



厦门大学《大学物理 B (下)》课程
期末试卷 (A 卷)

(考试时间: 2024 年 1 月)

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。请将每题答案写在答题纸的对应位置。
每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

1. 白光由赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色光构成的复色光。当白光射入玻璃三棱镜时, 会出现色散现象。根据折射定律可确定, 在玻璃中, 七种颜色光的光速最大的是 ()

- (A) 赤光 (B) 绿光 (C) 蓝光 (D) 紫光

2. 一双凹面薄透镜折射率为 n , 置于折射率为 n' 的介质中, 则下列说法正确的是 ()

- (A) 若 $n > n'$, 平行光通过透镜是发散的;
(B) 若 $n > n'$, 平行光通过透镜是汇聚的;
(C) 若 $n < n'$, 平行光通过透镜是发散的;
(D) 平行光通过双凹薄透镜是发散的, 与周围介质无关。

3. 波长为 $0.6\mu\text{m}$ 的单色光垂直照射到厚度为 $1.2\mu\text{m}$ 的肥皂泡薄膜上, 薄膜折射率为 1.5, 两束反射光的光程差为 ()

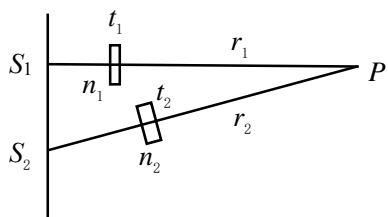
- (A) $4.2\mu\text{m}$ (B) $3.9\mu\text{m}$ (C) $3.6\mu\text{m}$ (D) $1.8\mu\text{m}$

4. 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

5. 如图, S_1 、 S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 。路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于 ()

- (A) $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$
(B) $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
(C) $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$
(D) $n_2 t_2 - n_1 t_1$



6. 一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0mm 的单缝上，在缝后放一焦距为 2.0m 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 2.0mm ，则入射光波长约为()

- (A) 100 nm (B) 400 nm (C) 500 nm (D) 600 nm

7. 一束平行单色光垂直照射在光栅上，当光栅常数 $b+b'$ 为下列哪种情况 (b 代表每条缝的宽度)， $k=2、4、6$ 级主极大明纹均不出现？()

- (A) $b+b'=2b$ (B) $b+b'=3b$ (C) $b+b'=4b$ (D) $b+b'=6b$

8. 一个质点作简谐振动，振幅为 4cm ，周期为 2s ，取平衡位置为坐标原点，若 $t=0$ 时刻质点第一次通过 $x=-2\text{cm}$ 处，且向 x 轴正方向运动，则质点第二次经过 $x=-2\text{cm}$ 处时刻为()

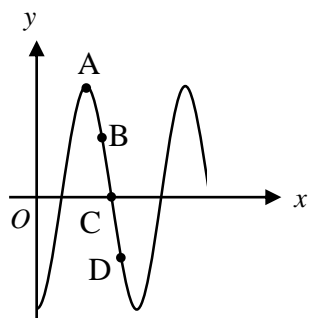
- (A) 1s (B) $\frac{2}{3}\text{s}$ (C) $\frac{4}{3}\text{s}$ (D) 2s

9. 一质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动，振动方程分别为 $x_1 = 4\cos\left(2t + \frac{\pi}{6}\right)$ 和 $x_2 = 3\cos\left(2t + \frac{7\pi}{6}\right)$ ，则关于合振动下列说法正确的是()

- (A) 振幅为 1 ，初相为 π ； (B) 振幅为 7 ，初相为 $\frac{4\pi}{3}$ ；
(C) 振幅为 1 ，初相为 $\frac{7\pi}{6}$ ； (D) 振幅为 1 ，初相为 $\frac{\pi}{6}$

10. 一列机械波 t 时刻的波形图如图所示，则该时刻能量为最大值的媒质质元位置为()

- (A) A (B) B (C) C (D) D



二、填空题：本大题共 10 题，每题 2 分，共 20 分。请将每题答案写在答题纸的对应位置。

错填、不填均无分。

1. 一束光在某种透明介质中的传播速度大小为 2.00×10^8 米/秒，则这种透明介质对这束光的折射率为_____。

2. 一束真空中波长为 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，那么对应于第一级明纹的光程差为_____。

3. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上，劈尖角为 θ (θ 很小)，劈形膜的折射率为 n ，第 k 级明条纹与第 $k+5$ 级明纹的间距是_____。

4. 波长为 500nm 的平行单色光垂直入射在光栅上，其光栅常数为 $2 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ，宽度为 $1 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ，屏上将出现_____条明条纹。

5. 一双缝干涉装置，在空气中观察时干涉条纹间距为 1.0mm 。若整个装置放在水中，干涉条纹的间距将为_____mm。(设水的折射率为 $\frac{4}{3}$)

6. 根据布儒斯特定律可以测定不透明介质的折射率。今以一束自然光从空气射向釉质，测得其布儒斯特角 $i=58^\circ$ ，则釉质的折射率为_____。

7. 一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ 。则该物体在 $t=0$ 时刻的动能与 $t=T/8$ (T 为振动周期) 时刻的动能之比为_____。

8. 一平面简谐波，波速为 16 m/s ，频率为 10 Hz 。在波的传播方向上，若两质点（其间距离小于波长）的振动相位差为 $\frac{4}{5}\pi$ ，则此两质点相距_____m。

9. 已知驻波的表达式为 $y = 0.02 \cos(0.16\pi x) \cos(750\pi t)$ ，式中 x 、 y 以 m 为单位， t 以 s 为单位，则相邻两波节之间的距离为_____m。

10. 劲度系数为 k 的轻质弹簧下面挂有一质量为 m 的物体，其振动周期为 T 。现将该弹簧分割成四等份，取其中一根弹簧挂上质量为 $2m$ 的物体，则此系统的振动周期为_____。

三、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

一支蜡烛位于一凹面镜前 12cm 处，其像位于距镜顶 4m 远处的屏上，求：

(1) 凹面镜的半径和焦距；

(2) 如果蜡烛火焰的高度为 3mm ，则屏上火焰的像高为多少？

参考答案

1) 已知物距 $p=12\text{cm}$ ，像距 $p'=4\text{m}$ ，球面镜的物像公式为

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解得凹面镜的焦距为

$$f = \frac{pp'}{p+p'} = 0.117m \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

凹面镜的半径为

$$R = 2f = 0.234m \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

(2) 凹面镜的横向放大率为

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} = -33.3 \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

已知火焰的高度 $y=3\text{mm}$ ，有上式解得火焰的像高为

$$y' = my = -100\text{mm} \text{ (倒立的像)} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

四、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

(1) 若用波长不同的光观察牛顿环， $\lambda_1 = 6000 \text{ \AA}$ ， $\lambda_2 = 4500 \text{ \AA}$ ，观察到用 λ_1 时的第 k 个暗环与用 λ_2 时的第 $k+1$ 个暗环重合，已知透镜的曲率半径是 190cm 。求用 λ_1 时第 k 个暗环的半径。

(2) 又如在牛顿环中用波长为 5000 \AA 的第 5 个明环与用波长为 λ_3 的第 6 个明环重合，求未知波长 λ_3 。

参考答案

(1) 由牛顿环暗环公式

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

据题意有 $r = \sqrt{kR\lambda_1} = \sqrt{(k+1)R\lambda_2}$

$$\therefore k = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

代入上式得

$$r = \sqrt{\frac{R\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}} = \sqrt{\frac{190 \times 10^{-2} \times 6000 \times 10^{-10} \times 4500 \times 10^{-10}}{6000 \times 10^{-10} - 4500 \times 10^{-10}}} = 1.85 \times 10^{-3} \text{ m} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(2) 用 $\lambda_1 = 5000 \text{ \AA}$ 照射， $k_1 = 5$ 级明环与 λ_2 的 $k_2 = 6$ 级明环重合，则有

$$r = \sqrt{\frac{(2k_1 - 1)R\lambda_1}{2}} = \sqrt{\frac{(2k_2 - 1)R\lambda_2}{2}} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\therefore \lambda_2 = \frac{2k_1 - 1}{2k_2 - 1} \lambda_1 = \frac{2 \times 5 - 1}{2 \times 6 - 1} \times 5000 = 4091 \text{ \AA} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

