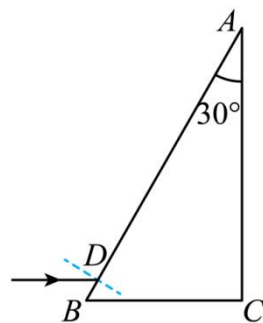


(2020·湖南) 直角棱镜的折射率 $n=1.5$ ，其横截面如图所示，图中 $\angle C=90^\circ$ ， $\angle A=30^\circ$ 。截面内一细束与 BC 边平行的光线，从棱镜 AB 边上的 D 点射入，经折射后射到 BC 边上。



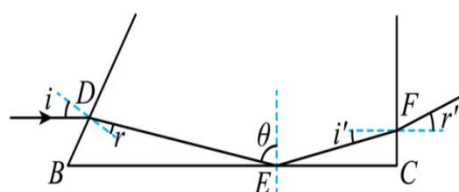
- (1) 光线在 BC 边上是否会发生全反射?说明理由;
- (2) 不考虑多次反射, 求从 AC 边射出的光线与最初的入射光线夹角的正弦值。

【解析】

(1) 如图, 设光线在 D 点的入射角为 i , 折射角为 r 。折射光线射到 BC 边上的 E 点。设光线在 E 点的入射角为 θ , 由几何关系, 有

$$\theta = 90^\circ - (30^\circ - r) > 60^\circ \quad ①$$

根据题给数据得 $\sin \theta > \sin 60^\circ > \frac{1}{n} \quad ②$



即 θ 大于全反射临界角, 因此光线在 E 点发生全反射

(2) 设光线在 AC 边上的 F 点射出棱镜, 光线的入射角为 i' , 折射角为 r' , 由几何关系、反射定律及折射定律, 有

$$i = 30^\circ \quad ③ \quad i' = 90^\circ - \theta \quad ④ \quad \sin i = n \sin r \quad ⑤ \quad n \sin i' = \sin r' \quad ⑥$$

联立①③④⑤⑥式并代入题给数据, 得 $\sin r' = \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4} \quad ⑦$

由几何关系, r' 即 AC 边射出的光线与最初的入射光线的夹角。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
光线在直角棱镜 ($n=1.5$) 中传播, 判断在 BC 边是否发生全反射, 并计算最终出射光线方向。	折射定律、全反射条件 (临界角)、几何光学中的光路可逆与对称性。	折射定律公式、全反射临界角公式、几何关系分析与计算。	光路作图与想象、临界条件判断、几何计算与综合推理能力。

(2021·湖南) 我国古代著作《墨经》中记载了小孔成倒像的实验, 认识到光沿直线传播。

身高 1.6m 的人站在水平地面上, 其正前方 0.6m 处的竖直木板墙上有一个圆柱形孔洞, 直径为 1.0cm、深度为 1.4cm, 孔洞距水平地面的高度是人身高的一半。此时, 由于孔洞深度过大, 使得成像不完整, 如图所示。现在孔洞中填充厚度等于洞深的某种均匀透明介质, 不考虑光在透明介质



中的反射。

(i) 若该人通过小孔能成完整的像，透明介质的折射率最小为多少？

(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，透明介质的折射率最小为多少？

【解答】

(i) 若该人通过小孔能成完整的像，作出的光路图如图 1 所示（根据对称性可知，只要头部能够在后面成像，则脚也一定能够成像），根据几何关系可得： $\sin\alpha =$

$$\frac{AC - \frac{1}{2}DE}{\sqrt{BO^2 + (AC - \frac{1}{2}DE)^2}}, \text{ 其中 } AC = \frac{1}{2} \times 1.6m = 0.8m$$

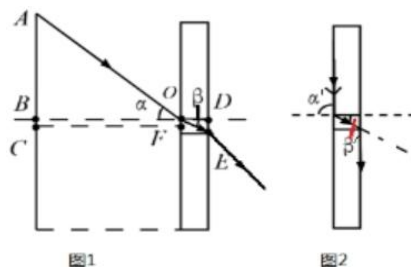
$$DE = 1.0cm = 0.01m, BO = 0.6m \sin\beta = \frac{DE}{\sqrt{DE^2 + OD^2}},$$

其中 $OD = 1.4cm = 0.014m$

根据折射定律可得： $n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$ 代入数据解得： $n = 1.37$ ；

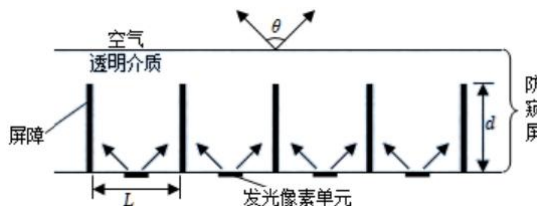
(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，折射率最小时光的传播情况如图 2 所示；根据

几何关系可得 $\alpha' = 90^\circ$ ， $\sin\beta' = \sin\beta$ 根据折射定律可得： $n' = \frac{\sin\alpha'}{\sin\beta'}$ ，解得： $n' = 1.72$ 。



命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
结合《墨经》记载的小孔成像实验，通过填充透明介质实现完整成像或掠射出射，求折射率最小值。	光的直线传播、折射定律、临界角与全反射条件、几何光路分析。	小孔成像原理、折射定律、临界角计算、几何三角形关系。	建立物理模型、光路作图、几何计算与极值分析能力。

(2022·湖南) 如图，某种防窥屏由透明介质和对光完全吸收的屏障构成，其中屏障垂直于屏幕平行排列，可实现对像素单元可视角度 θ 的控制（可视角度 θ 定义为某像素单元发出的光在图示平面内折射到空气后最大折射角的 2 倍）。透明介质的折射率 $n=2$ ，屏障间隙 $L=0.8mm$ 。发光像素单元紧贴屏下，位于相邻两屏障的正中间。不考虑光的衍射。



- (i) 若把发光像素单元视为点光源，要求可视角度 θ 控制为 60° ，求屏障的高度 d ；
- (ii) 若屏障高度 $d=1.0\text{mm}$ ，且发光像素单元的宽度不能忽略，求像素单元宽度 x 最小为多少时，其可视角度 θ 刚好被扩为 180° （只要看到像素单元的任意一点，即视为能看到该像素单元）。

【解析】

(i) 当可视角度 $\theta=60^\circ$ 时，由题意可知最大折射角为 $\frac{\theta}{2}=30^\circ$ ，

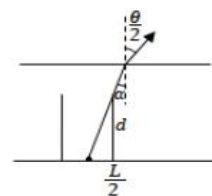


图1

光路图如图1所示，设对应的最大入射角为 α ，

由折射定律得： $\frac{\sin \frac{\theta}{2}}{\sin \alpha} = n$ ，代入数据解得： $\sin \alpha = \frac{1}{4}$ ，可得： $\tan \alpha = \frac{\sqrt{15}}{15}$

由题意可知发光像素到屏障的距离为 $\frac{L}{2}$ ，则由图中几何关系得： $\tan \alpha = \frac{L/2}{d}$ ，

代入数据解得： $d = 0.4\sqrt{15}\text{mm} \approx 0.15\text{mm}$ 。

(ii) 依题意当可视角度 $\theta=180^\circ$ 时，可知最大折射角为 $\frac{\theta}{2}=90^\circ$ ，

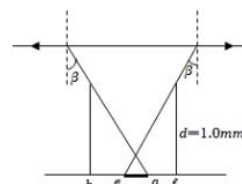


图2

设对应的最大入射角为 β ，由折射定律得： $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \beta} = n$ ，代入数据

