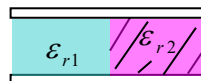


大学物理 II-I 期末电磁学考试 A 卷 (02 年 6 月 29 日)

信息学院 _____ 系 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

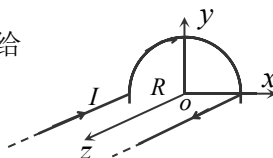
一、填空题:(40 分)

1. (4 分)如图平行板电容器(极板面积 S)中,充满两种相对介电常数分别为 ϵ_{r1} 和 ϵ_{r2} 的均匀电介质, 每种介质各占一半体积, 试求其电容

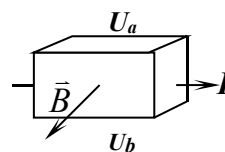


$$C = \frac{S}{2d} \epsilon_0 (\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})$$

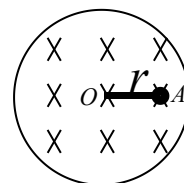
2. (4 分)载流长直导线弯成如右图所示的形状, 求 O 点的磁感应强度 \vec{B} (给出表达式) $\vec{B} = -\frac{\mu_0 I}{4R} \hat{k} - \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \hat{j}$



3. (4 分)一块半导体的样品中通有电流 I , 置于均匀的磁场 \vec{B} 中, 如图所示, 已知 $U_a > U_b$, 则此材料中载流子是 负 电荷 (回答正或负)。

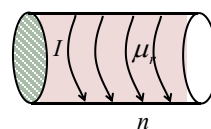


4. (4 分)如图所示, 半径为 R 的圆柱形区域内有一均匀磁场, 但它随时间变化率 $dB/dt = k > 0$, 求静止的电子在圆内 ($OA = r$) 处受的力的大小为 $E 2\pi r = k\pi r^2$ $E = kr/2$ $F = kre/2$; 在图中标出力的方向。电子受力方向朝下



5. (4 分)让一块条形磁铁顺着一根很长的竖直铜管下落, 若忽略空气阻力, 磁铁将作何种运动? 因感应电流的效果总是反抗磁铁的运动, 此阻力正比于速度, 最后达到一恒定速度匀速运动

6. (4 分)载有电流 I 的无限长螺线管, 单位长度的匝数为 n , 其间充满相对磁导率为 μ_r 的均匀磁介质, 求管内的 $\vec{H} = \underline{nI}$; $\vec{B} = \underline{\mu_0 \mu_r nI}$; $\vec{M} = \underline{(\mu_r - 1)nI}$; $\vec{j}' = \underline{M}$ 。



7. (6 分)麦克斯韦电磁场方程的积分形式是 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \oint_V \rho dV$, $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\oint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$, $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \oint_S (\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$ 。

8. (10 分)如图, 三块金属板 A、B、C, 面积都是 S , A 和 B 相距 d_1 , A 和 C 相距 d_2 , B 和 C 两板接地, 如果使其中 A 板带电量 Q , 忽略边缘效应。试求:

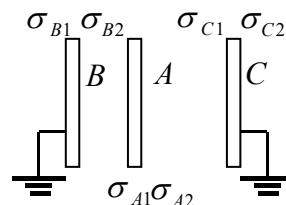
(1)各导体板上的总电量及电荷面密度

$$\frac{\sigma_{A1}}{\epsilon_0} d_1 = \frac{\sigma_{A2}}{\epsilon_0} d_2$$

(2)导体板间的电势差

B、C 两板外侧带电量为零

$$(\sigma_{A1} + \sigma_{A2})S = Q$$



$$\sigma_{B1} = 0 = \sigma_{C2}$$

$$\sigma_{C1} = -\sigma_{A2}$$

$$\sigma_{B2} = -\sigma_{A1}$$

$$\sigma_{A1} = \frac{Qd_2}{S(d_1 + d_2)}$$

$$Q_B = \frac{-Qd_2}{(d_1 + d_2)}$$

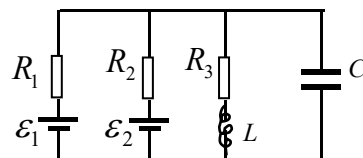
$$Q_C = \frac{-Qd_1}{(d_1 + d_2)}$$

$$\sigma_{A2} = \frac{Qd_1}{S(d_1 + d_2)}$$

$$V_{AB} = V_{AC} = \frac{Qd_1}{\epsilon_0(d_1 + d_2)S}$$

二、计算题 (60 分)

1、(15 分)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 ε_1 是多少伏特? 电感 L 中储存的磁能为多少焦耳? 电容 C 上储存的电能为多少焦耳



$$I_1 = \varepsilon_2 / R_3 = 1A \quad (3分)$$

解:

$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - \varepsilon_2 = 0 \quad \therefore \varepsilon_1 = 4V \quad (6分)$$

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

$$W_C = \frac{1}{2} C U^2 = 0.5 \times 10^{-3} \times 2^2 = 2.0 \times 10^{-3} J \quad (3分)$$

2、(15 分)在真空中, 将半径为 R 的金属球接地, 与球心 O 相距为 r ($r > R$) 处放置一点电荷 q , 不计接地导线上电荷的影响, 求金属球表面上的感应电荷总量。

解: 1、金属球为等势体; 2、金属球上任意点的电势等于点电荷 q 和金属球表面上感应电荷 q' 在球心处激发的电势和。

取球面上感应电荷元 dq' 在球心处电势为

$$U' = \int_s \frac{dq'}{4\pi\epsilon_0 R}$$

点电荷 q 在球心处电势为

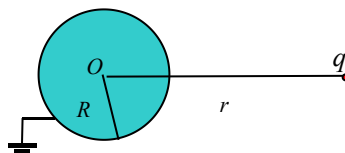
$$U_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

球心处总电势为零, 所以,

$$U = U' + U_0 = \int_s \frac{dq'}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = 0$$

$$\int_s \frac{dq'}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} q' + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = 0$$

$$q' = -\frac{R}{r} q$$



3、(15 分)设有两个无限大平行载流平面, 它们的电流密度均为 j , 电流流向相反, 求: (1) 两载流平面之间的; (2) 两面之外空间的磁感应强度。

解: 先求每一载流平面产生的 B 。然后用叠加原理求两个无限大平行载流平面的场。

$$\text{每一载流平面产生的 } B \quad \because \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \quad 2BL = \mu_0 L$$

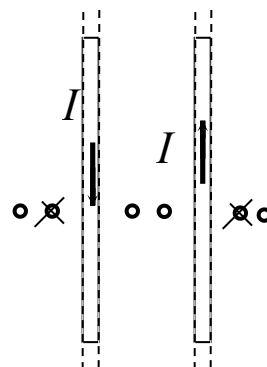
$$B = \frac{\mu_0 j}{2}$$

方向如图所示。所以在两板中间的合磁场为垂直纸面向外

$$B = \frac{\mu_0 j}{2} + \frac{\mu_0 j}{2} = \mu_0 j$$

在两导体载流平面之外, 合磁感应强度为零。

$$B = \frac{\mu_0 j}{2} - \frac{\mu_0 j}{2} = 0$$



4、(15 分) 一长直导线通有电流 I ，在其相距为 R 处有一矩形 N 匝绝缘导线绕成的线圈，其边长为 a 和 b (如图所示)，线圈正以速度 V 沿垂直于长直导线的方向向右运动，若 $I=5.0\text{A}$ ， $R=5.0\text{cm}$ ， $a=5.0\text{cm}$ ， $b=8.0\text{cm}$ ， $V=3.0\text{cm/sec}$ ， $N=1000$ 匝。求 (1) 此时线圈与导线的互感系数 M ； (2) 此时线圈内的感应电动势。

解：(1)

$$d\Phi = Bb dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} b dx \quad \ln 2 = 0.693$$

$$\Psi = N\Phi = N \int d\Phi = N \int Bb \cdot dx = N \int_R^{R+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} b \cdot dx = \frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}$$

$$M = \frac{\Psi}{I} = \frac{\mu_0 N b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 8 \times 10^{-2}}{2\pi} \ln 2$$

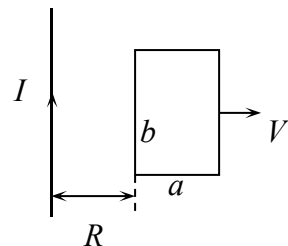
$$M = 2 = 1.6 \times 10^{-5} \times 0.693 = 1.1 \times 10^{-5} (\text{亨})$$

(2)

$$\varepsilon_m = -\frac{d\Psi}{dt} = -d\left(\frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \ln \frac{R+a}{R}\right) / dt = -\frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \left(\frac{1}{R+a} - \frac{1}{R}\right) \frac{dR}{dt}$$

$$\varepsilon_m = \frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+a}\right) V = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 5 \times 8 \times 10^{-2}}{2\pi} \left(\frac{1}{5 \times 10^{-2}} - \frac{1}{10 \times 10^{-2}}\right) \times 3.0 \times 10^{-2} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ 伏}$$

方向顺时针



- 分数分配：1、电学 (4+10+15) 分=29 分
 2、磁学 (4+4+4+15) 分=27 分
 3、电磁感应 (4+4+15) 分=23 分
 4、电路 (3+6) 分=9 分
 5、能量 (3+3) 分=6 分
 6、麦克斯韦方程 6 分