

实验十三 测量玻璃的折射率

【教学目标】1.掌握测量折射率的原理及方法.
2.会用插针法测量玻璃的折射率.

【教学重点】会用插针法测量玻璃的折射率.

【教学难点】会对插针法测量玻璃的折射率的误差进行分析

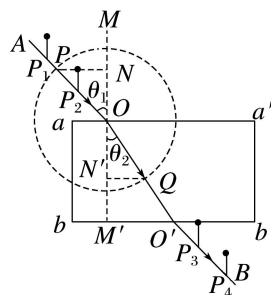
【教学内容】

实验技能储备

1. 实验原理

如图所示,当光线 AO 以一定的入射角 θ_1 透过一块两面平行的玻璃砖时,通过插针法找出跟入射光线 AO 对应的出射光线 $O'B$,从而画出光从空气射入玻璃后的折射光线 OO' ,求出折射角 θ_2 ,再根据 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

或 $n = \frac{PN}{QN'}$ 计算出玻璃的折射率.



2. 实验器材

木板、白纸、玻璃砖、大头针、图钉、量角器、三角板、铅笔.

3. 实验步骤

(1)用图钉把白纸固定在木板上.

(2)在白纸上画一条直线 aa' , 并取 aa' 上的一点 O 为入射点, 作过 O 点的法线 MM' .

(3)画出线段 AO 作为入射光线, 并在 AO 上插上 P_1 、 P_2 两根大头针.

(4)在白纸上放上玻璃砖, 使玻璃砖的一条长边与直线 aa' 对齐, 并画出另一条长边的对齐线 bb' .

(5)眼睛在 bb' 的一侧透过玻璃砖观察两个大头针并调整视线方向, 使 P_1 的像被 P_2 的像挡住, 然后在眼睛这一侧插上大头针 P_3 , 使 P_3 挡住 _____, 再插上 P_4 , 使 P_4 挡住 _____

(6)移去玻璃砖, 拔去大头针, 由大头针 P_3 、 P_4 的针孔位置确定出射光线 $O'B$ 及出射点 O' , 连接 O 、 O' 得到线段 OO' .

(7)用量角器测量入射角 θ_1 和折射角 θ_2 , 并查出其正弦值 $\sin \theta_1$ 和 $\sin \theta_2$.

(8)改变入射角, 重复实验.

4. 数据分析

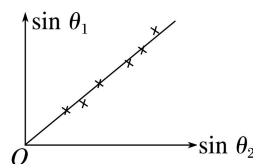
(1)计算法

用量角器测量入射角 θ_1 和折射角 θ_2 , 并查出其正弦值 $\sin \theta_1$ 和 $\sin \theta_2$. 算出不同入射角时的 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$, 并取平均值.

(2)图像法

改变不同的入射角 θ_1 , 测出不同的折射角 θ_2 , 作 $\sin \theta_1 - \sin \theta_2$ 的图像,

由 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 可知图像应是过原点的直线, 如图所示, 其 _____ 为折射率.

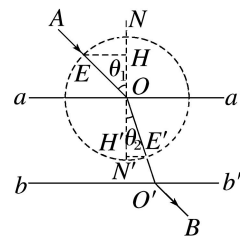


(3) “单位圆”法

以入射点 O 为圆心，以一定的长度 R 为半径画圆，如图所示，

$$\sin \theta_1 = \frac{EH}{OE}, \sin \theta_2 = \frac{E'H'}{OE'}, OE = OE' = R, \text{ 则 } n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{EH}{E'H'}.$$

只要用刻度尺量出 EH 、 $E'H'$ 的长度就可以求出 n 。



5. 注意事项

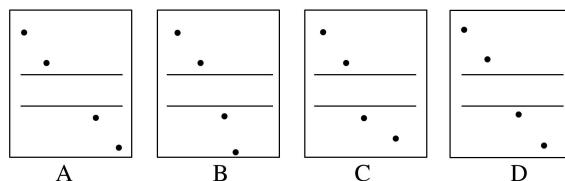
- (1) 实验时，应尽可能将大头针竖直插在纸上，且 P_1 和 P_2 之间、 P_3 和 P_4 之间、 P_2 与 O 、 P_3 与 O' 之间距离要稍大一些。
- (2) 入射角 θ_1 不宜太大(接近 90°)，也不宜太小(接近 0°)。
- (3) 操作时手不能触摸玻璃砖的光洁光学面，也不能把玻璃砖界面当尺子画界线。
- (4) 实验过程中，玻璃砖与白纸的相对位置不能改变。
- (5) 玻璃砖应选用宽度较大的，宜在 5 cm 以上，若宽度太小，则测量误差较大。

考点一 教材原型实验

【例 1】 某小组做测量玻璃的折射率实验，所用器材有：玻璃砖，大头针，刻度尺，圆规，笔，白纸。

(1) 下列哪些措施能够提高实验准确程度_____。

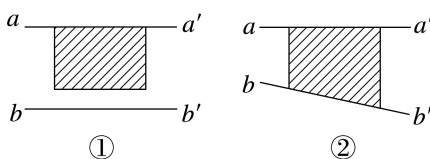
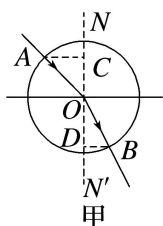
- A. 选用两光学表面间距大的玻璃砖
- B. 选用两光学表面平行的玻璃砖
- C. 选用粗的大头针完成实验
- D. 插在玻璃砖同侧的两枚大头针间的距离尽量大些



