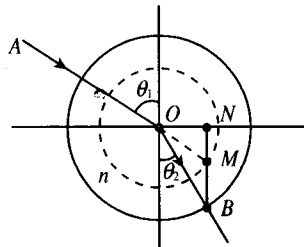


图 19-23

(8) 深度为 40 cm 的玻璃槽中装满水, 一条光线紧贴槽壁的上沿射入水中 (图 19-24), 折射到槽的底部离该槽壁 7.5 cm 的一点上, 光线射入水中时的入射角是多大?

解: 设入射角为 θ_1 , 折射角为 θ_2 , 由公式 $n = \sin \theta_1 / \sin \theta_2$ 有 $\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 = 1.33 \times \frac{30}{\sqrt{30^2 + 40^2}} = \frac{30}{50}$, 所以

$$\theta_1 = 36.9^\circ.$$

* B 组

(1) 月球直径对观察者眼睛所张的角度为 0.5° , 地球与月球间的距离为 3.8×10^5 km. 约为多少千米? 你计算的依据是什么?

解: 如图 19-25 所示, 月球的直径 $D = 2d \sin 0.25^\circ = 2 \times 3.8 \times 10^5 \times 4.4 \times 10^{-3}$ km $= 3.3 \times 10^3$ km.

计算的依据是光的直线传播.

(2) 湖宽 350 m, 在湖边高出水面 30 m 的楼上观察湖对岸岸边一棵树在湖中的倒影, 树尖的倒影恰被湖中一小船遮住. 树高约为 5 m, 此小船到楼房的水平距离约多长?

解: 如图 19-26 所示, 设 M 点为小船, 由

$$\frac{AB}{CD} = \frac{BM}{MC} \text{ 和 } BM + MC = 350 \text{ m, } AB = 30 \text{ m, } CD = 5 \text{ m,}$$

可求得

$$BM = 300 \text{ m.}$$

即, 小船到楼房的水平距离约为 300 m.

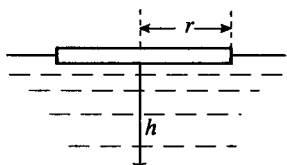


图 19-27

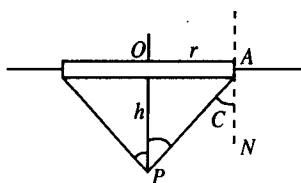


图 19-28

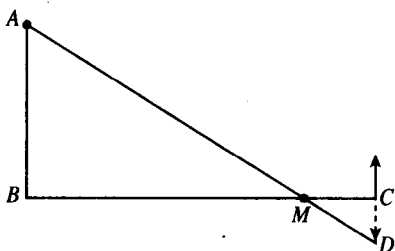


图 19-26

(3) 用下面的方法可以测量液体的折射率：取一个半径为 r 的软木塞，在它的圆心处插上一枚大头针，让软木塞浮在液面上（图 19-27）。调整大头针插入软木塞的深度，使它露在外面的长度为 h 。这时从液面上方的各个方向向液体中看，恰好看不到大头针。利用测得的数据 r 和 h 即可求出液体的折射率。

a. 写出用 r 和 h 求折射率的计算式。

b. 用这种方法实际做一下，求出水的折射率。

解：如图 19-28 所示，从液面上方恰好看不到大头针，表示 $\angle PAN = C$ （临界角）。 $n = 1/\sin C$ 。由图可知

$$\sin C = r/\sqrt{r^2 + h^2},$$

所以

$$n = \sqrt{r^2 + h^2}/r.$$

(4) 为了从坦克内部观察外界目标，在坦克壁上开一个长方形孔。假定坦克的壁厚为 20 cm，孔的宽度为 12 cm，孔内安装一块折射率 $n = 1.52$ 的玻璃，厚度与坦克的壁厚相同（图 19-29 甲）。坦克内的人通过这块玻璃能看到的外界的角度范围为多大？

