

# 电磁学期中考试 A 卷 (06 年 10 月 28 日)

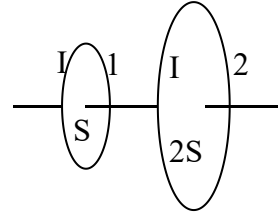
\_\_\_\_\_系 学号\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_成绩\_\_\_\_\_

## 一、填空题:(40 分, 每空 2 分)

1 在均匀电场中各点电势梯度是否相等? 是 各点的电势是否相等? 否。

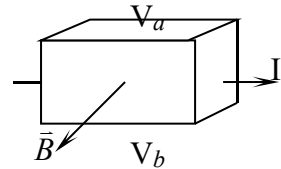
2. 麦克斯韦电磁场方程是  $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \rho dV$ ,  
 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \rho dV$ ,  $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \rho dV$ ,  
 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \rho dV$ 。

3. 面积为  $S$  和  $2S$  的两圆线圈 1、2 如图所示放置, 通有相同的电流  $I$ , 线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通用  $\Phi_{21}$  表示, 线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通用  $\Phi_{12}$  表示, 则  $\Phi_{21}$  和  $\Phi_{12}$  的大小关系为 相等。

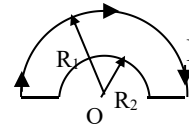


4. 一平行板空气电容器的两极板都是半径为  $R$  的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为  $dE/dt$ 。若略去边缘效应, 则两板间的位移电流为  $\epsilon_0 \pi R^2 dE/dt$ 。

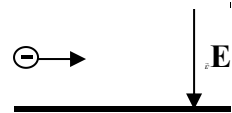
5. 一块半导体样品中通有电流  $I$ , 置于均匀的磁场  $B$  中, 如图所示, 已知  $V_a > V_b$ , 则此材料中流子是 负 电荷 (填“正”或“负”)。



6. 如右图所示的载流导线线圈, (1) 线圈的磁矩大小为  $(\pi R_1^2 - \pi R_2^2)/2I$ 。  
 (2) o 点的磁感应强度  $(\mu_0 I/4)(1/R_2 - 1/R_1)$ 。



7. 如图所示, 在某一区域内, 有正交的电磁场存在。磁感应强度为 0.4 特, 电场强度为 600 伏特/米。若电子在其中作匀速直线运动, 则电子的速度大小是: 1500 m/s, 磁感应强度的方向是: 垂直于纸面向里。



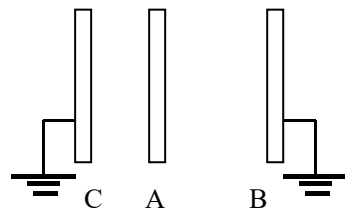
8. (6 分) 如图所示, 三块金属板 A、B、C, 面积都是 20 厘米<sup>2</sup>, A 和 B 相距 4.0 毫米, A 和 C 相距 2.0 毫米, B 和 C 两板都接地。如果使 A 板带正电, 电量为  $3.0 \times 10^{-7}$  库仑, 并忽略边缘效应。试求: 金属板 B 和 C 上的感应电量。

$Q_B = 1.0 \times 10^{-7} C$   $\sigma_B = -5.0 \times 10^{-5} C/m^2$

$Q_C = 2.0 \times 10^{-7} C$   $\sigma_C = 1.0 \times 10^{-4} C/m^2$ 。

A 板相对于地的电势

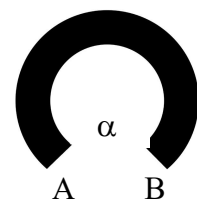
$U_A = (1.0 \times 10^{-4} / 8.85 \times 10^{-12}) \times 1.0 \times 10^{-3} = 2.25 \times 10^4 V$



9. 碳膜电位器中的碳膜, 它是由蒸敷在绝缘基片上厚为  $t$ , 内半径为  $r_1$ , 外半径为  $r_2$  的一层碳构成。A、B 为引出端, 环形碳膜总张角为  $\alpha$ , 电流沿圆周曲线流动, 设碳的电阻率为  $\rho$ 。求 A、B 之间的

