

浙江大学



历年大学物理（下） 期末考试卷及解答

浙江大学物理系大学物理教研室

—2022年版—

版权所有●翻印必究

目 录

一、大学物理甲 2 全真试卷

1、浙江大学 2018–2019 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)	1
2、浙江大学 2018–2019 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (A)	7
3、浙江大学 2019–2020 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)	13
4、浙江大学 2019–2020 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (A)	19
5、浙江大学 2020–2021 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)	25
6、浙江大学 2020–2021 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (A)	31
7、浙江大学 2021–2022 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)	37
8、浙江大学 2021–2022 学年秋冬学期《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (A)	43

二、大学物理乙 2 全真试卷

1、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)	49
2、浙江大学 2018–2019 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)	55
3、浙江大学 2019–2020 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试试卷 (A)	61
4、浙江大学 2019–2020 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)	67
5、浙江大学 2020–2021 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试试卷 (A)	73
6、浙江大学 2020–2021 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)	79
7、浙江大学 2021–2022 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试试卷 (A)	85
8、浙江大学 2021–2022 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)	91

浙江大学 20₁₈ - 20₁₉ 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: 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 _____ 序号 _____

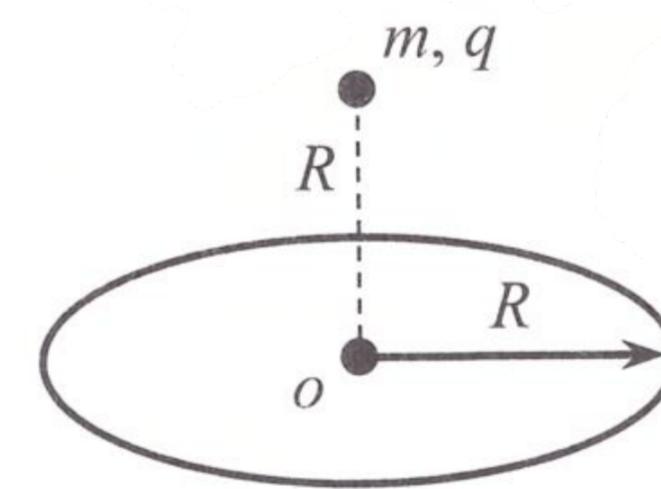
题序	填空	计 1	计 2	计 3	计 4	总分
得分						
评卷人						

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: (15 题, 共 60 分)

1. (本题 4 分) y001

一半径为 R 的均匀带电细圆环, 带电量 Q , 水平放置, 在圆环轴线的上方离圆心 R 处, 有一质量为 m 、带电量为 q 的小球, 当小球从静止下落到圆心位置时, 它的动能 $E_k =$ _____.



2. (本题 4 分) w001

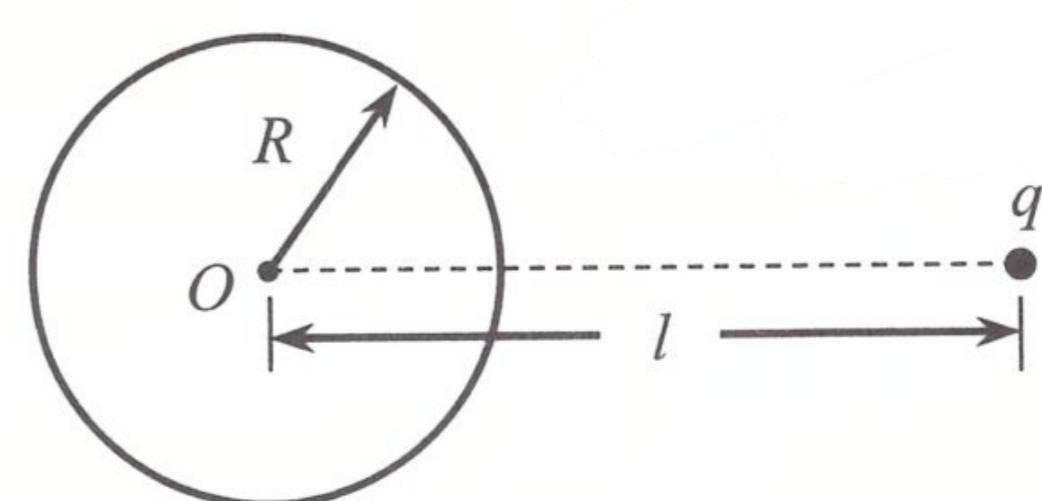
某区域内电场的电势分布函数为 $U = ax^2 + bxy - cz^3$, 其中 a 、 b 、 c 为常量。则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E} =$ _____.

3. (本题 4 分) 1117

一空气平行板电容器, 两板间距为 d , 极板上带电量分别为 $+q$ 和 $-q$, 板间电势为 U , 忽略边缘效应; 将电源断开, 在两板间平行插入一厚度为 t ($t < d$) 的金属板, 则板间电势差变为 _____, 此时电容器的电容值为 _____.

