

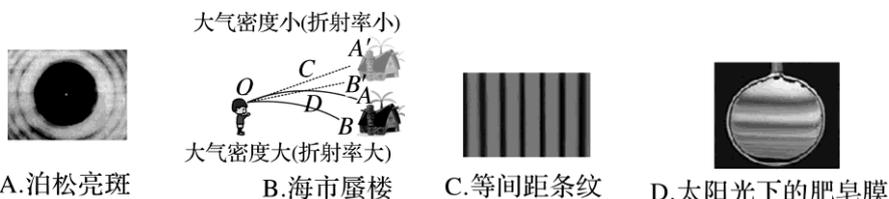
江苏省仪征中学高二物理寒假作业(四)

一、单项选择题。

1. 光在科学技术、生产和生活中有着广泛的应用，下列选项符合实际应用的是()

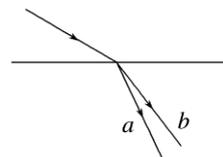
- A. 在光导纤维内传送图像是利用光的色散
- B. 光学镜头上的增透膜是利用光的偏振
- C. 全息照相是利用光的干涉
- D. 用三棱镜观察白光看到的彩色图样是利用光的衍射

2. 下列选项中，属于光的衍射现象的是()

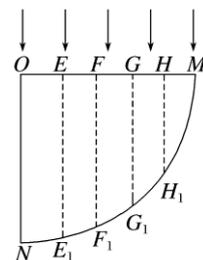


3. 如图所示，一束复色光从空气中射入水中，分成两束单色光 a 和 b ，则下列说法正确的是()

- A. 在水中， a 光的频率大于 b 光的频率
- B. 在水中， a 光的光速大于 b 光的光速
- C. 在水中， a 光的波长大于 b 光的波长
- D. 若光从水中射向空气中， a 光的临界角大于 b 光的临界角



4. 如图所示是一个柱体棱镜的横截面图，图中 MN 为 $\frac{1}{4}$ 圆弧，点 E 、 F 、 G 、 H 将半径 OM 分成 5 等份，虚线 EE_1 、 FF_1 、 GG_1 、 HH_1 平行于半径 ON ， ON 边可吸收到达其上的所有光线。已知该棱镜的折射率 $n = \frac{5}{3}$ ，若平行光束垂直入射并覆盖 OM ，则光线能从 MN 圆弧面射出的范围是()



- A. NE_1
- B. NF_1
- C. NG_1
- D. NH_1

5. a 、 b 两种单色光用同一双缝干涉装置在空气中实验得到的干涉图样分别如图甲、乙所示，则下列说法正确的是()



- A. 在水中，单色光 a 比单色光 b 传播速度大
- B. 从水中斜射进入空气，单色光 a 比单色光 b 全反射临界角大
- C. 将原双缝干涉实验装置放入水中做实验，得到的干涉图样条纹间距变大
- D. 将原双缝干涉实验装置放入水中做实验，适当调小双缝间距，可使干涉图样条纹间距不变

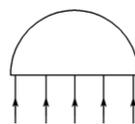
6. 如图所示，半球形玻璃的折射率为 n ，半径为 R ，平行单色光从下方射入，若要使第一次射到球面上的光不从球面上出射，可在半球形玻璃的圆形底面上放一个挡光屏，则该挡光屏的最小面积为()

A. $\frac{\pi^2 R}{n}$

B. $\frac{\pi R^2}{n^2}$

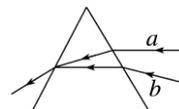
C. $\frac{n\pi R^2}{n+1}$

D. $\frac{n\pi R^2}{(n+1)^2}$



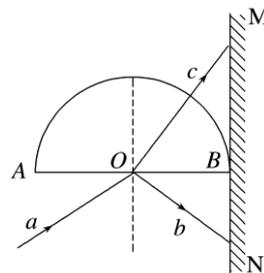
7. 如图所示, a 、 b 两种单色光沿不同方向射向玻璃三棱镜, 经三棱镜折射后沿同一方向射出, 下列关于 a 光和 b 光的说法正确的是()

