

第十五单元 光 学

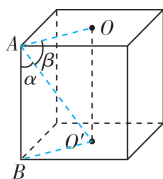
考点基础巩固卷

1. A 必刷知识 ▶ 光的全反射

【深度解析】光线传播时可能在内芯和包层的界面上发生全反射,此时光从光密介质进入光疏介质,则内芯的折射率大于包层的折射率,**A 正确,B 错误**;不同频率的光在界面上发生全反射,经过的路程不相同,根据 $v = \frac{c}{n}$,知光在介质中传播的速度不一定相同,则光传播的时间不相同,**C 错误**;根据 $\sin C = \frac{1}{n}$,知折射率越大,临界角越小,红光的折射率比紫光小,则临界角比紫光大,若紫光恰能发生全反射,则红光不能在分界面上发生全反射,**D 错误**。

2. C 必刷考点 ▶ 光的折射+全反射+视深问题

【深度解析】 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.3} = \frac{10}{13} > \frac{3}{4}$,**A 错误**;如图所示,



在直角 $\triangle ABO'$ 中,由几何关系可知

$$\begin{cases} BO' = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m}, \\ AO' = \sqrt{(BO')^2 + (AB)^2} = \frac{\sqrt{6}}{2} \text{ m} \end{cases}, \text{ 则 } \sin \alpha = \frac{BO'}{AO'} = \frac{\sqrt{3}}{3} <$$

$\frac{1}{1.3} = \sin C$,所以由灯直接发出的光照到冰块上表面时都能

从上表面射出,而 $\sin \beta = \frac{AB}{AO'} = \frac{\sqrt{6}}{3} > \frac{1}{1.3} = \sin C$,所以由灯直接

发出的光照到冰块四个侧面时不是都能从侧面射出,**B 错误,C 正确**;实深是 AB ,设视深为 h ,根据折射率定义式结合

几何关系可知 $\frac{AB}{h} = n$,可得 $h = \frac{10}{13} \text{ m}$,**D 错误**。

3. A 必刷知识 ▶ 光的干涉+全反射

【深度解析】全息照片主要是利用了激光的相干性来拍摄照片的,**A 正确**;光的双缝干涉条纹图样是稳定的,**B 错误**;水中的气泡看起来特别明亮,这是因为光线从水中射向气泡时,一部分光在界面上发生了全反射,**C 错误**;为减少光学元件的反射损失,可以在光学元件表面涂上一层增透膜,其厚度应为这种光在该材料中波长的 $\frac{1}{4}$,**D 错误**。

4. A 必刷考点 ▶ 双缝干涉+薄膜干涉+衍射

【深度解析】根据 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知只增大两个狭缝的距离 d ,相

邻亮条纹间距离 Δx 将减小, **A 正确**; 由题图乙可知, 上图的衍射现象比下图更明显, 可知在狭缝宽度相同的情况下, 下图对应的光波长较短, **B 错误**; 由题图丙可知, 条纹向空气薄膜较厚处发生弯曲, 说明弯曲处的光程差变短, 空气薄膜间距变小, 则被检测的平面在此处是凸起的, **C 错误**; 缓慢转动 Q 时, 光屏上的光亮度将一明一暗交替变化, 表明光波是横波, **D 错误**。

5. D 必刷考点 ▶ 薄膜干涉+折射率

【深度解析】翅膀灿烂闪烁是薄膜干涉造成的, **A、B 错误**; 光经过反射后的频率不变, **C 错误**; 因为翅膀折射率为 1.5, 由 $n = \frac{c}{v}$ 可得光在空气中的速度和翅脊中速度之比为 1.5 : 1, 由于频率不变, 波长和波速成正比, 所以光在空气中的波长约是翅脊中波长的 1.5 倍, **D 正确**。

6. C 必刷模型 ▶ 气体浓度监测装置+光的干涉

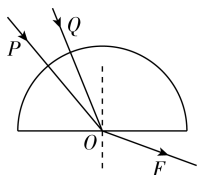
【深度解析】若 B 中含有瓦斯且光经过两容器后, 到达屏中央的光程差为半波长的整数倍时, 屏中央也是亮条纹, **A 错误**; 如果屏的正中央是暗纹, 必有光程差, 说明 B 中的气体与 A 中的气体成分不相同, 可能含有瓦斯, **B 错误**; 条纹不停地移动, 则 B 中气体的折射率在变化, 即瓦斯含量不稳定, **C 正确**; 单色光或复色光都能出现干涉条纹, **D 错误**。

