

浙江大学 20₁₈ - 20₁₉ 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期中考试试卷 (A)

课程号: 761T0040, 开课学院: 物理系, 考试形式: 闭卷允许带 无存储功能的计算器 入场考试日期: 2018 年 11 月 16 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪.

考生姓名 _____ 学号 _____ 所属院系 _____ 任课老师 _____ 组号 _____

题 序	填 空	一	二	三	四	总 分
得 分						
评卷人						

电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

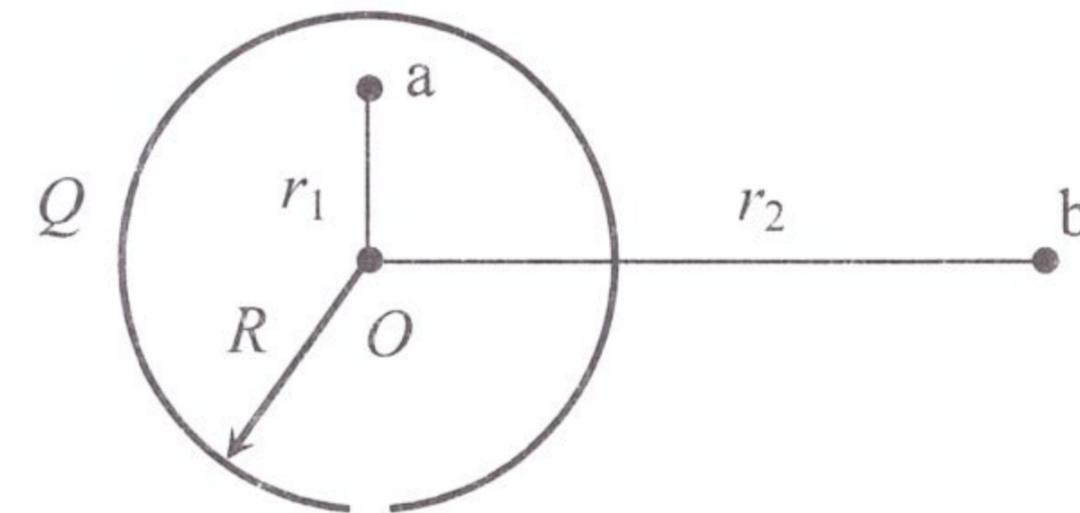
氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、填空题: (每题 4 分, 共 60 分)

1. (本题 4 分) 1507

如图所示, 在半径为 R 的球壳上均匀带有电荷 Q , 将一个点电荷 q ($q \ll Q$) 从球内 a 点经球壳上的一个小孔移到球外 b 点. 则此过程中电场力做功 W = _____.



2. (本题 4 分) 1171

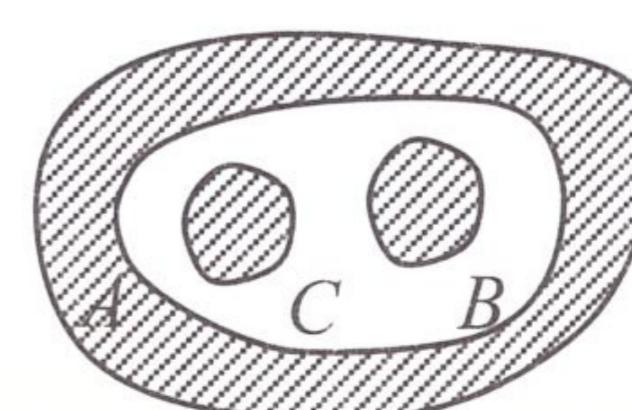
选无穷远处为电势零点, 半径为 R 的导体球带电后, 其电势为 U_0 , 则球外离球心距离为 r 处的电场强度大小 E = _____.

3. (本题 4 分) c001

某电场的电势分布函数为 $V = 80x^2 + 60y^2$ (SI), 该电场中某一点 $P(-2,4,6) \text{ m}$ 处的电场强度 \vec{E} = _____ V/m.