4. (本题 4 分) t001

如图所示, 半径为 R 的中性金属球壳外有一点电荷 q , 与球心 O 相距为 l ($l > R$), 设它们离地都很远。球内各点的电势为 _____, 如果金属球接地, 则球上总感应电荷量为 _____.



5. (本题 4 分) t002

半径为 a 的长直导线，外面套有共轴导体圆筒，圆筒内半径为 b ，导线与圆筒间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质。设沿轴线单位长度上导线均匀带电 $+\lambda$ ，圆筒均匀带电 $-\lambda$ ，忽略边缘效应，沿轴线单位长度的电场能量为_____。

6. (本题 4 分) w002

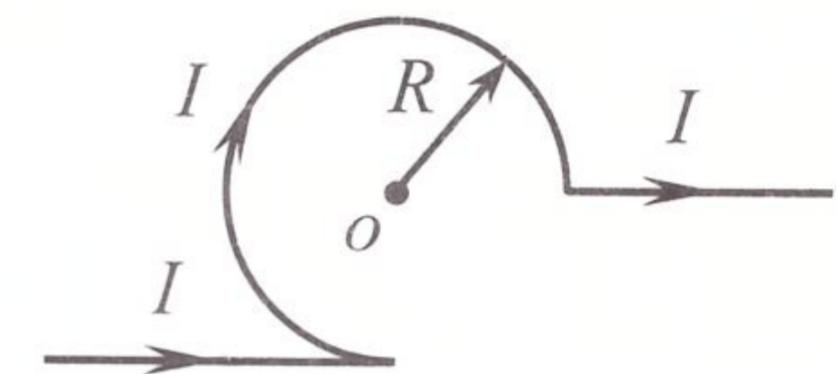
直径为 2 mm 的铜线，通有 1 A 的稳恒电流，铜导线中电子的漂移速度为_____；已知铜的电子浓度为 $8.5 \times 10^{28} \text{ l/m}^3$ 。

7. (本题 4 分) w003

一球形电容器，内外球面半径分别为 $R_1=2\text{cm}$ 和 $R_2=4\text{cm}$ ，在两球面间充满击穿电场强度为 160 kV/m 的电介质，则该电容器能承受的最大电压为_____。

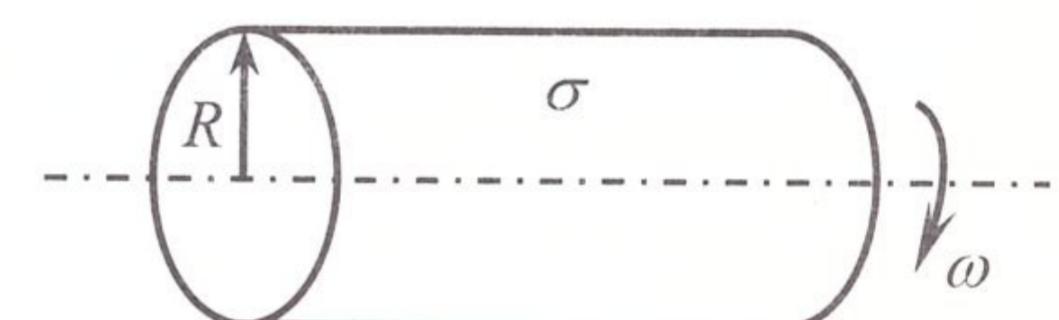
8. (本题 4 分) y002

一根无限长直导线通有电流 I ，如图弯成一个半径为 R 的 $3/4$ 圆，则圆心 o 处的磁感应强度大小为_____，方向为_____。



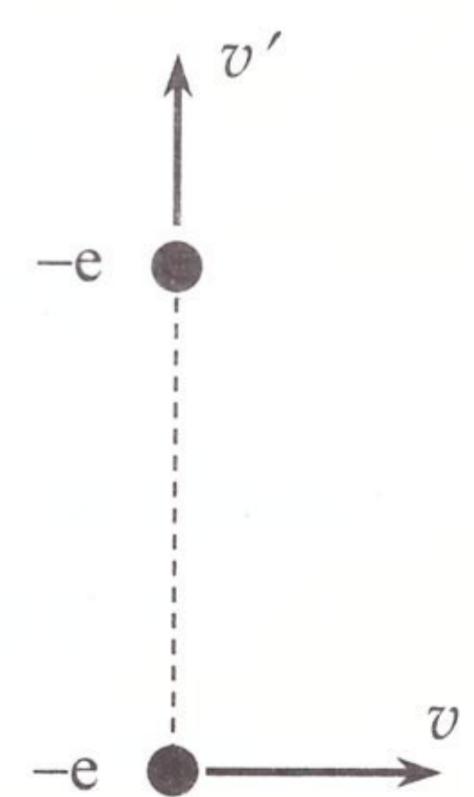
9. (本题 4 分) 1929

如图所示，一半径为 R 的均匀带电无限长直圆筒，电荷面密度为 $\sigma (>0)$ ，该圆筒以角速度 ω 绕其轴线匀速转动，则圆筒内部的磁感应强度的大小为_____，方向为_____。



