

浙江大学 20_21 - 20_22 学年 秋冬 学期

《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)

课程号: 761T0020, 开课学院: 物理系

考试试卷: A √ 卷、B 卷 (请在选定项上打 √)

考试形式: 闭 √、开卷 (请在选定项上打 √)

允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期: 2021 年 11 月 7 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 序号

| 题序 | 填空 | 计 1 | 计 2 | 计 3 | 计 4 | 总 分 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 得分 | | | | | | |
| 评卷人 | | | | | | |

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

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

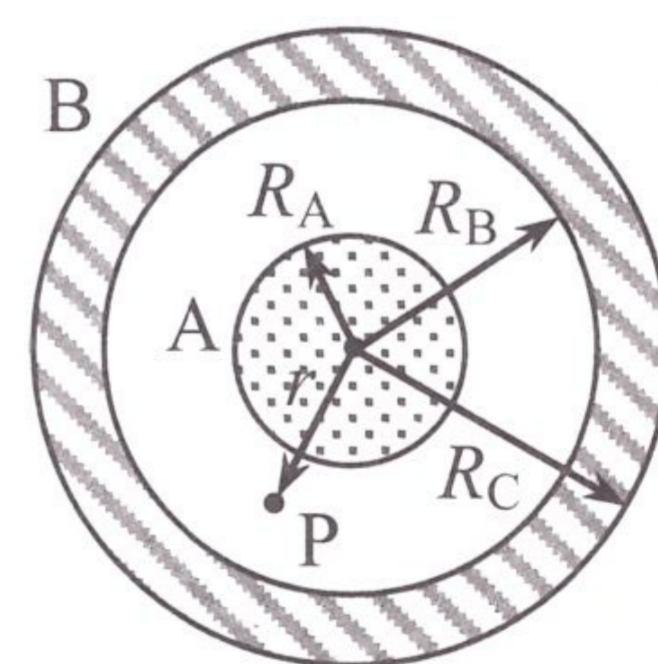
真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$

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

一、填空题: (14 题, 共 56 分)

1. (本题 4 分) 1488

带有电荷 q 、半径为 R_A 的金属球 A, 与一原先不带电、内外半径分别为 R_B 和 R_C 的金属球壳 B 同心放置, 如图. 则图中距球心距离为 r 的 P 点的电势 $U_P =$. 如果用导线将 A、B 连接起来, 则 A 球的电势 $U_A =$. (设无穷远处电势为零)

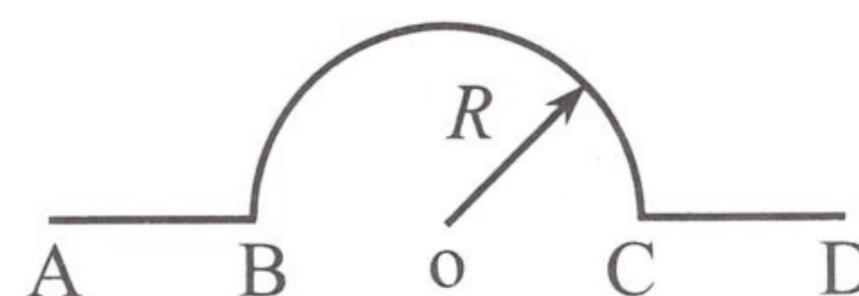


2. (本题 4 分) x001

已知空气的击穿场强为 $3.0 \times 10^6 \text{ V/m}$, 有一处于空气中的半径为 1.0 m 的导体球, 该导体球能够带有的最大电量为 .

3. (本题 4 分) t001

一均匀带电导线的形状如图所示, 线电荷密度为 λ , AB 和 CD 段的长度均为 R . 则原心 o 点的电势为 .



4. (本题 4 分) 1619

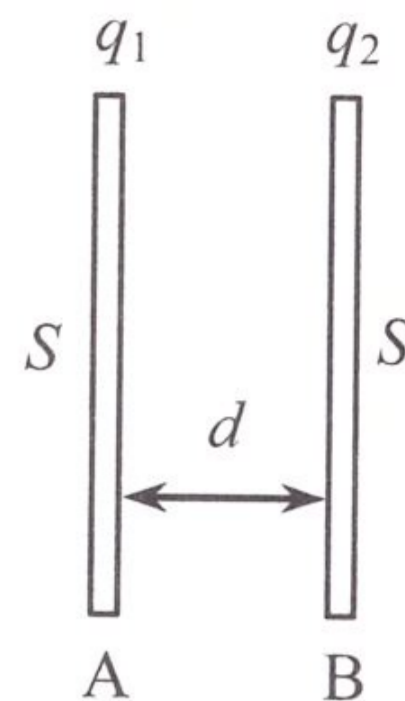
在“无限大”的均匀带电平板附近, 有一点电荷 q , 沿电场线方向移动距离 d 时, 电场力作的功为 A , 由此可知平板上的电荷面密度 $\sigma =$.