7. C 必刷知识 ▶ 干涉减弱的条件

【深度解析】镀膜的目的是尽可能让红外线能够透射, 而让红外线之外的光反射, 从而使红外线图像更加清晰, **A、B 错误**; 当红外线在薄膜前、后表面的反射光恰好干涉减弱时, 反射光最弱, 透射光最强, 根据干涉减弱的规律可知, 此时红外线在薄膜前、后表面反射光的光程差应为半波长的奇数倍, 而为了尽可能增加光的透射程度, 镀膜的厚度应该取最薄的值, 即红外线在薄膜中波长的四分之一, **C 正确, D 错误**。

8. D 必刷知识 ▶ 折射率与波长、频率、光速的关系

【深度解析】补全光路图, 如图所示, 可知单色光 Q 的偏折程度较大, 根据折射定律得知, 玻璃对单色光 Q 的折射率较大, **A 错误**; 折射率越大, 光的频率越大, 所以 Q 光束的频率比 P 光束的频率大, **B 错误**; 光的频率由光源决定, 与介质无关, 则 P 光束穿出玻璃砖后频率不变, **C 错误**; 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, Q 光在玻璃中传播速度较小, 所以 Q 光束穿过玻璃砖所需时间长, **D 正确**。



9. D 必刷知识 ▶ 指纹识别+光的反射

【深度解析】在指纹谷线(凹部)处入射光在棱镜界面发生的

是全反射,则从指纹谷线处反射的光线更亮一些, **A 错误**;产生明暗相间指纹图像是全反射造成的, **B 错误**;在光的反射和折射过程中,光的频率不变, **C 错误**;手指湿润后在手指表面形成水膜会使明暗条纹的亮度对比下降,识别率降低, **D 正确**。

10. B 必刷考点 ▶ 折射定律+双缝干涉+光的衍射

【深度解析】 a 光和 b 光均在水滴表面发生折射现象,入射角相同, a 光的折射角小于 b 光的折射角,根据折射定律,可知 $n_a > n_b$,折射率大则频率高,则 a 光是紫光, b 光是红光, **A 错误**;由上述分析可知 $\lambda_a < \lambda_b$,根据 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知,用同一双缝干涉仪做光的双缝干涉实验, a 光条纹间距小于 b 光条纹间距,遇到相同的障碍物, b 光更容易发生明显衍射, **B 正确**, **C 错误**;根据上述分析,由 $n = \frac{c}{v}$ 得 $v_a < v_b$, **D 错误**。

11. (1)D (2)0.3 9.6 6.2×10^{-7}

必刷考点 ▶ “用双缝干涉测量光的波长”实验

【深度解析】(1)从左向右的实验装置是光源、凸透镜、滤光片、单缝、双缝、光屏, **故选 D**。

(2)由题图丁可知,游标卡尺读数为 $x_1 = 0 + 3 \times 0.1 \text{ mm} = 0.3 \text{ mm}$;由题图戊可知,游标卡尺读数为 $x_2 = 9 + 6 \times 0.1 \text{ mm} = 9.6 \text{ mm}$;相邻明条纹的间距为 $\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{n - 1} = \frac{9.6 - 0.3}{4} \text{ mm} = 2.325 \text{ mm}$,根据 $\lambda = \frac{d}{l} \Delta x = \frac{0.2 \times 10^{-3} \times 2.325 \times 10^{-3}}{75 \times 10^{-2}} \text{ m} \approx 6.2 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。

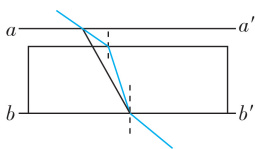
12. (1)BC (2) $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ (3)小于 (4) $\frac{AB}{CD}$ (5) $\frac{\sqrt{r^2 + h^2}}{r}$

