

主编 陈东旭

同步导学与评估

—— 日版 ——

物 理 高三年级
江西金太阳教育研究所 编



江西高校出版社

主编 陈东旭

同步导学与评估

—— B 版 ——

物 理

高三年级

江西金太阳教育研究所 编

本 册 主 编:夏兵勇

本册副主编:刘占想 夏德本 李晓波

本 册 编 委:(按姓氏笔画排列)

王振强 刘占想 朱天良 纪少红

张待毅 李晓波 陈建海 幸治中

夏兵勇 夏德本 郭光森 黄 干

谭锦生

江 西 高 校 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

同步导学与评估 .B 版 . 高三物理/陈东旭主编;江西金太阳教育研究所编. —南昌:江西高校出版社, 2008.3
ISBN 978-7-81132-253-8

I. 同… II. ①陈… ②江… III. 物理课 - 高中 - 教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008) 第 030682 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
电 话	(0791)8504319,8521923
网 址	www.juacp.com
印 刷	武宁县印刷厂
照 排	江西金太阳教育研究有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	61.5
字 数	1956 千字
版 次	2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1~60000
书 号	ISBN 978-7-81132-253-8
定 价	84.00 元(全套共 6 册)

版权所有 侵权必究



前言

成功者说:“学而有道。”那么,何为学之“道”?“道”在何方?让我们一起来翻开金太阳教育研究所倾情打造的《同步导学与评估》一书寻找答案吧!该书讲解深入浅出,简明精要;题型紧跟高考,导向明确、新颖典型、探究性强。

古人常说,授人以鱼,不如授人以渔。本书经过长期、广泛、细致的调研,由我所资深研究员与全国各地教学一线的名师联合精心编写,教学心得、复习方法和应试技巧实用高效、简明易学,让大家学习更得法,考试更轻松。

本书以课时为编写单元,与实际教学保持同步,方便教师与学生使用。既有知识归纳、深化和解题方法、技巧指导,又有生动活泼的相关情景,实用性与趣味性强。

本册为物理分册,栏目设置及特点如下:

课 前 导 航 兴趣是学习的动力。我们在每一讲的开始,根据本讲内容设置了一则趣味性的阅读材料,并针对性地设置了2~3个问题。对材料的阅读,能激发学生学习的兴趣及对问题探究的欲望。

知 识 精 析 经验丰富的一线教师,根据《教学大纲》的要求并结合实际教学经验,对本讲知识进行归纳性梳理,精析重点、突破难点。翻开本书你就会发现,这里精析的重、难点内容,正是你感到困难的、难以理解的内容,读后能使你茅塞顿开。

方 法 指 导 有道是“技巧胜于力量”。我们聘请了经验丰富、指挥有度的教练,给你传授布阵经验和破敌绝招。在这里,经验丰富的一线教师给你介绍对规律的理解、记忆及对知识的总结、归纳等方面的技巧和方法;以例题为主线分类介绍分析和解决实际问题的方法,重要的方法还设置了变式训练题,使你能触类旁通,举一反三。

互 动 平 台 通过诙谐幽默的师生或生生对话,在一种轻松的氛围中,解决本课时知识的疑点、学习中的困惑及容易出现的典型错误,达到释疑、解惑、纠错的目的。

高 考 链 接 在每一章的小结中,通过高考链接栏目,分析本章知识在以前的高考中是怎么考的,在以后的高考中可能的考查方向。目的是让同学们知道本章知识在高考中的表现形式,尽早熟悉高考题型,了解高考的命题思路和动向。

同 步 达 标 设置了与书配套的梯度性很强的训练题,分基础闯关和拔高训练两个层次。基础闯关题重在构建知识、巩固知识、应用和迁移知识;拔高训练题则注重综合应用,供学有余力的同学选做。

一位名师能引领你走进科学的殿堂,一本好书能改变你一生的命运。认真研读这本书吧,她会照亮你的金榜之路,成为你的良师益友,让你受益终生!

编者



系列丛书

以下学校参与本丛书的编写,在此鸣谢:

北京市: 北京四中	北大附中	清华大学附中	北京二中
天津市: 南开中学	耀华中学	天津实验中学	静海一中
河北省: 衡水中学	唐山一中	邯郸市一中	正定中学
内蒙古: 内蒙古师大附中	呼和浩特二中	赤峰二中	海拉尔三中
山西省: 临汾一中	平遥中学	大同市一中	太原市尖草坪区第一中学
山西省浑源县中学			
辽宁省: 沈阳二中	东北育才中学	鞍山一中	大连八中
吉林省: 东北师大附中	省实验中学	长春实验中学	吉林市一中
黑龙江: 哈尔滨九中	齐齐哈尔一中	鸡西一中	鹤岗一中
江苏省: 南京师大附中	启东中学	盐城中学	徐州一中
浙江省: 杭州高级中学	杭州外国语学校	浙江师大附中	温州中学
山东省: 省实验中学	烟台二中	济宁实验中学	牟平一中
安徽省: 马鞍山二中	安庆一中	桐城中学	濉溪中学
福建省: 福建师大附中	福州三中	厦门一中	龙岩一中
河南省: 河南大学附中	开封市高中	潢川一中	新乡一中
湖北省: 新洲一中	宜城一中	京山一中	宜昌夷陵中学
天门中学	松滋一中		
湖南省: 长沙长郡中学	长沙雅礼中学	衡阳市八中	桑植一中
广东省: 华南师大附中	省实验中学	汕头市金山中学	张家界市一中
广西: 柳州教科所	桂林教科所	南宁二中	惠州一中
四川省: 省外国语学校	成都石室中学	成都市七中	柳州一中
重庆市: 西南师大附中	重庆一中	重庆三中	绵阳高中
贵州省: 贵州师大附中	毕节一中	兴义一中	重庆十一中
云南省: 昆明一中	大理一中	曲靖一中	瓮安中学
西藏: 拉萨中学			文山州一中
陕西省: 陕西师大附中	渭南市瑞泉中学	榆林市第一中学	
甘肃省: 西北师大附中	兰州一中	天水一中	
宁夏: 宁夏大学附中	银川市一中	银川市唐徕回民中学	
新疆: 新疆实验中学	乌鲁木齐一中	新疆师大附中	库尔勒华山中学
江西省: 江西师大附中	吉安市一中	吉安白鹭洲中学	新建二中
上高二中	南康中学	贵溪一中	修水一中
都昌一中	瑞昌一中		



