

高级中学试验课本物理第一册（修订本）

教学参考书

人民教育出版社物理室编著



人民教育出版社

高级中学试验课本

物理 第一册(修订本)

教学参考书

人民教育出版社物理室编著

人民教育出版社

高级中学试验课本
物理 第一册 (修订本)
教学参考书

人民教育出版社物理室 编著

*

人民教育出版社出版发行
(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

华云电子数据中心照排

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.25 字数 260 000

1999 年 12 月第 2 版 2000 年 4 月第 5 次印刷

印数 36 001—41 000

ISBN 7-107-11661-4 定价 13.60 元
G · 4771

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换
(联系地址:北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编:100078)

说 明

为了帮助教师使用好《高级中学试验课本 物理第一册(修订本)》，为教学提供些参考，我们编写了这本教学参考书。

本书分章编写，每章包括全章说明、教学要求和教学建议、练习和习题解答三部分内容。全章说明部分主要说明这一章的内容安排、重点难点以及编写中对某些问题的想法。教学要求和教学建议部分给出全章的教学要求，并对每一节教材提出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。

考虑到教学的灵活性和差异性，书中教学建议部分有些写得比较简略，目的是希望教师在教学中能根据自己和学生的特点，确定相应的教法。

课本第一册(修订本)与原第一册的章节有些差异，在第一册的第七章后增加了“第八章 物体的平衡”，此后各章的序号相应地做了改变。在原“第十章 匀速圆周运动”中增加了万有引力定律和人造地球卫星的内容，改为“第十一章 匀速圆周运动 万有引力定律”。对原“第十五章 物态变化”做了一些精简，改为“第十六章 饱和汽和未饱和汽”。还对少量练习和习题做了修改。请教师使用本书时加以注意。

根据《中华人民共和国国家标准 GB 3100~3102—93 量和单位》，此次再版对书中的物理量的名称和单位进行了必要的修订。

本书第一、三、八、九、十一、十二、十三、十四章由张同恂编写，第二章由彭前程编写，第四、五、六、七、十、十五、十六章由扈剑华编写。

本书的责任编辑是扈剑华。张同恂审阅了全书，并提出了许多有益的修改意见。

希望广大教师在使用本书时，多提宝贵意见，以使此书不断完善，有利于教学。

目 录

第一章 光的反射和折射	1
一、全章说明	1
二、教学要求和教学建议	3
三、练习和习题解答	6
第二章 透镜成像	17
一、全章说明.....	17
二、教学要求和教学建议.....	19
三、练习和习题解答.....	26
第三章 力	38
一、全章说明.....	38
二、教学要求和教学建议.....	40
三、练习和习题解答.....	43
第四章 直线运动	51
一、全章说明.....	51
二、教学要求和教学建议.....	53
三、练习和习题解答.....	59
第五章 牛顿运动定律	77
一、全章说明.....	77
二、教学要求和教学建议.....	78
三、练习和习题解答.....	81
第六章 物体在重力作用下的运动	92
一、全章说明.....	92
二、教学要求和教学建议.....	93
三、练习和习题解答.....	98

第七章 动力学的基本问题	108
一、全章说明	108
二、教学要求和教学建议	109
三、练习和习题解答	112
第八章 物体的平衡	128
一、全章说明	128
二、教学要求和教学建议	128
三、练习和习题解答	129
第九章 动量	135
一、全章说明	135
二、教学要求和教学建议	136
三、练习和习题解答	137
第十章 机械能	149
一、全章说明	149
二、教学要求和教学建议	150
三、练习和习题解答	154
第十一章 匀速圆周运动 万有引力定律	173
一、全章说明	173
二、教学要求和教学建议	174
三、练习和习题解答	177
第十二章 简谐运动	189
一、全章说明	189
二、教学要求和教学建议	189
三、练习和习题解答	192
第十三章 分子动理论基础	198
一、全章说明	198
二、教学要求和教学建议	200
三、练习和习题解答	204

第十四章 内能 能量守恒定律	207
一、全章说明	207
二、教学要求和教学建议	208
三、练习和习题解答	210
第十五章 气体	215
一、全章说明	215
二、教学要求和教学建议	216
三、练习和习题解答	221
第十六章 饱和汽和未饱和汽	236
一、全章说明	236
二、教学要求	236
三、练习题解答	236

几何光学

高中物理力学部分比较难,初高中物理之间的台阶较大,不利于学生开始学习高中物理.本着先易后难的原则,本书把几何光学放在力学之前,意在降低初高中之间的台阶.

