

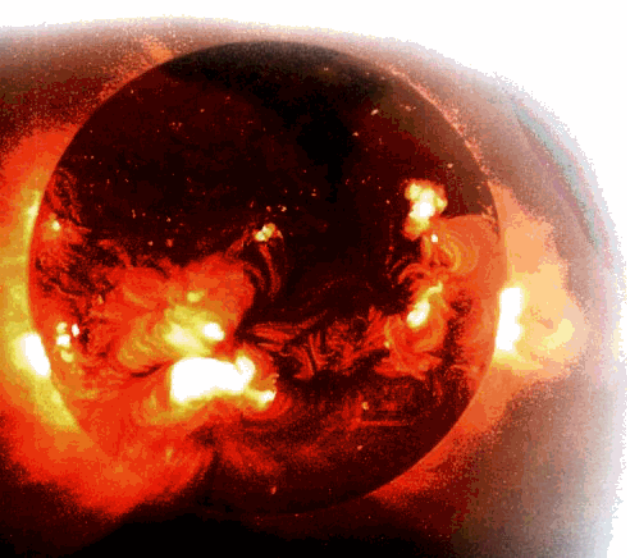
主编 徐宏杰 分册主编 黄淑丽

普通高中课程标准

实验探究报告册

高二分册

物理选修 **2-3**



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高二分册 物理 选修 2-3

分册主编 黄淑丽

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高二分册. 物理. 选修2-3.
徐宏杰主编; 黄淑丽分册主编. —北京: 华文出版社,
2008. 2

ISBN 978-7-5075-2134-4/G · 386

I. 普… II. ①徐…②黄… III. 物理课—高中—实验报
告 IV. G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第184220号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街305号8区2号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010-58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787毫米×1092毫米 1/16 印张: 61.5 字数: 900千字

2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

定价: 67.40元

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：黄淑丽 王 慧 姜 丽 董淑梅

物理分册

主 编：黄淑丽

副 主 编：刘 营 单新宇

编 者：刘 营 单新宇 张 焱 康金玉

策 划：北京中育书情文化工作室

前 言

随着我国新一轮课程改革的实施，科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分，是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力，促进学生的全面发展，培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科，实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼，在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会，包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论，有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准，以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨，立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活，不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束，精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动，有利于学生发现问题、提出问题和解决问题，并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间；凸显了学生学习方式的转变，把已有知识作为工具和手段，引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论，让学生体验科学探索的曲折和艰辛，汲取前辈科学家的思维和研究方法，体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣，在真实的探究活动过程中，形成科学的价值观和实事求是的科学态度，掌握科学的研究方法，增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质；着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征，注重开发学生的多元智能，增强学生的社会责任感，达到学以致用目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节（课）、章（单元）、学期、学年教学同步；在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说，是一件新事物；对于编者来说也不是一件轻松的事情，它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门，希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

目 录

探究活动一	光的折射 折射率	(1)
探究活动二	全反射现象	(6)
探究活动三	棱镜和光的色散现象	(12)
探究活动四	透镜及透镜成像规律	(17)
探究活动五	眼睛	(22)
探究活动六	显微镜和望远镜	(25)
探究活动七	光的干涉	(28)
探究活动八	光的衍射	(32)
探究活动九	光的偏振	(36)
探究活动十	光源	(38)
探究活动十一	激光	(41)
探究活动十二	激光的应用	(43)
探究活动十三	天然放射现象 原子结构	(45)
探究活动十四	原子核衰变	(48)
探究活动十五	放射性同位素的应用	(54)
探究活动十六	核反应和核能	(59)
探究活动十七	核裂变和裂变反应堆	(63)
探究活动十八	核聚变和受控热核反应	(67)
参考答案		(73)