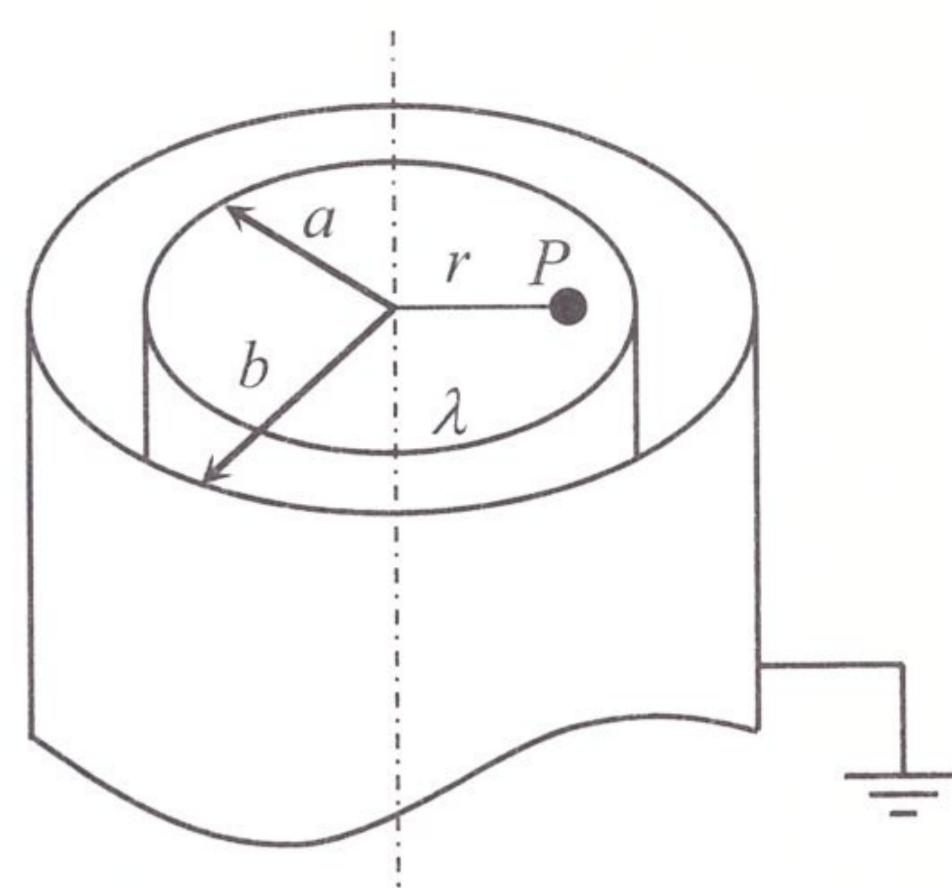
4. (本题 4 分) 5423

如图所示, 一封闭的导体空腔 A 内有两个导体 B 和 C . A 、 C 不带电, B 带正电, 则三个导体中电势最高的是 _____; 最低的是 _____.



5. (本题 4 分) 1484

如图所示,一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电,其电荷线密度为 λ .在它外面同轴地套有一半径为 b 的薄金属圆筒,圆筒原先不带电,但与地连接.设地的电势为零,则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 处 P 点的电势为_____.



6. (本题 4 分) 5281

一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联.当电容器两极板间为真空时,电场强度为 \vec{E}_0 ,电位移为 \vec{D}_0 ,而当两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质时,电场强度为 $\vec{E}=$ _____,电位移为 $\vec{D}=$ _____.

7. (本题 4 分) 1220

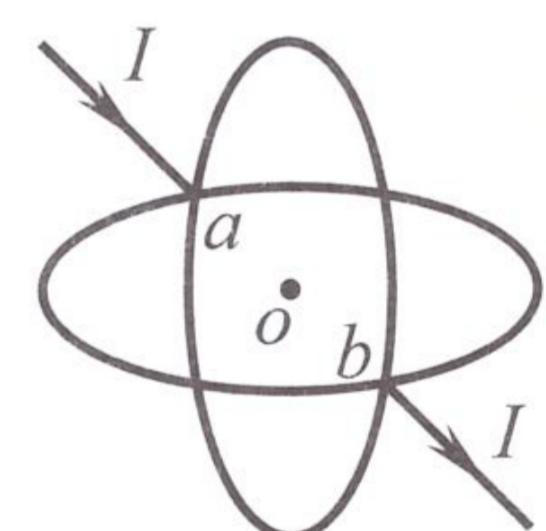
一空气电容器充电后切断电源,电容器储能 W_0 ,若此时在极板间灌入相对介电常量为 ϵ_r 的煤油,则电容器储能变为 W_0 的_____倍.如果灌煤油时电容器一直与电源相连接,则电容器储能将是 W_0 的_____倍.

