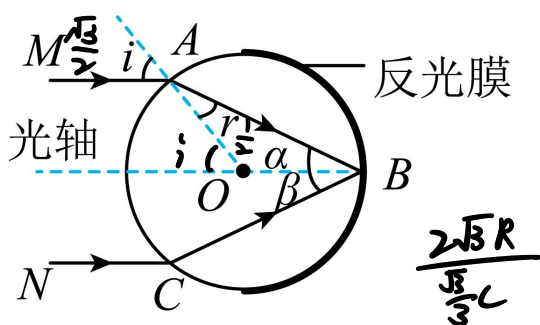
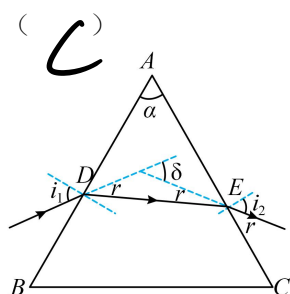


4. 反光衣是利用玻璃微珠的“回归反射”原理，使光线沿原方向返回，从而达到提醒的目的。如图，现有一束与光轴（经过 O 、 B 两点）平行的光照在半径为 R 的玻璃微珠上， MA 是其中一条入射角 $i=60^\circ$ 的入射光线，玻璃微珠右侧是反光膜，真空中的光速为 c 。下列说法正确的是 (C)

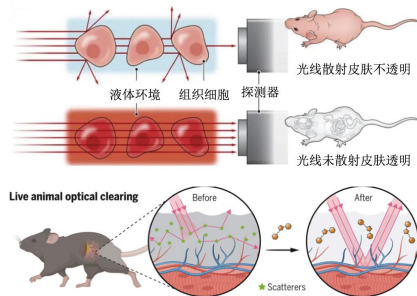


- A. 此玻璃材料的折射率为 $\sqrt{2}$
 - B. 光在玻璃材料中比在空气中更容易发生衍射
 - C. 光在玻璃材料中的传播时间为 $\frac{6R}{c}$
 - D. 若仅使平行光照射角度发生变化，将没有光线能被反向射回
5. 如图 ABC 是等腰三棱镜的横截面，其顶角为 α ， $AB = AC$ 。一条光线从 AB 边上 D 点入射，从 AC 边上 E 点出射，入射光线与出射光线的夹角 δ 称为偏向角，理论分析表明，当入射角 i_1 和出射角 i_2 相等时， δ 取得最小值，称为最小偏向角，记为 δ_{\min} ，下列说法正确的是



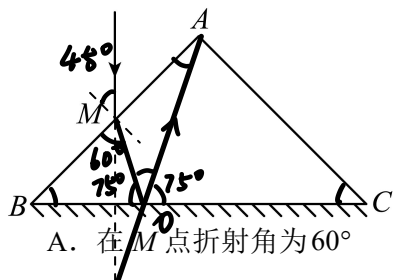
- A. 顶角和三棱镜材质相同的情况下，不同频率的入射光最小偏向角相同
- B. 三棱镜材质相同的情况下，同一入射光的最小偏向角与棱镜顶角 α 无关
- C. 测出入射光的 δ_{\min} 和顶角 α 可以求出该棱镜的折射率
- D. 当 δ 取最小值时， DE 与 BC 不平行

6. 绝大多数生物体的皮肤是不透明的。因为光在穿透皮肤组织中的脂质和蛋白质时会发生散射，液体成分是低折射率(如间质液和胞质溶胶)，脂质和蛋白质成分具有高折射率(如质膜、髓鞘和肌原纤维)，限制了光学成像的穿透深度。中国小伙欧子豪近期发现将柠檬黄溶液局部涂抹在活体小鼠的腹部皮肤上，小鼠皮肤变成透明，可肉眼直接观察血管、肝脏、小肠、盲肠和膀胱。大致原理如图对比所示，下列说法错误的是 (**D**)



