

2012 年上学期普通物理 A (1) 参考答案

一、选择题 (共 30 分, 每题 3 分)

(D) (D) (C) (C) (A) (A) (E) (B) (B) (B)

二、填空题 (共 30 分)

1. 0.1 m/s^2 ; 2. $18 \text{ N} \cdot \text{s}$; 3. 6.54 rad/s^2 4.8 s; 4. $\frac{6v_0}{(4 + 3M/m)l}$;

5. 速率区间 $0 \sim v_p$ 的分子数占总分子数的百分率; $\bar{v} = \frac{\int_{v_p}^{\infty} v f(v) dv}{\int_{v_p}^{\infty} f(v) dv}$

6. 291 Hz 或 309 Hz (只答一个的扣 1 分); 7. 0.02

8. $\frac{3}{2}\lambda$, 或 $\frac{3}{2}\lambda < e < \frac{4}{2}\lambda$; 9. 1.34; 10. $\pi/2 - \arctg(n_2/n_1)$.

三、计算题 (共 40 分, 每题 10 分)

1. 解: 取 $dS = bdr$. $v = \omega r$, 所受的阻力为 $df = kv^2 dS = k\omega^2 r^2 bdr$,

阻力产生的力矩为 $dM = r df = k\omega^2 r^3 bdr$,

因此合力矩为 $M = \int_0^a k\omega^2 br^3 dr = \frac{1}{4} k\omega^2 ba^4$. 4 分

$I = ma^2/3$, 其角加速度为 $\beta = -\frac{M}{I} = -\frac{3k\omega^2 ba^2}{4m}$, 1 分

负号表示角加速度的方向与角速度的方向相反.

由于 $\beta = d\omega/dt$, 可得转动的微分方程 $\frac{d\omega}{dt} = -\frac{3k\omega^2 ba^2}{4m}$, 2 分

分离变量得 $\frac{3kba^2}{4m} dt = -\frac{d\omega}{\omega^2}$, 积分得 $\frac{3kba^2}{4m} t = \frac{1}{\omega} + C$.

当 $t = 0$ 时, $\omega = \omega_0$, 因此转动方程为 $\frac{3kba^2}{4m} t = \frac{1}{\omega} - \frac{1}{\omega_0}$. 2 分

当 $\omega = \omega_0/2$ 时, 解得时间为 $t = \frac{4m}{3kba^2\omega_0}$. 1 分

2. 解: 选 O 点为坐标原点, 设入射波表达式为

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

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: $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \nu C_p(T_B - T_A), \quad Q_2 = \nu C_p(T_C - T_D) \\ \frac{Q_2}{Q_1} &= \frac{T_C - T_D}{T_B - T_A} = \frac{T_C(1 - T_D/T_C)}{T_B(1 - T_A/T_B)} \end{aligned}$$
 4 分

根据绝热过程方程得到:

$$p_A^{\gamma-1} T_A^{-\gamma} = p_D^{\gamma-1} T_D^{-\gamma}, \quad p_B^{\gamma-1} T_B^{-\gamma} = p_C^{\gamma-1} T_C^{-\gamma}$$

$$\begin{aligned} \therefore p_A &= p_B, \quad p_C = p_D, \\ \therefore T_A / T_B &= T_D / T_C \end{aligned}$$
 4 分

故 $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_C}{T_B} = 25\%$ 2 分

4. 解: $\therefore a+b = (1/300) \text{ mm} = 3.33 \mu\text{m}$ 1 分

(1) $(a+b) \sin \psi = k\lambda$

$\therefore k\lambda = (a+b) \sin 24.46^\circ = 1.38 \mu\text{m}$

$\therefore \lambda_R = 0.63 \sim 0.76 \mu\text{m}; \lambda_B = 0.43 \sim 0.49 \mu\text{m}$

对于红光, 取 $k=2$, 则 $\lambda_R = 0.69 \mu\text{m}$ 2 分

对于蓝光, 取 $k=3$, 则 $\lambda_B = 0.46 \mu\text{m}$ 1 分

红光最大级次 $k_{\max} = (a+b) / \lambda_R = 4.8$, 1 分

取 $k_{\max}=4$ 则红光的第 4 级与蓝光的第 6 级还会重合. 设重合处的衍射角为 ψ' , 则

$$\sin \psi' = 4\lambda_R / (a+b) = 0.828$$

$\therefore \psi' = 55.9^\circ$ 2 分

(2) 红光的第二、四级与蓝光重合, 且最多只能看到四级, 所以纯红光谱的第一、三级将出现.

$$\sin \psi_1 = \lambda_R / (a+b) = 0.207 \quad \psi_1 = 11.9^\circ$$
 2 分

$$\sin \psi_3 = 3\lambda_R / (a+b) = 0.621 \quad \psi_3 = 38.4^\circ$$
 1 分