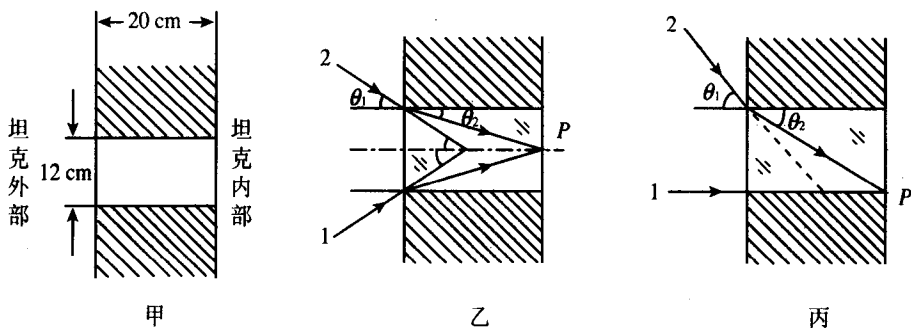


图 19-29

解：设人眼在孔中央的 P 点，则看到的外界范围的角度等于图 19-29 乙中 1 和 2 两条光线的夹角 $2\theta_1$ 。由折射定律可知

$$\sin\theta_1 = n\sin\theta_2 = 1.52 \times \frac{6}{\sqrt{6^2 + 20^2}} = 0.44,$$

$$\theta_1 = 26^\circ,$$

$$2\theta_1 = 52^\circ.$$

说明：人眼在不同位置，看到的范围有所不同，由计算可知人眼在孔的中央 P 点看到的范围最大。图 19-29 丙表示人眼在孔的边缘 P 点观察时的情况。

形, 此时观察范围的角度等于 θ_1 , 可算出 $\theta_1 = 51^\circ$ 。

(5) 图 19-30 甲是一个用折射率 $n=2.4$ 的透明介质做成的四棱柱镜的横截面图。其中 $\angle A = \angle C = 90^\circ$, $\angle B = 60^\circ$ 。现有一条光线从图中所示的位置垂直入射到棱镜的 AB 面上, 画出光路图, 确定出射光线。注意: 每个面的反射光线和折射光线都不能忽略。

答: 光路图如图 19-30 乙所示。临界角 $C = 24.6^\circ$ 。

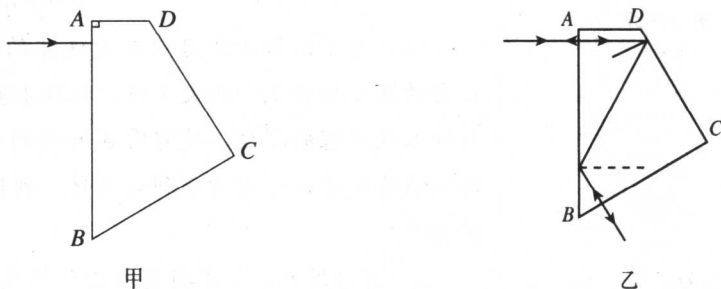


图 19-30 图中的单箭头表示入射光线, 双箭头表示出射光线

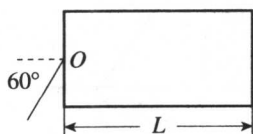


图 19-31

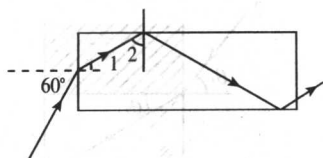


图 19-32

说明: 入射光线射到 AB 面上, 部分垂直反射, 部分垂直透射。到 DC 面, 入射角 30° , 大于临界角 C , 发生全反射。到 AB 面, 入射角 60° , 大于临界角, 发生全反射。到 BC 面, 垂直入射, 部分垂直射出, 部分垂直反射回去, 按光路的可逆性, 由原入射处射出介质, 其反射部分又重复原路。总之, 光线只能由 AB 和 BC 面垂直射出。

(6) 圆柱形介质棒的截面半径为 R , 置于空气中。一束平行光以 60° 入射角射到一端面的中心 O 上, 如图 19-31 所示。已知棒长 L , 介质的折射率为 $\sqrt{3}$, 光在空气中传播的速度为 c 。求:

- 这束光能否从圆柱侧面射出?
- 画出光路图。

解: a. 如图 19-32 所示, 由折射定律可求得 $\sin \angle 1 = \frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{3}} = 0.5$, 所以 $\angle 1 = 30^\circ$, 当然可知 $\angle 2 = 60^\circ$ 。再由临界角公式可知此介质的临界角

$$C = \sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{3}} = 35.26^\circ.$$

由 $\angle 2 > C$ 可知在圆柱内传播的光发生全反射, 不会从圆柱侧面射出。

- 光路图见图 19-32。

三、实验指导

1. 演示实验

(1) 关于光的反射定律和折射定律的实验, 由于学校现有的仪器各不相同, 课本只画出了示意图, 上课时应该结合仪器的具体情况进行实验, 尤其