中学阶段所讲的几何光学比较简单,可以与物理光学的内容分开,作为相对独立的教学内容提前讲授.新编义务教育初中物理教材讲述了光的直进、反射定律、折射现象、透镜成像等内容,学生对光现象已经有所了解.与初中内容比较,高中的几何光学增加了定量的内容,但在概念的要求上没有很大的深化.而且,几何光学的概念、规律和方法,相对来说,比力学要简单.我们希望并且估计,几何光学放在力学之前讲授,能够起到降低台阶的作用,且不致在教学上产生多大问题以至负面效果.也希望使用本书的教师,暂时抛开传统的习惯,认真地试一试,看效果如何.

第一章 光的反射和折射

一、全章说明

概述 这一章讲述光的传播的基本规律,即光的直进、反射定律、折射定律和全反射.要求学生能够确切地理解这些知识,并能用来解释一些光现象,处理一些简单的几何光学问题.

几何光学问题大体说来有两方面:一是控制或改变光的传播方向,包括改变光束的性质(如经过光学元件将发散光束变为会聚光束).二是经过光学元件成像.成像是个难点,务必要求学生有清楚的理解.成像,归根到底,是与改变光束的性质相联系的,这在下一章讲过透镜成像后加以总结.

正确地画出光路图,是解决几何光学问题的重要方法和手段.光路图体现了光的传播和成像的过程,过程清楚,才能作出正确的光路图.因而能不能正确地

作出光路图,反映出学生对基本知识的理解和运用的情况.会画光路图是解决几何光学问题的一种基本技能,本书加强了这方面的训练.一般来说,作图可以把情景和过程具体化、形象化,有助于想像和表达问题的物理情景,有助于理解和运用知识解决物理问题.因此,在几何光学的教学中加强光路图的基本训练,对以后学习其他知识会有好处.

解决几何光学问题,除了光的传播的基本规律之外,经常需要从光路图中确定某些几何关系,这就需要用到一些数学知识.把数学知识应用于物理问题之中,学生应用起来要有个过程.高中物理增加了定量的内容,希望从本章开始就注意培养学生运用数学知识表达和处理物理问题的能力.

单元划分	本章可分为四个单元:
第一单元	第一、二两节,讲述光的直进和光速.
第二单元	第三节,讲述光的反射和平面镜成像.
第三单元	第四、五两节,讲述光的折射和全反射.
第四单元	第六节,讲述棱镜.

具体说明

1. 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.因此在本章的第一节指出:“光能包含在光束之中,光束射入人的眼睛,才引起人的视觉.”又指出:“人眼在观察物体时,是根据刚要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.

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. 虽然现行大纲不要求讲解相对折射率,只要求讲解绝对折射率,本章教材内容却加以扩展,讲解了相对折射率及其与绝对折射率的关系,作为选学内容(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.

4. 利用折射定律求入射角和折射角,或者利用公式 $\sin C = 1/n$ 求临界角 C ,最好知道反三角函数的概念.如认为必要,可简单介绍.不介绍也可以,要求学生使用三角函数表查出所求角的度数.

二、教学要求和教学建议

全章教学要求

1. 知道有关光源的概念,知道光的直线传播.
2. 知道光速的概念和测定光速的方法.
3. 掌握光的反射定律和平面镜成像的规律.
4. 掌握光的折射定律和折射率的概念.
5. 掌握全反射的规律,理解临界角的概念,知道光导纤维的作用.
6. 理解棱镜对光线的作用,知道光的色散.

(一) 光的直线传播

教学要求

- 知道有关光源的概念.
 1. 知道什么是光源及其与反光物体的区别.
 2. 知道光具有能量,以及光能与其他形式能量的相互转化.
 3. 知道光束射入人眼,才能引起人的视觉.
- 知道光的直线传播.
 1. 知道在同一均匀介质中光沿直线传播,并能用来解释一些光现象.
 2. 知道光线的概念,并会画出光线.
 3. 知道人眼根据什么判断物体的位置.

教学建议

本节的“思考与讨论”是为了使学生弄清楚,只有光束射入人眼,才能引起视觉,未射入人眼,是看不见光束的.回答这个问题虽然容易,但这是最基本的知识,教学中不能忽视这类看起来容易的最基本的东西.

(二) 光的速度

教学要求

● 知道光速的概念和测定光速的方法.

1. 知道光以有限速度传播,并记住真空中的光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$.
2. 知道测定光速的原理,具体了解迈克耳孙测定光速的方法.

教学建议

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.

