南京信息工程大学

21－22 学年 第 2 学期 大学物理 II(1) 期末试卷 A

参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 30 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	C	D	C	B	D	A	D	B	C
题号	11	12	13	14	15					
答案	A	B	A	B	A					

二、计算题 （本大题满分 10 分）

解 （1）$v_x = \dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -10 + 60t$，$v_y = \dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = 15 - 40t$ （2 分）

当 $t=0$ 时，$v_{0x} = -10\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$，$v_{0y} = 15\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$。

则初速度的矢量表达式为 $\vec{v}_0 = -10\hat{i} + 15\hat{j}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$。

初速度的大小为 $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{325} \approx 18\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$，

初速度方向与 x 轴正向夹角θ, 则 $\theta = \arctan\left(-\dfrac{3}{2}\right) \approx 123.69^\circ$。 （4 分）

（2）$a_x = \dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 60\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$，$a_y = \dfrac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = -40\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ （2 分）

则加速度的矢量表达式为 $\vec{a} = 60\hat{i} - 40\hat{j}\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$。

加速度的大小为 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{5200} \approx 72.11\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$，

加速度方向与 x 轴正向夹角φ, 则 $\varphi = \arctan\left(-\dfrac{2}{3}\right) \approx -33.69^\circ$。 （2 分）

三、计算题 （本大题满分 10 分）

解 （1）$\omega = \dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} = 9t^2\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}}$，$\alpha = \dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = 18t\ \mathrm{rad \cdot s^{-2}}$ （2 分）

任意时刻，质点的切向加速度为 $a_\tau = \alpha R = 18t\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$，

法向加速度为 $a_\mathrm{n} = \omega^2 R = 81t^4\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$。

当 $t = 2\ \mathrm{s}$ 时，质点的切向加速度 $a_\tau = 18 \times 2 = 36\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$，

法向加速度为 $a_\mathrm{n} = 81 \times 2^4 = 1296\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$。 （4 分）

（2）当加速度方向与半径成 45° 角时，有

$$\tan 45^\circ = \frac{a_\tau}{a_\mathrm{n}} = 1 = \frac{18t}{81t^4} = \frac{2}{9t^3}$$

解得 $$t^3=\frac{2}{9}$$

角坐标为 $\theta=2+3t^3=2+3\times\frac{2}{9}\approx 2.67\ \text{rad}$。（4 分）

四、计算题 （本大题满分 10 分）

解 设弹簧的最大压缩量为 Δx，小球与靶共同的运动速度为 V。由动量守恒定律，有

$$mv=\left(m+m'\right)V$$

可得此时靶的速度大小为 $V=\frac{mv}{m+m'}$。（5 分）

由机械能守恒定律，有

$$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\left(m+m'\right)V^2+\frac{1}{2}k\left(\Delta x\right)^2$$

解得弹簧的最大压缩距离为 $\Delta x=v\sqrt{\frac{mm'}{k\left(m+m'\right)}}$。（5 分）

五、计算题 （本大题满分 10 分）

解 （1）由转动定律，有

$$mg\frac{l}{2}=\left(\frac{1}{3}ml^2\right)\alpha$$

解得初始时刻的角加速度为 $\alpha=\frac{3g}{2l}$。（5 分）

（2）由机械能守恒定律，有

$$mg\frac{l}{2}\sin\theta=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}ml^2\right)\omega^2$$

解得杆转过 θ 角时的角速度为 $\omega=\sqrt{\frac{3g\sin\theta}{l}}$。（5 分）

六、计算题 （本大题满分 10 分）

解 （1）由图知 $\tan\theta=\frac{d}{L}=\frac{0.048\times10^{-3}}{0.12}=4\times10^{-4}$，故两块玻璃片之间的夹角为

$$\theta\approx\tan\theta=4.0\times10^{-4}\ \text{rad}$$ （4 分）

（2）设第 k 级明纹对应的空气膜厚度为 e_k，第 $\left(k+1\right)$ 级明纹对应的空气膜厚度为 e_{k+1}，由薄膜等厚干涉原理，有

$$\begin{cases}2e_k+\frac{\lambda}{2}=k\lambda\\2e_{k+1}+\frac{\lambda}{2}=\left(k+1\right)\lambda\end{cases}$$

所以相邻两块明纹间空气膜的厚度差为

$$\Delta e=\frac{\lambda}{2}=3.4\times10^{-7}\ \text{m}$$ （3 分）

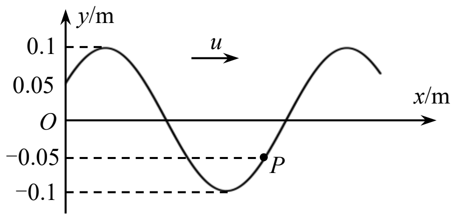
（3）设相邻两明纹的间距为 Δx，由几何关系有

$$\sin\theta = \frac{\Delta e}{\Delta x} = \frac{\lambda}{2\Delta x} \approx \tan\theta \approx \theta$$

