

浙江大学 20 23 - 20 24 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: 物理学院

考试试卷: A 卷、B 卷 (请在选定项上打 \checkmark)

考试形式: 闭 \checkmark 、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: 2023 年 11 月 18 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 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

得分

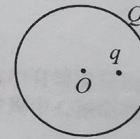
真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$

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

一、填空题: (15 题, 共 60 分)

1. (本题 4 分)

电荷 Q 均匀地分布在半径为 R 的球面上, 与球心相距 $R/2$ 处有一静止点电荷 q , 如图所示. 以无穷远处为电势零点, 球心 O 处的电势为 _____, 过 O 点的等电势面的面积为 _____.



2. (本题 4 分)

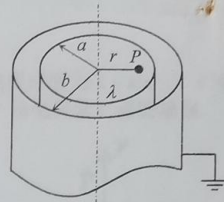
一任意形状的带电导体, 某处电荷的面密度为 σ , 则在该处导体表面外附近点的电场强度的大小 $E =$ _____.

3. (本题 4 分)

一空气平行板电容器, 电容为 C , 两极板间距离为 d . 充电后, 两极板间相互作用力为 F . 则两极板间的电势差为 _____, 极板上的电荷为 _____.

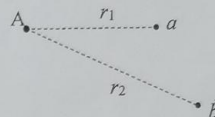
4. (本题 4 分)

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 ($r < a$) 处 P 点的电势为_____.



5. (本题 4 分)

如图所示, 在电量为 $-Q$ 的点电荷 A 的静电场中, 将另一电量为 q 的点电荷 B 从 a 点移到 b 点. 若 a 、 b 两点离点电荷 A 的距离分别为 r_1 和 r_2 , 则移动过程中电场力所做的功为_____.



6. (本题 4 分)

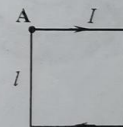
一平行板电容器圆形极板的半径为 $r=10.0\text{ cm}$, 极板相距 $d=1.00\text{ mm}$, 其间充满相对介电常数为 $\epsilon_r=4.00$ 的各向同性电介质. 当两极板的电势差为 $V=100\text{ V}$ 时, 电容器内部电场的能量密度为_____ J/m^3 , 该电容器储存的能量为_____ J .

7. (本题 4 分)

一电子显像管中电子束的电流为 $1.6\text{ }\mu\text{A}$, 则每秒钟有_____个电子撞击荧光屏幕.

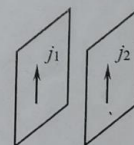
8. (本题 4 分)

边长为 l 的正方形线圈中通有电流 I , 此线圈在 A 点 (见图) 产生的磁感应强度大小 B 为_____, 方向为_____.



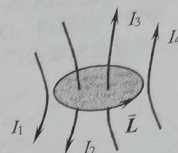
9. (本题 4 分)

两无限大平行导体平面分别载有均匀分布的电流, 面电流密度分别为 j_1 和 j_2 , 且 $j_1 > j_2$, 如图所示. 则两平面间的磁感应强度大小为_____, 两平面外的磁感应强度大小为_____.



10. (本题 4 分)

如图所示, 稳恒电流 I_2 和 I_3 穿过闭合路径 L , 而稳恒电流 I_1 和 I_4 未穿过闭合路径 L , 则空间磁感应强度 B 沿闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} =$ _____.

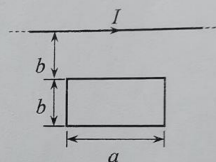


11. (本题 4 分)

磁场中某点处的磁感应强度为 $\vec{B} = 0.40 \vec{i} - 0.20 \vec{j}$ (SI), 一电子以 $\vec{v} = 0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j}$ (SI) 通过该点, 则作用于该电子上的磁场力 $\vec{F} =$ _____ N.

12. (本题 4 分)

一根通有电流 I 的长直导线旁, 与之共面地放置一个长和宽各为 a 和 b 的矩形线框, 线框的长边与载流长直导线平行, 且二者相距为 b , 如图所示. 在此情形中, 线框内的磁通量为 _____.