(三) 光的反射 平面镜

教学要求

● 掌握光的反射定律.

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. 知道反射光路是可逆的,并能用来处理有关的问题.

● 掌握平面镜成像的规律.

1. 知道平面镜是怎样成像的,会画成像的光路图,知道像的特点,能够证明物和像是镜面对称的.
2. 理解什么是虚像.

(四) 光的折射

教学要求

● 掌握光的折射定律.

1. 理解折射定律的确切含义,并能用来解释光现象和计算有关的问题.
2. 知道折射光路是可逆的,并能用来处理有关的问题.

● 掌握折射率的概念.

1. 知道折射率(指绝对折射率)的定义,以及折射率是反映介质光学性质的物理量.

2. 知道折射率与光速的关系 $n = c/v$,并能用来进行计算.

教学建议

练习三第(6)题是为了下一章讲透镜作准备:通过薄透镜光心的光线,传播方向不改变.要求学生自己证明.凡是估计学生能够独立证明的,尽可能要求学生自己证明,以加强培养推导论证的能力.对这类证明,建议教师给予指导.

(五) 全 反 射

教学要求

● 掌握全反射的规律.

1. 知道什么是光疏介质和光密介质,知道什么是全反射现象.

2. 理解临界角的概念,会根据公式 $\sin C = 1/n$ 计算临界角(查三角函数表).

3. 能判断是否发生全反射,并能解决有关的问题.

● 知道光导纤维的作用.

1. 知道光导纤维传送光和图像的简单原理.

2. 知道光导纤维在现代科技中的应用.

教学建议

1. 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.

2. 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.

(六) 棱 镜

● 理解棱镜对光线的作用.

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.

● 知道光的色散.

1. 知道光的色散现象.

2. 知道各种色光在真空中的速度相同,在其他介质中速度不同,因而对同一介质的折射率不同;知道红光的折射率最小,紫光的折射率最大.

三、练习和习题解答

练 习 一

(1) 略.

(2) 在图 1-1 甲(课本图 1-4)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.

答:如图 1-1 乙所示,在屏幕上影的范围在 A' 和 B' 之间.

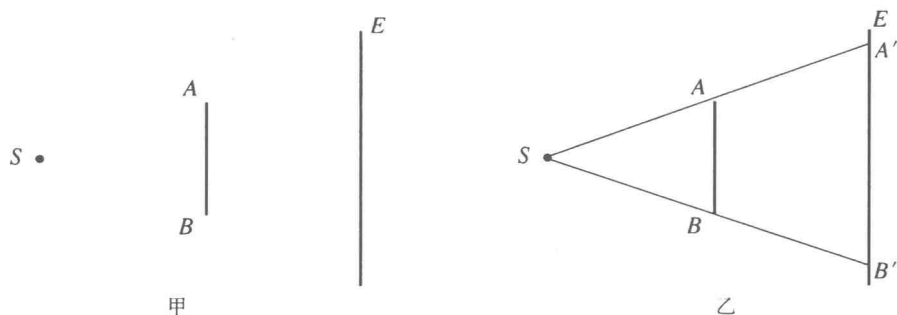


图 1-1

(3) 在图 1-2 甲(课本图 1-5)中, S 是点光源, E 是具有开口的屏,眼睛在屏右方的什么范围内能看到 S ?画出光路图来表示.

答:如图 1-2 乙所示,眼睛放在发散光束的光线 SA 和 SB 之间,能看到 S .

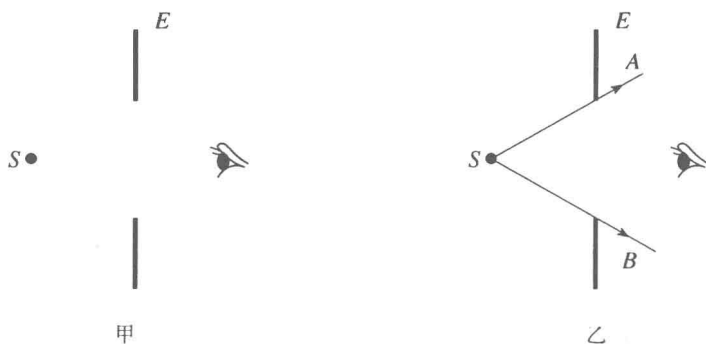


图 1-2

(4) 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. 月球的直径约为多少 km?

