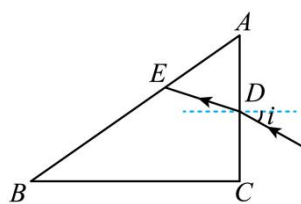


专题 18 光学（解析版）

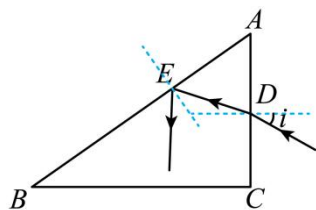
近 5 年（2018-2022）高考物理试题分类解析

1、（2022·全国乙卷·T34（2））一细束单色光在三棱镜 ABC 的侧面 AC 上以大角度由 D 点入射（入射面在棱镜的横截面内），入射角为 i ，经折射后射至 AB 边的 E 点，如图所示，逐渐减小 i ， E 点向 B 点移动，当 $\sin i = \frac{1}{6}$ 时，恰好没有光线从 AB 边射出棱镜，且 $DE = DA$ 。求棱镜的折射率。



【答案】1.5

【解析】



因为当 $\sin i = \frac{1}{6}$ 时，恰好没有光线从 AB 边射出，可知光线在 E 点发生全反射，

设临界角为 C ，则

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

由几何关系可知，光线在 D 点的折射角为

$$r = 90^\circ - 2C$$

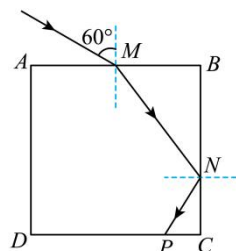
则

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

联立可得

$$n = 1.5$$

2、（2022·全国甲卷·T34（2））如图，边长为 a 的正方形 $ABCD$ 为一棱镜的横截面， M 为 AB 边的中点。在截面所在平的，一光线自 M 点射入棱镜，入射角为 60° ，经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射，反射光线从 CD 边的 P 点射出棱镜，求棱镜的折射率以及 P 、 C 两点之间的距离。



【答案】 $n = \frac{\sqrt{7}}{2}$, $PC = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$

【解析】

光线在 M 点发生折射有

$$\sin 60^\circ = n \sin \theta$$

由题知，光线经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射，则

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

$$C = 90^\circ - \theta$$

联立有

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$n = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

根据几何关系有

$$\tan \theta = \frac{MB}{BN} = \frac{a}{2BN}$$

解得

$$NC = a - BN = a - \frac{a}{\sqrt{3}}$$

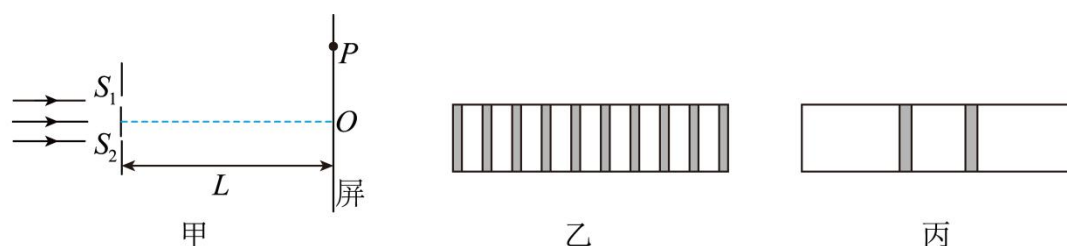
再由

$$\tan \theta = \frac{PC}{NC}$$

解得

$$PC = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$$

3、（2022·山东卷·T10）某同学采用图甲所示的实验装置研究光的干涉与衍射现象，狭缝 S_1 、 S_2 的宽度可调，狭缝到屏的距离为 L 。同一单色光垂直照射狭缝，实验中分别在屏上得到了图乙、图丙所示图样。下列描述正确的是（ ）



- A. 图乙是光的双缝干涉图样，当光通过狭缝时，也发生了衍射
- B. 遮住一条狭缝，另一狭缝宽度增大，其他条件不变，图丙中亮条纹宽度增大
- C. 照射两条狭缝时，增加 L ，其他条件不变，图乙中相邻暗条纹的中心间距增大
- D. 照射两条狭缝时，若光从狭缝 S_1 、 S_2 到屏上 P 点的路程差为半波长的奇数倍， P 点处一定是暗条纹

【答案】ACD

【解析】

A. 由图可知，图乙中间部分等间距条纹，所以图乙是光的双缝干涉图样，当光通过狭缝时，同时也发生衍射，故 A 正确；

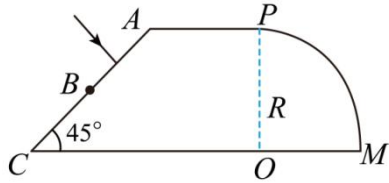
B. 狭缝越小，衍射范围越大，衍射条纹越宽，遮住一条狭缝，另一狭缝宽度增大，则衍射现象减弱，图丙中亮条纹宽度减小，故 B 错误；

C. 根据条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知照射两条狭缝时，增加 L ，其他条件不变，图乙中相邻暗条纹的中心间距增大，故 C 正确；

D. 照射两条狭缝时，若光从狭缝 S_1 、 S_2 到屏上 P 点的路程差为半波长的奇数倍， P 点处一定是暗条纹，故 D 正确。

故选 ACD。

4、（2022·山东卷·T7）柱状光学器件横截面如图所示， OP 右侧是以 O 为圆心、半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆，左则是直角梯形， AP 长为 R ， AC 与 CO 夹角 45° ， AC 中点为 B 。 a 、 b 两种频率的细激光束，垂直 AB 面入射，器件介质对 a 、 b 光的折射率分别为 1.42、1.40。保持光的入射方向不变，入射点从 A 向 B 移动过程中，能在 PM 面全反射后，从 OM 面射出的光是（不考虑三次反射以后的光）（ ）

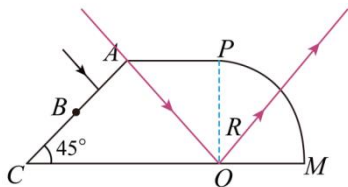


- A. 仅有 a 光 B. 仅有 b 光 C. a 、 b 光都可以 D. a 、 b 光都不可以

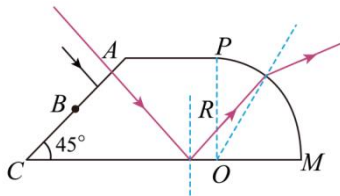
【答案】A

【解析】

当两种频率的细激光束从 A 点垂直于 AB 面入射时，激光沿直线传播到 O 点，经第一次反射沿半径方向直线传播出去。

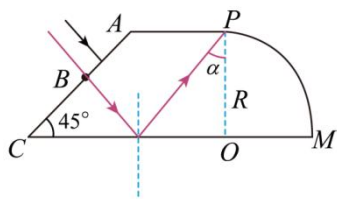


保持光的入射方向不变，入射点从 A 向 B 移动过程中，如下图可知，激光沿直线传播到 CO 面经反射向 PM 面传播，根据图像可知，入射点从 A 向 B 移动过程中，光线传播到 PM 面的入射角逐渐增大。



当入射点为 B 点时，根据光的反射定律及几何关系可知，光线传播到 PM 面的 P 点，此时光线在 PM 面上的入射角最大，设为 α ，由几何关系得

$$\alpha = 45^\circ$$



根据全反射临界角公式得

$$\sin C_a = \frac{1}{n_a} = \frac{1}{1.42} < \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin C_b = \frac{1}{n_b} = \frac{1}{1.40} > \frac{\sqrt{2}}{2}$$

两种频率的细激光束的全反射的临界角关系为

$$C_a < 45^\circ < C_b$$

故在入射光从 A 向 B 移动过程中, a 光能在 PM 面全反射后, 从 OM 面射出; b 光不能在 PM 面发生全反射, 故仅有 a 光。A 正确, BCD 错误。

故选 A。

5、(2022·浙江 6 月卷·T8) 如图所示, 王亚平在天宫课堂上演示了水球光学实验, 在失重环境下, 往大水球中央注入空气, 形成了一个空气泡, 气泡看起来很明亮, 其主要原因是 ()



- A. 气泡表面有折射没有全反射
- B. 光射入气泡衍射形成“亮斑”
- C. 气泡表面有折射和全反射
- D. 光射入气泡干涉形成“亮斑”

【答案】C

【解析】

当光从水中射到空气泡的界面处时，一部分光的入射角大于或等于临界角，发生了全反射现象；还有一部分光折射到内壁然后再折射出去，所以水中的空气泡看起来比较亮。

故选 C。

6、（2022·浙江 6 月卷·T4）关于双缝干涉实验，下列说法正确的是（ ）

- A. 用复色光投射就看不到条纹
- B. 明暗相间条纹是两列光在屏上叠加的结果
- C. 把光屏前移或后移，不能看到明暗相间条纹
- D. 蓝光干涉条纹的间距比红光的大

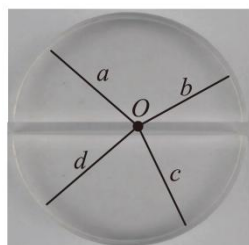
【答案】B

【解析】

- A. 用复色光投射同样能看到条纹，A 错误；
- B. 双缝干涉实验中，明暗相间条纹是两列光在屏上叠加的结果，B 正确；
- C. 由条纹间 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 知，把光屏前移或后移，改变了 L ，从而改变了条纹间距，但还可能看到明暗相间条纹，C 错误；
- D. 由条纹间 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 知，且 $\lambda_{\text{蓝}} < \lambda_{\text{红}}$ ，则蓝光干涉条纹的间距比红光的小，D 错误。

故选 B。

7、（2022·浙江 1 月卷·T11）如图所示，用激光笔照射半圆形玻璃砖圆心 O 点，发现有 a 、 b 、 c 、 d 四条细光束，其中 d 是光经折射和反射形成的。当入射光束 a 绕 O 点逆时针方向转过小角度 $\Delta\theta$ 时， b 、 c 、 d 也会随之转动，则（ ）



- A. 光束 b 顺时针旋转角度小于 $\Delta\theta$
- B. 光束 c 逆时针旋转角度小于 $\Delta\theta$
- C. 光束 d 顺时针旋转角度大于 $\Delta\theta$

D. 光速 b 、 c 之间的夹角减小了 $2\Delta\theta$

【答案】B

【解析】

A. 设入射光线 a 的入射角为 α ，则反射角为 α ，光束 c 的折射角为 β ，光束 d 的反射角也为 β ，入射光束 a 绕 O 点逆时针方向转过小角度 $\Delta\theta$ 时，入射角变为

$$\alpha' = \Delta\theta + \alpha$$

由反射定律可知反射角等于入射角，则光束 b 顺时针旋转角度等于 $\Delta\theta$ ，故 A 错误；

B. 由折射定律有

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n > 1, \quad \frac{\sin(\alpha + \Delta\theta)}{\sin(\beta + \Delta\theta')} = n > 1$$

