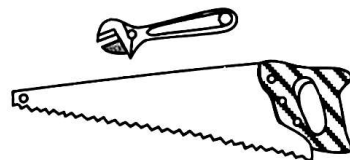


4. (本题 4 分) j001

两个半径各为 a 和 b 的金属球, 用细导线相连, 它们间的距离比它们自身的线度大得多. 如果给此系统带上电荷 Q , 则两个金属球上所带的电荷分别为 $Q_a =$ _____, $Q_b =$ _____.

5. (本题 4 分) t001

如图所示的两个金属物体各带有净电荷 $3.8 \times 10^{-11} \text{ C}$ 和 $-3.8 \times 10^{-11} \text{ C}$, 从而在它们之间产生 19.0 V 的电势差, 如果使两物体的带电量分别增加到 $7.6 \times 10^{-11} \text{ C}$ 和 $-7.6 \times 10^{-11} \text{ C}$, 则该系统的电容变为 _____ F ; 两物体间的电势差变为 _____ V .



6. (本题 4 分) w003

一平行板电容器由两极板构成, 每个极板面积为 200 cm^2 , 两个极板在空气中相距 0.4 cm , 若电容器与 500 V 的直流电源相连, 则平行板电容器上贮存的能量为 _____ J . 若极板间充满 $\epsilon_r = 2.60$ 的液体, 则从 500 V 的电源流到电容器上电荷量为 _____ C .

7. (本题 4 分) w004

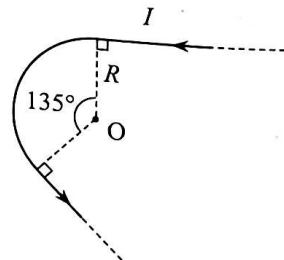
一片二氧化钛晶片, 面积为 1.0 cm^2 , 厚度为 0.1 mm , 把平行板电容器的两极板紧贴在晶片两侧. 若在电容器的两极板加上 12 V 电压时, 电容器内电场强度大小为 _____ V/m ; 若二氧化钛的相对介电常量为 173 , 则其表面的极化电荷面密度大小为 _____ C/m^2 .

8. (本题 4 分) w005

一直径为 0.2 mm 的铜导线与一直径为 5 mm 的铁杆相连接, 并通以电流. 如果测得铜导线中通过的电流为 8.0 A , 则铁杆与铜导线中的电流密度之比为 _____, 铁杆中的电流密度为 _____ A/m^2 .

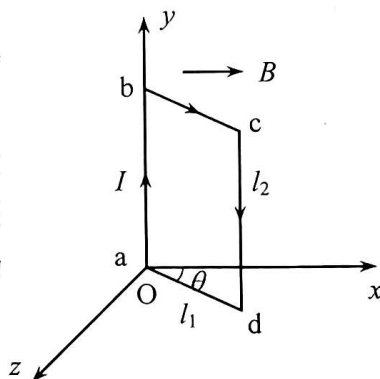
9. (本题 4 分) t002

若通以电流为 I 的导线被弯曲成如图所示的形状 (直线带虚线的部分伸长至无限远), 则 O 点的磁感应强度 B 的大小为 _____; 方向为 _____.



10. (本题 4 分) yt001

如图所示, 一矩形线圈共有 20 匝, 其边长分别为 $l_1 = 0.050 \text{ m}$ 和 $l_2 = 0.100 \text{ m}$, 线圈平面与 xy 平面成 $\theta = 30^\circ$ 的角, 整个线圈可绕 y 轴旋转. 今将线圈通上 0.1 A 的电流, 并放在磁感应强度为 0.50 T 的均匀外磁场中, 磁场方向沿 x 轴正方向, 则作用在该线圈上的力矩为 _____ $\text{N}\cdot\text{m}$.

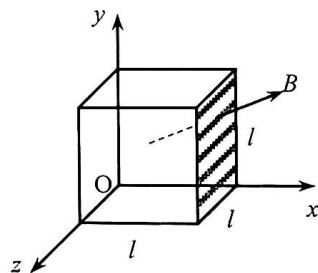


11. (本题 4 分) w006

一质点带有电荷 $q = 8.0 \times 10^{-19} \text{ C}$, 以速率 $v = 3.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 在半径 $R = 6.00 \times 10^{-8} \text{ m}$ 的圆周上作匀速圆周运动. 则该带电质点在轨道中心所产生的磁感应强度大小为 $B =$ _____ T , 该带电质点轨道运动的磁矩大小 $p_m =$ _____ $\text{A}\cdot\text{m}^2$.

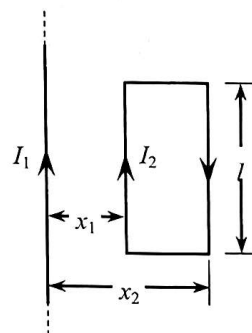
12. (本题 4 分) w007

一边长 $l = 0.15 \text{ m}$ 的立方体如图所示放置, 有一磁感应强度为 $\vec{B} = (6\vec{i} + 3\vec{j} + 1.5\vec{k}) \text{ T}$ 的均匀磁场通过立方体所在的区域, 则通过立方体上阴影面积的磁通量 Φ_m 为 _____ Wb .