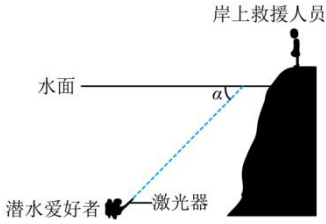
解得： $\sin \beta = \frac{1}{2}$ ，可得： $\beta = 30^\circ$ 作出光路图如图2所示，像素单元的右端点 a 恰好掠过左侧屏障的上端之后射出，像素单元的左端点 e 恰好掠过右侧屏障的上端之后射出，则 ae 的长度为像素单元宽度 x 最小值。由图中几何关系得像素单元的右端点 a 到左侧屏障的距离为：

$ab = d \cdot \tan \beta = 1.0 \times \tan 30^\circ \text{ mm} = \frac{1}{2} \text{ mm}$ ，由对称性可知像素单元的左端点 e 到右侧屏障的距

离 ef 与 ab 相等，则像素单元宽度 x 最小值为： $x_{\min} = 2ab - L = 2 \times \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ mm} - 0.8\text{mm} \approx 0.35\text{mm}$ 。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
基于防窥屏的实际结构（透明介质+吸收屏障），计算屏障高度或像素宽度以控制可视角度。	折射定律、几何光学中的角度关系、光路的边界条件分析。	折射定律、角度定义与转换、几何三角关系、极值问题。	空间几何建模、光路边界分析、数学运算与实际问题转化能力。

(2023•湖南) 年一位潜水爱好者在水下活动时, 利用激光器向岸上救援人员发射激光信号, 设激光光束与水面的夹角为 α , 如图所示。他发现只有当 α 大于 41° 时, 岸上救援人员才能收到他发出的激光光束, 下列说法正确的是 ()



- A. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 41^\circ}$
- B. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 49^\circ}$
- C. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60°
- D. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角大于 60°

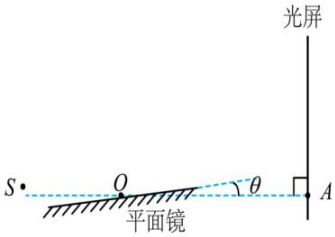
【解析】

AB. 他发现只有当 α 大于 41° 时, 岸上救援人员才能收到他发出的激光光束, 则说明 $\alpha = 41^\circ$ 时激光恰好发生全反射, 则 $\sin(90^\circ - 41^\circ) = \frac{1}{n}$, 即: $n = \frac{1}{\sin 49^\circ}$ 故 A 错误、B 正确;

CD. 当他以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 入射角 $i_1 = 30^\circ$, 则根据折射定律有 $n \sin i_1 = \sin i_2$ 折射角 i_2 大于 30° , 则岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60° , C 正确、D 错误。故选 BC。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
潜水员用水下激光器向水面发射激光, 只有 $\alpha > 41^\circ$ 时岸上才能接收, 判断折射率及接收光束方向。	全反射临界条件、折射定律、光路可逆性。	全反射临界角公式、折射定律、角度关系判断。	信息提取与转化、临界条件应用、逻辑推理与判断能力

(2024•湖南) 1834 年, 洛埃利用平面镜得到杨氏双缝干涉的结果 (称洛埃镜实验), 平面镜沿 OA 放置, 靠近并垂直于光屏。某同学重复此实验时, 平面镜意外倾斜了某微小角度 θ , 如图所示。 S 为单色点光源。



下列说法正确的是 ()

- A. 沿 AO 向左略微平移平面镜, 干涉条纹不移动
- B. 沿 OA 向右略微平移平面镜, 干涉条纹间距减小
- C. 若 $\theta = 0^\circ$, 沿 OA 向右略微平移平面镜, 干涉条纹间距不变
- D. 若 $\theta = 0^\circ$, 沿 AO 向左略微平移平面镜, 干涉条纹向 A 处移动

【解析】

CD. 根据题意画出光路图如图所示, S 发出的光与通过平面镜反射光 (可以等效成虚像

S' 发出的光)是同一列光分成的,满足相干光条件。所以实验中的相干光源之一是通过平面镜反射的光,且该干涉可看成双缝干涉,设 S 与 S' 的距离为

d , 则

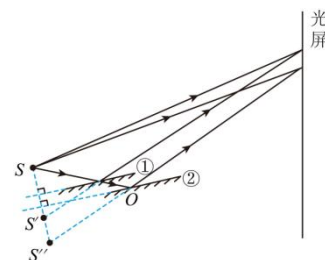
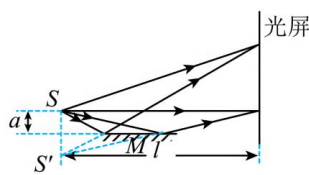
$d = 2a$, S 到光屏的距离为 l , 代入双缝干涉公式 $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$

可得 $\Delta x = \frac{l\lambda}{2a}$ 则若 $\theta = 0^\circ$, 沿 OA 向右(沿 AO 向左)略微平移平面镜, 对 l 和 d 均没有

影响, 则干涉条纹间距不变, 也不会移动, 故C正确, D错误;

AB. 同理再次画出光路图有沿 OA 向右略微平移平面镜, 即图中从①位置→②位置, 由图可看出双缝的间距增大, 则干涉条纹间距减小, 沿 AO 向左略微平移平面镜, 即图中从②位置→①位置, 由图可看出干涉条纹向上移动, 故A错误, B正确。

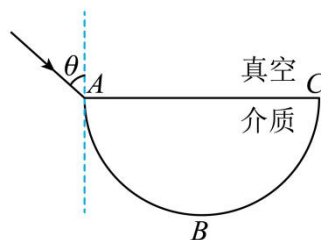
故选BC。



命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
重复洛埃镜干涉实验, 平面镜意外倾斜, 分析平移平面镜对干涉条纹位置和间距的影响。	光的干涉原理(双缝干涉等效)、光程差与条纹间距公式、几何光路变化。	杨氏双缝干涉公式、等效光源概念、干涉条纹的影响因素。	模型等效与转化、动态光路分析、公式应用与逻辑推理能力。

(2025•湖南) 如图, ABC 为半圆柱体透明介质的横截面, AC 为直径, B 为 ABC 的中点。真空中一束单色光从 AC 边射入介质, 入射点为 A 点, 折射光直接由 B 点出射。不考虑光的多次反射, 下列说法正确的是 ()

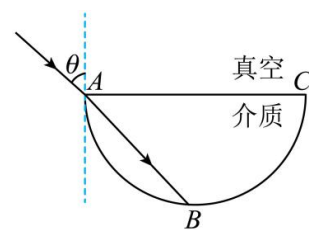
- A. 入射角 θ 小于 45°
- B. 该介质折射率大于 $\sqrt{2}$
- C. 增大入射角, 该单色光在 BC 上可能发生全反射
- D. 减小入射角, 该单色光在 AB 上可能发生全反射



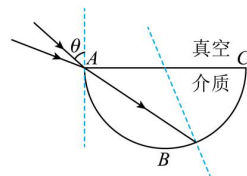
【解析】

AB. 根据题意, 画出光路图, 如图所示, 由几何关系可知, 折射角为 45° , 则由折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2} \sin \theta > 1$

