

# 南京航空航天大学

第 1 页 (共 4 页)

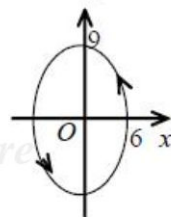
二〇一九 ~ 二〇二〇 学年 第 I 学期 《大学物理 I(2)》 考试试题											
考试日期: 2020 年 月 日				试卷类型:				试卷代号:			
班号			学号			姓名					
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

## 一、填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一弹簧振子作谐振动, 总能量为  $E$ , 若谐振动振幅增加为原来的 2 倍, 重物质量增加为原来的 4 倍, 则它的总能量为  
 (A)  $2E$  (B)  $4E$  (C)  $8E$  (D)  $16E$

2. 图中椭圆是两个互相垂直的同频率谐振动合成的图形, 已知  $x$  方向的振动方程为  $x = 6 \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ , 动点在椭圆上沿逆时针方向运动, 则  $y$  方向的振动方程应为

- (A)  $y = 9 \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ . (B)  $y = 9 \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ .  
 (C)  $y = 9 \cos(\omega t)$ . (D)  $y = 9 \cos(\omega t + \pi)$ .



3. A 和 B 两个相同的物体, 具有相同的温度, A 周围的温度低于 A, 而 B 周围的温度高于 B, 则 A、B 二物体在单位时间内辐射的能量  $E(A)$ 、 $E(B)$  的关系为:

- (A)  $E(A) > E(B)$ ; (B)  $E(A) < E(B)$ ; (C)  $E(A) = E(B)$ ;  
 (D) 无法判断

4. 在折射率  $n_3 = 1.60$  的玻璃片表面镀一层折射率  $n_2 = 1.38$  的  $MgF_2$  薄膜作为增透膜. 为了使波长为  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的光, 从折射率  $n_1 = 1.00$  的空气垂直入射到玻璃片上的反射尽可能地减少,  $MgF_2$  薄膜的厚度  $e$  至少是

- (A)  $250 \text{ nm}$ . (B)  $181.2 \text{ nm}$ .  
 (C)  $125 \text{ nm}$ . (D)  $90.6 \text{ nm}$ .

5. 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

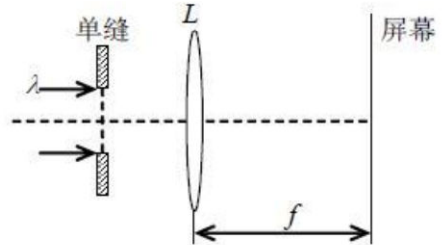
- (A) 它的势能转换成动能.  
 (B) 它的动能转换成势能.  
 (C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加.  
 (D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小.

6 强度为  $I_0$  的自然光, 经过两块互相叠合的偏振片后, 光强为  $I_0/8$ , 则这两块偏振片的偏振化方向夹角是

- (A)  $\pi/3$  (B)  $\pi/4$  (C)  $\pi/6$  (D)  $\pi/2$

7. 在如图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.



8. 在惯性参考系  $S$  中, 有两个静止质量都是  $m_0$  的粒子  $A$  和  $B$ , 分别以速度  $v$  沿同一直线相向运动, 相碰后合在一起成为一个粒子, 则合成粒子静止质量  $M_0$  的值为 ( $c$  表示真空中光速)

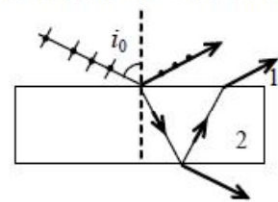
- (A)  $2m_0$ . (B)  $2m_0\sqrt{1-(v/c)^2}$ .  
 (C)  $\frac{m_0}{2}\sqrt{1-(v/c)^2}$ . (D)  $\frac{2m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ .

9. 一维无限深方势阱中, 已知势阱宽度为  $a$ . 应用测不准关系估计势阱中质量为  $m$  的粒子的零点能量为

- (A)  $\hbar/(ma^2)$ . (B)  $\hbar^2/(2ma^2)$ .  
 (C)  $\hbar^2/(2ma)$ . (D)  $\hbar/(2ma^2)$ .

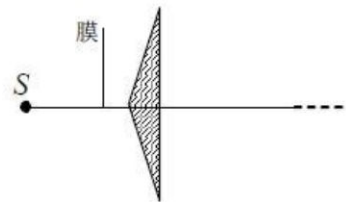
10. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图), 设入射角等于布儒斯特角  $i_0$ , 则在界面 2 的反射光

- (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.



## 二、填空题 (共 36 分)

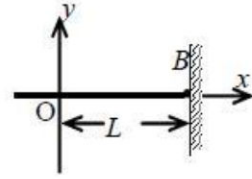
11. 在用钠光 ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) 照亮的缝  $S$  和双棱镜获得干涉条纹时, 将一折射率为 1.33 的平行平面透明膜插入双棱镜上半棱镜的光路中, 如图所示. 发现干涉条纹的中心极大 (零级) 移到原来不放膜时的第五级极大处, 则膜厚为\_\_\_\_\_.