- A. 在真空中, a 光传播速度较大
- B. 玻璃三棱镜对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率
- C. a 光和 b 光从玻璃三棱镜射向空气时, a 光发生全反射的临界角较小
- D. 在同样的双缝干涉装置中, 用 a 光得到的干涉条纹的相邻条纹间距较大



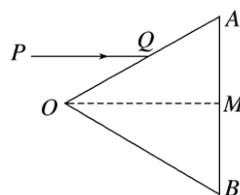
8. 如图所示, 半径为 12 cm 的半圆形透明柱体与屏幕 MN 接触于 B 点, MN 垂直于直径 AB, 一单色光 a 以入射角 53° 射向圆心 O, 反射光线 b 与折射光线 c 恰好垂直。已知光在真空中的传播速度为 3×10^8 m/s, 则下列说法正确的是()

- A. 柱体的折射率为 $\frac{5}{4}$
- B. 两个光斑之间的距离为 20 cm
- C. 增大光束 a 的入射角, 可以在 O 点发生全反射
- D. 光在介质中的传播速度 $v = 2.25 \times 10^8$ m/s



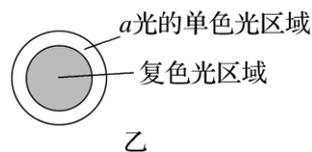
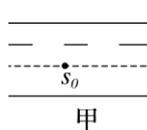
9. 如图所示, 等边三角形 AOB 为透明柱状介质的横截面。一束单色光 PQ 平行于角平分线 OM 射向 OA, 在界面 OA 发生折射, 折射光线平行于 OB 且恰好射到 M 点(不考虑反射光线)。则()

- A. 透明柱状介质对单色光 PQ 的折射率为 $\sqrt{3}$
- B. 增大入射光 PQ 的频率, 光在该介质中的传播速度不变
- C. 保持入射点 Q 不变, 减小入射角, 一直有光线从 AMB 面射出
- D. 保持入射光 PQ 的方向不变, 增大入射光的频率, 出射点将在 M 点上方



10. 如图甲所示, 在平静的水面下深 h 处有一个点光源 s_0 , 它发出不同颜色的 a 光和 b 光, 在水面上形成了一个有光线射出的圆形区域, 该区域的中间为由 a 、 b 两种单色光所构成的复色光圆形区域, 周围为环状区域, 且为 a 光的颜色(见图乙)。设水对 b 光的折射率为 n_b , 则下列说法错误的是()

- A. 在水中, a 光的波长比 b 光的长
- B. 在水中, a 光的传播速度比 b 光的大
- C. 复色光圆形区域的面积为 $S = \frac{\pi h^2}{n_b^2 - 1}$

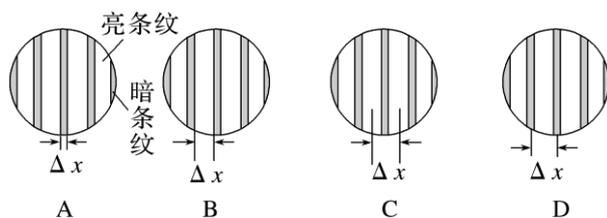


D. 在同一装置的杨氏双缝干涉实验中, a 光的干涉条纹间距比 b 光的窄

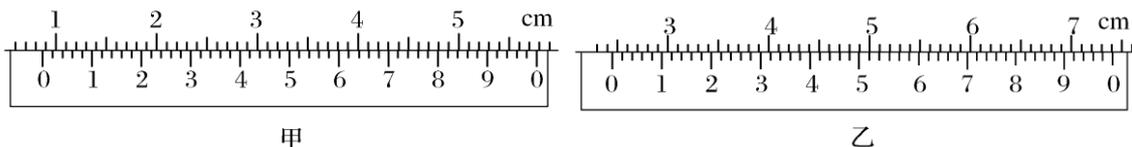
二、实验题。

11. 在完成“用双缝干涉测量光的波长”实验时。

(1) 实验需测定的相邻条纹间距 Δx 指的是图中的_____。



(2) 实验中，目镜中心刻度线对齐第 n 条亮条纹中心和第 $(n+10)$ 条亮条纹中心时，游标卡尺的示数分别如图甲和图乙所示，图甲中游标卡尺的读数为 _____ mm。已知双缝间距 $d=0.4$ mm，双缝到屏的距离 $l=1.0$ m，所测单色光的波长为 _____ nm。

