2021 大学物理下期中考试题参考答案

一、ACDBC　CDAD

二、

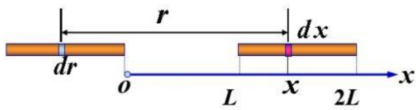
1、$E = E_x = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}$　　2、$A_2 = \dfrac{n-1}{2n}CU^2 > 0$

3、$A = q_0(U_O - U_C) = \dfrac{q_0 q}{6\pi\,\varepsilon_0 R}$　　4、$\dfrac{2}{3}U_0 + \dfrac{2dQ}{9\varepsilon_0 S}$　　5、$\dfrac{\sigma_2^2 \Delta S}{2\varepsilon_0}$

6、$\dfrac{\mu_0 I\upsilon}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a-b}$　　7、$\dfrac{\mu_0 NI}{2(R-r)}\ln\dfrac{R}{r}$　　8、$\alpha_S = \dfrac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_1}$　　9、1.256×10^{-3}J

三、**1.解：**

解: 建立如图所示坐标系



$$dE = \frac{\lambda dr}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad E = \int_x^{x+L}\frac{\lambda dr}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{L+x}\right)$$

$$F = \int E dq = \int_L^{2L}\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{L+x}\right)\lambda dx = \frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\ln\frac{4}{3}$$

2.解：（1）在球内作一半径为 r_1 的高斯面，按高斯定理有

$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^{r_1}\frac{qr}{\pi R^4}\cdot 4\pi r^2\,d\,r = \frac{qr_1^4}{\varepsilon_0 R^4} \qquad E_1 = \frac{qr_1^2}{4\pi\varepsilon_0 R^4} \qquad (r_1 \le R)$$ （3 分）

$$4\pi r_2^2 E_2 = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^{R}\frac{qr}{\pi R^4}\cdot 4\pi r^2\,d\,r = \frac{q}{\varepsilon_0} \qquad E_2 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2} \qquad (r_2 \ge R)$$ （3 分）

(3) 球内电势　（$r_1 \le R$）

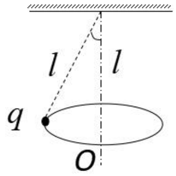
$$U_1 = \int_{r_1}^{R}\vec{E}_1\cdot d\vec{r} + \int_R^{\infty}\vec{E}_2\cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^{R}\frac{qr^2}{4\pi\varepsilon_0 R}d\,r + \int_R^{\infty}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}d\,r$$

$$= \frac{q}{3\pi\varepsilon_0 R} - \frac{qr_1^3}{12\pi\varepsilon_0 R^4} = \frac{q}{12\pi\varepsilon_0 R}\left(4 - \frac{r_1^3}{R^3}\right)$$ （2 分）

球外电势　（$r_2 \ge R$）

$$U_2 = \int_{r_2}^{\infty}\vec{E}_2\cdot d\vec{r} = \int_{r_2}^{\infty}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}d\,r = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$$ （2 分）

3.解：圆锥摆在 O 处产生的磁感强度沿竖直方向分量 B 相当于圆电流在其轴上一点产生的 B，故：



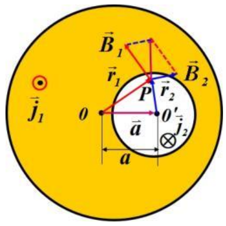
$$B=\frac{\mu_0 R^2 I}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$ (2 分)

$I=\dfrac{q\omega}{2\pi}$， $R=l\sin\theta$， $R^2=l^2\sin^2\theta=l^2(1-\cos^2\theta)$， $x=l(1-\cos\theta)$ (1 分)

用 $\cos\theta=\dfrac{g}{\omega^2 l}$ 代入上式∴ $$B=\frac{\mu_0 q(l\omega^2+g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2-g)^{1/2}}$$ (4 分)

$\dfrac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}\omega}=\dfrac{\mu_0 q(l^2\omega^3-3l\omega g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2-g)^{3/2}}$ 令 $\dfrac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}\omega}=0$ 得 $\omega=\dfrac{\sqrt{3g}}{\sqrt{l}}$ (3 分)

4.解：1)圆柱轴线上的磁感应强度 $\vec{B}_o=\vec{B}_{1o}+\vec{B}_{2o}$



大圆柱电流 $B_{10}=0$，小圆柱电流 $B_{2o}=\dfrac{\mu_0}{2\pi a}j\pi R_2^2=\dfrac{\mu_0}{2a}jR_2^2$

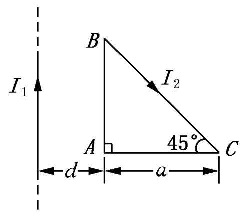
$B_o=B_{2o}=\dfrac{\mu_0}{2\pi a}j\pi R_2^2=\dfrac{\mu_0}{2a}jR_2^2$ (2 分)

2） 大圆柱电流 $B_{1o'}=\dfrac{\mu_0}{2\pi a}j\pi a^2=\dfrac{\mu_0}{2}ja$， 小圆柱电流 $B_{2o'}=0$ $B_{o'}=B_{1o'}=\dfrac{\mu_0}{2}ja$ (2 分)

3） $B_i=\dfrac{\mu_0 I_i r_i}{2\pi R_i^2}=\dfrac{\mu_0}{2}j_i r_i$ $\vec{B}_i=\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}_i\times\vec{r}_i$ (2 分)

$\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2=\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}_1\times\vec{r}_1+\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}_2\times\vec{r}_2=\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\vec{r}_1-\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\vec{r}_2=\dfrac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\vec{\mathbf{a}}$ (3 分)

5.解： $\vec{F}_{AB}=\int_B^A I_2\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$ $F_{AB}=I_2 a\dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi d}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi d}$ 方向垂直 AB 向左（2 分）



$\vec{F}_{AC}=\int_A^C I_2\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$ 方向垂直 AC 向下，大小为

$F_{AC}=\int_d^{d+a}I_2\mathrm{d}r\dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi r}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\dfrac{d+a}{d}$ （3 分）

同理 $\vec{F}_{BC}$ 方向垂直 BC 向上，大小 $F_{Bc}=\int_d^{d+a}I_2\mathrm{d}l\dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$ （2 分）

∵ $\mathrm{d}l=\dfrac{\mathrm{d}r}{\cos 45^\circ}$ （1 分） ∴ $F_{BC}=\int_a^{d+a}\dfrac{\mu_0 I_2 I_1\mathrm{d}r}{2\pi r\cos 45^\circ}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{\sqrt{2}\pi}\ln\dfrac{d+a}{d}$ （2 分）