8. (本题 4 分) 5681

在相对介电常量 $\epsilon_r=4$ 的各向同性均匀电介质中,某处的电场能量密度为 $w_e=2\times 10^6$ J/cm³,则该点电场强度的大小 $E=$ _____ V/m.

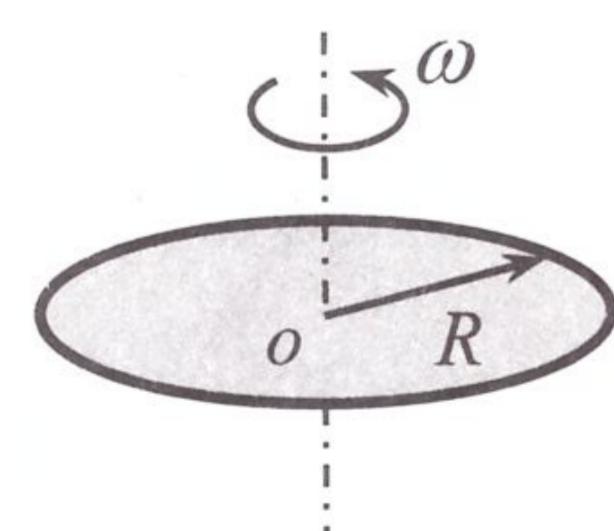
9. (本题 4 分) 2017

如图所示,两个相同的金属环,半径均为 R ,在 a 、 b 两点接触(ab 连线为环直径),并相互垂直放置.电流 I 沿 ab 连线方向由 a 端流入, b 端流出,则环中心 o 点的磁感应强度的大小为_____.



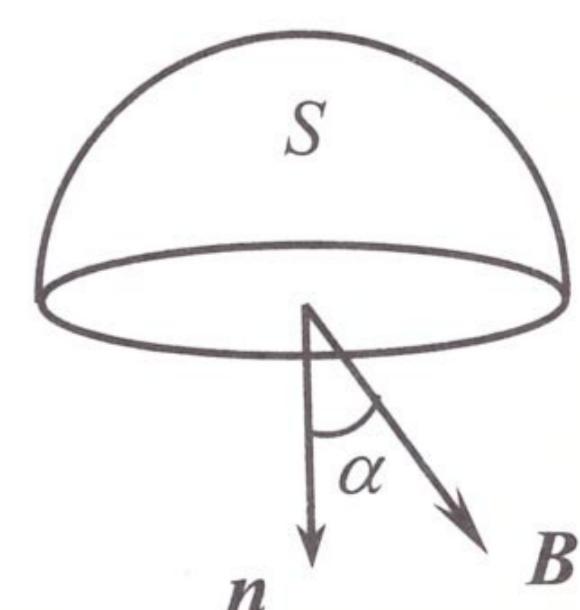
10. (本题 4 分) t001

如图所示,一半径为 R 的塑料圆盘,表面上均匀分布有电量为 $+q$ 的电荷,圆盘以角速度 ω 绕通过中心且与盘面垂直的轴转动.则该圆盘的磁矩 p_m 的大小为_____;方向为_____.



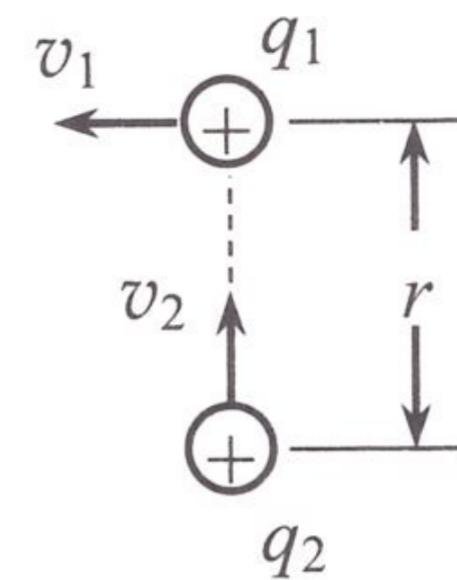
11. (本题 4 分) 5666

在磁感应强度为 \mathbf{B} 的均匀磁场中,作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 \mathbf{n} 与 \mathbf{B} 的夹角为 α ,则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为_____.