5. (本题 4 分) y001

一半径为 R 的导体球带电量为 Q , 放在相对介电常数为 ϵ_r 的无限大均匀电介质中, 则电场的总能量 $W =$ _____.

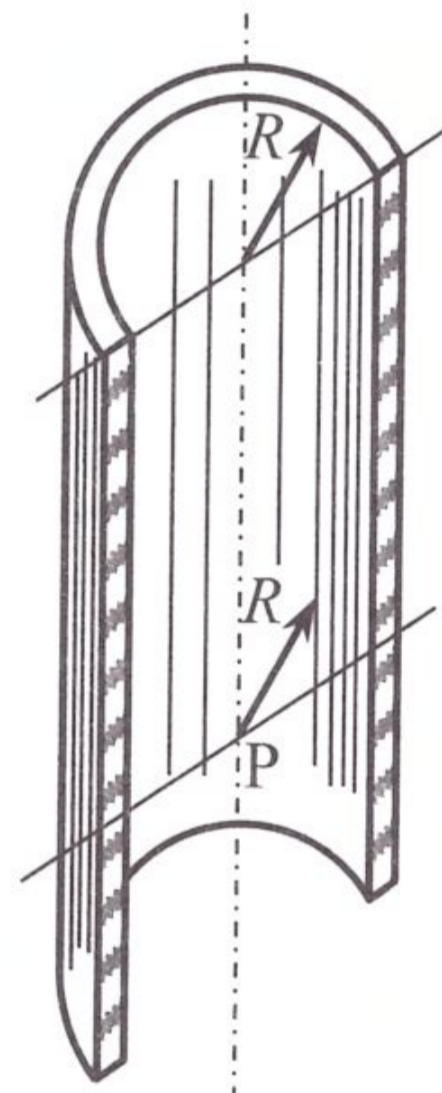
6. (本题 4 分) 1192

两块面积均为 S 的金属平板 A 和 B 彼此平行放置, 板间距离为 d (d 远小于板的线度), 设 A 板带有电荷 q_1 , B 板带有电荷 q_2 , 则 AB 两板间的电场强度的大小为_____.



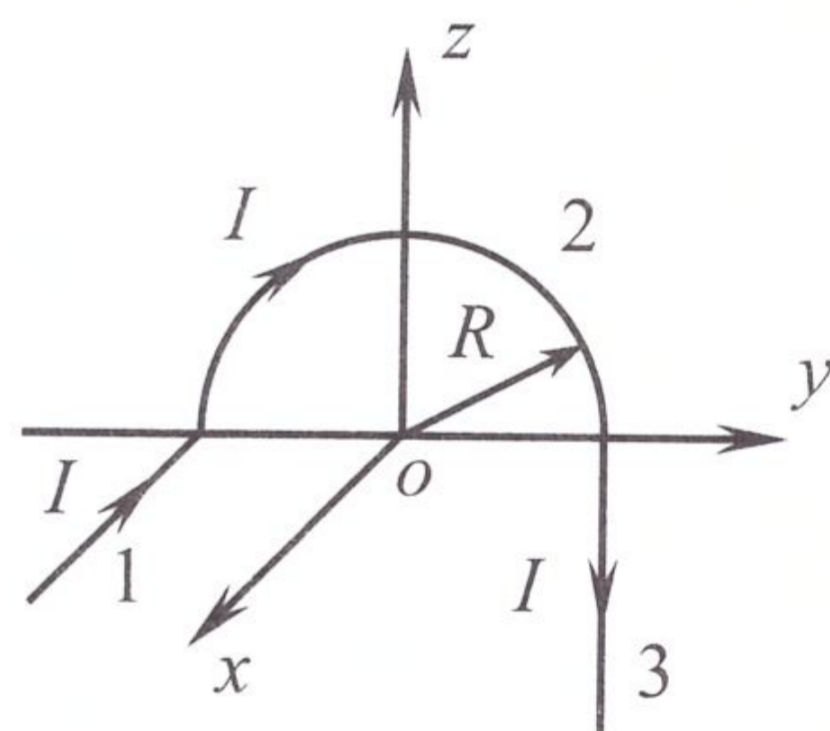
7. (本题 4 分) t002

在半径 R 的无限长半圆筒形金属薄壁中, 自上而下地通有电流强度为 I 的电流, 设电流均匀地分布在薄壁上 (见附图). 试求轴线上 P 点的磁感应强度的大小为_____.