10. (本题 4 分) 2606

从经典观点来看，氢原子可看作是一个电子绕核作高速旋转的体系。已知电子和质子的电荷分别为 $-e$ 和 e ，电子质量为 m_e ，氢原子的圆轨道半径为 r ，电子作平面轨道运动，则电子轨道运动的磁矩为_____。

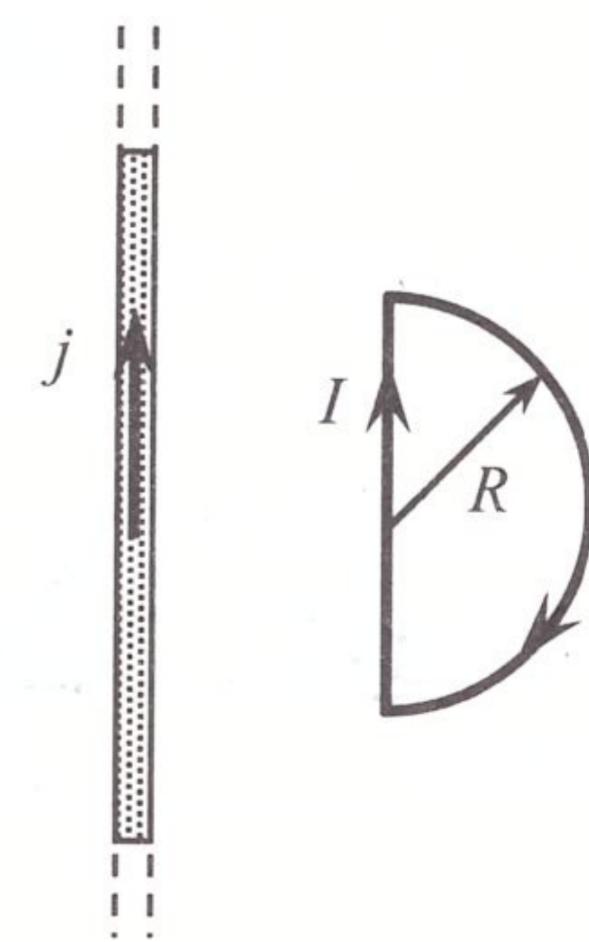


11. (本题 4 分) t003

两个电子在同一平面内沿互相垂直的方向运动，速度分别为 $v = 3.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 和 $v' = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ ；当它们运动到图示位置且相距为 $8.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ 时，图示下方电子作用在上方电子的磁力为_____，上方电子作用在下方电子的磁力为_____。