- A. 光在不同折射率介质表面会发生反射和折射
- B. 通过柠檬黄染料把液体打造成和脂质、蛋白质等物质一样的折射率，脂肪蛋白质变成透明
- C. 柠檬黄染料将液体组织的折射率提高，但与要观察的血管和内脏的折射率不同
- D. 柠檬黄染料将液体组织的折射率降低，与要观察的血管和内脏的折射率相同

7. 如图，折射率为 $\sqrt{2}$ 的棱镜的横截面为等腰直角三角形 $\triangle ABC$ ， $AB = AC$ ， BC 边所在底面上镀有一层反射膜。一细光束沿垂直于 BC 方向经 AB 边上的 M 点射入棱镜，若这束光在 BC 边上 O 点反射后，恰好射向顶点 A ， O 点图中未标出，下列说法正确的是 (**D**)

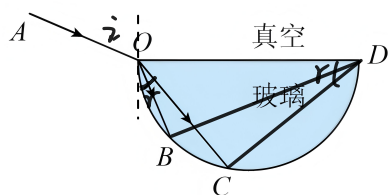


$$\frac{BM}{MO} = \frac{AC}{AO}$$

$$BM = AC \cdot \frac{MO}{AO} = \frac{\sqrt{3}}{3} AC$$

- A. 在 M 点折射角为 60°
- B. 在 BC 上反射角为 30°
- C. M 位于 AB 中点
- D. $MO : AO = \sqrt{3} : 3$

8. 如图， $OBCD$ 为半圆柱体玻璃的横截面， OD 为直径。一束由紫光和红光组成的复色光沿 AO 方向从 O 点 (入射点在 O 点稍微偏右) 由真空射入玻璃，因玻璃对紫光的折射率比红光大，光线进入玻璃后分成了两束光，分别从 B 、 C 点射出。设由 O 到 B 的光传播时间为 t_B ，由 O 到 C 的光传播时间为 t_C ，则关于这两束光的颜色和传播时间，下列说法正确的是 (**D**)

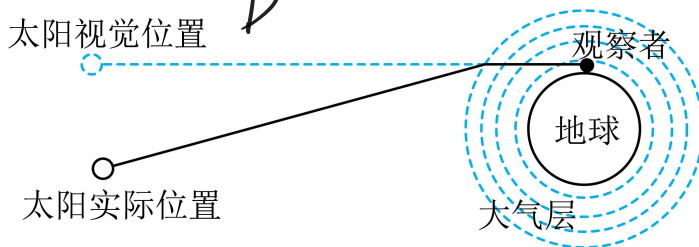


$$S = 2R \sin \theta$$

$$t = \frac{S}{v} = \frac{2R n \sin \theta}{c} = \frac{2R \sin^2 \theta}{c}$$

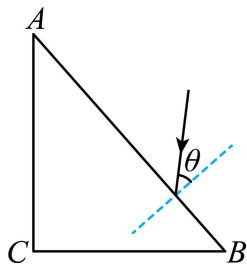
- A. OB 是红光， $t_B < t_C$
- B. OB 是紫光， $t_B < t_C$
- C. OB 是红光， $t_B = t_C$
- D. OB 是紫光， $t_B = t_C$

9. 由于大气层的存在, 太阳光线在大气中折射, 使得太阳“落山”后我们仍然能看见它。某同学为研究这一现象, 建立了一个简化模型。将折射率很小的不均匀大气等效成折射率为 $\sqrt{2}$ 的均匀大气, 并将大气层的厚度等效为地球半径 R 。根据此模型, 一个住在赤道上的人在太阳“落山”后还能看到太阳的时间是 (地球自转时间为 24 小时, 地球上看到的太阳光可以看成平行光) (**D**)



