

浙江大学 20 24 - 20 25 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: 物理学院.

考试试卷: A ☒ 卷、B 卷 (请在选定项上打 \checkmark)

考试形式: 闭 ☒、开卷 (请在选定项上打 \checkmark), 允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期: 2024 年 11 月 03 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	选 择	计 1	计 2	计 3	计 4	总 分
得 分						
评卷人						

得分	
评卷人	

电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$
 氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

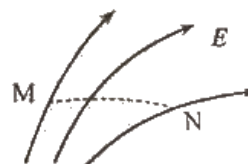
基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$
 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、选择题: (单选, 每题 4 分, 共 60 分)

1. (本题 4 分)

如图所示为某区域静电场的电场线分布, 在该电场中将一负点电荷从 M 点移到 N 点, 以下关于该过程的描述中正确的是 ().

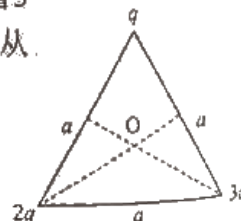
- A. 电场强度 $E_M > E_N$, 电场力做正功
- B. 电势 $U_M < U_N$, 电场力做负功
- C. 电势能 $W_M < W_N$, 电场力做负功
- D. 负电荷电势能增加, 电场力做正功



2. (本题 4 分)

如图所示, 边长为 a 的等边三角形的 3 个顶点上, 放置着 3 个正的点电荷, 电量分别为 q , $2q$, $3q$, 若将另一正点电荷 Q 从无穷远处移到三角形的中心 O 处, 外力所做的功为 ().

- A. $\frac{2\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$
- B. $\frac{4\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$
- C. $\frac{6\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$
- D. $\frac{8\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$



3. (本题 4 分)

在静电场中, 关于电场强度和电势关系的下列说法中, 正确的是 ().

- A. 电场强度 $E=0$ 的点, 电势也一定为零
- B. 同一条电场线上各点的电势可能相等
- C. 在电场强度相等的空间内, 电势也处处相等
- D. 在电势相等的空间内, 电场强度处处为零

4. (本题 4 分)

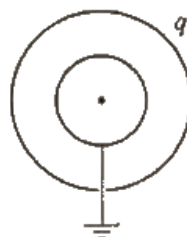
如图所示, 一无限大均匀带电平面附近放置一与之平行的、电中性的无限大导体平板. 已知带电平面的电荷面密度为 σ , 则导体平板两表面1和2的感应电荷面密度为 ().



- A. $\sigma_1 = -\sigma, \sigma_2 = +\sigma$
- B. $\sigma_1 = -\frac{\sigma}{2}, \sigma_2 = +\frac{\sigma}{2}$
- C. $\sigma_1 = +\sigma, \sigma_2 = -\sigma$
- D. $\sigma_1 = +\frac{\sigma}{2}, \sigma_2 = -\frac{\sigma}{2}$

5. (本小题 4 分)

如图所示, 两同心金属球壳, 它们离地球很远. 如果外球壳上带正电 q , 当内球壳用细导线穿过外球壳上的绝缘小孔与地连接, 则内球壳 ().



- A. 不带电荷
- B. 带正电荷
- C. 带负电荷
- D. 外表面带负电荷, 内表面带等量正电荷

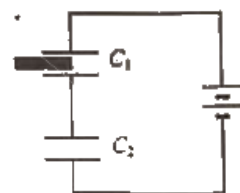
6. (本题 4 分)

静电平衡时, 关于导体上的电荷分布的下列说法中, 正确的是 ().

- A. 导体所带电荷及感应电荷都分布在导体的表面上
- B. 导体电荷面密度与表面的曲率半径无关
- C. 内部无其它导体的空腔带电导体, 不管它是否处在外电场中, 电荷总是分布在内外表面上
- D. 导体内场强无法确定

7. (本题 4 分)

两个完全相同的电容器 C_1 和 C_2 , 串联后与电源连接, 现将一各向同性均匀电介质 (相对磁导率大于1) 板插入 C_1 中, 如图所示, 则 ().