可得

$$\Delta\theta' < \Delta\theta$$

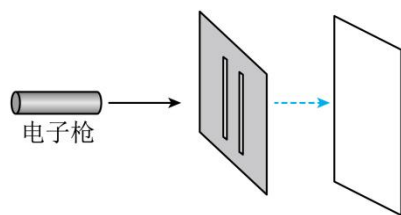
即光束 c 逆时针旋转角度小于 $\Delta\theta$ ，故 B 正确；

C. 光束 d 的反射角变化与光束 c 的折射角变化相等，则光束 d 顺时针旋转角度小于 $\Delta\theta$ ，故 C 错误；

D. 光束 b 顺时针旋转角度等于 $\Delta\theta$ ，光束 c 逆时针旋转角度小于 $\Delta\theta$ ，则光速 b 、 c 之间的夹角减小的角度小于 $2\Delta\theta$ ，故 D 错误；

故选 B。

8、（2022·浙江1月卷·T16）电子双缝干涉实验是近代证实物质波存在的实验。如图所示，电子枪持续发射的电子动量为 $1.2 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，然后让它们通过双缝打到屏上。已知电子质量取 $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，普朗克常量取 $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ，下列说法正确的是（ ）



A. 发射电子的动能约为 $8.0 \times 10^{-15} \text{ J}$

B. 发射电子的物质波波长约为 $5.5 \times 10^{-11} \text{ m}$

- C. 只有成对电子分别同时通过双缝才能发生干涉
D. 如果电子是一个一个发射的，仍能得到干涉图样

【答案】BD

【解析】

A. 根据动量的大小与动能的关系可知发射电子的动能约为

$$E_k = \frac{P^2}{2m} = \frac{(1.2 \times 10^{-23})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} \text{ J} \approx 8.0 \times 10^{-17} \text{ J}$$

故 A 错误；

B. 发射电子的物质波波长约为

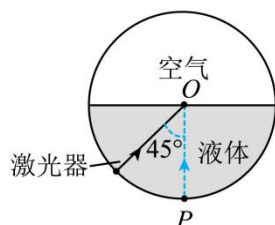
$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{1.2 \times 10^{-23}} \text{ m} \approx 5.5 \times 10^{-11} \text{ m}$$

故 B 正确；

CD. 物质波也具有波粒二象性，故电子的波动性是每个电子本身的性质，则每个电子依次通过双缝都能发生干涉现象，只是需要大量电子显示出干涉图样，故 C 错误，D 正确；

故选 BD。

9、（2022·广东卷·T16（2））一个水平放置的圆柱形罐体内装了一半的透明液体，液体上方是空气，其截面如图所示。一激光器从罐体底部 P 点沿着罐体的内壁向上移动，它所发出的光束始终指向圆心 O 点。当光束与竖直方向成 45° 角时，恰好观察不到从液体表面射向空气的折射光束。已知光在空气中的传播速度为 c ，求液体的折射率 n 和激光在液体中的传播速度 v 。



【答案】 $\sqrt{2}$, $\frac{\sqrt{2}}{2}c$

【解析】

当入射角达到 45° 时，恰好到达临界角 C ，根据

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

可得液体的折射率

$$n = \frac{1}{\sin C} = \frac{1}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2}$$

由于

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

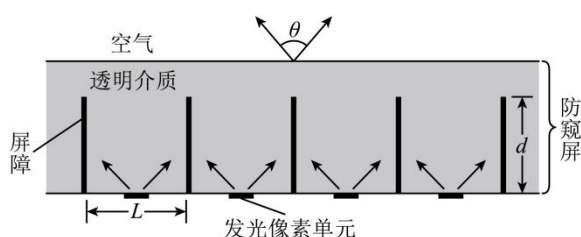
可知激光在液体中的传播速度

$$v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}c$$

10、（2022·湖南卷·T16（2））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 $L=0.8\text{mm}$ 。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。

（1）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 ；

（2）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）。



【答案】（1）1.55mm；（2）0.35mm

【解析】

（1）发光像素单元射到屏障上的光被完全吸收，考虑射到屏障顶端的光射到透明介质和空气界面，折射后从界面射向空气，由题意可知 $\theta=60^\circ$ ，则

$$r = \frac{\theta}{2} = 30^\circ$$

在介质中的入射角为 i ，则

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

解得

$$\sin i = \frac{1}{4}$$

由几何关系

$$\sin i = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{d^2 + (\frac{L}{2})^2}}$$

解得

$$d = \sqrt{2.4} \text{mm} \approx 1.55 \text{mm}$$

(2) 若视角 θ 刚好被扩为 180° ，则 $\frac{180^\circ}{2} = 90^\circ$ ，此时光线在界面发生全反射，

此时光线在界面处的入射角

$$\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$$

解得

$$C = 30^\circ$$

此时发光像素单元发光点距离屏障的距离为

$$x_1 = d \tan C = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{mm}$$

像素单元宽度 x 最小为

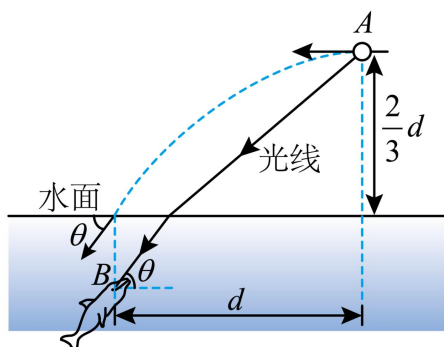
$$x = 2(x_1 - \frac{L}{2}) = (\frac{2\sqrt{3}}{3} - 0.8) \text{mm} \approx 0.35 \text{mm}$$

11、（2022·湖北·T14）如图所示，水族馆训练员在训练海豚时，将一发光小球高举在水面上方的 A 位置，海豚的眼睛在 B 位置， A 位置和 B 位置的水平距离为 d ， A 位置离水面的高度为 $\frac{2}{3}d$ 。训练员将小球向左水平抛出，入水点在 B 位置的正上方，入水前瞬间速度方向与水面夹角为 θ 。小球在 A 位置发出的一束光线经水面折射后到达 B 位置，折射光线与水平方向的夹角也为 θ 。

已知水的折射率 $n = \frac{4}{3}$ ，求：

(1) $\tan\theta$ 的值；

(2) B 位置到水面的距离 H 。



【答案】 (1) $\tan\theta = \frac{4}{3}$ ； (2) $H = \frac{4d}{27}$

【解析】

(1) 由平抛运动的规律可知

$$d = v_0 t$$

$$\frac{2}{3}d = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\tan\theta = \frac{gt}{v_0}$$

解得

$$\tan\theta = \frac{4}{3}$$

(2) 因 $\tan\theta = \frac{4}{3}$ 可知 $\theta = 53^\circ$ ，从 A 点射到水面的光线的入射角为 α ，折射角为

$90^\circ - \theta = 37^\circ$ ，则由折射定律可知

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin 37^\circ}$$

解得

$$\alpha = 53^\circ$$

由几何关系可知

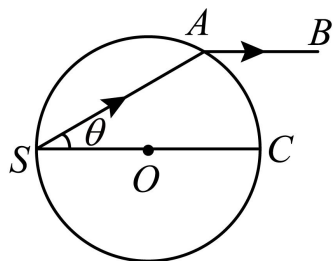
$$H \tan 37^\circ + \frac{2}{3}d \tan 53^\circ = d$$

解得

$$H = \frac{4d}{27}$$

12、【2022·河北·T16(2)】如图，一个半径为 R 的玻璃球， O 点为球心。球面内侧单色点光源 S 发出的一束光在 A 点射出，出射光线 AB 与球直径 SC 平行， $\theta = 30^\circ$ 。光在真空中的传播速度为 c 。求：

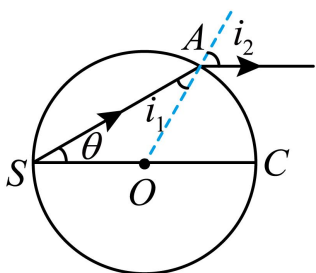
- (1) 玻璃的折射率；
- (2) 从 S 发出的光线经多次全反射回到 S 点的最短时间。



【答案】 (1) $n = \sqrt{3}$ ； (2) $t = \frac{4\sqrt{6}R}{c}$

【解析】

(i) 根据题意将光路图补充完整，如下图所示



根据几何关系可知

$$i_1 = \theta = 30^\circ, \quad i_2 = 60^\circ$$

根据折射定律有

$$n \sin i_1 = \sin i_2$$

解得

$$n = \sqrt{3}$$

(ii) 设全反射的临界角为 C ，则

$$\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

光在玻璃球内的传播速度有

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

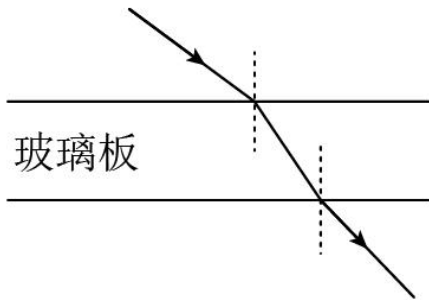
根据几何关系可知当 $\theta = 45^\circ$ 时，即光路为圆的内接正方形，从 S 发出的光线经多次全反射回到 S 点的时间最短，则正方形的边长

$$x = \sqrt{2}R$$

则最短时间为

$$t = \frac{4x}{v} = \frac{4\sqrt{6}R}{c}$$

13.2021 全国甲卷第 15 题. 如图，单色光从折射率 $n=1.5$ 、厚度 $d=10.0\text{cm}$ 的玻璃板上表面射入。已知真空中的光速为 $3\times 10^8\text{ m/s}$ ，则该单色光在玻璃板内传播的速度为_____ m/s ；对于所有可能的入射角，该单色光通过玻璃板所用时间 t 的取值范围是_____ $\text{s} \leq t <$ _____ s （不考虑反射）。



【答案】 (1). 2×10^8 (2). 5×10^{-10} (3). $3\sqrt{5}\times 10^{-10}$

【解析】

[1] 该单色光在玻璃板内传播的速度为

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3\times 10^8}{1.5} \text{ m/s} = 2\times 10^8 \text{ m/s}$$

[2] 当光垂直玻璃板射入时，光不发生偏折，该单色光通过玻璃板所用时间最短，最短时间

$$t_1 = \frac{d}{v} = \frac{0.1}{2\times 10^8} \text{ s} = 5\times 10^{-10} \text{ s}$$

[3] 当光的入射角是 90° 时，该单色光通过玻璃板所用时间最长。由折射定律可知

$$n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta}$$

最长时间

$$t_2 = \frac{\frac{d}{\cos \theta}}{v} = \frac{d}{v\sqrt{1-\sin^2 \theta}} = 3\sqrt{5} \times 10^{-10} \text{ s}$$