目 录

课时1	光的直线传播	1
课时2	光的折射	4
课时3	全反射	10
课时4	光的色散	14
课时5	实验:测定玻璃的折射率	18
课时6	《光的传播》小结	23
课时7	光的干涉	28
课时8	光的衍射	32
课时9	光的电磁说	35
课时10	光的偏振 激光	38
课时11	实验:用双缝干涉测光的波长	41
课时12	《光的波动性》小结	45
课时13	光电效应 光子	50
课时14	光的波粒二象性	54





课时15	能级	58
课时16	物质波	63
课时17	《量子论初步》小结	66
课时18	原子核式结构 原子核	71
课时19	天然放射现象 衰变	75
课时20	放射性的应用与防护	79
课时21	核反应 核能	83
课时22	裂变	87
课时23	轻核的聚变	91
课时24	《原子核》小结	96



课时 1 光的直线传播

课前导航

夜空下的神舟六号飞船像一颗星星

《江南都市报》2005年10月12日讯:这两天有不少读者给本报打来电话,询问能否用肉眼看到神舟六号飞船。昨日,北京天文馆专家寇文告诉记者,江西是观测神舟六号飞船的较佳地域。由于神舟六号飞船是多人多天飞行,因此,天文爱好者有多次观测机会。专家说一般的天文望远镜都能看到神舟六号飞船,只要天气条件合适,在地面上凭肉眼也能看到飞船,但不管是通过天文望远镜还是肉眼都只能看到飞船在空中形成的一个亮点,并不能看清飞船的模样。专家提醒,神舟六号飞船是人造天体,本身不发光,只有在被太阳照亮,同时地面较暗的情况下才能看到,因此一般在两个时间段可以看见神舟六号飞船:一是天亮前两小时之内,一是天黑后两小时之内。在夜空看飞船,效果相当于看一公里外的一元硬币大小的发光体,就像一颗星星。

请你思考:

1. 神舟六号飞船是光源吗?
2. 光在空中是怎样传播的?
3. 你怎样区分神舟六号飞船与星星?

知识精析

1. 光源

(1)能够自行发光的物体叫做光源。光源分为点光源、线光源和面光源。太阳、电灯、点燃的蜡烛等都能自行发光,是光源;月亮、平面镜等看起来亮晶晶,但它们仅是反射了其他光源的光,自身没有发光,因此它们不是光源。人能够看见本身不发光的物体,是因为光源发出的光照射到它们后,被漫反射后的光的一部分进入了人的眼睛的缘故。

(2)点光源:光源的形状、大小相对于它到观察者的距离可以忽略不计,可以把这个光源抽象为点光源。分析日食、月食时,太阳不能看成点光源。

(3)光源的特点:①光源具有能量;②光源本身能够进行能量转化,把其他形式的能转化为光能,光在介质

中的传播就是能量的传播。

2. 光线和光束

(1)光线:为了形象地描绘光的传播,用一条带有箭头的线来表示光的传播方向,这样的线叫做光线。

光线是对实际存在的一束很细的光束的一种抽象,实际上并不存在,是一种理想化的物理模型。引入光线的概念是研究光现象的一种方法。几何光学正是利用光线的概念并运用几何方法来研究光的传播规律的。

(2)光束:通过某一确定区域的一簇光线,或将有一定几何关系的一组光线集合称为光束。常见的光束有平行光、发散光和会聚光三种,如图1-1所示。

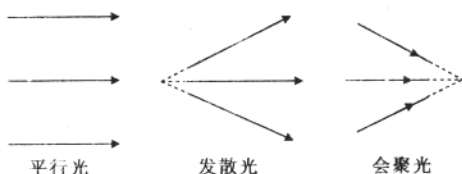


图1-1

(3)人眼判断物体位置的依据:①光是沿直线传播的;②两条不平行的光线的反向延长线的交点为物点。

3. 光的直线传播

(1)介质:光能够在其中传播的物质叫做光介质,简称介质。如空气、玻璃等。

光能够在介质中传播,但光的传播并不依靠介质,光能在真空中传播。

(2)光沿直线传播的条件:在同一种均匀介质中光沿直线传播。

4. 光速

光的传播速度即光速。光在介质中传播的速度由介质决定,光在真空中的传播速度为 3.0×10^8 m/s,其他介质中的光速均小于 3.0×10^8 m/s。

5. 影

光在传播过程中,如果被不透明的物体遮住,在物体的后面将出现光线照射不到的区域,这个区域称为影。其中完全没有光照射到的区域称为本影,有部分光照射到的区域称为半影。

方法指导

一、小孔成像、日食、月食

1. 小孔成像:如图 1-2 所示,在光源和光屏之间放一个带小孔的屏,在光屏上得到光源倒立的实像。

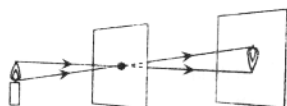


图 1-2

2. 日食和月食

图 1-3 为日食示意图,地球上位于 a 区域内的人可看到日全食;地球上位于 b 区域内的人可看到日偏食;地球上位于 c 区域内的人可看到日环食。

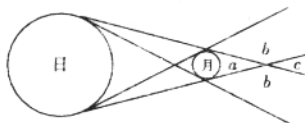


图 1-3

图 1-4 为月食示意图,当月球完全进入 a 区域时形成月全食;当月球有一部分在 a 区域,一部分在 b 区域时,形成月偏食。由于月球离地球较近,月球不可能中央部分进入 a 区域而四周部分处在 b 区域,因而不会出现月环食现象。