12. 设沿弦线传播的一入射波的表达式是

$$y_1 = A \cos[2\pi(\nu t - \frac{x}{\lambda}) + \phi],$$

在  $x=L$  处 (B 点) 发生反射, 反射点为固定端 (如图). 设波在传播和反射过程中振幅不变, 则弦线上形成的驻波的表达式为  $y = \underline{\hspace{2cm}}$ .



13. 一物体作简谐振动, 周期为  $T$ , 求在第一个周期内经过: (1) 由平衡位置到位移最大处所需的时间为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; (2) 由平衡位置到位移最大处的  $1/2$  处所需的时间为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

14. 一质量为  $m$  的小球在一个光滑的半径为  $R$  的球形碗底作微小振动. 设  $t=0$  时,  $\theta=0$ , 小球的速度为  $v_0$ , 并向右运动. 求在振幅很小的情况下, 小球的运动方程为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

15. 已知有两谐振动在同一方向上运动, 方程为

$$x_1 = 5 \cos(10t + 0.75\pi) \text{ cm}; \quad x_2 = 6 \cos(10t + 0.25\pi) \text{ cm}$$

则合振动的振幅为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

16. 用牛顿环实验测单色光波长. 当用已知波长为  $\lambda = 589.3 \text{ nm}$  的光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离  $\Delta_1 = 4.00 \times 10^{-3} \text{ m}$ ; 当用未知的单色光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离  $\Delta_2 = 3.85 \times 10^{-3} \text{ m}$ , 则未知单色光的波长是  $\underline{\hspace{2cm}}$  (nm)

17. 一驻波方程为  $y = 0.5 \cos \frac{\pi x}{3} \cos 40\pi t$  ( $x, y$ : cm;  $t$ : s), 则形成驻波的两成分波的振幅为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 周期为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 波速为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 该驻波的两相邻波节之间距离为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

18. 波长  $\lambda = 600.0 \text{ nm}$  的单色光垂直入射在光栅上, 光栅常数  $d=3600 \text{ nm}$ , 则第三级明条纹的衍射角为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 欲使该条纹的衍射角为  $45^\circ$ , 则入射角应变为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 入射角与衍射角应在光栅平面法线  $\underline{\hspace{2cm}}$  (同或异) 侧.

19. 普朗克的量子假说是为了解释  $\underline{\hspace{2cm}}$  的实验规律而提出来的.

20. 一宇宙飞船以  $c/2$  ( $c$  为真空中的光速) 的速率相对地面运动. 从飞船中以相对飞船为  $c/2$  的速率向前方发射一枚火箭. 假设发射火箭不影响飞船原有速率, 则地面上的观察者测得火箭的速率为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

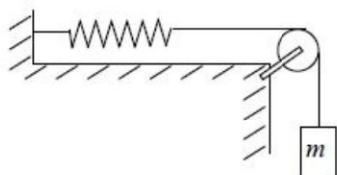
21. 电子的静止质量为  $m_0$ , 若以速度  $v=0.6c$  运动, 则它的德布罗意波波长为  $\underline{\hspace{2cm}}$ , 频率为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

### 三、计算题 (共 34 分)

22. (本题 10 分)

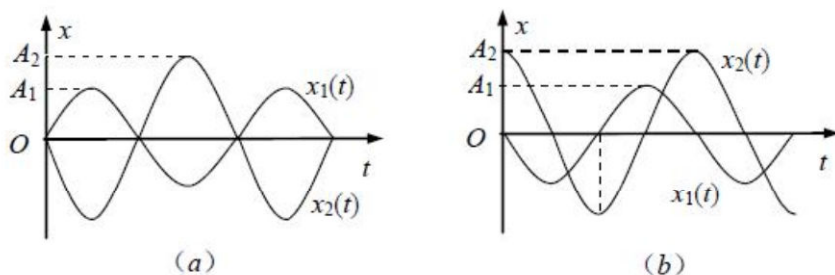


如图 11-3 所示, 水平轻质弹簧一端固定, 另一端所系轻绳绕过一滑轮垂挂一质量为  $m$  的物体。若弹簧劲度系数为  $k$ , 滑轮半径为  $R$ , 转动量为  $J$ 。(1) 证明物体作简谐振动; (2) 求振动周期; (3) 设  $t=0$  时弹簧无伸缩, 物体由静止下落, 写出物体的运动方程。



23. (本题 6 分)

图表示两个同方向、同频率的简谐振动曲线, 其频率为  $\omega$ , 分别求出 (a) 和 (b) 情形时: (1) 合振动振幅; (2) 合振动的振动方程。



24. (本题 7 分)

有一单缝, 缝宽  $a=0.60\text{mm}$ , 缝后放一焦距  $f=400\text{nm}$  的透镜, 现用一束白光 ( $400\sim 760\text{nm}$ ) 垂直入射, 并在交面处的屏幕上形成衍射条纹。求:

- (1) 哪些波长的光在离中心点  $x=1.4\text{mm}$  处的 p 点形成亮纹;
- (2) 它们在 p 点产生亮纹的级次;
- (3) 从 p 点看来, 该狭缝对这些波长可分成的半波带数

25. (本题 6 分)

在白光下, 观察一层置于空气中的折射率为 1.30 的薄油膜, 若观察方向与油膜表面法线成  $30^\circ$  角时, 可看到油膜呈蓝色(波长为  $480\text{nm}$ ), 试求油膜的最小厚度。如果从法向观察, 反射光呈什么颜色?