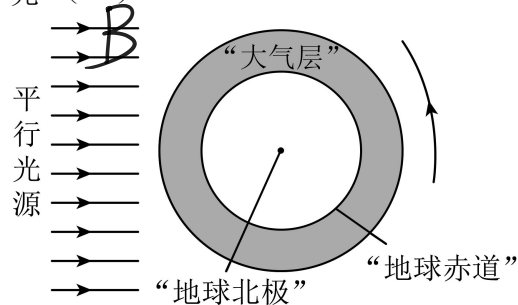
- A. 3 小时 B. 2 小时 C. 1.5 小时 D. 1 小时

10. 截面如图所示的直角棱镜 ABC, 其中 BC 边和 CA 边镀有全反射膜。一细束白光以入射角 $\theta = 60^\circ$ 从 AB 边入射, 然后经过 BC、CA 反射, 又从 AB 边射出。对经过两次反射, 并从 AB 边射出的光束, 有 (**B**)



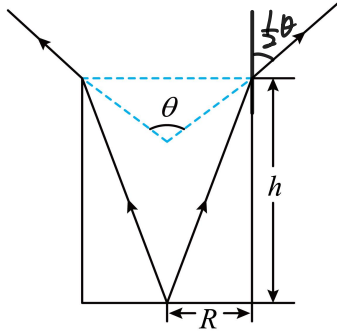
- A. 出射方向相对于入射方向的转角大小与光的颜色有关
 B. 光在棱镜中用时最短的光的折射率为 $\sqrt{\frac{3}{2}}$
 C. 紫光在出射位置与入射位置间距最大
 D. 红光在棱镜中走过的路程最短

11. 地球大气层对光线的折射会使我们提前看到日出, 称为蒙气差效应。地理老师制作了教具来演示这一效应, 如图所示为教具中“地球”的北极俯视图, “地球”半径 15cm, 绕“地轴”逆时针自转周期为 2min。折射率为 $\frac{4}{3}$ 的“大气层”厚度为 10cm, 以平行光入射充当“太阳光”, 则由于“大气层”的存在, “地球赤道”上的点相对于没有大气层将提前约多长时间看到“太阳光” ()



- A. 5s B. 5.3s C. 10s D. 10.6s

12. 某同学欲做“坐井观天”这个实验，如图所示，已知井深 h ，井口半径为 R ，现给井中注满水，在井底中央放一个点光源，测得最大视角为 θ （视角为两折射光线反向延长线所夹角），已知光在真空中的传播速度为 c ，下列说法正确的是 (A)



$$\frac{\sin \frac{1}{2}\theta}{R/\sqrt{R^2+h^2}} = n, \quad n = \sin \frac{\theta}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{h}{R}\right)^2}$$

$$t_{\max} = \frac{\sqrt{R^2+h^2} \cdot n}{c} = \frac{(h^2+R^2) \sin \frac{\theta}{2}}{cR}$$

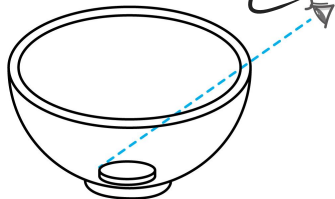
A. 水的折射率为 $\sin \frac{\theta}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{h}{R}\right)^2}$

B. 光从光源射出到离开井所需时间为 $\frac{(h^2 + R^2) \sin \frac{\theta}{2}}{cR}$

C. 若点光源竖直向上移动，最大视角一定变大

D. 若只往井中注入一半高度的水，则最大视角一定变大

13. 光滑半球形的碗底水平放置一枚硬币，小明同学站在某一位置恰好仅能看到硬币边缘一点，将碗中注满透明液体后，恰好能看到整个硬币，已知硬币的半径为碗半径的 $\frac{1}{4}$ ，该透明液体的折射率为 (C)