探究活动一 光的折射 折射率

【目标培养】

1. 知识目标：了解介质的折射率与光速的关系；掌握光的折射定律；掌握介质的折射率的概念；会用折射定律解释简单的现象。

2. 能力目标：通过观察演示实验，使学生了解到光在两种介质界面上发生的现象（反射和折射），观察反射光线、折射光线随入射角的变化而变化，培养学生的观察、概括能力，通过相关物理量变化规律的学习，培养学生分析、推理能力。

3. 情感目标：渗透物理研究和科学态度的教育。实验的客观性与人观察的主观性的矛盾应如何解决，人的直接观察与用仪器探测是有差别的，我们应用科学的态度看待用仪器探测的结果。

【知识导航】

1. 光从空气斜射入水或其他介质时，折射角_____入射角；当光从水或其他介质斜射入空气时，折射角_____入射角；当光线垂直射向介质表面时，传播方向_____。

2. 如图 1-1 所示，是光由玻璃射入空气时发生折射的不完整的光路图，在图中，入射光线是_____，折射光线是_____，折射角是_____，_____是玻璃。

3. 早晨阳光射到地球上，看到太阳在远方的地平线上，阳光在这时_____（填“是”或“不是”）直线传播的，因此，看到太阳的所在位置_____（填“高于”或“低于”）太阳的实际位置，这种现象是由于阳光通过了大气层时发生了_____而出现的。

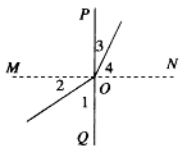


图 1-1

4. 孩子在湖边观鱼，这条鱼实际在 C 点处，但孩子看见鱼是在 D 点处。则小孩这样看的结果是因为从水下发射的光发生了_____，所看的是鱼的_____像（填“实像”或“虚像”），光是从_____（空气中射到水中或水中射到空气中），鱼的反射光线折射时_____（填“靠近”或“偏离”）法线，小孩看到鱼的水平距离比实际距离_____，小孩看到鱼的深度比鱼所在的实际深度_____，由于折射使孩子感到好像鱼的真实位置_____（填“改变了”或“没改变”）。

【互动课堂】

1. 材料和用具

学生光源、半圆柱状透明玻璃、量角器、白纸。

2. 活动过程

在桌上放一张白纸，将量角器放在白纸上。再将半圆柱状透明玻璃放在量角器上，玻璃的直边和圆心与量角器的直边和圆心相重合。

实验一：让光源射出的光束从空气斜射到半圆柱状透明玻璃的圆心上。改变入射角的大小，从量角器上测出入射角分别为 60° 、 45° 、 30° 时相应的折射角（入射角可用三角板或量角器来确定），并将结果填入下表中。

入射角	反射角
60°	
45°	
30°	

实验二：让光源射出的光束由半圆柱状透明玻璃进入空气。

3. 讨论与交流

(1) 在实验一中，观察入射角为零时的情况。观察光线进入玻璃后，有没有发生折射。这时的折射角多大？由此可以得出什么结论？

(2) 在实验二中，观察光线沿着半圆柱状透明玻璃的半径方向到达与空气的交界点处并重新进入空气时，光线的传播方向变不变？可以得出什么结论？

4. 变式与创新

用一束光向半圆柱状透明玻璃的半圆面入射，将会看到哪几种折射现象？试试看并画出光路图来。

【演练平台】

例 1：光在某介质中的传播速度是 $2.122 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，当光线以 30° 入射角，由该介质射入空气时，折射角为多少？

解析：由介质的折射率与光速的关系得：

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

又根据介质折射率的定义式得：

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (2)$$

r 为在空气中光线、法线间的夹角即为所求。 i 为在介质中光线与法线间的夹角 30° 。

由 (1)、(2) 两式解得：

$$\sin r = \frac{v}{c} \sin i = \frac{2.122 \times 10^8}{3.00 \times 10^8} \times \frac{1}{2} = 0.707$$

