



“红师行动”——2018 军队文职备考计划

数学 2+物理专业科目练习题

物理部分 第四篇 振动、波动和波动光学



课程报名电话：400-848-8001

红师教育军队文职教研中心

2018 年 8 月



第一章 振动

第一节 简谐振动运动学

1. 一振动系统的振动曲线如图27-1所示，则其振动方程为：（ ）

A. $y = 6 \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{2})$

B. $y = 6 \cos(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2})$

C. $y = 6 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$

D. $y = 6 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{2})$

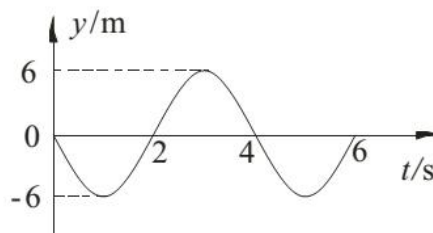


图 27-1

2. 一质点做谐振动，周期为T, 它由平衡位置沿x轴负方向运动到离最大负位移 $\sqrt{2}/2$ 处所需要的最短时间为（ ）

A. $T/4$

B. $T/12$

C. $T/6$

D. $T/8$

3. 两个简谐振动的振动曲线如图 27-2 所示，则有（ ）

A. A 超前 $\pi/2$

B. A 落后 $\pi/2$

C. A 超前 π

D. A 落后 π

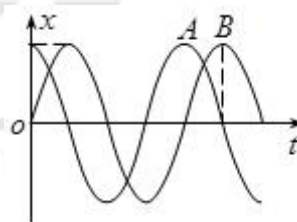


图 27-2

习题解析

1. 【答案】A 。解析： 从图 27-2所示曲线得 $A=$

$m6$, $T=4s$, 则 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$,

还可知，当 $t = 0$ 时， $y_0 = 0$ ， $v_0 < 0$ 则由

$$y_0 = A \cos(\varphi_0) = 0 \text{ 和 } v_0 = -\omega A \sin \varphi_0 < 0$$

$$\text{得初相 } \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{则振动方程为 } y = 6 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{2}\right)$$

2. 【答案】D。解析：由旋转矢量法可知，这个过程的角位移变化为 $\pi/4$ ，振子转过 2π 所有时间为 T ，故此运动 $\pi/4$ 所需时间为 $T/8$ 。

3. 【答案】A。解析：曲线B经过四分之一周期后，和A曲线重合，因此A超前 $\pi/2$ 。

第二节简谐振动动力学

1. 一质点作简谐运动，其振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ，则该物体在 $t = 0$ 时刻与 $T/8$ （ T 为振动周期）时刻的动能之比为：（ ）

- A. 1:4 B. 1:2 C. 1:1 D. 2:1

2. 如图 12-2 所示的弹簧振子，当振动到最大位移处恰有一质量为 m_0 的烂泥小球从正上方落到质量为 m 的物块上，并与物块粘在一起运动。则下述结论中正确的是：（ ）

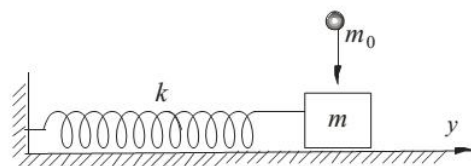


图 27-3

- A. 振幅变小，周期变小
B. 振幅变小，周期不变
C. 振幅不变，周期变大
D. 振幅不变，周期变小

3. 一弹簧振子，当把它水平放置时，它作简谐振动。若把它竖直放置或放在光滑斜面上，试判断下列情况正确的是（ ）

- A. 竖直放置作简谐振动，在光滑斜面上不作简谐振动
B. 竖直放置不作简谐振动，在光滑斜面上作简谐振动
C. 两种情况都作简谐振动

D. 两种情况都不作简谐振动

4. 当质点作简谐振动时，它们的动能和势能随时间 t 作周期性变化，质点振动规律用余弦函数表示，如果 ν 是质点的振动频率，则其势能的变化频率为 ()

- A. ν B. 2ν C. 4ν D. $\nu/2$

习题解析

1. 【答案】D。解析：已知振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ，则振动速

度为 $v = \frac{dy}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \pi/2)$

$$t = 0 \text{ 时, } v_0 = -\omega A, E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$t = T/8 \text{ 时, } v_1 = -\frac{\sqrt{2}}{2}\omega A, E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{4}kA^2。$$

则动能之比为2:1。

2. 【答案】C。解析：当振子正好在最大位移处时，烂泥小球落在物块上，此后的运动相当于振子的质量增加了，仍然从最大位置处开始运动，故此振幅不变。

由于周期是由振动系统自身性质所确定的，即

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

烂泥小球落在物块前后，振子的质量由 m 变化为 $m + m_0$ ，因此相应的周期将发生变化，即

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m + m_0}{k}} \quad \text{可见振动的周期变大。}$$

3. 【答案】C。解析：判断一个运动是不是简谐振动，依据是合外力是不是符合 $f = -kx$ 这样的形式。通过分析可以看出以上两种情况，合外力存在上述形式，其运动都是简谐振动。

4. 【答案】B。解析：由 $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi)$

可知，势能的频率是余弦函数频率的 2 倍。

第三节 阻尼振动、受迫振动和共振

1. 关于阻尼振动，下列说法错误的是（ ）。

- A. 阻尼振动的振幅越来越小直至为零。
- B. 阻尼振动可分为欠阻尼、过阻尼和临界阻尼三种。
- C. 阻尼振动消耗能量，没有利用价值。
- D. 阻尼振动的能量随着振幅的减小逐渐减小。

习题解析

1. 【答案】C。解析：可以利用阻尼现象来控制系统的振动，所以 C 是错误的。

第四节 沿同一直线的振动的合成

1. 分振动方程分别为 $x_1 = 3 \cos(50\pi t + 0.25\pi)$ 和 $x_2 = 4 \cos(50\pi t + 0.75\pi)$ (SI 制) 则它们的合振动表达式为：（ ）

- A. $x = 2 \cos(50\pi t + 0.25\pi)$
- B. $x = 5 \cos(50\pi t)$;
- C. $x = 5 \cos(50\pi t + \frac{\pi}{2} + \arctan \frac{1}{7})$;
- D. $x = 7$ 。

习题解析

1. 【答案】C。解析：由 $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$ 可得 $A=5$ 。

$$\text{由 } \varphi = \arctg \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

$$\varphi = \arctg(-7) = \frac{\pi}{2} + \arctg(\frac{1}{7})$$

第五节 互相垂直的简谐振动的合成

1. 已知一质点同时参与两个互相垂直的简谐振动，其运动轨迹为一正椭圆（顺时针方向转动）。若其 x 方向的振动表达式为 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ ，则 y 方向上的振动表达式可能为（ ）

- A. $y = B \cos(\omega t + \varphi)$ B. $y = B \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$
 C. $y = B \cos(\omega t + \varphi - \pi)$ D. $y = B \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

2. 有一质点同时参与互相垂直的 x 向和 y 向的频率不同的两个简谐振动，其轨迹形成李萨如图。若垂直于 x 轴的任一直线交此李萨如图于 3 个点，而垂直于 y 轴的任一直线交此李萨如图于 4 个点，则 x 向与 y 向简谐振动的频率之比为（ ）

- A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 3 D. 3 : 4。

习题解析

1. 【答案】D。解析：这两个振动的相位差为 $\pm \frac{\pi}{2}$ 时，其运动轨迹为一椭圆。

如果 y 方向的振动超前 x 方向的振动 $\frac{\pi}{2}$ ，则轨迹为正椭圆（顺时针方向转动）；反之，若 y 方向的振动超前 x 方向的振动 $-\frac{\pi}{2}$ ，则轨迹为逆椭圆（逆时针方向转动）。

2. 【答案】B。解析：略。

本章练习题

1. (多选)

在关于简谐运动的下列说法中，正确的是：()

- A. 质点受到回复力（恒指向平衡位置的力）的作用，则该质点一定作简谐运动
- B. 一小球在半径很大的光滑凹球面上来回滑动，如果它滑过的弧线相对凹球面的半径很短，则小球作简谐运动
- C. 物体在某一位置附近来回往复的运动是简谐运动
- D. 若一物理量 Q 随时间的变化满足微分方程 $\frac{d^2Q}{dt^2} + \omega^2 Q = 0$ ，则此物理量 Q

作简谐运动（ ω 是由振动系统本身的性质决定的常量）

- E. 篮球运动员运球过程中，篮球作简谐运动

2. 一单摆的周期恰好为 1s, 它的摆长为 ()

- A. 0.99m B. 0.25m C. 0.78m D. 0.5m

3. 一质点作简谐振动，频率为 f ，则其振动动能的变化频率为 ()

- A. $\frac{1}{2}f$ B. $\frac{1}{4}f$ C. f D. $2f$

4. 一个质点作简谐振动，周期为 T ，当质点由平衡位置向 x 轴正方向运动时，由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的最短时间为：

()

- A. $T/4$ B. $T/12$ C. $T/6$ D. $T/8$

5. 两个质量相同的物体分别挂在两个不同的弹簧下端，弹簧的伸长分别为 Δl_1 和 Δl_2 ，且 $\Delta l_1 = 2 \Delta l_2$ ，两弹簧振子的周期之比 $T_1 : T_2$ 为 ()

- A. 2 B. $\sqrt{2}$; C. $\frac{1}{2}$ D. $1/\sqrt{2}$ 。

6. 将同一弹簧、同一物体组成如图 27-4 所示的弹簧振子并使其振动，若不计任何阻力，则它们的周期关系为

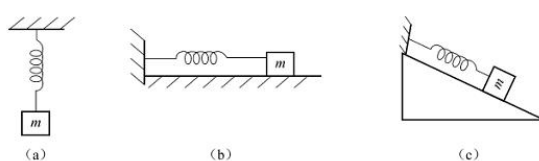


图 27-4

()

A. $T_a > T_b > T_c$

B. $T_a < T_b < T_c$

C. $T_a > T_b, T_b < T_c$

D. $T_a = T_b = T_c$

7. 如图 27-5 所示为一单摆装置, 把小球从平衡位置 b 拉开一小角度 θ_0 至 a 点, 然后由静止放手任其摆动, 从放手时开始计时, 摆动规律用余弦函数表示, 下列说法哪一个是正确的 (阻力不计)?

()

A. a 处, 动能最小, 相位为 θ_0

B. b 处, 动能最大, 相位为 $\pi/2$

C. c 处, 动能为零, 相位为 $-\theta_0$

D. a、b、c 三位置能量相同, 初相不同

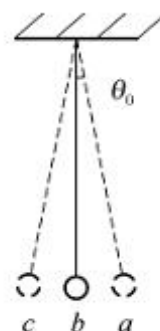


图 27-5

8. 在一轻弹簧下系一质量为 m_1 的物体, 稳定后在其下再系一质量为 m_2 的物体, 于是弹簧又伸长了 Δx , 若将质量为 m_2 的物体移去, 并令其振动, 则振动周期为 ()

A. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_2 \Delta x}{m_1 g}}$

B. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 \Delta x}{m_2 g}}$

C. $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_1 \Delta x}{m_2 g}}$

D. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_2 \Delta x}{(m_1 + m_2) g}}$

9. 如图 27-6 所示为光滑圆弧形轨道, 半径为 R, 在圆心处放置小球 A, 圆心竖直下方 C 点旁边放一个与 A 完全相同的小球 B, B、C 两点非常靠近, 现让 A、B 同时运动, 则小球到达 C 点的情况是 ()

A. B 先到

B. A 先到

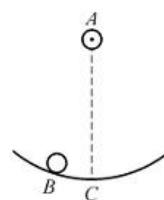


图 27-6

- C. 同时到 D. 无法判断

10. 一弹性系数为 k 的轻弹簧，下端挂一质量为 m 的物体，系统的振动周期为 T_1 。若将此弹簧截去一半的长度，下端挂一质量为 $m/2$ 的物体，则系统的周期为 ()

- A. $2T$ B. T C. $T/2$ D. $T/\sqrt{2}$

11. 如图 27-7 所示，为质点作谐振动时的 $v-t$ 图线，若用余弦函数表示谐振动方程，则初相为 ()

- A. $\pi/6$ B. $5\pi/6$
C. $-\pi/6$ D. $-5\pi/6$

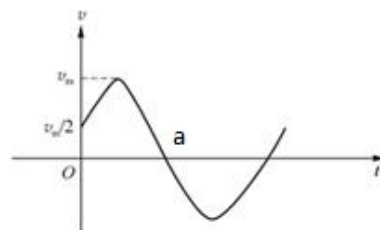


图 27-7

12. 一质点作谐振动，周期为 T ，当它由平衡位置向 x 轴负方向运动时，从 $-A/2$ 处到 $-A$ 处这段路程所需要的时间为 ()

- A. $T/4$ B. $T/6$ C. $T/8$ D. $T/12$

13. 两个小球 1 和 2 分别沿 x 轴作简谐振动，已知它们的振动周期分别为 T_1 和 T_2 ，而且 $T_1 = 2T_2 = 2s$ ，在 $t = 0$ 时，两球均在平衡位置，且小球 1 向 x 轴正向运动，小球 2 向 x 轴负向运动，当 $t = 1/3 s$ 时，两球振动的相位差为 ()

- A. $\pi/3$ B. $4\pi/3$
C. $-\pi/3$ D. $-4\pi/3$

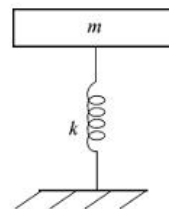


图 27-8

14. 如图 27-8 所示，一轻弹簧弹性系数为 k ，竖直地固定在地面上，其上放一质量为 m 的木块，平衡时系统的弹性势能为 ()

- A. $2m^2g^2/k$ B. $m^2g^2/2k$ C. 0 D. m^2g^2/k

15. 一弹簧振子作简谐振动，已知此振子势能的最大值为 $100 J$ ，当振子处于位移最大的一半时其动能瞬时值为 ()

- A. $25 J$ B. $50 J$ C. $75 J$ D. $100 J$

16. 用两个已知频率的音叉 A ($512 Hz$) 和 B ($507 Hz$)，分别和待测频率的

音叉 C 产生拍音。实验测定 A 和 C 产生的拍频为每秒 2 次，B 和 C 产生的拍频为每秒 3 次，则音叉 C 的频率为 ()

- A. 504 Hz B. 514 Hz
 C. 510 Hz D. 512 Hz

17. (多选) 已知一质点同时参与两个互相垂直的简谐振动，其运动轨迹为一椭圆。若其 x 方向的振动表达式为 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ ，则 y 方向上的振动表达式可能为 ()

- A. $y = B \cos(\omega t + \varphi)$ B. $y = B \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$
 C. $y = B \cos(\omega t + \varphi - \pi)$ D. $y = B \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

18. 有一质点同时参与互相垂直的 x 向和 y 向的频率不同的两个简谐振动，其轨迹形成李萨如图。若垂直于 x 轴的任一直线交此李萨如图于 2 个点，而垂直于 y 轴的任一直线交此李萨如图于 4 个点，则 x 向与 y 向简谐振动的频率之比为 ()

- A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 3 D. 2 : 1

习题解析

1. 【答案】B、D。解析：因为一质点作简谐运动必须受到一个恒指向平衡位置，且与位移成正比的弹性力（或准弹性力）的作用。

根据牛顿第二定律，小球在运动时受到 $F_{\tau} = mg \sin \theta$ 回复力的作用，其运动类似单摆的运动是简谐振动。

简谐振动的运动学特征是 $\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

所以，物理量 Q 的微分方程满足简谐运动运动学判据。

篮球运动员运球过程中，篮球除在拍打和地面反弹有瞬间碰撞力外，只受到始终向下的重力作用，不满足简谐运动动力学判据。

2. 【答案】B。解析：直接代入公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 计算即可。

3. 【答案】D。解析：解：根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$

可以看出 $\sin^2(\omega t + \varphi)$ 频率是 $\sin(\omega t + \varphi)$ 的 2 倍，所以振动动能的变化频率变成原来的 2 倍。

4. 【答案】B。解析：由旋转矢量法可知，这个过程的角度位移变化为 $\pi/6$ ，振子转过 2π 所有时间为 T，故此运动 $\pi/6$ 所需时间为 $T/12$ 。

5. 【答案】B。解析：弹簧悬挂重物达到平衡时， $mg = -kx$ ，由于重物质量相同，则 $k_1:k_2 = 1:2$ 。

$$\text{又 } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_1:T_2 = \sqrt{k_2:k_1} = \sqrt{2}$$

