华中科技大学 2019～2020 学年度第 1 学期

《大学物理（二）》课程考试试卷（A 卷）参考答案

考试日期：2020.01. 03. 上午

一、选择题

CDABB　ABCAC

二、填空题

1. (2); (1)
2. 260;　-280
3. $\frac{24}{7}$=3.43 s；-2π/3
4. $^{14}_{7}N$
5. $9\lambda/(4n_2)$
6. $D\lambda/(\mathrm{d}n)$
7. $\frac{\pi}{6}$
8. 不变；变长；变长
9. p；空穴；n；
10. 单值、有限、连续；

三、计算题

计算题第 1 题解答：

解：（1）1→2：多方过程，升温升压

$$\Delta E_1 = C_V\left(T_2 - T_1\right) = \frac{5}{2}RT_1$$ 1 分

$$A_1 = \frac{1}{2}\left(p_1 + p_2\right)\left(V_2 - V_1\right) = \frac{1}{2}\left(p_2V_2 - p_1V_1\right) = \frac{1}{2}R\left(T_2 - T_1\right) = \frac{1}{2}RT_1$$ 1 分

$$Q_1 = \Delta E_1 + A_1 = \frac{5}{2}RT_1 + \frac{1}{2}RT_1 = 3RT_1$$ 1 分

2→3：绝热膨胀过程

$$Q_2 = 0$$ 1 分

$$\Delta E_2 = C_V\left(T_3 - T_2\right) = C_V\left(T_1 - T_2\right) = -\frac{5}{2}RT_1$$ 1 分

$$A_2 = -\Delta E_2 = \frac{5}{2}RT_1$$ 1 分

3→1：等温压缩过程

$$\Delta E_3 = 0$$ 1 分

$$A_3 = -RT_1\ln\frac{V_3}{V_1} = -RT_1\ln 8 = -2.08RT_1$$ 1 分

$$Q_3 = A_3 = -2.08RT_1$$ 1 分

（2）$\eta = 1 - \dfrac{\left|Q_3\right|}{Q_1} = 1 - \dfrac{2.08RT_1}{3RT_1} = 30.7\%$ 1 分

计算题第 2 题解答：

解：（1）从图中可以得到：

波的振幅 A 为：$A = 0.10\text{m}$，波长λ为：$\lambda = 20.0$ m；

所以波速为 u 为：$u = \lambda\nu = 20.0\times 250 = 5.0\times 10^3$（m/s） 2 分

由 P 的运动方向向上，波沿 Ox 轴负方向传播。

设波动方程为：

$$y = A\cos\left(\omega(t + \frac{x}{u}) + \varphi\right)$$ 1 分

从图中可知 $t = 0$ 时，x = 0 处的质点向下运动，且 $y = 0.05\text{m}$，可得：

$A/2 = A\cos\varphi$，$-\omega A\sin\varphi<0$ 可得：$\cos\varphi = 0.5$，$\sin\varphi > 0$，

得$\varphi = \pi/3$. 2 分

所以，波动方程为：$y = 0.10\cos\left(500\pi(t+\frac{x}{5000})+\frac{\pi}{3}\right)$ 2 分

式子各量取国际单位制的单位；

（2）$x = 7.5$ m 处质点的运动方程为：

$$y = 0.10\cos(500\pi t + 13\pi/12)$$ 1 分

该质点的振动速度为：

$$v = \frac{dy}{dt}|_{t=0} = -0.10\times 500\pi\, sin(13\pi/12)$$ 2 分

=40.6 (m/s)

计算题第 3 题解答：

解：（1）由次级条纹的暗纹数，可得 N=5；

由光栅方程 $d\sin\theta = k\lambda$， 1 分

将 k=2, $\sin\theta = 0.2$ 代入

d= $10\lambda = 6.0\times10^{-6}$m

因为第三级缺级，有 $\frac{d}{a} = 3$ 可得：

a= 2.0×10^{-6}m，b= 4.0×10^{-6}m。 2 分

（2）由光栅方程 $d\sin\theta = k\lambda$

可得：$k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = 10$；

屏幕上最多可呈现 13 条亮条纹，

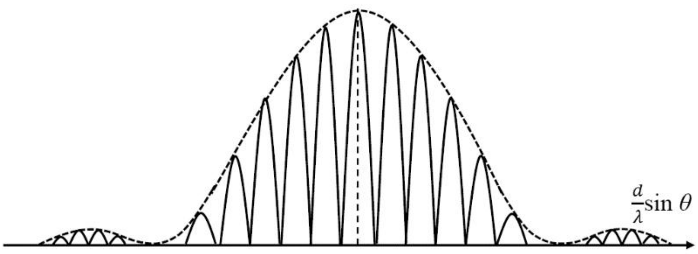
即 $k = 0$，±1，±2，±4，±5，±7，±8。

第 10 级条纹出现在无限远处，实际上看不到 3 分

（3）将奇数的缝挡住，变为双缝，此时 $d = 6a$，

屏幕上将呈现双缝衍射花样，且第 6 级缺级， 2 分

其光强分布示意图见下： 2 分



计算题第 4 题解答：

解：（1）把$\psi(x,t)=\phi(x)f(t)$代入薛定谔方程，得：

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\mathrm{d}^2\phi(x)}{\mathrm{d}x^2}+V(x)\ \phi(x)\right]\frac{1}{\phi(x)}=i\hbar\frac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}\frac{1}{f(t)}$$

等式两边都应是常数，设此常数为 *E*，即：

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\mathrm{d}^2\phi(x)}{\mathrm{d}x^2}+V(x)\ \phi(x)\right]\frac{1}{\phi(x)}=E$$

得定态薛定谔方程

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\mathrm{d}^2\phi(x)}{\mathrm{d}x^2}+V(x)\ \phi(x)=E\phi(x)$$

(2) 同理可得

$$i\hbar\frac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}\frac{1}{f(t)}=E$$

积分，得： $f(t)=e^{-\frac{i}{\hbar}t}$

(3)**解**薛定谔方程，可得波函数

$$\psi(x,t)=\phi(x)e^{-\frac{i}{\hbar}t}$$

粒子的位置概率密度为

$$\left|\psi(x,t)\right|^2=\psi(x,t)\psi(x,t)^*=\left|\phi(x)\right|^2$$

与时间无关，故称$\phi(x)$定态波函数。