

# 杭州电子科技大学学生期中试卷参考答案

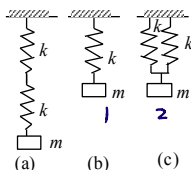
考试课程	大学物理 2	考试日期	2016. 11. 20	成绩	
课程号	A0715012	教师号		任课教师姓名	
考生姓名		学号(8 位)		年级	
				专业	

【请将答案直接写在试卷上，最后两页是草稿纸，不要将答案写在草稿纸上。】

一、单项选择题（本大题共 30 分，每小题 3 分）

1. 图(a)、(b)、(c)为三个不同的简谐振动系统。组成各系统的各弹簧的原长、各弹簧的劲度系数及重物质量均相同。(a)、(b)、(c)三个振动系统的 $\omega$ （ $\omega$ 为固有角频率）值之比为

- (A) 2 : 1 :  $\frac{1}{2}$  . (B) 1 : 2 : 4 .  
(C) 2 : 2 : 1 . (D) 1 : 1 : 2 .



B [ B ]

2. 一弹簧振子作简谐振动，当位移为振幅的一半时，其动能为总能量的

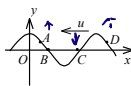
- (A) 1/4. (B) 1/2. (C)  $1/\sqrt{2}$ .  
(D) 3/4. (E)  $\sqrt{3}/2$ .

D [ D ]

3. 横波以波速  $u$  沿  $x$  轴负方向传播， $t$  时刻波形曲线如图。则该时刻

- (A) A 点振动速度大于零。 (B) B 点静止不动。  
(C) C 点向下运动。 (D) D 点振动速度小于零。

A [ D ]



4. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

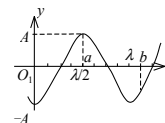
- (A) 它的势能转换成动能。  
(B) 它的动能转换成势能。  
(C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量，其能量逐渐增加。  
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元，其能量逐渐减小。

C [ C ]

5. 某时刻驻波波形曲线如图所示，则  $a$ 、 $b$  两点振动的相位差是

- (A) 0 (B)  $\frac{1}{2}\pi$  (C)  $\pi$ . (D)  $5\pi/4$ .

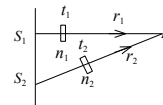
D [ C ]



6. 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)  $n_2 t_2 - n_1 t_1$

$$r_2 - t_2 + n_2 t_2 - (r_1 - t_1 + n_1 t_1)$$



B [ B ]

7. 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。

B [ B ]

8. 用白光光源进行双缝实验，若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝，用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝，则

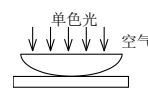
- (A) 干涉条纹的宽度将发生改变。  
(B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹。  
(C) 干涉条纹的亮度将发生改变。  
(D) 不产生干涉条纹。

C [ D ]

9. 如图，用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上。当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时，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) 静止不动。

B [ B ]



10. 在迈克耳孙干涉仪的一条光路中，放入一折射率为  $n$ ，厚度为  $d$  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)  $2(n-1)d + \lambda/2$ .  
(D)  $nd$ . (E)  $(n-1)d$ .

E [ A ]

## 二、填空题（本大题共 11 分）

11.（本题 3 分）一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动：

$$x_1 = 0.05 \cos(4\pi t + \frac{1}{3}\pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{2}{3}\pi) \quad (\text{SI})$$

合成振动的振幅为 0.02 m.

0.08

$$(0.05)^2 + (0.03)^2 + 2 \times 0.05 \times 0.03 \times \cos(\frac{1}{3}\pi - (-\frac{2}{3}\pi))$$

12.（本题 4 分）惠更斯引进子波（或次波）的概念提出了惠更斯原理，菲涅尔再用

子波相干叠加（或子波干涉）的思想补充了惠更斯原理。发展成了惠更斯-菲涅尔原理。

13.（本题 4 分）在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可

划分为 6 个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是明纹（填“明”或“暗”）。

三、计算题（必做）（本大题共 43 分）

14.（本题 12 分）一物体作简谐振动，其速度最大值  $v_m = 3 \times 10^{-2}$  m/s，其振幅  $A = 2 \times 10^{-2}$  m，若  $t = 0$  时，物体位于平衡位置且向  $x$  轴的负方向运动。求：

- (1) 振动周期  $T$ ；
- (2) 加速度的最大值  $a_m$ ；
- (3) 振动方程的数值式。

解：(1)  $v_m = \omega A \therefore \omega = v_m / A = 1.5 \text{ s}^{-1}$   
 $T = 2\pi / \omega = 4.19 \text{ s}$   
 (2)  $a_m = \omega^2 A = v_m \omega = 4.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$   
 (3)  $\phi = \frac{1}{2}\pi$   
 $x = 0.02 \cos(1.5t + \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$

15.（本题 6 分）如图所示，一简谐波向  $x$  轴正向传播，波速  $u = 500 \text{ m/s}$ ， $x_0 = 1 \text{ m}$  处  $P$  点的振动方程为  $y = 0.03 \cos(500\pi t - \pi/2) \quad (\text{SI})$ 。按图所示坐标系，写出相应的波的表达式。

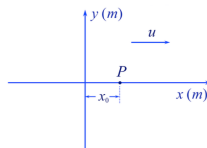
$$A \cos(2\pi(t + \frac{x}{u}) + \phi_0)$$

$$A \cos(2\pi(t - \frac{x}{u}) + \phi_0)$$

$$\lambda f = u$$

$$A = 0.03 \quad t = \frac{x-1}{500} = 250 \quad \phi = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{1}{(1-250T)t} = 500 \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1-250T}{T} +$$



