2013 年上卷 1 答案

一、选择题（单选题，每小题 3 分，共 30 分）

1. (D) 2. (C) 3. (D) 4.(E) 5.(C)

6. (B) 7. (B) 8. (B) 9. (A) 10. (B)

二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 25.6 m/s^2，0.8 m/s^2

2. $\upsilon_0 + Ct^3/3$， $x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{12}Ct^4$

3. 18 J，6 m/s

4. J_A（ω_A − ω）/ ω

5. 4×10^{-2} m，$\frac{1}{2}\pi$

6. $\frac{3}{2}\lambda$

7. 0

8. 2

9. 速率区间 0 ~ υ_p 的分子数占总分子数的百分率； $\overline{\upsilon} = \dfrac{\int_{\upsilon_p}^{\infty} \upsilon f(\upsilon)\,\mathrm{d}\upsilon}{\int_{\upsilon_p}^{\infty} f(\upsilon)\,\mathrm{d}\upsilon}$

10. 状态几率增大， 不可逆的

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 解：(1) 选细棒、泥团为系统．泥团击中后其转动惯量为

$$J = \frac{1}{3}Ml^2 + m\left((3/4)l\right)^2 \qquad 1\text{ 分}$$

在泥团与细棒碰撞过程中对轴 O 的角动量守恒

$$m\upsilon_0 \cdot (3/4)l\cos\alpha = J\omega \qquad 2\text{ 分}$$

$$\therefore \qquad \omega = \frac{m\upsilon_0\cos\alpha\cdot(3/4)l}{\frac{1}{3}Ml^2 + \left(\frac{9}{16}\right)ml^2} = \frac{36m\upsilon_0\cos\alpha}{(16M+27m)l} \qquad 2\text{ 分}$$

(2) 选泥团、细棒和地球为系统，在摆起过程中，机械能守恒．

$$\frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}Mgl(1-\cos\theta) + (3/4)mgl(1-\cos\theta) \qquad 3\text{ 分}$$

$$(1-\cos\theta) = \frac{\frac{1}{2}(\frac{1}{3}Ml^2 + \frac{9}{16}ml^2)\omega^2}{\frac{1}{2}Mgl + \frac{3}{4}mgl}$$

$$\therefore \qquad \theta = \cos^{-1}\left[1 - \frac{(16M+27m)l\omega^2}{(48M+72m)g}\right]$$

$$= \cos^{-1}\left[1 - \frac{54m^2\upsilon_0^2\cos^2\alpha}{(2M+3m)(16M+27m)gl}\right] \qquad 2\text{ 分}$$

2. 解：选 O 点为坐标原点，设入射波表达式为

$$y_1 = A\cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$$ 2 分

则反射波的表达式是 $$y_2 = A\cos[2\pi(\nu t - \frac{\overline{OP} + \overline{DP} - x}{\lambda}) + \phi + \pi]$$ 2 分

合成波表达式（驻波）为 $$y = 2A\cos(2\pi x/\lambda)\cos(2\pi\nu t + \phi)$$ 2 分

在 $t = 0$ 时，$x = 0$ 处的质点 $y_0 = 0$， $(\partial y_0 / \partial t) < 0$，

故得 $$\phi = \frac{1}{2}\pi$$ 2 分

因此，D 点处的合成振动方程是

$$y = 2A\cos(2\pi\frac{3\lambda/4 - \lambda/6}{\lambda})\cos(2\pi\nu t + \frac{\pi}{2}) = \sqrt{3}A\sin 2\pi\nu t$$ 2 分

3. 解：(1) $a\sin\varphi = k\lambda$ $\quad \mathrm{tg}\varphi = x/f$ 2 分

当 $x \ll f$ 时，$\mathrm{tg}\varphi \approx \sin\varphi \approx \varphi$, $a x / f = k\lambda$ ， 取 $k = 1$ 有

$$x = f l / a = 0.03\ \mathrm{m}$$ 2 分

∴中央明纹宽度为 $$\Delta x = 2x = 0.06\ \mathrm{m}$$ 2 分

(2) $$(a + b)\sin\varphi = k'\lambda$$

$$k' = (a + b)x / (f\lambda) = 2.5$$ 2 分

取 $k' = 2$，共有 $k' = 0$，± 1，± 2 等 5 个主极大 2 分

4. 解：设 a 状态的状态参量为 p_0, V_0, T_0，则 $p_b = 9p_0$, $V_b = V_0$, $T_b = (p_b/p_a)T_a = 9T_0$ 1 分

∵ $$p_c = \frac{p_0 V_c^2}{V_0^2}$$ ∴ $$V_c = \sqrt{\frac{p}{p_0}}V_0 = 3V_0$$ 1 分

∵ $p_c V_c = RT_c$ ∴ $T_c = 27T_0$ 1 分

(1) 过程Ⅰ $$Q_V = C_V(T_b - T_a) = \frac{3}{2}R(9T_0 - T_0) = 12RT_0$$ 1 分

过程Ⅱ $$Q_p = C_p(T_c - T_b) = 45\,RT_0$$ 1 分

过程Ⅲ $$Q = C_V(T_a - T_c) + \int_{V_c}^{V_a}(p_0 V^2)\,\mathrm{d}V / V_0^2$$

$$= \frac{3}{2}R(T_0 - 27T_0) + \frac{p_0}{3V_0^2}(V_a^3 - V_c^3)$$

$$= -39RT_0 + \frac{p_0(V_0^3 - 27V_0^3)}{3V_0^2} = -47.7RT_0$$ 3 分

(2) $$\eta = 1 - \frac{|Q|}{Q_V + Q_p} = 1 - \frac{47.7RT_0}{12RT_0 + 45RT_0} = 16.3\%$$ 2 分