所以 $r = 45^\circ$

例 2：线从空气射入甲介质中时，入射角 $i = 45^\circ$ ，折射角 $r = 30^\circ$ ，光线从空气中射入乙介质中时，入射角 $i' = 60^\circ$ ，折射角 $r' = 30^\circ$ 。求光在甲、乙两种介质中的传播速度比。

解析：设光在甲介质中传播的速度为 $v_{\text{甲}}$ ，光在乙介质中传播的速度为 $v_{\text{乙}}$ 。根据折射率的定义式得：

$$n_{\text{甲}} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2};$$

$$n_{\text{乙}} = \frac{\sin i'}{\sin r'} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$$

根据折射率与光速的关系得：

$$n_{\text{甲}} = \frac{c}{v_{\text{甲}}}, \quad n_{\text{乙}} = \frac{c}{v_{\text{乙}}}, \quad \text{得: } v_{\text{甲}} = \frac{c}{n_{\text{甲}}}, \quad v_{\text{乙}} = \frac{c}{n_{\text{乙}}}.$$

$$\text{所以: } \frac{v_{\text{甲}}}{v_{\text{乙}}} = \frac{\frac{c}{n_{\text{甲}}}}{\frac{c}{n_{\text{乙}}}} = \frac{n_{\text{乙}}}{n_{\text{甲}}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}.$$

例 3：光线从空气射入 $n = \sqrt{3}$ 的介质中，反射光线恰垂直于折射光线，则入射角约为多少？

解析：根据光的反射定律有入射角 i 跟反射角 β 相等 $i = \beta$ ，根据题意折射光线与反射光线垂直，即两光线的夹角为 90° ，则反射角 β 与折射角 r 互余，即 $\beta + r = 90^\circ$ ，则 $i + r = 90^\circ$ 。

又根据折射率的定义式：

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\sin(90^\circ - i)} = \frac{\sin i}{\cos i} = \tan i,$$

$$\tan i = \sqrt{3},$$

所以： $i = 60^\circ$ 。

【学以致用】

1. 已知水的折射率为 $4/3$ ，某种玻璃的折射率是 $3/2$ ，则光在水中和在这种玻璃中传播的速度之比是多少？

2. 由空气射入某种介质，折射光线与反射光线恰好垂直，已知入射角是 53° ，则这种介质可能是什么？

3. 一束宽度为 10 cm 的平行光束，以 60° 的入射角从空气射入折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质中，界面光滑平整，求反射光束和折射光束的宽度。

4. 如图 1-2 所示，一圆柱形容器，底面直径和高度相等，当在 S 处沿容器边缘的 A 点方向观察空筒时，刚好看到筒底圆周上的 B 点。保持观察点位置不变，将筒中注满某种液体，可看到筒底的中心点 O ，试求这种未知液体的折射率是多大？

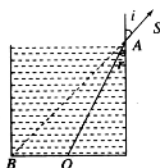


图 1-2

5. 有人在游泳池岸边“竖直”向下观察池水的深度，看上去池水的视深为 h ，已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$ ，那么池水的实际深度 $H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【科学漫谈】

近代对折射现象的研究

1611年，开普勒在系统探究的基础上，写了《折光学》一书，书中记载他做了两个实验。

第一个实验是比较入射角和折射角。他设计的装置如图 1-3 所示，日光 LMN 斜射到器壁 DBC 上， BC 边缘的影子投射到底座，形成阴影边缘 HK 。另一部分从 DB 射进玻璃立方体 $ADBEF$ 内，阴影的边缘形成于 IG 。根据屏高 BE 和两阴影的长度 EH 和 EG ，就可以算出玻璃立方体的入射角和折射角之比。

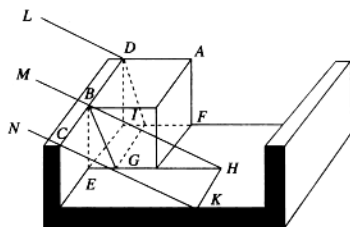


图 1-3

第二个实验是用一圆柱形玻璃块，令太阳光垂直于圆柱长轴入射，可以观测到，通过圆柱长轴的光线 S_1 方向不变，和圆柱边缘相切的光线 S_2 偏折最大。开普勒发现，最大偏折角 β 大约为 42° 。