13. (本题 4 分) j002

一长直导线中通有电流 I_1 , 近旁有一共面的矩形线圈, 其长边与导线平行. 若线圈中通有电流 I_2 , 线圈的位置及尺寸如图所示. 当 $I_1 = 20 \text{ A}$ 、 $I_2 = 10 \text{ A}$ 、 $x_1 = 1.0 \text{ cm}$ 、 $x_2 = 10 \text{ cm}$ 、 $l = 20 \text{ cm}$ 时, 矩形线圈所受磁力合力的大小为 _____ N .



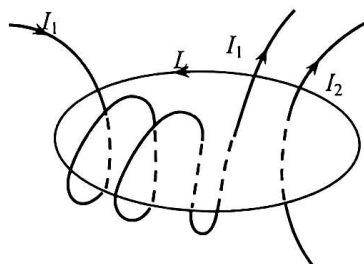
14. (本题 4 分) w008

一载流细螺绕环中的空气被其它物质所取代时, 内部磁通量从 0.65 mWb 变化到 0.91 mWb , 则该物质的相对磁导率为 _____.

15. (本题 4 分) w009

如图所示, 磁感应强度 \vec{B} 沿着闭合曲线 L 的环流

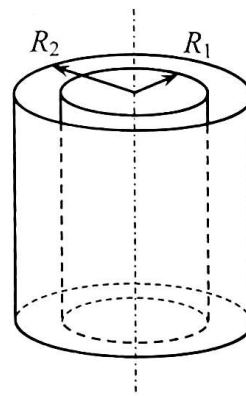
$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$



二、计算题（每题 10 分，共 40 分）

1. （本题10分）w010

如图所示，两个同轴带电长直金属圆筒，内、外筒半径分别为 R_1 和 R_2 ，两筒间为空气。若内、外筒的电势分别为 $U_1 = 2U_0$ 、 $U_2 = U_0$ ，其中 U_0 为一已知常量。求：（1）内金属圆筒沿轴向单位长度所带的电量 λ ；（2）两金属圆筒之间的电势分布。

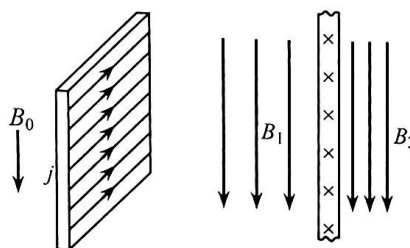


2. （本题 10 分）t003

半径为 a 的长直导线外面套有内半径为 b 的同轴导体圆筒，两导体间充满相对介电常量为 ϵ 的均匀电介质；沿轴向单位长度上的导线带电 $+\lambda$ ，圆筒带电 $-\lambda$ 。忽略边缘效应，求沿轴向单位长度的电场能量。

3. （本题 10 分）j003

一无限大的均匀载流平面置于均匀外磁场中后，其两侧的磁感应强度分别为 B_1 和 B_2 ，其方向与平面平行并与电流流向垂直，如图所示。试求：（1）外磁场磁感应强度 B_0 的大小；（2）均匀载流平面产生磁场的磁感应强度；（3）载流平面的电流线密度 j 。



4. （本题 10 分）w011

一半径为 R 的无限长螺线管，由表面绝缘的细导线密绕而成，单位长度的匝数为 n ，管内充满相对磁导率为 μ_r 的均匀顺磁介质。当导线中载有电流 I 时，试求：（1）管内介质中磁感应强度 B 的大小；（2）介质表面的面束缚电流线密度 j_m 大小。

2020-2021 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试参考解答 (A)

一、填空题: (每题 4 分, 共 60 分)

$$1. U_a = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 r_1}, U_b = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}, W = q(U_a - U_b) = \frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$2. U_\lambda = \int_0^l \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \int_0^\theta \frac{\lambda R dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda \theta}{4\pi\epsilon_0}, U_{-\lambda} = \int_0^l \frac{-\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{-\lambda \theta}{4\pi\epsilon_0}, U = U_\lambda + U_{-\lambda} = 0$$

$$3. E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -160x = 320 \text{ V/m}, E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -120y = -480 \text{ V/m},$$

$$\text{同理: } E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = 0 \text{ V/m}; E = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} + E_z \vec{k} = (320 \vec{i} - 480 \vec{j}) \text{ V/m}$$

$$4. U_a = \frac{Q_a}{4\pi\epsilon_0 a} = U_b = \frac{Q_b}{4\pi\epsilon_0 b} = \frac{Q - Q_a}{4\pi\epsilon_0 b}, Q_a + Q_b = Q; Q_a = \frac{aQ}{a+b}, Q_b = \frac{bQ}{a+b}$$

$$5. C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{3.8 \times 10^{-11}}{19} = 2.0 \times 10^{-12} \text{ (F)} = 2.0 \text{ (pF)}, V'_1 - V'_2 = \frac{Q'}{C} = \frac{7.6 \times 10^{-11}}{2.0 \times 10^{-12}} = 38 \text{ (V)}$$