- A. 电容器组总电容减少
- B. C_1 上的电量大于 C_2 上的电量
- C. C_1 上的电压高于 C_2 上的电压
- D. 电容器组贮存的总能量增大

8. (本题4分)

一内外半径分别为 R_1 和 R_2 的同心球形电容器, 其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的电介质, 当电容器的带电量为 Q 时, 它的储能为()。

A. $W_e = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

B. $W_e = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

C. $W_e = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}$

D. $W_e = \frac{Q^2}{32\pi\epsilon_0\epsilon_r} (R_1 - R_2)$

9. (本题4分)

直径为2.5 mm的铝线一端与直径为1.8 mm的铜线一端焊接. 导线上通有1.3 A的稳恒电流. 若在铜线中, 平均每个原子中有一个自由传导电子, 铜的电阻率为 $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 质量密度为 $\rho = 8.96 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 摩尔质量为 $63.5 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$, 则下列描述中正确的是()。

A. 铜的单位体积内粒子数为 $n = 8.49 \times 10^{25} / \text{m}^3$

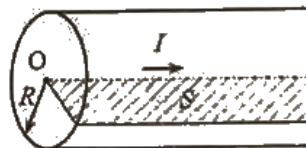
B. 铜线内电子的漂移速度为 $9.13 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

C. 铜线的电流密度为 12.8 A/cm^2

D. 铝线的电流密度为 26.5 A/cm^2

10. (本题4分)

一半径为 R 的无限长直铜导线, 载有电流 I , 电流均匀分布在导线的横截面上. 在导线内部通过中心轴作一横切面 S (如图所示), 则通过横切面 S 上沿轴线每单位长度的磁通量 Φ_m 为()。



A. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

B. $\frac{\mu_0 I}{4\pi}$

C. $\frac{\mu_0 I}{2\pi}$

D. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}$

11. (本题4分)

下列关于稳恒磁场中安培环路定理的表述中, 正确的是()。

A. 若 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 则在回路 L 上 B 必定处处为零

B. 若 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 则回路 L 必定不包围电流

C. 若 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 则回路 L 所包围电流的代数和必为零

D. 回路 L 上各点的 B 仅与回路 L 包围的电流有关

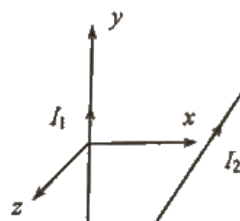
12. (本题 4 分)

玻尔的氢原子理论认为, 氢原子处于基态时, 它的电子可看作在直径为 $1.04 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 的轨道作匀速圆周运动, 速率为 $2.2 \times 10^8 \text{ cm/s}$, 则电子在轨道中心产生磁感应强度 B 为 ().

- A. 13.0 T B. 3.3 T C. 0.13 T D. 0.033 T

13. (本小题 4 分)

如图所示, 一电流为 I_1 的长直导线附近正交并且对称地放置另一载流导线 I_2 . 电流 I_1 沿 y 轴的正方向, I_2 沿 z 轴负方向. 若载流 I_1 的导线固定不动, 载流 I_2 的导线可以自由运动, 则载流 I_2 的导线开始运动的趋势是 ().

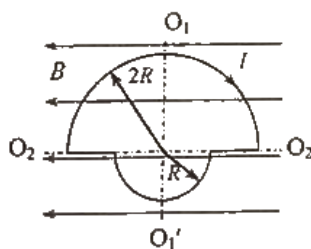


- A. 沿 x 方向平动 B. 绕 x 轴转动
C. 绕 y 轴转动 D. 无法确定

14. (本题 4 分)

一线圈载有电流 I , 被置于均匀磁场 B 中, 线圈形状及磁场方向如图所示, 则线圈受到磁力矩的大小和转动情况为 (转动方向以从 O_1 看向 O_1' 或从 O_2 看向 O_2' 为准) ().