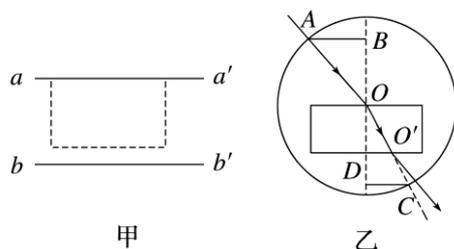


12. 在“测量玻璃的折射率”实验中：

(1) 为了取得较好的实验效果，下列说法中正确的是 _____。

- A. 必须选用上下表面平行的玻璃砖
- B. 入射角应尽量小些
- C. 大头针应垂直地插在纸面上
- D. 大头针 P_1 和 P_2 及 P_3 和 P_4 之间的距离适当大些

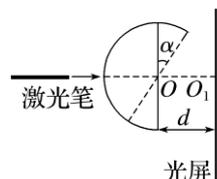
(2) 甲同学在画界面时，不小心将两界面 aa' 和 bb' 间距画得比玻璃砖宽度大些，如图甲所示，则他测得的折射率 _____。(选填“偏大”“偏小”或“不变”)



(3) 乙同学在量入射角和折射角时，由于没有量角器，在完成了光路图以后，如乙图所示，以 O 点为圆心、 OA 为半径画圆，交 OO' 延长线于 C 点，过 A 点和 C 点作垂直法线的直线分别交于 B 点和 D 点，则他只需要测量 _____，就可求出玻璃的折射率 $n=_____$ 。(用测量出的值表示)

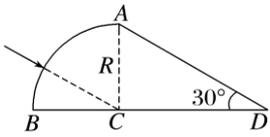
三、计算题。

13. 如图所示，半圆玻璃砖可绕过圆心的垂直轴转动，圆心 O 与足够大光屏的距离 $d=20$ cm，初始半圆玻璃砖的直径与光屏平行时，一束光对准圆心、垂直于光屏射向玻璃砖，在光屏上 O_1 点留下一光点，保持入射光方向不变，让玻璃砖绕 O 点顺时针方向转动 α ($\alpha < 90^\circ$) 时，光屏上光点也会移动，当玻璃砖转过 $\alpha=30^\circ$ 角时，光屏上光点位置距离 O_1 点为 20 cm， $\sin 75^\circ = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}$ ，则：

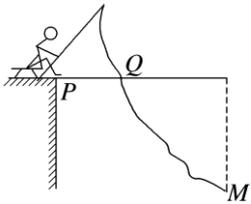


- (1) 此时光束射出玻璃砖的折射角是多少度？
- (2) 该玻璃砖的折射率为多少？

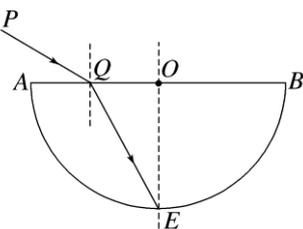
14. 用某种透明材料制成的一块柱体棱镜的水平截面图如图所示, ABC 为半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆, 圆心为 C , $\angle D$ 为 30° , 一包含两种频率的 a 、 b 光均平行于 AD 边且正对 C 点沿半径射入棱镜, 在 C 点全反射后, 最后 a 光从 AD 边上某点射出, 出射光线平行底边 BD , b 光从 CD 边上某点(不含 C 、 D 点)射出, 光速为 c , 求:
- (1) 射出棱镜的出射光线 a 与 b 的夹角;
 - (2) a 光线在棱镜中传播的时间 t 。



15. 如图所示, 在平静湖面岸边的垂钓者, 眼睛恰好位于岸边 P 点正上方 0.9 m 的高度处, 浮标 Q 离 P 点 0.9 m 远, 鱼饵灯 M 在浮标正前方 1.8 m 处的水下, 垂钓者发现鱼饵灯刚好被浮标挡住, 已知水的折射率 $n = \sqrt{2}$.
- (1) 求鱼饵灯离水面的深度;
 - (2) 鱼饵灯缓慢竖直上浮, 当它离水面多深时, 鱼饵灯发出的光恰好无法从水面 P 、 Q 之间射出?