必刷知识 ▶ “测定玻璃的折射率”实验

【深度解析】(1)不能在白纸上用铅笔紧靠玻璃砖画出玻璃砖的界面 aa' 、 bb' ,这样会污染和磨损玻璃砖, **A 错误**;折射光线是通过隔着玻璃砖观察 P_3 、 P_4 成一条直线确定的,若大头针间的距离太小,则会引起出射角误差较大,故 P_3 、 P_4 间距离应适当远一些, **B 正确**;在确定 P_3 、 P_4 位置时,应使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像, P_4 挡住 P_3 以及 P_1 、 P_2 的像, **C 正确**;由几何知识可知,光线在上表面的折射角等于下表面的入射角,根据光路的可逆性原理可知,光线一定会从下表面射出,在玻璃砖另一侧能看到 P_1 、 P_2 的像, **D 错误**。

(2)玻璃的折射率 $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 。

(3)如图所示,若该同学在实验中将玻璃砖界面 aa' 和 bb' 的间距画得过宽,而其他操作均正确,则光线在 bb' 界面的入射角 α 偏大,根据 $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 可知,折射率的测量值小于准确值。



(4) 由题图丁可知, 玻璃的折射率 $n = \frac{AB}{OB} = \frac{AB}{CD} = \frac{AB}{OC}$ 。

(5) 由几何知识可知临界角 $\sin C = \frac{r}{\sqrt{r^2+h^2}}$, 根据 $\sin C = \frac{1}{n'}$

可得液体的折射率 $n' = \frac{\sqrt{r^2+h^2}}{r}$ 。

13. (1) $\sqrt{2}$ (2) $\frac{\sqrt{2}}{4}d$

必刷考点 ▶ 折射和全反射

【深度解析】(1) 光线 PO 恰好在 AB 边界发生全反射, 由几何关系知临界角 $C' = 45^\circ$,

设三棱镜的折射率为 n , 根据折射定律有 $\sin C' = \frac{1}{n}$, 解得折

射率 $n = \sqrt{2}$ 。

(2) 光路图如图所示, 光线 PO 垂直 BC 边入射时, 进入棱镜后在 AB 边上的 E 点发生全反射,

光线 PO 入射方向逐渐向 CO 方向顺时针偏转时, 光线在棱镜的出射点由 E 点逐渐向 B 点移动,

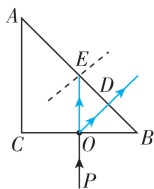
当光线几乎沿 CO 方向入射时, 光线折射后沿 OD 方向, 由

折射定律有 $n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \angle DOE}$, 解得 $\angle DOE = 45^\circ$,

由几何关系得 $OE = OB = \frac{d}{2}$,

光线出射区域的宽度 $DE = OE \sin \angle DOE$,

解得 $DE = \frac{\sqrt{2}}{4}d$ 。



单元综合提升卷

1. D 必刷知识 ▶ 光的折射

【深度解析】钱反射出的光线被碗侧壁挡住, 人看不见钱, 倒入一些水后, 钱反射的光线从水中斜射入空气中时, 在水面处发生折射, 折射光线远离法线方向, 人眼逆着折射光线看去, 看到的是变高的钱的像, 是光的折射现象, D 正确。

2. D 必刷考点 ▶ 双缝干涉

【深度解析】比较题图乙、丙两图线可判断, 第一次实验得到的条纹间距较小, 根据条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$, 可知第一次实验中的双缝离光传感器的距离可能较小, 或缝距可能较大, D 正确。

3. A 必刷考点 ▶ 光的衍射

【深度解析】用单色平行光照射狭缝,当缝调到很窄时,尽管亮条纹的亮度有所降低,但是宽度反而增大了,**B 错误,A 正确**;C、D 照片为双缝干涉图样,**C、D 错误**。

4. C 必刷考点 ▶ 光的偏振

【深度解析】自然光沿着各个方向振动的光波强度均相同,故无论是否转动 P_1 ,A 处光强不变,**A、D 错误**;若转动 P_1 ,固定 P_2 ,当两偏振片的透振方向平行时,B 处光强最大,当透振方向垂直时,B 处光强最小,故 B 处光强可能变化,**B 错误**;同时转动 P_1 和 P_2 ,同理当两偏振片的透振方向平行时,B 处光强最大,当透振方向垂直时,B 处光强最小,故 B 处光强可能变化,**C 正确**。