6. 【答案】D。解析：三种情况 k 相同，不同的是平衡时弹簧的伸长量不同，若以平衡位置作为坐标原点，以振子运动的方向为 x 轴正向，则回复力只和 x 的坐标有关，且具有相同的形式，所以他们的周期也相同。

7. 【答案】B。解析：单摆的角度位移与相位是不同的概念，A 和 C 是错误的。D 中 a、b、c 三位置能量相同是正确的，但说初相不同是错误的，该振动的初相是确定的为零。b 点的相位为 $\pi/2$ ，且该点速度最大，动能最大。所以选 B。

8. 【答案】B。解析：由题意知 $k = \frac{m_2 g}{\Delta x}$ 而 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{g}}$

代入数据计算后结果和 B 答案相同。

9. 【答案】B。解析：A 是自由落体运动，到达 C 点用的时间为 $t_1 = \sqrt{\frac{2l}{g}} = \sqrt{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$

B 运动到 C 用时 $t_2 = \frac{1}{4}T = \frac{1}{4}2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$ 。显然 $t_2 > t_1$ ，A 先到。

10. 【答案】C。解析：弹性系数为 k 的弹簧可看作两段等长的弹簧串联在一起，每段的弹性系数为 k' 。当在力 f 作用下，k 弹簧伸长为 x 时， k' 弹簧伸长 x' 。由受力分析可知 $f = kx = k'x'$ ，再根据 $x = 2x'$ ，可得 $k' = kx / x' = 2k$ 。

又因为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 所以 $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{m}{2}}{2k}} = \frac{T_1}{2}$ 。

11. 【答案】D。解析：

速度公式为 $v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$ 如果初

相为零，曲线应从 a 点开始，可见其初位相为 $-(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3}) = -\frac{5\pi}{6}$ 。

12. 【答案】B。解析：通过旋转矢量图分析，转过的最小角度 $\Delta \theta = \pi/3$ ，所

需时间 $\Delta t = \Delta \theta / \omega = \frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{6}$ 。

13. 【答案】B。解析：两个小球的初位相分别为 $\varphi_{10} = -\frac{\pi}{2}$, $\varphi_{20} = \frac{\pi}{2}$ 。

两个小球的周期为 $T_1 = 2s$, $T_2 = 1s$ 。

对应的角频率为 $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1} = \pi$, $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} = 2\pi$ 。

经过 $1/3 s$ 时，各自的相位为

$$\varphi_1 = \varphi_{10} + \omega_1 t = -\frac{\pi}{6}$$

$$\varphi_2 = \varphi_{20} + \omega_2 t = \frac{7\pi}{6}$$

相位差 $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{4\pi}{3}$ 。

14. 【答案】B。解析：平衡时木块受到的重力 mg 和弹力

F 平衡。由弹力公式得 $x = \frac{mg}{k}$ 。由势能公式

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 = m^2 g^2 / 2k 。$$

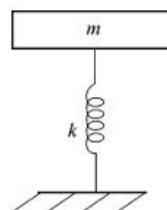


图 27-9

15. 【答案】C。解析：最大弹性势能 $E_{pm} = \frac{1}{2} kA^2$

当振子处于位移最大的一半时其势能瞬时值为

$$E_p = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}E_{pm} = 25J$$

所以此时的动能为 $E_k = E - E_p = E_{pm} - E_p = 100 - 25 = 75J$ 。

16. 【答案】C。解析：拍频公式为 $\nu = |\nu_2 - \nu_1|$

由实验测定 A 和 C 产生的拍频为每秒 2 次，可知音叉 C 的频率可能为 510Hz 或 514Hz；由 B 和 C 产生的拍频为每秒 3 次，可知音叉 C 的频率可能为 510Hz 或 504Hz。综合以上情况判断音叉 C 的频率为 510Hz。

17. 【答案】B、D。解析：这两个振动的相位差为 $\pm \frac{\pi}{2}$ 时，其运动轨迹为一椭圆。

如果 y 方向的振动超前 x 方向的振动 $\frac{\pi}{2}$ ，则轨迹为正椭圆（顺时针方向转动）；

反之，若 y 方向的振动超前 x 方向的振动 $-\frac{\pi}{2}$ ，则轨迹为逆椭圆（逆时针方向转动）。

18. 【答案】B。解析：李萨如图形的具体形状取决于两个互相垂直方向简谐运动的频率之比合初相位，并且该图形坐标轴的切点之比与频率之比相等。

红师教育
www.hongshankou.cn

则此两点相距 $\frac{\pi/3}{2\pi} \lambda = \frac{\lambda}{6} = 0.5m$ 。

第二节 平面简谐波

1. 一平面简谐波在 $t = 0$ 时刻波形曲线如图 28-1 所示，若波沿 x 轴负方向传播，则下列对应质点振动曲线正确的是 ()

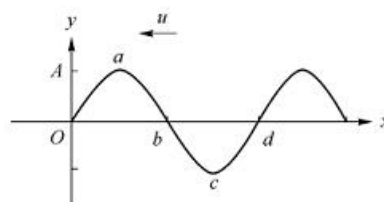


图 28-1

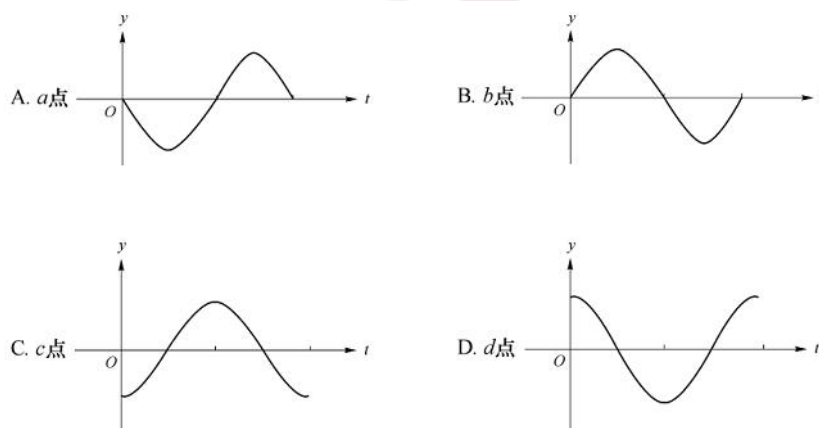


图 28-2

2. 一列横波在 x 轴上传播，在 $t_1 = 0$ 和 $t_2 = 0.5s$ 时波形图如图 28-3 所示，设周期 $T > t_2 - t_1$ ，波动方程为 ()

- A. $y = 0.2 \cos(\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{4})$
- B. $y = 0.2 \cos(3\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi x}{4})$
- C. $y = 0.2 \cos(3\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi x}{4})$
- D. $y = 0.2 \cos(\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi x}{4})$

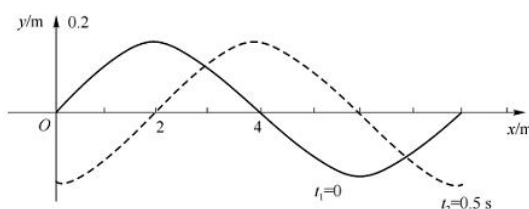


图 29-3

3. 一余弦波沿 x 轴负方向传播, 已知 $x = -1 \text{ m}$ 处振动方程为

$y = A \cos(\omega t + \varphi)$, 若波速为 u , 则波动方程为 ()

A. $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$

B. $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x-1}{u}\right) + \varphi\right]$

C. $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x+1}{u}\right) + \varphi\right]$

D. $y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x+1}{u}\right) + \varphi\right]$

习题解析

1. 【答案】C。解析: 波沿 x 轴负方向传播, 则某点的运动跟随右侧点的运动, 且起点位置就是当前位置。a 点应从零开始向上运动; b 点应从零开始向下运动; c 点从 $-A$ 处开始向上运动, C 正确; d 点应从零开始运动。

2. 【答案】D。解析: 从图中可见, 此波的振幅为 0.2 m , 波长为 8 m , 周期为 2 s , 初相为 $\frac{\pi}{2}$ 。将以上数据代入 $y = A \cos\left(2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi\right)$, 即可验证 D 是正确的。

3. 【答案】C。解析: 将 $x = -1$ 分别代入上述波动方程看是否得出 $y = A \cos(\omega t + \varphi)$ 。经检验 C 是正确的。

第三节 机械波的能量密度和能流

1. 一个平面简谐波在弹性媒质中传播, 媒质质元从最大位置回到平衡位置的过程中 ()

- A. 它的势能转化成动能
- B. 它的动能转化成势能
- C. 它从相邻的媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加

D. 把自己的能量传给相邻的媒质质元，其能量逐渐减小

2. 一平面简谐波在弹性媒质中传播时，在传播方向上某质元在某一时刻处于最大位移处，则它的（ ）

- A. 动能为零，势能最大
- B. 动能为零，势能也为零
- C. 动能最大，势能也最大
- D. 动能最大，势能为零

3. 在同一媒质中两列相干的平面简谐波强度之比是 $I_1 : I_2 = 4$ ，则两列波的振幅之比 $A_1 : A_2$ 为（ ）

- A. 4
- B. 2
- C. 16
- D. 1/4

4. 如图 28-4 所示，一平面简谐波在 t 时刻的波形曲线，若此时 A 点处媒质质元势能减小，则（ ）



图 28-4

- A. A 点处质元振动动能增大
- B. 波沿 x 轴的负向传播
- C. B 点处弹性势能减小
- D. 各点波能量密度不变

习题解析

1. 【答案】C。解析：在波的传播过程中，介质中任一体积元的动能和势能同相地随时间变化，二者同时达到最大值，又同时为零，它们在任一时刻都有完全相同的值。即体积元的总能量是随时间作周期性变化的。沿着波动传播的方向，每一体积元都在不断地从后方质点获得能量，使能量从零逐渐增大到最大值，又不断把能量传递给前方的介质，使能量从最大变为零。所以 C 是正确的。

2. 【答案】B。解析：在最大位移处速度为零，动能为零，势能和动能同时到达最大和最小，所以势能也为零。

3. 【答案】B。解析：波动的强度和振幅的平方成正比，所以 $A_1 : A_2 = 2$ 。

4. 【答案】B。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。A 点处媒质质元势能减小，则动能也减小，且说明该点在远离平衡位置，即波是沿 x 轴的负向传播的。

既然波是沿 x 轴的负向传播的，B 点向平衡位置运动，它的势能应该是增加的。

波能量密度是位置和时间的函数，是变化的。综上所述答案为 B。

第四节 惠更斯原理，波的衍射、反射和折射

1. 下列实例说明波有衍射现象的是 ()
 - A. 飞驰而来的动车汽笛声更加尖锐
 - B. 向平静的水面扔一块石头，激起层层涟漪
 - C. 先看到闪电后听到雷声
 - D. 在屋内听到室外的声音

习题解析

1. 【答案】D。解析：波的衍射指的是波在传播过程中绕过障碍物继续向前传播的现象。所以 D 答案中声波从室外绕过墙体传到室内是波动的衍射现象。

第五节 波的相干叠加 驻波

1. 两个相干波源的位相相同，它们发出的波叠加后，在下列哪条线上总是加强的 ()
 - A. 两波源连线的垂直平分线上
 - B. 以两波源连线为直径的圆周上
 - C. 以两波源为焦点的任意一条椭圆上
 - D. 以两波源为焦点的任意一条双曲线上
2. 平面简谐波 $x = 4 \sin(5\pi t + 3\pi y)$ 与下面哪列波相干可形成驻波？ ()

A. $y = 4 \sin 2\pi(\frac{5}{2}t + \frac{3}{2}x)$

B. $y = 4 \sin 2\pi(\frac{5}{2}t - \frac{3}{2}x)$



C. $x = 4 \sin 2\pi(\frac{5}{2}t + \frac{3}{2}y)$

D. $x = 4 \sin 2\pi(\frac{5}{2}t - \frac{3}{2}y)$

3. (多选)两列完全相同的平面简谐波相向而行形成驻波。以下哪种说法为驻波所特有的特征：()

- A. 有些质元总是静止不动
- B. 迭加后各质点振动相位依次落后
- C. 波节两侧的质元振动位相相反
- D. 波节两侧的质元振动位相相同

4. 在驻波中，相邻两个波节间各质点的振动 ()

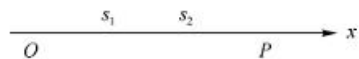
- A. 振幅相同，相位相同
- B. 振幅不同，相位相同
- C. 振幅相同，相位不同
- D. 振幅不同，相位不同

5. 下列关于半波损失说法正确的有 ()

- A. 若反射点是固定端，反射波有半波损失，驻波在反射点形成波节
- B. 若反射点是自由端，反射波有半波损失，驻波在反射点形成波腹
- C. 若波从波疏媒质传向波密媒质，有半波损失，反射点形成波腹
- D. 若波从波密媒质传向波疏媒质，有半波损失，反射点形成波节

6. 如图 28-5 所示，两列波长为 λ 的相干波在

P 点相遇，若 S_1 点初相位为 φ_1 ，到 P 点距离为 r_1 ， S_2



点初相位为 φ_2 ，到 P 点距离为 r_2 ，则 P 点为干涉极

大的条件是 ()。

图 28-5

A. $r_2 - r_1 = k\lambda$ ($k = 0, 1, 2, \dots$)

B. $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$ ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$)

C. $\varphi_2 - \varphi_1 - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \pm 2k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$)



D. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi$ ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$)。

习题解析

1. 【答案】A。解析：在两波源连线的垂直平分线上任一点和两个波源的距离相等，波程差为零，在此干涉加强。

2. 【答案】D。解析：驻波是由在同一介质的同一直线上沿相反方向传播两列振幅相同的相干波叠加后形成的。A、B的传播方向为y方向和给定波不在同一直线上不符合条件。C的传播方向和给定波相同，不符合条件。D符合条件。

3. 【答案】A、C。解析：驻波的波节处质元始终不动，所以A正确；驻波严格说不是波，各质点的相位取决于其位置和时间，不是依次落后的，B错；波节两侧的质元振动位相相反是正确的，C正确；质元振动的动能与势能之和随位置变化。

4. 【答案】B。解析：驻波的波节不动，同一波腹各质点是同相位的，只是各点振幅不同，所以B正确。

5. 【答案】A。解析：波从波密介质反射回波疏介质时，如同损失（或增加了半个波长的波程。我们将这种相位突变 π 的现象形象地叫做半波损失。波在固定端反射将在这里形成波节；如果波在自由端反射情况分两种。一种是波由波疏介质传到波密介质产生反射，在这里会形成波节；另一种是波由波密介质传到波疏介质产生反射，在这里会形成波腹。综上所述答案A正确。

6. 【答案】C。解析：根据干涉加强的条件可判断C是正确的。

第六节 多普勒效应

1. 火车以速度v驶向一静止的观察者，火车鸣笛t秒，观察者听到笛声持续（空气中的声速 $c = 340\text{m/s}$ ）（ ）

A. t B. $\frac{c-v}{c}t$ C. $\frac{v}{c}t$ D. $\frac{c}{c-v}t$

2. 设声波在媒质中的传播速度为u，声源的频率为 γ_s ，若声源S不动，而接收器R相对于媒质以速度 v_R 沿S、R连线向着声源S运动，则接收器R接收到

的信号频率为：()

- A. γ_s B. $\frac{u+v_R}{u}\gamma_s$ C. $\frac{u-v_R}{u}\gamma_s$ D. $\frac{u}{u-v_R}\gamma_s$

习题解析

1. 【答案】B。解析：火车在鸣笛过程中前进距离为 vt ，相当于火车从鸣笛开始到结束发出的声波存在的空间距离为 $ct - vt$ ，所以观察者听到笛声持续时间为 $\frac{ct-vt}{c}$ ，答案B正确。

2. 【答案】B。解析：直接带入多普勒频移公式即可。

本章练习题

1. 一个平面简谐波沿 x 轴负方向传播，波速 $u=10\text{m/s}$ 。 $x=0$ 处，质点振动曲线如图 28-6 所示，则该波的表式为 ()

- A. $y = 2 \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{20}x + \frac{\pi}{2})\text{m}$
B. $y = 2 \cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{20}x - \frac{\pi}{2})\text{m}$
C. $y = 2 \sin(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{20}x + \frac{\pi}{2})\text{m}$
D. $y = 2 \sin(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{20}x - \frac{\pi}{2})\text{m}$

