

2015—2016 学年第二学期

工科 80 学时《大学物理》期中试卷 A 卷答案

一、选择题（共 10 小题，每小题 3 分，共计 30 分）

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

二、简单计算与问答题（共 6 小题，每小题 5 分，共计 30 分）

1、（本题 5 分）

解：设时刻 t 齿尖 P 的速率为 v ，切向加速度 a_t ，法向加速度 a_n ，则

$$v = ds / dt = v_0 + bt \quad 2 \text{ 分}$$

$$a_t = dv / dt = b \quad 1 \text{ 分}$$

$$a_n = v^2 / R = (v_0 + bt)^2 / R \quad 1 \text{ 分}$$

所以， t 时刻齿尖 P 的加速度为

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{b^2 + (v_0 + bt)^4 / R^2} \quad 1 \text{ 分}$$

2.（本题 5 分）

解：（1）由 $\frac{dv}{dt} = a = \frac{F}{m} = t^2$ 得速度为 $v = \frac{1}{3}t^3$ 1 分

变力 F 的功则为

$$W = \int dW = \int F dx = \int F v dt = \frac{4}{3} \int_0^t t^5 dt = \frac{2}{9} t^6$$

将 $t=3s$ 代入得前 3s 内的功为 $W=162J$ 2 分

（2） $t=3s$ 时，由动能定理得动能为 $E_k=W=162J$ 2 分

另解：由动能定理 $t = 3s, v = 9m/s$ ， $W = E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 162J$

3、（本题 5 分）

解：由势能的定义知 r 处的势能 E_p 为：

$$E_p = \int_r^\infty \vec{f} \cdot d\vec{r} = \int_r^\infty f dr = \int_r^\infty \frac{k}{r^2} dr \quad 3 \text{ 分}$$

$$= -k \frac{1}{r} \Big|_r^\infty = \frac{k}{r} \quad 2 \text{ 分}$$

4、(本题 5 分)

解: $J = \sum_{i=1}^n \Delta m_i r_i^2$ 得:

$$J = 4m(3l)^2 + 3m(2l)^2 + 2ml^2 = 50ml^2 \quad 5 \text{ 分}$$

5、(本题 5 分)

答: 此 φ 角不是振动的初相位。 2 分

此时单摆处于正的最大角位移处, 由旋转矢量法可知单摆的初相位应该是 0。 3 分

6、(本题 5 分)

解: $\int_{v_0}^{\infty} f(v) dv$ 1 分

$$\int_{v_0}^{\infty} Nf(v) dv \quad 2 \text{ 分}$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{2} mv^2 f(v) dv \quad 2 \text{ 分}$$

三. 计算题 (共 4 小题, 每小题 10 分, 共计 40 分)

1、(本题 10 分)

解: 两小车碰撞为弹性碰撞, 在碰撞过程中当两小车相对静止时, 两车速度相等. 1 分

在碰撞过程中, 以两车和弹簧为系统, 动量守恒, 机械能守恒.

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v \quad \textcircled{1} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + \frac{1}{2} k_1 x_1^2 + \frac{1}{2} k_2 x_2^2 \quad \textcircled{2} \quad 2 \text{ 分}$$

x_1 、 x_2 分别为相对静止时两弹簧的压缩量. 由牛顿第三定律

$$k_1 x_1 = k_2 x_2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$x_1 = \left[\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{k_2}{k_1 (k_1 + k_2)} \right]^{1/2} v_0 \quad 1 \text{ 分}$$

相对静止时两车间的相互作用力

$$F = k_1 x_1 = \left[\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \right]^{1/2} v_0 \quad 2 \text{ 分}$$

2、(本题 10 分)

解：受力分析如图所示。

设重物的对地加速度为 a ，向上。则绳的 A 端对地有加速度 a 向下，人相对于绳虽为匀速向上，但相对于地其加速度仍为 a 向下。 2 分

根据牛顿第二定律可得：

对人： $Mg - T_2 = Ma$ ① 2 分

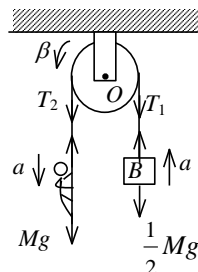
对重物： $T_1 - \frac{1}{2}Mg = \frac{1}{2}Ma$ ② 2 分

根据转动定律，对滑轮有

$$(T_2 - T_1)R = J\beta = MR^2\beta/4$$
 ③ 2 分

因绳与滑轮无相对滑动， $a = \beta R$ ④ 1 分

①、②、③、④四式联立解得 $a = 2g/7$ 1 分



3、(本题 10 分)

解：(1) 由 P 点的运动方向，可判定该波向左传播。 1 分

原点 O 处质点， $t = 0$ 时

$$\sqrt{2}A/2 = A\cos\phi, \quad v_0 = -A\omega\sin\phi < 0$$

所以 $\phi = \pi/4$ 2 分

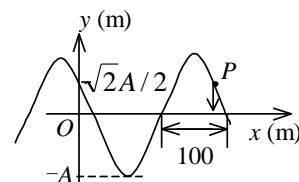
O 处振动方程为 $y_0 = A\cos(500\pi t + \frac{1}{4}\pi)$ (SI)

由图可判定波长 $\lambda = 200$ m，故波动表达式为

$$y = A\cos[2\pi(250t + \frac{x}{200}) + \frac{1}{4}\pi] \quad (\text{SI})$$
 4 分

(2) 距 O 点 100 m 处质点的振动方程是

$$y_1 = A\cos(500\pi t + \frac{5}{4}\pi)$$
 3 分



4、(本题 10 分)

解：单原子分子的自由度 $i=3$ 。从图可知， ab 是等压过程，

$$V_a/T_a = V_b/T_b, \quad T_a = T_c = 600 \text{ K}$$

$$T_b = (V_b/V_a)T_a = 300 \text{ K}$$
 1 分

(1) $Q_{ab} = C_p(T_b - T_c) = (\frac{i}{2} + 1)R(T_b - T_c) = -6.23 \times 10^3 \text{ J}$ (放热) 2 分

$Q_{bc} = C_v(T_c - T_b) = \frac{i}{2}R(T_c - T_b) = 3.74 \times 10^3 \text{ J}$ (吸热) 1 分

$Q_{ca} = RT_c \ln(V_a/V_c) = 3.46 \times 10^3 \text{ J}$ (吸热) 2 分

(2) $W = (Q_{bc} + Q_{ca}) - |Q_{ab}| = 0.97 \times 10^3 \text{ J}$ 2 分

(3) $Q_1 = Q_{bc} + Q_{ca}, \quad \eta = W/Q_1 = 13.47\%$ 2 分