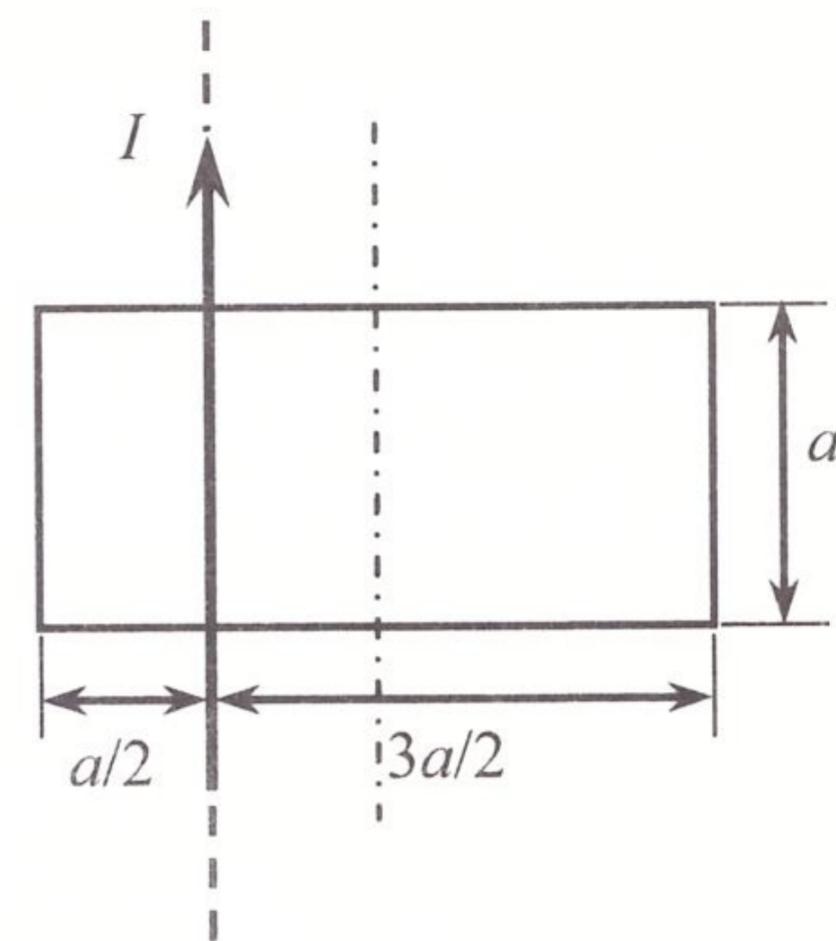
12. (本题 8 分) 2725

如图所示，在电流密度为 j 的均匀载流无限大平板附近，有一载流为 I 、半径为 R 的半圆形刚性线圈，其线圈平面与载流大平面垂直，线圈所受磁力矩为_____。



13. (本题 4 分) w004

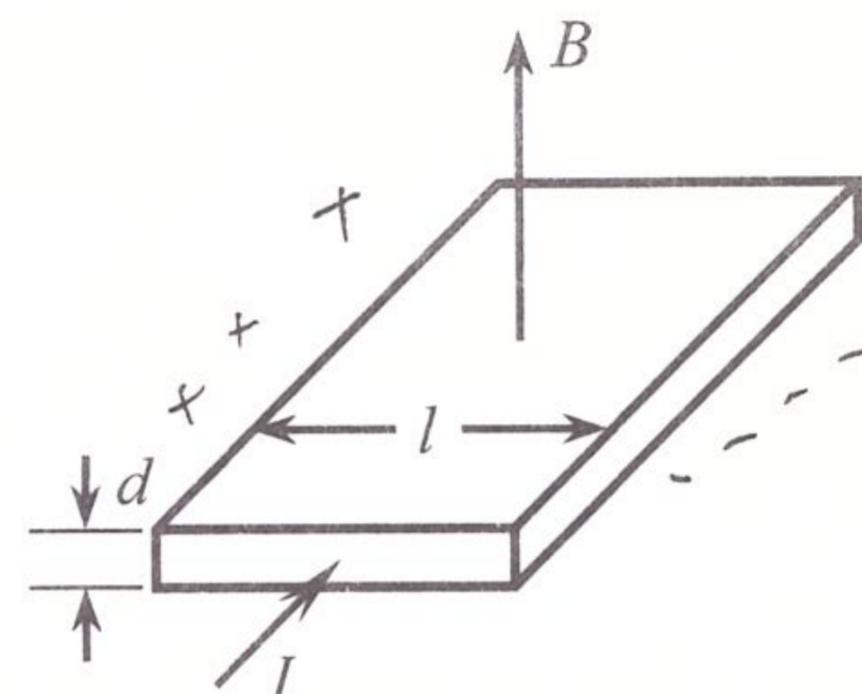
一无限长直导线通有电流 I , 有一绝缘的矩形线框初始时与直导线共面, 如图所示; 线框可绕与直导线平行并平分线框的竖直轴转动, 当线框转过 $\pi/2$ 角度时, 通过线框的磁通量的变化量为_____.



14. (本题 4 分) t004

如图所示, 把一宽 l 为 2.0×10^{-2} m、厚度 d 为 1.0×10^{-3} m 的铜片放在磁感应强度 $B = 1.5$ T 的均匀磁场中, 如果铜片中通有 200 A 的电流, 则铜片_____侧(填“左”或“右”)的电势高, 霍尔电势差为_____.

铜的电子浓度为 8.5×10^{28} 1/m³.