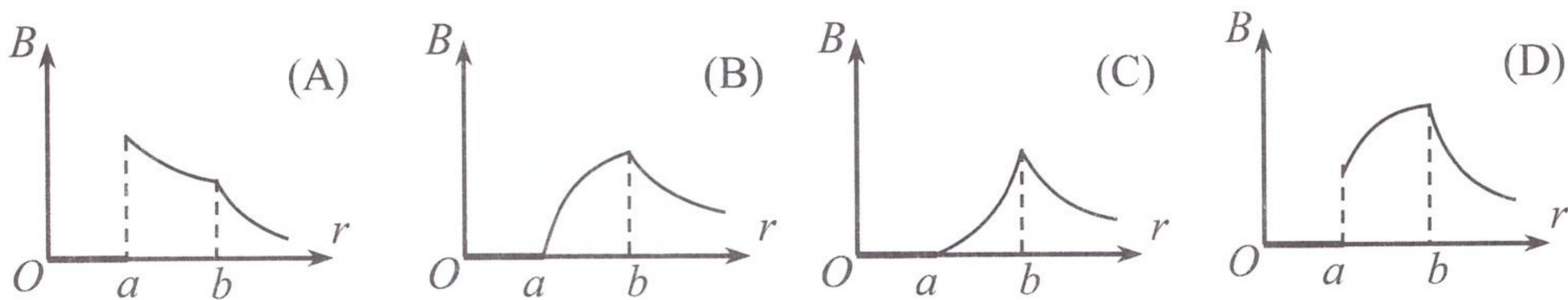
12. (本题 4 分) t002

两个正点电荷 q_1 和 q_2 分别以速度 v_1 和 v_2 运动，当它们运动到相距为 r 的图示位置时， q_1 在 q_2 处产生的磁感应强度大小为 _____； q_2 受到的总作用力大小为 _____.



13. (本题 4 分) 2003

无限长载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 、 b ，电流在导体截面上均匀分布，则空间各处的 \vec{B} 的大小与场点到圆柱中心轴线的距离 r 的关系定性地如图所示。正确的图是 _____.



14. (本题 4 分) 2090

在匀强磁场中，有两个平面线圈，其面积 $A_1 = 2A_2$ ，通有电流 $I_1 = 2I_2$ ，它们所受的最大磁力矩之比 M_1 / M_2 等于 _____.

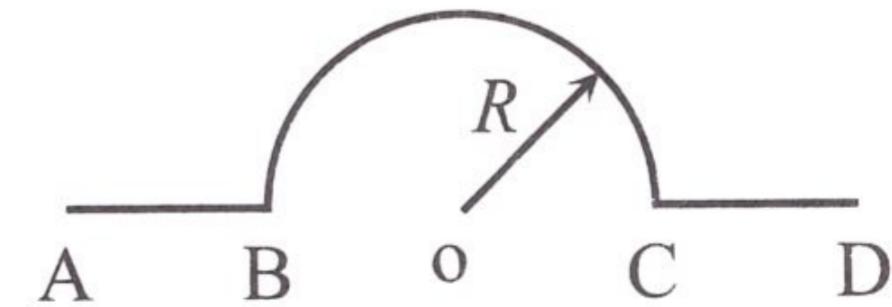
15. (本题 4 分) 2833

一无限长直导线，通有 $I=1\text{A}$ 的电流，直导线外紧包一层相对磁导率 $\mu_r=2$ 的圆筒形磁介质，直导线的半径为 $R_1=0.1\text{cm}$ ，磁介质的内半径为 R_1 ，外半径为 $R_2=0.2\text{cm}$ ，则距离直导线轴线为 $r_1=0.15\text{cm}$ 处的磁感应强度为 _____；距轴线为 $r_2=0.25\text{cm}$ 处的磁场强度为 _____.