8. (本题 4 分) 2266

如图所示, 载流导线由导线 1、2 和 3 组成, 导线 1、3 为半无限长直载流导线, 它们与半圆形载流导线 2 相连. 导线 1 在 oxy 平面内且与 x 轴平行, 导线 2、3 在 oyz 平面内, 且导线 3 与 z 轴平行. 则 o 点的磁感应强度 $\vec{B} =$ _____.

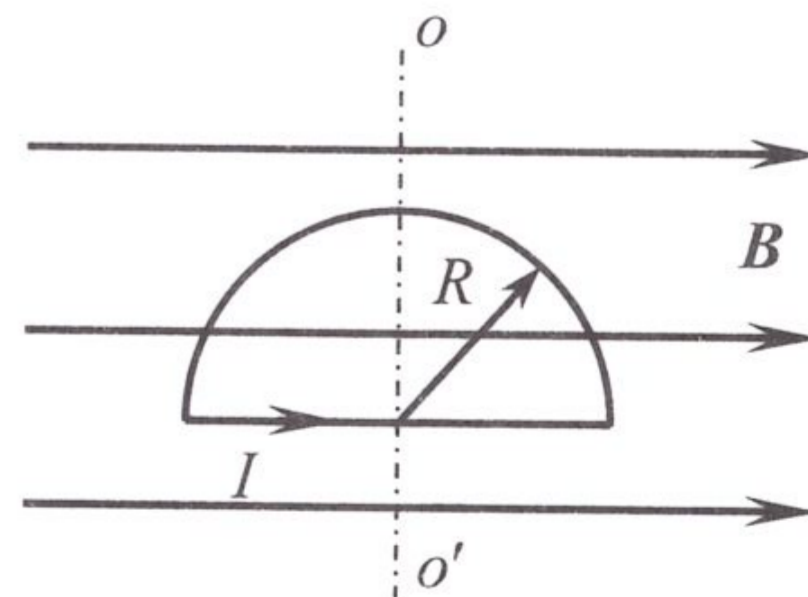


9. (本题 4 分) t003

一环形铁芯, 其平均周长为 0.3m , 截面积为 $1.0 \times 10^{-4} \text{m}^2$, 该环均匀地密绕 300 匝线圈. 当线圈中通有电流 0.032A 时, 环内一匝线圈的磁通量为 $2.0 \times 10^{-6} \text{Wb}$. 则铁芯的相对磁导率为_____.

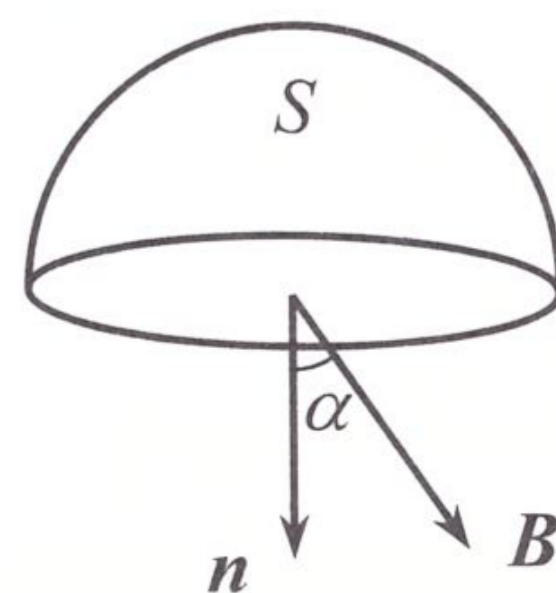
10. (本题 4 分) 2095

半径为 R 的半圆形线圈通有电流 I , 线圈处在与线圈平面平行向右的均匀磁场 \vec{B} 中, 线圈所受磁力矩的大小为_____, 方向为_____. 把线圈绕 oo' 轴转过角度_____时, 磁力矩恰为零.



11. (本题 4 分) 5666

在磁感强度为 \vec{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 \vec{n} 与 \vec{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_____.