14.2021 全国乙卷第 16 题. 用插针法测量上、下表面平行的玻璃砖的折射率。实验中用 A、B 两个大头针确定入射光路、C、D 两个大头针确定出射光路，O 和 O' 分别是入射点和出射点，如图 (a) 所示。测得玻璃砖厚度为 $h = 15.0\text{mm}$ ，A 到过 O 点的法线 OM 的距离 $AM = 10.0\text{mm}$ ，M 到玻璃砖的距离 $MO = 20.0\text{mm}$ ，O' 到 OM 的距离为 $s = 5.0\text{mm}$ 。

(i) 求玻璃砖的折射率；

(ii) 用另一块材料相同，但上下两表面不平行的玻璃砖继续实验，玻璃砖的截面如图 (b) 所示。光从上表面入射，入射角从 0 逐渐增大，达到 45° 时，玻璃砖下表面的出射光线恰好消失。求此玻璃砖上下表面的夹角。

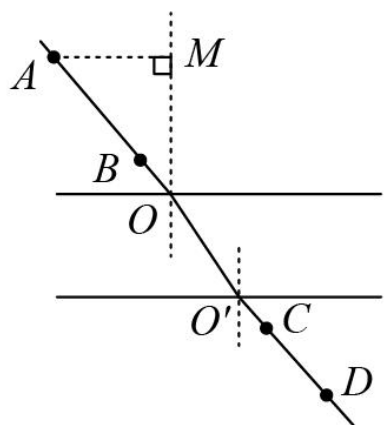


图 (a)

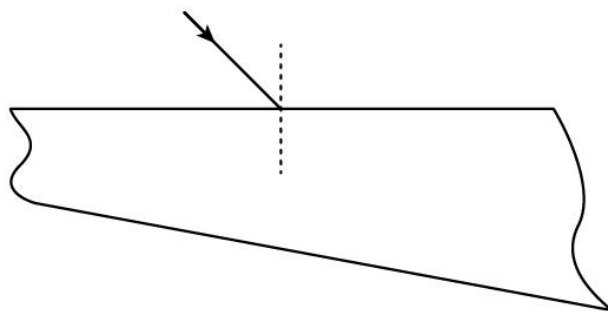


图 (b)

【答案】 (i) $\sqrt{2}$ (ii) 15°

【解析】 (i) 从 O 点射入时，设入射角为 α ，折射角为 β 。根据题中所给数据可得：

$$\sin \alpha = \frac{10.0}{\sqrt{10.0^2 + 20.0^2}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{5.0}{\sqrt{15.0^2 + 5.0^2}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

再由折射定律可得玻璃砖的折射率：

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{2}$$

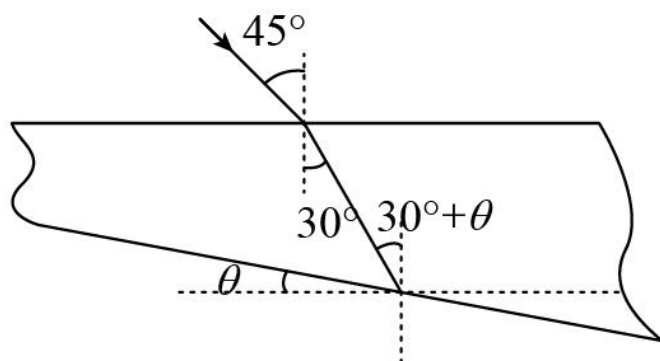
(ii) 当入射角为 45° 时，设折射角为 γ ，由折射定律：

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \gamma}$$

可求得：

$$\gamma = 30^\circ$$

再设此玻璃砖上下表面的夹角为 θ ，光路图如下：



而此时出射光线恰好消失，则说明发生全反射，有：

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

解得：

$$C = 45^\circ$$

由几何关系可知：

$$\theta + 30^\circ = C$$

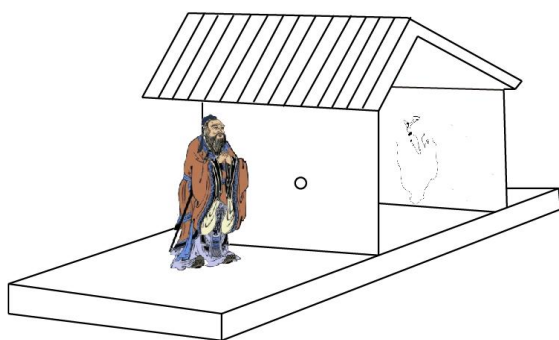
即玻璃砖上下表面的夹角：

$$\theta = 15^\circ。$$

15.2021 湖南卷第 18 题. 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？

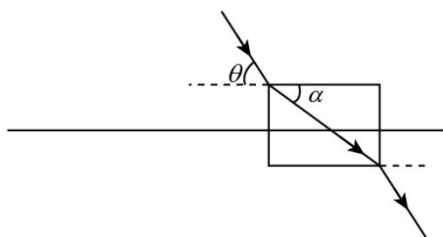
(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，透明介质的折射率最小为多少？



【答案】 (i) 1.38; (ii) 1.7

【解析】

(i) 根据题意作出如下光路图



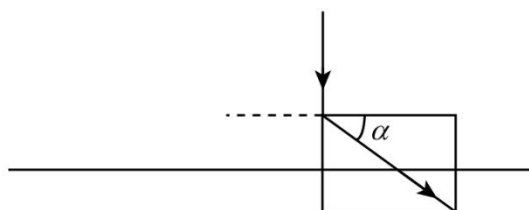
当孔在人身高一半时有

$$\tan\theta = \frac{\frac{h}{2} - \frac{d}{2}}{L} = \frac{0.8 - 0.005}{0.6} \approx \frac{4}{3}, \quad \sin\theta = 0.8,$$

$$\tan\alpha = \frac{0.01}{0.014} = \frac{1}{1.4}, \quad \sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{2.96}}$$

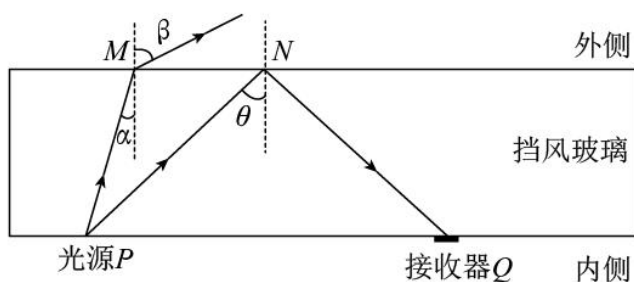
由折射定律有 $n = \frac{\sin\theta}{\sin\alpha} \approx 1.38$

(ii) 若让掠射进入孔洞的光能成功出射，则可画出如下光路图



根据几何关系有 $n' = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \alpha} \approx 1.7$

16.2021 广东卷第 18 题. 如图所示，一种光学传感器是通过接收器 Q 接收到光的强度变化而触发工作的。光从挡风玻璃内侧 P 点射向外侧 M 点再折射到空气中，测得入射角为 α ，折射角为 β ；光从 P 点射向外侧 N 点，刚好发生全反射并被 Q 接收，求光从玻璃射向空气时临界角 θ 的正弦值表达式。



【答案】 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

【解析】 根据光的折射定律有

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

根据光的全反射规律有

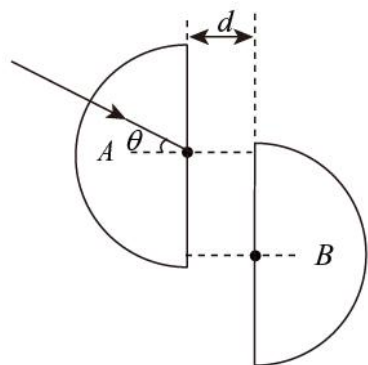
$$\sin \theta = \frac{1}{n}$$

联立解得

$$\sin \theta = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

17.2021 河北卷第 18 题. 将两块半径均为 R 、完全相同的透明半圆柱体 A 、 B 正对放置，圆心上下错开一定距离，如图所示，用一束单色光沿半径照射半圆柱体 A ，设圆心处入射角为 θ ，当 $\theta = 60^\circ$ 时， A 右侧恰好无光线射出；当 $\theta = 30^\circ$ 时，有光线沿 B 的半径射出，射出位置与 A 的圆心相比下移 h ，不考虑多次反射，求：

- (1) 半圆柱体对该单色光的折射率；
 (2) 两个半圆柱体之间的距离 d 。



【答案】 (i) $n = \frac{2}{3}\sqrt{3}$; (ii) $d = \sqrt{2}(h - \frac{R}{2})$

【解析】

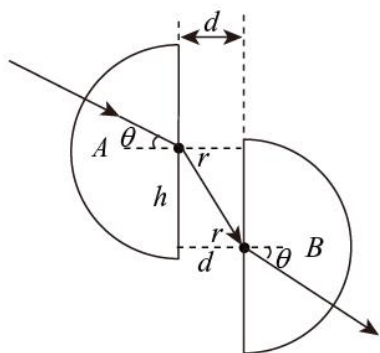
(i) 光从半圆柱体 A 射入，满足从光密介质到光疏介质，当 $\theta = 60^\circ$ 时发生全反射，有

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

解得

$$n = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

(ii) 当入射角 $\theta = 30^\circ$ ，经两次折射从半圆柱体 B 的半径射出，设折射角为 r ，光路如图



由折射定律有

$$\sin \theta \cdot n = \sin r$$

有几何关系有

$$\tan r = \frac{h - R \sin \theta}{d}$$

联立解得

$$d = \sqrt{2} \left(h - \frac{R}{2} \right)$$

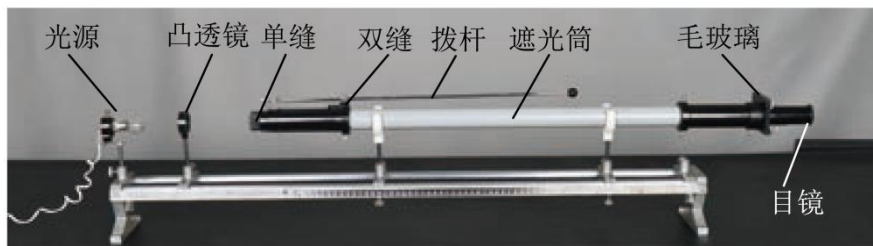
18.2021 浙江 6 月卷 18. 图示是“用双缝干涉测量光的波长”实验的装置。实验中:

①观察到较模糊的干涉条纹,要使条纹变得清晰,值得尝试的是_____。(单选)

- A.旋转测量头 B.增大单缝与双缝间的距离 C.调节拨杆使单缝与双缝平行

②要增大观察到的条纹间距,正确的做法是_____ (单选)