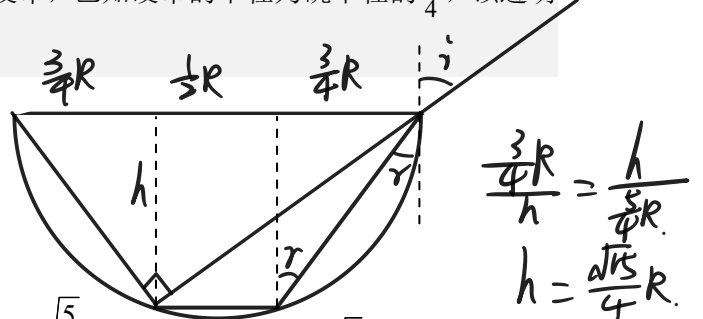


A. $\frac{5}{3}$

B. $\frac{4}{3}$

C. $\frac{\sqrt{5}}{3}$

D. $\sqrt{2}$



$$\frac{\frac{3}{4}R}{h} = \frac{1}{\frac{5}{4}R}$$

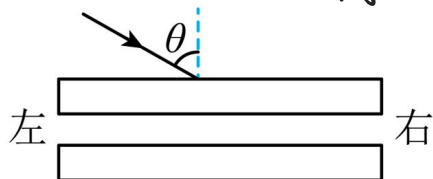
$$h = \frac{\sqrt{5}}{4}R$$

$$\sin i = \frac{\frac{5}{4}R}{\sqrt{h^2 + \left(\frac{3}{4}R\right)^2}} = \frac{\sqrt{10}}{4}$$

$$\sin r = \frac{\sqrt{6}}{4}$$

二、多选题

14. 如图所示，空气中有两块材质不同、上下表面平行的透明玻璃板平行放置；一束由红、蓝两种色光混合而成的细光束，从空气中以某一角度 θ ($0 < \theta < 90^\circ$) 入射到第一块玻璃板的上表面。下列说法正确的是 (ACD)



A. 在第一块玻璃板下表面一定有出射光

B. 在第二块玻璃板下表面一定没有出射光

C. 第二块玻璃板下表面的出射光方向一定与入射光方向平行

D. 第二块玻璃板下表面的出射光一定在入射光延长线的左侧

E. 第一块玻璃板下表面的两条出射光线中蓝光一定在红光的右侧

15. 我们有时候可以观察到太阳周围的明亮光晕圈,如图 1 所示。如图 2 所示,这种光学现象是由太阳光线在卷层云中的冰晶折射而产生的,该云层高度约 5.5km。为了理解光晕现象,我们将问题简化为二维。如图 3, θ_i 表示冰晶上的入射角, θ_2 表示为经过第一个界面的折射角, θ_0 表示为光线离开晶体的折射角, 以及 θ_D 表示为入射和出射光线之间的偏转角。假设冰晶可以在二维上可以看成是一个正六边形且不考虑其他的反射、折射。若仔细观察光晕, 能看到内外有不同颜色, 分别为红色和蓝色。则以下说法中正确的是 (BC)



图1:太阳周围的光晕

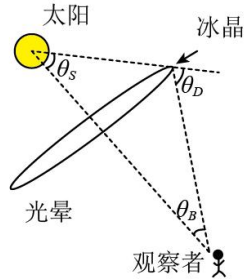


图2: 晕圈的形成

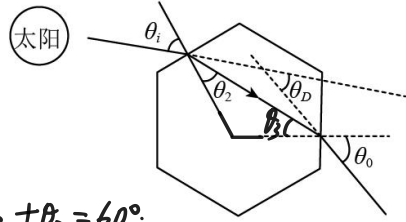
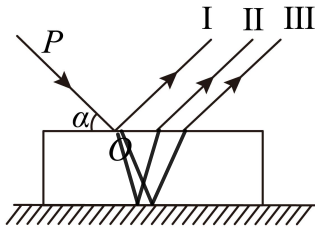


