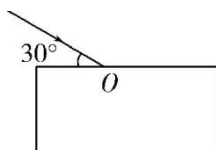


专题十六 光学 电磁波与相对论初步

基础篇 固本夯基

考点一 光的折射与全反射

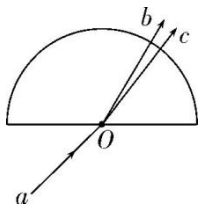
1. (2024 届河南高三联考, 2) 如图所示, 汽车防弹玻璃的折射率为 $\sqrt{3}$, 其厚度为 30 mm, 一束激光射向防弹玻璃, 入射光线与玻璃界面成 30° 角, 则激光第一次从玻璃另一界面射出的时间为()



- A. 0.5×10^{-10} s B. 1×10^{-10} s
C. 2×10^{-10} s D. 4×10^{-10} s

答案 C

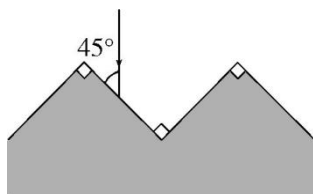
2. (2024 北京, 2, 3 分) 如图所示的平面内, 光束 a 经圆心 O 射入半圆形玻璃砖, 出射光为 b、c 两束单色光。下列说法正确的是()



- A. 这是光的干涉现象
B. 在真空中光束 b 的波长大于光束 c 的波长
C. 玻璃砖对光束 b 的折射率大于对光束 c 的折射率
D. 在玻璃砖中光束 b 的传播速度大于光束 c 的传播速度

答案 C

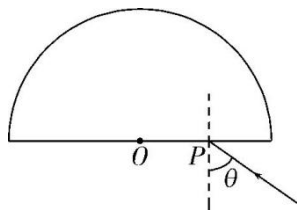
3. (2024 浙江 1 月选考, 12, 3 分) 如图所示, 一束光与某材料表面成 45° 角入射, 每次反射的光能量为入射光能量的 k 倍 ($0 < k < 1$)。若这束光最终进入材料的能量为入射光能量的 $(1-k^2)$ 倍, 则该材料折射率至少为()



- A. $\frac{\sqrt{6}}{2}$ B. $\sqrt{2}$ C. 1.5 D. 2

答案 A

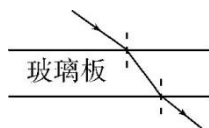
4. (2024 浙江 7 月选考, 13, 3 分) 如图所示, 圆心为 O 、半径为 R 的半圆形玻璃砖置于水平桌面上, 光线从 P 点垂直界面入射后, 恰好在玻璃砖圆形表面发生全反射; 当入射角 $\theta = 60^\circ$ 时, 光线从玻璃砖圆形表面出射后恰好与入射光平行。已知真空中的光速为 c , 则()



- A. 玻璃砖的折射率为 1.5
 B. O 、 P 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°

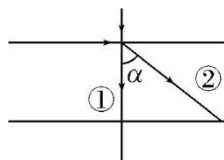
答案 C

5. [2024 全国甲, 34(1)] 如图, 单色光从折射率 $n=1.5$ 、厚度 $d=10.0$ cm 的玻璃板上表面射入。已知真空中的光速为 3.0×10^8 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 $s \leq t < \underline{\hspace{2cm}} s$ (不考虑反射)。



解析 该单色光在玻璃板内传播的速度 $v = \frac{c}{n} = 2.0 \times 10^8$ m/s。

光在玻璃板中传播的两种极限情况如图



情况①在介质中传播路径最短, 时间最短

$$t_{\min} = \frac{d}{v} = 5 \times 10^{-10} \text{ s}$$

情况②在介质中传播路径最长, 时间最长

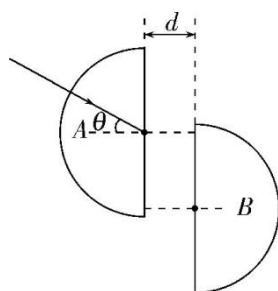
$$n = \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$t_{\max} = \frac{d}{\cos \alpha \cdot v} = 3\sqrt{5} \times 10^{-10} \text{ s}$$

6. [2024 河北, 16(2), 8 分] 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:

(i) 半圆柱体对该单色光的折射率;

(ii) 两个半圆柱体之间的距离 d 。



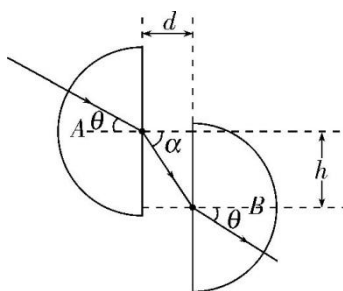
解析 (i) 因为 $\theta = 60^\circ$ 时, A 右侧恰好无光线射出, 此时恰好发生全反射

$$\sin C = \frac{1}{n}, \text{ 其中 } C = 60^\circ$$

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

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

(ii) 如图, 当 $\theta = 30^\circ$ 时, 由折射定律有



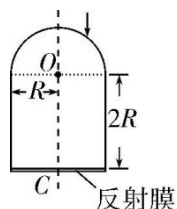
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \theta}$$

由几何关系有

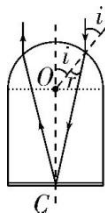
$$h = R \sin \theta + d \tan \alpha$$

$$\text{解得 } d = \sqrt{2}h - \frac{\sqrt{2}}{2}R$$

7. [2017 课标 I, 34(2), 10 分]如图,一玻璃工件的上半部是半径为 R 的半球体, O 点为球心;下半部是半径为 R 、高为 $2R$ 的圆柱体,圆柱体底面镀有反射膜。有一平行于中心轴 OC 的光线从半球面射入,该光线与 OC 之间的距离为 $0.6R$ 。已知最后从半球面射出的光线恰好与入射光线平行(不考虑多次反射)。求该玻璃的折射率。



解析 如图,根据光路的对称性和光路可逆性,与入射光线相对于 OC 轴对称的出射光线一定与入射光线平行。这样,从半球面射入的折射光线,将从圆柱体底面中心 C 点反射。



设光线在半球面的入射角为 i , 折射角为 r 。由折射定律有

$$\sin i = n \sin r \quad ①$$

由正弦定理有

$$\frac{\sin r}{2R} = \frac{\sin(i-r)}{R} \quad ②$$

由几何关系,入射点的法线与 OC 的夹角为 i 。由题设条件和几何关系有

$$\sin i = \frac{L}{R} \quad ③$$

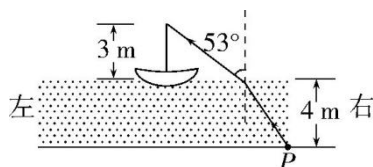
式中 L 是入射光线与 OC 的距离。由②③式和题给数据得

$$\sin r = \frac{6}{\sqrt{205}} \quad ④$$

由①③④式和题给数据得

$$n = \sqrt{2.05} \approx 1.43 \quad ⑤$$

8. [2019 课标 I, 34(2), 10 分]如图,一艘帆船静止在湖面上,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, 从水面射出后仍照射在桅杆顶端, 求船行驶的距离。

解析 (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 ; 激光束在水中与竖直方向的夹角为 θ 。由几何关系有 $\frac{x_1}{h_1} = \tan 53^\circ$ ①

$$\frac{x_2}{h_2} = \tan \theta$$
 ②

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

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

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

$$\sin i' = n \sin 45^\circ$$
 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

$$x_1' + x_2' = x' + x$$
 ⑦

$$\frac{x_1'}{h_1} = \tan i'$$
 ⑧

$$\frac{x_2'}{h_2} = \tan 45^\circ$$
 ⑨

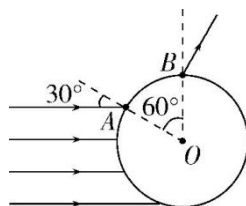
联立⑤⑥⑦⑧⑨式并代入题给数据得

$$x' = (6\sqrt{2} - 3) \text{ m} \approx 5.5 \text{ m}$$
 ⑩

9. (2024 届四川成都蓉城名校联盟联考) 如图, 在透明均匀介质内有一个半径为 R 的球状空气泡, 单色平行光从左侧水平射入, 其中的一束细光束在 A 点以入射角 30° 从介质射入气泡, 在分界面折射后直接从圆心 O 点正上方 B 点射出, 且 $\angle AOB = 60^\circ$ (不考虑在气泡内多次反射的情况)。求:

(1) 此透明介质的折射率;

(2) 在此透明介质中能射入气泡的平行光的面积, 此面积垂直于平行光且是能射入气泡的最大面积。



解析 (1) 入射时, 光路图如图 1 所示, 图中 $\triangle OAB$ 为等边三角形, 且折射角 $\theta = 60^\circ$, 所

以折射率 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ 。

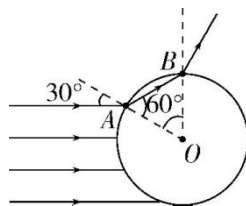


图 1

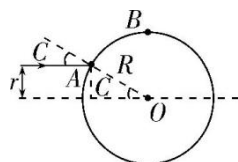


图 2

(2) 当光线入射恰好发生全反射时, 如图 2 所示,

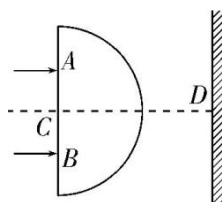
$$\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

平行光能射入气泡的半径 $r = R \sin C = \frac{\sqrt{3}}{3}R$

$$\text{可得面积 } S = \pi r^2 = \frac{\pi R^2}{3}$$

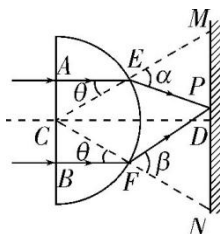
10. (2024 届广西名校联考) 如图所示, C 是半圆柱形玻璃体截面的圆心, CD 是半圆柱形玻璃体的对称面和纸面的交线, A、B 是与 CD 轴等距且平行的两束不同单色细光束, 有一个垂直 CD 放置的光屏 (D 点是垂足), 沿 CD 方向不断左右移动光屏, 可在屏上得到一个光斑 P (图中未画出), 已知半圆柱形玻璃体的半径是 R, $\overline{AC} = \overline{CB} = \frac{1}{2}R$, $\overline{CD} = \frac{9\sqrt{3}}{8}R$, B 光的折射率 $n_B =$

$\sqrt{3}$, 求:



- (1) 光斑 P 到 D 点的距离;
 (2) A 光的折射率 n_A (可用根式表示)。

解析 (1) 光路图如图所示



$\overline{AC}=\overline{CB}=\frac{1}{2}R$, $\overline{CE}=\overline{CF}=R$, 由几何关系可知, 两光的入射角 θ 为 $\sin \theta = \frac{\frac{R}{2}}{R} = \frac{1}{2}$, 解得 $\theta = 30^\circ$

三角形 CMN 是正三角形, 边长为 $a = \frac{\overline{CD}}{\cos \theta} = \frac{9}{4}R$

以 B 光为对象, 根据折射定律得 $\frac{\sin \beta}{\sin \theta} = \sqrt{3}$

解得 $\beta = 60^\circ$

三角形 FPN 也是正三角形, 其边长 $b = a - R = \frac{5}{4}R$

光斑 P 到 D 点的距离 $d = b - a \sin \theta = \frac{R}{8}$

(2) 由几何关系知 $\overline{MP} = a - b = R$, $\overline{EM} = b = \frac{5}{4}R$

由正弦定理得 $\frac{\overline{MP}}{\sin \alpha} = \frac{\overline{EM}}{\sin(\pi - \frac{\pi}{3} - \alpha)}$

解得 $\sin \alpha = \frac{2\sqrt{7}}{7}$

所以 A 光的折射率 $n_A = \frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = \frac{4\sqrt{7}}{7}$

考点二 光的波动性

11. (2024 届江西赣州联考) (多选) 下列说法正确的是 ()

- A. 单摆在周期性外力作用下做受迫振动, 其振动周期与单摆的摆长无关
- B. 产生多普勒效应的原因是波源频率发生了变化
- C. 偏振光可以是横波, 也可以是纵波
- D. 做简谐运动的质点, 先后经过同一位置时, 速度可能不同
- E. 肥皂泡在阳光下五彩缤纷是光的干涉现象