- A.减小单缝与光源间的距离 B.减小单缝与双缝间的距离
C.增大透镜与单缝间的距离 D.增大双缝与测量头间的距离



【答案】 (1). C (2). D

【解析】①[1]若粗调后看不到清晰的干涉条纹，看到的是模糊不清的条纹，则最可能的原因是单缝与双缝不平行；要使条纹变得清晰，值得尝试的是调节拨杆使单缝与双缝平行。

故选 C。

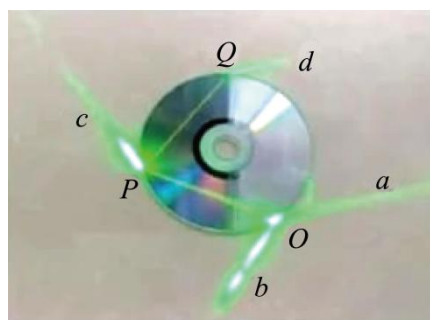
②[2]根据

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

可知要增大条纹间距可以增大双缝到光屏的距离 l ，减小双缝的间距 d ；

故选 D。

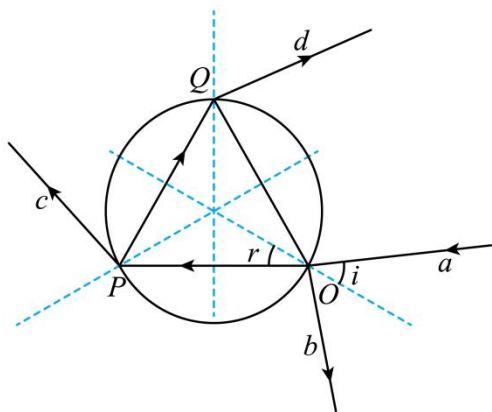
19.2021 浙江卷第 12 题. 用激光笔照射透明塑料制成的光盘边缘时观察到的现象如图所示。入射点 O 和两出射点 P 、 Q 恰好位于光盘边缘等间隔的三点处，空气中的四条细光束分别为入射光束 a 、反射光束 b 、出射光束 c 和 d 、已知光束 a 和 b 间的夹角为 90° ，则（ ）



- A. 光盘材料的折射率 $n = 2$
- B. 光在光盘内的速度为真空中光速的三分之二
- C. 光束 b 、 c 和 d 的强度之和等于光束 a 的强度
- D. 光束 c 的强度小于 O 点处折射光束 OP 的强度

【答案】D

【解析】



A. 如图所示由几何关系可得入射角为

$$i = 45^\circ$$

折射角为

$$r = 30^\circ$$

根据折射定律有

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

所以 A 错误；

B. 根据

$$v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}c$$

所以 B 错误；

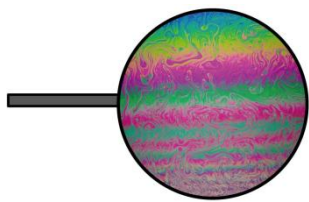
C. 光束在 b 、 c 和 d 的强度之和小于光束 a 的强度，因为在 Q 处光还有反射光线，所以 C 错误；

D. 光束 c 的强度与反射光线 PQ 强度之和等于折身光线 OP 的强度，所以 D 正确；

故选 D。

19.2021 浙江卷第 16 题. 肥皂膜的干涉条纹如图所示，条纹间距上面宽、下面窄。

下列说法正确的是（ ）



- A. 过肥皂膜最高和最低点的截面一定不是梯形
 B. 肥皂膜上的条纹是前后表面反射光形成的干涉条纹
 C. 肥皂膜从形成到破裂，条纹的宽度和间距不会发生变化
 D. 将肥皂膜外金属环左侧的把柄向上转动 90° ，条纹也会跟着转动 90°

【答案】AB

【解析】

- A. 肥皂膜因为自重会上面薄而下面厚，因表面张力的原因其截面应是一个圆滑的曲面而不是梯形，A 正确；
 B. 薄膜干涉是等厚干涉，其原因为肥皂膜上的条纹是前后表面反射光形成的干涉条纹，B 正确；
 C. 形成条纹的原因是前后表面的反射光叠加出现了振动加强点和振动减弱点，形成到破裂的过程上面越来越薄，下面越来越厚，因此出现加强点和减弱点的位置发生了变化，条纹宽度和间距发生变化，C 错误；
 D. 将肥皂膜外金属环左侧的把柄向上转动 90° ，由于重力，表面张力和粘滞力等的作用，肥皂膜的形状和厚度会重新分布，因此并不会跟着旋转 90° ；D 错误。
 故选 AB。

20.2021 高考上海等级考第 15 题、

上海科学家创造出的激光在 $2 \times 10^{-14} \text{s}$ 内产生 400J 的能量，则它的平均功率为

_____w.若它的中心波长为 $8 \times 10^{-7} \text{m}$ ，对应的频率应该为_____Hz.

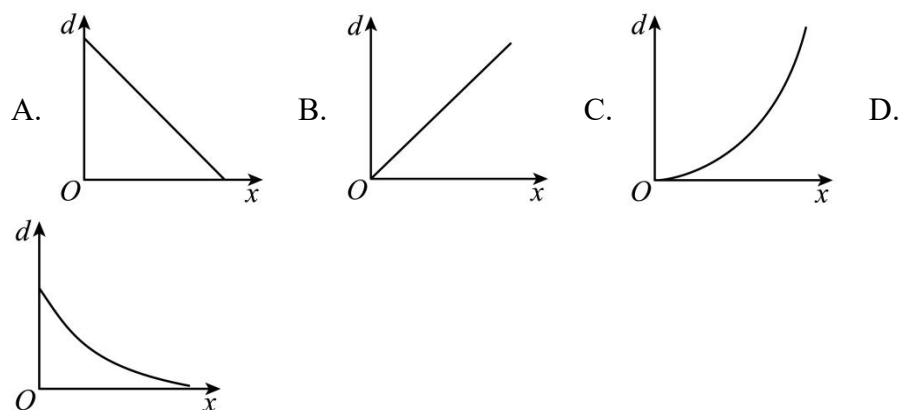
【答案】 2×10^{16} 3.75×10^{14}

【解析】平均功率为 $P = \frac{E}{t} = \frac{400}{2 \times 10^{-14}} \text{W} = 2 \times 10^{16} \text{W}$;

与中心波长为 $8 \times 10^{-7} \text{m}$ 对应的频率 $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{8 \times 10^{-7}} \text{Hz} = 3.75 \times 10^{14} \text{Hz}$

21. 2021 山东卷第 7 题.

用平行单色光垂直照射一层透明薄膜，观察到如图所示明暗相间的干涉条纹。下列关于该区域薄膜厚度 d 随坐标 x 的变化图像，可能正确的是（ ）



【答案】D

【解析】从薄膜的上下表面分别反射的两列光是相干光，其光程差为 $\Delta x = 2d$ ，即光程差为薄膜厚度的 2 倍，当光程差 $\Delta x = n\lambda$ 时此处表现为亮条纹，故相邻亮条纹之间的薄膜的厚度差为 $\frac{1}{2}\lambda$ ，在图中相邻亮条纹（或暗条纹）之间的距离变大，则薄膜层的厚度之间变小，因条纹宽度逐渐变宽，则厚度不是均匀变小。

故选 D。

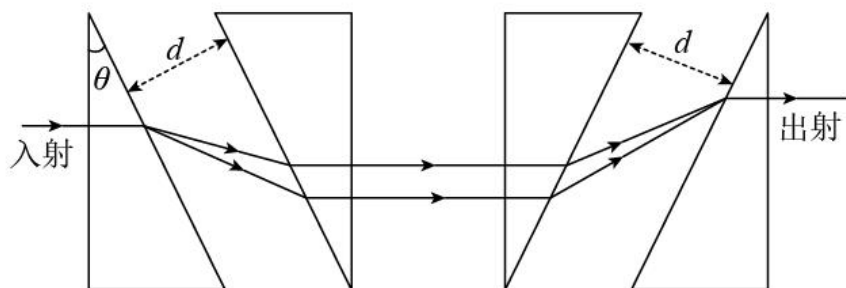
22.2021 山东卷第 15 题.

超强超短光脉冲产生方法曾获诺贝尔物理学奖，其中用到的一种脉冲激光展宽器截面如图所示。在空气中对称放置四个相同的直角三棱镜，顶角为 θ 。一细束脉冲激光垂直第一个棱镜左侧面入射，经过前两个棱镜后分为平行的光束，再经过后两个棱镜重新合成为一束，此时不同频率的光前后分开，完成脉冲展宽。已知相邻两棱镜斜面间的距离 $d = 100.0\text{mm}$ ，脉冲激光中包含两种频率的光，它们在

棱镜中的折射率分别为 $n_1 = \sqrt{2}$ 和 $n_2 = \frac{\sqrt{31}}{4}$ 。取 $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ ， $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$ ，

$$\frac{5}{\sqrt{7}} = 1.890。$$

- (1) 为使两种频率的光都能从左侧第一个棱镜斜面射出，求 θ 的取值范围；
- (2) 若 $\theta = 37^\circ$ ，求两种频率的光通过整个展宽器的过程中，在空气中的路程差 ΔL （保留 3 位有效数字）。



【答案】(1) $0 < \theta < 45^\circ$ (或 $\theta < 45^\circ$)；(2) $\Delta L = 14.4\text{mm}$

【解析】(1) 由几何关系可得，光线在第一个三棱镜右侧斜面上的入射角等于 θ ，要使得两种频率的光都从左侧第一个棱镜斜面射出，则 θ 需要比两种频率光线的全反射角都小，设 C 是全反射的临界角，根据折射定律得

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad ①$$

折射率越大，临界角越小，代入较大的折射率得

$$C_{\min} = 45^\circ \quad ②$$

所以顶角 θ 的范围为

$$0 < \theta < 45^\circ \quad (\text{或 } \theta < 45^\circ) \quad ③$$

(2) 脉冲激光从第一个三棱镜右侧斜面射出时发生折射，设折射角分别为 α_1 和 α_2 ，由折射定律得

$$n_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \theta} \quad ④$$

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \theta} \quad ⑤$$

设两束光在前两个三棱镜斜面之间的路程分别为 L_1 和 L_2 ，则

$$L_1 = \frac{d}{\cos \alpha_1} \quad ⑥$$

$$L_2 = \frac{d}{\cos \alpha_2} \quad (7)$$

$$\Delta L = 2(L_1 - L_2) \quad (8)$$

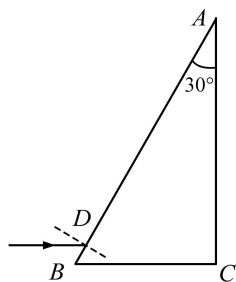
联立④⑤⑥⑦⑧式，代入数据得

$$\Delta L = 14.4\text{mm} \quad (9)$$

23.2020全国2卷第16题

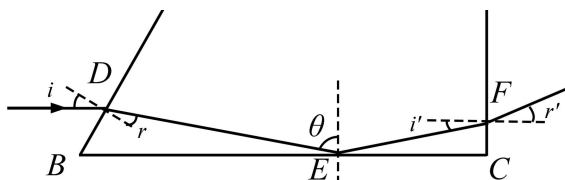
16.直角棱镜的折射率 $n=1.5$ ，其横截面如图所示，图中 $\angle C=90^\circ$ ， $\angle A=30^\circ$ 。截面内一细束与 BC 边平行的光线，从棱镜 AB 边上的 D 点射入，经折射后射到 BC 边上。

