

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	

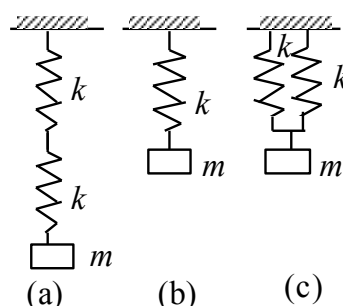
【请将答案直接写在试卷上，最后两页是草稿纸，不要将答案写在草稿纸上。】

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 ω^2 (ω 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]



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

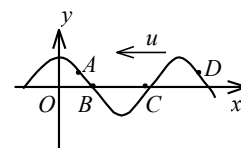
- (A) 1/4. (B) 1/2. (C) $1/\sqrt{2}$.
(D) 3/4. (E) $\sqrt{3}/2$.

[D]

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.

[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

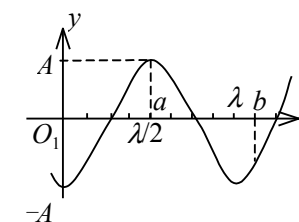
- (A) 它的势能转换成动能.
(B) 它的动能转换成势能.
(C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量，其能量逐渐增加.
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元，其能量逐渐减小.

[C]

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) π . (D) $5\pi/4$.

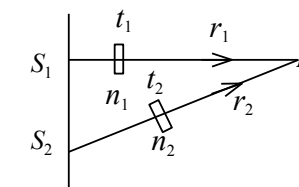
[C]



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) $n_2 t_2 - n_1 t_1$

[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]

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

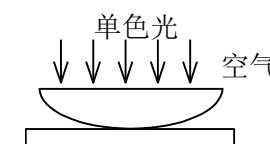
- (A) 干涉条纹的宽度将发生改变.
(B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹.
(C) 干涉条纹的亮度将发生改变.
(D) 不产生干涉条纹.

[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.
(E) 向左平移.

[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) $(n-1)d$.

[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.

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—菲涅耳原理。

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”).

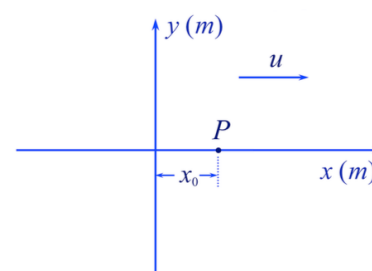
三、计算题（必做）（本大题共 43 分）

14.（本题 12 分）一物体作简谐振动，其速度最大值 $v_m = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ ，其振幅 $A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$ 。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) $v_m = \omega A \quad \therefore \omega = v_m / A = 1.5 \text{ s}^{-1}$ 4 分
 $\therefore T = 2\pi / \omega = 4.19 \text{ s}$
 (2) $a_m = \omega^2 A = v_m \omega = 4.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$ 4 分
 (3) $\phi = \frac{1}{2}\pi$
 $x = 0.02 \cos(1.5t + \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$ 4 分

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。



解：根据图中的条件，波的表达式：

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

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

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 π ，且反射波振幅为 A ，因此反射波的表达式为 $y_2 = A \cos[2\pi(t/T - x/\lambda) + \pi]$ 3 分
 （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 $y = y_1 + y_2$
 $= 2A \cos(2\pi x / \lambda - \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi t / T + \frac{1}{2}\pi)$

或 $= 2A \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \cos(2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{2}\pi)$ 3 分

(3) 波腹位置： $2\pi \frac{x}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$,
 $x = \frac{2k+1}{4}\lambda, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ 3 分

波节位置： $2\pi \frac{x}{\lambda} = k\pi$
 $x = \frac{k}{2}\lambda, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ 3 分

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 mm ，求光源发出的单色光的波长 λ 。

解：根据公式 $x = k\lambda D / d$
 相邻条纹间距 $\Delta x = D \lambda / d$
 则 $\lambda = d \Delta x / D$ 5 分
 $= 562.5 \text{ nm}.$ 3 分

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纹中心.

(1) 求此空气劈形膜的劈尖角 θ ;

(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

知第四条暗纹中心处, 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 λ' 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. ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

解: 中央明纹宽度

$$\Delta x \approx 2f\lambda / a = 2 \times 5.46 \times 10^{-4} \times 500 / 0.10 \text{ mm} \quad 5 \text{ 分}$$

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

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° , 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

$$a+b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad 3 \text{ 分}$$

(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 , φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹: 两式比较, 得

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

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

(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. 2 分

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.) 2 分