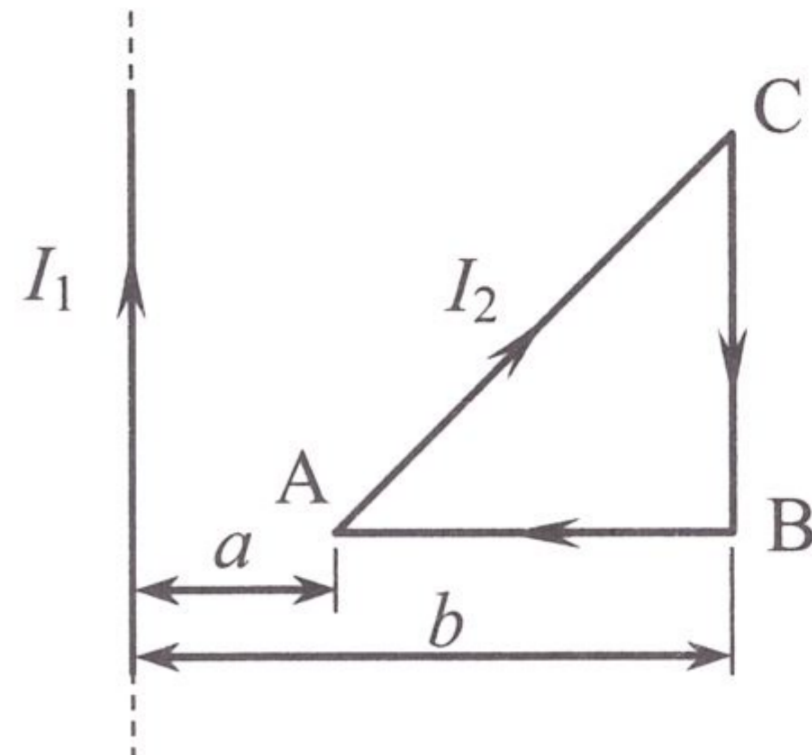


12. (本题 4 分) 2393

沿半径为 R 的圆环中有电流 I , 此载流圆环位于均匀磁场中, 且电流磁矩的方向与磁感应线的方向之间夹角为 α . 若使圆环中的电流保持不变并将它移到磁场范围以外, 外力所必需作的功为 A , 则均匀磁场的磁感应强度的大小为_____.

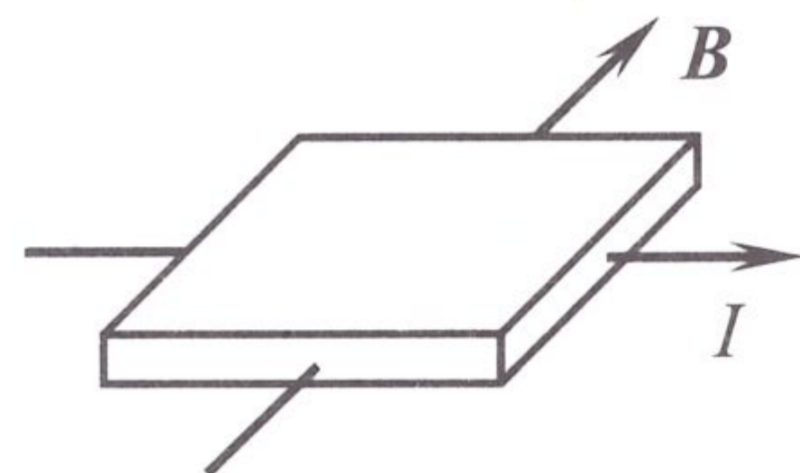
13. (本题 4 分) x002

真空中一无限长载流直导线通有电流 I_1 , 与另一通有电流 I_2 的等腰直角三角形线圈共面, 如图所示, 则载流三角形回路 AC 段在无限长载流直导线场中所受的安培力的大小为_____.



14. (本题 4 分) y002

在霍尔效应的实验中, 通过导体的电流方向和 \mathbf{B} 的方向垂直 (如图). 如果上表面的电势较高, 则导体中的载流子是_____电荷.



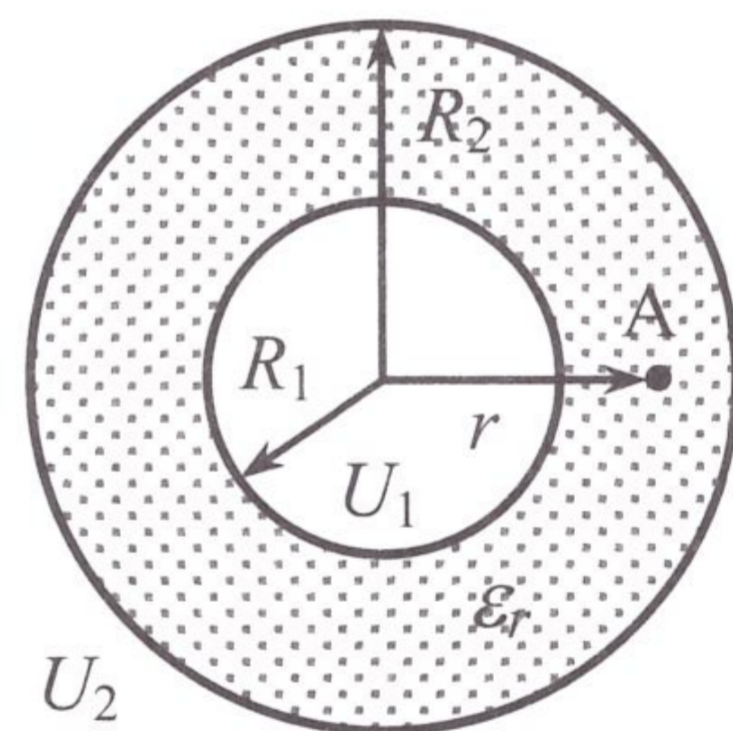
二、计算题: (4 题, 共 44 分)

