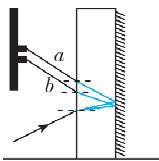


专题 14 光学

考点 57 光的折射和全反射

- 1. B** 【解析】光路图如图所示, a 、 b 两光在玻璃砖左边表面的折射角与反射后在左边表面的入射角分别相等, 根据折射定律知, 出射光束一定相互平行, A 错误; 两光入射角相同, a 的折射角大



于 b 的折射角, 由折射定律知折射率 $n_a < n_b$, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知, 临界角 $C_a > C_b$, B 正确, D 错误; 折射率越大, 频率越大, $n_a < n_b$, 所以频率 $\nu_a < \nu_b$, C 错误.

- 2. BC** 【解析】由题图可知, 透明液体的折射率为 $n_1 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\sqrt{6}}{2}$,

光在透明液体中的传播速度为 $v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{\sqrt{6}}{3}c$, 故 A 错误, B 正确;

玻璃相对透明液体的折射率为 $n_{21} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$, 故 C 正确; 玻璃

的折射率为 $n_2 = n_1 \cdot n_{21} = \frac{\sqrt{6}}{2} \times \sqrt{2} = \sqrt{3}$, 则光在玻璃中的传播速度

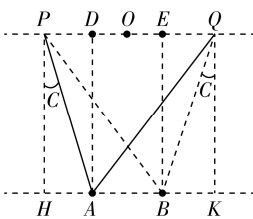
为 $v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{\sqrt{3}c}{3}$, 故 D 错误.

- 3. B** 【解析】由几何关系知, AC 面上的折射角为 $\frac{45^\circ}{2} = 22.5^\circ$, $n =$

$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 22.5^\circ} \approx 1.8$, 临界角 $C = \arcsin \frac{1}{1.8} < \arcsin \frac{\sqrt{2}}{2} = 45^\circ$, 当光束射

向 F 点时, 入射角为 $67.5^\circ > C$, 将发生全反射, 故 A 错误; 当 AC 面上的入射角减小至零时, AB 面上光束的入射角为 45° , 仍将发生全反射, 光束不会从 AB 面射出, 故 B 正确; 根据对称性, AC 面上的入射点逐渐上移过程中, 光束在 BD 面上的入射角均为 22.5° , 不会发生全反射, 故 C 错误; 由几何知识可知, 入射点上移, 光束在棱镜中的光程相等, 传播时间不变, 故 D 错误.

- 4. A** 【解析】由题意可知, 当蝌蚪反射的光在荷叶边缘水面上发生全反射时, 则在水面上看不到蝌蚪, 如图所示. O 为圆形荷叶的圆心, P 、 Q 为荷叶直径上的两端点. 小蝌蚪向前游动, 先到达 K 点,



而后到 B 点, 设 BQ 与竖直方向 QK 的夹角为全反射的临界角 C , 而后小蝌蚪继续游动到 A 点, 设 AP 与竖直方向 PH 的夹角为全反射的临界角 C , 则由对称性可知, $KB = AH$. 当小蝌蚪在 BA 段游动时, 其反射的光线到达 P 、 Q 后会发生全反射, 在水面之上看不到小蝌蚪. 根据全反射的临界角公式可得 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$, 而 $\cos C =$

$\sqrt{1 - \sin^2 C} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{4}\right)^2} = \frac{\sqrt{7}}{4}$, 所以 $\tan C = \frac{\sin C}{\cos C} = \frac{3\sqrt{7}}{7}$, 则有 $AH =$

$$\sqrt{1 - \sin^2 C} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{4}\right)^2} = \frac{\sqrt{7}}{4}, \text{ 所以 } \tan C = \frac{\sin C}{\cos C} = \frac{3\sqrt{7}}{7}, \text{ 则有 } AH =$$

$PH \tan C = h \tan C = \frac{\sqrt{7}}{20} \times \frac{3\sqrt{7}}{7} \text{ m} = 0.15 \text{ m}$, 所以 $AB = 2R - 2AH = 2 \times 0.25$

$\text{m} - 2 \times 0.15 \text{ m} = 0.2 \text{ m}$, 则在水面之上看不到小蝌蚪的时间为 $t =$

$$\frac{AB}{v} = \frac{0.2}{0.05} \text{ s} = 4 \text{ s}, \text{ 故选 A.}$$

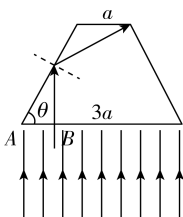
5. B 【解析】根据全反射临界角公式可知

$\sin C = \frac{1}{n}$, 则临界角 $C = 45^\circ$; 根据几何关系可

知从侧面射入的光的入射角为 60° , 则从侧面射入的光会发生全反射, 如图所示. 根据几何

关系可知 $AB = \frac{1}{2}a$, 根据对称性可知从侧面射出的光线对应的下

底面入射时的边长为 a ; 在光线到达上底面时, 与上底面垂直, 可直接射出, 对应的下底面入射时的边长为 a ; 下底面的光会发生反射, 对应的下底面入射时的边长为 $3a$; 可知在下底面入射时的面积之比为 $1:1:3$. 故选 B.



