

《 大学物理学 》课程试题 A

答案及评分标准

一、选择题（单选题，每小题 3 分，共 30 分）

1A; 2B; 3C; 4D; 5A; 6C; 7 B; 8C

二、填空题（每小题 2 分，共 20 分）

1、28 N.s; 2、无关 有关; 3、不守恒 守恒;

4、 $2k\pi(k \in Z)$; 5、减小;

6、纵; 7、概率;

8、平均平动动能; 9、吸;

10、衍射。

三、判断题（每题 1 分，共 6 分）

1、T 2、F 3、F 4、T 5、F 6、F

三、计算题（共 6 题，选其中 5 题作，每小题 10 分，共 50 分）

1、解：由运动学方程 $x = 1/2ct^2$ ，可得物体的速度 $v = \frac{dx}{dt} = ct$ （2 分）

按题意及上述关系，物体所受阻力的大小为

$$F = kv = kct = \sqrt{2kc^{1/2}} x^{1/2} \quad (2 \text{ 分})$$

则阻力的功为

$$W = \int_0^l \mathbf{F} \cdot d\mathbf{x} = \int_0^l F \cos 180^\circ dx = -\int_0^l kc^{1/2} x^{1/2} dx = -\frac{2}{3} \sqrt{2kc^{1/2}} l^{3/2} \quad (6 \text{ 分})$$

2、解：（1）蜘蛛垂直下落至转台边缘时，由系统的角动量守恒定律，有

$$J_0 \omega_a = (J_0 + J_1) \omega_b \quad (3 \text{ 分})$$

式中 $J_0 = \frac{1}{2} m' R^2$ 为转台对其中心轴的转动惯量， $J_1 = m R^2$ 为蜘蛛刚落至台面边缘时，它对轴的转动惯量。于是可得

$$\omega_b = \frac{J_0}{J_0 + J_1} \omega_a = \frac{m'}{m' + 2m} \omega_a \quad (2 \text{ 分})$$

（2）在蜘蛛向中心轴处慢慢爬行的过程中，其转动惯量将随半径 r 而改变，即 $J_2 = m r^2$ 。在此过程中，由系统角动量守恒，有

$$J_0 \omega_a = (J_0 + J_2) \omega_c \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{则 } \omega_c = \frac{J_0}{J_0 + J_2} \omega_a = \frac{m' R^2}{m' R^2 + 2m r^2} \omega_a \quad (2 \text{ 分})$$

3、若简谐运动方程为 $x = 0.10 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (SI制)，求：

（1）物体到达平衡位置时的速度大小；

（2）初始时刻的加速度。

解：（1）速度表达式为

$$(2 \text{ 分}) \quad v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = -2\pi \sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

平衡位置时，速度最大

$$(3 \text{ 分}) \quad v = 2\pi \approx 6.28 \text{ m/s}$$

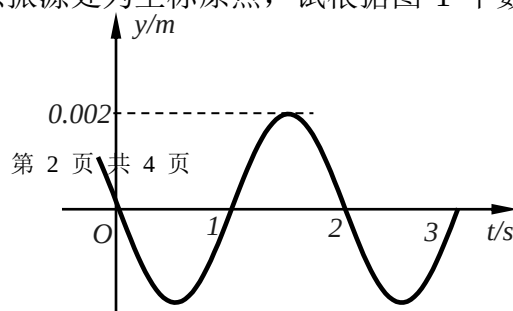
（2）根据简谐振动中加速度与位置的关系

$$(2 \text{ 分}) \quad a = -\omega^2 x$$

所以初始时刻的加速度为

$$(3 \text{ 分}) \quad a = -(20\pi)^2 \times 0.10 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \approx 2.79 \times 10^2 \text{ m/s}^2$$

4、一振源在介质内作谐振动，图 1 为它的振动曲线。此振源向 x 轴正方向发出一平面简谐波，波速为 0.3 m/s 。若以振源处为坐标原点，试根据图 1 中数据，写出波动方程。



解：由图中可以得到

$$(2 \text{ 分}) \quad \begin{aligned} A &= 0.002 \text{ m} \\ T &= 2 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{所以 } (2 \text{ 分}) \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$$

(3 分) 坐标原点处质点处在平衡位置，且向 y 轴负向运动，故初相是 $\varphi = \frac{\pi}{2}$

$$(3 \text{ 分}) \quad \text{所以波动方程为 } y = 0.002 \cos \left[\pi \left(t - \frac{x}{0.3} \right) + \frac{\pi}{2} \right] \quad (\text{m})$$

$$5、\text{解：} \quad \bar{\varepsilon}_k = \frac{3}{2} kT \quad (2 \text{ 分})$$

$$T = \frac{2\bar{\varepsilon}_k}{3k} = \frac{2 \times 3.89 \times 10^{-22}}{3 \times 1.38 \times 10^{-23}} = 18.8 \text{ K} \quad (4 \text{ 分})$$

$$p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{mRT}{MV} = 3.9 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (4 \text{ 分})$$

6、如图 2 所示，2mol 氧气（视为刚性双原子分子）开始在状态 A，压强为 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，体积为 $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，沿直线变化到状态 B，压强变为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，体积变为 $3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，求：

(1) 此过程中气体所作的功。

(2) 吸热还是放热，大小是多少？

解：(1) 根据气体做功定义

$$W = \int_{V_A}^{V_B} p dV$$

即 p-V 图中过程曲线与 V 轴所夹梯形面积，所以气体对外做功为

$$(5 \text{ 分}) \quad W = \frac{1}{2} (p_A + p_B) (V_B - V_A) = 150 \text{ J}$$

(2) 氧气是双原子分子，自由度为 5，内能为

$$(1 \text{ 分}) \quad E = \nu \cdot \frac{i}{2} RT = 5RT$$

(1 分) 再根据物态方程 $pV = \nu RT$

从状态 A 到状态 B 内能的变化为

$$(1 \text{ 分}) \quad \Delta E = E_B - E_A = 5RT_B - 5RT_A = \frac{5}{2} (p_B V_B - p_A V_A) = -250 \text{ J}$$

由热力学第一定律得到

$$(2 \text{ 分}) \quad Q = \Delta E + W = -250 + 150 = -100 \text{ J}$$

所以此过程放热 100J.

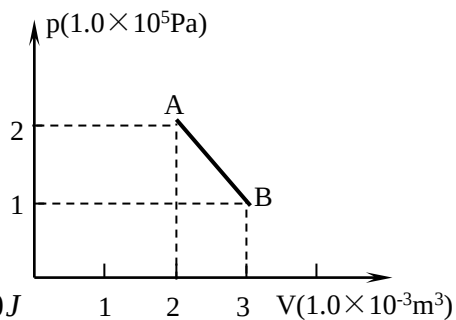


图 2