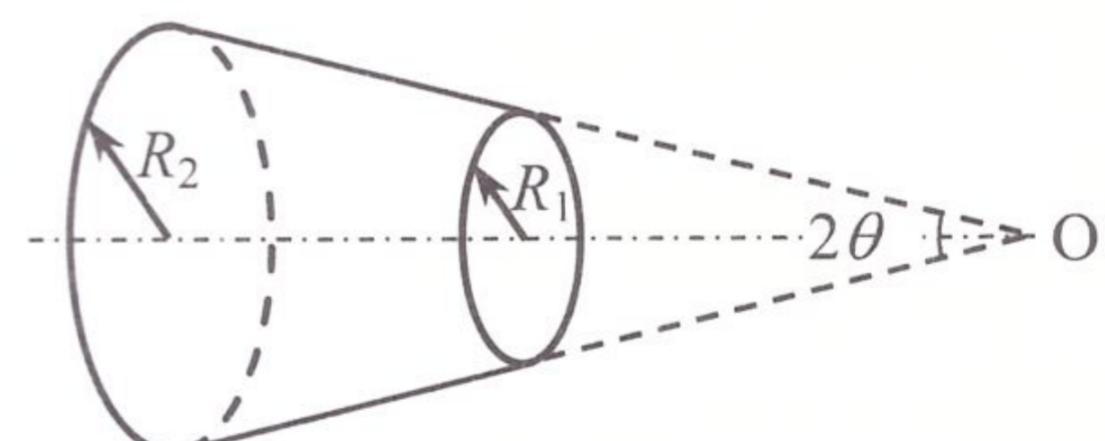
15. (本题 4 分) t005

一个铁原子的磁矩是 1.8×10^{-23} A·m²。设长为 5.0 cm、截面积为 1.0 cm² 的铁棒中所有铁原子的磁矩都整齐排列, 则铁棒的磁矩为_____. (已知铁的密度为 7.8×10^3 kg/m³, 铁原子的摩尔质量为 55.85×10^{-3} kg, 阿伏伽德罗常量为 6.02×10^{23} mol⁻¹)

二、计算题: (4 题, 共 40 分)

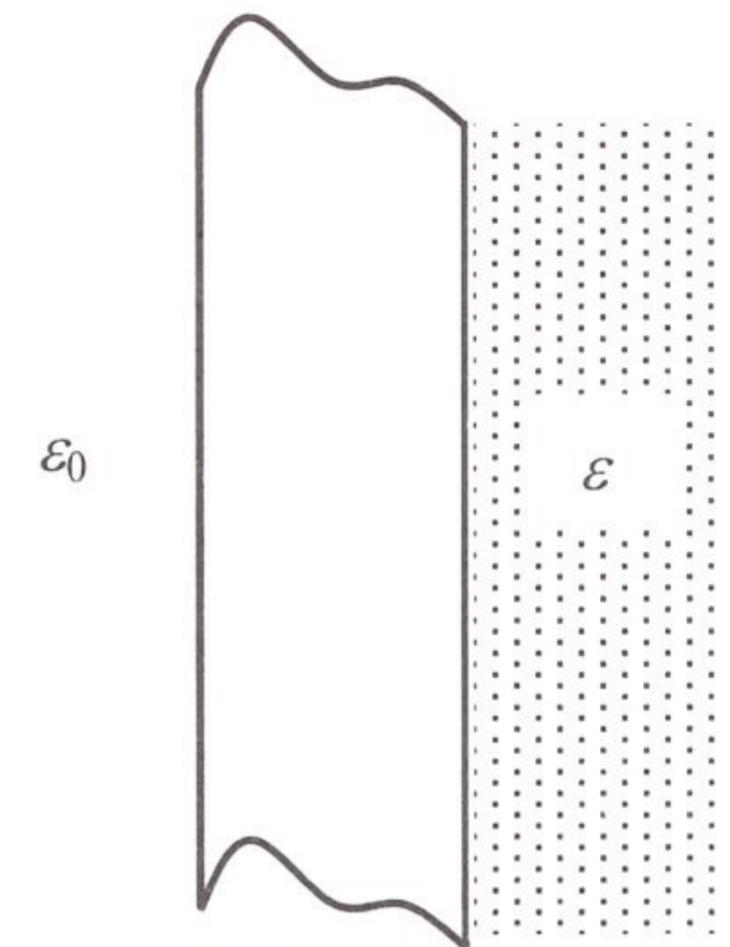
1. (本题 6 分) t006

一圆台的锥顶张角为 2θ , 上底半径为 R_1 , 下底半径为 R_2 , 如图所示。它的侧面均匀带电, 其电荷面密度为 σ 。求顶点的电势.