开普勒没有找到正确的折射定律表达式，但通过这些实验发现了全反射。他这样思考：令 GG 为玻璃与空气的分界面，光线从玻璃上方的空气由各个方向都经 O 点进入玻璃，这些光线必将组成夹角为 $2 \times 42^\circ = 84^\circ$ 的锥形 MOM 。他进一步设想，如果从玻璃由一束光 Σ 射向界面，其入射角大于 42° ，则到达 O 点后，既不能进入空气，也不能进入 MOM 锥形区域，必定反射为 Σ' 。

开普勒的证明方法很巧妙，他利用光的可逆性，从反面倒推，得出结论。这是科学论证中常用的一种很有说服力的方法。

探究活动二 全反射现象

【目标培养】

1. 知识目标：知道什么是光疏介质和光密介质，理解光的全反射现象，掌握发生全反射的条件；理解临界角的物理意义，会根据公式确定光从介质射入真空（空气）时的临界角。

2. 能力目标：能判断是否发生全反射，并能解决有关的问题；能运用全反射的知识分析和解释一些简单的现象了解光的全反射在光导纤维上的应用。

3. 情感目标：通过这部分知识的学习，使学生对自然界中许多美好的现象进行充分的认识，学会用科学知识来解释自然现象；了解我国光纤技术的进展以及光导纤维在现代科技中的应用，培养爱国主义热情和科学态度。

【知识导航】

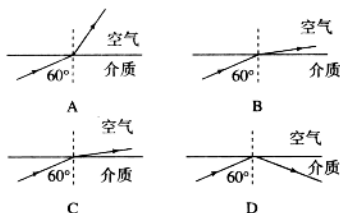
1. 某玻璃的临界角为 42° ，要使光在空气和玻璃的分界面上发生全反射，应该满足的条件是：(1) _____；(2) _____。

2. 在盛水的玻璃杯中放一空试管，用灯光照亮杯侧，如图 2-1 所示，从水面上方观察水中的试管，看到试管壁特别明亮，这是_____现象；明亮的光线来自试管的____（填内、外）表面的反射。如果在试管中装上水，上述的明亮现象就消失了，这是因为_____改变，使_____不再满足，_____现象不再发生。



图 2-1

3. 某介质的折射率为 $\sqrt{2}$ ，一束光从介质射向空气，入射角为 60° ，哪个光路图是正确的（ ）



【互动课堂】

1. 材料和用具

烧杯、水、蜡烛、火柴、试管夹、镀铬的光亮铁球（可夹在试管夹上）。

全反射现象演示仪，接线板，烟雾发生器，火柴，产生烟雾的烟雾源，半圆柱透明玻璃（半圆柱透镜），弯曲的细玻璃棒（或光导纤维）。

2. 活动过程

实验一：将光亮铁球夹在试管夹上，放在点燃的蜡烛上熏黑，将试管夹和铁球置于火焰的内焰进行熏制，一定要全部熏黑，然后将熏黑的铁球浸没在盛有清水的烧杯中，观察现象。

实验二：将半圆柱透镜的半圆一侧靠近激光光源一侧，使直平面垂直光源与半圆柱透镜中心的连线，点燃烟雾发生器中的烟雾源置于激光演示仪中，将接线板接通电源，打开激光器的开关。让一束激光垂直于半圆柱透镜的直平面入射，研究光从半圆柱透镜射出的光线的偏折情况。