相邻两明纹的间距为

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\theta} = \frac{680\times10^{-9}}{2\times4.0\times10^{-4}} = 8.5\times10^{-4}\ \text{m} = 0.85\ \text{mm} \qquad （3 分）$$

七、计算题 （本大题满分 10 分）



解 （1）设 O 点振动方程为 $y_O(t) = A\cos\left(\omega t + \varphi_O\right)$。由图可知 $A = 0.1\ \text{m}$。

因为 $t = 0$ 时，$y_O(t=0) = 0.05\ \text{m} = \dfrac{A}{2}$，则 $\cos\varphi_O = \dfrac{1}{2}$，$\varphi_O = \pm\dfrac{\pi}{3}$。

又因为 $t = 0$ 时，$v_O(t=0) = -A\omega\sin\varphi_O < 0$，则 $\sin\varphi_O > 0$，所以 $\varphi_O = \dfrac{\pi}{3}$。

由题知波长为 $\lambda = 2\ \text{m}$、波速为 $u = 10\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$，则波的频率为 $\nu = \dfrac{u}{\lambda} = \dfrac{10}{2} = 5\ \text{Hz}$，波的角频率为 $\omega = 2\pi\nu = 10\pi\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$。所以 O 点振动方程为

$$y_O(t) = 0.1\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\ \text{m} \qquad （3 分）$$

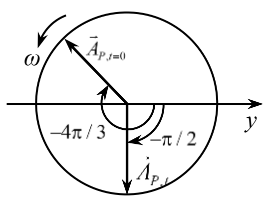
故该列平面简谐波的波函数为 $y\left(x,t\right) = 0.1\cos\left[10\pi\left(t - \dfrac{x}{10}\right) + \dfrac{\pi}{3}\right]\ \text{m}$。 （2 分）

（2）由图知 $t = 0$ 时，$y_P(t=0) = -\dfrac{A}{2}$、$v_P(t=0) < 0$，所以 $\varphi_P = -\dfrac{4\pi}{3}$（$P$ 点的相位落后于 O 点，故取负值）。所以 P 点的振动方程为

$$y_P = 0.1\cos\left(10\pi t - \frac{4\pi}{3}\right)\ \text{m} \qquad （2 分）$$

（3）根据（2）的结果可作旋转矢量图：$t = 0$ 时旋转矢量为 $\vec{A}_{P,t=0}$，相位为 $\varphi_{P\ t=0} = -\dfrac{4\pi}{3}$；$t_1$ 时刻，P 点第 1 次回到平衡位置，旋转矢量为 $\vec{A}_{P,t_1}$，相位为 $\varphi_{P,t_1} = -\dfrac{\pi}{2}$。自 $t = 0$ 至 t_1 时刻，旋转矢量经历的相位角为 $\Delta\varphi = \left(-\dfrac{\pi}{2}\right) - \left(-\dfrac{4\pi}{3}\right) = \dfrac{5}{6}\pi$，所以所需最短时间为

$$\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{5\pi/6}{10\pi} = \frac{1}{12}\ \text{s} \qquad （3 分）$$



八、计算题 （本大题满分 10 分）

解 （1）由光栅方程，有

$$d\sin\theta_{2明}=2\lambda$$

解得光栅常数为 $d=\dfrac{2\lambda}{\sin\theta_{2明}}=\dfrac{2\times6.0\times10^{-7}}{0.2}=6.0\times10^{-6}\ \text{m}$。（3 分）

（2）因为第 4 级明纹缺级，所以狭缝的宽度为

$$a=\frac{d}{4}=1.5\times10^{-6}\ \text{m}$$ （3 分）

（3）最大衍射明纹级次满足 $k_{\max}<\dfrac{d\sin90^\circ}{\lambda}=\dfrac{6\times10^{-6}\times1}{6\times10^{-7}}=10$ （2 分）

又因为缺级明纹级次满足 $k=k'\dfrac{d}{a}\quad\left(k'=\pm1,\pm2,\cdots\right)$，故 $k=\pm4,\pm8,\cdots$ 缺级，所以在 $-90^\circ<\theta<90^\circ$ 范围内，实际呈现的全部级数为 $0,\pm1,\pm2,\pm3,\pm5,\pm6,\pm7,\pm9$。（2 分）