5. B 必刷知识 ▶ 光的折射+全反射

【深度解析】喷出的水柱受重力的作用做斜抛运动,为曲线运动,**A 错误**;射水鱼看到水面上的昆虫是昆虫反射的光线射入水中时发生折射所成的像,而由于光从空气斜射向水中时,折射角小于入射角,折射光线靠近法线,鱼逆着折射光线看过去会看到变高的昆虫的虚像,**B 正确**;全反射是由光密介质射向光疏介质,且 $\sin C = \frac{1}{n}$,则鱼可以看到液面以上的所有物体,不存在视觉盲区,**C 错误**;根据光路可逆原理,鱼能看到昆虫,则昆虫一定能看到鱼,**D 错误**。

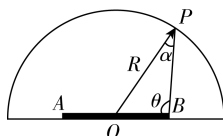
6. D 必刷考点 ▶ 全反射

【深度解析】如图所示,在半球面上任选一点 P,根据几何关系可知,若此时线状光源 B 点发出的光能够射出 P 点,则线状光源其他点发出的光也一定能够射出 P 点,所以只要 B 点发出的所有光线能够射出球面,则光源发出的所有光均能射出球面,在 $\triangle OPB$ 中,根据正弦定理有 $\frac{OB}{\sin \alpha} = \frac{OP}{\sin \theta}$,解得

$$\sin \alpha = \frac{OB}{OP} \sin \theta = \frac{6}{R} \sin \theta, \text{ 当 } \theta = 90^\circ \text{ 时, } \sin \alpha \text{ 有最大值,}$$

$$\sin \alpha_m = \frac{6}{R}, \text{ 为使光线一定能从 } P \text{ 点射出,根据全反射应有}$$

$$\sin \alpha_m \leq \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}, \text{ 所以 } R \geq 9 \text{ cm, D 正确。}$$



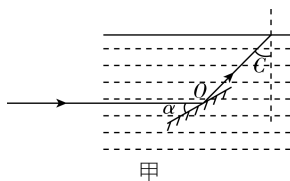
7. C 必刷考点 ▶ 折射定律+全反射

【深度解析】设蓝光在 BC 面上的折射角为 r ,全反射临界角为 α ,由光的折射定律和几何关系知 $n = \frac{\sin \theta}{\sin r}$, $n = \frac{1}{\sin \alpha}$, $\alpha + r = 75^\circ$,可得 $n = \sqrt{2}$, $\alpha = 45^\circ$,**A 错误**;根据光路图与几何关系可知蓝光在 AC 边的入射角为 15° ,小于临界角,故肯定不会发生全反射,**B 错误**;若白光射入,频率大于蓝光的单色光(靛光和紫光,临界角更小)在玻璃砖中偏折更多,都会在 AB 边

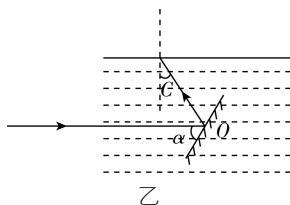
发生全反射,所以能从 AB 边射出的单色光是红到绿光,红光频率最低,偏折程度最小,所以在最下方,绿光频率最大偏折程度最大,在最上方,**C 正确**;全反射到 AC 边的单色光(蓝、靛、紫)到 AC 边时的入射角随着光频率的增大而增大,蓝光入射角最小,为 15° ,由几何关系知各种光都不会从 AC 边垂直射出,**D 错误**。

8. C 必刷考点 ▶ 全反射

【深度解析】如图甲所示,由几何分析可知 $\angle C = 45^\circ$,**A、B 错误**。



如图乙所示,由几何关系可知,当 $\alpha = 67.5^\circ$ 时光线恰发生全反射,由分析易知,当 $22.5^\circ < \alpha < 67.5^\circ$ 时光线可以射出液面,**C 正确, D 错误**。

