

# 北京邮电大学 2017-2018 学年第一学期 大学物理 C 期中考试试题答案及评分标准

## 一、（25 分）

解：正方形边长为  $Tv/4$

$$T' = \frac{Tv}{4} \left[ \frac{1}{(1+k)v} + \frac{1}{(1-k)v} + \frac{2}{\sqrt{1-k^2}v} \right] \quad (15 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} &= \frac{T}{4} [1-k+k^2+\dots+1+k+k^2+\dots+2(1+\frac{k^2}{2}+\dots)] \\ &\simeq \frac{T}{4} [4+3k^2] \end{aligned}$$

$$\Delta T = \frac{3k^2 T}{4} \quad (10 \text{ 分})$$

## 二、（25 分）

解：设  $t$  时刻  $a$  边下落的高度为  $x$ , 则

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{x}{a+b}mg(a+x-b) \quad (15 \text{ 分})$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{2g}{a+b}} \sqrt{x(a-b+x)}$$

$$\int_0^b \frac{dx}{\sqrt{x(a-b+x)}} = \int_0^t \sqrt{\frac{2g}{a+b}} dt \quad (5 \text{ 分})$$

$$t = \sqrt{\frac{a+b}{2g}} \int_0^b \frac{dx}{\sqrt{(x+\frac{a-b}{2})^2 - (\frac{a-b}{2})^2}} = \sqrt{\frac{a+b}{2g}} \ln \frac{\sqrt{a}+\sqrt{b}}{\sqrt{a}-\sqrt{b}} \quad (5 \text{ 分})$$

### 三、(25 分)

解：圆柱内外电场都具有柱对称性 即  $\vec{E} = E_{(r)} \hat{r}$ ，均选半径为  $r$  高度为  $h$  的高斯面。（5 分）

$$\text{圆柱外: } E 2\pi r h = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^R 2\pi r h dr k r = \frac{2\pi h k R^3}{3} \quad E = \frac{k R^3}{3\varepsilon_0 r}$$

$$\vec{E} = \frac{k R^3}{3\varepsilon_0 r} \hat{r} \quad (10 \text{ 分})$$

$$\text{圆柱内: } E 2\pi r h = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^r 2\pi r h dr k r = \frac{2\pi h k r^3}{3} \quad E = \frac{k r^2}{3\varepsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{k r^2}{3\varepsilon_0} \hat{r} \quad (10 \text{ 分})$$

### 四、(25 分)

解：在圆柱体内部与导体中心轴线相距为  $r$  处的磁感强度的大小，由安培环路定律可得：

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r \quad (r \leq R) \quad (10 \text{ 分})$$

因而，穿过导体内画斜线部分平面的磁通  $\Phi_1$  为：

$$\Phi_1 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B dS = \int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r dr = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$$

在圆形导体外，与导体中心轴线相距  $r$  处的磁感强度大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (r > R) \quad (10 \text{ 分})$$

因而，穿过导体外画斜线部分平面的磁通  $\Phi_2$  为

$$\Phi_2 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_R^{2R} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$$

$$\text{穿过整个矩形平面的磁通量 } \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} + \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2 \quad (5 \text{ 分})$$