解：根据图中的条件，波的表达式：

$$y(x, t) = 0.03 \cos[500\pi(t - \frac{x-1}{500}) - \frac{1}{2}\pi]$$

$$y(x, t) = 0.03 \cos[500\pi(t - \frac{x}{500}) + \frac{1}{2}\pi] \quad (\text{SI})$$

$$x = 0.03 \cos[500\pi(t - \frac{x}{500}) - \frac{\pi}{2}]$$

16.（本题 12 分）设入射波的表达式为  $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T})$ ，在  $x = 0$  处发生反射，反射点为一固定端。设反射时无能量损失，求

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

解：(1) 反射点是固定端，所以反射有相位突变  $\pi$ ，且反射波振幅为  $A$ ，因此反射波的表达式为  $y_2 = A \cos[2\pi(t/T - x/\lambda) + \pi]$

(半波损失，如为“ $-\pi$ ”也是对的，后面的答案与之对应即可)

(2) 驻波的表达式是  $y = y_1 + y_2$

$$= 2A \cos(2\pi x / \lambda - \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi t / T + \frac{1}{2}\pi)$$

$$\text{或} = 2A \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \cos(2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{2}\pi)$$

(3) 波腹位置：  $2\pi \frac{x}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

$$x = \frac{2k+1}{4}\lambda, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

波节位置：  $2\pi \frac{x}{\lambda} = k\pi$

$$x = \frac{k}{2}\lambda, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

17.（本题 8 分）在双缝干涉实验中，双缝与屏间的距离  $D = 1.2 \text{ m}$ ，双缝间距  $d = 0.45 \text{ mm}$ ，若测得屏上干涉条纹相邻明条纹间距为  $1.5 \text{ mm}$ ，求光源发出的单色光的波长  $\lambda$ 。

$$l = \frac{D\lambda}{d}$$

$$\lambda = \frac{l \cdot d}{D} = \frac{0.45 \times 10^{-3} \times 1.5 \times 10^{-3}}{1.2} = \frac{9}{25} \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$a = \frac{\lambda}{\sin \theta}$$

$$2k \frac{\lambda}{2} = 2k + \frac{\lambda}{2}$$

$$8\lambda = 2k + \frac{\lambda}{2}$$

$$\frac{15}{4} \lambda = h$$

$$\frac{1.56}{3.75}$$

$$b = \frac{2f\lambda}{a}$$

$$\frac{2 \times 500 \times 546 \times 10^{-9}}{0.1}$$

$$= 5.46 \text{ mm}$$

18. (本题 15 分) 用波长为 500 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边  $l = 1.56 \text{ cm}$  的  $A$  处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

(1) 求此空气劈形膜的劈尖角  $\theta$ ;

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹,  $A$  处是明条纹还是暗条纹?

(3) 在第(2)问的情形从棱边到  $A$  处的范围内共有几条明纹? 几条暗纹?

解: (1) 棱边处是第一条暗纹中心, 在膜厚度为  $e_2 = \frac{1}{2} \lambda$  处是第二条暗纹中心, 依此可

知第 3 条暗纹中心处, 即  $A$  处膜厚度  $e_4 = \frac{3}{2} \lambda$

$\therefore \theta = e_4 / l = 3\lambda / (2l) = 4.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$  6 分

(2) 由上问可知  $A$  处膜厚为  $e_4 = 3 \times 500 / 2 \text{ nm} = 750 \text{ nm}$

对于  $\lambda' = 600 \text{ nm}$  的光, 连同附加光程差, 在  $A$  处两反射光的光程差为

$2e_4 + \frac{1}{2} \lambda'$ , 它与波长  $\lambda'$  之比为  $2e_4 / \lambda' + \frac{1}{2} = 3.0$ 。所以  $A$  处是明纹 6 分

(3) 棱边处仍是暗纹,  $A$  处是第三条明纹, 所以共有三条明纹, 三条暗纹。 3 分

19. (本题 6 分) 单缝的宽度  $a = 0.10 \text{ mm}$ , 在缝后放一焦距为 50 cm 的会聚透镜, 用平行绿光 ( $\lambda = 546 \text{ nm}$ ) 垂直照射到单缝上, 试求位于透镜焦平面处的屏幕上中央明条纹宽度。(1 nm =  $10^{-9} \text{ m}$ )

解: 中央明纹宽度

$$\Delta x \approx 2f\lambda / a = 2 \times 5.46 \times 10^{-4} \times 500 / 0.10 \text{ mm}$$

$$= 5.46 \text{ mm} \quad 1 \text{ 分}$$

#### 四、计算题【选做】

20. (本题 10 分) 波长  $\lambda = 600 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为  $30^\circ$ , 且第三级是缺级。

(1) 光栅常数  $(a + b)$  等于多少?

(2) 透光缝可能的最小宽度  $a$  等于多少?

(3) 在选定了上述  $(a + b)$  和  $a$  之后, 求在衍射角  $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$  范围内可能观察到的全部主极大的级次。

解: (1) 由光栅衍射主极大公式得

$$a + b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(2) 若第三级不缺级, 则由光栅公式得

$$(a + b) \sin \varphi' = 3\lambda$$

由于第三级缺级, 则对应于最小可能的  $a$ ,  $\varphi'$  方向应是单缝衍射第一级暗纹: 比较, 得

$$a \sin \varphi' = \lambda$$

$$a = (a + b) / 3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(3)  $(a + b) \sin \varphi = k\lambda$ , (主极大)

$$a \sin \varphi = k' \lambda, \text{ (单缝衍射极小)} \quad (k' = 1, 2, 3, \dots)$$

因此  $k = 3, 6, 9, \dots$  缺级。

又因为  $k_{\max} = (a + b) / \lambda = 4$ , 所以实际呈现  $k = 0, \pm 1, \pm 2$  级明纹。(  $k = \pm 4$  在  $\pi / 2$  处看不到。 )