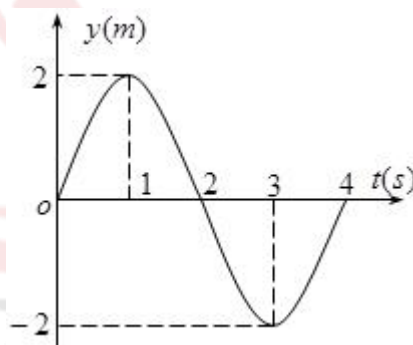


图 28-6

2. 一个平面简谐波沿 x 轴正方向传播，波速为 $u=160\text{m/s}$ ， $t=0$ 时刻的波形图如图 28-7 所示，则该波的表式为 ()

- A. $y = 3 \cos(40\pi t + \frac{\pi}{4}x - \frac{\pi}{2})\text{m}$
B. $y = 3 \cos(40\pi t + \frac{\pi}{4}x + \frac{\pi}{2})\text{m}$
C. $y = 3 \cos(40\pi t - \frac{\pi}{4}x - \frac{\pi}{2})\text{m}$
D. $y = 3 \cos(40\pi t - \frac{\pi}{4}x + \frac{\pi}{2})\text{m}$

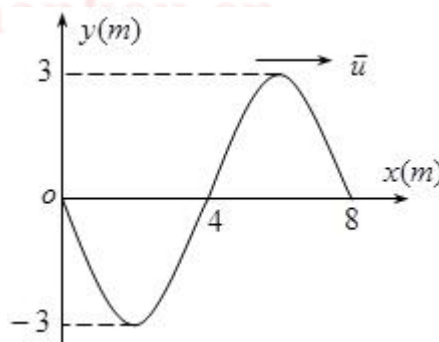


图 28-7

3. 两相干平面简谐波沿不同方向传播，如图 28-8 所



图 28-8

示，波速均为 $u = 0.40 \text{ m/s}$ ，其中一列波在 A 点引起的振动方程为

$$y_1 = A_1 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$y_2 = A_2 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$$

它们在 P 点相遇， $\overline{AP} = 0.80 \text{ m}$ ， $\overline{BP} = 1.00 \text{ m}$ ，则两

波在 P 点的相位差为：（ ）

- A. 0 B. $\pi/2$ C. π D. $3\pi/2$

4. 一平面简谐波 $t = 0$ 时刻波形图曲线如图 28-9 所示，已知波沿 x 轴正向传播速度为 u ，周期为 T ，则（ ）

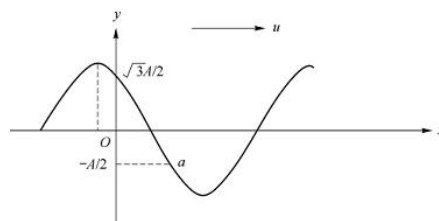


图 28-9

A. 波动表达式 $y = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{u}) - \frac{\pi}{6}]$

B. a 点振动表达式 $y = A \cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{3})$

C. a 点经 $T/12$ 达平衡位置

D. a 点经 $2T/3$ 达到平衡位置

5. 一平面简谐波波动表达式为 $y = 3 \cos(2\pi t + \pi - \frac{\pi x}{4})$ ，在 $x = 4 \text{ m}$ 位置处的质点在 $t = 1 \text{ s}$ 时刻振动速度为（C）

- A. 5 m/s B. $5\pi \text{ m/s}$ C. 0 m/s D. -5 m/s

6. 机械波在 t 时刻波形曲线如图 28-10 所示。此时能量最大的质元位置为（ ）

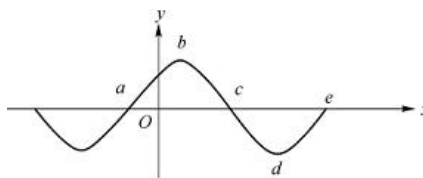


图 28-10

- A. b B. b、d
C. a、e D. a、c、e

7. 两振幅相同的相干波，传播方向相同，

在点 P 相遇后合成波振幅为 $\sqrt{3}A$ 。则两列波在

P 点分别引起的振动最小相位差为（ ）

- A. $\pi/2$ B. $\pi/3$ C. $2\pi/3$ D. π

8. 某时刻波形图如图 28-11 所示, 下列说法

正确的是 ()

- A. A 点势能最大, 动能最小
B. B 点动能最大, 势能最小
C. A, C 两点势能最大, 动能最大
D. B 点势能最大, 动能最大

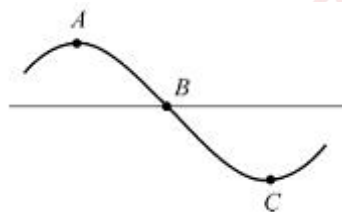


图 28-11

9. 一列沿 x 轴正方向传播的余弦波, 波方

程为 $y = A \cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$, 经固定端反射后形成驻波, 波方程为

$y = (2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda}) \sin \omega t$, 则驻波中总的能流密度为 ()

- A. $\frac{\omega^2 \lambda}{2\pi}$ B. $\frac{\omega^2 \lambda}{\pi}$ C. 0 D. $\frac{A\omega^2 \lambda}{2\pi}$

10. 如图 28-12 所示, 在坐标原点 O 处有一波源, 它的振动表达式为 $y = A \cos 2\pi \nu t$, 波沿 x 轴正方向传播, 在距波源为 d 的 p 点处有波媒质将波全反射回来, 且无半波损失, 则反射波表达式为 ()

A. $y = A \cos 2\pi(\nu t - \frac{2d-x}{\lambda})$

B. $y = A \cos 2\pi(\nu t - \frac{d-x}{\lambda})$

C. $y = A \cos 2\pi(\nu t + \frac{d-x}{\lambda})$

D. $y = A \cos 2\pi(\nu t + \frac{2d-x}{\lambda})$

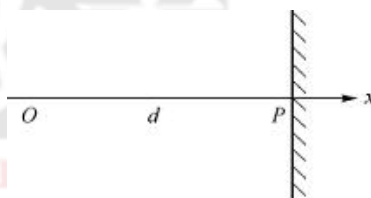


图 28-12

11. 一端固定, 另一端自由的棒中有 3 个不同频率的余弦驻波, 如图 28-13 所示. 此 3 个驻波振动频率之比为 ()

- A. 1 : 2 : 3 B. 1 : 3 : 5
C. 5 : 3 : 1 D. 1 : 4 : 9

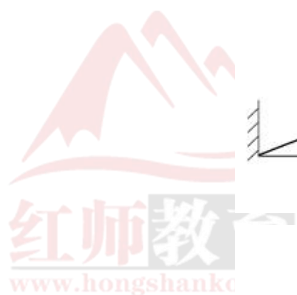


图 28-13

12. 若长 L 的弦线上形成波长为 10m 的驻波, L 的可能值为 ()

- A. 1m B. 5m C. 12m D. 8m

13. S_1 和 S_2 为两相干波源, 波长均为 λ , 若 P 点相遇发生全相消干涉, 且 S_1 至 P 点的距离为 $r_1 = 2\lambda$, S_2 至 P 点的距离 $r_2 = 2.2\lambda$ 。若 S_1 的振动方程为

$y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$, 则 S_2 振动方程为 ()

- A. $y_2 = A \cos(2\pi t - \frac{\pi}{2})$
B. $y_2 = A \cos(2\pi t - \pi)$
C. $y_2 = A \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$
D. $y_1 = A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$

14. 观察者以 1 m/s 的速度远离波速为 4 m/s 的波源, 波源发出波的波动方程为 $y = 5 \cos(2\pi t - \frac{x}{4})$ 则观察者接收到的波

频率为 ()

- A. 1 Hz B. 1.25Hz C. 0.75Hz D. 0.5Hz

15. 一圆频率为 ω 的简谐波沿 x 轴的正方向传播, $t=0$ 时刻的波形如图 28-14 所示. 则 $t=0$ 时刻, x 轴上各质点的振动速度 v 与坐标 x 的关系应为图中哪一图? ()

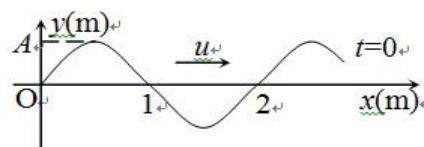


图 28-14



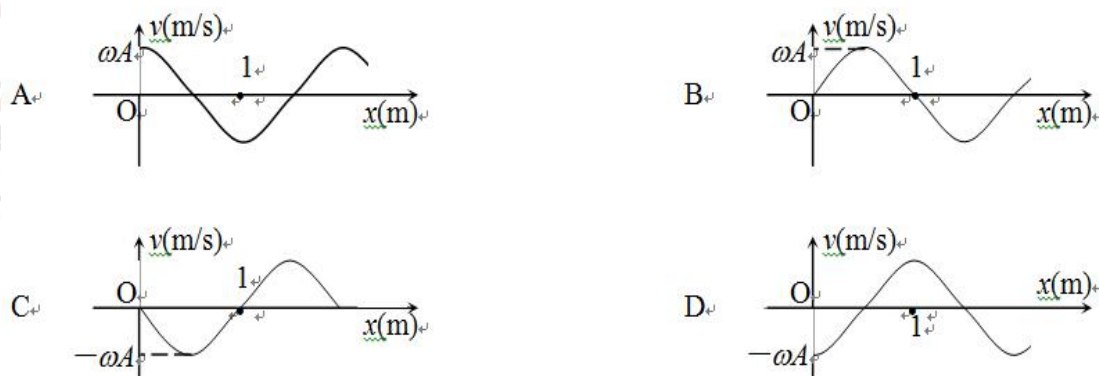


图 28-15

16. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播，已知 $x = x_0$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ 。若波速为 u ，则此波的波动方程为 ()。

- A. $y = A\{\omega[t - (x_0 - x)/u] + \varphi_0\}$
- B. $y = A\{\omega[t - (x - x_0)/u] + \varphi_0\}$
- C. $y = A\{\omega t - [(x_0 - x)/u] + \varphi_0\}$
- D. $y = A\{\omega t + [(x_0 - x)/u] + \varphi_0\}$

17. 如图 28-16 所示为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，该波的波速 $u = 20 \text{ m/s}$ ，则 P 处质点的振动曲线为图 28-17 中哪一图所画出的曲线？ ()

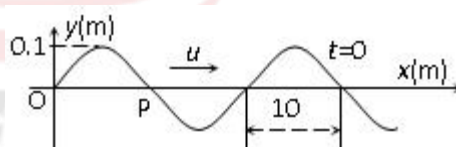


图 28-16

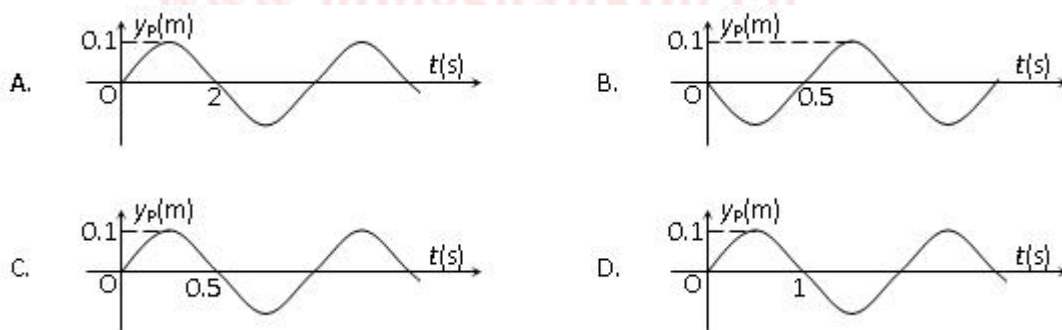


图 28-17

18. 一列机械横波在 t 时刻的波形曲线如图 28-18 所示，则该时刻能量为最大值的媒质质元的位置是 ()

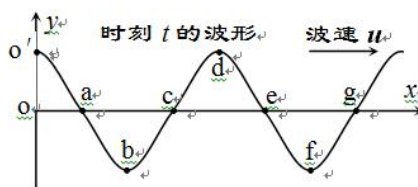


图 28-18

A. O' , b , d , f

B. a , c , e , g

C. O' , d

D. b , f

19. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在某一瞬时, 媒质中某质元正处于平衡位置, 此时它的能量是 ()

A. 动能为零, 势能最大

B. 动能为零, 势能为零

C. 动能最大, 势能最大

D. 动能最大, 势能为零

20. 如图 28-19 所示为一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线。若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大, 则 ()

A. A 点处质元的弹性势能在减小

B. 波沿 x 轴负方向传播

C. B 点处质元的振动动能在减小

D. 各点的波的能量密度都不随时间变化

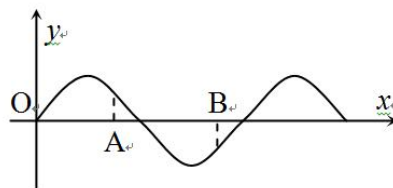


图 28-19

21. 平面简谐波方程

$y = A \cos(\omega t - \frac{\omega x}{u})$ 中, $-\frac{\omega x}{u}$ 表示 ()

A. 波源的振动相位

B. 波源的振动初相

C. x 处质点振动相位

D. x 处质点振动初相

22. 下列叙述中正确的是 ()

A. 机械振动一定能产生机械波

B. 波动方程中的坐标原点一定要设在波源上

C. 波动传播的是运动状态和能量

D. 振动的速度与波的传播速度大小相等

23. 机械波在弹性介质中传播时, 某一时刻介质中某质元在负的最大位移处, 它的能量为

A. W_K 最大, W_P 最大

B. $W_K = 0$, W_P 最大

C. $W_K = 0$, $W_P = 0$

D. W_K 最大, $W_P = 0$

24. 如图 28-20 所示, 两相干波源 s_1 和 s_2 相距 $\lambda/4$ (λ 为波长), s_1 的位相比 s_2 的位相超前 $\pi/2$, 在 s_1 、 s_2 的连线上, s_1 外侧各点 (例如 P 点) 两波引起的两谐振动的位相差是 ()

A. 0 B. π C. $\pi/2$

D. $3\pi/2$

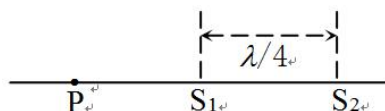


图 28-20

习题解析

1. 【答案】B。解析：从图中看出，该振动的周期 $T = 4s$ ，振幅 $A = 2m$ ，初

相 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ 。所以 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ ，根据波动方程 $y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$

$$y = 2 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{20}x - \frac{\pi}{2}\right)$$

2. 【答案】D。解析：从图中看出，该振动的波长 $\lambda = 8m$ ，振幅 $A = 3m$ ，初

相 $\varphi = \pi/2$ 。根据 $T = \frac{\lambda}{u} = \frac{8}{160} = \frac{1}{20}$ 。根据 $y = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi\right]$

$$\text{可得 } y = 3 \cos\left(40\pi t - \frac{\pi}{4}x + \frac{\pi}{2}\right)$$

3. 【答案】A。解析：从波动方程可知 $\omega = 2\pi$ ， $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1s$ ，则

$$\lambda = uT = 0.4m$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi \frac{x_2 - x_1}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{1 - 0.8}{0.4} = 0$$

4. 【答案】C。解析：由旋转矢量法可知该波动的初相为 $\frac{\pi}{6}$ ；a 点的相位为 $\frac{4\pi}{3}$ 。

答案 A 中给出的公式是错误的，应该套用 $y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$

答案 B 中 a 点的初相是错误的。

答案 C 中 a 点的初相是 $\frac{4\pi}{3}$ ，到达 $\frac{3\pi}{2}$ （平衡位置），还有 $\frac{\pi}{6}$ ，所需时间为 $T/12$ 。

所以 C 正确，D 错误。

5. 【答案】C。解析：由振动方程对时间求导可得速度方程

$$v = -6\pi \sin(2\pi t + \pi - \frac{\pi x}{4})$$

，将 $x = 4 \text{ m}$ ， $t = 1 \text{ s}$ 代入速度方程可得 $v = 0$ ，所以答

案 C 正确。

6. 【答案】D。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。a、c、e 均在平衡位置，能量最大。

7. 【答案】B。解析：根据 $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\left(\varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda}\right)$

将数据代入上式可得 $\cos\left(\varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda}\right) = \frac{1}{2}$ ，说明两列波在 P 点分别引

起的振动最小相位差为 $\pi/3$ ，答案 B 正确。

8. 【答案】D。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。所以答案 D 是正确的。

9. 【答案】C。解析：由驻波的特点可知，介质在振动过程中动能和势能不断转换，在转换过程中，能量不断地由波腹附近转移到波节附近，再由波节附近转移到波腹附近。由于原来形成驻波的两列相干波的能流密度值相等，但是传播方向相反，因此合成波的能流密度为零，即不存在沿单一方向的能流。所以答案为 C。