6. D 【解析】由折射定律知, 玻璃砖的折射率为 $n = \frac{\sin 45^\circ}{\frac{s}{\sqrt{d^2 + s^2}}} =$

$\frac{\sqrt{2(d^2 + s^2)}}{2s}$, A、B 错误; 光线从光疏介质进入光密介质不会发生

全反射, C 错误; 由几何关系及光的折射知, 经两界面反射而回到原空气入射区的光线会相互平行, D 正确.

易错警示 不能正确理解全反射的条件而致错

光从光密介质进入光疏介质, 且入射角大于或等于临界角时才会发生全反射, 光从光疏介质进入光密介质不会发生全反射, 即光线从空气由玻璃界面射入玻璃砖时不会发生全反射. 在计算

折射率时可能误选错公式, 如本题可能会误选 $\frac{s}{\sqrt{d^2 + s^2}} = \frac{1}{n}$.

7. BD 【解析】设玻璃砖的折射率为 n , 根据几何关系可知, 该单色光在玻璃砖中发生全反射的

临界角 C 满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$, 解得 $n = 2$, A 错误;

如图所示, 设光线 b 在 AB 的折射角为 α , 则

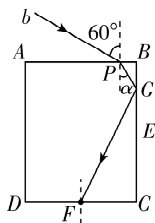
根据折射定律有 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \alpha} = 2$, 解得 $\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4}$,

根据几何关系可知, 光线 b 在 BC 的入射角的正弦值等于 $\cos \alpha = \frac{\sqrt{13}}{4} > \frac{1}{2}$, 所以光线 b 第一次打在 BC 上时发生全反射, 由几何关

系可知光线 b 在 CD 的入射角等于 α , 并且 $\sin \alpha < \frac{1}{2}$, 所以光线 b

第一次打在 CD 面上时不能发生全反射, B 正确, C 错误; 光线 b 第一次从 P 点传播到 F 点的距离为 $s = \frac{2L}{\cos \alpha} = \frac{8L}{\sqrt{13}}$, 光线 b 在玻璃砖

中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{2}$, 光线 b 第一次从 P 点传播到 F 点用时

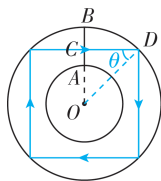


为 $t = \frac{s}{v} = \frac{16L}{\sqrt{13}c}$, D 正确.

- 8. C** 【解析】由 $E = h\nu$ 可知, 一个光子在穿过玻璃球的过程中频率不变, 则能量不变, A 错误; 激光束从 C 点进入玻璃球时, 无论怎样改变入射角, 折射角都小于临界角, 根据几何知识知, 光线在玻璃球内表面的入射角不可能大于临界角, 所以不可能发生全反射, B 错误; 此激光束在玻璃中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{3}}$, CD 间的距离为 $s = 2R \sin 60^\circ = \sqrt{3}R$, 则此激光束在玻璃球中由 C 传播到 D 的时间为 $t = \frac{s}{v} = \frac{3R}{c}$, C 正确; 由几何知识得, 激光束在 C 点的折射角 $\gamma = 30^\circ$, 由折射定律得 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$, 解得激光束的入射角 $\alpha = 60^\circ$, D 错误.

- 9. C** 【解析】从 C 点发射出一细光束的光路图如图

所示, 由几何关系知 $\theta = 45^\circ$, 故 CD 的长度为 $\sqrt{2}R$, 所以正方形的总长度为路程 $8\sqrt{2}R$, 临界角正弦值为 $\sin C = \frac{1}{n} \leq \sin 45^\circ$, 故折射率 $n \geq \sqrt{2}$, 因此传



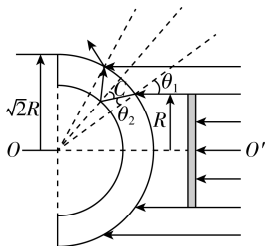
播时间为 $t = \frac{s}{v} = \frac{8\sqrt{2}R}{\frac{c}{n}} = \frac{8\sqrt{2}Rn}{c} \geq \frac{16R}{c}$, C 正确, B、D 错误; 由分析易

知, 发射板的 BC 部分水平射出的细光束均能发生全反射, A 错误.

- 10. A** 【解析】根据题意作出光的折射光路图如图. 根据几何关系

可知 $\sin \theta_1 = \frac{R}{\sqrt{2}R} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, 根据折射定律可知 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$, 根据全反射

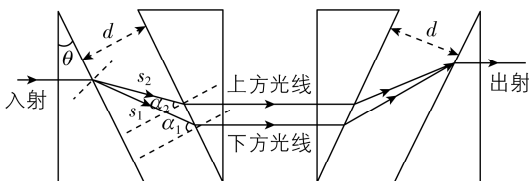
临界角公式有 $\sin C = \frac{1}{n}$, 从挡板上下边缘射入的两束平行光线进入球壳后从外球面射出时, 两光线的夹角为 120° , 根据几何关系有 $C + \theta_1 - \theta_2 = 60^\circ$, 解得 $n = \sqrt{2}$, 故选 A.