16. 如图所示为半径为 R 的半圆柱形玻璃砖的横截面, O 为该横截面的圆心。与横截面在同一平面内的光线 PQ 沿着与 AB 成 30° 角的方向射入玻璃砖, 入射点 Q 到圆心 O 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{3}R$, 光线恰好从弧 AB 的中点 E 射出, 已知光在真空中的传播速度为 c .
- (1) 求玻璃砖的折射率及光线从 Q 点传播到 E 点所用的时间;
 - (2) 现使光线 PQ 向左平移, 求移动多大距离时恰不能使光线从圆弧面射出(不考虑经半圆柱内表面反射后射出的光)。



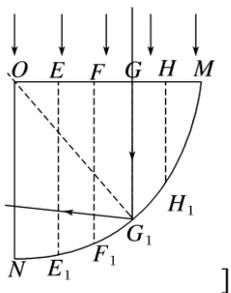
江苏省仪征中学高二物理寒假作业(四)答案解析

1. C [在光导纤维内传送图像是利用光的全反射, 故 A 错误; 光学镜头上的增透膜是利用光的干涉现象, 故 B 错误; 全息照相是利用光的干涉, 全息摄影采用激光作为照明光源, 并将光源发出的光分为两束, 一束直接射向感光片, 另一束经被摄物的反射后再射向感光片, 两束光在感光片上叠加产生干涉, 故 C 正确; 用三棱镜观察白光看到的彩色图样是利用光的折射, 故 D 错误。]

2. A [泊松亮斑是光的衍射现象, A 符合题意; 海市蜃楼是光的折射与全反射现象, B 不符合题意; 等间距条纹是光的干涉现象, C 不符合题意; 太阳光下的肥皂膜是光的干涉现象, D 不符合题意。]

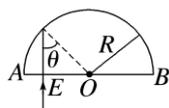
3. A [由题图可知, a 光的偏折程度大, 则 a 光的折射率大, a 光的频率大于 b 光的频率, 选项 A 正确; a 光的折射率大, 由 $n = \frac{c}{v}$ 可知 a 光在水中的光速小, 选项 B 错误; a 光在水中的光速小, 频率大, 由 $v = \lambda f$ 可知, 在水中 a 光的波长小于 b 光的波长, 选项 C 错误; 若光从水中射向空气中, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 a 光的临界角小于 b 光的临界角, 选项 D 错误。]

4. C [由临界角公式得 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{5}$, 设圆弧的半径为 R , $R \sin C = \frac{3}{5}R$, 则如图所示, 当光线从 G 点入射到圆弧面 G_1 点时, 恰好发生全反射. 当入射点在 G 的右侧时, 入射角大于临界角, 将发生全反射, 光线将不能从圆弧面射出. 当入射点在 G 的左侧时, 入射角小于临界角, 不发生全反射, 光线将从圆弧面射出, 所以光线能从 MN 圆弧面射出的范围是 NG_1 , 故选 C。



5. D [由题图甲和乙可知, 单色光 a 干涉条纹间距小, 由 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 单色光 a 的波长短, 因此单色光 a 的频率高, 水对单色光 a 的折射率大, 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, 在水中, 单色光 a 比单色光 b 传播速度小, 选项 A 错误; 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知, 从水中斜射进入空气, 单色光 a 比单色光 b 全反射临界角小, 选项 B 错误; 由于光从空气进入水中, 波长变短, 由 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 将原双缝干涉实验装置放入水中做实验, 得到的干涉图样条纹间距变小, 适当调小双缝间距 d , 可使干涉图样条纹间距不变, 选项 C 错误, D 正确。]

6. B [在 O 点左侧, 设从 E 点射入的光线进入半球形玻璃后在上表面的入射角恰好等于全反射的临界角 θ , 则 $OE = x$ 区域的入射光线经上表面折射后都能从球面射出, 如图:

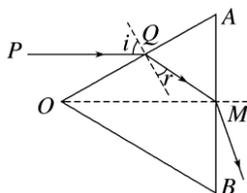


则由 $\sin \theta = \frac{1}{n}$ 可知, 在半球形玻璃上, 半径为 x 的圆形范围内的光都可以从球面射出, 由图可知 $\frac{x}{R} = \sin \theta$, 得 $x = R \sin \theta = \frac{R}{n}$, 则挡光屏的最小面积为 $\pi x^2 = \pi \frac{R^2}{n^2}$, 故 B 正确, A、C、D 错误。]