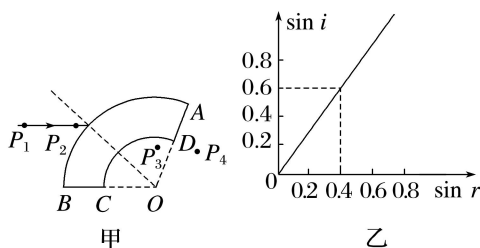
(2) 该小组用同一套器材完成了四次实验，记录的玻璃砖界线和四个大头针扎下的孔洞如图所示，其中实验操作正确的是_____。

(3) 该小组选取了操作正确的实验记录，在白纸上画出光线的径迹，以入射点 O 为圆心作圆，与入射光线、折射光线分别交于 A 、 B 点，再过 A 、 B 点作法线 NN' 的垂线，垂足分别为 C 、 D 点，如图甲所示，则玻璃的折射率 $n = \frac{OC}{OD}$ 。(用图中线段的字母表示)

(4) 在用插针法测量玻璃的折射率的实验中，甲、乙两位同学在纸上画出的界面 aa' 、 bb' 与玻璃砖位置的关系分别如图乙中①、②所示，其中甲同学用的是矩形玻璃砖，乙同学用的是梯形玻璃砖。他们的其他操作均正确，且均以 aa' 、 bb' 为界面画光路图。则甲同学测得的折射率与真实值相比_____ (填“偏大”“偏小”或“不变”)；乙同学测得的折射率与真实值相比_____ (填“偏大”“偏小”或“不变”)。



【例 2】 用圆弧状玻璃砖做测量玻璃折射率的实验时，先在白纸上放好圆弧状玻璃砖，在玻璃砖的一侧竖直插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ，然后在玻璃砖的另一侧观察，调整视线使 P_1 的像被 P_2 的像挡住，接着在眼睛所在的一侧插两枚大头针 P_3 和 P_4 ，使 P_3 挡住 P_1 和 P_2 的像， P_4 挡住 P_3 以及 P_1 和 P_2 的像，在纸上标出大头针位置和圆弧状玻璃砖轮廓，如图甲所示，其中 O 为两圆弧圆心，图中已画出经 P_1 、 P_2 点的入射光线。



(1)在图甲上补画出所需的光路。

(2)为了测出玻璃的折射率，需要测量入射角和折射角，请在图甲中的 AB 分界面上标出这两个角，分别用 i 和 r 表示。

(3)为了保证在光线从弧面 CD 上射出，实验过程中，光线在弧面 AB 的入射角应适当_____ (选填“小一些”“无所谓”或“大一些”)。

(4)多次改变入射角，测得几组入射角和折射角，根据测得的入射角和折射角的正弦值，画出了如图乙所示的图像，由图像可知该玻璃的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

考点二 探索创新实验

【例 3】某同学用半圆柱玻璃砖做测量玻璃的折射率实验，他的操作步骤如下：

A. 用毫米刻度尺量出半圆柱玻璃砖的直径 d ，算出半径 $r = \frac{d}{2}$ ，然后确定圆心的位置，记在玻璃砖上；

B. 在白纸上画一条直线作为入射光线，并在入射光线上插两枚大头针 P_1 和 P_2 ；

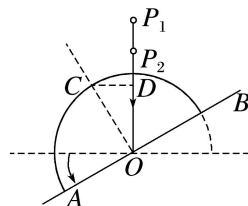
C. 让入射光线与玻璃砖的直径垂直，入射光线经过圆心 O ；

D. 以圆心 O 为轴，缓慢逆时针转动玻璃砖，同时调整视线方向，直到从 AB 下方恰好看不到 P_2 和 P_1 的像，然后沿半圆柱玻璃砖直径画一条直线 AB ，并作出光路图，如图所示。

(1)看不到 P_2 和 P_1 的像是因为发生了_____；

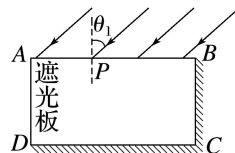
(2)只使用毫米刻度尺，还需要测量_____ (选填“ OD ”或“ CD ”)的长度，记作 l ；

(3)玻璃砖折射率的表达式 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



【例 4】实验室有一块长方体透明介质，截面如图中 $ABCD$ 所示。 AB 的长度为 l_1 ，

AD 的长度为 l_2 ，且 AB 和 AD 边透光，而 BC 和 CD 边不透光，且射到这两个边的光线均被全部吸收。现让一平行光束以入射角 θ_1 射到 AB 面上，经折射后 AD 面上有光线射出，甲、乙两同学分别用不同方法测量该长方体介质的折射率。



(1)甲同学的做法是：保持射到 AB 面上光线的入射角不变，用遮光板由 A 点沿 AB 缓慢推进，遮光板前端推到 P 时， AD 面上恰好无光线射出，测得 AP 的长度为 l_3 ，则长方体介质的折射率可表示为 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

(2)乙同学的做法是：缓慢调节射到 AB 上光线的入射角，使 AD 面恰好无光线射出，测得此时射到 AB 面上光线的入射角为 θ_2 ，则长方体介质的折射率可表示为 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

(3) θ_1 和 θ_2 的关系为： θ_1 _____ θ_2 (填“<”“>”或“=”)。