则有 $\sin \theta > \frac{\sqrt{2}}{2}$, $n < \sqrt{2}$ 解得 $\theta > 45^\circ$ 故 AB 错误;

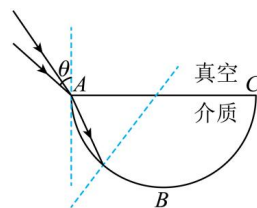


C. 根据题意, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 $\sin C > \frac{\sqrt{2}}{2}$



即 $C > 45^\circ$ 增大入射角, 光路图如图所示由几何关系可知, 光在 BC 上的入射角小于 45° , 则该单色光在 BC 上不可能发生全反射, 故 C 错误;

D. 减小入射角, 光路图如图所示由几何关系可知, 光在 AB 上的入射角大于 45° , 可能大于临界角, 则该单色光在 AB 上可能发生全反射, 故 D 正确。故选 D。



命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
单色光从半圆柱介质 AC 边射入, 经 B 点出射, 判断入射角、折射率范围及在不同边上发生全反射的可能性。	折射定律、全反射临界条件、几何光路中的角度关系与对称性。	折射定律、全反射条件、几何图形中的角度计算。	光路作图与空间想象、临界状态分析、推理判断与比较能力。

湖南省高考物理《光的折射与全反射》必备知识体系梳理 (基于 2020-2025 年真题)

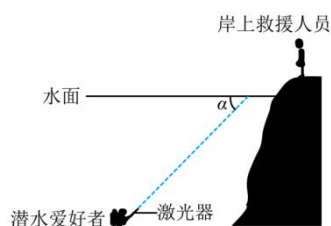
通过对近六年真题的透析, 我们可以将湖南《光的折射与全反射》必备知识归纳为以下五个相层面, 它们构成了应对几何光学高考题的“基石”。

核心知识	具体必备知识条目	真题实证与考查方式
折射定律和折射率	<ul style="list-style-type: none"> • 折射定律公式 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$; • 折射率定义及与光速、波长的关系; • 相对折射率与绝对折射率的转换。 	2022 年: 防窥屏结构下利用折射定律计算屏障高度; 2021 年: 通过填充介质实现完整小孔成像, 求最小折射率; 2025 年: 半圆柱介质中由入射角求折射率。
全反射角与临界角	<ul style="list-style-type: none"> • 全反射条件: 入射角 \geq 临界角; • 临界角公式: $\sin C = \frac{1}{n}$ • 光路中全反射的判断与临界状态分析。 	2020 年: 判断棱镜 BC 边是否发生全反射, 并计算出射光线夹角; 2023 年: 激光水下发射, 根据接收条件求水的折射率; 2025 年: 分析在 AB 或 BC 边上发生全反射的可能性。

几何光路 作图与计算	<ul style="list-style-type: none"> 准确绘制光路图（入射、折射、反射路径）； 利用几何图形（三角形、圆、棱镜）建立角度、长度关系； 对称性、边界条件与极值问题。 	2020 年：直角棱镜中光路多次折射与反射，计算出射方向； 2022 年：防窥屏中通过屏障高度与像素宽度控制可视角度； 2021 年：小孔成像中通过几何关系求折射率最小值。
光的干涉	<ul style="list-style-type: none"> 杨氏双缝干涉原理及条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$； 洛埃镜等效光路与干涉条件； 光源移动、介质变化对条纹的影响。 	2024 年：洛埃镜实验中平面镜倾斜，分析条纹移动与间距变化；（注：干涉考点出现频率较低，但需掌握基本原理）。
实际情境 建模	<ul style="list-style-type: none"> 将实际问题转化为光学模型（如屏障、介质层、传感器）； 提取边界条件与约束关系； 极值问题与优化分析。 	2022 年：防窥屏可视角度控制，结合屏障结构与折射定律建模； 2021 年：小孔成像中通过填充介质优化成像完整性； 2023 年：水下激光通信中的全反射临界问题。

模块一 光的折射与全反射（限时训练）

1.（2023•湖南）年一位潜水爱好者在水下活动时，利用激光器向岸上救援人员发射激光信号，设激光光束与水面的夹角为 α ，如图所示。他发现只有当 α 大于 41° 时，岸上救援人员才能收到他发出的激光光束，下列说法正确的是（ ）



A. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 41^\circ}$

B. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 49^\circ}$

C. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时，岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60°

D. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时，岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角大于 60°

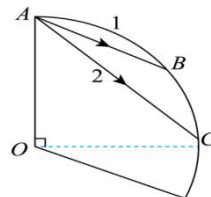
【解析】

AB. 他发现只有当 α 大于 41° 时，岸上救援人员才能收到他发出的激光光束，则说明 $\alpha = 41^\circ$ 时激光恰好发生全反射，则 $\sin(90^\circ - 41^\circ) = \frac{1}{n}$ ，即： $n = \frac{1}{\sin 49^\circ}$ 故 A 错误、B 正确；

CD. 当他以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时，入射角 $i_1 = 30^\circ$ ，则根据折射定律有 $n \sin i_1 = \sin i_2$ 折射角 i_2 大于 30° ，则岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60° ，C 正确、D

错误。故选 BC。

2. (2025·广西) 如图扇形的材料, 折射率大于 $\sqrt{2}$, 现有两条光线 1 和 2, 从扇形材料的 A 点传播, 光线 1 传到圆弧 ($\frac{1}{4}$ 圆) AC 的中点 B. 光线 2 传播到 C 点偏上, 则两光线发生下列哪种情况 ()



- A. 1 不全反射, 2 全反射
B. 都不全反射
C. 都全反射
D. 1 全反射, 2 不全反射

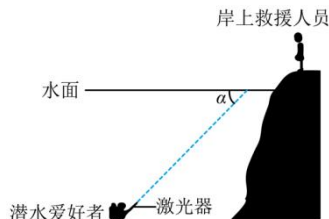
【解析】

因 $n > \sqrt{2}$ 可得临界角 $\sin C = \frac{1}{n} < \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 即 $C < 45^\circ$, 因射到 B 点的光线的入射角为

$$\alpha = \frac{180^\circ - 45^\circ}{2} = 67.5^\circ > C, \text{ 可知光线 1 会发生全反射; 因射到 C 点偏上的光线的入射}$$

角为 $\beta > 45^\circ > C$, 可知光线 2 会发生全反射。故选 C。

3. (2023·湖南) 年一位潜水爱好者在水下活动时, 利用激光器向岸上救援人员发射激光信号, 设激光光束与水面的夹角为 α , 如图所示。他发现只有当 α 大于 41° 时, 岸上救援人员才能收到他发出的激光光束, 下列说法正确的是 ()

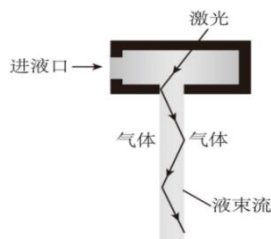


- A. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 41^\circ}$
B. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 49^\circ}$
C. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60°
D. 当以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角大于 60°