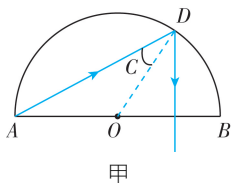


9. D 必刷模型 ▶ 薄膜干涉

【深度解析】空气膜的上下两个表面反射的两列光波发生干涉,光程差是光的半个波长的偶数倍即为明条纹,是光的半个波长的奇数倍即为暗条纹,因圆锥形玻璃体压在标准板上,以顶点为圆心的各点空气薄膜厚度沿半径的方向均匀变化,因此可以看到条纹是以顶点为圆心的同心圆,且疏密均匀,**A、B 错误**;产生干涉的两束光是来自玻璃体的下表面和标准板上表面的反射光,**C 错误**;空气薄层干涉是等厚干涉,即同一条明条纹处空气膜的厚度相同,若出现题图乙所示条纹,说明凸处光程差与内侧的光程差相等,即该处出现凸起,**D 正确**。

10. D 必刷考点 ▶ 全反射

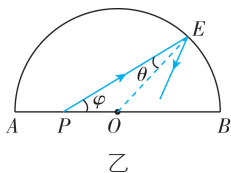
【深度解析】如图甲所示,当光源位于 A 位置时,光线在位置 D 发生了全反射,



则有 $\sin C = \frac{1}{n}$,解得 $\angle C = 30^\circ$,故圆弧 BD 上有光线射出,

且 $\angle BOD = 60^\circ$,故半圆弧的 $\frac{1}{3}$ 部分有光线射出,**A、B 错误**;

设过 P 点的任一入射光线的入射角为 θ ,如图乙所示,



在 $\triangle OPE$ 中有 $\frac{OP}{\sin \theta} = \frac{OE}{\sin \varphi}$,解得 $\sin \theta = \frac{1}{2} \sin \varphi$,因为 φ 的取值范围为 $0 \sim \pi$,故 $\sin \theta \leq \frac{1}{2}$,即 $\theta \leq \angle C$,故整个半圆弧均有光线射出,**C 错误,D 正确**。

11. (1) 单缝 D (2) 更多

必刷知识 ▶ 光的衍射和干涉实验

【深度解析】(1) 由题图乙可知,条纹中间宽,两边窄,是衍射条纹,这位同学在缝屏上安装的是单缝;由于 a 光衍射条纹间距较小,则 a 光波长较短。根据 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ 可知, a 光频率较大,在同一介质中,频率大的光折射率大,因此 a 光折射率更大,偏转角度更大,因此以相同角度斜射到同一玻璃板透过平行表面后, a 光侧移量大,**A 错误**; a 光频率较大,由 $E = h\nu$ 知,若两光均由氢原子能级跃迁产生,产生 a 光的能级能量差大,**B 错误**; a 光频率较大,折射率较大,根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 知 a 光临界角较小,以相同的入射角从水中射入空气, a 光先发生全反射,在空气中只能看到一种光时,一定是 b 光,**C 错误**;当入射光的频率大于金属板的极限频率时,金属板上就会逸出光电子, a 光频率较大,分别照射在同一金属板,若 b 光能引起光电效应, a 光也一定能,**D 正确**。

(2) 根据 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 可知,选用间距较大的双缝相比于间距较小的双缝,条纹间距小,在光屏上可观察到更多条纹个数。

12. (1) 调整光源位置 放单缝和双缝 (2) AD (3) 1.200 mm

$$\frac{d\Delta x}{l}$$

必刷知识 ▶ 用双缝干涉测光的波长实验

【深度解析】(1) 实验时,先将光源和遮光筒安装在光具上,调整光源位置,再放置单缝和双缝。

(2) 将光源换成激光光源,激光是相干光源,单色性好,所以可以去掉单缝,**A 正确**;若去掉滤光片,能观察到干涉图样,只不过是各色光重叠产生的彩色条纹,**B 错误**;毛玻璃屏上的干涉条纹与双缝是平行的,**C 错误**;根据 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 可知,仅将双缝与光屏之间的距离减小少许可以增加从目镜中观察到的条纹个数,**D 正确**。