2. (本题 12 分) w005

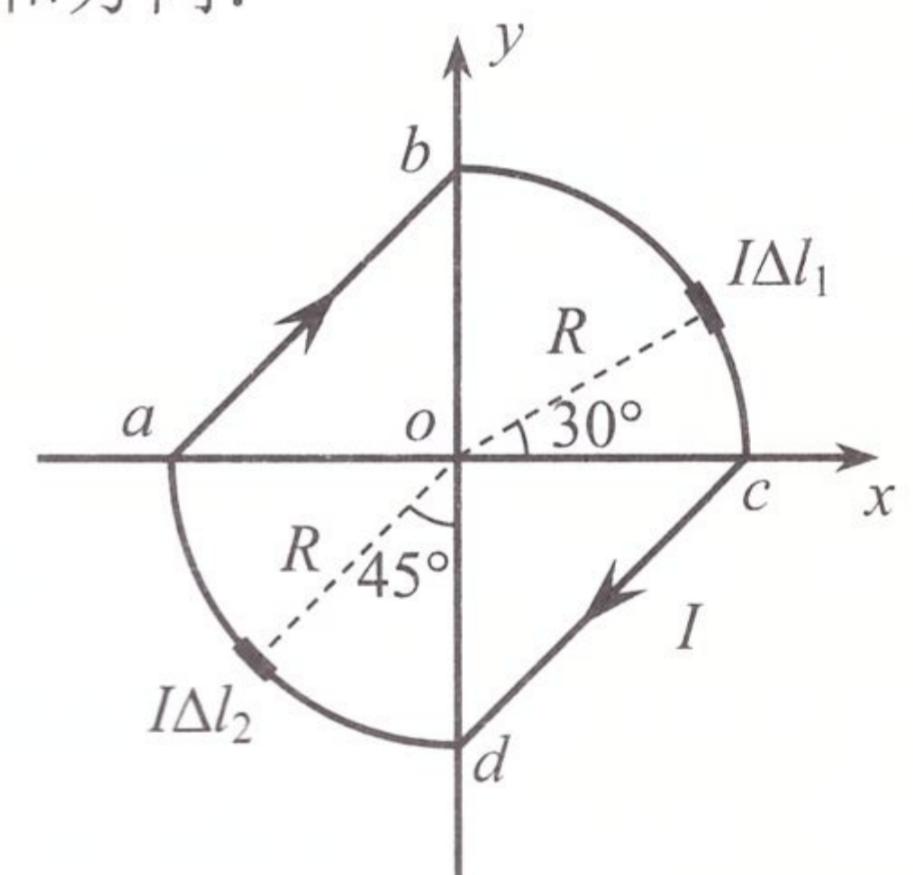
真空中一无限大带电导体板两侧面上的电荷面密度均为 σ , 现在导体板右侧充满介电常数为 ϵ 的均匀电介质。试求: (1) 如图所示, 导体板左侧面、右侧面的自由电荷面密度 σ_1 、 σ_2 以及电介质表面的极化电荷面密度 σ' ; (2) 导体板左、右两侧的电场强度的大小和方向。



3. (本题 12 分) 2590

如图所示, 在 xoy 平面(即纸面)内有一载流线圈 $abcda$, 其中 bc 弧和 da 弧皆为以 o 为圆心半径 $R = 20$ cm 的 $1/4$ 圆弧, \overline{ab} 和 \overline{cd} 皆为直线, 电流 $I = 20$ A, 其流向沿 $abcda$ 的绕向; 电流元 $\Delta l_1 = \Delta l_2 = 0.10$ mm, 位置如图。设该线圈处于磁感强度 $B = 8.0 \times 10^{-2}$ T 的均匀磁场中, \mathbf{B} 方向沿 x 轴正方向。试求以下电流元或载流导线在均匀磁场 \mathbf{B} 中的受力:

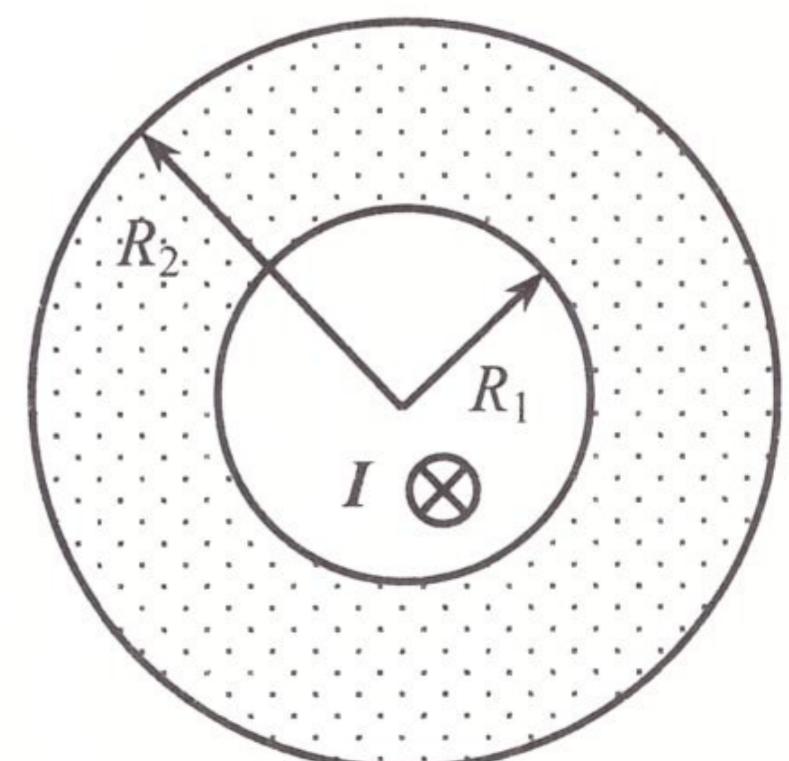
- (1) 电流元 $I\Delta l_1$ 和 $I\Delta l_2$ 所受安培力 $\Delta \mathbf{F}_1$ 和 $\Delta \mathbf{F}_2$ 的大小和方向;
- (2) 直线段 \overline{ab} 和 \overline{cd} 所受到的安培力 \mathbf{F}_{ab} 和 \mathbf{F}_{cd} 的大小和方向;
- (3) 圆弧段 bc 弧和 da 弧所受到的安培力 \mathbf{F}_{bc} 和 \mathbf{F}_{da} 的大小和方向。