- (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。



【答案】(1) 光线在 E 点发生全反射; (2) $\sin r' = \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4}$

【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

$$i = 30^\circ \quad (3)$$

$$i' = 90^\circ - \theta \quad (4)$$

$$\sin i = n \sin r \quad (5)$$

$$n \sin i' = \sin r' \quad (6)$$

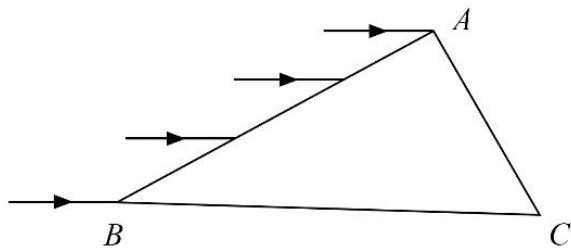
联立①③④⑤⑥式并代入题给数据, 得

$$\sin r' = \frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3}}{4} \quad (7)$$

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。

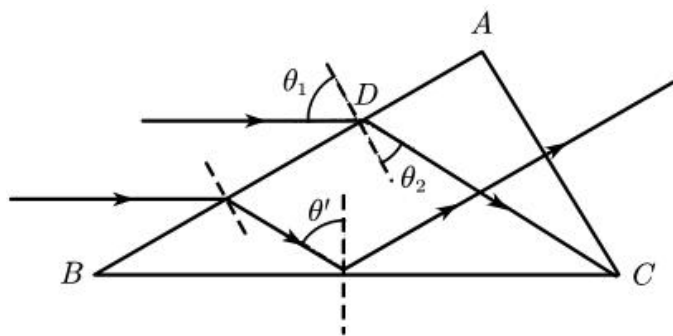
24.2020 全国 3 卷第 16 题[物理选修 3-4]

16. 如图, 一折射率为 $\sqrt{3}$ 的材料制作的三棱镜, 其横截面为直角三角形 ABC , $\angle A = 90^\circ$, $\angle B = 30^\circ$ 。一束平行光平行于 BC 边从 AB 边射入棱镜, 不计光线在棱镜内的多次反射, 求 AC 边与 BC 边上有光出射区域的长度的比值。



【答案】2

【解析】设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点, 光在 AB 边上的入射角为 θ_1 , 折射角为 θ_2 , 如图所示



由折射定律有 $\sin \theta_1 = n \sin \theta_2$

设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ' ，由几何关系有

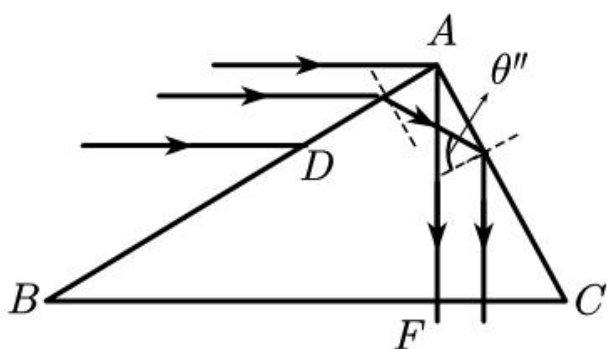
$$\theta' = 30^\circ + \theta_2$$

代入题中数据解得

$$\theta_2 = 30^\circ$$

$$n \sin \theta' > 1$$

所以从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射，反射光线垂直射到 AC 边， AC 边上全部有光射出。设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ'' ，如图所示



由几何关系可知 $\theta'' = 90^\circ - \theta_2$

根据已知条件可知 $n \sin \theta'' > 1$

即从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上发生全反射，反射光线垂直射到 BC 边上。设 BC 边上有光线射出的部分为 CF ，由几何关系得 $CF = AC \cdot \sin 30^\circ$

AC 边与 BC 边有光射出区域的长度比值为 $\frac{AC}{CF} = 2$

易错点： $\frac{AD}{BD} = \frac{2\sqrt{3}+1}{11}$ 。

25.2020 江苏省卷第 13B 题

13B (2) .[选修 3-4] (12 分)

(2) 我国的光纤通信技术处于世界领先水平.光纤内芯(内层玻璃)的折射率比外套(外层玻璃)的_____ (选填“大”或“小”).某种光纤的内芯在空气中全反射的临界角为 43° ，则该内芯的折射率为_____. (取 $\sin 43^\circ = 0.68, \cos 43^\circ = 0.73$ ，结果保留 2 位有效数字)

(3) 国际宇航联合会将 2020 年度“世界航天奖”授予我国“嫦娥四号”任务团队。“嫦娥四号”任务创造了多项世界第一。在探月任务中，“玉兔二号”月球车朝正下方发射一束频率为 f 的电磁波，该电磁波分别在月壤层的上、下表面被反射回来，反射波回到“玉兔二号”的时间差为 Δt 。已知电磁波在月壤层中传播的波长为 λ ，求该月壤层的厚度 d 。

【解析】(3) 电磁波的传播速度 $v = f\lambda$ ，根据题意 $2d = v\Delta t$ ，解得 $d = \frac{f\lambda\Delta t}{2}$

26.2020 北京卷第 1 题

1. 以下现象不属于干涉的是 ()

- A. 白光经过杨氏双缝得到彩色图样
- B. 白光照射肥皂膜呈现彩色图样
- C. 白光经过三棱镜得到彩色图样
- D. 白光照射水面油膜呈现彩色图样

【答案】C

【解析】A. 根据光的干涉定义可知白光经过杨氏双缝得到彩色图样是杨氏双缝干涉，故 A 错误；

B. 由于重力的作用，肥皂膜形成了上薄下厚的薄膜，光线通过薄膜时频率不变，干涉条纹的产生是由于光线在薄膜前后两表面反射形成的两列光波的叠加，白光照射肥皂膜呈现彩色图样是属于干涉现象，故 B 错误；

C. 白光经过三棱镜得到彩色图样是光在折射时产生的色散现象，故 C 正确；

D. 水面上的油膜呈现彩色是光的干涉现象，属于薄膜干涉，故 D 错误；

故选 C。

27.2020 天津卷第 3 题

3. 新冠肺炎疫情突发，中华儿女风雨同舟、守望相助，筑起了抗击疫情的巍峨长城。志愿者用非接触式体温测量仪，通过人体辐射的红外线测量体温，防控人员用紫外线灯在无人的环境下消杀病毒，为人民健康保驾护航。红外线和紫外线相比较 ()

- A. 红外线的光子能量比紫外线的大
- B. 真空中红外线的波长比紫外线的长
- C. 真空中红外线的传播速度比紫外线的大

D. 红外线能发生偏振现象，而紫外线不能

【答案】B

【解析】A. 因为红外线的频率小于紫外线，根据 $E = h\nu$ ，可知红外线的光子能量比紫外线的低，故 A 错误；

B. 根据 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ，可知红外线的波长比紫外线的波长长，故 B 正确；

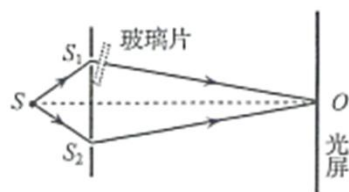
C. 真空中红外线和紫外线的传播速度是一样的，故 C 错误；

D. 光都具有偏振现象，故 D 错误。

故选 B。

28.2020 山东卷第 3 题

3. 双缝干涉实验装置的截面图如图所示。光源 S 到 S_1 、 S_2 的距离相等，O 点为 S_1 、 S_2 连线中垂线与光屏的交点。光源 S 发出的波长为 λ 的光，经 S_1 出射后垂直穿过玻璃片传播到 O 点，经 S_2 出射后直接传播到 O 点，由 S_1 到 O 点与由 S_2 到 O 点，光传播的时间差为 Δt 。玻璃片厚度为 10λ ，玻璃对该波长光的折射率为 1.5，空气中光速为 c ，不计光在玻璃片内的反射。以下判断正确的是（ ）



A. $\Delta t = \frac{5\lambda}{c}$

B. $\Delta t = \frac{15\lambda}{2c}$

C. $\Delta t = \frac{10\lambda}{c}$

D.

$\Delta t = \frac{15\lambda}{c}$

【答案】A

【解析】光在玻璃中的传播速度为 $v = \frac{c}{n}$

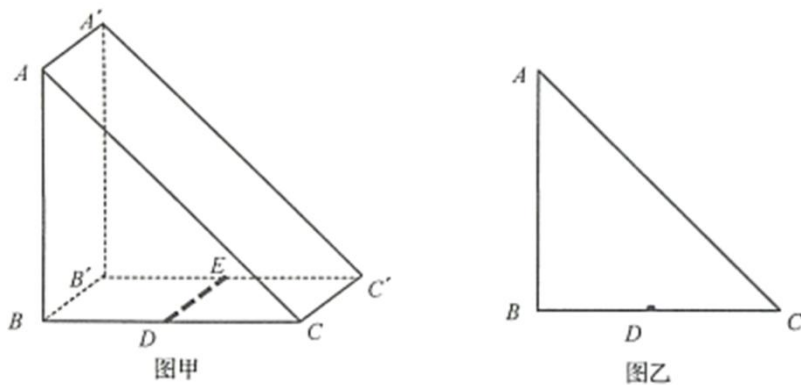
可知时间差 $\Delta t = \frac{10\lambda}{v} - \frac{10\lambda}{c} = \frac{5\lambda}{c}$

故选 A。

29.2020 山东卷第 9 题

9. 截面为等腰直角三角形的三棱镜如图甲所示。DE 为嵌在三棱镜内部紧贴 $BB'C'C$ 面的线状单色可见光光源，DE 与三棱镜的 ABC 面垂直，D 位于线段 BC

的中点。图乙为图甲中 ABC 面的正视图。三棱镜对该单色光的折射率为 $2\sqrt{2}$ ，只考虑由 DE 直接射向侧面 $AA'C'C$ 的光线。下列说法正确的是（ ）

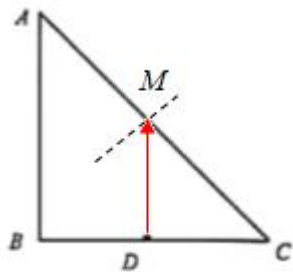


- A. 光从 $AA'C'C$ 面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{1}{2}$
- B. 光从 $AA'C'C$ 面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{2}{3}$
- C. 若 DE 发出的单色光频率变小， $AA'C'C$ 面有光出射的区域面积将增大
- D. 若 DE 发出的单色光频率变小， $AA'C'C$ 面有光出射的区域面积将减小