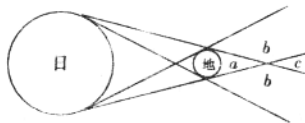


图 1-4

例 1 图 1-5 为发生月食时,太阳照射光线的示意图,当月球进入图中哪个区域时,在地球上处于夜晚地区的观察者可以看到月食 ()

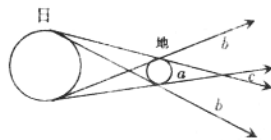


图 1-5

- A. 全部进入 a 区域 B. 全部进入 b 区域
C. 全部进入 c 区域 D. 部分进入 a 区域

解析: 当月球全部进入地球本影 a 区时,所有的太阳光都照不到月球上,因此月亮是黑暗无光的,这时地球上的观察者看到的是月全食,所以 A 正确;当月球部分进入 a 区时,进入的部分没有光线反射出来,这时看到的是月偏食,所以 D 正确;月球处于半影区 b 区时,有部分太阳光照到月球上,因此整个月球的向阳面仍然有反射光,所以不能产生月食;假设月球能进入 c 区(伪本

影实质是半影区),因有部分太阳光照到月球上,也不可能发生月食,所以 B、C 错误。

答案:AD

点评: 只有月球进入地球的本影区,才能产生月食,月球比地球小得多,月球离地球又比较近,所以月球不可能处在横跨 a 区的位置,因此不存在月环食。

变式训练 1

如图 1-6 所示,一房间内只有一盏白炽灯,在白炽灯下方 h_1 处有一半径为 r 的不透光圆盘平行于地面水平放置,若圆盘离地面的高度为 h_2 ,求白炽灯工作时,圆盘在地面上形成的影子的面积。

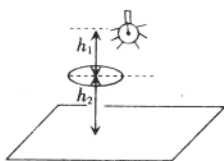


图 1-6

二、光的直线传播的实际应用

根据光的直线传播规律和几何中三角形相似的知识,可以间接测量某些不能直接测量的长度,如测塔高、飞机高度及速度、微小形变等。

例 2 图 1-7 为测量某建筑物高度的示意图,在太阳光照射下测出该建筑物的影长为 21 m,竖直 1 m 长的米尺的影长为 0.7 m,求建筑物的高度。

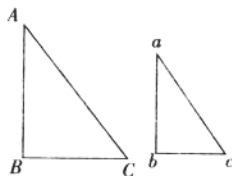


图 1-7

解析: 地面附近的太阳光可看做平行光。图中 AB 表示建筑物的高度, BC 表示影长; ab 表示米尺的高度, bc 表示米尺的影长。由 $\triangle ABC \sim \triangle abc$ 有: $\frac{AB}{BC} = \frac{ab}{bc}$

$$\text{可得: } AB = \frac{ab}{bc} \cdot BC$$

把 $BC=21$ m, $ab=1$ m, $bc=0.7$ m 代入上式得建筑物的高度 $AB=30$ m。

课时1 光的直线传播

答案:30 m

点评:根据三角形的相似性,从已知量推算未知量,这是几何光学中常用的一种方法.

变式训练2

有一颗在地球赤道上方飞行的人造卫星,赤道附近的人在日落2 h后仍能在正上方看到它.试求卫星此时的最低飞行高度.(已知地球的半径 $R=6400\text{ km}$)

变式训练3

如图1-8所示,一点光源 S 距离墙 MN 的水平距离为 L ,现从 S 处以水平速度 v_0 抛出一小球 P , P 在墙上形成的影子为 P' .在球做平抛运动的过程中,其影子 P' 的运动情况是 ()

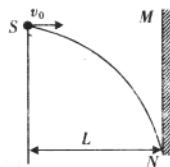


图1-8

- A. 匀速运动 B. 自由落体运动
C. 匀加速直线运动 D. 变加速直线运动

互动平台

育才老师和细心同学关于小孔成像的对话

育才:在艳阳高照的天气里,如果你在大树下乘凉,会看到地上的亮斑有的呈圆形,如太阳状;有的呈树叶间隙形状.你知道它们是怎么形成的吗?

细心:当树叶的间隙较大时,亮斑就呈树叶间隙形状;当间隙较小时,亮斑就呈太阳形状.

育才:那遵循什么物理原理呢?

细心:光的直线传播原理.

育才:掌握得不错!

粗心同学和细心同学关于太空的对话

粗心:课本“思考与讨论”中提到“在地面上,我们能看见穿过小孔的一束光,而宇航员看到的太空却是一片漆黑”,我认为是因为地面附近有空气,而太空中没有的缘故.

细心:通过阅读科普读物可以知道,一般情况下,地面上附近的空气总有一些灰尘,当太阳光穿过小孔后照射到灰尘上,大量的灰尘将太阳光向各个方向反射,故可以看到穿过小孔的一束光.而太空是真空,没有反射光的物质,只有当阳光或星光直接射入宇航员的眼睛时,宇航员才能看到发光的太阳或星星,而其周围的太空是一片漆黑.