【解析】

AB. 他发现只有当 α 大于 41° 时, 岸上救援人员才能收到他发出的激光光束, 则说明 $\alpha = 41^\circ$ 时激光恰好发生全反射, 则 $\sin(90^\circ - 41^\circ) = \frac{1}{n}$, 即: $n = \frac{1}{\sin 49^\circ}$ 故 A 错误、B 正确; CD. 当他以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 入射角 $i_1 = 30^\circ$, 则根据折射定律有 $n \sin i_1 = \sin i_2$ 折射角 i_2 大于 30° , 则岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60° , C 正确、D 错误。故选 BC。

4. (2025·黑吉辽蒙卷) 如图, 利用液导激光技术加工器件时, 激光在液束流与气体界面发生全反射。若分别用甲、乙两种液体形成液束流, 甲的折射率比乙的大, 则 ()



- A. 激光在甲中的频率大

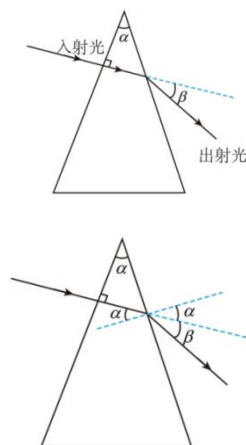
- B. 激光在乙中的频率大
C. 用甲时全反射临界角大
D. 用乙时全反射临界角大

【详解】

AB. 激光在不同介质中传播时，其频率不变，故 AB 错误；CD. 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ ，甲的折射率比乙的大，则用乙时全反射临界角大，故 C 错误，D 正确。故选 D。

5. (2025·广东) 如图为测量某种玻璃折射率的光路图。某单色光从空气垂直射入顶角为 α 的玻璃棱镜，出射光相对于入射光的偏转角为 β ，该折射率为 ()

- A. $\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$ B. $\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta}$
C. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ D. $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$



【解析】

光路图如图所示

则有折射定律可得 $n = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$ 故选 A。

6. (2025·河南) 折射率为 $\sqrt{2}$ 的玻璃圆柱水平放置，平行于其横截面的一束光线从顶点入射，光线与竖直方向的夹角为 45° ，如图所示。该光线从圆柱内射出时，与竖直方向的夹角为 (不考虑光线在圆柱内的反射) ()

- A. 0° B. 15° C. 30° D. 45°

【解析】

设光线射入圆柱体时的折射角为 θ ，根据光的折射定律可知 $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta}$ 解得 $\theta = 30^\circ$ 。如图，根据几何关系可知光线射出圆柱体时的

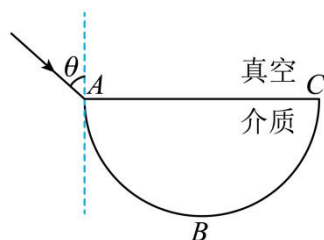
入射角 $i = \theta = 30^\circ$ 则法线与竖直方向的夹角 $\alpha = \theta + i = 60^\circ$

根据光的折射定律可知 $n = \frac{\sin r}{\sin i}$ ，解得光线射出圆柱体时的折射角

$r = 45^\circ$ 光线从圆柱体内射出时，与竖直方向的夹角为 $\beta = \alpha - r = 15^\circ$

故选 B。

7. (2025·湖南) 如图，ABC 为半圆柱体透明介质的横截面，AC 为直径，B 为 ABC 的中点。真空中一束单色光从 AC 边射入介质，入射点为 A 点，折射光直接由 B 点出射。不考虑光的多次反射，下列说法正确的是 ()



- A. 入射角 θ 小于 45°
 B. 该介质折射率大于 $\sqrt{2}$
 C. 增大入射角, 该单色光在 BC 上可能发生全反射
 D. 减小入射角, 该单色光在 AB 上可能发生全反射

【解析】

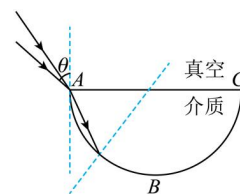
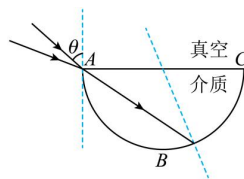
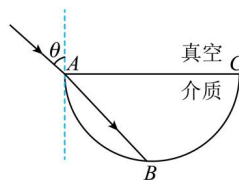
AB. 根据题意, 画出光路图, 如图所示, 由几何关系可知, 折射角为 45° , 则由折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2} \sin \theta > 1$

则有 $\sin \theta > \frac{\sqrt{2}}{2}$, $n < \sqrt{2}$ 解得 $\theta > 45^\circ$ 故 AB 错误; C. 根

据题意, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 $\sin C > \frac{\sqrt{2}}{2}$ 即 $C > 45^\circ$ 增大

入射角, 光路图如图所示由几何关系可知, 光在 BC 上的入射角小于 45° , 则该单色光在 BC 上不可能发生全反射, 故 C 错误;

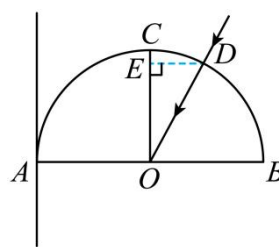
D. 减小入射角, 光路图如图所示由几何关系可知, 光在 AB 上的入射角大于 45° , 可能大于临界角, 则该单色光在 AB 上可能发生全反射, 故 D 正确。故选 D。



8. (2025·海南) 测量某半圆形玻璃砖的折射率, 操作步骤如下:

I. 在白纸上画一条直线, 半圆形玻璃砖放白纸上, 玻璃砖直径与直线重合, 描出直径两端点 A 和 B, 取走玻璃砖, 用刻度尺求圆心 O 点, 过 O 点作 AB 垂线 CO, 放回玻璃砖, 将光屏垂直 AB 贴近玻璃砖 A 点放置。

II. 沿玻璃砖由 C 向 B 缓慢移动激光笔, 使得入射光线平行纸面且始终沿着半径方向射向圆心 O, 从玻璃砖射出的激光在 AB 下方的光屏上恰好消失, 记下激光入射点 D, 取走玻璃砖, 过 D 点作 CO 的垂线 DE。



(1) 步骤 II 中, 当激光从 D 点入射到 O 点在 AB 面下方光屏上恰好消失时是光的_____。

- A. 色散现象 B. 衍射现象 C. 全反射现象

(2) 用刻度尺测得 $OB = 4.00\text{cm}$ 、 $DE = 2.50\text{cm}$, 则玻璃砖的折射率 $n =$ _____。

【解析】

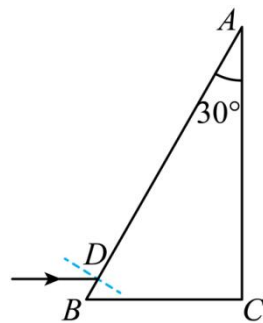
(1) 当激光从 D 点入射到 O 点在 AB 面下方光屏上恰好消失时, 此时光线在 AB 面发生全

反射，故是光的全反射现象。故选 C。

(2) 根据前面分析可知此时入射角等于临界角，即 $\angle DOE = C$ ，故可得 $\sin C = \frac{DE}{OD} = \frac{DE}{OB} = \frac{5}{8}$
 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ ，可得玻璃砖的折射率 $n = 1.6$

模块二 棱镜与规则介质中的光路综合（限时训练）

1. (2020·湖南) 直角棱镜的折射率 $n = 1.5$ ，其横截面如图所示，图中 $\angle C = 90^\circ$ ， $\angle A = 30^\circ$ 。截面内一细束与 BC 边平行的光线，从棱镜 AB 边上的 D 点射入，经折射后射到 BC 边上。