【答案】AC

【解析】AB. 由题可知 $\sin C = \frac{1}{\sqrt{2}}$

可知临界角为 45° ，因此从 D 点发出的光，竖直向上从 M 点射出的光线恰好是出射光线的边缘，同时 C 点也恰好是出射光线的边缘，如图所示，因此光线只能从 MC 段射出，根据几何关系可知， M 恰好为 AC 的中点，因此在 $AA'C'C$ 平面上有一半的面积有光线射出，A 正确，B 错误；



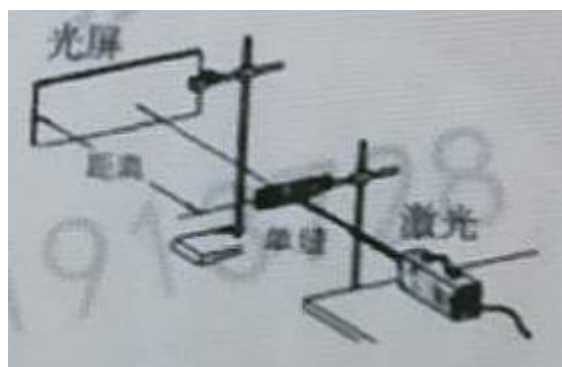
C. 由于频率越高，折射率越大，当光源发出的光的频率变小，折射率也会变小，导致临界角会增大，这时 M 点上方也会有光线出射，因此出射光线区域的面积将增大，C 正确，D 错误。

故选 AC。

30.2020 上海等级考第 9 题

9、观察光的衍射实验装置如图所示，用红色的激光可以照出某种衍射条纹，为了减小条纹宽度，可（ ）

- (A)减小单缝宽
- (B)用绿光照射
- (C)增大单缝与光屏间距离
- (D)减小激光器与单缝间距离



[答案]B

【解析】条纹宽度与波长成正比，绿光的波长比红光短，所以减小条纹宽度。

[考察知识]单缝衍射，

[核心素养]物理观念

31.2020 浙江第 4 题

4.在抗击新冠病毒的过程中，广泛使用了红外体温计测量体温，如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A. 当体温超过 37.3°C 时人体才辐射红外线
- B. 当体温超过周围空气温度时人体才辐射红外线
- C. 红外体温计是依据体温计发射红外线来测体温的
- D. 红外体温计是依据人体温度越高，辐射的红外线强度越大来测体温的

【答案】D

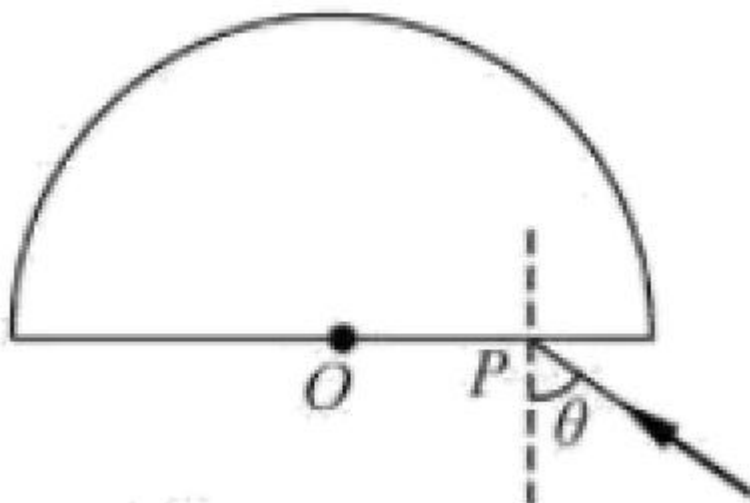
【解析】AB. 凡是温度高于绝对零度的物体都能产生红外辐射，故人体一直都会辐射红外线，故 A 错误，B 错误；

CD. 人身体各个部位体温是有变化的，所以辐射的红外线强度就会不一样，温度越高红外线强度越高，温度越低辐射的红外线强度就越低，所以通过辐射出来的红外线的强度就会辐射出个各部位的温度；红外体温计并不是靠体温计发射红外线来测体温的，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

32.2020 浙江第 13 题

13. 如图所示，圆心为 O 、半径为 R 的半圆形玻璃砖置于水平桌面上，光线从 P 点垂直界面入射后，恰好在玻璃砖圆形表面发生全反射；当入射角 $\theta = 60^\circ$ 时，光线从玻璃砖圆形表面出射后恰好与入射光平行。已知真空中的光速为 c ，则



A. 玻璃砖的折射率为 1.5

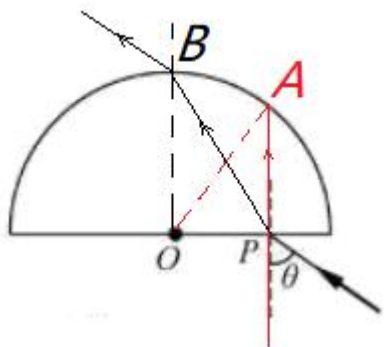
B. OP 之间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$

C. 光在玻璃砖内的传播速度为 $\frac{\sqrt{3}}{3}c$

D. 光从玻璃到空气的临界角为 30°

【答案】C

【解析】AB. 作出两种情况下的光路图，如图所示



设 $OP = x$ ，在 A 处发生全反射故有 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{x}{R}$

由于出射光平行可知，在 B 处射出，故 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \angle OBP}$

由于 $\sin \angle OBP = \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}$

联立可得 $n = \sqrt{3}$ ， $x = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ ，故 AB 错误；

C. 由 $v = \frac{c}{n}$ ，可得 $v = \frac{\sqrt{3}}{3}c$ ，故 C 正确；

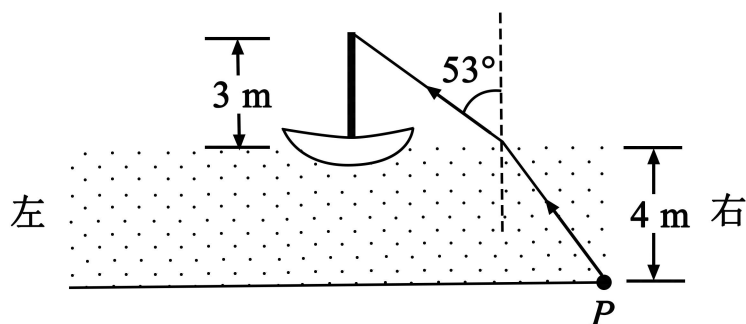
D. 由于 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，所以临界角不为 30° ，故 D 错误。

故选 C。

33. 2019全国1卷34. (2) (10分) 如图，一般帆船静止在湖面上，帆船的竖直桅杆顶端高出水面3 m。距水面4 m的湖底P点发出的激光束，从水面出射后恰好照射到桅杆顶端，该出射光束与竖直方向的夹角为 53° （取 $\sin 53^\circ = 0.8$ ）。已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$

(i) 求桅杆到P点的水平距离；

(ii) 船向左行驶一段距离后停止，调整由P点发出的激光束方向，当其与竖直方向夹角为 45° 时，从水面射出后仍然照射在桅杆顶端，求船行驶的距离。



【答案】34、[物理——选修3-4]

(2) (i) 设光束从水面射出的点到桅杆的水平距离为 x_1 ，到 P 点的水平距离为 x_2 ；桅杆高度为 h_1 ， P 点处水深为 h_2 ；微光束在水中与竖直方向的夹角为 θ 。由几何关系有

$$\frac{x_1}{h_1} = \tan 53^\circ \quad (1)$$

$$\frac{x_2}{h_2} = \tan \theta \quad (2)$$

$$\text{由折射定律有 } \sin 53^\circ = n \sin \theta \quad (3)$$

$$\text{设桅杆到 } P \text{ 点的水平距离为 } x, \text{ 则 } x = x_1 + x_2 \quad (4)$$

$$\text{联立①②③④式并代入题给数据得 } x = 7 \text{ m} \quad (5)$$

(ii) 设激光束在水中与竖直方向的夹角为 45° 时，从水面出射的方向与竖直方向夹角为 i' ，由折射定律有

$$\sin i' = n \sin 45^\circ \quad (6)$$

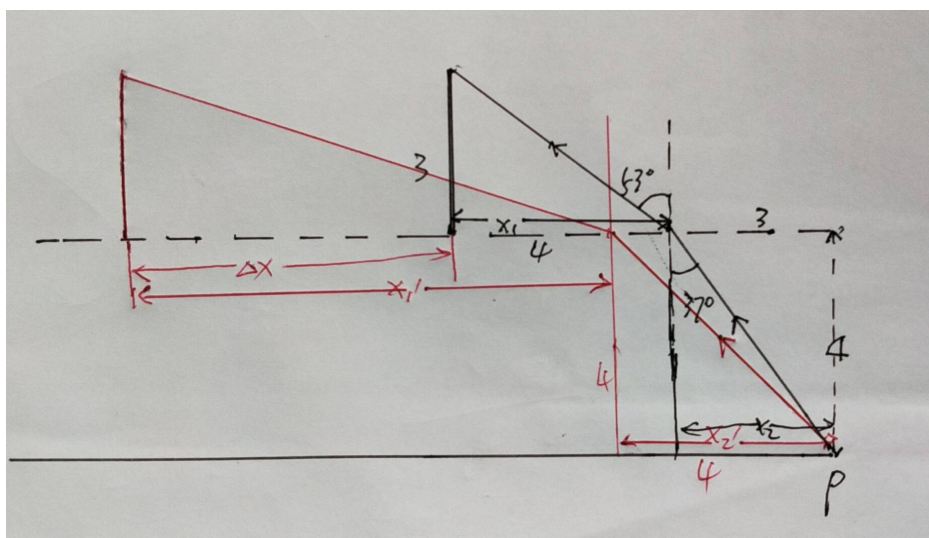
设船向左行驶的距离为 x' ，此时光束从水面射出的点到桅杆的水平距离为 x'_1 ，到 P 点的水平距离为 x'_2 ，则

$$x'_1 + x'_2 = x' + x \quad (7)$$

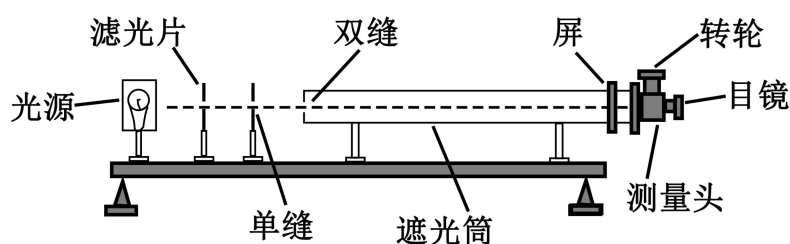
$$\frac{x'_1}{h_1} = \tan i' \quad (8)$$

$$\frac{x'_2}{h_2} = \tan 45^\circ \quad (9)$$

$$\text{联立⑤⑥⑦⑧⑨式并代入题给数据得 } x' = (6\sqrt{2} - 3) \text{ m} = 5.5 \text{ m} \quad (10)$$



