华中科技大学 2018～2019 学年度第 1 学期

大学物理（二）课程考试卷（A）参考答案

考试日期：2019. 01. 12

一、选择题

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

二、填空题

1、 $\frac{5}{6}$

2、 400

3、 $2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}}$

4、 $\frac{2}{3}$

5、 0.08，$-\frac{\pi}{2}$

6、 $\frac{\lambda}{2}$，0

7、 $\frac{3\lambda}{4n_2}$

8、 9

9、 15

10、 空穴

三、计算题

1、解： $T_b = \dfrac{p_a T_a}{p_a} = 4T_a = 800\text{K}$ 1分

$\because\ p_c = \dfrac{p_a V_c^2}{V_a^2}$； $\therefore\ V_c = \sqrt{\dfrac{p_c}{p_a}} V_a = 2V_a$ 1分

$\because\ p_c V_c = RT_c$； $\therefore\ T_c = 8T_a = 1600\text{K}$ 1分

(1) $a \to$ b过程：

$Q_{ab} = C_V(T_b - T_a) = \dfrac{3}{2}R(4T_a - T_a) = \dfrac{9}{2}RT_a = 7\cdot48\times10^3(\text{J})$ 1分

$b \to$ c过程：

$Q_{bc} = C_p(T_c - T_b) = 10RT_a = 1.66\times10^4\ \ (\text{J})$ 1分

$c \to$ a过程：

$$Q_{ca} = C_V(T_a - T_c) + \int_{Vc}^{Va} \frac{p_a V^2}{V_a^2} dV$$

$$= \frac{3}{2}R(T_a - 8T_a) + \frac{P_a}{3V_a^2}(V_a^3 - V_c^3)$$

$$= -13.2RT_a = -2.19\times10^4(\text{J})$$ 3分

（2） $\eta = 1 - \dfrac{|Q_{ca}|}{Q_{ab} + Q_{bc}} = 9\%$ 2分

2、解： **(1)** $\because$ $t=0$时，$y_0=0, v_0>0$，$\therefore \phi_0=-\dfrac{\pi}{2}$故入射波函数为

$$y=A\cos[2\pi\nu(t-\frac{x}{u})-\frac{\pi}{2}] \qquad 2\text{分}$$

(2)反射波的波函数为

$$y_{反}=A\cos[2\pi\nu(t-\frac{2\times\frac{3\lambda}{4}-x}{u})-\frac{\pi}{2}+\pi]$$

$$=A\cos[2\pi\nu(t+\frac{x}{u})-\frac{\pi}{2}] \qquad 3\text{分}$$

此时驻波方程为

$$y=A\cos[2\pi\nu(t-\frac{x}{u})-\frac{\pi}{2}]+A\cos[2\pi\nu(t+\frac{x}{u})-\frac{\pi}{2}]$$

$$=2A\cos\frac{2\pi\nu x}{u}\cos(2\pi\nu t-\frac{\pi}{2}) \qquad 3\text{分}$$

故波节位置为：$\dfrac{2\pi\nu x}{u}=\dfrac{2\pi}{\lambda}x=(2k+1)\dfrac{\pi}{2}$

故 $x=(2k+1)\dfrac{\lambda}{4}$　　（$k=0,\pm1,\pm2,\cdots$）

根据题意，k只能取0,1，即 $x=\dfrac{1}{4}\lambda,\dfrac{3}{4}\lambda$　　　2分

3、解： 解法（一）：半波带法

θ=0 的方向上，所有的光线相消，为暗纹。 4 分

$a\sin\theta=\lambda$，狭缝分成两个半波带，但由于薄膜使光线位相相同，为明纹。

$a\sin\theta=2\lambda$，狭缝分成 4 个半波带，所有光线互相抵消，为暗纹。 3 分

同理。

$a\sin\theta=3\lambda$，狭缝分成六个半波带，但由于薄膜使光线位相相同，为明纹。

$a\sin\theta=4\lambda$，狭缝分成八个半波带，所有光线互相抵消，为暗纹。 3 分

$a\sin\theta=5\lambda$，狭缝分成十个半波带，但由于薄膜使光线位相相同，为明纹。

综上所述，暗纹的衍射角θ满足的关系为: $\dfrac{a\sin\theta}{\lambda}=0,\pm 2,\pm 4$

解法（二）：用费涅尔衍射公式

$$E_\theta=\int_{-\frac{a}{2}}^{0}c^{'}\mathrm{con}2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{r_0-x\sin\theta}{\lambda}+\pi\right)\mathrm{d}x+\int_{0}^{\frac{a}{2}}c^{'}\mathrm{con}2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{r_0-x\sin\theta}{\lambda}\right)\mathrm{d}x$$

$$=c\frac{[\cos\left(\dfrac{\pi a\sin\theta}{\lambda}\right)-1]}{\dfrac{\pi a\sin\theta}{\lambda}}\mathrm{con}2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{r_0}{\lambda}\right)$$ 5 分

则相对光强度为：

$$I_\theta=I_0\frac{(\cos\alpha-1)^2}{\alpha^2}\quad,\qquad(\ \alpha=\frac{\pi a\sin\theta}{\lambda})$$ 2 分

暗纹位置为 $\cos\alpha=1$， $\alpha=\dfrac{\pi a\sin\theta}{\lambda}=2k\pi$，即

$$\frac{a\sin\theta}{\lambda}=2k\qquad(k=-2，-1，0，1，2)$$ 3 分

4、解： （1）波函数归一化

$$\int_0^\infty |\phi(x)|^2 \mathrm{d}x = \int_0^\infty \left| A\sqrt{x}e^{-ax^2} \right|^2 \mathrm{d}x = 1$$ 2 分

$$\int_0^\infty A^2 x e^{-2ax^2} \mathrm{d}x = \frac{1}{4\alpha} A^2 = 1$$

$$A = \pm 2\sqrt{\alpha}$$ 1 分

（2）$\rho = |\phi(x)|^2 = \left| A\sqrt{x}e^{-ax^2} \right|^2 = A^2 x e^{-2ax^2}$ 1 分

令 $\dfrac{\mathrm{d}\rho}{\mathrm{d}x} = 0$，得 $4\alpha x^2 = 1$

$$x = \frac{1}{2\sqrt{\alpha}}$$ 2 分

（3）$\rho = \int_0^{\frac{1}{\sqrt{2\alpha}}} |\phi(x)|^2 \mathrm{d}x = \int_0^{\frac{1}{\sqrt{2\alpha}}} 4\alpha x e^{-2ax^2} \mathrm{d}x$ 2 分

$$= 1 - \frac{1}{e} = 0.632$$ 2 分