10. 【答案】A。解析：向右传播时其方程为 $y = A \cos 2\pi\left(\nu t - \frac{x}{\lambda}\right)$ 。在 P

点其振动方程为 $y = A \cos 2\pi\left(\nu t - \frac{d}{\lambda}\right)$ 。该波在此反射向 X 负方向传播，则其

波动方程为 $y = A \cos 2\pi\left(\nu t - \frac{2d-x}{\lambda}\right)$ 所以答案 A 正确。

11. 【答案】B。解析：从图中看出，在相同的棒长中分别出现完整波腹的

数量为 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{4}$ 、 $\frac{5}{4}$ 。完整波腹的数量与波长成反比，可见其波长之比为 5 : 3 :

1. 又因在同一介质中波速相同，因此频率和波长成反比例，则频率之比为 1 : 3 : 5，答案 B 正确。

12. 【答案】B。解析：要形成驻波，弦线长度必须为半波长的整数倍。此波长为 10m，半波长为 5m，弦线长度可能值为 5 的整数倍，答案中只有 B 是正确的。

13. 【答案】D。解析：两列波在 P 点的相位差为 $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda}$ 。

可以计算 $\Delta\varphi = \varphi_2 - 0.9\pi$ ，又因 $\Delta\varphi = \pm (2k+1)\pi$ ， $k = 0, 1, 2, \dots$ 时干涉相消。将答案中对应的 φ_2 代入上式检验，可见答案 D 是符合干涉相消条件的。

14. 【答案】C。解析：从波动方程中可看出 $\omega = 2\pi$ ，对应的频率为 $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 1$ ，

依据多普勒频移公式 $\nu' = \frac{u + v_o}{u} \nu$ 将数据代入计算可得 0.75Hz，答案 C 正确。

15. 【答案】D。解析：从题图中知 $t=0$ 时，o 点的速度为负最大值，1 点的速度为正最大值，结合答案图可见 D 图符合这两个速度值，答案为 D。

16. 【答案】A。解析：其他点的位置要和 x_0 位置比较，x 坐标相对于 x_0 的位置应为 $x - x_0$ ，所以其波动方程为答案 A 所述。

17. 【答案】C。解析：P 点在 $t=0$ 时位于平衡位置向上运动，由图中可见其波长为 20m，波速已知，可计算出周期为 1s。符合周期的答案图为 C。

18. 【答案】B。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。a、c、e、g 均在平衡位置，能量最大。

19. 【答案】C。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。

20. 【答案】B。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。A 点处媒质质元振动动能在增大，则势能也增大，且说明该点在靠近平衡位置，即波是沿 x 轴的负向传播的。既然波是沿 x 轴的负向传播的，B 点向平衡位置运动，它的势能应该是增加的。波能量密度是位置和时间的函数，是变化的。综上所述答案为 B。

21. 【答案】D。解析： $-\frac{\omega x}{u}$ 表示 $t=0$ 时， x 位置质点的相位，也就是 x 处

质点振动初相。

22. 【答案】C。解析：产生机械波需要波源和能传播该振动的介质，所以 A 错误。B 也是错误的，波动方程中的坐标原点不一定要设在波源上。D 错，振动的速度取决于波源的振动，波的传播速度取决于介质，说两者大小相等没有根据。C 是正确的。

23. 【答案】C。解析：在波动中质点的动能和势能同值同相位，且在平衡位置动能和势能都最大，在位移最大处动能和势能都为零。

24. 【答案】B。解析：利用相位差公式计算

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 - 2\pi \frac{r_1 - r_2}{\lambda} = \pi, \text{ 所以答案 B 正确。}$$

第三章 电磁波

本章练习题

1. (多选) 关于电磁波下列说法正确的是 ()
 - A. 电磁波能产生干涉和衍射
 - B. 电磁波的传播需要介质
 - C. 广播电台、电视台发射电磁波时需要进行调制
 - D. 电磁波中电场和磁场的方向不一定相互垂直
2. (多选) 关于电磁波的发射和接收，下列说法正确的是 ()
 - A. 摄像机具有发射和接收电磁波的功能
 - B. 手机具有发射和接收电磁波的功能
 - C. 电视机具有发射和接收电磁波的功能
 - D. 雷达具有发射和接收电磁波的功能
3. 关于电磁波的电矢量和磁矢量，下列说法正确的是 ()
 - A. 电场和磁场都做周期性变化，且相位相同
 - B. 电场和磁场都做周期性变化，且相位相差 $\frac{\pi}{2}$
 - C. 电场和磁场都做周期性变化，且相位相差 π

D. 电场和磁场都在同一平面内做周期性变化

4. (多选) 关于平面单色电磁波的说法正确的是 ()

A. 单色电磁波指的是颜色纯净的光波

B. 单色电磁波指的是频率一定的电磁波

C. 平面电磁波指的是电磁波的波面趋于平面

D. 平面电磁波指的是电磁波的电场方向和磁场方向位于同一平面

5. (多选) 关于电磁波的发射, 下列说法中正确的是 []

A. 各种频率的电磁振荡都能辐射电磁波, 振荡周期越大, 越容易辐射电磁波。

B. 为了有效向外辐射电磁波, 振荡电路必须采用开放电路, 同时提高振荡频率。

C. 为了有效向外辐射电磁波, 振荡电路不须采用开放电路, 但要提高振荡频率。

D. 提高振荡频率和开放电路是发射电磁波的必要手段, 振荡电路开放的同时, 其振荡频率也随之提高。

6. 电磁波在自由空间传播时, 电场强度 与磁场强度 ()

A. 在垂直于传播方向上的同一条直线上;

B. 朝互相垂直的两个方向传播;

C. 互相垂直, 且都垂直于传播方向;

D. 有相位差 π

7. (多选) 以下关于电磁波的判断正确的是 []

A. 电磁波是横波

B. 电磁波传播的波速和介质无关

C. 可见光属于电磁波;

D. 红外线的波长比紫外线的波长大

8. 历史上用实验验证电磁波存在的是下列哪位物理学家 ()

A. 法国科学家安培

B. 英国物理学家麦克斯韦

C. 英国物理学家法拉第

D. 德国物理学家赫兹

9. (多选) 电磁波包括相当广阔的频率范围, 下列说法正确的是 ()

A. 无线电波、微波都是电磁波,

B. 红外线、可见光、紫外线都是电磁波,

C. X 射线和 γ 射线属于核辐射不属于电磁波

D. 不同频率或波长的电磁波，具有不同的用途

10. 电磁波具有电场矢量和磁场矢量，对他们的论述正确的是（ ）

A. 电矢量、磁矢量与传播速度垂直，所以电磁波不可能是偏振波

B. 电矢量、磁矢量分别在各自平面内振动，这说明电磁波是偏振波

C. 存在电场与磁场两个矢量，所以不能简单的确定它的偏振性

习题解析

1. 【答案】A、C。解析：电磁波是波的一种具有波的干涉和衍射性质，A 正确；电磁波的传播可以不需要介质，在真空中也能传播，B 错；广播电台、电视台发射电磁波的目的是为了传递信息，所以需要将有用的信息调制到载波中，才能实现其功能，C 正确；电磁波中电场和磁场的方向一定相互垂直，D 错。

2. 【答案】B、D。解析：该题是常识题，手机和雷达具有发射和接收电磁波的功能，而摄像机不具备发射和接收电磁波的功能，电视机具有接收电磁波的功能发射而不具备发射电磁波的功能。

3. 【答案】A。解析：该题考察电磁波的性质。电场与磁场同相位。E 和 H 都做周期性变化，相位相同，同时达到最大，同时达到最小，所以 A 正确。

4. 【答案】B、C。解析：单色电磁波又称时谐波，指的是以一定频率做正弦或余弦震荡的电磁波。所以不限于光波，B 正确。在离开波源很远的地方，电场强度 E 的波面和磁感强度 B 的波面趋于平面，就形成了平面电磁波。所以 C 正确。

5. 【答案】B、D。解析：为了使电磁能量有效地传播出去，振荡电路需满足两个条件：一是振荡电路所产生的电场和磁场散布到周围空间中去，也就是说，电路必须开放，这样才能更有效地把能量辐射出去。二是提高辐射频率，这样才能更好地把能量辐射出去。

6. 【答案】C。解析：电场与磁场同相位。E 和 H 都做周期性变化，相位相同，同时达到最大，同时达到最小，所以 C 正确。

7. 【答案】A、D。解析：由电磁波的波动方程知，电场强度、磁场强度和传播方向三者相互垂直，所以电磁波是横波，A 正确。

由 $u = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ 可知，电磁波传播的波速和介质有关，B 错

通过电磁波谱可见 C 错，D 正确。

8. 【答案】D。解析：1888 年，赫兹利用振荡电偶极子和共振吸收的原理，

用实验方法证实了电磁波的存在。所以答案 D 正确。

9. 【答案】A、B、D。解析：电磁波包括相当广阔的频率范围。实验证明，无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X 射线和 γ 射线等都是电磁波，不同频率或波长的电磁波，显示出不同的特征，具有不同的用途。所以 A、B、D 正确。

10. 【答案】B。解析：电磁波的性质中给出了明确的描述，沿给定方向传播的电磁波，E 和 H 分别在各自平面内振动，这种特性称为偏振，这说明电磁波是偏振波；所以 B 正确。

第四章 光的干涉

第一节 光波的相干叠加

1. 对于普通光源，下列说法正确的是：（ ）

- A. 普通光源同一点发出的光是相干光
- B. 两个独立的普通光源发出的光是相干光
- C. 利用普通光源可以获得相干光
- D. 普通光源发出的光频率相等

2. 来自不同光源的两束白光，例如两束手电筒光照射在同一区域内，是不能产生干涉图样的，这是由于（ ）

- A. 白光是由不同波长的光构成的
- B. 两光源发出不同强度的光
- C. 两个光源是独立的，不是相干光源
- D. 不同波长的光速是不同的

3. 真空中波长为 λ 的单色光，在折射率为 n 的均匀透明媒质中，从 A 点沿某一路径传播到 B 点，路径的长度为 l 。A、B 两点光振动位相差记为 $\Delta\varphi$ ，则（ ）

- A. 当 $l = 3\lambda / 2$ ，有 $\Delta\varphi = 3\pi$
- B. 当 $l = 3\lambda / (2n)$ ，有 $\Delta\varphi = 3n\pi$
- C. 当 $l = 3\lambda / (2n)$ ，有 $\Delta\varphi = 3\pi$

D. 当 $l = 3n\lambda / 2$, 有 $\Delta\varphi = 3n\pi$

4. 单色光从空气射入水中, 下面哪种说法是正确的 ()

A. 波长变短, 光速不变

B. 波长不变, 频率变大

C. 频率不变, 光速变小

D. 波长不变, 频率不变

5. 光在真空中和介质中传播时, 正确的描述是 ()

A. 波长不变, 介质中的波速减小

B. 介质中的波长变短, 波速不变

C. 频率不变, 介质中的波速减小

D. 介质中的频率减小, 波速不变

习题解析

1. 【答案】C。解析: 普通光源发出的光波是光源内大量原子发光的总和, 各个原子彼此独立地、随机地、间隙地发出各自的波列, 因此不同原子在同一时刻所发出的波列, 即使频率相同, 相位和振动方向也不一定相同, 同一个原子先后所发出的波列, 它们的振动方向和相位也很难相同。所以 A、B、D 都是错误的; 利用普通光源通过采用分振幅法或分波阵面法是可以获得相干光的。

2. 【答案】C。解析: 光的相干条件是振动方向相同、频率相同、相位差恒定。两个独立的光源不能形成相干图样, 通常采用分振幅法或分波阵面法获得相干光。

3. 【答案】C。解析: 依题意有 $\Delta\varphi = n l \frac{2\pi}{\lambda}$, 用此式子验证上述选项, 会发现选项 C 正确。

4. 【答案】C。解析: 频率取决于光源, 在不同的介质中是不变的; 在波密介质中光速会变慢, 相应波长会变短。所以选项 C 正确。

5. 【答案】C。解析: 频率取决于光源, 是不变的, 不同的介质折射率不同, 光速 $u = \frac{c}{n}$, 会减小。而波长 $\lambda = \frac{u}{\nu}$, 也是变化的。综上所述选项 C 正确。

第二节 分波阵面干涉

1. 用单色光垂直照射杨氏双缝时，下列说法正确的是：（ ）

- A. 减小缝屏距离，干涉条纹间距不变
- B. 减小双缝间距，干涉条纹间距变小
- C. 减小入射光强度，则条纹间距不变
- D. 减小入射波长，则条纹间距不变

2. 如图 30-1 所示，用波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光做杨氏双缝实验，在光屏 P 处产生第五级明纹极大，现将折射率 $n=1.5$ 的薄透明玻璃片盖在其中一条缝上，此时 P 处变成中央明纹极大的位置，则此玻璃片厚度为（ ）

- A. $5.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$
- B. $6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$
- C. $7.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$
- D. $8.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$

A. B. C. D.



图 30-1

3. 在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是（ ）

- A. 使屏靠近双缝；
- B. 使两缝的间距变小；
- C. 把两个缝的宽度稍微调窄；
- D. 改用波长较小的单色光源。

4. 如图 30-2 所示，在双缝干涉实验中，若单色光源 S 到两缝 S_1 、 S_2 距离相等，则观察屏上中央明纹中心位于图中 O 处，现将光源 S 向下移动到示意图中的 S' 位置，则（ ）

- A. 中央明条纹向下移动，且条纹间距不变；
- B. 中央明条纹向上移动，且条纹间距增大；
- C. 中央明条纹向下移动，且条纹间距增大；
- D. 中央明条纹向上移动，且条纹间距不变。

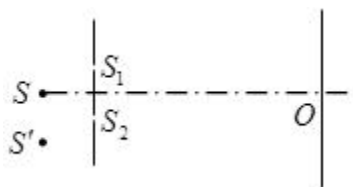


图 30-2

5. 一束波长为 λ 的光线，投射到一双缝上，在屏幕上形成明、暗相间的干涉条纹，那么对应于第一级暗纹的光程差为：（ ）

- A. 2λ
- B. $1/2\lambda$
- C. λ
- D. $\lambda/4$

6. 用单色光做双缝干涉实验，下述说法中正确的是()

- A. 相邻干涉条纹之间的距离相等
- B. 中央明条纹最宽，两边明条纹宽度变窄
- C. 屏与缝之间的距离减小，则屏上条纹宽度变窄
- D. 在实验装置不变的情况下，红光的条纹间距小于蓝光的条纹间距

7. 在杨氏双缝干涉实验中，正确的叙述是：()

- A. 增大双缝间距，干涉条纹间距也随之增大
- B. 增大缝到观察屏之间的距离，干涉条纹间距增大
- C. 频率较大的可见光产生的干涉条纹间距较大
- D. 将整个实验装置放入水中，干涉条纹间距变大

8. 双缝间距为 0.5 mm ，用一波长为 700 nm 的单色光垂直照射，在缝后 100 cm 处的屏上测得干涉条纹间距为 ()

- A. 1.00 mm
- B. 0.1 mm
- C. 14 mm
- D. 1.4 mm

9. 平行单色光入射到相距为 d_1 的双缝上，设在屏上某点 P 处出现第 4 级明条纹，若使双缝间的间距变为 d_2 ，此时 P 点处出现第 3 级暗条纹，则比值 d_1/d_2 为 ()

- A. $4/3$
- B. $8/5$
- C. $7/9$
- D. $9/7$

习题解析

1. 【答案】C。解析：依据间距公式 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ 分析即可得到答案。

2. 【答案】B。解析：在 P 处产生第五级明纹，说明光程差为 $\delta = 5\lambda$ ，加入玻璃片后增加的光程为 $\Delta = l(n - 1)$ 。此时在该处出现中央明纹，说明两个光路光程相等，即原来的光程差得到补偿，故 $5\lambda = l(n - 1)$ ， $l = \frac{5\lambda}{(n-1)} = 6 \times 10^{-4}\text{ cm}$ 。

3. 【答案】B。解析：明纹间距和暗纹间距均为 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ ，使屏靠近双缝就使 D 减小会使间距变小；使两缝的间距变小也就是 d 减小是可以增加条纹宽度的；改用波长较小的单色光源也会使条纹间距变小。答案 B 正确。