(1) 光线在 BC 边上是否会发生全反射? 说明理由;

(2) 不考虑多次反射，求从 AC 边射出的光线与最初的入射光线夹角的正弦值。

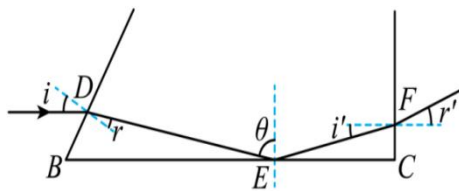
【解析】

(1) 如图，设光线在 D 点的入射角为 i ，折射角为 r 。折射光线射到 BC 边上的 E 点。设光线在 E 点的入射角为 θ ，由几何关系，有

$$\theta = 90^\circ - (30^\circ - r) > 60^\circ \quad ①$$

$$\text{根据题给数据得 } \sin \theta > \sin 60^\circ > \frac{1}{n} \quad ②$$

即 θ 大于全反射临界角，因此光线在 E 点发生全反射



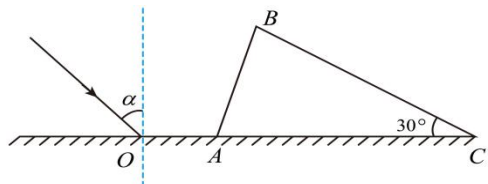
(2) 设光线在 AC 边上的 F 点射出棱镜，光线的入射角为 i' ，折射角为 r' ，由几何关系、反射定律及折射定律，有

$$i = 30^\circ \quad ③ \quad i' = 90^\circ - \theta \quad ④ \quad \sin i = n \sin r \quad ⑤ \quad n \sin i' = \sin r' \quad ⑥$$

$$\text{联立①③④⑤⑥式并代入题给数据，得 } \sin r' = \frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3}}{4} \quad ⑦$$

由几何关系， r' 即 AC 边射出的光线与最初的入射光线的夹角。

2. (2025·湖北) 如图所示，三角形 ABC 是三棱镜的横截面， $AC = BC$ ， $\angle C = 30^\circ$ ，三棱镜放在平面镜上， AC 边紧贴镜面。在纸面内，一光线入射到镜面 O 点，入射角为 α ， O 点离 A 点足够近。已知三棱镜的折射率为 $\sqrt{2}$ 。



(1) 当 $\alpha = 45^\circ$ 时，求光线从 AB 边射入棱镜时折射角的正弦值；

(2) 若光线从 AB 边折射后直接到达 BC 边，并在 BC 边刚好发生全反射，求此时的 α 值

【解析】

(1) 作出光路图, 如图所示

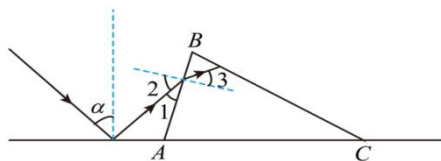
$$\text{由几何关系可知 } \angle BAC = \frac{180^\circ - \angle C}{2} = 75^\circ$$

$$\angle 1 = \angle BAC - (90^\circ - \alpha) = 30^\circ$$

所以在 AB 边的入射角为 $\angle 2 = 90^\circ - \angle 1 = 60^\circ$

$$\text{由光的折射定律 } n = \frac{\sin \angle 2}{\sin \angle 3}$$

$$\text{解得光线从 } AB \text{ 边射入棱镜时折射角的正弦值为 } \sin \angle 3 = \frac{\sqrt{6}}{4}$$



$$(2) \text{ 根据 } \sin C' = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{可得 } C' = 45^\circ$$

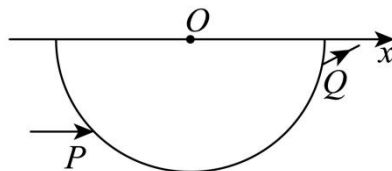
$$\text{则 } AB \text{ 边的折射角为 } \angle 3' = 90^\circ - [180^\circ - (75^\circ + 90^\circ - 45^\circ)] = 30^\circ$$

$$\text{根据折射定律可知 } AB \text{ 边的入射角满足 } n = \frac{\sin \angle 2'}{\sin \angle 3'} \quad \text{解得 } \angle 2' = 45^\circ$$

$$\text{根据几何关系可知恰好发生全反射时的入射角为 } \alpha' = 90^\circ - [\angle BAC - (90^\circ - \angle 2')] = 60^\circ$$

3. (2025·安徽) 如图, 玻璃砖的横截面是半径为 R 的半圆, 圆心为 O 点, 直径与 x 轴重合。

一束平行于 x 轴的激光, 从横截面上的 P 点由空气射入玻璃砖, 从 Q 点射出。已知 P 点到 x 轴的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$, P 、 Q 间的距离为 $\sqrt{3}R$ 。



(1) 求玻璃砖的折射率;

(2) 在该横截面沿圆弧任意改变入射点的位置和入射

方向, 使激光能在圆心 O 点发生全反射, 求入射光线与 x 轴之间夹角的范围。

【解析】

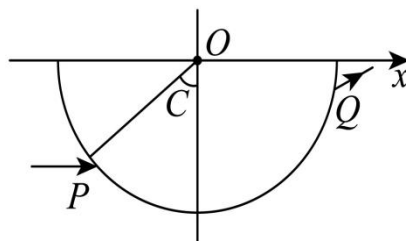
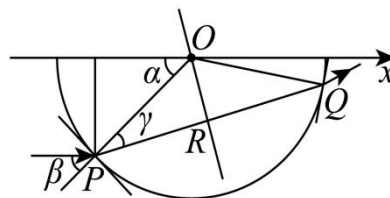
(1) 根据题意得出光路图如图所示

$$\text{根据几何关系可得 } \sin \alpha = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{R}, \quad \cos \gamma = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R}, \quad \alpha = \beta$$

$$\text{可得 } \beta = 45^\circ, \quad \gamma = 30^\circ$$

$$\text{根据折射定律 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \sqrt{2}$$

$$(2) \text{ 发生全反射的临界角满足 } \sin C = \frac{1}{n}$$

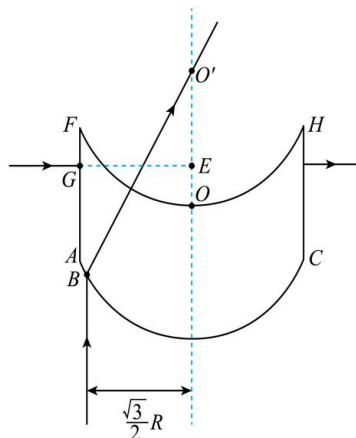


可得 $C = 45^\circ$ 要使激光能在圆心 O 点发生全反射, 激光必须指向 O 点射入, 如图所示只要入射角大于 45° , 即可发生全反射, 则使激光能在圆心 O 点发生全反射, 入射光线与 x 轴之间夹角的范围 $(0, 45^\circ]$ 。由对称性可知, 入射光线与 x 轴之间夹角的范围还可以为 $[135^\circ, 180^\circ)$ 。

4. (2025·山东) 由透明介质制作的光学功能器件截面如图所示, 器件下表面圆弧以 O 点为圆心, 上表面圆弧以 O' 点为圆心, 两圆弧的半径及 O 、 O' 两点间距离均为 R , 点 A 、 B 、 C 在下表面圆弧上。左界面 AF 和右界面 CH 与 OO' 平行, 到 OO' 的距离均为 $\frac{9}{10}R$ 。