二、计算题：(共 4 题，共 40 分)

1. (本题 10 分) t003

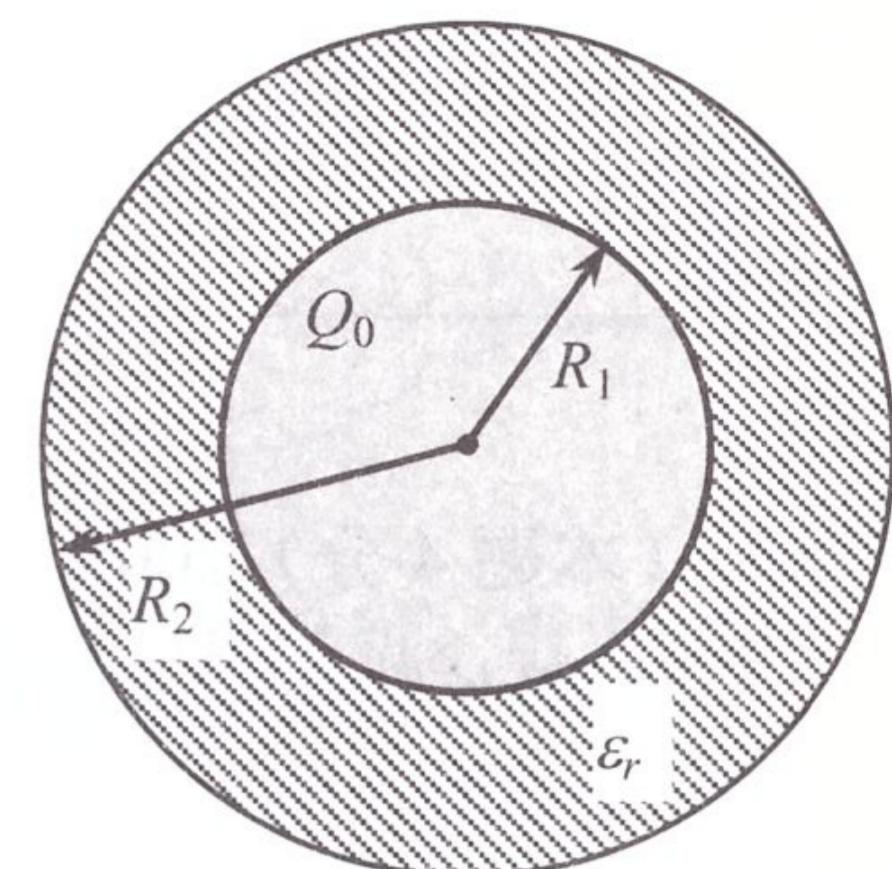
一电荷线密度为 $\lambda (>0)$ 的均匀带电线，弯成如图所示的形状，其中 AB 和 CD 段为直线，长度均为 R ，BC 段为半径为 R 的半圆弧，试求圆心 o 点的电势.



2. (本题 10 分) c002

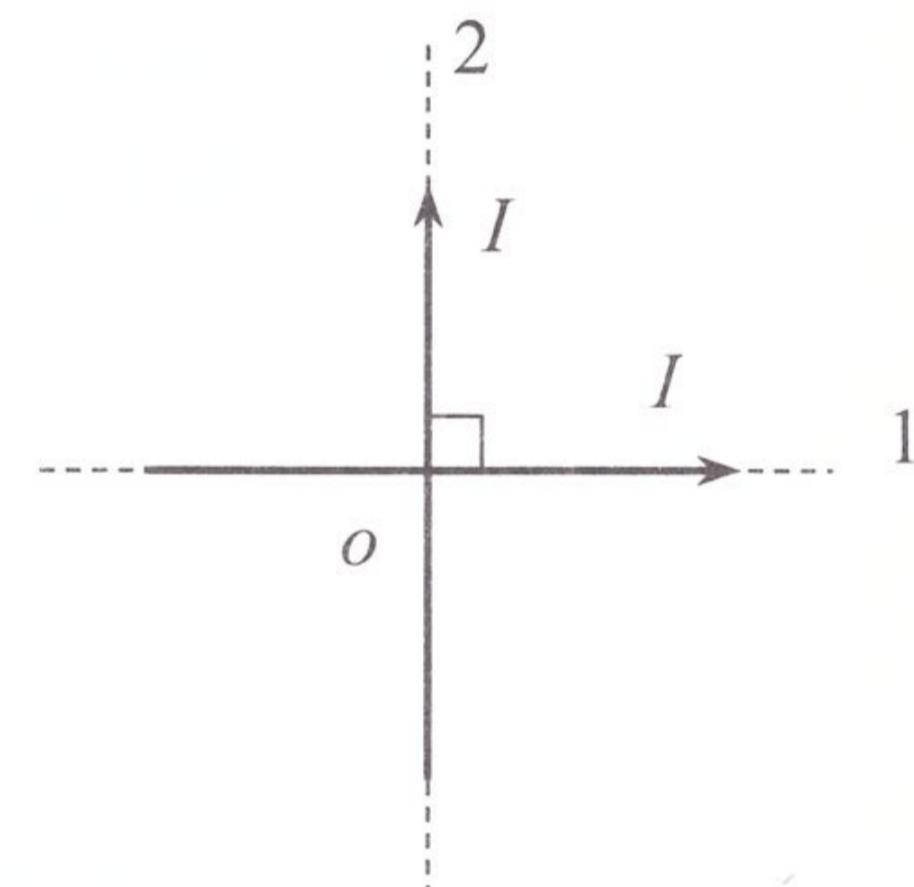
在半径为 R_1 的金属球之外有一层半径为 R_2 的均匀介质层, 如图所示. 设介质的相对介电常量为 ϵ_r , 金属球带电量为 $Q_0 (> 0)$, 求:

- (1) 介质层内 E 的分布;
- (2) 介质层内表面极化电荷面密度 σ' .



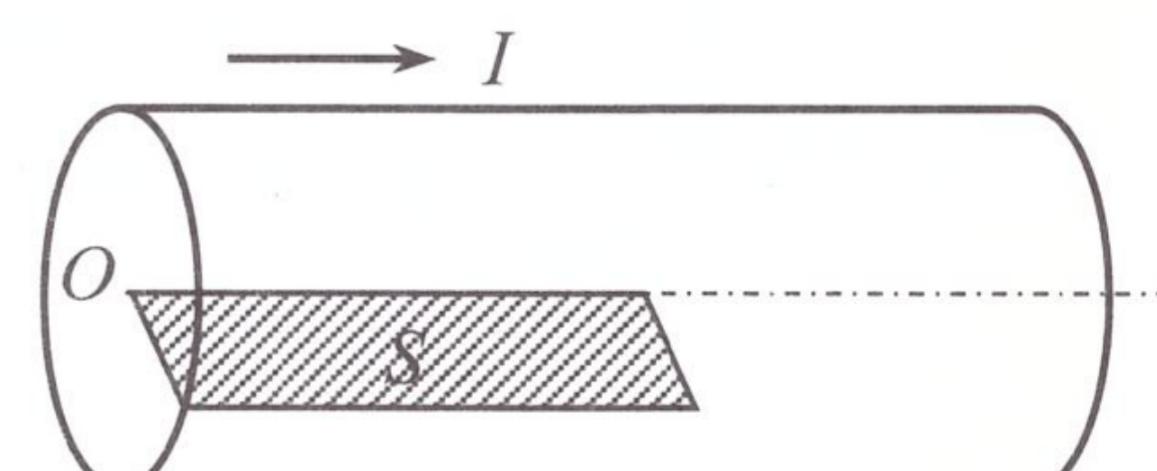
3. (本题 10 分) c003

如图所示, 两根相互绝缘的无限长直导线 1 和 2 绞接于 o 点, 两导线间的夹角为 90° , 通有相同的电流 I . 试求: (1) 导线 2 的磁场分布; (2) 距离导线 2 为 r 处, 导线 1 的单位长度线段受到导线 2 磁场作用力的大小; (3) 距离导线 2 为 r 处, 导线 1 的单位长度线段所受磁力对 o 点力矩的大小.



4. (本题 10 分) t004

一根很长的铜线载有分布均匀的电流 I . 在铜线内部作一假设的平面 S , 如图所示, 试求通过平面 S 单位长度上的磁通量.