1. (本题 12 分) 2742

一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成, 内、外半径分别为 $R_1 = 2\text{cm}$, $R_2 = 5\text{cm}$, 其间充满相对介电常数为 $\epsilon_r = 2$ 的各向同性、均匀电介质, 电容器接在电压

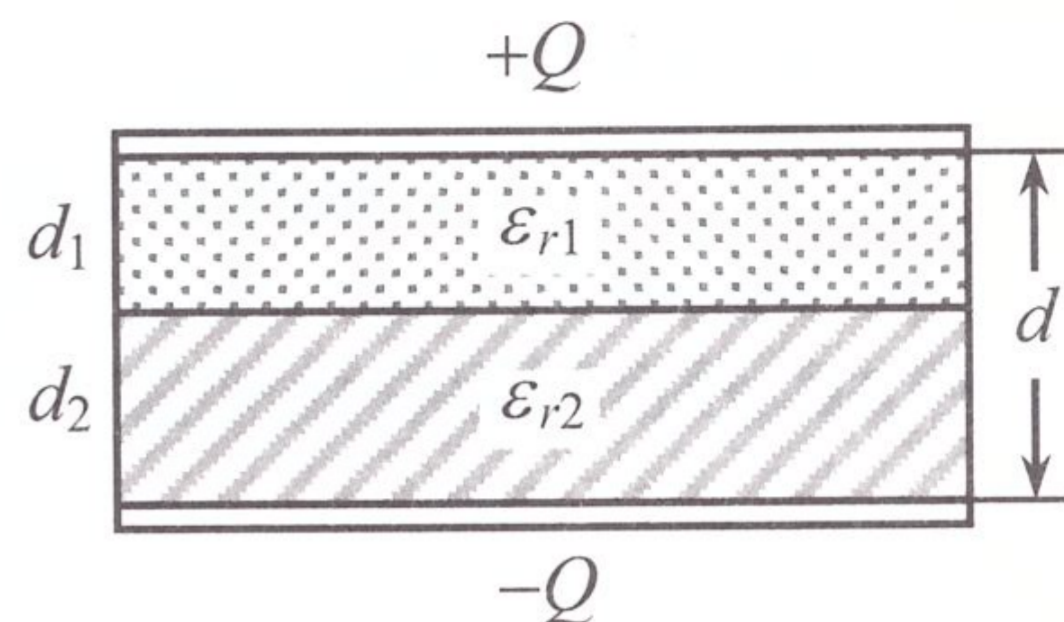
$U = U_1 - U_2 = 32\text{V}$ 的电源上, 如图所示. 试求:

- (1) 内筒上的电荷线密度 λ ;
- (2) 距轴线距离 $r = 3.5\text{ cm}$ 处 A 点电场 E 的大小;
- (3) A 点与外筒间电势差 ΔU 的值.



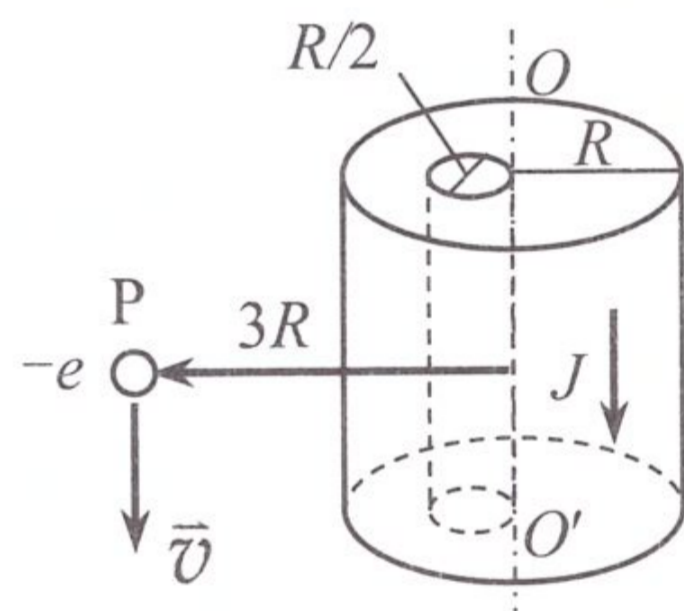
2. (本题 12 分) 1541

一平行板电容器，其极板面积为 S ，两板间距为 d ($d \ll \sqrt{S}$)，中间充有各向同性的电介质，其界面与极板平行，相对介电常数分别为 ϵ_{r1} 和 ϵ_{r2} ，厚度分别为 d_1 和 d_2 ($d_1 + d_2 = d$)，如图所示。设两极板上所带电量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ ，求：(1) 电容器的电容；(2) 两介质交界面上的极化电荷面密度；(3) 电容器储存的能量。