4. 【答案】D。解析：光源 S 向下移动到示意图中的 S' 位置，光源 S 到 S_1 的距离大于光源 S 到 S_2 距离，中央明纹将不在 O 处，显然中央明纹的位置会上移，

使得从 S_2 发出的光比从 S_1 发出的光多走一点路程，以弥补缝前的光程差。所以选项 D 正确。

5. 【答案】B。解析： $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2} \lambda$ ，式中 $k=0$ 。

6. 【答案】A。解析：明纹间距和暗纹间距均为 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ ，红光的波长大于蓝光的波长，红光的条纹间距大于蓝光的条纹间距。综上所述选项 A 正确。

7. 【答案】B。解析：明纹间距和暗纹间距均为 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ ，由该式可知增大双缝间距，干涉条纹间距会变小，A 错；增大缝到观察屏之间的距离，干涉条纹间距增大，B 正确；频率较大的可见光，其波长较小，干涉条纹间距较小，C 错；将整个实验装置放入水中，光程差会增大，相同空间条纹增加，间距变小，D 错。

8. 【答案】D。解析：参照条纹间距公式

$$\Delta x = \frac{D}{d} \lambda = \frac{1}{5 \times 10^{-4}} 7 \times 10^{-7} = 1.4 \times 10^{-3} \text{m} = 1.4 \text{mm}。$$

9. 【答案】D。解析：参照条纹 $x = \pm(2k + 1) \frac{D}{d} \cdot \frac{\lambda}{2}$

$$\text{对相距为 } d_1 \text{ 的双缝上 P 处位置 } x = \pm(2k + 1) \frac{D}{d_1} \cdot \frac{\lambda}{2} = 9 \frac{D}{d_1} \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{双缝间的间距变为 } d_2 \text{ 后 P 处位置 } x = \pm(2k + 1) \frac{D}{d_2} \cdot \frac{\lambda}{2} = 7 \frac{D}{d_2} \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{因 P 点位置没变，x 值相同有 } 9 \frac{D}{d_1} \cdot \frac{\lambda}{2} = 7 \frac{D}{d_2} \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ 则有 } \frac{d_1}{d_2} = \frac{9}{7}。$$

第三节 薄膜等倾干涉

1. 光波从光疏媒质垂直入射到光密媒质，当它在界面反射时，其（ ）

- A. 相位不变 B. 频率增大 C. 相位突变 D. 频率减小

2. 单色平行光垂直照射在薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉, 如图 30-3 所示, 若薄膜厚度为 e , 且 $n_1 < n_2$, $n_3 < n_2$, λ_1 为入射光在 n_1 中的波长, 则两束反射光的光程差为 ()

- A. $2n_2e$ B. $2n_2e - \frac{\lambda_1}{2n_2}$
C. $2n_2e - \frac{n_2\lambda_1}{2}$ D. $2n_2e - \frac{n_2\lambda_1}{2}$

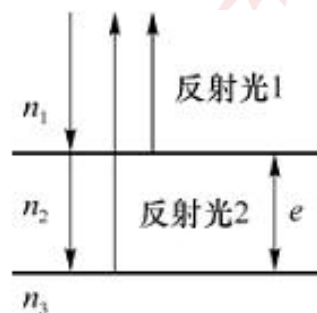


图 30-3

3. 一束波长为 λ 的单色光从空气入射到折射率为 n 的透明薄膜上, 要使反射光得到增强, 薄膜的最小厚度应为 ()

- A. $\lambda/4$ B. $\lambda/(4n)$ C. $\lambda/2$ D. $\lambda/(2n)$

习题解析

1. 【答案】C。解析: 光波从光疏媒质垂直入射到光密媒质, 当它在界面反射时, 会产生半波损失, 也称相位突变。

2. 【答案】C。解析: 薄膜上表面反射因为是从光疏到光密介质会产生半波损失, 即相应的附加光程差为 $-\frac{n_2\lambda_1}{2}$, 薄膜下表面反射因为是从光密到光疏介质不会产生半波损失, 薄膜产生的光程差为 $2n_2e$, 总的光程差为 $2n_2e - \frac{n_2\lambda_1}{2}$ 。

3. 【答案】B。解析: 要使反射光得到增强, 也就是使薄膜上下表面的反射光形成干涉加强 $2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, 对应薄膜的最小厚度 $k=1$, 解此方程得 $d = \frac{\lambda}{4n}$ 。

第四节 薄膜等厚干涉

1. 如图 30-4 所示, 两平面玻璃板 O A 和 O B 构成一空气劈尖, 一平面单色光垂直入射到劈尖上, 当 A 板与 B 板的夹角 θ 增大时, 干涉图样将发生什么变化? ()

- A. 干涉条纹间距增大, 并向 O 方向移动

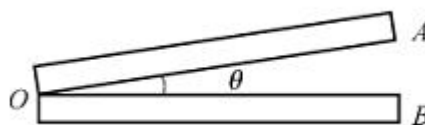


图 30-4

- B. 干涉条纹间距减小, 并向 B 方向移动
C. 干涉条纹间距减小, 并向 O 方向移动
D. 干涉条纹间距增大, 并向 B 方向移动

2. 在牛顿环实验中, 平凸透镜和平玻璃板的折射率都是 n_1 , 其间原为空气, 后来注满折射率为 n_2 ($n_2 > n_1$) 的透明液体, 则反射光的干涉条纹将 ()

- A. 变密 B. 变疏 C. 不变 D. 不能确定

3. 牛顿环装置中的平凸透镜缓慢向上平移时, 空气薄膜厚度逐渐增大, 可以观察到环状干涉条纹 ()

- A. 向中心收缩 B. 向外扩张
C. 条纹模糊看不清 D. 静止不动

4. 用波长为 λ 的单色平行光垂直照射牛顿环装置, 观察从空气膜上下两表面反射的光形成的牛顿环, 第 4 级暗纹对应的空气膜厚度为 ()

- A. 4λ B. 2λ C. 4.5λ D. 2.25λ

5. 两个直径相差甚微的圆柱体夹在两块平板玻璃之间构成空气劈尖, 如图 30-5 所示, 单色光垂直照射, 可看到等厚干涉条纹, 如果将两个圆柱之间的距离 L 拉大, 则 L 范围内的干涉条纹 ()

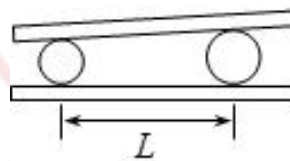


图 30-5

- A. 数目增加, 间距不变; B. 数目增加, 间距变小;
C. 数目不变, 间距变大; D. 数目减小, 间距变大。

习题解析

1. 【答案】C。解析: 由劈尖条纹公式

$$\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k = 1, 2, \dots \quad \text{明条纹} \\ (2k + 1)\frac{\lambda}{2} & k = 0, 1, \dots \quad \text{暗条纹} \end{cases}$$

可见, 条纹的数量取决于劈尖的厚度, 当 A 板与 B 板的夹角 θ 增大时, 相同长度条纹的条纹数量会增加, 相应的条纹间距会减小, 由于棱处条纹不变仍为暗条纹, 所以在抬起过程, 条纹向并向 O 方向移动。

2. 【答案】A。解析: 由 $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k = 1, 2, \dots \quad \text{明条纹} \\ (2k + 1)\frac{\lambda}{2} & k = 0, 1, \dots \quad \text{暗条纹} \end{cases}$

可知, 由于折射率增加, 各点相应的光程差会增加, 一定区域的条纹数量会增加,

k 会增加, 则反射光的干涉条纹将变密。

$$3. \text{【答案】A. 解析: 由 } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,\dots \text{ 明条纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,\dots \text{ 暗条纹} \end{cases}$$

可知, 厚度 d 增加, 会使 k 增加, 相应的条纹变密, 故条纹向中心收缩。

$$4. \text{【答案】B. 解析: 由 } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,\dots \text{ 明条纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,\dots \text{ 暗条纹} \end{cases}$$

可知, 对第 4 级暗纹有 $2nd + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $k=4$, $n=1$, 解此方程得 $d=2\lambda$

$$5. \text{【答案】C. 解析: 由 } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,\dots \text{ 明条纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,\dots \text{ 暗条纹} \end{cases}$$

可知, 式子中 d 并没变化, 所以条纹级数不变, 水平距离增加了, 会使条纹间距变大。选项 C 正确。

第五节 迈克尔孙干涉仪

1. 用氪灯的光 $\lambda=606\text{nm}$ 作为迈克尔逊干涉仪的光源来测量某间隔的长度, 当视场中某点有 3000 条条纹移过时, 被测间隔的长度为 ()

- A. $9.6 \times 10^{-4} \text{ m}$ B. $9.1 \times 10^{-4} \text{ m}$
 C. $8.1 \times 10^{-4} \text{ m}$ D. $7.9 \times 10^{-4} \text{ m}$

2. 在迈克尔逊干涉仪的一条光路中, 放入一厚度为 d , 折射率为 n 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了 ()

- A. $2(n-1)d$ B. $2nd$ C. $(n-1)d$ D. nd

习题解析

1. 【答案】B. 解析: 调节可移动的 M_2 做微小移动, 视场中的干涉条纹将发生变化, M_2 镜每移动 $\lambda/2$ 的距离, 视场中心就会冒出或缩进一个干涉环纹。有 3000 条条纹移过时, 被测间隔的长度为

$$3000 \times \frac{606}{2} = 9.09 \times 10^5 \text{ nm} \approx 9.1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

2. 【答案】A. 解析: 在迈克尔逊干涉仪中, 光线是两次通过折射率为 n 的透明薄片, 相应光程改变 $2(n-1)d$ 。

本章练习题

1. 用单色光垂直照射牛顿环装置, 设其平凸透镜可以在垂直的方向上移动, 在透镜离开平玻璃的过程中, 可以观察到这些环状干涉条纹 ()

- A. 向右平移 B. 向中心收缩
C. 向外扩张 D. 向左平移

2. 如图 30-6 所示, 波长为 λ 的平行单色光垂直入射在折射率为 n_2 的薄膜上, 经上下两个表面反射的两束光发生干涉。若薄膜厚度为 e , 而且 $n_1 > n_2 > n_3$, 则两束反射光在相遇点的位相差为 ()

- A. $4\pi n_2 e / \lambda$ B. $2\pi n_2 e / \lambda$;
C. $\pi + 4\pi n_2 e / \lambda$ D. $-\pi + 4\pi n_2 e / \lambda$ 。

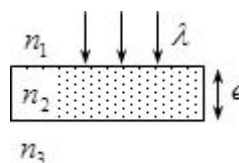


图 30-6

3. 在双缝干涉中, 两缝间距离为 d , 双缝与屏幕之间的距离为 D ($D \gg d$), 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上, 屏幕上干涉条纹中相邻暗纹之间的距离是

- A. $2\lambda D/d$ B. $\lambda d/D$ C. dD/λ D. $\lambda D/d$

4. 在双缝实验中, 设缝是水平的, 若双缝所在的平板稍微向上平移, 其它条件不变, 则屏上的干涉条纹

- A. 向下平移, 且间距不变
B. 向上平移, 且间距不变
C. 不移动, 但间距改变
D. 向上平移, 且间距改变

5. 用折射率 $n = 1.5$ 的薄膜覆盖在双缝实验中的一条缝上, 这时屏上的第 4 级明纹移动到原来的零级明条纹的位置上, 如果入射光的波长为 500 nm , 则此薄膜的厚度为 ()

- A. $1.33 \times 10^{-3} \text{ mm}$ B. $4.00 \times 10^{-3} \text{ mm}$
C. $8.00 \times 10^{-3} \text{ mm}$ D. $4.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$

6. 在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B, 若 A、B 两点位相差为 3π , 则此路径 A B 的光程为 ()

- A. 1.5λ B. $1.5n\lambda$ C. 3λ D. $1.5\lambda/n$

7. 在杨氏双缝实验中, 如以过双缝中点垂直的直线为轴, 将缝转过一个角度 α , 转动方向如图 30-7 所示, 则在屏幕上干

涉的中央明纹将 ()

- A. 向上移动
- B. 向下移动
- C. 不动
- D. 消失

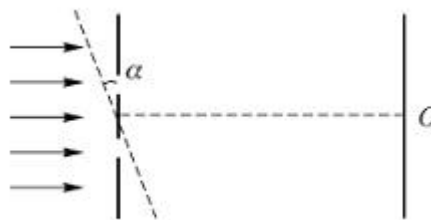


图 30-7

8. 在双缝干涉实验中, 中央明条纹的光强度为 I_0 , 若遮住一条缝, 则原中央明条纹处的光强度为 ()

- A. $2 I_0$
- B. I_0
- C. $I_0 / 2$
- D. $I_0 / 4$

9. 在杨氏双缝实验中, 如有一条缝的宽度少许增加, 而双缝间距离保持不变, 则原干涉强度为零的暗条纹处 ()

- A. 仍为暗条纹, 且光照度仍为零
- B. 仍为暗条纹, 但光照度不为零
- C. 干涉条纹变小
- D. 变为明条纹

10. 一平板玻璃 ($n_1 = 1.5$), 板上有一油滴 ($n_2 = 1.44$), 展成中央稍高的球冠油膜, 如图 30-8 所示, 设弧高为 $1.43 \mu\text{m}$, 当用 $\lambda = 550 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射时, 则在反射方向看到的干涉条纹将是 ()

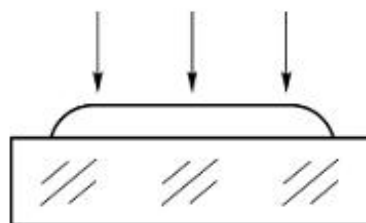


图 30-8

- A. 边缘为明纹, 中央为暗纹
- B. 边缘为暗纹, 中央为明纹
- C. 边缘为暗纹, 中央为暗纹
- D. 边缘为明纹, 中央为明纹

11. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是 ()。

- A. $\lambda / 2$
- B. $\lambda / (2n)$
- C. λ / n
- D. $\lambda / 2(n-1)$

12. 有三种装置

- (1) 完全相同的两盏钠光灯, 发出相同波长的光, 照射到屏上;
- (2) 同一盏钠光灯, 用黑纸盖住其中部将钠光灯分成上下两部分同时照射到

屏上；

(3) 用一盏钠光灯照亮一狭缝，此亮缝再照亮与它平行间距很小的两条狭缝，此二亮缝的光照射到屏上；

以上三种装置，能在屏上形成稳定干涉花样的是：

- A. 装置(3) B. 装置(2)
- C. 装置(1)(3) D. 装置(2)(3)

13. 在双缝干涉实验中，用单色自然光在屏上形成干涉条纹。若在两缝后放一个偏振片，则()

- A. 干涉条纹间距不变，且明纹亮度加强
- B. 干涉条纹间距不变，但明纹亮度减弱
- C. 干涉条纹的间距变窄，且明纹的亮度减弱
- D. 无干涉条纹

14. 杨氏双缝干涉实验是：()

- A. 分波阵面法双光束干涉 B. 分振幅法双光束干涉
- C. 分波阵面法多光束干涉 D. 分振幅法多光束干涉

15. 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中()

- A. 传播的路程相等，走过的光程相等
- B. 传播的路程相等，走过的光程不相等
- C. 传播的路程不相等，走过的光程相等
- D. 传播的路程不相等，走过的光程不相等

16. 在杨氏双缝干涉实验中，以下叙述错误的是：()

- A. 减小入射光强度，则条纹间距不变
- B. 增大缝到观察屏之间的距离，干涉条纹间距增大
- C. 若将双缝干涉实验放在水面之下进行，则干涉条纹间距离将比在空气中小
- D. 频率大的可见光产生的干涉条纹间距较大

17. 在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是：()

- A. 使屏靠近双缝 B. 把两个缝的宽度稍微调窄
- C. 使两缝的间距变小 D. 改用波长较小的单色光源

18. 杨氏双缝干涉实验中，下列说法正确的是 (k 为自然数， λ 为光波波长)

()

(1) 在距双缝的路程相等的点形成暗条纹

(2) 在距双缝的路程差为 $k\lambda$ 的点形成亮条纹

(3) 在距双缝的路程差为 k 的点形成亮条纹

(4) 在距双缝的路程差为 $(k+\frac{1}{2})\lambda$ 的点形成暗条纹

A. (1) (2)

B. (2) (3)

C. (3) (4)

D. (2) (4)

19. 如图 30-9 所示三种透明材料构成的牛顿环装置中, 用单色光垂直照射, 在反射光中看到干涉条纹, 则在接触点 P 处形成的圆斑为: ()