- A. $M_m = \frac{5}{2} \pi R^2 IB$, 绕 $O_1 O_1'$ 轴逆时针转动
B. $M_m = \frac{5}{2} \pi R^2 IB$, 绕 $O_1 O_1'$ 轴顺时针转动
C. $M_m = \frac{3}{2} \pi R^2 IB$, 绕 $O_2 O_2'$ 轴顺时针转动
D. $M_m = \frac{3}{2} \pi R^2 IB$, 绕 $O_2 O_2'$ 轴逆时针转动



15. (本小题 4 分)

B_0 表示真空中的磁感应强度, B 表示介质中的磁感应强度, H 表示磁场强度. 若 μ_r 为介质的相对磁导率, 要使 $H = B/(\mu_0 \mu_r)$, $H = B_0/\mu_0$ 成立, 则磁介质是 ().

- A. 各向同性的非铁磁性的均匀磁介质 B. 铁磁质
C. 各向异性的均匀磁介质 D. 都不对

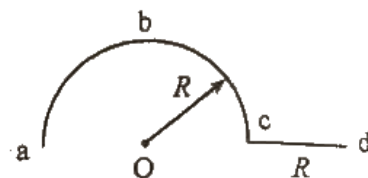
二、计算题（共 40 分，必须有必要的计算过程）

得分	
评卷人	

1.（本题 8 分）

如图所示，电荷线密度为 λ 的均匀带电细棒弯折成两段，其中 abc 为半径为 R 的半圆弧，cd 为直线段，且 $cd = R$ ，求：

- （1）半圆弧上电荷在其圆心 O 处产生的电势；
- （2）直细棒 cd 在半圆圆心 O 处产生的电势；
- （3）所有电荷在半圆圆心 O 处的电势。

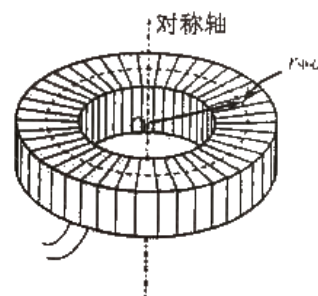


得分	
评卷人	

2.（本题 10 分）

如图所示，螺绕环的中心周长为 10 cm，其上均匀密绕有线圈 200 匝，线圈中通过的电流为 0.1 A，环管内充满相对磁导率为 4200 的磁介质，求：

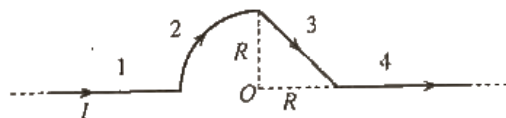
- （1）螺绕环内部 $r_{中}$ 处的磁场强度 H 和磁感应强度 B 的大小；
- （2）传导电流和磁化电流在环管内 $r_{中}$ 处产生的磁感应强度分别是多大？



得分	
评卷人	

3. (本题 10 分)

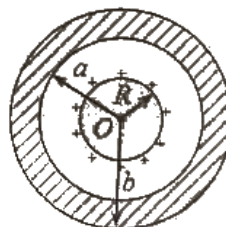
一无限长导线弯成如图所示的形状, 设各线段都在同一平面内 (即纸面内), 其中第二段是半径为 R 的四分之一圆弧, 其余均为直线. 若导线中通有电流 I , 求如图所示 O 点处的磁感应强度.



得分	
评卷人	

4. (本题 12 分)

一半径为 R 的导体球带电 Q , 球外有一层均匀电介质做成的同心球壳, 其内外半径分别为 a 和 b , 介质和导体球之间为真空, 如图所示. 设电介质的相对介电常数为 ϵ_r , 求: (1) 电介质内外的场强和电位移分布; (2) 电介质内的极化强度 P 和电介质表面的极化电荷面密度 σ' .