34.2019年全国卷34题. (2) (10分) 某同学利用图示装置测量某种单色光的波长。实验时，接通电源使光源正常发光；调整光路，使得从目镜中可以观察到干涉条纹。回答下列问题：



(i) 若想增加从目镜中观察到的条纹个数，该同学可_____；

- A. 将单缝向双缝靠近
- B. 将屏向靠近双缝的方向移动
- C. 将屏向远离双缝的方向移动
- D. 使用间距更小的双缝

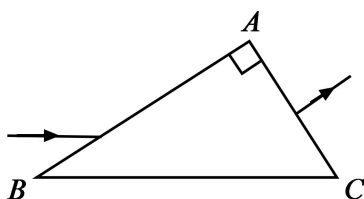
(ii) 若双缝的间距为 d ，屏与双缝间的距离为 l ，测得第1条暗条纹到第 n 条暗条纹之间的距离为 Δx ，则单色光的波长 $\lambda =$ _____；

(iii) 某次测量时，选用的双缝的间距为 0.300 mm ，测得屏与双缝间的距离为 1.20 m ，第1条暗条纹到第4条暗条纹之间的距离为 7.56 mm 。则所测单色光的波长为_____nm (结果保留3位有效数字)。

【答案】 34. (2) (i) B (ii) $\frac{\Delta x \cdot d}{(n-1) l}$ (iii) 630

【解析】(ii) 根据公式 $\Delta x_1 = \frac{l}{d} \lambda$ ，其中 Δx_1 表示相邻两条亮条纹间的距离，得 $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x_1}{l}$ ，但 $\Delta x_1 = \frac{\Delta x}{n-1}$ ，得 $\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{(n-1) l}$

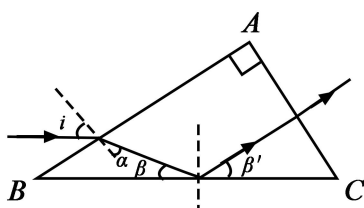
3.2019年全国3卷34.(2)(10分) 如图，直角三角形ABC为一棱镜的横截面， $\angle A=90^\circ$ ， $\angle B=30^\circ$ 。一束光线平行于底边BC射到AB边上并进入棱镜，然后垂直于AC边射出。



(i) 求棱镜的折射率；

(ii) 保持AB边上的入射点不变，逐渐减小入射角，直到BC边上恰好有光线射出。求此时AB边上入射角的正弦。

【答案】34. (2) (i) 光路图及相关量如图所示。光束在AB边上折射，由折射定律得



$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = n \quad (1)$$

式中 n 是棱镜的折射率。由几何关系可知 $\alpha + \beta = 60^\circ$ (2)

由几何关系和反射定律得 $\beta = \beta' = B = 30^\circ$ (3)

联立①②③式， $\alpha = 30^\circ$ ，并代入 $i = 60^\circ$ 得 $n = \sqrt{3}$ (4)

(ii) 设改变后的入射角为 i' ，折射角为 α' ，由折射定律得 $\frac{\sin i'}{\sin \alpha'} = n$ (5)

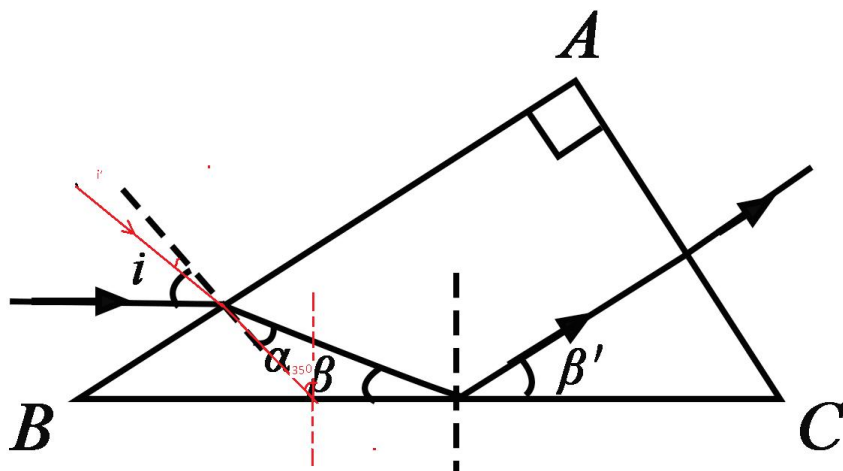
依题意，光束在BC边上的入射角为全反射的临界角 θ_c ，且

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0.5773 \quad (6)$$

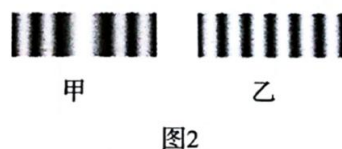
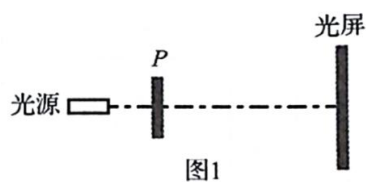
由几何关系得 $\theta_c = \alpha' + 30^\circ$ (7)

由④⑤⑥⑦式得入射角的正弦为 $\sin i' = \frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2} \approx 0.159$ ⑧

代入数值得 $i' = 9^\circ$, $\alpha' = 5.5^\circ$, $\theta_c = 35^\circ$, 如下图中红线所示。



35.2019年北京卷14题. 利用图1所示的装置（示意图），观察光的干涉、衍射现象，在光屏上得到如图2中甲和乙两种图样。下列关于P处放置的光学元件说法正确的是



- A. 甲对应单缝，乙对应双缝
- B. 甲对应双缝，乙对应单缝
- C. 都是单缝，甲对应的缝宽较大
- D. 都是双缝，甲对应的双缝间距较大

【答案】14. A

【解析】 双缝干涉，条纹中间粗，两边细；单缝衍射，条纹粗细相同。所以A正确

36.2019 年天津卷 9（2）题 某小组做测定玻璃的折射率实验，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_____。

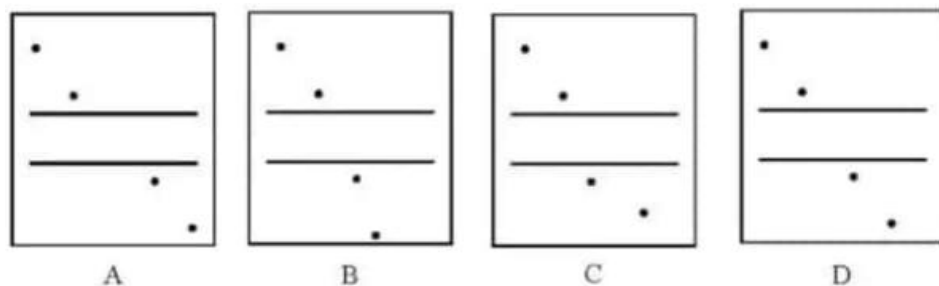
A.选用两光学表面间距大的玻璃砖

B.选用两光学表面平行的玻璃砖

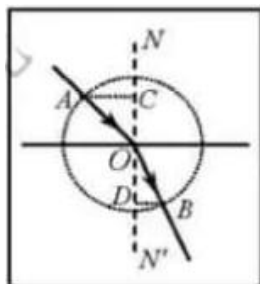
C.选用粗的大头针完成实验

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下图所示，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，如图所示，则玻璃的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（用图中线段的字母表示）



【答案】 (2) ①AD

②D

③ $\frac{AC}{BD}$

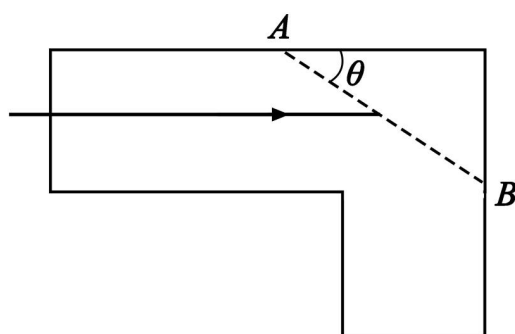
【解析】

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{AC}{OA}}{\frac{BD}{OB}} = \frac{AC}{BD}$$

37.2019年江苏卷13B (2) 将两支铅笔并排放在一起，中间留一条狭缝，通过这条狭缝去看与其平行的日光灯，能观察到彩色条纹，这是由于光的_____（选填“折

射”“干涉”或“衍射”)。当缝的宽度_____ (选填“远大于”或“接近”)光波的波长时, 这种现象十分明显。

(3) 如图所示, 某L形透明材料的折射率 $n=2$ 。现沿 AB 方向切去一角, AB 与水平方向的夹角为 θ 。为使水平方向的光线射到 AB 面时不会射入空气, 求 θ 的最大值。



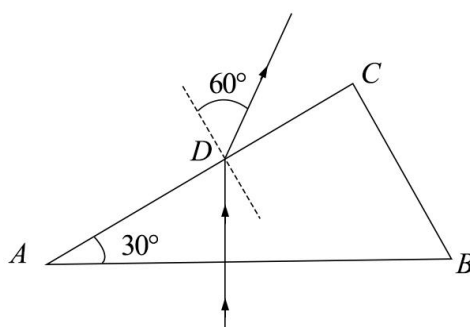
【答案】13B. (2) 衍射 接近

(3) 全反射 $\sin C = \frac{1}{n}$

且 $C + \theta = 90^\circ$, 得 $\theta = 60^\circ$

38. 2018 年全国卷 34 题. [物理一选修 3-4] (1) (5 分)

如图, $\triangle ABC$ 为一玻璃三棱镜的横截面, $\angle A = 30^\circ$, 一束红光垂直 AB 边射入, 从 AC 边上的 D 点射出, 其折射角为 60° , 则玻璃对红光的折射率为_____。若改用蓝光沿同一路径入射, 则光线在 D 点射出时的折射角_____ (“小于”“等于”或“大于”) 60° 。



【解析】 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$, 因为同一玻璃对蓝光的折射率大于红光,

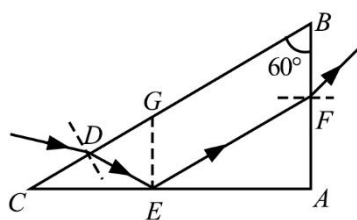
所以大于。

【答案】34. (1) $\sqrt{3}$ 大于

39. 2018 年全国 2 卷 34 题. (2) (10 分)

如图, $\triangle ABC$ 是一直角三棱镜的横截面, $\angle A = 90^\circ$, $\angle B = 60^\circ$, 一细光束从 BC 边的 D 点折射后, 射到 AC 边的 E 点, 发生全反射后经 AB 边的 F 点射出. EG 垂直于 AC 交 BC 于 G , D 恰好是 CG 的中点. 不计多次反射.