图3: 由冰晶折射的光

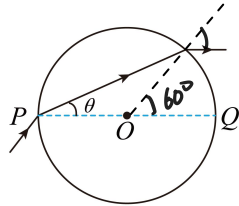
- A. 入射角 θ_i 越大, 则出射角 θ_D 越小 B. 入射角 θ_i 越大, 则出射角 θ_0 越小
 C. 内侧为红色, 外侧为蓝色 D. 内侧为蓝色, 外侧为红色
16. 如图所示, 一束复色光沿 PO 方向射向一上、下表面平行的无限大的厚玻璃平面镜的上表面, 一共得到三束光 I、II、III。则 (BD)



- A. 该复色光由三种颜色的光混合而成
 B. 光束 II 在玻璃平面镜中的传播速度比光束 III 小
 C. 光束 II、III 在玻璃平面镜内部传播的时间不可能相同
 D. 改变 α 角且 $\alpha < 90^\circ$, 光束 II、III 一定始终与光束 I 平行
17. 某同学从商场购买了一个质量分布均匀的透明“水晶球”, 如图甲所示。该同学先测出了“水晶球”的直径为 10cm, 并标记了其中一条水平直径对应的两端点 P 、 Q 。球外某光源发出的一细束单色光从球上 P 点射向球内, 当折射光线与水平直径 PQ 成 30° 角时, 出射光线与 PQ 平行, 如图乙所示。已知光在真空中的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, 下列说法正确的是 ()



甲

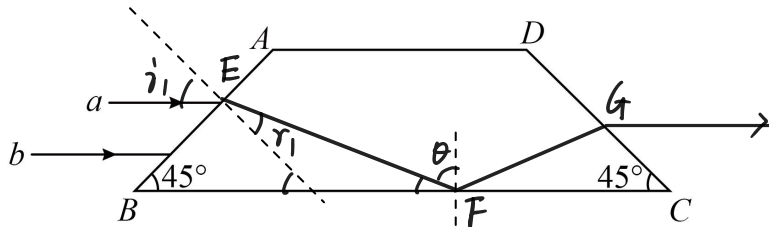


乙

- A. “水晶球”的折射率为 $\sqrt{3}$ -10.
 B. 光在“水晶球”中的传播时间为 $5 \times 10^{-8} \text{ s}$
 C. 光从空气进入“水晶球”后, 光的波长变大
 D. 若仅换用波长较长的入射光, 则光在“水晶球”中的传播速度比波长较短的入射光大

三、解答题

18. “道威棱镜”常用于改变光路方向、实现图像翻转。如图所示，等腰梯形 $ABCD$ 是“道威棱镜”的横截面，底角为 45° ，与底边 BC 平行的两束不同频率的单色光 a 、 b 从 AB 边射入，经 BC 边反射后从 CD 边射出（图中未画出）。已知棱镜对 a 光的折射率 $n_a = \sqrt{2}$ ，棱镜对 b 光的折射率 $n_b = 1.5$ 。



- (1) 求 a 光照射到底边 BC 时的入射角；
 (2) 若 a 光在棱镜中的传播时间为 t ，求 b 光在棱镜中的传播时间。

$$(1) i_1 = 45^\circ, \quad \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = n_a, \quad r_1 = 30^\circ, \quad \theta = 90^\circ - (45^\circ - r_1) = 75^\circ$$

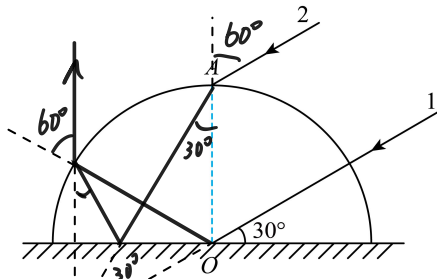
$$(2) \frac{EF}{\sin 45^\circ} = \frac{BF}{\sin(45^\circ - r_1)}, \quad EF = \frac{BF \sin 45^\circ}{\cos r_1}, \quad FG = \frac{FC \sin 45^\circ}{\cos r_1}$$

$$S_1 = EF + FG = \frac{BL \sin 45^\circ}{\cos r_1}, \quad t = S_1 / v_a = \frac{n_a BL \sin 45^\circ}{\cos r_1}$$

$$\text{同理, } t_b = \frac{n_b BL \sin 45^\circ}{\cos r_2}$$

$$\sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n_b} = \frac{\sqrt{2}}{3}, \quad \cos r_2 = \frac{\sqrt{7}}{3}, \quad \frac{t_b}{t_a} = \frac{\cos r_1}{\cos r_2} \cdot \frac{n_b}{n_a} = \frac{9\sqrt{42}}{56} t$$