2024-2025 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试参考解答 A

一、选择题：（单选，每题 4 分，共 60 分）

1. C 2. C 3. D 4. B 5. C 6. A 7. D
 8. B 9. D 10. B 11. C 12. A 13. B 14. A
 15. A

二、计算题（共 40 分）

1. 【解】（1）在半圆周上取线元 dl ，电荷元为 $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta$ ，则半圆周上电荷在 O 处产生的电势为

$$dV_1 = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda d\theta}{4\pi\epsilon_0} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ 分}$$

$$V_1 = \int dV_1 = \int_0^\pi \frac{\lambda d\theta}{4\pi\epsilon_0} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

- （2）在 cd 上距 O 点为 r 处取线元 dl ，得 $dq = \lambda dl$

$$dV_2 = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ 分}$$

$$V_2 = \int dV_2 = \int_R^{2R} \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

- （3）根据电势叠加原理，总电势为：

$$V = V_1 + V_2 = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} + \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} (\pi + \ln 2) \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

2. 【解】：（1）应用安培环路定理，有：

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = H \cdot 2\pi r_{\text{中心}} = \sum_{in} I_{oi} = NI \quad \text{-----} \quad 1 \text{ 分}$$

$$2\pi r_{\text{平均}} = l_{\text{平均}} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ 分}$$

$$H = \frac{NI}{2\pi r_{\text{中心}}} = \frac{200 \times 0.1}{10 \times 10^{-2}} = 200 \text{ A/m} \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

$$B = \mu_0 \mu_r H = 4\pi \times 10^{-7} \times 4200 \times 200 \text{ T} = 1.06 \text{ T}. \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

- （2） $B = B_0 + B$.

$$B_0 = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r_{\text{中心}}} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times 0.1}{10 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ T} \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\mu_r \gg 1, \quad B' = B - B_0 \approx B = 1.06 \text{ T} \quad \text{-----} \quad 2 \text{ 分}$$

3. 【解】: $B = B_1 + B_2 + B_3 + B_4$ ----- 1 分

$B_1 = B_4 = 0$ ----- 2 分

$B_2 = \frac{1}{4} \left(\frac{\mu_0 I}{2R} \right) = \frac{\mu_0 I}{8R}$ ----- 2 分

方向垂直纸面向里

$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I}{4\pi R} \sqrt{2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ----- 1 分

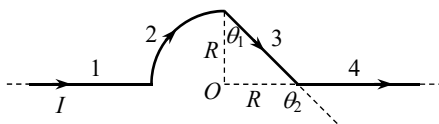
方向垂直纸面向里

其中: $a = \frac{R}{\sqrt{2}}$ ----- 1 分

$\theta_1 = 45^\circ, \theta_2 = 135^\circ$ ----- 1 分

则: $B = \frac{\mu_0 I}{8R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{\pi} \right)$, ----- 1 分

方向垂直纸面向里. ----- 1 分



4. 【解】: (1) $r < R$: $D = 0, E = 0$ ----- 2 分

$R < r < a, r > b$: $D \cdot 4\pi r^2 = Q, D = \frac{Q}{4\pi r^2}, E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ ----- 3 分

$a < r < b$: $D = \frac{Q}{4\pi r^2}, E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r r^2}$ ----- 3 分

(2) $P = D - \epsilon_0 E = \frac{(\epsilon_r - 1)Q}{4\pi \epsilon_r r^2} \quad (a < r < b)$ ----- 1 分

$\sigma' = \vec{P} \cdot \hat{n}$ ----- 1 分

$\sigma'_a = -P_a = -\frac{(\epsilon_r - 1)Q}{4\pi \epsilon_r a^2}$ ----- 1 分

$\sigma'_b = P_b = \frac{(\epsilon_r - 1)Q}{4\pi \epsilon_r b^2}$ ----- 1 分