3. 讨论与交流

(1) 在实验一中你观察到了什么现象？如何解释发生这种现象的原因。

(2) 在实验二中你观察到了什么现象？如何解释发生这种现象的原因。

4. 变式与创新

用灯光照射汽车尾灯时，尾灯很亮。观察自行车尾灯内部的结构，回想在夜间看到的现象。用科学知识来解释它。

【演练平台】

例 1：如图 2-2 所示是半圆柱（透光）的主截面，其折射率为 $\sqrt{2}$ 。平行光束 S 与半圆柱平面成 45° 角入射，试求光线从半圆面射出的范围。



图 2-2

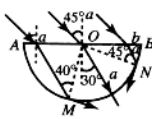


图 2-3

解析：入射光的入射角为 45° ，由折射定律：

$\sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin r$ 可知折射角为 30° 。其中从半圆圆心入射光线的折射光线沿半径可直接射出，这就是光线能从半圆面射出的中心位置。见图 2-3。

选择从 a 、 b 两点的入射光线，它们到达圆弧面 M 、 N 点时，从圆弧面射向空气的入射角恰为临界角 45° ， M 、 N 两点就是能从圆弧射出光线的两个端点。在 $\widehat{MN}$ 范围内有光线射出。依据各种角关系可得：

$$\angle AOM = 75^\circ, \angle AON = 165^\circ, \widehat{MN} = 90^\circ.$$

例 2：折射率为 n ，长度为 L 的玻璃纤维置于空气中，若从 A 端射入的光线能在玻璃纤维中发生全反射，最后从 B 端射出，参见图 2-4，求：

(1) 光在 A 面上入射角的最大值。

(2) 若光在纤维中恰能发生反射，由 A 端射入到从 B 端射出经历的时间是多少？

(3) 若要使从 A 端射入的光线不论入射角多大，都能在纤维中发生全反射，而从 B 端射出，纤维的折射率不能小于多少？

解析：(1) 参见图 2-5，要求在纤维中发生全反射，其临界角 C 有：

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

又从入射角 i 入射的光线的折射角 $r = 90^\circ - C$ 所以： $\cos r = \frac{1}{n}$ ， $\sin r = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}$

由折射定律：

$$\sin i = n \sin r = \sqrt{n^2 - 1}$$

$$i = \arcsin \sqrt{n^2 - 1}$$

(2) 光在纤维中传播的速度

$$v = \frac{c}{n}$$

c 为光在真空中传播的速度。

光在沿纤维轴线方向上的速度分量：

$$v_i = v \cos r = \frac{v}{n} = \frac{c}{n^2}$$

所用时间：

$$t = \frac{L}{v_i} = \frac{n^2 L}{c}$$

(3) 当入射 $i = 90^\circ$ 时， $r = 45^\circ$ ， $n = \frac{1}{\sin r} = \sqrt{2}$

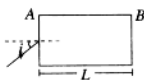


图 2-4

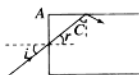


图 2-5

【学以致用】

1. 水的折射率为 $\frac{4}{3}$ ，玻璃的折射率为 $\frac{3}{2}$ ，水对玻璃是_____介质，水对空气是_____介质，空气对玻璃是_____介质（填“光疏”或“光密”）。

2. 光在金刚石中的临界角为 $C_1 = 24.5^\circ$ ，光在某种玻璃中的临界角为 $C_2 = 40^\circ$ ，那么光在这两种介质中的传播速度 v_1 、 v_2 和折射率 n_1 、 n_2 的大小关系分别是（ ）

- A. $v_1 > v_2$, $n_1 > n_2$ B. $v_1 < v_2$, $n_1 < n_2$
C. $v_1 > v_2$, $n_1 < n_2$ D. $v_1 < v_2$, $n_1 > n_2$