同步达标



1. 以下物体不属于光源的有 ()

- A. 太阳 B. 月亮 C. 萤火虫 D. 烛焰

2. 工棚的油毡屋顶上有一个小孔,太阳光通过它后落在地面上形成一个圆形光斑,这一现象表明 ()

- A. 小孔的形状是圆的
B. 太阳的形状是圆的
C. 地面上的光斑是太阳的像
D. 光是沿直线传播的

3. 当月球绕地球旋转时,正好转到太阳和地球之间,在地球上某些地方会发生日食.下列有关说法正确的是 ()

- A. 在月球背面的本影区区域将发生日全食
B. 在月球背面的半影区区域将发生日全食
C. 发生日环食时月球距地球的距离比发生日全食时月球距地球的距离近一些
D. 发生日环食时月球距地球的距离比发生日全食时月球距地球的距离远一些

4. 下列说法中正确的是 ()

- A. 光在同一种介质中总是沿直线传播的
B. 光在真空中是沿直线传播的
C. 小孔成像是光的直线传播形成的
D. 影的产生可用光的直线传播来解释

5. 俺叫王小,有个问题问大家,我有四个“影”,对应物理学中的是哪个“影” ()

- A. 电影 B. 水中倒影
C. 形影不离 D. 杯弓蛇影

● 6 ● 关于本影和半影,以下说法中正确的是 ()

- A. 点光源照射不透光的物体,只能产生本影
- B. 任何光源照射不透光的物体,都能产生本影和半影
- C. 任何光源照射不透光的物体,可以无半影,但一定有本影
- D. 面积很大的光源照射不透光的物体,可以无本影,但一定有半影

● 7 ● 关于日食和月食,下列说法中正确的是 ()

- A. 在月球的本影区里能看到月全食
- B. 在月球的半影区里能看到日全食
- C. 在月球进入地球的半影区时,可看到月偏食
- D. 在月球全部进入地球的本影区时,可看到月全食

● 8 ● 光在真空中的传播速度是 3.00×10^8 m/s, 太阳到地球的距离是 1.49×10^{11} m, 则阳光从太阳射到地球所用的时间为_____。

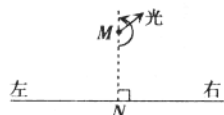


拔高训练

● 9 ● 光年是天文学上常用的长度单位,1 光年就是光在真空中在 1 年的时间内传播的距离,1 光年 = _____ m, 织女星距离地球约 2.6×10^{14} km, 某一天晚上我们看见了织女星, 这时进入我们眼睛的光实际上是 _____ 年前从织女星上发出的。(结果保留两位有效数字)

● 10 ● 一辆实验小车可

沿水平地面(图中纸面)上的长直轨道匀速向右运动。有一台发出细光束的激光器装



在小转台 M 上, 到轨道的距离 MN 为 $d = 10$ m, 如图所示。转台匀速转动, 使激光束在水平面内扫描, 扫描一周的时间 $T = 60$ s, 光束转动方向如图中箭头所示。当光束与 MN 的夹角为 45° 时, 光束正好射到小车上。如果再经过 $\Delta t = 2.5$ s 光束又射到小车上, 则小车的速度为多少?(结果保留两位有效数字)



课时 2 光的折射

课前导航

“海市蜃楼”和“海滋”的区别

“海市蜃楼”和“海滋”的区别在于一远一近, 一虚一实。在沙漠上空或东海海面上空出现万里以外的伦敦城的景色, 这就是“海市蜃楼”。而在海岛上面重现本岛之景, 则是“海滋”。

“海市蜃楼”与“海滋”这两种景观, 其形成原理是有所区别的。当异地景物被阳光折射到空气稀薄的高空后, 恰好造成适当的角度, 又经不同密度的空气层的传递折射回低空, 平静的海面即成为“海市”的地面接收

站。所以, “海市蜃景”均是一幅来自异地的虚像。而“海滋”的景物取自于当地海面上的实体, 当水温与气温存在较大差异且海面上空气层产生强逆温时, 低空海面生成密度较大的“水晶体空气层”, 再由阳光折射就形成了“海滋”。



图 2-1 “海滋”呈现出的连绵小山头



请你思考:

1. “海市蜃楼”与“海滋”的形成原理是什么?
2. 光的折射遵守什么规律?

知识精析

1. 光的反射

(1) 反射定律: 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。

(2) 反射现象中光路是可逆的。

(3) 反射现象的分类: 镜面反射和漫反射。

(4) 像: 光线经过反射或折射后, 同类实际光线的交点或实际光线的反向延长线的交点, 就是物体的像。其中实际光线的交点为实像, 实际光线的反向延长线的交点为虚像。

(5) 平面镜成像的特点: 等大、正立的虚像, 物、像关于镜面对称。

2. 光的折射现象

光的折射: 光从一种介质进入另一种介质时, 传播方向发生改变的现象。

注意: (1) 入射光线和法线的夹角叫做入射角, 折射光线和法线的夹角叫做折射角; (2) 在光的折射现象中, 光路是可逆的; (3) 由于光的折射, 人们看到水中的“鱼”的位置比实际位置要高, 人们观察到的“鱼”是经折射形成的虚像。

3. 折射定律(斯涅尔定律)

(1) 折射定律: 折射光线、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。

(2) 公式: $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$ 。

(3) 注意: ①入射角的正弦跟折射角的正弦成正比, 而不是入射角跟折射角成正比。②光由空气进入介质时, 入射角大于折射角; 光由介质进入空气时, 入射角小于折射角。