五、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

用钠光($\lambda=589.3 \text{ nm}$)垂直照射到某光栅上，测得第三级主极大明纹的衍射角为 60° 。

(1) 若换用另一单色光，测得其第二级主极大明纹的衍射角为 30° ，求该单色光的波长；

(2) 若以白光 ($400 \text{ nm} \sim 760 \text{ nm}$) 照射在该光栅上，求其第二级主极大明纹的衍射角范围。

参考答案

(1) $d \sin \varphi = 3\lambda$

$d = 3\lambda / \sin \varphi$, $\varphi = 60^\circ$ (2 分)

$d = 2\lambda' / \sin \varphi'$ $\varphi' = 30^\circ$

$3\lambda / \sin \varphi = 2\lambda' / \sin \varphi'$ (2 分)

$\lambda' = 510.3 \text{ nm}$ (2 分)

(2) $d = 3\lambda / \sin \varphi = 2041.4 \text{ nm}$ (2 分)

$\varphi'_2 = \sin^{-1}(2 \times 400 / 2041.4)$ ($\lambda = 400 \text{ nm}$)

$\varphi''_2 = \sin^{-1}(2 \times 760 / 2041.4)$ ($\lambda = 760 \text{ nm}$) (2 分)

白光第二级光谱的张角 $\Delta \varphi = \varphi''_2 - \varphi'_2 = 25^\circ$ (2 分)

六、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

一弹簧振子沿 x 轴作简谐振动，已知振动物体最大位移为 $x_m = 0.4 \text{ m}$ ，最大回复力为 $F_m = 0.8 \text{ N}$ ，最大速度为 $v_m = 0.8\pi \text{ m/s}$ ，又已知 $t = 0$ 的初始位移为 $+0.2 \text{ m}$ ，且初速度与所选 x 轴方向相反。

(1) 求振动总能量；

(2) 求此振动的表达式。

参考答案

(1)

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow x_m = A = 0.4 \text{ (m)} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$F_m = kx_m \Rightarrow k = 2 \text{ (N/m)} \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 = 0.16 \text{ (J)} \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

(2)

$$x_0 = A \cos \varphi_0 = 0.2 \Rightarrow \varphi_0 = \pm \frac{\pi}{3}$$

$$v_0 = -\omega A \sin \varphi_0 < 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{3} \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

$$v_m = A\omega = 0.8\pi \text{ (m/s)} \cdots \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

$$\omega = \frac{v_m}{x_m} = 2\pi \text{ (rad/s)} \cdots \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

$$x = 0.4 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{3} \right) \quad x \text{ 和 } t \text{ 的单位分别为 } m \text{ 和 } s \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

七、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

设入射波的方程式为 $y_1 = A \cos 2\pi(x/\lambda + t/T)$ 。在 $x=0$ 处发生反射，反射点为一个固定端，设反射时无能量损失，试求：

- (1) 反射波的表达式；
- (2) 合成驻波的表达式；
- (3) 波腹和波节的位置。

参考答案

(1) 由题可知，反射波在 $x=0$ 处引起的分振动为

$$y_{20} = A \cos \left(\frac{2\pi t}{T} + \pi \right) \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

反射波是沿着 x 正方向传播的，故反射波的表达式为

$$y_2 = A \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \pi \right] \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

(2) 合成驻波的表达式为

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos \left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} \right) \cos \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{\pi}{2} \right) \cdots \cdots \cdots 4 \text{ 分}$$

(3) 波腹处 $\left| \cos \left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} \right) \right| = 1$ ，故有

$$\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = k\pi$$

$$x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

波节处 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right) = 0$, 故有

$$\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\pi$$

$$x = (k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = -1, 0, 1, 2, \dots) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

或者

$$x = k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

一、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	A	B	C	B	C	A	C	D	C

二、填空题

1. 1.50

2. λ

3. $\frac{5\lambda}{2n\theta}$

4. 5

5. 0.75 (或 $\frac{3}{4}$)

6. 1.60

7. 2:1

8. 0.64

9. 6.25

10. $\frac{\sqrt{2}}{2}T$