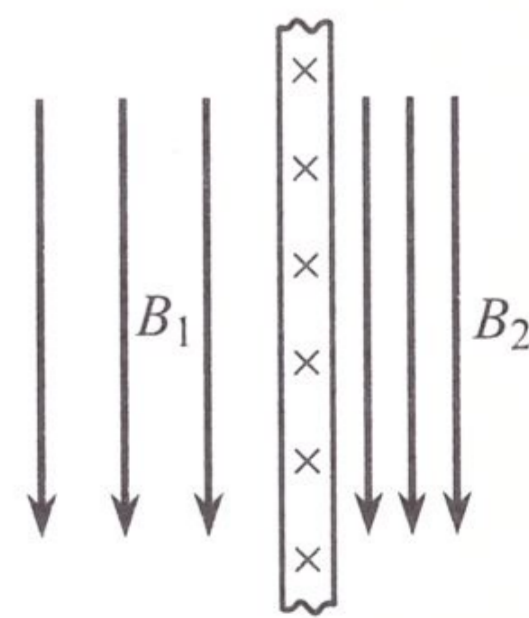
3. (本题 10 分) 2650

空气中有一半径为 R 的“无限长”直圆柱金属导体，竖直线 OO' 为其中心轴线。在圆柱体内挖一个直径为 $R/2$ 的圆柱空洞，空洞侧面与 OO' 相切，在未挖洞部分通以均匀分布的电流 I ，方向沿 OO' 向下，如图所示。在距轴线 $3R$ 处有一电子（电荷为 $-e$ ）沿平行于 OO' 轴方向，在中心轴线 OO' 和空洞轴线所决定的平面内，向下以速度 \vec{v} 飞经 P 点。求电子经 P 时，所受磁场力的大小。



4. (本题 10 分) t004

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 \vec{B}_1 和 \vec{B}_2 ，其方向与平面平行并与电流流向垂直，如图所示。试求该载流平面上单位面积所受的磁场力的大小和方向。



2021-2022 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

一、填空题：(14 题，每题 4 分，共 56 分)

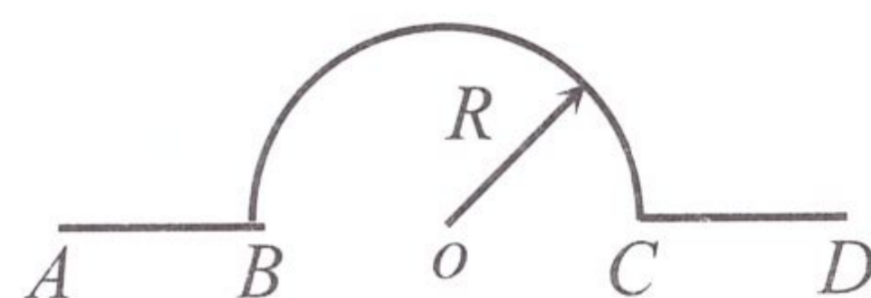
1. $U_P = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 R_B} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_C}$ ，用导线将 A、B 连接起来，B 外球面带电 q ，

其它不带电 $U_A = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_C}$

2. $E_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R^2} = 3.0 \times 10^6 \text{ (V/m)}$ ， $Q_{\max} = 4\pi\epsilon_0 R^2 E_{\max} = 3.33 \times 10^{-4} \text{ (C)}$

3. $U_{AB} = U_{CD} = \int_R^{2R} \frac{\lambda dr}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2$ ， $U_{BC} = \frac{1}{2} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{1}{2} \frac{\lambda \cdot 2\pi R}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$ ，

$U = U_{AB} + U_{CD} + U_{BC} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln 2 + \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$



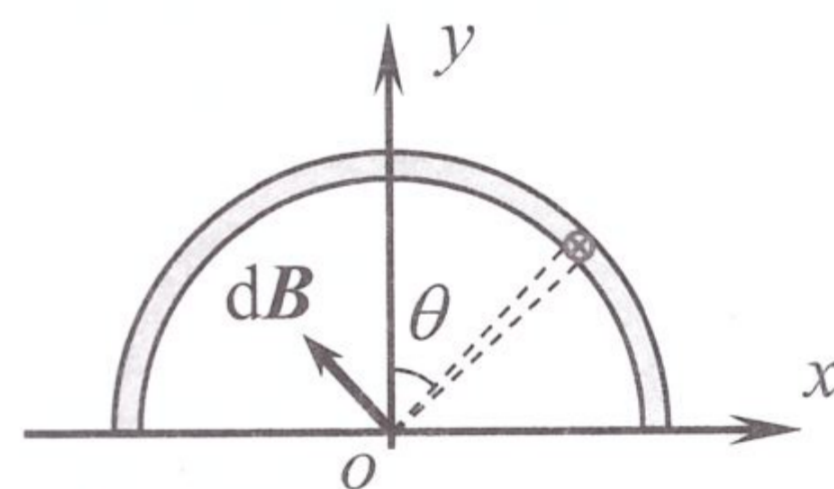
4. $A = q\Delta U = qEd = q \frac{\sigma}{2\epsilon_0} d$ $\sigma = \frac{2\epsilon_0 A}{qd}$