2018–2019 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)

$$1. \quad V_a = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad V_b = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}, \quad W = q(V_a - V_b) = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$2. \quad U_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{RU_0}{r^2}$$

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

$$4. \quad V_B \quad V_A$$

$$5. \quad E_1 = 0, \quad E_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, \quad V = \int_r^a \vec{E}_1 \bullet d\vec{l} + \int_a^b \vec{E}_2 \bullet d\vec{l} = \int_a^b \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$$

$$6. \quad E = \frac{U}{d} = \frac{U_0}{d} = E_0, \quad \vec{E} = \vec{E}_0; \quad \vec{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E}_0 = \epsilon_r \vec{D}_0, \quad \vec{D} = \epsilon_r \vec{D}_0$$

$$7. \quad W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2\epsilon_r C_0} = \frac{W_0}{\epsilon_r}, \quad \frac{1}{\epsilon_r}; \quad W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon_r C_0 U^2}{2} = \epsilon_r W_0, \quad \epsilon_r$$

$$8. \quad w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2, \quad E = \sqrt{\frac{2w_e}{\epsilon_0 \epsilon_r}} = 3.36 \times 10^{11} (\text{V/m})$$

$$9. \quad B = 0$$

$$10. \quad dI = \frac{\sigma 2\pi r dr}{2\pi/\omega} = \frac{q}{\pi R^2} \omega r dr, \quad dp_m = S dI = \frac{q\omega}{R^2} r^3 dr, \quad p_m = \int_0^R \frac{q\omega}{R^2} r^3 dr = \frac{q\omega R^2}{4}$$

方向沿轴向上

$$11. \quad \oint \vec{B} \bullet d\vec{S} = 0 = \Phi_{\bar{S}} + \Phi_S \quad \Phi_S = -\Phi_{\bar{S}} = -\vec{B} \cdot \bar{S} = -B\pi r^2 \cos\alpha$$

$$12. \quad B = \frac{\mu_0 q_1 v_1}{4\pi r^2} \quad F = \sqrt{F_m^2 + F_e^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2} \sqrt{\mu_0^2 v_1^2 v_2^2 + 1/\epsilon_0^2}$$

$$13. \quad B_1 = 0, \quad B_2 2\pi r = \mu_0 \frac{I}{\pi b^2 - \pi a^2} (\pi r^2 - \pi a^2), \quad B_2 = \frac{\mu_0 I (r^2 - a^2)}{2\pi (b^2 - a^2) r}, \quad B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}; \quad B;$$

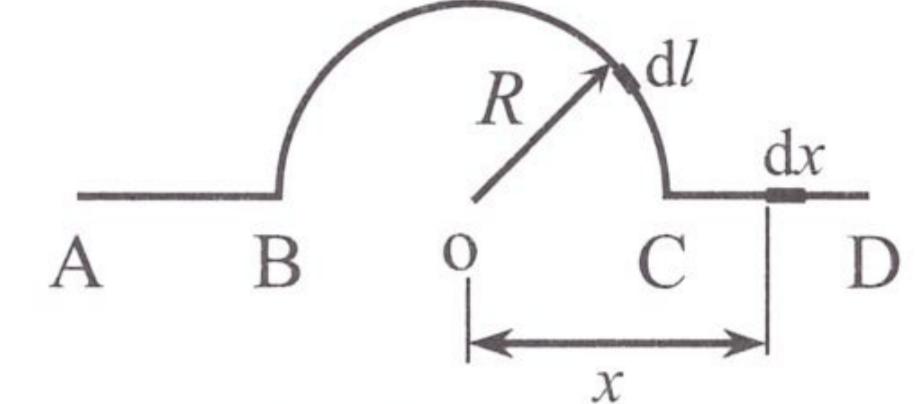
$$14. \quad p_{m1} = I_1 S_1 = I_1 A_1 = 2I_2 2A_2 = 4p_{m2}; \quad M_1 = p_{m1} B \sin\theta = 4p_{m2} B \sin\theta = 4M_2$$

$$15. \quad B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r_1} = 2.67 \times 10^{-4} (\text{T}), \quad H = \frac{B}{\mu_0 \mu_r} = \frac{I}{2\pi r_2} = 63.66 (\text{A/m})$$

二、计算题：（共 4 题，共 40 分）

1. 解： $dq = \lambda dx$, $dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x}$; $V_{AB} = \int_R^{2R} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2$

$$V_{BC} = \frac{\lambda\pi R}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}; \quad V = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln 2 + \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$$



2. 解：(1) 介质内作一半径为 r 的球形高斯面，可得： $\oint_{(S)} \vec{D} \bullet d\vec{S} = Q_0$

$$R_1 < r < R_2: 4\pi r^2 D_1 = Q_0; \quad D_1 = \frac{Q_0}{4\pi r^2}; \quad E_1 = \frac{D_1}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{Q_0}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r r^2}$$

