

普通物理 (乙型)

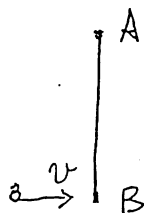
乙. 一质量为 M 的长为 L 的

细杆 AB 悬挂于 A 点, 可绕过 A 点的水平轴自由转动,

~~细杆上~~ 一块质量同为 M 的油灰, 水平以水平速度 v

打在静止杆下端 B 点, 并粘在一起, 如杆能绕

过 A 的水平轴转动, 油灰碰前瞬间的最小速度为多少?



乙型答案

解: 在碰撞过程中角动量守恒 (对点 A).

$$MvL = (\frac{1}{3}ML^2 + ML^2)\omega$$

$$\therefore v = \frac{4}{3}\omega L$$

为使杆 AB 能转动, 则 AB 在转动 180° 时至少

还有速度 $v=0$, 即 $E_k=0$, 在此位置状态下,

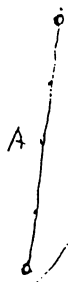
由机械能守恒:

$$\frac{1}{2}(\frac{1}{3}ML^2 + ML^2)\omega^2 = 2MgL + MgL$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{4}{3}ML^2\omega^2 = 2MgL$$

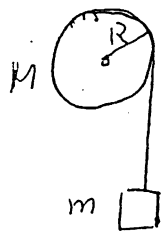
$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{9g}{2L}}$$

$$\therefore v_{\min} = \frac{4}{3}\omega L = \frac{4L}{3}\sqrt{\frac{9g}{2L}} = \sqrt{8gL}$$



乙

飞轮的总质量为 $M=25\text{ kg}$ 的圆盘状飞轮, 可绕其中心轴自由转动, 一轻绳绕于半径为 $R=0.2\text{ m}$ 的飞轮边缘, 一质量为 $m=10\text{ kg}$



的物体挂于绳子的下立端 (如图所示), 试计算飞轮的角加速度的和物体的加速度; (2) 当绳子拉下 5 m 时飞轮获得的动能。

(答: 角加速度: $I = \frac{1}{2}MR^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 0.2^2 = 0.5\text{ kg}\cdot\text{m}^2$



(1)

$$I = \frac{1}{2}MR^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 0.04 = 0.5\text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

$$\begin{cases} T - T' = ma \\ RT = I\beta \\ a = a_t = \beta R, T' = T \end{cases}$$

$$\text{解: } \beta = \frac{Rmg}{\frac{1}{2}MR^2 + mR^2} = \frac{0.2 \times 98}{0.5 + 10 \times 0.2^2} = 21.8\text{ rad}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$a = \beta R = 21.8 \times 0.2 = 4.36\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

(2). 由机械能守恒:

$$mgl = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \omega R$$

$$\text{解: } \omega^2 = \frac{2mgl}{I + mR^2}$$

$$\therefore E_K = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}MR^2 \cdot lmg}{\frac{1}{2}MR^2 + mR^2} = 272.2\text{ J}$$

答: 安 (乙 #11)

$$3) \quad B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2r} \cdot \frac{3}{4}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2r} \cdot \frac{1}{4}$$

$$I_1 = \frac{1}{4} I, \quad I_2 = \frac{3}{4} I$$

$$\therefore |B_1| = |B_2|, \quad \vec{B}_{\Sigma} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = |\vec{B}_1| - |\vec{B}_2| = 0$$

4)

$$a) \quad \vec{v} = \underline{\omega} \times \underline{r} = \omega r \sin \theta \underline{e}_{\phi}$$

$$b) \quad \mathcal{E} = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{e} = \int v B dr \cos \alpha \quad (\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta)$$

$$= \int \omega B r dr \sin \theta \cos \alpha$$

$$= \omega B \sin^2 \theta \int_0^L r dr = \frac{1}{2} \omega B L^2 \sin^2 \theta$$

5)

1) 干涉条纹为 $|3\rangle$ 与 $|2\rangle$ 干涉。

$$2) \quad \Delta L \approx t \cos \theta \approx t (1 - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2})$$

$$\approx t (1 - \frac{\theta^2}{2}) \approx t (1 - \frac{(X/D)^2}{2}) = k \lambda$$

$$\therefore X^2 = 2D^2 (1 - \frac{k \lambda}{t})$$

$$X = D \sqrt{2 (1 - \frac{k \lambda}{t})}$$

乙卷答案:

[解]: 由于小房间通过小孔与室外大气相通, 故室内空气始终保持大气压强, 即室内空气压强 $p = 1 \text{ atm}$, 而室内空间体积 $V = 2.8 \times 10 \text{ m}^3 = 28 \text{ m}^3$ 也保持不变. 由状态方程 $pV = \frac{M}{\mu} RT$ 可知, 室内空气的质量 M 与温度 T 的乘积为常数, 即 $MT = C$. 室内温度从 0°C 升至 20°C 空气吸收的热量 (即需要消耗的电能) 为

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} M c_p dT = \int_{T_1}^{T_2} \frac{M_1 T_1}{T} c_p dT = M_1 T_1 c_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} \\ = M_1 T_1 c_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

这里 $M_1 = pV = 0.00129 \times 10^3 \times 28 \text{ kg} = 3.61 \times 10^1 \text{ kg}$, $T_1 = 273.15 \text{ K}$, $T_2 = 293.15 \text{ K}$, $c_p = 0.238 \text{ Cal/g} \cdot \text{K} = 0.995 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$. 将上面数值代入上式得

$$Q = 3.61 \times 10^1 \times 273.15 \times 0.995 \times 10^3 \times \ln \frac{293.15}{273.15} \text{ J} \\ = 6.93 \times 10^5 \text{ J}$$

消耗的电能 $E = Q = 6.93 \times 10^5 \text{ J}$.

乙型原子物理考题及答案

已知磁感应强度增加 $\Delta B = 0.5000$ 特斯拉时, 某个单重态的裂距总宽度增加 $1.736 \times 10^{-4} \text{ eV}$, 试指出: (1) 处于此态原子的朗德因子 g 的值; (2) 处于此态原子的 J 值. 已知 $\mu_B = 5.788 \times 10^{-5} \text{ eV} \cdot \text{T}^{-1}$.

解:

$$\because \text{单重态}, 2S+1=1, \therefore S=0, \quad \therefore J=L$$

$$\therefore g = 1 + \frac{J(J+1) - L(L+1) + S(S+1)}{2J(J+1)} \quad \therefore g = 1$$

$$\therefore \Delta E = Mg\mu_B B \quad M = J, J-1, \dots, -J$$

$$\therefore \text{磁场中裂距总宽度为: } 2Jg\mu_B B$$

$$\text{磁场中裂距总宽度增加值为 } 2Jg\mu_B \Delta B$$

$$J = \frac{1.736 \times 10^{-4} \text{ eV}}{2g\mu_B \Delta B}$$

$$= \frac{1.736 \times 10^{-4}}{2 \times 1 \times 5.788 \times 10^{-5} \times 0.5000} \approx 3.00$$