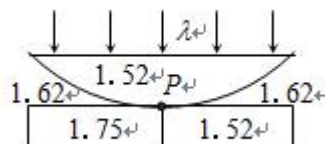


图 30-9

A. 全明

B. 全暗

C. 右半部明, 左半部暗

D. 右半部暗, 左半部明

习题解析

1. 【答案】B。解析: 由 $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,\dots \text{明条纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,\dots \text{暗条纹} \end{cases}$

可见平凸透镜可以在垂直的方向上移动, 相当于 d 增加, 对应的条纹级数增加了, 相当于条纹向中心收缩了, 选项 B 正确。

2. 【答案】A。解析: 由 $n_1 > n_2 > n_3$ 可知, 在薄膜的上下两个表面的反射都是从光疏进入光密介质, 其反射都没有半波损失。所以两束反射光的光程差为 $2n_2e$, 相应的位相差为 $2n_2e\frac{2\pi}{\lambda}$, 选项 A 正确。

3. 【答案】D。解析: 参照本章第二节条纹间距公式 $\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$ 。

4. 【答案】B。解析: 参照条纹间距公式 $\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$ 可知条纹间距不会改变,

若双缝所在的平板稍微向上平移, 则缝前通过上下两缝的光的光程差大于零, 中央明纹的光程差应为零, 所以该点的位置应在中线上方, 条纹向上平移。选项 B 正确。

5. 【答案】B。解析: 设薄膜的厚度为 d , 依题意两路光线的相位差为 4λ ,

有 $n d - d = 4 \lambda$ 。

$$d = 4 \frac{\lambda}{n-1} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

6. 【答案】D。解析：光程差和相位差的关系为，相位差每隔 2π ，光程差为波长 λ （因为光每振动一个周期传播一个波长），相位差为 3π ，即 1.5 个周期，可知光程为 1.5λ 。

7. 【答案】C。解析：光先到上缝后到下缝，缝后上缝的光比下缝的光多走一段，前后差距相等，所以在则在屏幕上干涉的中央明纹将不动。

8. 【答案】D。解析：干涉的光强为 $I_0 = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} = 4I_1$
若遮住一条缝该处的光强就只有 I_1 ， $I_1 = I_0/4$ 。

9. 【答案】B。解析：条缝的宽度少许增加只是增加了光的强度，并不改变改路光的相位，所以原干涉强度为零的暗条纹处仍为暗条纹，但由于两路光的光强不同，不能完全相消，光照不为零。

10. 【答案】A。解析：上下表面都有半波损失，所以干涉明条纹的条件： $2n_2 e = k\lambda$ 。在边缘应是明条纹。在中间将数据代入 $2n_2 e = k\lambda$ 可解得 $k=7.5$ ，所以应是暗纹。选项 A 正确。

11. 【答案】D。解析：在一支光路中放入一片折射率为 n 厚度为 d 的透明薄膜后产生的光程改变为 $2(n-1)d = \lambda$ ，所以 $d = \lambda/2(n-1)$ 。

12. 【答案】A。解析：光的相干条件是振动方向相同、频率相同、相位差恒定。两个独立的光源不能形成相干图样，通常采用分振幅法或分波阵面法获得相干光。装置(1)中的两个光源不可能形成相干光；装置(2)上下两部分也是不同的发光点发出的光，不能形成相干光；装置(3)的狭缝可取出很小一部分光，再通过平行间距很小的两条狭缝，通过分波阵面的方法可以获得相干光，能在屏上形成稳定干涉花样。

13. 【答案】B。解析：若在两缝后放一个偏振片，会过滤掉一部分光，使得光强减小，但不会改变光的波长，所以干涉条纹间距不变，但明纹亮度减弱。

14. 【答案】A。解析：本章第二节中有如下表述：用单色光照射小孔 S，因而 S 可看作一个单色点光源，它发出的光射到不透明屏上的两个小孔 S_1 和 S_2 上，这两个小孔靠得很近，并且与 S 等距离，因而它们就成为从同一波阵面上分出的两个同相的单色光源。可见它是分波阵面法双光束干涉。

15. 【答案】C。解析：设玻璃的折射率为 n ，玻璃中光速为 u ，则有 $u = \frac{c}{n}$ ，

在 t 时间内在空气中光走的路程为 ct ，在玻璃中光走的路程为 $ut = \frac{c}{n}t$ ，可见路

程不相等；在空气中光走过的光程为 ct ，在玻璃中光走的光程为 $utn = \frac{c}{n}tn = ct$ ，

可见在相同时间内光走过的光程相等。

16. 【答案】D。解析：明纹间距和暗纹间距均为 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ ，依据该式逐

个分析即可，注意题目是让找出叙述错误的选项。

17. 【答案】C。解析：依据间距公式 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ 分析即可得到答案。

18. 【答案】D。解析：在距双缝的路程相等的点，两束光具有相同的光程，光程差为零，应形成亮条纹，说法（1）错误；在距双缝的路程差为 $k\lambda$ 的点形成亮条纹，这是对的，说法（2）正确；（3）在距双缝的路程差为 k 的点形成亮条纹，这是错误的，说法（3）错误；（4）在距双缝的路程差为 $(k + \frac{1}{2})\lambda$ 的点形成暗条纹这是对的，说法（4）正确。所以 D.（2）（4）是正确的。

19. 【答案】C。解析：空气膜的下表面如果是光密介质则反射光有半波损失，如果是光疏介质则反射光没有半波损失。题中给出的介质来看，空气膜的下表面左半部分为光密介质，右半部分为光疏介质，所以，光在左半部分反射有半波损失，中心为暗斑，光在右半部分反射没有半波损失，中心为亮斑。选项 C 正确。

第五章 光的衍射

第一节 惠更斯—菲涅耳原理

1. 用红光进行双缝干涉实验时，如果用不透光的纸片遮住一条缝，则屏上出现的是（ ）

- A. 一片黑暗
- B. 一片红光
- C. 原干涉条纹形状不变，亮度减弱
- D. 不等间距的红、黑相间的条纹

2. 对光的衍射选项的定性分析，不正确的是（ ）

- A. 光的衍射是光在传播过程中绕过障碍物发生弯曲传播的现象
- B. 衍射图样是光波相互叠加的结果
- C. 光的衍射现象为光的波动说提供了有力证据
- D. 光的衍射现象完全否定了光的直线传播结论

习题解析

1. 【答案】D。解析：遮住一条缝后，另一条缝产生衍射现象，屏上形成衍射图样，所以 D 选项正确。

2. 【答案】D。解析：衍射是光绕过障碍物继续传播的现象，A 正确。衍射和干涉都是由于光波的叠加，B 正确。衍射说明光是一种波，C 正确。光的衍射是光遇到障碍物产生的一种现象，与光在同一种均匀介质中沿直线传播不矛盾，D 错误。

第二节 单缝夫琅和费衍射

1. 如图 31-1 所示，在单缝衍射实验中，缝宽 $a=0.2\text{mm}$ ，透镜焦距 $f=0.4\text{m}$ ，入射光波长 $\lambda=500\text{nm}$ ，则在距离中央亮纹中心位置 2mm 处是亮纹还是暗纹？从这个位置看上去可以把波阵面分为几个半波带？（ ）

- A. 亮纹, 3 个半波带
- B. 亮纹, 4 个半波带
- C. 暗纹, 3 个半波带
- D. 暗纹, 4 个半波带。

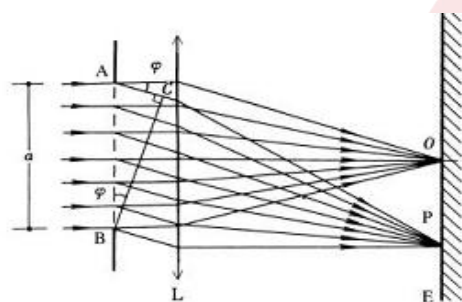


图 31-1

2. 在夫琅和费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹()

- A. 对应的衍射角变小 B. 对应的衍射角变大
- C. 对应的衍射角也不变 D. 光强也不变。

3. 波长为 λ 的单色平行光垂直入射到一狭缝上, 其衍射图样的第一级暗纹中心对应的衍射角为 $\theta = \pm \pi/6$, 则缝宽的大小为 ()

- A. $\lambda/2$ B. λ C. 2λ D. 3λ

4. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若减小缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹

- A. 宽度变小
- B. 宽度变大
- C. 宽度不变, 且中心强度也不变
- D. 宽度不变, 但中心强度变小。

5. 在如图 31-2 所示的夫琅和费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变窄, 同时使会聚透镜 L 沿 y 轴正方向作微小位移, 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将 ()

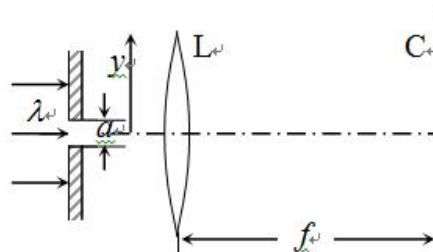


图 31-2

- A. 变宽, 同时向上移动
- B. 变宽, 同时向下移动
- C. 变宽, 不移动
- D. 变窄, 同时向上移动
- E. 变窄, 不移动

6. 如图 31-3 所示, 用单色光垂直照射宽度为 a 的单缝, 在屏上形成衍射图样, 此时中央明纹宽

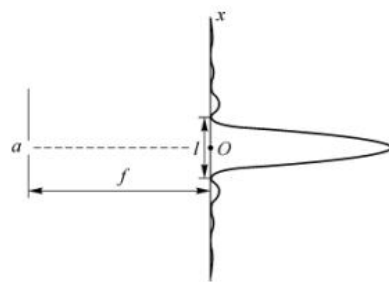


图 31-3

度为 L ，若使单缝宽度缩小为 $a/2$ 其他条件保持不变，则中央明纹宽度为（ ）

- A. $L/2$ B. $2L$ C. $L/4$ D. $4L$

7. 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射屏上 P 点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为几个半波带（ ）

- A. 5个 B. 2个 C. 3个 D. 4个

习题解析

1. 【答案】D。解析：在衍射角很小的情况下， $\varphi = \frac{AC}{a} = \frac{x}{f}$ ，则 $AC = \frac{ax}{f}$ ，半

波带数量为 $N = \frac{AC}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{2ax}{f\lambda}$ ，将数据代入该式（注意统一单位）结果为 $N=4$ ，所以

选项D正确。

2. 【答案】B。解析：根据明暗纹公式

$$a \sin \varphi = \begin{cases} = 0 & \text{中央明纹} \\ = \pm k\lambda = \pm (2k) \frac{\lambda}{2} & k = 1, 2, \dots, \quad \text{暗纹} \\ = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} & k = 1, 2, \dots, \quad \text{明纹} \end{cases}$$

$a \sin \varphi$ 是对应衍射角的光程差， a 减小时，对应条纹的衍射角会增大。选项

B正确。

3. 【答案】C。解析：依题意有 $a \sin \varphi = \lambda$ ， $a = \frac{\lambda}{\sin \varphi} = 2\lambda$ 。

4. 【答案】B。解析：中央明纹的半角宽度为 $\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$ ，可见， a 减

小后，中央明纹的半角宽度增加，则中央明条纹宽度变大。

5. 【答案】A。解析：中央明纹的角宽度 $\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$ ， a 减小角宽度增

加。由于中央明纹成像于自缝到过透镜中心的直线上，所以条纹会向上移动。

6. 【答案】C。解析：中央明纹的角宽度是其两侧的一级暗纹之间的角距离。

中央明纹的半角宽度为

$$\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$$

代入数据计算可知，改变后半角宽度变为原来的 $1/2$ ，中央明纹的宽度 Δx 将变为原来的 2 倍，则中央明纹宽度为 $2L$ 。

7. 【答案】D。解析：第一级暗纹为 2 个半波带，第一级明纹为 3 个半波带，第二级暗纹为 4 个半波带。

第三节 圆孔夫琅和费衍射

1. 根据瑞利判据，光学仪器的分辨本领由下列哪些因素决定（ ）

- A. 被观察物体发出光的波长及其亮度。
- B. 光学仪器的透光孔径及折射率。
- C. 被观察物体的亮度及其与光学仪器的距离。
- D. 被观察物体发出的波长及光学仪器的透光孔径。

2. 由于光学系统要受到衍射的影响，即使是一个几何点，通过光学仪器也会呈现一个衍射光斑，瑞利提出一个分辨标准，对于两个强度相等的不相干的点光源（物点），恰能被光学仪器分辨时（ ）

- A. 两个点光源的衍射主极大重合。
- B. 两个点光源的衍射第一极小重合。
- C. 一个点光源衍射主极大与另一个第一极小重合。
- D. 一个点光源的衍射第一极小与另一个第一极小重合。

3. 一般光学仪器，如望远镜、人眼等的像点都可以认为是物镜光孔（直径为 D ）的爱里斑。对于两个张角为 $\delta\phi$ 的光源点（物点），其像点中心对物镜的张角也是 $\delta\phi$ 。根据瑞利判据可知光学仪器能够分辨出两个物点的最小张角是（ ）

A. $\delta\phi \approx 0.61 \frac{\lambda}{D}$

B. $\delta\phi \approx \frac{\lambda}{D}$

C. $\delta\phi \approx 1.22 \frac{D}{\lambda}$

D. $\delta\phi \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$

4. 孔径相同的微波望远镜和光学望远镜相比较，前者的分辨本领较小的原因是（ ）

- A. 星体发出的微波能量比可见光能量小。
- B. 微波更易被大气所吸收。
- C. 大气对微波的折射率较小。
- D. 微波波长比可见光波长长。

习题解析

1. 【答案】D 。解析：由分辨本领： $\frac{1}{\theta_0} = \frac{a}{0.61\lambda} = \frac{D}{1.22\lambda}$

可见，分辨本领取决于观察物体发出的波长及光学仪器的透光孔径。

2. 【答案】C 。解析：瑞利判据是如果一个物体在像平面上形成的艾理斑中心恰好落在另一个物点的衍射第一级暗环上，则这两个物点恰能被光学仪器所分辨。可见选项 C 正确。

3. 【答案】D 。解析：本章指出最小分辨角： $\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

4. 【答案】D 。解析：分辨本领： $\frac{1}{\theta_0} = \frac{a}{0.61\lambda} = \frac{D}{1.22\lambda}$

所以波长越大，分辨本领越小。

第四节 光栅夫琅和费衍射

1. 设光栅平面、透镜均与屏幕平行，则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时，能观察到的光谱线的最高级数 k （ ）

- A. 变小
- B. 变大
- C. 不变
- D. 无法确定

2. 一衍射光栅对某波长的垂直入射光在屏幕上只能出现零级和一级主极大，欲使屏幕上出现更高级次的主极大，应该 （ ）

- A. 换一个光栅常数较大的光栅 B. 换一个光栅常数较小的光栅
C. 将光栅向靠近屏幕的方向移动 D. 将光栅向远离屏幕的方向移动。

3. 某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的光谱线。在光栅光谱中, 这两种波长的谱线有重叠现象, 重叠处 λ_2 的谱线的级次数将是 ()

- A. 2、3、4、5 ……
B. 2、5、8、11 ……
C. 2、4、6、8 ……
D. 3、6、9、12 ……

习题解析

1. 【答案】B。解析: 当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时, 在光线进入光栅之前, 就已经产生了一定的光程差, 所以最大光程差增加, 相应的能观察到的光谱线的最高级数 k 将增大。

2. 【答案】A。解析: 根据光栅方程 $(a + b) \sin \theta = \pm k\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$ 当衍射角为 $\pi/2$ 时, 对应的 k 的整数部分为最大衍射级, $k = (a+b)/\lambda$, 所以欲使屏幕上出现更高级次的主极大, 应增大光栅常数。

3. 【答案】D。解析: 根据光栅方程 $(a + b) \sin \theta = \pm k\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$ 这两种波长的谱线重叠时, $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$, 有 $k_1 450 = k_2 750$, 即 $k_1 3 = k_2 5$, 说明选项 D 正确。

本章练习题

1. 在如图 31-4 所示的夫琅和费单缝衍射实验装置中, S 为单缝, L 为凸透镜, C 为放在的焦平面处的屏。当把单缝垂直于凸透镜光轴稍微向上平移时, 屏幕上的衍射图样 ()