13. (本题 4 分)

电子质量 m , 电荷 e , 以速度 v 飞入磁感应强度为 B 的匀强磁场中, \vec{v} 与 \vec{B} 的夹角为 θ , 电子作螺旋运动, 螺旋线的螺距 $h =$ _____, 半径 $R =$ _____.

14. (本题 4 分)

长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成, 两导体中有等值反向均匀电流 I 通过, 其间充满相对磁导率为 μ_r 的均匀磁介质. 介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁感应强度的大小 $B =$ _____.

15. (本题 4 分)

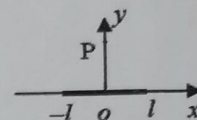
一根铁磁棒, 其矫顽力为 4.0×10^3 A/m, 把它放在长 12cm 绕有 600 匝导线的长直螺线管中退磁, 绕组中的电流至少要达到 _____ A.

二、计算题：(4题，共40分)

得分

1. (本题10分)

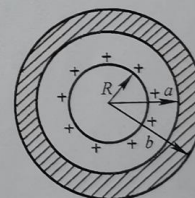
如图所示，正电荷分布在 x 轴上 $-l$ 至 $+l$ 范围，电荷密度为 $\lambda = k|x|$ ， k 为正常量。求：(1) y 轴上坐标为 y 处 P 点的电势；(2) 由电势求 P 点的场强。



得分

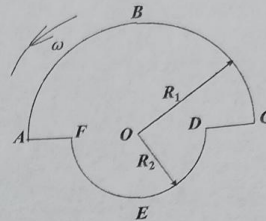
2. (本题10分)

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 ，如图所示。设电介质的相对介电常数为 ϵ_r 。求：(1) 导体球外($r > R$)的场强分布和电位移矢量分布；(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' 。



得分	3. (本题 10 分)
----	--------------

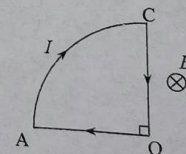
如图所示, 闭合回路由半径为 R_1 与 R_2 的两个同心半圆 ABC 、 DEF 以及 AF 、 CD 两个直线段连接而成, AF 、 CD 的延长线都过圆心 O ; 回路均匀带电、电荷线密度为 λ . 已知闭合回路绕垂直纸面过圆心 O 的轴以 ω 的匀角速度旋转 (如图), 求圆心处磁感应强度的大小.



得分	4. (本题 10 分)
----	--------------

一线圈由半径为 0.2 m 的四分之一圆弧和相互垂直的二根直导线组成, 通以电流 2 A , 把它放在磁感应强度为 0.5 T 的匀强磁场中, 磁场方向如图所示. 试求:

- (1) 线圈平面与磁场垂直时, 圆弧 AC 所受的磁力;
- (2) 线圈平面与磁场成 60° 角时, 线圈所受磁力矩的大小.



2023-2024 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

2023.11.18

一、填空题：(每题 4 分，2 个空格的题每个空格给 2 分，共 60 分)

1. $\frac{Q+2q}{4\pi\epsilon_0 R}$, πR^2

2. $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$

3. $\sqrt{\frac{2Fd}{C}}$, $\sqrt{2FCd}$

4. $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$

5. $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} (\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})$

6. $0.177 \text{ (J/m}^3\text{)}, 5.56 \times 10^{-6} \text{ (J)}$

7. 1.0×10^{13}

8. $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi}$, 垂直纸面向里

9. $\frac{\mu_0}{2} (j_1 - j_2)$, $\frac{\mu_0}{2} (j_1 + j_2)$ 10. $\mu_0 (I_3 - I_2)$

11. $8 \times 10^{-14} \text{ } \bar{k}$

12. $\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 2$

13. $\frac{2\pi m v \cos \theta}{eB}$, $\frac{m v \sin \theta}{eB}$

14. $\frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi}$

15. 0.8 (A)

二、计算题：(4 题，共 40 分)

1. (本题 10 分)