4. 折射率

(1) 折射率: 光从真空射入某种介质发生折射时, 入射角 θ_1 的正弦跟折射角 θ_2 的正弦之比 n , 叫做这种介质的折射率。

(2) 公式: $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ 。

(3) 注意: ①因为 $c > v$, 所以 $n > 1$, 即任何介质的折射率都大于 1; ②介质的折射率由介质本身的特性和光的频率共同决定; ③当光由介质进入真空时, 公式中 θ_1 对应为折射角, θ_2 对应为入射角; ④ λ_0 为光在真空中的

波长, λ 为光在介质中的波长。

方法指导

一、平面镜成像中的视场范围

平面镜可以改变光线的传播方向, 但平面镜不能改变光线的聚散性, 即入射光线是发散的, 反射光线仍然是发散的。

平面镜成像作图可利用平面镜成像的规律, 即利用物、像的对称性画图, 也可以利用光的反射规律作出入射光线及对应的反射光线, 不同反射光线的反向延长线的交点, 即是虚像位置。

要确定物体在平面镜中所成像的视场, 需借助边界光线画出物体端点的视场范围, 视场的公共部分, 即为能观察到物体全像的空间范围。

例 1 在竖直立着的平面镜前 1.5 m 处, 看见一个物体的像正好映入平面镜内, 如果平面镜高为 60 cm, 物体到平面镜的距离为 0.6 m, 求物体的高度。

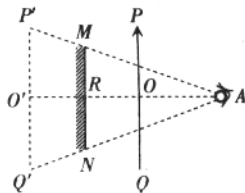


图 2-2

解析: 如图 2-2 所示, MN 为平面镜, PQ 为物体, $P'Q'$ 表示物体的像, 根据平面镜成像特点, 有:

$$P'Q' = PQ, OR = OR$$

$$\text{由 } \triangle AP'Q' \sim \triangle AMN \text{ 有 } \frac{P'Q'}{MN} = \frac{AO'}{AR}$$

$$\text{所以 } P'Q' = MN \cdot \frac{AO'}{AR} = 60 \times \frac{2.1}{1.5} \text{ cm} = 84 \text{ cm}$$

物体高 $PQ = P'Q' = 84 \text{ cm}$ 。

答案: 84 cm

点评: 此类问题应根据平面镜成像的特点先作出物体的像, 再利用边界光线来确定视场范围。

变式训练 1

如图 2-3 所示, M 表示一直立的平面镜, P_1P_2 是竖直放置的米尺, AB 是一遮光板, 在米尺上开一小孔 S , 某人眼睛紧贴小孔 S 可从 M 中看到的米尺的某部分的像。

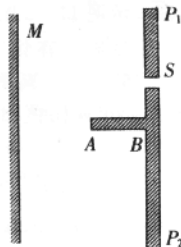


图 2-3

(1) 试画图表明人眼睛通过平面镜能看到米尺在 AB 下面的部位.

(2) 为使入眼不能通过 S 在 M 中看到米尺在 AB 的下部位, 可在 M 上贴一遮光纸, 试在图中确定出所贴纸的最小尺寸及位置.

点评: 根据题意画出相应的光路, 从而找到相关角度, 然后利用折射定律、反射定律及相关数学知识把问题解决.

变式训练 2

如图 2-5 所示, 有一长方体容器, 高为 30 cm、宽 40 cm, 在容器的底部平放着一把长 40 cm 的刻度尺. 眼睛在 OA 延长线上的 E 点观察, 视线沿着 EA 斜向下看, 恰能看到

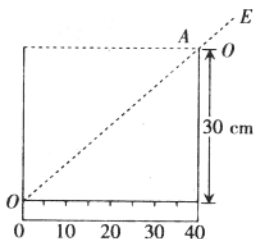


图 2-5

尺的左端零刻度. 现保持眼睛的位置不变, 向容器内倒入某种液体且满至容器口, 这时眼睛仍沿 EA 方向观察, 恰能看到尺上 20 cm 的刻度, 求此种液体的折射率.

二、介质中的光速

由 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{c}{v}$ 知, 光在介质中的传播速度 v 与

介质的折射率 n 有关.

例 2 光线以入射角 i

从空气射向折射率 $n = \sqrt{2}$ 的透明介质表面, 如图 2-4 所示.

(1) 当入射角 $i = 45^\circ$ 时, 求反射光线与折射光线间的夹角 θ .

(2) 当入射角 i 为何值时, 反射光线与折射光线间的夹角 $\theta = 90^\circ$?

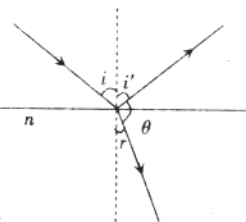


图 2-4

解析: (1) 设折射角为 r , 由折射定律 $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ 得

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

解得: $r = 30^\circ$

由已知可知 $i' = i = 45^\circ$

解得: $\theta = 180^\circ - 45^\circ - 30^\circ = 105^\circ$.

(2) 因为 $i' + r = 90^\circ$

故 $\sin r = \sin (90^\circ - i') = \cos i'$

由折射定律得: $\tan i = \sqrt{2}$, $i = \arctan \sqrt{2}$.

答案: 105° $\arctan \sqrt{2}$

三、折射成像、视深

如图 2-6 所示, 水中点光源 S 发出的发散光束经界面 AB 折射成像, 由折射光线的反向延长线的交点得虚像 (图中 S_1 或 S_2). 两条不同的折射光线形成的虚像的位置略有不同, 虚像虽能看到但不清晰, 只有垂直界面看, 像才清晰. 这里我们主要利用两条特殊的光线来确定折射成像, 一条是与界面垂直的 SC, 另一条是与竖直方向夹角很小的光线. 两条折射光线的反向延长线的交点位置即为虚像位置, 它比发光点 S 的位置高, 且在其正上方, 眼睛看到的是发光点 S 的虚像.