(1) B 点与 OO' 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$, 单色光线从 B 点平行于 OO' 射入介质, 射出后恰好经过 O' 点, 求介质对该单色光的折射率 n ;

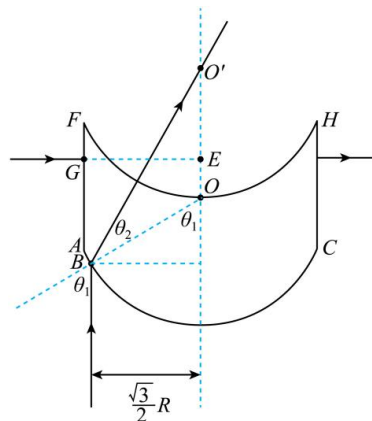
(2) 若该单色光线从 G 点沿 GE 方向垂直 AF 射入介质, 并垂直 CH 射出, 出射点在 GE 的延长线上, E 点在 OO' 上, O' 、 E 两点间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$, 空气中的光速为 c , 求该光在介质中的传播时间 t 。



【解析】

(1) 如图根据题意可知 B 点与 OO' 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$,

$OB = R$, 所以 $\sin \theta_1 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 可得 $\theta_1 = 60^\circ$, 又因为出后恰好经过 O' 点, O' 点为该光学器件上表面圆弧的圆心, 则该单色光在上表面垂直入射, 光路不变; 因为 $OB = OO' = R$, 所以根据几何关系可知 $\theta_2 = 30^\circ$, 介质对



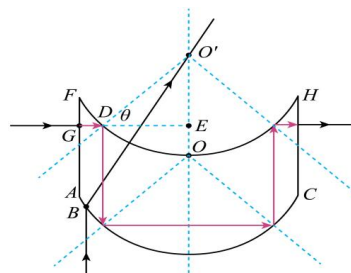
该单色光的折射率 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$

(2) 若该单色光线从 G 点沿 GE 方向垂直 AF 射入介质, 第一次射出介质的点为 D , 且

$O'E = \frac{\sqrt{2}}{2}R$, 可知 $\sin \theta = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

由于 $\sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} > \sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

所以光线在上表面 D 点发生全反射, 轨迹如图



根据几何关系有则光在介质中传播的距离为 $L = 2(GE + AF) = \frac{19}{5}R$

光在介质中传播的速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}c}{3}$

所以光在介质中的传播时间 $t = \frac{L}{v} = \frac{\frac{19}{5}R}{\frac{\sqrt{3}c}{3}} = \frac{19\sqrt{3}R}{5c}$

模块三 实际应用建模（限时训练）

1.（2021•湖南）我国古代著作《墨经》中记载了小孔成倒像的实验，认识到光沿直线传播。

身高 1.6m 的人站在水平地面上，其正前方 0.6m 处的竖直木板墙上有一个圆柱形孔洞，直径为 1.0cm、深度为 1.4cm，孔洞距水平地面的高度是人身高的一半。此时，由于孔洞深度过大，使得成像不完整，如图所示。现在孔洞中填充厚度等于洞深的某种均匀透明介质，不考虑光在透明介质中的反射。



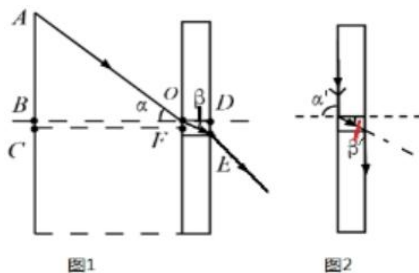
(i) 若该人通过小孔能成完整的像，透明介质的折射率最小为多少？

(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，透明介质的折射率最小为多少？

【解析】

(i) 若该人通过小孔能成完整的像，作出的光路图如图 1 所示（根据对称性可知，只要头部能够在后面成像，则脚也一定能够成像），根

据几何关系可得： $\sin \alpha = \frac{AC - \frac{1}{2}DE}{\sqrt{BO^2 + (AC - \frac{1}{2}DE)^2}}$ ，



其中 $AC = \frac{1}{2} \times 1.6m = 0.8m$ ， $DE = 1.0cm = 0.01m$ ，

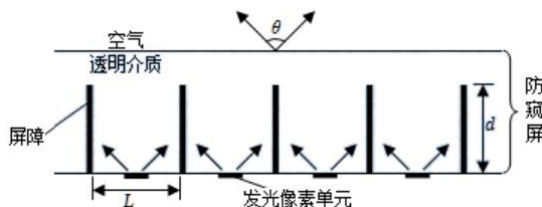
$BO = 0.6m \sin \beta = \frac{DE}{\sqrt{DE^2 + OD^2}}$ ，其中 $OD = 1.4cm = 0.014m$

根据折射定律可得： $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ 代入数据解得： $n = 1.37$ ；

(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，折射率最小时光的传播情况如图 2 所示；根据

几何关系可得 $\alpha' = 90^\circ$, $\sin \beta' = \sin \beta$ 根据折射定律可得: $n' = \frac{\sin \alpha'}{\sin \beta'}$, 解得: $n' = 1.72$ 。

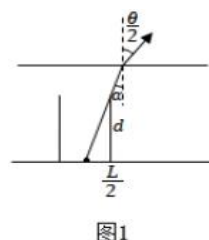
2. (2022•湖南) 如图, 某种防窥屏由透明介质和对光完全吸收的屏障构成, 其中屏障垂直于屏幕平行排列, 可实现对像素单元可视角度 θ 的控制 (可视角度 θ 定义为某像素单元发出的光在图示平面内折射到空气后最大折射角



- (i) 若把发光像素单元视为点光源, 要求可视角度 θ 控制为 60° , 求屏障的高度 d ;
- (ii) 若屏障高度 $d = 1.0\text{mm}$, 且发光像素单元的宽度不能忽略, 求像素单元宽度 x 最小为多少时, 其可视角度 θ 刚好被扩为 180° (只要看到像素单元的任意一点, 即视为能看到该像素单元)。

【解析】

(i) 当可视角度 $\theta = 60^\circ$ 时, 由题意可知最大折射角为 $\frac{\theta}{2} = 30^\circ$, 光路图如图 1 所示, 设对应的最大入射角为 α ,



由折射定律得: $\frac{\sin \frac{\theta}{2}}{\sin \alpha} = n$, 代入数据解得: $\sin \alpha = \frac{1}{4}$, 可得:

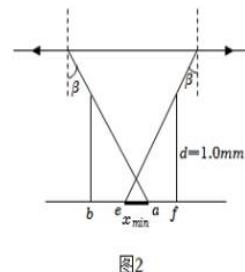
$$\tan \alpha = \frac{\sqrt{15}}{15}$$

由题意可知发光像素到屏障的距离为 $\frac{L}{2}$, 则由图中几何关系得: $\tan \alpha = \frac{L/2}{d}$,

代入数据解得: $d = 0.4\sqrt{15}\text{mm} \approx 0.15\text{mm}$ 。

(ii) 依题意当可视角度 $\theta = 180^\circ$ 时, 可知最大折射角为 $\frac{\theta}{2} = 90^\circ$,

设对应的最大入射角为 β , 由折射定律得: $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \beta} = n$, 代入数据