4. (本题 10 分) w006

如图所示, 一磁导率为 μ_1 ($>\mu_0$) 的无限长圆柱形导体半径为 R_1 , 其中均匀地通有电流 I 、方向垂直向里; 导体外包一层磁导率为 μ_2 ($>\mu_1$) 的同轴圆筒形不导电的磁介质, 其外半径为 R_2 ; 外部是真空。试求:

- (1) 磁场强度和磁感应强度的空间分布;
- (2) 半径为 R_2 处介质表面上的磁化电流线密度的大小和方向、总磁化电流强度。



2018-2019 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：（每题 4 分，共 60 分）

$$1. E_k = mgR - \left(\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}R} \right) = mgR - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$2. \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k} \right) = -(2ax + by) \vec{i} - bx \vec{j} + 3cz^2 \vec{k}$$

$$3. E = \frac{U}{d}, \quad U' = E(d-t) = \frac{(d-t)U}{d}, \quad C' = \frac{q}{U'} = \frac{qd}{(d-t)U}$$

$$4. U = U_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} \int dq' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}, \quad U' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 R} = 0, \quad q' = -\frac{R}{l}q$$

$$5. D = \frac{\lambda}{2\pi r}, \quad E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r r}, \quad w = \frac{1}{2} DE = \frac{\lambda^2}{8\pi^2 \epsilon_0 \epsilon_r r^2}$$

$$W = \int_a^b \frac{\lambda^2}{8\pi^2 \epsilon_0 \epsilon_r r^2} \cdot 2\pi r l dr = \frac{\lambda^2 l}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \ln \frac{b}{a}, \quad W' = \frac{W}{l} = \frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \ln \frac{b}{a}$$

$$6. I = nevS, \quad v = \frac{I}{neS} = \frac{I}{ne\pi(d/2)^2} = 2.34 \times 10^{-5} \text{ (m/s)}$$

$$7. \text{当 } r=R_1 \text{ 时, 场强有最大值: } E=E_{\max}; \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2}, \quad Q_{\max} = 4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R_1^2 E_{\max}$$

$$U_{\max} = \int_{R_1}^{R_2} E \cdot dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \frac{dr}{r^2} = R_1^2 E_{\max} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = 1.6 \times 10^3 \text{ (V)}$$

$$8. B = \frac{3}{4} \times \frac{\mu_0 I}{2R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I}{4R} \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{\pi} \right) \quad \text{方向垂直纸面向里}$$

$$9. j = \frac{I}{L} = \nu \frac{q}{L} = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 2\pi R \cdot \sigma = R\omega\sigma, \quad B = \mu_0 nI = \mu_0 j = \mu_0 R\omega\sigma, \quad \text{方向沿轴线向右。}$$

$$10. \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = m_e \frac{v^2}{r}, \quad i = e \frac{v}{2\pi r} = \frac{e^2}{4\pi r \sqrt{\pi\epsilon_0 m_e r}}, \quad p_m = iS = \frac{1}{4} e^2 \sqrt{\frac{r}{\pi\epsilon_0 m_e}}$$

$$11. B_{12} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2}, \quad F_{12} = ev'B_{12} = \frac{\mu_0 e^2 vv'}{4\pi r^2} = 1.2 \times 10^{-12} \text{ (N)}, \quad B_{21} = 0, \quad F_{21} = 0$$

$$12. M = BP \sin \theta = \frac{1}{2} \mu_0 j \cdot \frac{1}{2} \pi R^2 I \cdot \sin 0^\circ = 0$$

$$13. \Phi_m = \int_{a/2}^{3a/2} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot a dx = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 3, \quad \Delta \Phi_m = o - \Phi_m = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 3$$

$$14. \text{左侧电势高} \quad U_H = \frac{1}{ne} \frac{IB}{d} = 2.2 \times 10^{-5} \text{ V}$$

$$15. N = \frac{m}{M} N_0 = \frac{\rho V}{M} N_0 = 4.20 \times 10^{23} \text{ 个}, \quad \text{总磁矩: } P_m = Np_m = 7.56 \text{ (A} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