7. D [在真空中, 各种光的传播速度均相同, 选项 A 错误; 由题图可以看出 b 光偏折程度较大, 则 b 光的折射率较大, 选项 B 错误; 光从玻璃射向空气时, 由临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$ 知, b 光的临界角较小, 选项 C 错误; 因 a 光折射率较小, 则波长较长, 根据 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知, 在同样的双缝干涉装置中, 用 a 光得到的干涉条纹的相邻条纹间距较大, 选项 D 正确。]

8. D [由 b 、 c 两束光线垂直, 可得折射角为 37° , 折射率 $n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{4}{3}$, A 错误; 两个光斑之间的距离为 $R \tan 53^\circ + R \tan 37^\circ = 25 \text{ cm}$, B 错误; 光由光疏介质进入光密介质, 不会发生全反射, C 错误; 光在介质中的传播速度 $v = \frac{c}{n} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$, D 正确。]

9. A [作出光路图如图所示



由几何知识可知, 入射角为 $i = 60^\circ$, 折射角为 $r = 30^\circ$

根据折射定律得 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$, A 正确;

增大入射光 PQ 的频率, 折射率增大

由 $v = \frac{c}{n}$ 知光在该介质中的传播速度减小, B 错误; 保持入射点 Q 不变, 减小入射角, 折射角随之减小, 则折射光线射到 AMB 面上的入射角增大, 当该入射角大于等于临界角时, 将发生全反射, 光线不能射出 AMB 面, C 错误; 保持入射光 PQ 的方向不变, 增大入射光的频率, 折射率增大, 由 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 知折射角减小, 出射点将在 M 点下方, D 错误。]

10. D [a 光在水面上有光射出的区域面积较大, 知 a 光的临界角较大, 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$, 知 a 光的折射率较小, 再由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, 在水中, a 光的波速比 b 光的大, a 光的波长比 b 光的长, 故 A、B 正确; 设复色光区域的半径为 r , 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$, 结合几何关系, 可知 $\frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = \frac{1}{nb}$, 故复色光圆形区域的面积为 $S = \pi r^2 = \frac{\pi h^2}{nb^2 - 1}$, 故 C 正确; a 光的折射率小, 波长长, 根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 相同条件下, a 光的干涉条纹间距比 b 光的宽, 故 D 错误。]

11. (1)C (2)8.70 630(每空 2 分)

解析 (1)实验需测定的相邻条纹间距 Δx 指的是相邻亮条纹中心间的距离, 即图中的 C。

(2)题图甲中游标卡尺的读数为 $8 \text{ mm} + 35 \times 0.02 \text{ mm} = 8.70 \text{ mm}$

题图乙中游标卡尺的读数为 $24 \text{ mm} + 23 \times 0.02 \text{ mm} = 24.46 \text{ mm}$

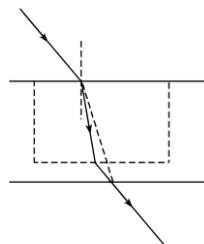
相邻条纹的间距为 $\Delta x = \frac{24.46 - 8.70}{10} \text{ mm} = 1.576 \text{ mm}$ 根据公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 解得 $\lambda = 630 \text{ nm}$ 。

12. (1)CD (2)偏小 (3)AB、CD 的长度 $\frac{AB}{CD}$ (每空 2 分)

解析 (1)用插针法测量玻璃的折射率时, 玻璃砖上下表面不一定要平行, 故 A 错误; 为了减小测量的相对误差, 入射角不能太小, 也不能太大, 故 B 错误; 为了准确确定入射光线和折射光线, 大头针应垂直地插在纸面上, 所以 C 正确; 大头针 P_1 和 P_2 及 P_3 和 P_4 之间的距离适当大些时, 角度误差会减小, 所以 D 正确。

(2)如图, 实线是真实的光路图, 虚线是玻璃砖宽度画大后的光路图, 由图可以看出, 测出的折射角比真实值大, 折射率偏小。

(3)需要测量 AB、CD 的长度根据折射定律有 $n = \frac{\sin \angle AOB}{\sin \angle COD} = \frac{AB}{CD}$