解:如图 1-3 所示,设月球直径为 R ,已知月地距离 $r = 3.8 \times 10^5$ km,月球直径所张角度

$\theta = 0.5^\circ$. 由于所张角度较小, 可认为月球直径 R 等于 θ 角所对的圆弧, 由此可近似求得 R :

$$\frac{R}{\theta} = \frac{\pi r}{180^\circ},$$

$$R = \frac{\pi r \theta}{180^\circ} = 3.3 \times 10^3 \text{ km}.$$

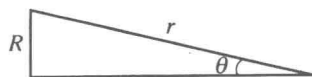


图 1-3

(5) 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 1-4 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

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

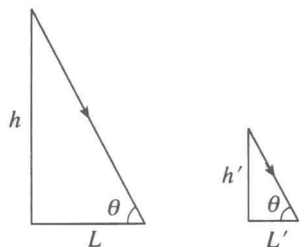


图 1-4

(6) 在迈克耳孙测定光速的一次实验中, 测得两山峰间的距离为 35 373. 21 m, 八面镜的最低旋转速度为 528 r/s, 此时从望远镜看到了光源 S 的像. 试利用这些数据算出光在空气中的速度.

解: 八面镜转过八分之一转所用的时间 $t = \frac{1}{528 \times 8} \text{ s}$, 已知两山峰的距离 $s = 35373.21 \text{ m}$, 光速 $c = \frac{2s}{t} = 2 \times 35373.21 \times 528 \times 8 \text{ m/s} = 2.99 \times 10^8 \text{ m/s}$.

练 习 二

(1) 如图 1-5 甲(课本图 1-9) 所示, 一束光线 AC 射在平面镜 M 上. 保持光线的方向不变, 如果以 C 点为轴将平面镜 M 沿顺时针方向转动 5° , 反射光线向什么方向转动? 反射光线与入射光线间的夹角变大还是变小? 变化多少度? 画出光路图.

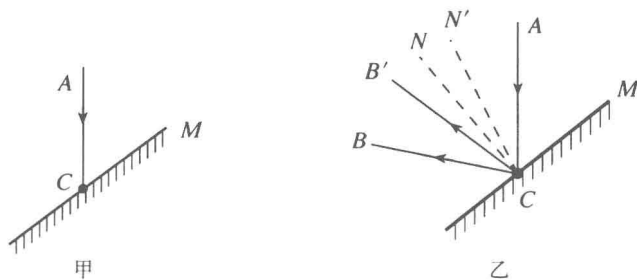


图 1-5

解:光路图如图 1-5 乙所示. M 顺时针转过 5° , 法线 CN 也顺时针转过 5° , 变为法线 CN' . 入射光线 AC 与法线的夹角(入射角)相应减小 5° . 反射光线 CB 相应地顺时针转动, 变为 CB' . 反射光线与入射光线间的夹角变小, 比原来小 10° .

(2) 略.

(3) 一物体 AB 放在平面镜 M 前面(图 1-6 甲, 课本图 1-10). 画出 AB 在平面镜 M 中所成的像. 观察者在什么范围内才能看到整个物体 AB 的像? 画出光路图来表示.

解:光路图如图 1-6 乙所示, 在光线 FC 和 ED' 之间的范围内能看到整个物体的像 $A'B'$.

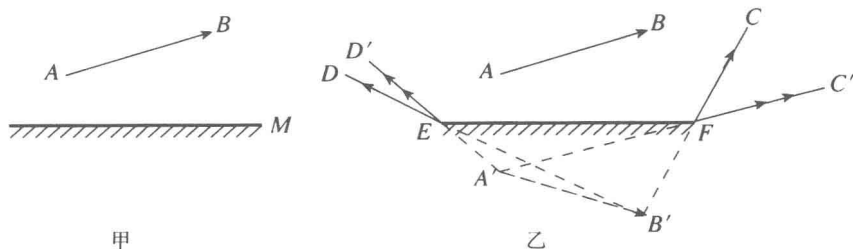


图 1-6

(4) 回答下面的问题:

a. 电影院的银幕为什么不用镜面?

b. 晚上在灯下读书, 如果书的纸面很光滑, 有时会看到纸面上发出刺眼的光泽, 感到很不舒服. 为什么会出现这种现象? 怎样消除它?

答: a. 镜面发生镜面反射, 不发生漫反射, 不能使各处的观众都能看到银幕上的像.

b. 纸面发生镜面反射. 移动一下眼睛或书或光源的位置, 避开镜面反射的光线即可.