解：(1) $dq = k|x|dx$

$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{k|x|dx}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{x^2 + y^2}} \quad 2 \text{ 分}$$

$$U = \int dU = 2 \int_0^l \frac{k|x|dx}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{k}{2\pi\epsilon_0} (\sqrt{l^2 + y^2} - |y|)$$

$$= \begin{cases} \frac{k}{2\pi\epsilon_0} (\sqrt{l^2 + y^2} - y) & y \geq 0 \\ \frac{k}{2\pi\epsilon_0} (\sqrt{l^2 + y^2} + y) & y \leq 0 \end{cases} \quad 2+2 \text{ 分}$$

$$(2) \quad E = E_y = -\frac{\partial U}{\partial y} = \begin{cases} \frac{k}{2\pi\epsilon_0} \left(1 - \frac{y}{\sqrt{l^2 + y^2}}\right) & y \geq 0 \\ -\frac{k}{2\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{y}{\sqrt{l^2 + y^2}}\right) & y \leq 0 \end{cases} \quad 2+2 \text{ 分}$$

2. (本题 10 分)

解: (1) $r > R$ 由高斯定理 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = D \cdot 4\pi r^2 = \sum_{S \text{ 内}} q_i$

$$\text{得 } D = \frac{Q}{4\pi r^2} \quad 3 \text{ 分}$$

$$R < r < a \quad E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad 1 \text{ 分}$$

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

$$r > b \quad E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad 1 \text{ 分}$$

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

$$\sigma' = \vec{P} \cdot \vec{n} \quad \sigma'_a = -P_a = -\frac{(\epsilon_r - 1)Q}{4\pi\epsilon_r a^2} \quad 1 \text{ 分}$$

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

3. (本题 10 分)

解: 电荷圆周运动形成的电流为:

$$dI = \lambda dl \frac{\omega}{2\pi} \quad 2 \text{ 分}$$

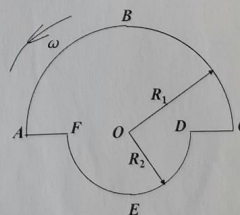
对半径为 R_1 与 R_2 的两个同心半圆:

$$dI_{ABC} = \lambda dl \frac{\omega}{2\pi}$$

$$I_{ABC} = \frac{\omega}{2\pi} \int \lambda dl = \frac{\omega}{2\pi} \lambda \pi R_1 = \frac{\lambda \omega R_1}{2}$$

$$\therefore B_{ABC} = \frac{\mu_0 I_{ABC}}{2R_1} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4}$$

$$\text{同理可得: } B_{DEF} = B_{ABC} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4}$$



2+1 分

对 AF、CD 两个直线段：

$$dI_{AF} = \lambda dr \frac{\omega}{2\pi}$$

$$B_{AF} = \int \frac{\mu_0 dI_{AF}}{2r} = \int_{R_2}^{R_1} \frac{\mu_0 \lambda \omega dr}{4\pi r} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4\pi} \ln \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{同理可得: } B_{CD} = B_{AF} = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{4\pi} \ln \frac{R_1}{R_2} \quad 2+1 \text{ 分}$$

得总磁感应强度：

$$B = 2(B_{ABC} + B_{AF}) = \frac{\mu_0 \lambda \omega}{2} \left(1 + \frac{1}{\pi} \ln \frac{R_1}{R_2}\right) \quad 2 \text{ 分}$$

4. (本题 10 分)

$$\text{解: (1) } F_{AC\text{弧}} = F_{AC} = I \cdot \sqrt{2}R \cdot B = 0.283 \text{ (N)}, \quad 3 \text{ 分}$$

方向如图所示 (左斜上 45°) 2 分

(2) 线圈的磁矩为：

$$p_m = IS = I \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi R^2 I}{4} \quad 2 \text{ 分}$$

线圈所受磁力矩为：

$$M = p_m B \sin(90^\circ - 60^\circ) = \frac{\pi R^2 IB}{4} \sin 30^\circ = 1.57 \times 10^{-2} \text{ (N} \cdot \text{m)} \quad 3 \text{ 分}$$