$$6. C = \epsilon_0 \frac{S}{d} = 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{0.02}{0.004} = 4.425 \times 10^{-11} \text{ (F)}, W = \frac{1}{2} CV^2 = 5.53125 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$q = CV = 2.2125 \times 10^{-8} \text{ C}, q' = C'V = 5.7525 \times 10^{-8} \text{ C}, \Delta q = q' - q = 3.54 \times 10^{-8} \text{ C}.$$

$$7. E = \frac{U}{d} = 1.2 \times 10^5 \text{ V/m}, P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E = 1.83 \times 10^{-4} \text{ C/m}^2, \sigma' = P \cos 0^\circ = 1.83 \times 10^{-4} \text{ C/m}^2$$

$$8. I_{Cu} = I_{Fe} = 8.0 \text{ A}, \frac{j_{Fe}}{j_{Cu}} = \left(\frac{d_{Cu}}{d_{Fe}} \right)^2 = \frac{1}{625}; j_{Fe} = \frac{I}{S_{Fe}} = 4.07 \times 10^5 \text{ A/m}^2;$$

$$9. B_O = \frac{\mu_0 I \theta}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = \frac{3\mu_0 I}{16R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}, \text{方向垂直纸面向外}.$$

$$10. p_m = NIS = 0.01 \text{ (A} \cdot \text{m}^2), M = p_m B \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = 4.33 \times 10^{-3} \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$11. n = \frac{v}{2\pi R}, I = nq = \frac{qv}{2\pi R}, B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 qv}{4\pi R^2} = 6.67 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$p_m = IS = \frac{qv}{2\pi R} \pi R^2 = 7.2 \times 10^{-21} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

$$12. \Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = (6\vec{i} + 3\vec{j} + 1.5\vec{k}) \cdot l^2 \vec{i} = 6 \times 0.15^2 = 0.135 \text{ Wb}$$

$$13. F_3 = \int_{x_1}^{x_2} I_2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, F_3 - F_4 = 0$$

$$F_1 = I_2 l B_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_1} = 8 \times 10^{-4} \text{ N}, F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_2} = 8 \times 10^{-5} \text{ N}, F = F_1 - F_2 = 7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$14. \quad B_0 = \mu_0 H; \quad B = \mu_0 \mu_r H. \quad \Phi_0 = \iint_S \vec{B}_0 \cdot d\vec{S} = \iint_S \mu_0 \vec{H} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \iint_S \vec{H} \cdot d\vec{S}$$

$$\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S \mu_0 \mu_r \vec{H} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \mu_r \iint_S \vec{H} \cdot d\vec{S} = \mu_r \Phi_0; \quad \mu_r = \frac{\Phi}{\Phi_0} = 1.40$$

$$15. \quad \mu_0(I_2 - 2I_1)$$

二、计算题：（每题 10 分，共 40 分）

$$1. \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, \quad \Delta U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1} = 2U_0 - U_0$$

$$\lambda = 2\pi\epsilon_0 \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)}, \quad E = \frac{U_0}{r \ln(R_2/R_1)}, \quad \Delta U_r = \int_r^{R_2} \frac{U_0}{r \ln(R_2/R_1)} dr = \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{r}$$

$$U_r = U_0 + \Delta U_r = U_0 + \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{r} = 2U_0 - \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{r}{R_1}$$

$$2. \quad D = \frac{\lambda}{2\pi r}, \quad E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 \epsilon r}, \quad u_e = \frac{1}{2} DE = \frac{\lambda^2}{8\pi^2 \epsilon_0 \epsilon r^2}$$

$$U_e = \iiint_V u_e dV = \int_a^b \frac{\lambda^2}{8\pi^2 \epsilon_0 \epsilon r^2} \cdot 2\pi r \Delta l dr = \frac{\lambda^2 \Delta l}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \ln \frac{b}{a}, \quad U'_e = \frac{U_e}{\Delta l} = \frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \ln \frac{b}{a}$$

$$3. \quad B_1 = B_0 - B; \quad B_2 = B_0 + B, \quad B_0 = \frac{B_1 + B_2}{2}, \quad B = \frac{B_2 - B_1}{2}$$

$$(3) \quad \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 2Bl = \mu_0 j l, \quad \text{得:} \quad j = \frac{2B}{\mu_0} = \frac{B_2 - B_1}{\mu_0}$$

$$4. \quad H = nI, \quad B = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 \mu_r nI, \quad M = \frac{B}{\mu_0} - H = \frac{\mu_0 \mu_r nI}{\mu_0} - nI = (\mu_r - 1)nI$$

$$(2) \quad \text{介质表面的磁化面电流密度为: } j_m = M = (\mu_r - 1)nI$$

$$(3) \quad \text{顺磁质, } j_m \text{ 与导体中的电流 } I \text{ 同方向. } B_0 = \mu_0 H = \mu_0 nI, \quad B = B_0 + B' = \mu_0 \mu_r nI,$$

$$B' = B - B_0 = \mu_0 \mu_r nI - \mu_0 nI = \mu_0 (\mu_r - 1)nI$$