答案 ADE

12. [2024 河南九师联盟 4 月联考, 34(1)] (多选) 关于光的干涉、衍射, 下列说法正确的是()

- A. 当光的波长明显比圆孔的直径小时, 就不能产生衍射现象
- B. 做单色光单缝衍射实验时, 光的波长一定, 单缝宽度变小, 衍射条纹间距反而变大
- C. 在光的双缝干涉实验中, 若仅将入射光由红光改为绿光, 则相邻亮条纹间距变窄
- D. 用白光做双缝干涉实验, 中央亮纹为白条纹, 是光直线传播的结果
- E. 自然光和偏振光都能发生干涉、衍射现象

答案 BCE

13. [2017 课标 II, 34(1), 5 分] (多选) 在双缝干涉实验中, 用绿色激光照射在双缝上, 在缝后的屏幕上显示出干涉图样。若要增大干涉图样中两相邻亮条纹的间距, 可选用的方法是 ()

- A. 改用红色激光
- B. 改用蓝色激光
- C. 减小双缝间距
- D. 将屏幕向远离双缝的位置移动
- E. 将光源向远离双缝的位置移动

答案 ACD

14. (2018 北京理综, 15, 6 分) 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

答案 D

15. (2019 浙江 4 月选考, 14, 2 分) (多选) 波长为 λ_1 和 λ_2 的两束可见光入射到双缝, 在光屏上观察到干涉条纹, 其中波长为 λ_1 的光的条纹间距大于波长为 λ_2 的条纹间距。则(下列表述中, 脚标“1”和“2”分别代表波长为 λ_1 和 λ_2 的光所对应的物理量)()

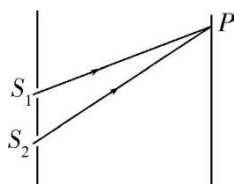
- A. 这两束光的光子的动量 $p_1 > p_2$
- B. 这两束光从玻璃射向真空时, 其临界角 $C_1 > C_2$
- C. 这两束光都能使某种金属发生光电效应, 则遏止电压 $U_1 > U_2$

D. 这两束光由氢原子从不同激发态跃迁到 $n=2$ 能级时产生, 则相应激发态的电离能

$$\Delta E_1 > \Delta E_2$$

答案 BD

16. (2024 福建漳州一模, 16) 如图, 在双缝干涉实验中, S_1 和 S_2 为狭缝, P 是光屏上的一点, 已知双缝 S_1 、 S_2 和 P 点的距离差为 2.1×10^{-6} m, 用单色光 A 在空气中做双缝干涉实验, 若光源到缝 S_1 、 S_2 距离相等, 且 A 光频率为 $f=5.0 \times 10^{14}$ Hz, 则 P 点处是_____ (填“亮”或“暗”) 条纹; 若将 S_2 用遮光片挡住, 光屏上的明暗条纹_____ (填“均匀”或“不均匀”) 分布。(光在空气中的速度 $c=3.0 \times 10^8$ m/s)



解析 单色光 A 的波长 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{5.0 \times 10^{14}} \text{ m} = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$

则双缝 S_1 、 S_2 和 P 点的距离差:

$$\Delta x = 2.1 \times 10^{-6} \text{ m} = \frac{2.1 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-7}} \lambda = \frac{7}{2} \lambda$$

距离差为半波长的奇数倍, 所以 P 点处是暗条纹;

若将 S_2 用遮光片挡住, 光屏上的明暗条纹是单缝 S_1 形成的衍射条纹, 是不均匀的。

解题指导 根据双缝干涉原理, 当 S_1 、 S_2 和 P 点的距离差为波长的整数倍时, P 处为亮条纹, 当距离差为半波长的奇数倍时, P 处为暗条纹。

考点三 电磁波、相对论初步

17. (2024 福建, 5, 6 分) (多选) 以声波作为信息载体的水声通信是水下长距离通信的主要手段。2024 年 11 月 10 日, 中国载人潜水器“奋斗者”号创造了 10 909 米深潜纪录。此次深潜作业利用了水声通信和电磁通信等多种通信方式进行指令传输或数据交换, 如图所示。下列说法正确的是()

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/678101120076006141>