电阻  $R = \frac{\rho \alpha}{t \ln(r_2 / r_1)}$ 。如果电流沿径向流动, 则沿径向

的电阻为  $R = \frac{\rho}{\alpha t} \ln(r_2 / r_1)$ 。

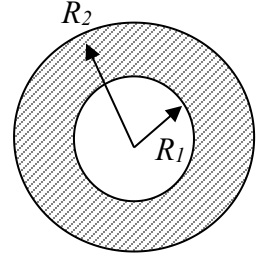


## 二、计算题 (60 分, 每题 15 分)

1. 如图, 一无限长圆柱形直导线外包一层相对磁导率为  $\mu_r$  的圆筒形均匀磁介质, 导线半径为  $R_1$ , 磁介质的外半径为  $R_2$ , 导线内通有恒定电流  $I$ , 方向垂直于纸面向外, 且电流沿导线横截面均匀分布, 试求:

(1) 介质内、外的磁场强度和磁感应强度的分布。

(2) 介质内、外表面的磁化面电流密度  $i'$ 。



解:

$$(1) \quad r < R_1: \quad H = \frac{Ir}{2\pi R_1^2}, \quad B = \frac{\mu_0 Ir}{2\pi R_1^2}$$

$$R_2 > r > R_1: \quad H = \frac{I}{2\pi r}, \quad B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r}$$

$$r > R_2: \quad H = \frac{I}{2\pi r}, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

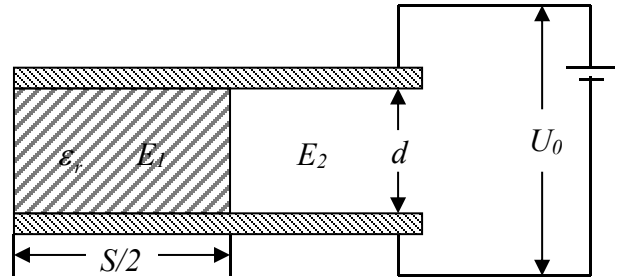
$$(2) \quad r = R_1: \quad i' = \frac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_1};$$

$$r = R_2: \quad i' = \frac{(\mu_r - 1)I}{2\pi R_2}$$

2. 如图, 平行板电容器极板面积为  $S$ , 两板间距为  $d$ , 接电源, 极板间电压为  $U_0$ , 充电后不断开电源, 插入相对介电常数为  $\epsilon_r$  的均匀介质, 并充满电容器的一半, 忽略边缘效应。试求:

(1) 电容器中的  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ;

(2) 与未插入介质时相比, 系统能量的改变  $\Delta W$ 。



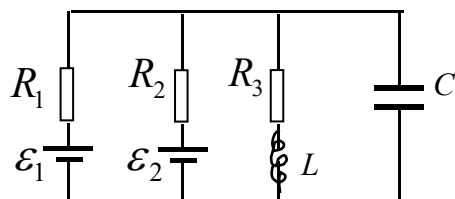
解:

$$(1) \quad E_1 = E_2 = \frac{U_0}{d}, \quad D_1 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{U_0}{d}, \quad D_2 = \epsilon_0 \frac{U_0}{d}$$

$$\sigma_1 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{U_0}{d}, \quad \sigma_2 = \epsilon_0 \frac{U_0}{d}$$

$$(2) \quad \Delta W = \frac{\epsilon_0 (\epsilon_r - 1) S U_0^2}{4d}$$

3. 如图所示,  $R_1 = R_2 = R_3 = 2\ \Omega$ ,  $\varepsilon_2 = 2$  伏特,  $L = 10^{-3}$  亨利,  $C = 10^{-3}$  法拉, 稳态时通过  $R_2$  的电流为零。求通过的  $R_1$  电流  $I_1$  是多少? 电源电动势  $\varepsilon_1$  是多少伏特? 电感  $L$  中储存的磁能及电容  $C$  上储存的电能为多少焦耳?



$$I_1 = \varepsilon_2 / R_3 = 1\text{ A}$$

$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - \varepsilon_2 = 0 \quad \therefore \varepsilon_1 = 4\text{ V}$$

$$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = 0.5 \times 10^{-3} \times 1 = 5.0 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$W_C = \frac{1}{2} C U^2 = 0.5 \times 10^{-3} \times 2^2 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ J}$$

4. 如图, 一无限长直导线通有交变电流  $i = I_0 \sin \omega t$ , 矩形线圈 ABCD 与它共面, AB 边与直导线平行, 线圈长为  $l$ , AB 边和 CD 边到直导线的距离分别为  $a$  和  $b$ , 求:

- (1) 通过矩形线圈所围面积的磁通量;
- (2) 矩形线圈中的感应电动势。

解:

$$(1) \quad \Phi = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{b}{a} I_0 \sin \omega t,$$

$$(2) \quad \varepsilon = -\frac{\mu_0 l \omega}{2\pi} \ln \frac{b}{a} I_0 \cos \omega t$$