- 11. D** 【解析】由于 $n_1 > n_2$, 可知两束激光的频率关系为 $f_1 > f_2$, 根据 $c = \lambda f$, 可知波长关系为 $\lambda_1 < \lambda_2$, 双缝干涉相邻条纹间距为 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$, 可得光 1 和 2 通过相同的双缝干涉装置后 2 对应的相邻条纹间距更大, A 错误; 只要光 1 能从棱镜中射出, 光 2 就一定能射出, 设光 1 的临界角为 C, 则 $\sin C = \frac{1}{n_1}$, 可得 $C = 45^\circ$, 因此要使光 1 和 2 都能从左侧第一个棱镜斜面射出, 根据几何关系可知 $\theta < C = 45^\circ$, B 错误; 由图可知, 减小 d 后光 1 和 2 通过整个展宽器的

过程中在空气中的路程差减小,C 错误;根据光的折射定律可知

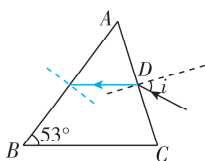
$$n_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \theta}, n_2 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \theta}, \text{在空气中的路程差 } \Delta s = 2(s_1 - s_2) = 2\left(\frac{d}{\cos \alpha_1} - \frac{d}{\cos \alpha_2}\right), \text{代入数据可得 } \Delta s \approx 14.4 \text{ mm}, \text{D 正确.}$$



12. (1) $\frac{5}{3}$ (2) $5 \times 10^{-10} \text{ s}$

【解析】(1) 当 AC 侧的折射光线与 BC 边平行时,恰好没有光线从 AB 侧边射出,棱镜的光路图如图甲所示,由几何关系知,临界角为

$$C = 37^\circ, \text{由折射定律知,折射率 } n = \frac{1}{\sin C} = \frac{5}{3}.$$

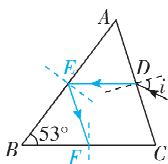


甲

(2) 光路图如图乙所示,光在棱镜中的位移为 $L = DE + EF =$

$$\frac{1}{2}BC + \frac{1}{2}AC = 0.09 \text{ m}, \text{其中 } n = \frac{c}{v}, \text{光在棱镜中传播的时间为}$$

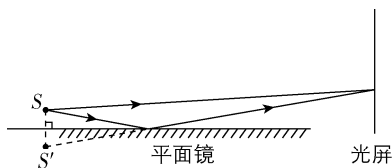
$$t = \frac{L}{v}, \text{解得 } t = 5 \times 10^{-10} \text{ s}.$$



乙

考点 58 光的干涉、衍射

1. C 【解析】如图所示,题目中的装置可等效为双缝干涉实验装置,则该现象为干涉现象,光屏上的条纹与镜面平行,故 A、B 错误;根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$,将光屏沿水平方向远离平面镜,则 L 增大,所以相邻条纹间距增大,将光源沿竖直方向靠近平面镜,则 d 减小,所以相邻条纹间距增大,故 C 正确,D 错误.



2. D 【解析】凸透镜的凸面和玻璃平板之间形成一个空气薄膜,当竖直向下的平行光射向凸透镜时,劈尖形空气膜上、下表面反射的两束光相互干涉,同一半径的圆环处的空气膜厚度相同,上、下表面反射光的光程差相同,因此使干涉图样呈圆环状,所

以牛顿环是干涉现象,A、B 错误;离圆心距离不同处,空气薄膜的厚度不同,上、下表面反射光的光程差也不同,由于凸透镜的凸面是球面的一部分,所以越远离中心的地方空气薄膜厚度增加得越快,光程差增大越快,干涉条纹也就越密,C 错误,D 正确.

3. B 【解析】双缝干涉相邻亮(暗)条纹的间距为 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$,其中 d

为双缝之间的距离,题图(乙)中相邻亮条纹的间距是题图(甲)中的 2 倍,双缝与屏的距离 l 和波长 λ 均不变,那么题图(乙)对应的双缝间距离变为原来的 $\frac{1}{2}$,B 正确.

4. D 【解析】薄膜干涉中厚度相同处产生的条纹明暗情况相同,因此条纹应与 AD 边平行,故 A 错误;根据薄膜干涉的产生原理可知,图乙弯曲条纹表示该处有突起,故 B 错误;如果用手用力捏右侧三层,空气膜厚度减小,由于条纹的位置与空气膜厚度相对应,故条纹向薄片移动且间距变大,故 C 错误;看到的条纹越多,说明相邻亮条纹间距变小,薄片的厚度越厚,故 D 正确.

5. C 【解析】光通过含瓦斯的空气后频率并不会改变,所以仍然可以发生干涉现象,故 A 错误;如果屏的正中央是亮纹,有可能两列光到达屏中央时恰好相差波长的整数倍,不能说明 B 中的气体与 A 中的气体成分是否相同,故 B 错误;如果 B 中的瓦斯含量增大,经过容器 B 中的光的波长变小,中央亮纹向上移动,但两列光在光屏上发生干涉时仍处在空气当中,干涉条纹间距不变,故 C 正确,D 错误.