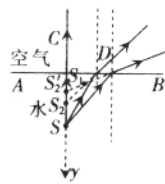


图 2-6

例 3 如图 2-7 所示, 在折射率为 n 、厚度为 d 的玻璃板上方的空气中有一点光源 S, 从 S 发出的光线 SA 以角度 θ_1 入射到玻璃上表面, 经过玻璃板后从下表



面射出.若沿此方向传播的光从光源到玻璃板上表面的传播时间与在玻璃板中传播的时间相等,则点光源 S 到玻璃板上表面的垂直距离 L 应是多少?

解析: 设入射角为 θ_1 , 折射角为 θ_2 .

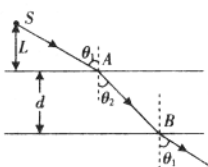


图 2-7

光从光源到玻璃板上表面的传播时间 $t_1 = \frac{L}{c \cos \theta_1}$.

光在玻璃板中的传播时间 $t_2 = \frac{d}{v \cos \theta_2}$, 其中 $v = \frac{c}{n}$, 而

$t_1 = t_2$, 所以 $\frac{L}{c \cos \theta_1} = \frac{dn}{c \cos \theta_2}$, 得 $L = \frac{dncos \theta_1}{\cos \theta_2} =$

$$\frac{dncos \theta_1}{\sqrt{1-\sin^2 \theta_2}} = \frac{dncos \theta_1}{\sqrt{1-\frac{\sin^2 \theta_1}{n^2}}}.$$

答案:
$$\frac{dncos \theta_1}{\sqrt{1-\frac{\sin^2 \theta_1}{n^2}}}$$

点评: 解题关键是要注意审题, 光在空气与玻璃中传播的速度不同, 两者关系 $v = \frac{c}{n}$, 同时寻找路程与速度、时间的关系.

变式训练 3

如图 2-8 所示, 紧贴矩形玻璃砖的右端插一枚大头针 D , 在距玻璃砖左端 $L_1 = 3 \text{ cm}$ 的 O 处观察大头针 D 的像 D' . 若测出像距玻璃砖的右端为 $L_2 =$

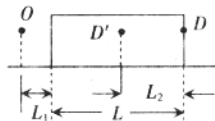


图 2-8

4 cm, 玻璃砖的厚度为 $L = 14 \text{ cm}$, 试估算玻璃砖的折射率.

四、大气层对光的折射现象——蒙气差

地球大气层的密度是不均匀的, 越接近地球表面密度越大, 折射率也越大. 我们可以把地球表面上的大气看做是由许多折射率不同的水平气层组成的, 光从一个气层进入下一个气层时要折向法线方向. 人总是逆着射来的光线的方向去寻找发光物体, 结果, 我们看到的发光天体的位置, 比它实际的位置要高一些, 这种效应越接近地平线就越明显, 我们看到的地平线的天体位置, 要比它的实际位置高 $37'$, 这种效应叫做蒙气差. 如图 2-9 所示.

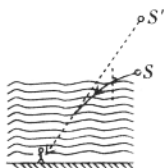


图 2-9

例 4 假设地球表面不存在大气层, 那么人们观察到的日出时刻与实际存在大气层的情况相比 ()

- A. 将提前
- B. 将延后
- C. 在某些地区将提前, 在某些地区将延后
- D. 不变

解析: 如图 2-10 所示, 射到地球表面的太阳光可近似看做是平行光束. 假设地球表面不存在大气层, 太阳光线将沿直线传播, 由于地球自转, B 处的人将先看到光东 A' 射来的光线, 于是看到了日出. 但是, 地球表面实际存在着大气层, 太阳光进入大气层后要发生折射, 折射光线如图中虚线所示. 由图中可看出, 光束 A' 外侧的光束 A 进入大气顶层后经过一系列折射, 射到地球表面的 C 点, 于是 C 处的人们看到了日出, 此时太阳的实际位置在 C 点的地平线的下方. 由地球自转方向 (自西向东) 不难推知: 假设地球表面不存在大气层, 地面上的 C 点运动到原 B 点的位置尚需一段时间, 故观察到日出的时刻将延后. 故选项 B 是正确的.

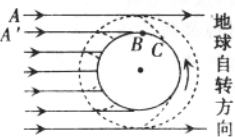


图 2-10

答案: B

点评: 日出时光线沿着地平线进入观察者的眼睛, 解本题时一定要作好过地平线的这条临界光线.

五、利用反射或折射的原理解运动学问题

光之所以发生折射, 是因为光在两种介质中的速度不同, 而光的传播总是使光在某两点间传播的时间最短, 这就是折射定律的原理, 可应用于运动学中.

例 5 如图 2-11 所示, 一个人发现水中 S 处有一溺水者, 溺水者离岸的距离 $SB = 10 \text{ m}$, 而发现者在 A 处, 距 B 点的距离为 20 m , 此人在岸上跑动的速度为 5 m/s , 而在水中的运动速度为 1 m/s . 为使发现者尽快到达溺水者处, 他应在何处下水?