26. (本题 5 分)

一个电子的动能等于它的静能, 试求该电子的速率和德布罗意波长。

一、

1-5 BCCDC

6-10DCDBA

二、

11.

8.9  $\mu\text{m}$

12.

$$2A \cos\left[2\pi \frac{x}{\lambda} \pm \frac{1}{2}\pi - 2\pi \frac{L}{\lambda}\right] \times \cos\left[2\pi \nu t \pm \frac{1}{2}\pi + \phi - 2\pi \frac{L}{\lambda}\right]$$

13.

$T/4; T/12$

14.

$$\theta = \frac{v_0}{\sqrt{gR}} \cos\left(\sqrt{\frac{g}{R}} t - \frac{\pi}{2}\right).$$

15.

$A = \sqrt{61} \text{ cm}$  本资源免费共享 收集网站 [nuaa.store](http://nuaa.store)

16.

545.9

17.

$$A = 0.25 \text{ cm}; T = \frac{1}{20} \text{ s}; \nu = 120 \text{ cm/s}; \frac{\lambda}{2} = 3 \text{ cm}$$

18.

$30^\circ$ ;  $-11.95^\circ$ ; 异

19.

黑体辐射

20.

$$\frac{4}{5}c$$

21.

$$4h/3m_0c; 5m_0c^2/4h$$

三、

22.

(1) 取系统的静平衡位置为坐标原点，向下为正。

弹簧的初始变形量  $x_0 = \frac{mg}{k}$ 。

分别取重物、滑轮和弹簧为研究对象，则有

$$mg - T_1 = m \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad (T_1 - T_2)R = J\beta, \quad \beta = \frac{d^2 x / dt^2}{R}, \quad T_2 = k(x - x_0)$$

由上述方程可解得： $\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m + J/R^2} x = 0$  所以物体作简谐振动。(4分)

$$(2) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m + J/R^2}}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m + J/R^2}{k}} \quad (3 \text{分})$$

$$(3) \quad t = 0, \quad v_0 = 0, \quad A = x_0 = \frac{mg}{k}, \quad \varphi = \pi. \quad \therefore x = \frac{mg}{k} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m + J/R^2}} t + \pi\right)$$

(3分)

23.

本资源免费共享 收集网站 [nyaa.store](http://nyaa.store)

$$(a) \quad \varphi_2 - \varphi_1 = \pi, \quad A = |A_2 - A_1|, \quad x = |A_2 - A_1| \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (A_2 > A_1)$$

$$(b) \quad \varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}, \quad A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}, \quad \varphi = \tan^{-1} \frac{A_1}{A_2}, \quad (3 \text{分})$$

$$x = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \cos\left(\omega t + \tan^{-1} \frac{A_1}{A_2}\right) \quad (3 \text{分})$$

24.

分值：(1) 3分；(2) 2分；(3) 2分

解：(1) 由单缝衍射亮纹条件  $a \sin \varphi = (2K + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$   $k = 1, 2, \dots$

$$\text{而 } \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{x}{f} = 3.5 \times 10^{-3}, \quad \therefore \lambda = \frac{2a \sin \varphi}{2K + 1} = \frac{4200}{2K + 1} \text{ nm}$$

考虑在白光范围 (400.0 ~ 760.0 nm)，分别取  $K = 3, 4$ 。只有  $\lambda_1 = 600.0 \text{ nm}$  和  $\lambda_2 = 466.7 \text{ nm}$  (橙、蓝) 光在  $P$  点形成亮纹。

(2) 对  $\lambda_1 = 600.0 \text{ nm}$ ， $P$  点为  $K = 3$  的亮条纹；

对  $\lambda_2 = 466.7 \text{ nm}$ ， $P$  点为  $K = 4$  的亮条纹。

(3) 分成半波带数  $N = \frac{a \sin \varphi}{\lambda/2}$ ，对  $\lambda_1$ ， $N_1 = 7$ ；对  $\lambda_2$ ， $N_2 = 9$ 。

25.

(1)  $d=100\text{nm}$ ; (3分)

(2) 绿色光 (波长为  $520\text{nm}$ ) (3分)

26.

解:  $E_k = mc^2 - m_0c^2 = m_0c^2$ ,  $m = 2m_0$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = 2m_0, \quad \beta = \frac{v}{c} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.6 \times 10^8 \text{ m/s}$$