

北京邮电大学 2017—2018 学年第 2 学期

《大学物理 B(上)》期末试卷 A 答案

一、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

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

二、填空题 (每空 3 分, 共 30 分)

(1) $x = 15 \text{ m}$, $v = 16 \text{ m/s}$ (2) $\frac{q}{6\epsilon_0}$ (3) $-W_0$

(4) $\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ 或 $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_2}$ (5) $\frac{\epsilon_0 S}{2d}(\epsilon_r + 1)$ 或 $\frac{(\epsilon_r + 1)S}{8\pi kd}$ (6) $C_0 U^2/4$

(7) $\frac{\mu_0 \mu_r I^2}{8\pi^2 r^2}$ (8) $\pi R^3 \lambda B \omega$ (9) $2v/\omega$

三、计算题 (10 分)

解: 设小物体沿 A 轨滑至地面时的速度为 v , A 轨的速度为 v_A , 对小物体与 A 组成的系统,

机械能守恒: $mgh_0 = \frac{1}{2} M v_A^2 + \frac{1}{2} m v^2$, 水平方向动量守恒: $-M v_A + m v = 0$ (4 分)

联立可得 $v = \sqrt{\frac{2Mgh_0}{M+m}}$ (1 分)

当小物体以初速 v 沿 B 轨上升至最大高度 H 时, 竖直速度为零, 小物体与 B 有共同的水平速度 u ,

机械能守恒 $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} (M+m) u^2 + m g H$, 水平动量守恒 $m v = (m+M) u$ (4 分)

联立可得 $H = \left(\frac{M}{M+m}\right)^2 h_0$ (1 分)

四、计算题 (10 分)

解: 把转台与四人视作一系统, 所受外力有: 转台重力 $G_{\text{台}} = mg$, 两人共受重力

为 $G_A = mg/2$, 另两人共受重力亦为 $G_A = mg/2$, 轴的支承力为 N , 各力皆平行

于转轴 Oz , 它们对轴的合外力矩 $\sum_i M_{zi} = 0$, 故系统对轴角动量守恒。 (2 分)

已知转台的半径为 r , 则转台对轴的转动惯量为 $mr^2/2$, 距轴 $r/2$ 处的两人对轴的转动惯量为 $(m/2)(r/2)^2$, 台边两人对轴的转动惯量为 $(m/2)r^2$; 台边两人的速度为 v ,

方向顺着转台的转向, 距轴 $r/2$ 处的两人速度为 $2v$, 但方向逆着转台的转向, 按角动量守恒定律, 设人走动时转台的角速度为 ω_1 , 则

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}mr^2\omega_0 + \frac{m}{2}\left(\frac{r}{2}\right)^2\omega_0 + \frac{m}{2}r^2\omega_0 \\ &= \frac{1}{2}mr^2\omega_1 + \frac{m}{2}\left(\frac{r}{2}\right)^2\omega_1 + \frac{m}{2}r^2\omega_1 + \frac{m}{2}vr - \frac{m}{2}(2v)\frac{r}{2} \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

由此可解得人走动时转动台的角速度 $\omega_1 = \omega_0$ (1 分)

(2) 四个人皆顺着转台的转向走动, 走动时转台的角速度为 ω_2 , 同理可列出

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}mr^2\omega_0 + \frac{m}{2}\left(\frac{r}{2}\right)^2\omega_0 + \frac{m}{2}r^2\omega_0 \\ &= \frac{1}{2}mr^2\omega_2 + \frac{m}{2}\left(\frac{r}{2}\right)^2\omega_2 + \frac{m}{2}r^2\omega_2 + \frac{m}{2}vr + \frac{m}{2}(2v)\frac{r}{2} \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

由此可解得得人走动时转台的角速度为 $\omega_2 = \omega_0 - \frac{8v}{9r}$ (1 分)

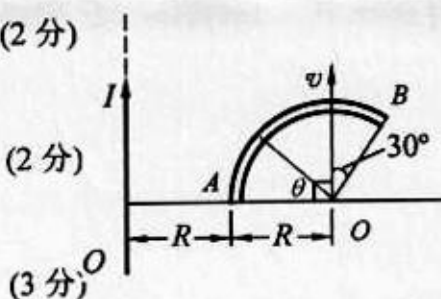
五、计算题 (10分)

解 1: (等效法) 连接 AO 、 OB , 圆弧形导线与 AO 、 OB 形成闭合回路, 闭合回路的电动势为 0, 所以圆弧形导线电动势与 AOB 直导线的电动势相等。 (2 分)

$$\varepsilon_{AO} = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = - \int_R^{2R} \frac{\mu_0 I v}{2\pi x} dx = - \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln 2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\varepsilon_{OB} = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = - \int_{2R}^5 \frac{\mu_0 I v}{2\pi x} dx = - \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{5}{4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\therefore \varepsilon_{AB} = \varepsilon_{AO} + \varepsilon_{OB} = - \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{5}{2}$$



方向由 B 到 A (1 分)

解 2: (直接讨论圆弧切割磁感应线) 从圆心处引一半径线, 与水平负向夹角为 θ ,

$$\text{那么, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I}{2\pi(2R - R \cos \theta)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R(2 - \cos \theta)}, \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{再由 } \varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} \text{ 有: } d\varepsilon = B \cdot R d\theta \cdot v \sin \theta, \quad (3 \text{ 分})$$

$$\therefore \varepsilon = - \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \frac{\mu_0 I}{2\pi R(2 - \cos \theta)} \cdot R v \sin \theta d\theta = - \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{5}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

方向由 B 到 A (1 分)

六、计算题 (10 分)

解 1: 设状态“2”和“4”的温度为 T

$$\therefore p_1 = p_4, p_2 = p_3, V_1 = V_2, V_3 = V_4$$

$$p_1 V_1 = RT_1, p_3 V_3 = RT_3, p_2 V_2 = RT, p_4 V_4 = RT \quad 3 \text{ 分}$$

$$\therefore T_1 T_3 = p_1 V_1 p_3 V_3 / R^2,$$

$$T^2 = p_2 V_2 p_4 V_4 / R^2.$$

得 $T^2 = T_1 T_3, \text{ 即 } T = (T_1 T_3)^{1/2} \quad 3 \text{ 分}$

$$W = W_{41} + W_{23} = R(T_3 - T) + R(T_1 - T)$$

$$= R(T_1 + T_3) - 2RT \quad 3 \text{ 分}$$

$$\therefore W = R[T_1 + T_3 - 2(T_1 T_3)^{1/2}] \quad 1 \text{ 分}$$