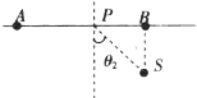


图 2-11

解析: 这是一个运动学问题, 但与光的折射现象有

相似之处。发现者为了尽快到达S处,假设他从P处下水($BP=x$),就相当于入射光的入射角 $\theta_1=90^\circ$, $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = 5$

因为 $\sin \theta_2 = \frac{x}{\sqrt{10^2+x^2}}$,故 $\frac{\sqrt{100+x^2}}{x} = 5$

解得: $x = \frac{5}{6}\sqrt{6} \text{ m} = 2.04 \text{ m}$,即发现者应从距B点2.04 m处下水。

答案:应从距B点2.04 m处下水。

点评:本题实际上就是我国古代科学家所研究的“胡不归原理”。

变式训练 4

为了连续改变反射光的方向,并多次重复这个过程,方法之一是旋转由许多反射镜面组成的多面体棱镜(简称镜鼓),如图2-12所示。当激光束以固定方向入射到镜鼓的一个反射面上时,由于反射镜绕垂直轴旋转,反射光就可在屏幕上扫出一条水平线。依此,每块反射镜都将轮流扫描一次。如果要求扫描的范围 $\theta=45^\circ$ 且每秒钟扫描48次,那么镜鼓的反射镜面数目和镜鼓旋转的转速分别为 ()

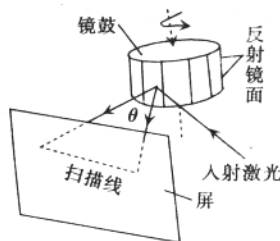


图2-12

- A. 8 360 r/min B. 16 180 r/min
C. 16 360 r/min D. 32 180 r/min

互动平台

育才老师和细心同学关于入射角和折射角的对话

细心:光从真空射入某种介质发生折射时,入射角一定大于折射角吗?

育才:你提问的切入点是什么?

细心:不就是 $n = \frac{c}{v}$ 吗?

育才:那当 $\theta_1=0^\circ$ 时,如何呢?

细心:根据 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$, θ_2 也应为 0° ,但物理意义我不清楚。

育才:一般情况下应该是入射角大于折射角,但是如果光线垂直射到分界面时,则入射角和折射角均为 0° ,此时入射光线、折射光线和法线三者共线。

粗心同学和细心同学关于折射率公式的对话

粗心:根据公式 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$,只要知道入射角 θ_1 和折射角 θ_2 ,就可以计算出某种介质的折射率。

细心:公式的基本形式是这样的,那 θ_1 和 θ_2 是如何确定的呢?

粗心: θ_1 是入射介质中光线与法线的夹角, θ_2 是折射介质中光线与法线的夹角。

细心:对。若光线从水中射向空气,算出的折射率大于1还是小于1?

粗心:因为入射角小于折射角,算出 $n < 1$ 。

细心:介质折射率有小于1的吗?

粗心:没有,那怎么办呢?

细心:若光线从空气射入介质,则有 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$;若光线从介质射入空气,则有 $n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$ 。

粗心:哦,明白了。谢谢你!

同步达标

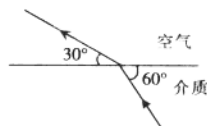


基础闯关

● 1 ● 光从某种介质射入空气中,入射角 θ_1 从零开始增大时,折射角 θ_2 也随之增大,下列说法正确的是 ()

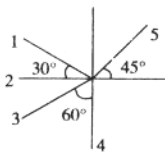
- A. 比值 $\frac{\theta_1}{\theta_2}$ 不变
B. 比值 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 不变
C. 比值 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 是一个大于1的常数
D. 比值 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 是一个小于1的常数

● 2 ● 如图所示,图中单色光线从某种介质射入空气中时,若入射光线与界面的夹角为 60° ,折射光线与界面的夹角为 30° ,则该介质的折射率为 ()



- A. $\sqrt{3}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ C. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ D. 2

● 3 ● 图示为光线在某种透明物质中向空气折射的情况,则图中标出的各直线名称是 ()



- A. 2是界面,1是入射光线,5是反射光线
B. 5是入射光线,4是界面,3是折射光线
C. 3是入射光线,2是法线,5是折射光线
D. 1是入射光线,4是界面,3是反射光线

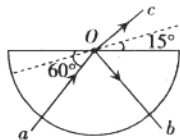


● 4 ● 一束单色光从空气中照射到一块质料均匀、厚度一定的透明玻璃平板上,第一次沿垂直于板面方向射入,第二次沿与板面成某一倾角方向射入 ()

- A. 第一次射入时光的方向未发生偏折,说明此时光在玻璃中的传播速度与空气中相同
- B. 两次光在玻璃中传播时经历的时间相同
- C. 两次光在玻璃中传播的速度不同
- D. 两次光在玻璃中传播的速度相同

● 5 ● 截面为半圆的柱体由

折射率为 $\sqrt{2}$ 的材料制成,入射光线 a 沿半径方向射入柱体, Ob 、 Oc 分别是它的反射光线和折射光线,现保持 aO 方向不变,使柱体绕垂直于纸面的通过 O 点的轴逆时针转过 15° (如图所示),则 ()

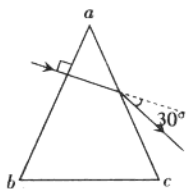


- A. 反射光线 Ob 将转过 15°
- B. 反射光线 Ob 将转过 30°
- C. 折射光线 Oc 将转过 45°
- D. 折射光线 Oc 将转过 30°

● 6 ● 井口的面积为 S ,井里充满水 and 无水时,井底的青蛙观天的面积分别为 S_1 和 S_2 ,关于 3 个面积的大小关系的判断正确的是 ()

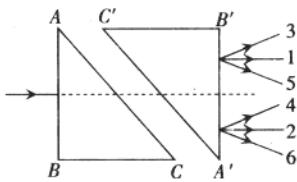
- A. $S_1 > S_2 = S$
- B. $S_1 > S_2 > S$
- C. $S_1 = S_2 = S$
- D. $S_1 < S_2 = S$