3. 水面下有一个可以移动的点光源，通过水面上方的空气可以看到水面上有一个面积大小变化的圆形透光面，若见到透光圆面的面积正在缩小，而圆心位置不变，则应是（ ）

- A. 光源上浮 B. 光源下沉
C. 光源侧移 D. 光源不动

4. 玻璃砖放在空气中，一条光线由空气射向 aa' 界面（如图 2-6 所示），则该光线（ ）

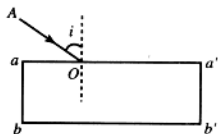


图 2-6

- A. 在 aa' 界面一定同时有反射和折射现象
B. 在 bb' 界面一定同时有反射和折射现象
C. 在 aa' 界面有可能发生全反射
D. 在 bb' 界面有可能发生全反射

5. 光从水中射向水里的气泡时，观察水中的气泡，下列说法中，正确的是（ ）

- A. 一定同时有反射和折射，所以看上去较亮
B. 一定同时有反射和折射，所以看上去较暗
C. 有可能发生全反射，所以有时看上去特别亮
D. 有可能只有折射没反射，所以有时看上去特别暗

6. 潜水员在水面下能看到水面上的全部景物，因为水面上方 360° 范围内，射入水中的光线全部集中在顶角为 θ 的一个倒立圆锥内（如图 2-7 为其中一个截面），对此现象，下列说法正确的是（ ）

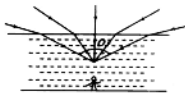


图 2-7

- A. 潜水员潜得越深， θ 角越大
B. 潜水员潜得越深， θ 角越小
C. 潜水员深度为某个值时， θ 角最大
D. θ 角的大小与潜水员的深浅位置无关

7. 如图 2-8 一束平行光线垂直射向半圆形玻璃砖 AB 界面，这些光线进入玻璃砖后，在半圆弧形 ACB 界面上将发生下列哪种现象（ ）

- A. 各处一定同时有反射和折射现象
- B. 各处只有折射现象而没有反射现象
- C. 各处一定存在反射现象，但不一定有折射现象
- D. 各处一定存在折射现象，但不一定有反射现象

8. 如图 2-9 是光导纤维结构示意图，内层芯线的折射率为 n_1 ，外层包皮的折射率为 n_2 ，为了使光信号能从左端全部传到右端，则 n_1 和 n_2 的大小关系是_____。

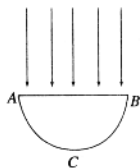


图 2-8

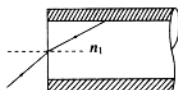


图 2-9

9. 下面各种现象中，属于全反射现象的是（ ）

- A. 直尺斜插在水中，呈弯折现象
- B. 玻璃中的气泡看上去特别光亮
- C. 夜间行车时，装在汽车后的尾灯发光
- D. 露珠闪亮

10. 光在 A、B、C 三种介质中传播的速度为 $v_A > v_B > v_C$ ，如果光按下面几种情况传播，可能发生全反射的是（ ）

- A. 从 A 介质射入 B 介质
- B. 从 B 介质射入 C 介质
- C. 从 C 介质射入 A 介质
- D. 从 A 介质射入 C 介质

【科学漫谈】

海市蜃楼

夏天，在静无风的海面上，向远方望去，有时能看到山峰、船舶、楼台、亭阁、集市、庙宇等出现在远方的空中。古人不明白产生这种景象的原因，对它作了不科学的解释，认为是海中蛟龙（即蜃）吐出的气结成的，因而叫做“海市蜃楼”。1981 年 7 月 10 日下午在山东省蓬莱海面就曾出现海市蜃楼的胜景，当时在此的四五百游人有幸观赏了这一奇异景象。

海市蜃楼是光在密度分布不均匀的空气中传播时发生全反射而产生的。夏天，海面上的下层空气温度比上层低，密度比上层大，折射率也比上层大。我们可以把海面上的空气看作是由折射率不同的许多层气体组成的。远处的山峰、船舶、楼房、人等反射出来的光线射向空中时，由于不断被折射，越来越偏离法线方向。进入上层空气的入射角不断增大，以致发生全反射，光线反射回地面，人们逆着光线看去，就会看到远方的景物悬在空中。