解得: $\sin \beta = \frac{1}{2}$, 可得: $\beta = 30^\circ$ 作出光路图如图 2 所示, 像素单元

的右端点 a 恰好掠过左侧屏障的上端之后射出, 像素单元的左端点 e 恰好掠过右侧屏障的上端之后射出, 则 ae 的长度为像素单元宽度 x 最小值。由图中几何关系得像素单元的右端点

a 到左侧屏障的距离为: $ab = d \cdot \tan \beta = 1.0 \times \tan 30^\circ \text{ mm} = \frac{1}{2} \text{ mm}$, 由对称性可知像素单元的左端点 e 到右侧屏障的距离 ef 与 ab 相等, 则像素单元宽度 x 最小值为: $x_{\min} = 2ab - L = 2 \times \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ mm} - 0.8 \text{ mm} \approx 0.35 \text{ mm}$ 。

3. (2025·甘肃) 已知一圆台容器, 高 $H = 15 \text{ cm}$, 上口径 $R = 13 \text{ cm}$, 容器底部中心有一质点, 未装入水时, 人眼从容器边缘无法观测到该质点, 装入某种液体后, 恰好可以看到, 此时液面高度 $h = 12 \text{ cm}$, 人眼观测角度 α 满足 $\sin \alpha = \frac{3}{5}$, 人眼到入射处距离为 5 cm 。光在真空中的传播速度 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, 求:

(1) 该液体的折射率;

(2) 光从底部质点反射至人眼全过程的时间。

【解析】

(1) 根据题意, 画出光路图, 如图所示

由几何关系可得 $\sin i = \frac{4}{5}$, $O'B = H - h = 3 \text{ cm}$

则有 $O'A = 4 \text{ cm}$, $AB = 5 \text{ cm}$

则 $\sin r = \frac{OC}{OB} = \frac{R - O'A}{\sqrt{h^2 + (R - O'A)^2}} = \frac{3}{5}$

由折射定律可得该液体的折射率为 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{4}{3}$

(2) 根据题意, 由图可知, 光在空气中传播的距离为

$s_1 = 10 \text{ cm}$, 光在液体中的传播距离为 $s_2 = OB = \sqrt{h^2 + (R - O'A)^2} = 15 \text{ cm}$, 光在液体中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{3c}{4}$

则光从底部质点反射至人眼全过程的时间 $t = \frac{s_1}{c} + \frac{s_2}{v} = \frac{0.1}{3 \times 10^8} \text{ s} + \frac{0.15}{2.25 \times 10^8} \text{ s} = 1 \times 10^{-9} \text{ s}$

4. (2025·01·浙江) 测量透明溶液折射率的装置如图 1 所示。在转盘上共轴放置一圆柱形容器, 容器被透明隔板平分为两部分, 一半充满待测溶液, 另一半是空气。一束激光从左侧沿直径方向入射, 右侧放置足够大的观测屏。在某次

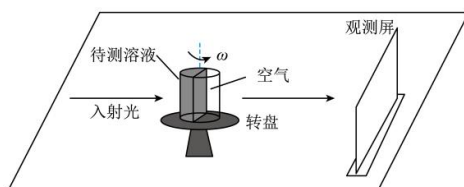


图 1

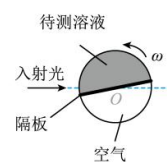


图 2

实验中, 容器从图 2 (俯视图) 所示位置开始逆时针匀速旋转, 此时观测屏上无亮点; 随着继续转动, 亮点突然出现, 并开始计时, 经 Δt 后亮点消失。已知转盘转动角速度为 ω , 空

气折射率为 1，隔板折射率为 n ，则待测溶液折射率 n_x 为（ ）（光从折射率 n_1 的介质射

入折射率 n_2 的介质，入射角与折射角分别为 θ_1 与 θ_2 ，有 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ）

- A. $\frac{1}{\sin\left(\frac{\omega\Delta t}{2}\right)}$ B. $\frac{1}{\sin\left(\frac{\pi - \omega\Delta t}{2}\right)}$ C. $\frac{n}{\sin\left(\frac{\omega\Delta t}{2}\right)}$ D. $\frac{n}{\sin\left(\frac{\pi - \omega\Delta t}{2}\right)}$

【解析】

由题意可知当屏上无光点时，光线从隔板射到空气上时发生了全发射，出现亮点时，光线从溶液射到隔板再射到空气时发生了折射，可知从出现亮点到亮点消失，容器旋转 θ 满足 $2\theta = \omega\Delta t$ 光线能透过液体和隔板从空气中射出时，即出现亮点时，可知光线的在空气中的入射角为 θ 时，光线在隔板和空气界面发生全反射，在隔板和液体界面，有 $\frac{\sin \theta}{\sin C} = \frac{n}{n_x}$ ，在隔板和空气界面 $n = \frac{1}{\sin C}$ ，解得 $n_x = \frac{1}{\sin\left(\frac{\omega\Delta t}{2}\right)}$ 故选 A。

模块四 综合运用（限时训练）

- 1.（2025·河北）光纤光谱仪的部分工作原理如图所示。待测光在光纤内经多次全反射从另一端射出，再经棱镜偏转，然后通过狭缝进入光电探测器。



- (1)若将光纤简化为真空中的长玻璃丝，设玻璃丝的折射率为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ，求光在玻璃丝内发生全反射时的最小入射角。

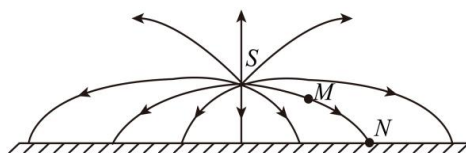
- (2)若探测器光阴极材料的逸出功为 $9.939 \times 10^{-20} \text{ J}$ ，求该材料的截止频率。（普朗克常量 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ）

【详解】

- (1) 光在玻璃丝内发生全反射的最小入射角满足 $\sin C = \frac{1}{n}$ ，可得 $C = 60^\circ$

- (2) 根据爱因斯坦光电方程 $h\nu_0 = W_0$ ，可得 $\nu_0 = 1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

- 2.（2025·北京）“姑苏城外寒山寺，夜半钟声到客船。”除了夜深人静的原因，从波传播的角度分析，特定的空气温度分布也可能使声波传播清



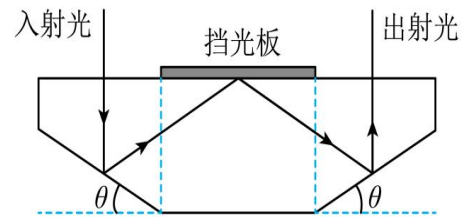
明致远。声波传播规律与光波在介质中传播规律类似。类比光线，用“声线”来描述声波的传播路径。地面上方一定高度 S 处有一个声源，发出的声波在空气中向周围传播，声线示意如图（不考虑地面的反射）。已知气温越高的地方，声波传播速度越大。下列说法正确的是（ ）

- A. 从 M 点到 N 点声波波长变长
- B. S 点气温低于地面
- C. 忽略传播过程中空气对声波的吸收，则从 M 点到 N 点声音不减弱
- D. 若将同一声源移至 N 点，发出的声波传播到 S 点一定沿图中声线 NMS