- A. 向上平移 B. 向下平移
C. 不动 D. 条纹间距变大。

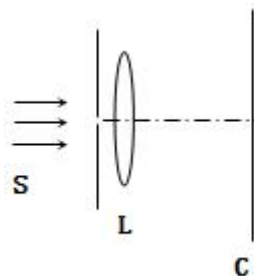


图 31-4

2. 波长为 500 nm 的单色光垂直入射到宽为 0.25 mm 的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 凸透镜的焦平面上放置一光屏, 用以观测衍射条纹, 今测得中央明条纹一

侧第三个暗条纹与另一侧第三个暗条纹之间的距离为 12mm，则凸透镜的焦距 f 为：()

- A. 2m B. 1m C. 0.5m D. 0.2m。

3. 在单缝夫琅和费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射到宽度为 $a = 4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角 30° 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为()

- A. 2 个 B. 4 个 C. 6 个 D. 8 个

4. 在如图 31-5 所示的单缝夫琅和费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小，若使单缝宽度 a 变为原来的 $3/2$ ，同时使入射的单色光的波长 λ 变为原来的 $3/4$ ，则屏幕 C 上单缝衍射条纹中央明纹的宽度 Δx 将变为原来的

- A. $3/4$ 倍 B. $2/3$ 倍
C. $9/8$ 倍 D. $1/2$ 倍
E. 2 倍

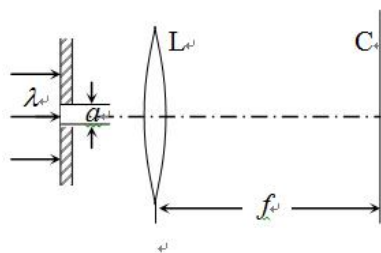


图 31-5

5. 在如图 31-6 所示的单缝夫琅和费衍射实验中，将单缝 K 沿垂直于光的入射方向(在图中的 x 方向)稍微平移，则 ()

- A. 衍射条纹移动，条纹宽度不变
B. 衍射条纹移动，条纹宽度变动
C. 衍射条纹中心不动，条纹变宽
D. 衍射条纹不动，条纹宽度不变
E. 衍射条纹中心不动，条纹变窄

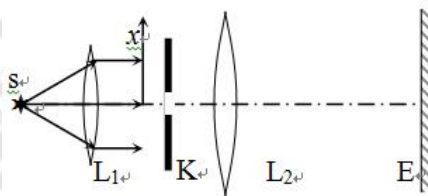


图 31-6

6. 若星光的波长按 550nm 计算，孔径为 127cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离 θ (从地上一点看两星的视线间夹角)是 ()

- A. 3.2×10^{-3} rad B. 1.8×10^{-4} rad
C. 5.3×10^{-5} rad D. 5.3×10^{-7} rad

7. 在白光垂直照射单缝而产生的衍射图样中，波长为 λ_1 的光的第 3 级明纹与波长为 λ_2 的光的第 4 级明纹相重合，则这两种光的波长之比 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 为()

- A. $3/4$ B. $4/3$ C. $9/7$ D. $7/9$

8. 一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到一单缝 AB 上, 装置如图 31-7。在屏幕 D 上形成衍射图样, 如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置, 则 \overline{BC} 的长度为 ()

- A. $\lambda/2$ B. λ
C. $3\lambda/2$ D. 2λ

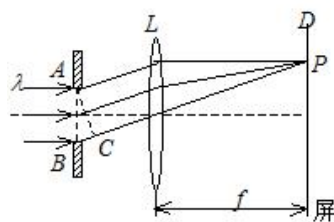


图 31-7

9. 在如图 31-8 所示的单缝夫琅禾费衍射实验中, 若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移, 则屏幕上的衍射条纹

- A. 间距变大。
B. 间距变小。
C. 不发生变化。
D. 间距不变, 但明暗条纹的位置交替变化。

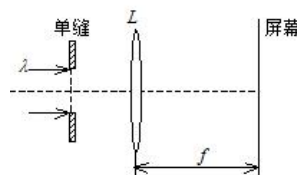


图 31-8

10. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

- A. 对应的衍射角变小。 B. 对应的衍射角变大。
C. 对应的衍射角也不变。 D. 光强也不变。

11. 一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上, 在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜. 已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm , 则入射光波长约为 ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

- A. 100 nm B. 400 nm
C. 500 nm D. 600 nm

12. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若增大缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹

- A. 宽度变小。
B. 宽度变大。
C. 宽度不变, 且中心强度也不变。
D. 宽度不变, 但中心强度增大。

13. 在单缝夫琅禾费衍射实验中波长为 λ 的单色光垂直入射到单缝上. 对应于衍射角为 30° 的方向上, 若单缝处波面可分成 3 个半波带, 则缝宽度 a 等于 ()

- A. λ B. 1.5λ C. 2λ D. 3λ

14. 一束直径为 2mm 的氦氖激光其波长为 632.8nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) 自地球发向月球, 月球与地球的距离约为 $3.84 \times 10^5\text{km}$, 由于衍射, 激光束到达月球表面时的光斑约为 ()

- A. 148km B. 74km
C. 296km D. 121km

15. 设星光的有效波长为 550 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), 用一台物镜直径为 1.20 m 的望远镜观察双星时, 能分辨的双星的最小角间隔 是 ()

- A. 3.2×10^{-3} rad. B. 5.4×10^{-5} rad.
C. 1.8×10^{-5} rad. D. 5.6×10^{-7} rad.

16. 美国波多黎各阿里西坡谷地的无线天文望远镜的“物镜”镜面孔径为 300m, 曲率半径也是 300m。它工作时的最短波长是 4cm。对此波长, 这条望远镜的最小分辨角是 ()

- A. 8.0×10^{-5} rad. B. 3.5×10^{-3} rad.
C. 1.3×10^{-4} rad. D. 1.6×10^{-4} rad.

17. 正常人眼的瞳孔直径约 3mm, 月地距离约 $3.84 \times 10^5\text{km}$, 月光波长按 550nm 计算 ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), 则肉眼可见月球上物体的线度约为 ()

- A. 43km B. 86m
C. 86km D. 70km

18. 神舟 6 号变轨后进入距地球 343km 的圆形轨道运行, 则宇航员可用肉眼分辨地球上物体的线度约为 (人眼的瞳孔直径约 3mm, 波长取 550nm) ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) ()

- A. 63m B. 55m
C. 38m D. 77m

19. 如图 31-9 所示, 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若将缝宽 a 稍稍加大些, 同时使单缝沿 y 轴方向向上作微小位移, 则屏 C 上的中央亮纹将: ()

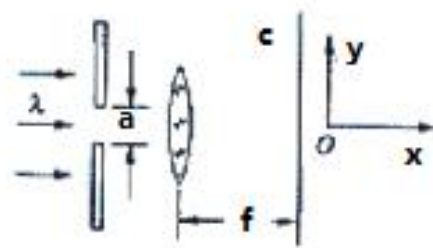


图 31-9

- A. 变窄, 同时向上移
- B. 变窄, 同时向下移
- C. 变宽, 同时向上移
- D. 变宽, 同时向下移
- E. 变窄, 不移动
- F. 变宽, 不移动。

20. 用波长为 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 、

$\lambda_2 = 500 \text{ nm}$ 、 $\lambda_3 = 600 \text{ nm}$ 的 3 种单

色光同时照射单缝, 在屏上出现的夫琅禾费衍射条纹中观察到多次发生重叠, 若从中央亮纹往一个方向数去, 则第一次发生 3 种波长的暗纹相重叠的级次各是

()

- A. $k_1 = 15, k_2 = 12, k_3 = 10$
- B. $k_1 = 4, k_2 = 5, k_3 = 6$
- C. $k_1 = 6, k_2 = 5, k_3 = 4$
- D. $k_1 = 10, k_2 = 8, k_3 = 6$

21. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中心亮条纹的中心位置不动外, 各级衍射条纹 ()

- A. 对应的衍射角变小
- B. 对应的衍射角变大
- C. 对应的衍射角也不变
- D. 光强也不变

22. 若用衍射光栅准确测定一单色可见光的波长, 在下列各种光栅常数的光栅中选用哪一种最好?

- A. $1.0 \times 10^{-1} \text{ mm}$
- B. $5.0 \times 10^{-1} \text{ mm}$
- C. $1.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$
- D. $1.0 \times 10^{-3} \text{ mm}$

23. 波长为 600 nm 的单色光垂直入射到光栅常数为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$ 的光栅上, 光栅的刻痕与缝宽相等, 则光谱上呈现的全部级数为 ()

- A. $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$
- B. $0, \pm 1, \pm 3$
- C. $\pm 1, \pm 3$
- D. $0, \pm 2, \pm 4$ 。

24. 测量单色光的波长时, 下列方法中哪一种方法最为准确? ()

- A. 双缝干涉
- B. 牛顿环
- C. 单缝衍射
- D. 光栅衍射。

习题解析

1. 【答案】C。解析：单缝夫琅和费衍射的光源和衍射图样都位于无穷远处，所以一般采用平行光源，有透镜将衍射图样拉近到透镜焦平面上，对于平行光，单缝的稍许移动不会导致成像位置的变化。

2. 【答案】B。解析：依题意有 $a \sin \varphi = 3\lambda$, $x = f \sin \varphi = \frac{3\lambda}{a} f$, $f = \frac{ax}{3\lambda}$, 代入数据, x 取 6mm, 注意统一单位, 结果为 $f=1\text{m}$ 。

3. 【答案】B。解析：半波带数目 $N = \frac{a}{\lambda} = \frac{2a \sin \varphi}{\lambda}$, 代入数据得 $N=4$ 。

4. 【答案】D。解析：中央明纹的角宽度是其两侧的一级暗纹之间的角距离。中央明纹的半角宽度为

$$\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$$

代入数据计算可知, 改变后半角宽度变为原来的 $1/2$, 中央明纹的宽度 Δx 将变为原来的 $1/2$ 。

5. 【答案】D。解析：单缝夫琅和费衍射的光源和衍射图样都位于无穷远处，所以一般采用平行光源，有透镜将衍射图样拉近到透镜焦平面上，对于平行光，单缝的稍许移动不会导致成像位置的变化。由于缝宽、波长、焦距都没变，所以条纹宽度不变。选项 D 正确。

6. 【答案】D。解析： $\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ ，代入数据（注意统一单位）

得 $\theta_0 = 5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$ 。

7. 【答案】C。解析：条纹重合也即衍射角相同，由于波长不同，造成条纹宽度不同，所以有 $(2 \times 3 + 1) \frac{\lambda_1}{2} = (2 \times 4 + 1) \frac{\lambda_2}{2}$ ，整理得 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{9}{7}$ 。

8. 【答案】B。解析：如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置，则 $\overline{BC} = (2k) \frac{\lambda}{2} = \lambda$ 。

9. 【答案】C。解析：因为经狭缝的相干光束是平行的，改变狭缝和透镜的距离并不影响缝宽和衍射角，条纹间距不变。

10. 【答案】B。解析：单缝最大光程差为 $\Delta = a \sin \varphi$ ，各级衍射条纹对应的最大光程差是相同的，当 a 减小时，相应的衍射角就要增加。

11. 【答案】C。解析：中央明纹的半角宽度为 $\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$ ，相应的中

中央明纹宽度为 $\Delta x = 2\Delta\varphi f = 2\frac{\lambda}{a}f$, $\lambda = \frac{\Delta xa}{2f}$, 代入数据 (注意统一单位) 得,

$$\lambda = 500\text{nm}.$$

12. 【答案】A。解析: 中央明纹的半角宽度为 $\Delta\varphi = \sin^{-1}\frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$, 可见, a

增加后, 中央明纹的半角宽度减小, 则中央明条纹宽度变小。

13. 【答案】D。解析: $N = \frac{\Delta}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{2a \sin \varphi}{\lambda}$, $a = \frac{NC}{2 \sin \varphi} = \frac{3\lambda}{2 \times 0.5} = 3\lambda$ 。

14. 【答案】C。解析: 艾理斑对应角半径: $\theta = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

假设月球的距离为 L, 则有艾理斑的直径为 $2\theta L = 2.44 \frac{\lambda}{D} L$, 代入数据计算得艾理斑的直径为 296km。

15. 【答案】D。解析: $\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 代入数据 (注意统一单位) 得。 $\theta_0 = 5.6 \times 10^{-7} \text{ rad}$ 。

16. 【答案】D。解析: $\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{0.04}{300} = 1.6 \times 10^{-4}$ 。

17. 【答案】C。解析:

$$\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{550 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 2.24 \times 10^{-4}$$

则肉眼可见月球上物体的线度约为 $\theta_0 L = 2.24 \times 10^{-4} \times 3.84 \times 10^5 = 86\text{km}$ 。

18. 【答案】D。解析:

$$\theta_0 = 0.61 \frac{\lambda}{a} = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{550 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 2.24 \times 10^{-4}$$

则肉眼可见月球上物体的线度约为 $\theta_0 L = 2.24 \times 10^{-4} \times 3.43 \times 10^5 = 77\text{m}$ 。

19. 【答案】E。解析: 单缝衍射中央亮纹宽度与缝宽成反比, 所以缝宽加大, 中央亮纹会变窄。单缝沿 y 轴向上移动, 不会影响条纹分布。

20. 【答案】A。解析: 条纹重合也即衍射角相同, 由于波长不同, 造成条纹

宽度不同, 所以有 $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3$ 。寻找 $\lambda_1 = 400\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 500\text{nm}$ 、 $\lambda_3 = 600\text{nm}$

的最小公倍数为 6000nm , 所以 $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3 = 6000\text{nm}$, 可得

$$k_1 = 15, k_2 = 12, k_3 = 10。$$

21. 【答案】B。解析: 对于某一条纹, $a \sin \varphi$ 一定, a 减小, 衍射角就要变大。

22. 【答案】D。解析: 在光栅常数远大于波长情况下, 光栅常数越小, 光栅缝数越多, 明条纹越窄越亮, 测量越准确。

23. 【答案】B。解析: 根据光栅方程 $(a + b) \sin \theta = \pm k\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$

当衍射角为 $\frac{\pi}{2}$ 时, 对应的 K 的整数部分为最大衍射级, $k = \frac{a+b}{\lambda} = 4.1$, 也就是

说, K 的最大值为 4。

考虑到缺级现象, 依据光栅的缺级次的级次为:

$$k = \pm \frac{a+b}{a} k' \quad k' = 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{由于光栅的刻痕与缝宽相等可知 } k = \pm \frac{2a}{a} k' \quad k' = 1, 2, 3, \dots$$

所以缺级为 $\pm 2, \pm 4$ 。

所以光谱上呈现的全部级数为 $0, \pm 1, \pm 3$ 。

24. 【答案】D。解析: 光栅衍射主极大的亮度大, 宽度窄, 能准确测量, 用光栅衍射来测量单色光的波长是最准确的。

第六章 光的偏振

第一节 光偏振和光的偏振态

1. 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是 ()
 A. 在入射面内振动的完全偏振光
 B. 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光
 C. 垂直于入射面振动的完全偏振光
 D. 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光
2. 自然光从空气连续射入介质。光的入射角为 60° 时，得到的反射光是完全偏振光，则折射光线的折射角为 ()
 A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°
3. 如图 32-1 自然光从空气连续射入介质 A 和 B 。光的入射角为 60° 时，得到的反射光 R_A 和 R_B 都是完全偏振光（振动方向垂直入射面），由此可知，介质 A 和 B 的折射率之比为 ()
 A. $1/\sqrt{3}$ B. $\sqrt{3}$ C. $1/2$ D. $2/1$ 。
4. 一束光强为 I_0 的自然光，相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后出射光强为 $I_0/8$ 。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直。若以入射光线为轴旋转 P_2 ，要使出射光强为零， P_2 和 P_1 的夹角是 ()
 (A) 30° B. 45° C. 60° D. 90°

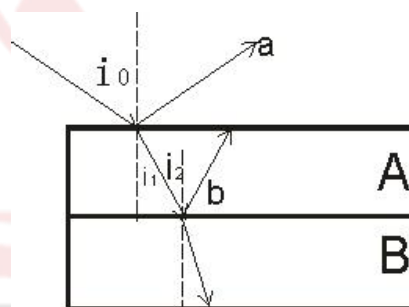


图 32-1

习题解析

1. 【答案】C。解析：布儒斯特定律指出，入射角为布儒斯特角时反射光中就只有垂直于入射面的光振动，而没有平行于入射面的光振动，这时反射光为线偏振光。

2. 【答案】A。解析：自然光以 i_0 入射介质 A ，其反射光是偏振光，说明 i_0 是介质的布儒斯特角。由布儒斯特定律知，入射角和折射角之和为 90° ，可知

$$i_r = 90^\circ - i_0 = 30^\circ$$

3. 【答案】B。解析：如图所示，自然光以 i_0 入射介质 A ，折射光线再入射

介质 B, 其反射光 a、b 都是偏振光, 说明 i_0 和 i_2 分别是介质 A 和介质 B 的布儒斯特角。由布儒斯特定律知, 入射角和折射角之和为 90° , 可知 $i_1 = i_2$ 为 30° ,