● 7 ● 如图所示,玻璃棱镜的截面为等腰三角形,顶角 α 为 30° .一束光线垂直于 ab 面射入棱镜,又从 ac 面射出.出射光线与入射光线之间的夹角为 30° ,则此棱镜材料的折射率是 ()



- A. $\frac{3}{2}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- C. $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- D. $\sqrt{3}$

● 8 ● 如图所示,在一个真空系统中,固定着一水平桌面,桌面上平放着 2 块完全相同的直角三角形玻璃砖 ABC 和 $A'B'C'$,两



玻璃砖间隔一定距离,其 AC 面和 $A'C'$ 相互平行.一细束激光垂直于 AB 面射入,依次穿过左侧玻璃砖、两砖间空隙及右侧玻璃砖之后的传播路径,下列判断正确的是 ()

- A. 只可能是 1
- B. 只可能是 2
- C. 可能是 3、4 中的某一条
- D. 可能是 5、6 中的某一条

拔高训练

● 9 ● 空中有一只小鸟,距水面 3 m ,其正下方距离水面 4 m 深处的水中有一条鱼.已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$,则鸟看水中鱼离它 m ,鱼看空中鸟离它 m .

● 10 ● 水中一标竿齐水面的刻度为零,水面以上刻度为正,以下刻度为负.人浮于水面与标竿相距 L 处,且水面上标竿的 $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ m}$ 刻度的倒影与水下一 $\sqrt{2}\text{ m}$ 刻度的像重合.若水的折射率为 $\sqrt{2}$,要看到水面上 $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ m}$ 刻度的倒影与水下一 $\sqrt{5}\text{ m}$ 的刻度的像重合,人需后退的距离为多少?



课时 3 全反射

课前导航

蜃景为什么有倒有正

课本“海市蜃楼”的阅读材料中,给出了两幅蜃景图。沙漠里的蜃景是倒立的像,而大海中的“蜃景”为什么是正立的呢?

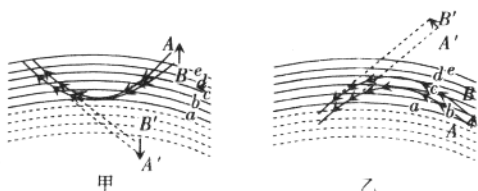


图 3-1

这与空气层的温度分布特点有关。如图 3-1 甲所示,夏天,阳光下沙漠表层 a 层的空气温度较高,其上面的 b, c, d 等层温度变化不大,只在 a, b 层有明显变化。地面上 A, B 两点射出的光线,要射到 a 层时才发生全反射。由反射定律可知,我们便看到了 AB 倒立的像。

而海面上的蜃景,如图 3-1 乙所示,海面上的空气在夏天阳光的照射下,空气温度由下而上较均匀的升高,没有突变“高温层”,从海面上的 A, B 两点发出的光,几乎是同等程度地被折射,最后发生全反射。根据反射定律,我们便看到了正立的像。

所以,沙漠上倒立的蜃景,是差不多在同一个反射面上形成的;而海面上正立的蜃景则是由不同的层面反射造成的。

请你思考:

1. 你听过或见过“海市蜃楼”吗?
2. 阳光下的露珠为什么格外明亮?

知识精析

1. 光疏介质和光密介质

任何介质的折射率都大于 1, 折射率越大, 光在其中传播的速度就越小。两种介质相比较, 折射率较大的介质叫光密介质, 折射率较小的介质叫光疏介质。

2. 对光密介质、光疏介质的理解

(1) 光疏介质与光密介质是相对的。如: 水、水晶和金刚石三种介质, 其折射率分别是 1.33、1.55、2.42, 水晶对水来说是光密介质, 对金刚石来说却是光疏介质。

(2) 在对光密介质和光疏介质的认识上, 不要同介质的密度混为一谈。例如酒精对水来说是光密介质, 但酒精的密度比水小。

3. 全反射

(1) 全反射现象: 当光线从光密介质射入光疏介质时, 在入射角逐渐增大的过程中, 反射光的能量逐渐增强, 折射光的能量逐渐减弱, 当入射角增大到某一角度时, 折射角达到 90° , 光线全部被反射回原介质的现象叫全反射。

(2) 临界角: 折射角变为 90° 时的入射角叫做临界角, 通常用 C 表示。根据光路的可逆性和折射定律可得光从某介质射到空气(或真空)时的临界角与折射率的关系:

$$n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C} = \frac{1}{\sin C} \quad \sin C = \frac{1}{n} = \frac{v}{c}$$

(3) 产生全反射的条件: ① 光线从光密介质射向光疏介质; ② 入射角大于或等于临界角。

4. 光导纤维

光导纤维是全反射现象的一个重要应用。实际用的光导纤维是非常细的特制玻璃丝, 直径只有几微米到一百微米左右, 是由内芯和外套两层组成的。对于内芯而言, 外套是光疏介质, 光线在内芯与外套的界面上发生全反射, 这样光就能从一端传送到另一端。光信号又可以转换成电信号, 进而变为声音、图像。如果把许多(上百万根)光导纤维合成一束, 并使两端的纤维按严格相同的次序排列, 就可以传输图像。

方法指导

一、光疏介质和光密介质

确定光密、光疏介质有两种方法: ① 由 $n = \frac{c}{v}$ 知, 光在其中传播速度小的为光密介质; ② 由折射定律知, 光从光密介质射入光疏介质时, 折射角大于入射角。