(3) 题图乙中(a)、(b)所示测量头读数为 $x_1 = 1 \text{ mm} + 13.0 \times 0.01 \text{ mm} = 1.130 \text{ mm}$, $x_2 = 5.5 \text{ mm} + 43.0 \times 0.01 \text{ mm} = 5.930 \text{ mm}$,相邻两条亮纹间的间距为 $\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{4} =$

1. 200 mm; 根据 $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$, 可得 $\lambda = \frac{d\Delta x}{l}$ 。

13. (1) 1.5×10^8 m/s (2) 30°

必刷考点 ▶ 折射定律+全反射

【深度解析】(1) 设该光线在该宝石的折射率为 n , 速度为 v , 光在 MN 边折射, 由折射定律

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

计算得 $n = 2$,

$$\text{又由 } n = \frac{c}{v},$$

得 $v = 1.5 \times 10^8$ m/s。

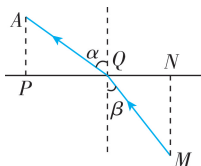
(2) 光在 OQ 边恰好发生全反射, 有 $n = \frac{1}{\sin \beta}$,

计算得 $\sin \beta = \frac{1}{2}$, $\beta = 30^\circ$ 。

14. (1) 见解析 2.4 m (2) $0.6\sqrt{7}$ m

必刷考点 ▶ 折射定律+全反射

【深度解析】(1) 由题意可得, 鱼饵灯发出的光传播的光路图如图所示,



设鱼饵灯的深度为 h , 眼睛的位置为 A , M 点在水面正上方的对应点为 N , 鱼饵灯发出的光从水中斜射至水面时的入射角为 β , 折射角为 α , 由折射定律可得 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$,

$$\text{其中 } \tan \alpha = \frac{PQ}{AP} = \frac{4}{3},$$

所以 $\alpha = 53^\circ$,

代入数据可得 $\beta = 37^\circ$,

$$\text{所以鱼饵灯离水面的深度 } h = \frac{QN}{\tan \beta} = 2.4 \text{ m}。$$

(2) 由题意可得, 只要光从 Q 点无法射出水面, 则无法从 PQ 之间射出水面。设光在水中发生全反射的临界角为 C , 在 Q 点恰好发生全反射时鱼饵灯的深度为 h' , 则

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

$$\text{由数学知识可得 } \tan C = \frac{3}{\sqrt{7}},$$

$$\text{解得 } h' = \frac{QN}{\tan C} = 1.8 \times \frac{\sqrt{7}}{3} \text{ m} = 0.6\sqrt{7} \text{ m}。$$

15. (1) $\frac{2\sqrt{6}-2}{5}h$ (2) $\frac{3\sqrt{2}h}{c}$

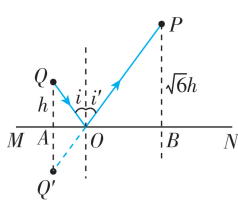
必刷考法 ▶ 光的折射与反射

【深度解析】(1) 如图甲所示, Q 点处的点光源在透明介质

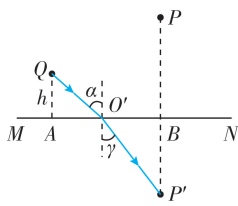
中的虚像为 Q' , 连接 PQ' 交 MN 于 O 点,

由反射定律得 $i=i'$, 则 $\triangle AOQ \sim \triangle BOP$,

设 $OA=x$, 有 $\frac{x}{h} = \frac{2h-x}{\sqrt{6}h}$, 解得 $x = \frac{2\sqrt{6}-2}{5}h$ 。



甲



乙

(2) 作出光路图如图乙所示,

$AO'=h$, 有 $\tan \alpha = \frac{h}{h} = 1$, 所以 $\alpha = 45^\circ$,

根据折射定律得 $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \sqrt{2}$, $\sin \gamma = \frac{1}{2}$, 所以 $\gamma = 30^\circ$,

则 $QO' = \sqrt{2}h$, $O'P' = 2h$,

所以光线从 $Q \rightarrow O' \rightarrow P'$ 所用时间为 $t = \frac{QO'}{c} + \frac{O'P'}{v}$, 且 $v = \frac{c}{n}$,

解得 $t = \frac{3\sqrt{2}h}{c}$ 。