5. $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2}$ ， $W = \iiint_V \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 dV = \int_R^\infty \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \left(\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} \right)^2 4\pi r^2 dr = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 \epsilon_r R}$

6. $E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$ ， $E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$ ， $E = |E_1 - E_2| = \left| \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \right| = \left| \frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S} \right|$

7. $dI = \frac{I}{\pi R} R d\theta = \frac{I}{\pi} d\theta$ ， $dB = \frac{\mu_0}{2\pi R} dI$ ，

$B = B_x = \int dB \cos \theta = \int_0^{\pi/2} 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R} \cos \theta d\theta = \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$



8. $\vec{B}_1 = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R} \vec{k}$ ， $\vec{B}_2 = -\frac{\mu_0 I}{4R} \vec{i}$ ， $\vec{B}_3 = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R} \vec{i}$ ， $\vec{B} = -\frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\pi + 1) \vec{i} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \vec{k}$

9. $H = \frac{NI}{2\pi r}$ ， $\Phi_m = BS = \frac{\mu_0 \mu_r NI}{2\pi r} S = \mu_0 \mu_r \frac{N}{L} IS$ ， $\mu_r = 497$

10. $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$ ， $M = ISB = \frac{1}{2} \pi R^2 IB$ 方向向上

$M = ISB \sin \theta = \frac{1}{2} \pi R^2 IB \sin \theta = 0$ $\sin \theta = 0$ $\theta = 90^\circ$

11. $\Phi_{mS} = \Phi_{m\text{平面}} = \vec{B} \cdot \vec{S} = -B\pi r^2 \cos \alpha$

12. $\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = \pi R^2 B \cos \alpha$ $A = I\Delta \Phi$ $B = \frac{A}{\pi R^2 I \cos \alpha}$

13. $F_{AC} = \int_A^C I_2 dl \cdot B \sin 90^\circ = \int_a^b \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} I_2 \sqrt{2} dx = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$

14. E 向下，洛伦兹力向上， v 方向与 I 流动方向相同，正电荷

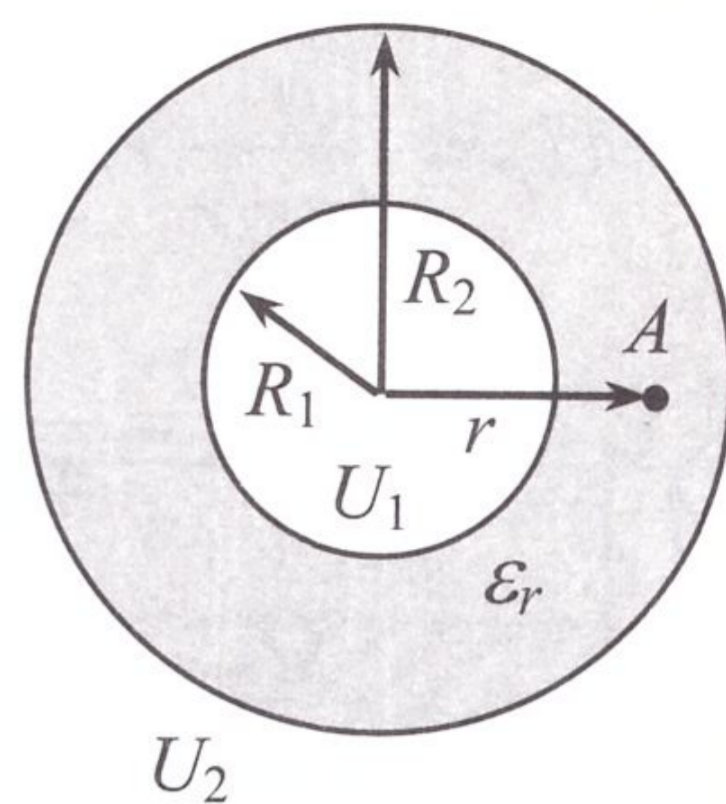
二、计算题：(4 题，共 44 分)