- (i) 求出射光相对于 D 点的入射光的偏角;
(ii) 为实现上述光路, 棱镜折射率的取值应在什么范围?



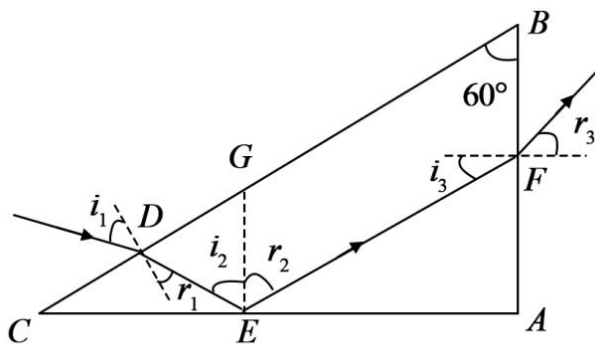
【解答】34. (2) (i) 光线在 BC 面上折射, 由折射定律有

$$\sin i_1 = n \sin r_1 \quad (1)$$

式中, n 为棱镜的折射率, i_1 和 r_1 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射, 由反射定律有 $i_2 = r_2$ (2)

式中 i_2 和 r_2 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。光线在 AB 面上发生折射, 由折射定律有 $n \sin i_3 = \sin r_3$ (3)

式中 i_3 和 r_3 分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角。



由几何关系得 $i_2 = r_2 = 60^\circ$, $r_1 = i_3 = 30^\circ$ (4)

F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3) \quad (5)$$

由①②③④⑤式得 $\delta=60^\circ$ ⑥

(ii) 光线在 AC 面上发生全反射，光线在 AB 面上不发生全反射，有

$$n \sin i_2 \geq n \sin C > n \sin i_3 \quad ⑦$$

式中 C 是全反射临界角，满足 $n \sin C = 1$ ⑧

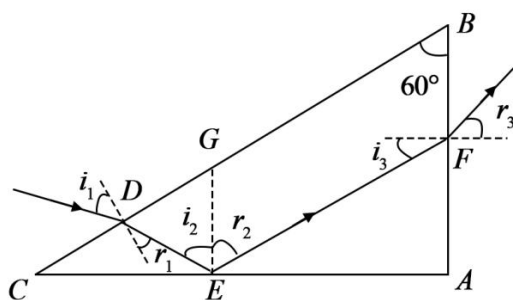
由④⑦⑧式知，棱镜的折射率 n 的取值范围应为 $\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n \leq 2$ ⑨

【解析】为什么由几何关系得 $i_2=r_2=60^\circ$ ， $r_1=i_3=30^\circ$ ④

看下图：因为 D 恰好是 CG 的中点，所以 $DG = \frac{1}{2}CG$ ，因为 $\angle C=30^\circ$ ，所以

$EG = \frac{1}{2}CG$ ，又 $\angle DGE = \angle B = 60^\circ$ ，所以三角形 DGE 为等边三角形，所以

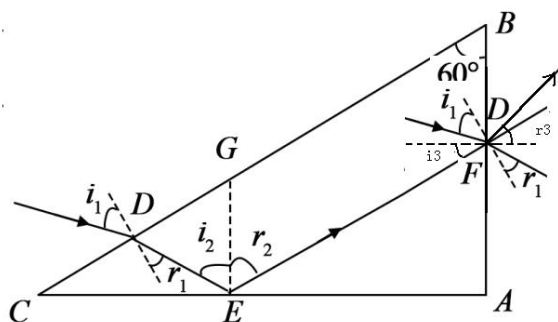
$i_2 = 60^\circ$ ， $r_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 。因 $EF \parallel CB$ ，所以 $i_3 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 。



为什么 F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3) \quad ⑤$$

把 D 点移到 F 点位置，如下图



从上图可以看出： D 点的出射光线对于 D 点的入射光的偏角为 $(r_1 - i_1)$ ， AB 的法线比 CD 的法线的偏角为 $(180^\circ - i_2 - r_2)$ ， F 点的出射光线对于 F 点

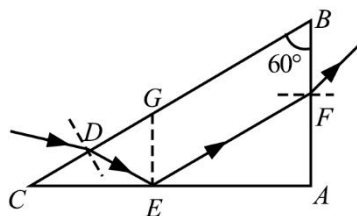
的入射光的偏角为 r_3-i_3 ，所以 F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1-i_1) + (180^\circ-i_2-r_2) + (r_3-i_3)。$$

40. 2018 年全国 3 卷 34 题 (2) (10 分)

如图， $\triangle ABC$ 是一直角三棱镜的横截面， $\angle A = 90^\circ$ ， $\angle B = 60^\circ$ ，一细光束从 BC 边的 D 点折射后，射到 AC 边的 E 点，发生全反射后经 AB 边的 F 点射出。 EG 垂直于 AC 交 BC 于 G ， D 恰好是 CG 的中点。不计多次反射。

- (i) 求出射光相对于 D 点的入射光的偏角；
- (ii) 为实现上述光路，棱镜折射率的取值应在什么范围？



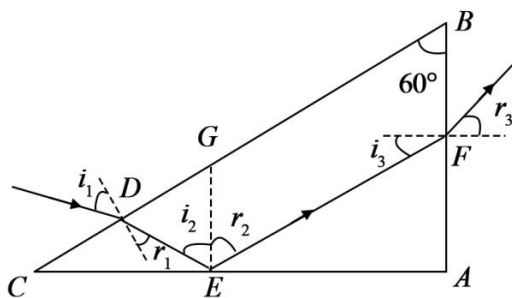
【解答】34. (2) (i) 光线在 BC 面上折射，由折射定律有

$$\sin i_1 = n \sin r_1 \quad ①$$

式中， n 为棱镜的折射率， i_1 和 r_1 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射，由反射定律有 $i_2=r_2$ ②

式中 i_2 和 r_2 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。光线在 AB 面上发生折射，由折射定律有 $n \sin i_3 = \sin r_3$ ③

式中 i_3 和 r_3 分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角。



由几何关系得 $i_2=r_2=60^\circ$ ， $r_1=i_3=30^\circ$ ④

F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3) \quad (5)$$

由①②③④⑤式得 $\delta = 60^\circ$ ⑥

(ii) 光线在 AC 面上发生全反射，光线在 AB 面上不发生全反射，有

$$n \sin i_2 \geq n \sin C > n \sin i_3 \quad (7)$$

式中 C 是全反射临界角，满足 $n \sin C = 1$ ⑧

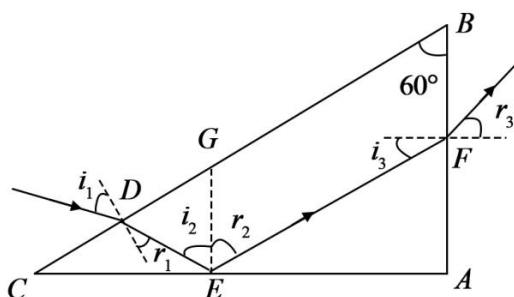
由④⑦⑧式知，棱镜的折射率 n 的取值范围应为 $\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n \leq 2$ ⑨

【解析】为什么由几何关系得 $i_2 = r_2 = 60^\circ$ ， $r_1 = i_3 = 30^\circ$ ④

看下图：因为 D 恰好是 CG 的中点，所以 $DG = \frac{1}{2}CG$ ，因为 $\angle C = 30^\circ$ ，所以

$EG = \frac{1}{2}CG$ ，又 $\angle DGE = \angle B = 60^\circ$ ，所以三角形 DGE 为等边三角形，所以

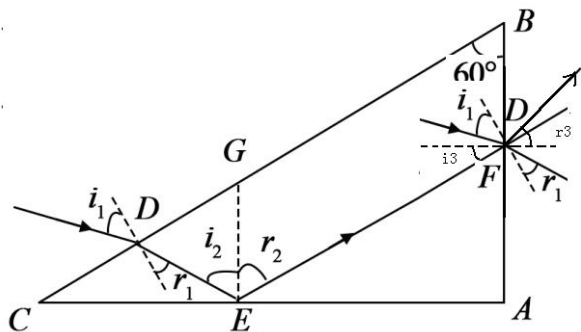
$i_2 = 60^\circ$ ， $r_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 。因 $EF \parallel CB$ ，所以 $i_3 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ 。



为什么 F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3) \quad (5)$$

把 D 点移到 F 点位置，如下图



从上图可以看出： D 点的出射光线对于 D 点的入射光的偏角为 $(r_1 - i_1)$ ， AB 的法线比 CD 的法线的偏角为 $(180^\circ - i_2 - r_2)$ ， F 点的出射光线对于 F 点

的入射光的偏角为 r_3-i_3 ，所以 F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为 $\delta=(r_1-i_1)+(180^\circ-i_2-r_2)+(r_3-i_3)$ 。

41. 2018 年北京 15 题. 用双缝干涉实验装置得到白光的干涉条纹，在光源与单缝之间加上红色滤光片后

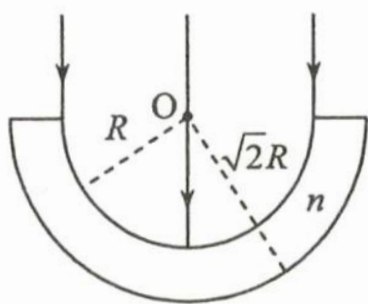
- A. 干涉条纹消失
- B. 彩色条纹中的红色条纹消失
- C. 中央条纹变成暗条纹
- D. 中央条纹变成红色

【解析】红色干涉条纹

【答案】15. D

42. 2018 年海南第 16. (2) 题

16 (2) (8 分) 如图，由透明介质构成的半球壳的内外表面半径分别为 R 和 $\sqrt{2}R$ 。一横截面半径为 R 的平行光束入射到半球壳内表面，入射方向与半球壳的对称轴平行，所有的入射光线都能从半球壳的外表面射出。已知透明介质的折射率为 $n=\sqrt{2}$ 。求半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径。不考虑多次反射。



【解析】根据临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，得临

界角 $C = 45^\circ$ ，根据光的可逆性，作出与最边缘的出射线（光路可逆，入射线看做出射线） AB ，连接 OB 。如图所示，在三角形 AOB 中， $\angle B = 90^\circ - \alpha$ ，根据正

弦定理 $\frac{R}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sqrt{2}R}{\sin 135^\circ}$ ，解得 $\alpha = 15^\circ$ 。则要求的半径为

$$r = \sqrt{2}R \cos 15^\circ = \sqrt{2}R \times \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} R.$$