【解析】

A. 声速减小，频率不变，由 $v = \lambda f$ 得波长减小；B. 声线向下弯曲，说明高处声速大，气温高，故 S 点气温高于地面；C. 声线稀疏，传播距离远，声音减弱；D. 类比光路可逆性，声波传播路径可逆。故选 D

3. (2025·四川) 某款国产手机采用了一种新型潜望式摄像头模组。如图所示，模组内置一块上下表面平行 ($\theta < 45^\circ$) 的光学玻璃。光垂直于玻璃上表面入射，经过三次全反射后平行于入射光射出。则（ ）



- A. 可以选用折射率为 1.4 的光学玻璃
- B. 若选用折射率为 1.6 的光学玻璃， θ 可以设定为 30°
- C. 若选用折射率为 2 的光学玻璃，第二次全反射入射角可能为 70°
- D. 若入射光线向左移动，则出射光线也向左移动

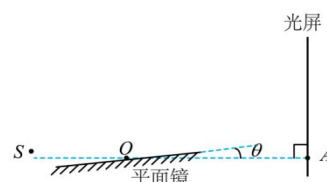
【解析】

A. 因为 $1.4 < \sqrt{2}$ ，故当选用折射率为 1.4 的光学玻璃时，根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 $\sin C > \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，即 $C > 45^\circ$ ，根据几何知识可知光线第一次发生全反射时的入射角为 $\theta < 45^\circ < C$ ，故选用折射率为 1.4 的光学玻璃时此时不会发生全反射，故 A 错误；B. 当 $\theta = 30^\circ$ 时，此时入射角为 30° ，选用折射率为 1.6 的光学玻璃时，此时的临界角为 $\sin C = \frac{1}{1.6} = 0.625 > 0.5 = \sin 30^\circ$ ，故 $C > 30^\circ$ ，故此时不会发生全反射，故 B 错误；C. 若选用折射率为 2 的光学玻璃，此时临界角为 $\sin c = \frac{1}{2}$ ，即 $C = 30^\circ$ ，此时光线第一次要发生全反射，入射角一定大于 30° ，即第一次发生全反射时的入射光线和反射光线的夹角一定大于 60° ，根据几何关系可知第一次发生全反射时的入射光线和反射光线的夹角等于第二次全反射入射角，故可能为 70° ，故 C 正确；

D. 若入射光线向左移动, 可知第一次全反射时的反射光线向左移动, 第二次全反射时的反射光线向左移动, 同理, 第三次全反射时的反射光线向左移动, 即出射光线向左移动, 故 D 正确。故选 CD。

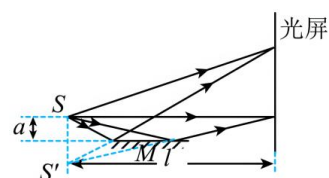
4. (2024·湖南) 1834 年, 洛埃利用平面镜得到杨氏双缝干涉的结果 (称洛埃镜实验), 平面镜沿 OA 放置, 靠近并垂直于光屏。某同学重复此实验时, 平面镜意外倾斜了某微小角度 θ , 如图所示。S 为单色点光源。下列说法正确的是 ()

- A. 沿 AO 向左略微平移平面镜, 干涉条纹不移动
- B. 沿 OA 向右略微平移平面镜, 干涉条纹间距减小
- C. 若 $\theta = 0^\circ$, 沿 OA 向右略微平移平面镜, 干涉条纹间距不变
- D. 若 $\theta = 0^\circ$, 沿 AO 向左略微平移平面镜, 干涉条纹向 A 处移动



【解析】

CD. 根据题意画出光路图如图所示, S 发出的光与通过平面镜反射光 (可以等效成虚像 S' 发出的光) 是同一列光分成的, 满足相干光条件。所以实验中的相干光源之一是通过平面镜反射的光, 且该干涉可看成双缝干涉, 设 S 与 S' 的距离为 d , 则

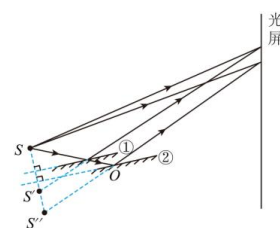


$d = 2a$, S 到光屏的距离为 l , 代入双缝干涉公式 $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$ 可得 $\Delta x = \frac{l\lambda}{2a}$ 则若 $\theta = 0^\circ$,

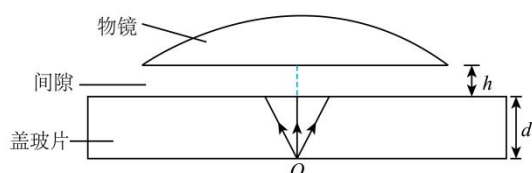
沿 OA 向右 (沿 AO 向左) 略微平移平面镜, 对 l 和 d 均没有影响, 则干涉条纹间距不变,

也不会移动, 故 C 正确, D 错误; AB. 同理再次画出光路图有

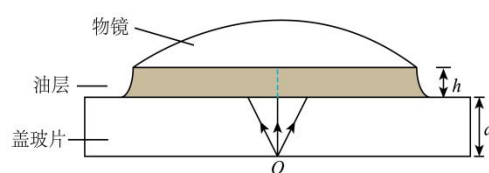
沿 OA 向右略微平移平面镜, 即图中从①位置→②位置, 由图可看出双缝的间距增大, 则干涉条纹间距减小, 沿 AO 向左略微平移平面镜, 即图中从②位置→①位置, 由图可看出干涉条纹向上移动, 故 A 错误, B 正确。故选 BC。



5. (2025·云南) 用光学显微镜观察样品时, 显微镜部分结构示意图如图甲所示。盖玻片底部中心位置 O 点的样品等效为点光源, 为避免 O 点发出的光在盖玻片上方界面发生全反射,



图甲 填充前



图乙 填充后

部中心位置 O 点的样品等效为点光源, 为避免 O 点发出的光在盖玻片上方界面发生全反射, 可将盖玻片与物镜的间隙用一滴油填充, 如图乙所示。已知盖玻片材料和油的折射率均为

1.5, 盖玻片厚度 $d = 2.0\text{mm}$, 盖玻片与物镜的间距 $h = 0.20\text{mm}$, 不考虑光在盖玻片中的多次反射, 取真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, $\pi = 3.14$ 。

(1) 求未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光面积 (结果保留 2 位有效数字);

(2) 滴油前后, 光从 O 点传播到物镜的最短时间分别为 t_1 、 t_2 , 求 $t_2 - t_1$ (结果保留 2 位有效数字)。

【解析】

(1) 由折射定律可知, 全反射的临界角满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$

设未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光圆的半径为 r , 由几何关系

$$\sin C = \frac{r}{\sqrt{r^2 + d^2}} \quad \text{代入数据解得} \quad r = \frac{4\sqrt{5}}{5} \text{ mm}$$

根据 $S = \pi r^2$

所以未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光面积为 $S \approx 1.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

(2) 当光从 O 点垂直于盖玻片的上表面入射时, 传播的时间最短, 则未滴油滴时, 光

从 O 点传播到物镜的最短时间为 $t_1 = \frac{d}{v} + \frac{h}{c} = \frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{c} = \frac{nd + h}{c}$

滴油滴时, 光从 O 点传播到物镜的最短时间为 $t_2 = \frac{d}{v} + \frac{h}{v} = \frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{\frac{c}{n}} = \frac{n(d + h)}{c}$

故 $t_2 - t_1 = \frac{(n-1)h}{c} = \frac{0.5 \times 0.2 \times 10^{-3}}{3.0 \times 10^8} \text{ s} \approx 3.3 \times 10^{-13} \text{ s}$