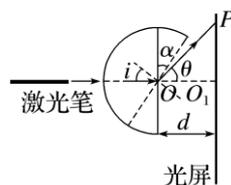


13. (1)75° (2) $\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2}$

解析 (1)玻璃砖转过 30°角时, 入射角 $i = 30^\circ$, 折射光路如图所示

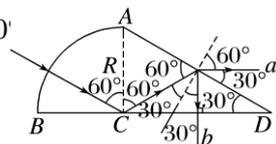
根据几何关系可得 $\tan \theta = \frac{O_1P}{d} = \frac{20 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 1$ 解得 $\theta = 45^\circ$ 则折射角 $\gamma = 45^\circ + 30^\circ = 75^\circ$

(2)根据折射定律可得 $\frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{1}{n}$ (2 分) 可得 $n = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2}$ 。



14. (1)90° (2) $\frac{2\sqrt{3}R}{c}$

解析 (1)光路图如图由几何关系可知射出棱镜的出射光线 a 与 b 的夹角为 90°



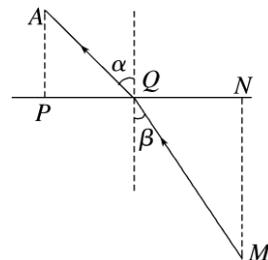
(2)由折射定律得 a 光的折射率 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$

a 光在介质中传播的速度为 $v = \frac{c}{n}$ 因 a 光在介质中的路程为 $2R$ 所以在棱镜中传播的时间为 $t = \frac{2R}{v}$

解得 $t = \frac{2\sqrt{3}R}{c}$ 。

15. (1) $\frac{9\sqrt{3}}{5}$ m (2) 1.8 m

解析 (1)设鱼饵灯在水下深 h 处, 眼睛的位置为 A , 鱼饵灯发出的光从水中斜射出水面的入射角为 β , 折射角为 α , 如图所示,



由折射定律可得 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ 其中 $\tan \alpha = \frac{PQ}{AP} = 1$, 所以 $\alpha = 45^\circ$

代入数据可得 $\beta = 30^\circ$ 所以 $h = \frac{QN}{\tan \beta} = \frac{9\sqrt{3}}{5}$ m

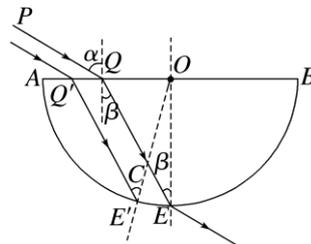
(2)由题意可得, 只要光从 Q 点无法射出水面, 则意味着光无法从 P 、 Q 之间射出水面。设光从水中射入空气时发生全反射的临界角为 C , 在 Q 点恰好发生全反射时鱼饵灯的深度为 h' , 则 $\sin C = \frac{1}{n}$

可得 $C = 45^\circ$ 所以 $h' = QN = 1.8$ m。

16. (1) $\sqrt{3} \frac{2R}{c}$ (2) $\frac{2-\sqrt{3}}{3}R$

解析 (1)光线 PQ 入射到玻璃砖表面, 入射角 $\alpha = 60^\circ$,

设对应折射光线 QE 的折射角为 β , 如图所示:



由几何关系得: $\tan \beta = \frac{\sqrt{3}R}{3R} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 即: $\beta = 30^\circ$

根据折射定律有: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ 解得: $n = \sqrt{3}$ 光线 QE 在玻璃砖内传播的速度为: $v = \frac{c}{n}$

传播的距离为: $QE = \frac{R}{\cos \beta}$

光线从 Q 点传播到 E 点所用的时间: $t = \frac{QE}{v} = \frac{2R}{c}$

(2)设使光线 PQ 向左平移的距离为 x , 折射光线 $Q'E'$ 到达圆弧面的入射角恰好等于临界角 C , 则 $\sin C$

$= \frac{1}{n}$ 对 $\triangle Q'E'O$, 由正弦定理知: $\frac{R}{\sin(90^\circ - \beta)} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}R + x}{\sin C}$ 联立解得: $x = \frac{2 - \sqrt{3}}{3}R$ 。