(5) 如图 1-7 甲(课本图 1-11) 所示, 两个平面镜互相垂直, 在跟这两个镜面垂直的平面内, 有一条入射光线 AB , 经两个镜面反射后, 沿 CD 方向射出. 试证明不论光线 AB 以多大的人射角射入, 反射光线 CD 都平行于 AB 射出.(下略)

证明: 如图 1-7 乙所示, 分别作两镜面的法线, 相交于 N 点. 由反射定律可知, $\angle 1 = \angle 2$, $\angle 3 = \angle 4$. 两镜面垂直, 所以法线 $BN \perp CN$, $\triangle BNC$ 为直角三角形, 故 $\angle 2 + \angle 3 = 90^\circ$. $\angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \angle 4 = 2(\angle 2 + \angle 3) = 180^\circ$, 所以 $CD \parallel AB$. 上述结论与入射角的大小无关, 所以不论入射角是多大, 反射光线都平行于入射光线.

(6) 小张和小王面对着镜子, 小张从镜子里能看到小王的眼睛, 那么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.

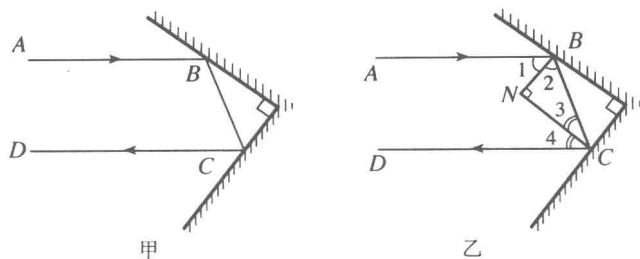


图 1-7

(7) 略.

练 习 三

(1) 图 1-8(课本图 1-13) 是光线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.

应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.

(2) 光线以 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 1-9 所示. 由折射定律可知

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin r} = \sqrt{3}.$$

$$\sin r = \sin 60^\circ / \sqrt{3} = 0.5 (\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2).$$

所以

$$r = 30^\circ.$$

(3) 光线从空气射入水中, 要想使折射角等于 30° , 入射角应为多大?

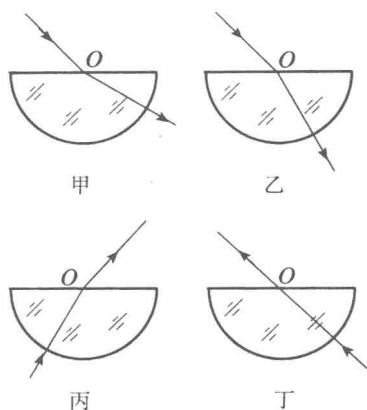


图 1-8

解: 由 $\sin i = n \cdot \sin r = 1.33 \times \sin 30^\circ = 0.665$,
所以

$$i = 41.7^\circ.$$

(4) 根据水和岩盐的折射率, 分别算出它们中的光速. 水中的光速大约是真空中光速的几分之几?

$$\begin{aligned} \text{解: } v_{\text{水}} &= \frac{c}{n_{\text{水}}} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.33} \text{ m/s} \\ &= 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{\text{岩}} &= \frac{c}{n_{\text{岩}}} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.55} \text{ m/s} \\ &= 1.94 \times 10^8 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

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

(5) 图 1-10(课本图 1-14) 是光线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.

$$\text{解: } n = \sin 60^\circ / \sin 35^\circ = 1.51.$$

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

(6) 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, 即图 1-11(参见课本图 1-15) 中的 $O'B$ 与 AO 平行.

证明: 在上表面处, $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$; 在下表面处, $\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_4} = \frac{1}{n}$. 平行玻璃砖上下两表面平行, 因而 $\theta_2 = \theta_3$. 由此得 $\sin \theta_4 = \sin \theta_1$, 即 $\theta_4 = \theta_1$. 由此可知 $O'B$ 与 AO 平行.

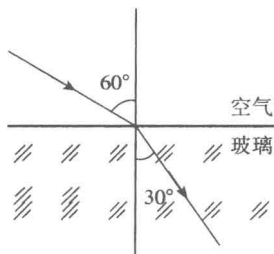


图 1-9

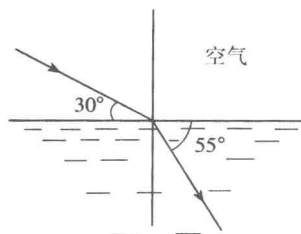


图 1-10

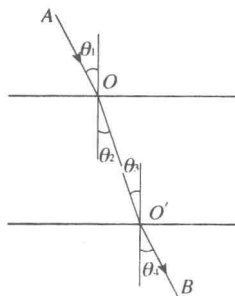


图 1-11