19. 如图所示为柱状透明体的半圆形横截面， O 为圆心，半径为 R ，底面镀有反射膜。一束平行单色光沿着与水平面成 30° 角的方向射向透明体，边界光线 1 恰好沿半径射到 O 点经反射后从圆弧上的 B 点（未画出）射出透明体，边界光线 2 从透明体的最高点 A 射入透明体后经反射后也从圆弧上的 B 点沿竖直方向射出透明体。已知该光束在真空中的传播速度为 c ，求：



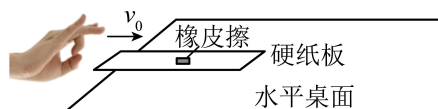
$$(1) n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$$

$$(2) S = \sqrt{3}R$$

$$t = \frac{S}{c/n} = \frac{3R}{c}$$

- (1) 透明体对该单色光的折射率 n ；
 (2) 光线 2 在透明体中传播的时间 t （不考虑多次反射）。

20. 如图, 将质量 $M = 10\text{g}$ 、长度 $L = 10\text{cm}$ 的长方形硬纸板放在水平桌面上, 其左端一小部分伸出桌外。将质量 $m = 20\text{g}$ 的橡皮擦 (可视为质点) 置于纸板的正中间。用手指将纸板水平弹出 (手指对纸板的作用时间很短, 纸板瞬间获得初速度且位移近似为零)。橡皮擦与纸板的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.1$, 纸板与桌面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.2$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10m/s^2 。

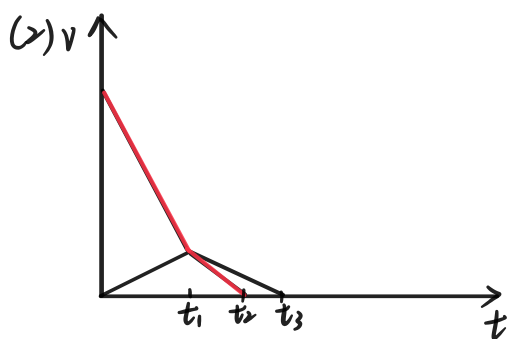


(1) 纸板被手指弹出后瞬间, 橡皮擦相对纸板滑动, 分别求出此时橡皮擦和纸板的加速度大小;

(2) 若手指给纸板初速度大小为 $v_0 = 0.9\text{m/s}$, 求最终橡皮擦与纸板左端的距离。

$$(1) \quad m: \mu mg = ma_1 \quad a_1 = 1\text{m/s}^2.$$

$$M: \mu_1 mg + \mu_2 (M+m)g = Ma_2 \quad a_2 = 8\text{m/s}^2.$$



$$a_1 t_1 = v_0 - a_2 t_1 \quad t_1 = 0.1\text{s} \quad v^* = a_1 t_1 = 0.1\text{m/s}$$

$$\Delta x_1 = \frac{v_0 + v^*}{2} t_1 - \frac{v^*}{2} t_1 = 0.045\text{m}$$

$$a_3 = \frac{\mu_2 (M+m)g - \mu_1 mg}{M} = 4\text{m/s}^2$$

$$\Delta x_2 = \frac{v^{*2}}{2a_1} - \frac{v^{*2}}{2a_3} = 0.00375\text{m}$$

$$\Delta x = \frac{d}{2} - \Delta x_1 + \Delta x_2 = 8.75 \times 10^{-3}\text{m}$$