由 $\tan i_2 = \frac{n_b}{n_a}$ 可得 $\frac{n_b}{n_a} = \tan i_2 = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。

4. 【答案】B。解析: 设 P_1 的偏振化方向为 x 轴, P_3 的偏振化方向为 y 轴,

P_2 与 x 轴夹角为 α , 则 P_2 与 P_3 轴夹角为 $\frac{\pi}{2} - \alpha$ 根据偏振理论, 经过 P_1 , 光强变为

$I_1 = I_0/2$, 再经过 P_2 , 光强变为 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$ 。

再经过 P_3 , 光强变为 $I_3 = I_2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = I_2 \sin^2 \alpha$, 整理得 $I_3 = \frac{I_0}{8} \sin^2 2\alpha$, 由题

意知 $I_3 = \frac{I_0}{8}$, 所以 $\alpha = 45^\circ$

第二节 双折射现象

1. 一单色光通过偏振片 P 透射到屏上形成亮点, 若将 P 以入射光线为轴旋转一周, 发现在转动过程中屏上亮点的亮度不变; 再将一块四分之一波片置于 P 前, 然后再转动 P, 发现屏上亮点产生明暗交替的变化, 由此判定入射光是 ()

A. 线偏振光 B. 圆偏振光 C. 部分偏振光 D. 自然光

2. 发生双折射现象时, 折射光线中的寻常光线和非常光线 ()

A. 两者均遵循折射定律

B. 两者均不遵循折射定律

C. 前者遵循折射定律, 后者不遵循折射定律

D. 前者不遵循折射定律, 后者遵循折射定律

3. 关于四分之一波片, 以下说法正确的是 ()

A. 使 o 光和 e 光产生四分之一波长光程差的波片称为四分之一波片, 其厚度满足 $\frac{\lambda}{4}(4k+1)$ 。

B. 使光产生四分之一波长光程差的介质片称为四分之一波片, 其原理是通过控制波片的厚度使光程差 $nd = \frac{\lambda}{4}$ 。

C. 光通过四分之一波片后, 产生 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差, 其偏振性不变。

D. 线偏振光通过该波片后变成椭圆偏振光, 圆偏振光或与波片光轴平行的

正椭圆偏振光通过该波片后可变成线偏振光。

4. 为了检验圆偏振光和自然光，可采取方法（ ）

- A. 用检偏器
- B. 用半波片和检偏器
- C. 用四分之一波片和检偏器
- D. 没有办法

习题解析

1. 【答案】B。解析：一单色光通过偏振片 P 透射到屏上形成亮点，若将 P 以入射光线为轴旋转一周，发现在转动过程中屏上亮点的亮度不变，可断定该单色光为圆偏振光；圆偏振光通过四分之一波片后，将变成线偏振光，所以再转动 P，发现屏上亮点产生明暗交替的变化。所以选项 B 正确。

2. 【答案】C。解析：发生双折射现象时其中一束折射光遵守通常的折射定律 ($n_1 \sin i = n_2 \sin r$)，并始终在入射面内，这束光叫做寻常光线，简称 o 光；另一束折射光不遵守折射定律，一般情况下，该光束也不在入射面内，这束光称为非常光线，简称 e 光。所以选项 C 正确。

3. 【答案】D。解析：使 o 光和 e 光产生四分之一波长光程差的波片称为四分之一波片，其厚度满足

$$\delta = (n_o - n_e)d = \frac{\lambda}{4}, \quad \text{即 } d = \frac{\lambda}{4(n_o - n_e)}$$

光通过四分之一波片后，o 光和 e 光产生 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差。线偏振光通过该波片后变成椭圆偏振光，圆偏振光或与波片光轴平行的正椭圆偏振光通过该波片后可变成线偏振光。

4. 【答案】C。解析：如果入射光是圆偏振光，只要在检偏器前加一块四分之一波片，则将变成线偏振光，再转动检偏器时，便可观察到有光强变化，并出现最大光强和消光现象。如果是自然光，它通过四分之一波片后还是自然光，转动检偏器时光强没有变化。

本章练习题

1. 一束光强为 I_0 的自然光，相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后出射光强为 $I_0/8$ 。

已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直。若以入射光线为轴旋转 P_2 ，要使出射光强为

零， P_2 至少应转过的角度是 ()

A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°

2. 两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射时没有光线通过。当其中一振偏片慢慢转动 180° 时透射光强度发生的变化为 ()

A. 光强单调增加
B. 光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零
C. 光强先增加，后又减小至零
D. 光强先增加，后减小，再增加

3. 两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射时没有光强。当其中一振偏片慢慢转动 90° 时透射光强度发生的变化为 ()

A. 光强单调增加
B. 光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零
C. 光强先增加，后又减小至零
D. 光强先增加，后减小，再增加

4. 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片，且两偏振片的振偏化方向成 45° 角，若不考虑偏振片的反射和吸收，则穿过两个偏振片后的光强 I 为 ()

A. $\sqrt{2}I_0/4$ B. $I_0/4$ C. $I_0/2$ D. $\sqrt{2}I_0/2$

5. 自然光以 60° 的入射角照射到某一透明介质表面时，反射光为线偏振光，则 ()

A. 折射光为线偏振光，折射角为 30°
B. 折射光为部分偏振光，折射角为 30°
C. 折射光为线偏振光，折射角不能确定
D. 折射光为部分偏振光，折射角不能确定

6. 如图 32-2 所示，一束自然光以布儒斯特角 i_0 从空气射向一块平板玻璃，则在玻璃与空气的界面 2 上的反射光 b: ()

A. 是自然光
B. 是线偏振光，且光矢量的振动方向垂直于入射面
C. 是线偏振光，且光矢量的振动方向平行于入射面
D. 是部分偏振光。

7. 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成 30° 角，若不考虑偏

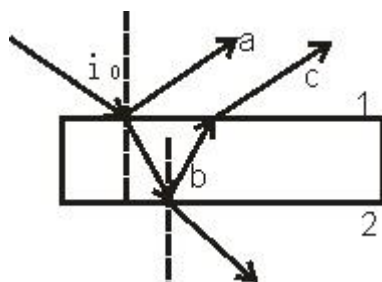


图 32-2

振片的反射和吸收，则穿过两个偏振片后的光强 I 为

- A. $\sqrt{2}I_0 / 4$ B. $I_0 / 4$ C. $I_0 / 2$ D. $3I_0 / 8$

8. 使一光强为 I_0 的线偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 。 P_1 和 P_2 的偏振化方向与原入射光光矢量振动方向的夹角分别是 α 和 90° ，则通过这两个偏振片后的光强 I 是

- A. $(1/2)I_0 \cos^2 \alpha$
B. 0
C. $(1/4)I_0 \sin^2(2\alpha)$
D. $(1/4)I_0 \sin^2 \alpha$
E. $I_0 \cos^4 \alpha$

9. 如图 32-3 所示，自然光的光强为 I_0 ，

连续通过 P_1 、 P_2 、 P_3 3 个偏振片之后，

透出的光强为 I ，其中 P_1 和 P_3 的偏振化

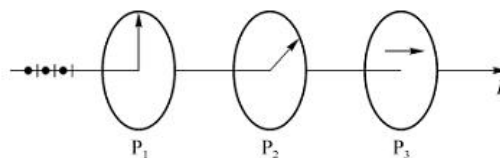


图 32-3

方向正交，而 P_2 与 P_1 、 P_3 的偏振化方向

均成 45° 角，则光强 I/I_0 之比为 ()

- A. $I/2$ B. $I/4$ C. $I/8$
D. $I/16$

10. 振幅为 A 的线偏振光，垂直入射到一理想偏振片上，若偏振片的偏振化方向与入射偏振光的振动方向夹角为 60° ，则透过偏振片的振幅为 ()

- A. $A/2$ B. $\sqrt{3}A/2$ C. $A/4$ D. $3A/4$

11. 自然光从空气入射到某介质表面上，当折射角为 30° 时，反射光是完全偏振光，则此介质的折射率为 ()

- A. $1/2$ B. $\sqrt{2}/2$ C. $\sqrt{3}/2$ D. $\sqrt{3}$

12. 两块尼科耳棱镜分别作为起偏器和检偏器，当它们的主截面成 30° 角时观察第一个自然光源，当成 60° 角时观察第二个自然光源，若两次所看到的强度相等，则这两个光源的相对强度 I_1/I_2 为 ()

A. 1 / 2 B. 1 / 3 C. 3 / 4 D. 1

13. 一束单色线偏振光, 垂直入射到四分之一波片上, 线偏振光的振动方向与四分之一波片的光轴夹角 $\alpha = \pi / 4$ 。此线偏振光经过四分之一波片后 ()

- A. 成为椭圆偏振光或圆偏振光
 B. 仍为线偏振光, 但振动面旋转了 $\pi / 2$
 C. 仍为线偏振光, 但振动面旋转了 $\pi / 4$
 D. 无法确定

14. 一束光线入射到光学单轴晶体后, 成为两束光线, 沿着不同方向折射, 这样的现象称为双折射现象。其中一束折射光称为寻常光; 另一束光线称为非常光。则 ()

- A. 寻常光遵循折射定律, 非常光也遵循折射定律
 B. 寻常光遵循折射定律, 非常光不遵循折射定律
 C. 寻常光不遵循折射定律, 非常光遵循折射定律
 D. 寻常光不遵循折射定律, 非常光也不遵循折射定律

15. 关于半波片下列说法错误的是 ()

A. 使 o 光和 e 光产生奇数倍 $\frac{\lambda}{2}$ 光程差的波片称为半波片,

B. 其厚度满足 $\delta = (n_o - n_e)d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$,

C. 光通过四分之一波片后, 产生 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差

D. 线偏振光通过该波片后仍为线偏振光, 但振动方向与原来的相比转过 2θ ; 圆

偏振光通过波片后仍为圆偏振光, 但转动方向和原来相反。

16. 为了检验椭圆偏振光和部分偏振光, 可采取方法 ()

- A. 用检偏器
 B. 用半波片和检偏器
 C. 用四分之一波片和检偏器
 D. 没有办法

习题解析

1. 【答案】B。解析: 设 P_1 的偏振化方向为 x 轴, P_3 的偏振化方向为 y 轴, P_2 与

x 轴夹角为 α , 则 P_2 与 P_3 轴夹角为 $\frac{\pi}{2} - \alpha$ 根据偏振理论, 经过 P_1 , 光强变为 $I_1 = I_0/2$,

再经过 P_2 , 光强变为 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$ 。

再经过 P_3 , 光强变为 $I_3 = I_2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = I_2 \sin^2 \alpha$, 整理得 $I_3 = \frac{I_0}{8} \sin^2 2\alpha$, 由题

意知 $I_3 = \frac{I_0}{8}$, 所以 $\alpha = 45^\circ$

要使使出射光强为零 $\frac{I_0}{8} \sin^2 2\alpha = 0$ 则 $\alpha = 90^\circ$ 也即 P_2 至少应转过的角度是

45° 。

2. 【答案】C。解析：两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射时没有光线通过，说明两偏振片偏振方向相互垂直，当其中一振偏片慢慢转动 180° 时，两偏振片偏振方向的夹角由 -90° 缓慢变成 0° ，再变为 90° ，可见光强会先增加，后又减小至零。

3. 【答案】A。解析：两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射时没有光线通过，说明两偏振片偏振方向相互垂直，当其中一振偏片慢慢转动 90° 时，两偏振片偏振方向的夹角由 90° 缓慢变成 180° ，可见光强会单调增加。

4. 【答案】B。解析：经过 P_1 , 光强变为 $I_1 = I_0/2$, 再经过 P_2 , 光强变为 $I = I_1 \cos^2 \alpha$ 。

代入数据计算可得 $I = I_0/4$ 。

5. 【答案】B。解析：自然光以 i_0 入射介质 A，其反射光是偏振光，说明 i_0 是介质的布儒斯特角。由布儒斯特定律知，入射角和折射角之和为 90° ，可知

$i_r = 90^\circ - i_0 = 30^\circ$ 。根据布儒斯特定律可知折射光为部分偏振光，所以选项 B 正确。

6. 【答案】B。解析：光线以布儒斯特角入射时反射光为完全偏振光，且光矢量振动方向垂直于入射面。在界面 2 上，入射角为界面 1 上的折射角，同样满足

布儒斯特定律： $\tan i_1 = \frac{1}{n_1}$ ，所以界面 2 的布儒斯特角等于入射角为界面 1 上

的折射角，在界面 2 的反射光 b，也是偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面。

7. 【答案】D。解析：经过 P_1 , 光强变为 $I_1 = I_0/2$, 再经过 P_2 , 光强变为 $I = I_1 \cos^2 \alpha$ 。

代入数据计算可得 $I = 3I_0/8$ 。

8. 【答案】D。解析：经过 P_1 , 光强变为 $I_1 = I_0 \cos^2 \alpha$ 。

由题意知 P_1 和 P_2 的偏振化方向的夹角分别是 $90^\circ - \alpha$ ，则光经过 P_2 后的光强为

$$I_2 = I_1 \cos^2(90^\circ - \alpha) = (1/4)I_0 \sin^2 \alpha.$$

9. 【答案】C。解析：设 P_1 的偏振化方向为x轴， P_3 的偏振化方向为y轴， P_2 与x轴夹角为 α ，则 P_2 与 P_3 轴夹角为 $\frac{\pi}{2} - \alpha$ 根据偏振理论，经过 P_1 ，光强变为 $I_1 = I_0/2$ ，

再经过 P_2 ，光强变为 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$ 。

再经过 P_3 ，光强变为 $I_3 = I_2 \cos^2 \alpha$ ，整理得 $I_3 = \frac{I_0}{8}$ 。

10. 【答案】A。解析：光强变为 $I_1 = I_0 \cos^2 \alpha$ 。代入数据得 $I_1 = \frac{1}{4}I_0$ ，因为光强和振幅的平方成正比，所以透过偏振片的振幅为 $A/2$ 。

11. 【答案】D。解析：反射光是完全偏振光，说明入射角是布儒斯特角，遵循布儒斯特定律， $i_0 + i_r = 90^\circ$ ，则 $i_0 = 60^\circ$ 。又 $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$ ，本题是自然光从空气

入射到某介质表面上，所以 $n_2 = \tan i_0 = \sqrt{3}$ 。

12. 【答案】B。解析：经过起偏器后，光强变为原来的一半。再经过第二个尼科耳棱镜后，根据马吕斯定理 $I = I_0 \cos^2 \alpha$ 。

第一个自然光源，经过两块尼科耳棱镜后，光强变为 $I = \frac{1}{2}I_1 \cos^2 \alpha_1 = \frac{3}{8}I_1$ ；

第二个自然光源，经过两块尼科耳棱镜后，光强变为 $I = \frac{1}{2}I_2 \cos^2 \alpha_2 = \frac{1}{8}I_2$ ；

所以 $\frac{3}{8}I_1 = \frac{1}{8}I_2$ ， $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$ 。

13. 【答案】A。解析：光通过四分之一波片后，产生 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差。线偏振光通过该波片后变成椭圆偏振光，圆偏振光或与波片光轴平行的正椭圆偏振光通过该波片后可变成线偏振光。

14. 【答案】B。解析：发生双折射现象时其中一束折射光遵守通常的折射定律（ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ），并始终在入射面内，这束光叫做寻常光线，简称o光；另

一束折射光不遵守折射定律，一般情况下，该光束也不在入射面内，这束光称为非常光线，简称 e 光。

15. 【答案】C。解析：参照半波片相关内容。

16. 【答案】C。解析：检验椭圆偏振光时，要求四分之一波片的光轴方向平行于椭圆偏振光的长轴或短轴。这是因为椭圆偏振光总可以认为是由相位差为 $\pi/2$ 的两束线偏振光合成的，现在又通过了一个四分之一波片，其光轴和椭圆的一个主轴平行，即又产生了 $\pi/2$ 的相位差，结果透射出的两束光之间的总相位差为 0 或 π ，所以最后仍合成为线偏振光。而部分偏振光通过四分之一波片后仍为部分偏振光，因此就可将它们区分开了。