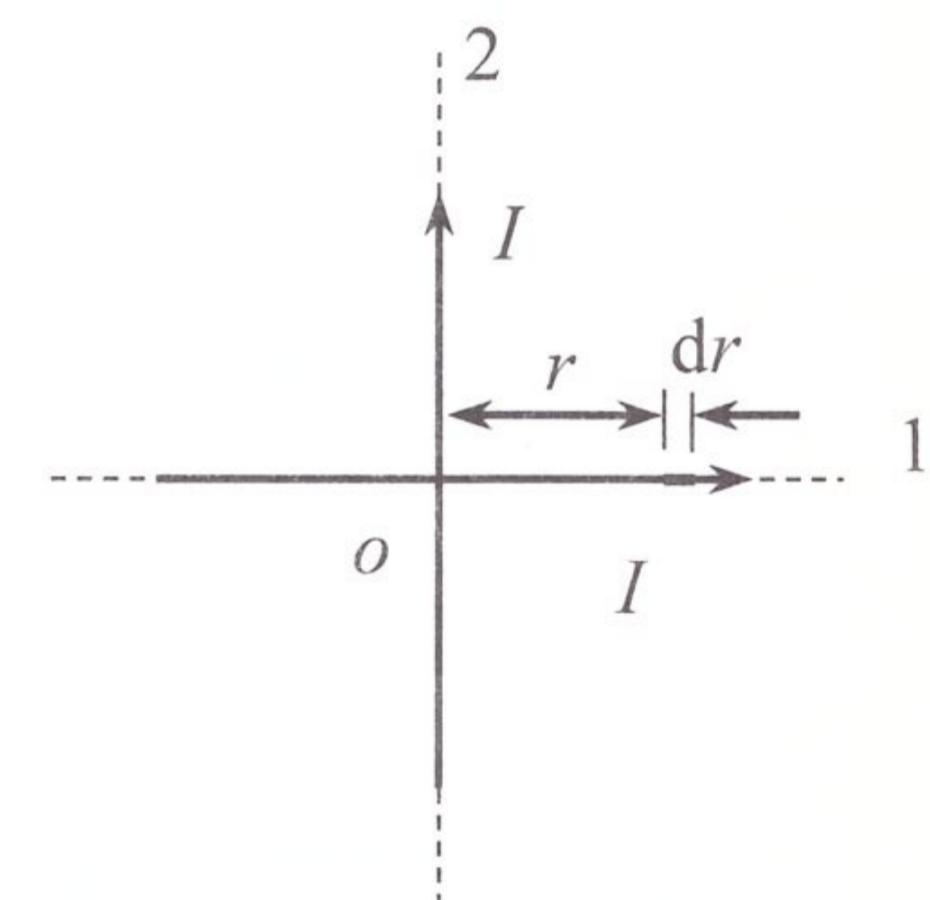
$$P_1 = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E_1 = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \frac{Q_0}{4\pi r^2} \quad \text{方向沿矢径}$$

$$(2) \sigma'_1 = \vec{P}_1(R_1) \bullet \hat{n} = P_1(R_1) \cos \pi = -\left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \frac{Q_0}{4\pi R_1^2} = \left(\frac{1}{\epsilon_r} - 1\right) \frac{Q_0}{4\pi R_1^2}$$

3. (1) $\int_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 2\pi r B = \mu_0 I \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$(2) dF = IB dr = \frac{\mu_0 I^2 dr}{2\pi r \sin 90^\circ} = \frac{\mu_0 I^2 dr}{2\pi r}; \quad \frac{dF}{dr} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi r}$$

$$dM = r dF = \frac{\mu_0 I^2 dr}{2\pi}, \quad \frac{dM}{dr} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi}$$



4. 由安培环路定理： $B \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{I}{\pi R^2} \cdot \pi r^2, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r$

在 S 上取面元 $dS = l dr$, $d\Phi_B = \vec{B} \bullet d\vec{S} = B dS \cos 0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r l dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi R^2} r dr$

$$\Phi_B = \int_0^R \frac{\mu_0 I l}{2\pi R^2} r dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi R^2} \frac{R^2}{2} = \frac{\mu_0 I l}{4\pi}$$

单位长度上的磁通： $\Phi'_B = \frac{\Phi_B}{l} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$