$$1. (1) E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r}, \quad U = U_1 - U_2 = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_A \cdot d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$\lambda = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r U}{\ln(R_2/R_1)} = 3.88 \times 10^{-9} \text{ (C/m)}$$

$$(2) E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r} = \frac{U}{r \ln(R_2/R_1)} = 998 \text{ (V/m)}$$

$$(3) \Delta U = \int_r^{R_2} \vec{E}_A \cdot d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{r} = \frac{U \ln(R_2/r)}{\ln(R_2/R_1)} = 12.5 \text{ (V)}$$



$$2. (1) E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon_{r1}} = \frac{Q}{\epsilon_0\epsilon_{r1}S}, \quad E_2 = \frac{Q}{\epsilon_0\epsilon_{r2}S}, \quad U = E_1 d_1 + E_2 d_2 = \frac{Q(d_1\epsilon_{r2} + d_2\epsilon_{r1})}{\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S},$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S}{(d_1\epsilon_{r2} + d_2\epsilon_{r1})}$$

$$\text{或: } C_1 = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_0\epsilon_{r1}S}{d_1}, \quad C_2 = \frac{\epsilon_0\epsilon_{r2}S}{d_2}, \quad C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S}{(d_1\epsilon_{r2} + d_2\epsilon_{r1})}$$

$$(2) \sigma' = \sigma'_1 + \sigma'_2 = P_{1n} + P_{2n} = \epsilon_0(\epsilon_{r1} - 1)E_1 - \epsilon_0(\epsilon_{r2} - 1)E_2 = \frac{\epsilon_{r1} - \epsilon_{r2}}{\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}} \frac{Q}{S}$$

$$(3) W = \frac{1}{2}QU = \frac{Q^2(d_1\epsilon_{r2} + d_2\epsilon_{r1})}{2\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S}$$

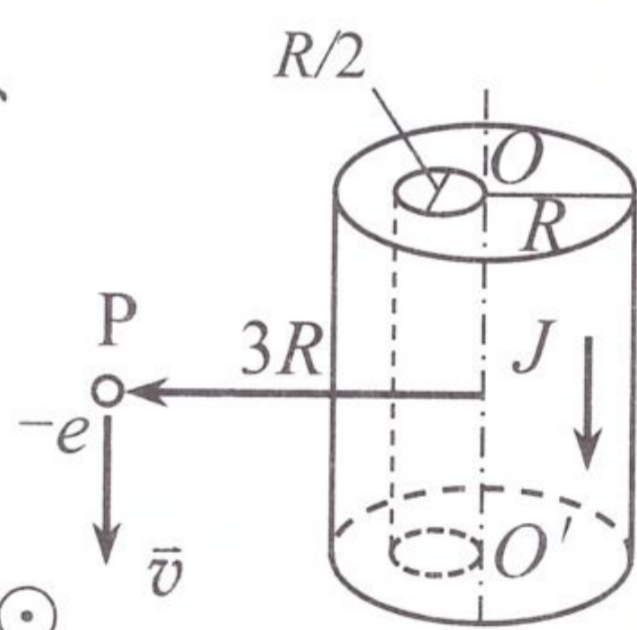
$$3. \text{ 导体柱 } J = \frac{I}{\pi R^2 - \pi(R/4)^2} = \frac{16I}{15\pi R^2}. \text{ 用同样的电流密度把空洞补}$$

$$\text{上, 圆柱在 } P \text{ 处的磁感强度, } B_1 = \frac{\mu_0 JR}{6} = \frac{8\mu_0 I}{45\pi R} \text{ 方向为 } \otimes$$

$$\text{空洞区流过同样电流密度的反向电流, } B_2 = \frac{\mu_0 JR}{88} = \frac{2\mu_0 I}{165\pi R}, \text{ 方向为 } \odot$$

$$\therefore P \text{ 处磁感强度 } B = B_1 - B_2 = \frac{41\mu_0 JR}{264} = \frac{82\mu_0 I}{495\pi R} \text{ 方向为 } \otimes$$

$$\text{电子受到的洛伦兹力 } \vec{f}_m = q\vec{v} \times \vec{B} = -e\vec{v} \times \vec{B}, \quad f_m = evB = \frac{41}{264} \mu_0 J R e v = \frac{82}{495} \frac{\mu_0 I e v}{\pi R}$$



$$4. B_1 = B_0 - \frac{\mu_0 j}{2}, \quad B_2 = B_0 + \frac{\mu_0 j}{2}, \quad B_0 = \frac{B_1 + B_2}{2}, \quad j = \frac{B_2 - B_1}{\mu_0}$$

$$\text{取一小面积元 } S = hl, \quad F = B_0 l l = B_0 j h = B_0 j S$$

$$\frac{F}{S} = B_0 j = \frac{B_2^2 - B_1^2}{2\mu_0} \text{ 方向水平向左}$$