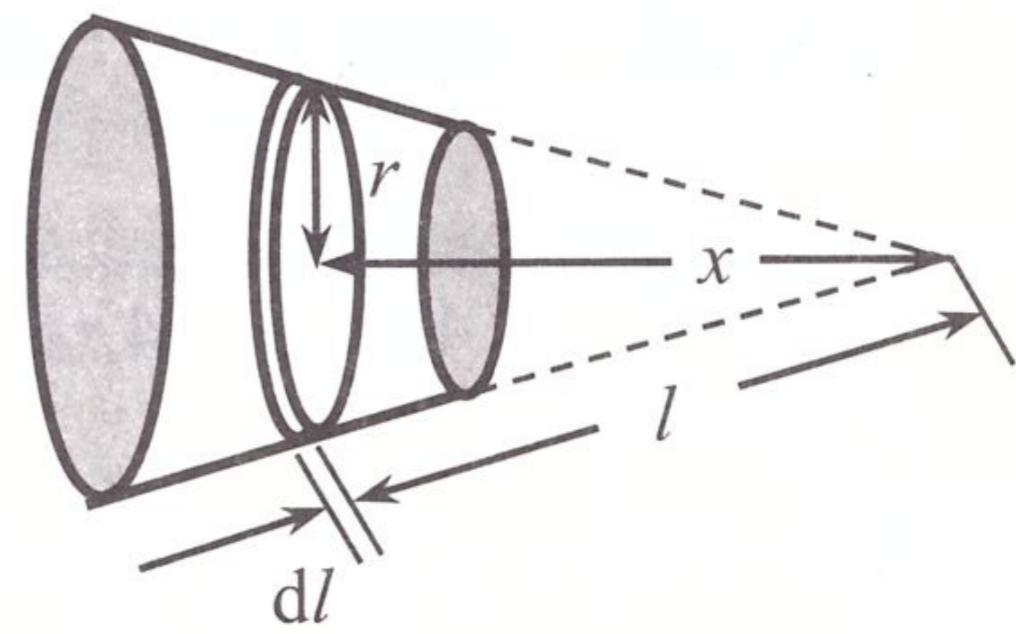
二、计算题：（共 4 题，共 40 分）

1. 解： $dS = 2\pi r dl = 2\pi l \sin \theta dl$

$$dq = \sigma 2\pi l \sin \theta dl$$

$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 l} = \frac{2\pi l \sigma \sin \theta dl}{4\pi\epsilon_0 l} = \frac{\sigma \sin \theta dl}{2\epsilon_0},$$

$$U = \int_{R_1/\sin \theta}^{R_2/\sin \theta} \frac{\sigma \sin \theta dl}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (R_2 - R_1)$$



2. 解：(1) $E_2 = E_1$ ；

$$\text{左侧: } E_1 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0}; \text{ 右侧: } D = \sigma_2, \quad E_2 = \frac{D}{\epsilon} = \frac{\sigma_2}{\epsilon}; \quad \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_2}{\epsilon}$$

$$\text{电荷守恒: } \sigma_1 + \sigma_2 = 2\sigma. \quad \sigma_1 = 2\sigma \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0 + \epsilon}, \quad \sigma_2 = 2\sigma \frac{\epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon}$$

$$\text{右侧: } P = \chi_e \epsilon_0 E_2 = (\epsilon - \epsilon_0) \frac{D}{\epsilon} = (1 - \frac{\epsilon_0}{\epsilon}) D = (1 - \frac{\epsilon_0}{\epsilon}) \sigma_2$$

$$\sigma' = P \cos \pi = -P = -(1 - \frac{\epsilon_0}{\epsilon}) \sigma_2 \Rightarrow \sigma' = 2\sigma \frac{\epsilon_0 - \epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon}$$

$$(2) \text{ 左侧: } E_1 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} = \frac{2\sigma}{\epsilon_0 + \epsilon}, \text{ 方向向左; 右侧: } E_2 = \frac{\sigma_2}{\epsilon} = \frac{2\sigma}{\epsilon - \epsilon_0}, \text{ 方向向右}$$

$$3. (1) \Delta F_1 = I \Delta l_1 B \sin 60^\circ = 1.39 \times 10^{-4} \text{ (N)} \quad \text{垂直纸面向外}$$

$$\Delta F_2 = I \Delta l_2 B \sin 135^\circ = 1.13 \times 10^{-4} \text{ (N)} \quad \text{垂直纸面向里}$$

$$(2) F_{ab} = I \overline{ab} B \sin 45^\circ = I \frac{R}{\sin 45^\circ} B \sin 45^\circ = IRB = 0.32 \text{ (N)}, \text{ 垂直纸面向里}$$

$$F_{cd} = IRB = 0.32 \text{ (N)}, \text{ 垂直纸面向外}$$

$$(3) Idl = IRd\theta; \quad F_{bc} = \int_0^{\pi/2} IRB \sin \theta d\theta = IRB = 0.32 \text{ (N)}, \text{ 垂直纸面向外}$$

$$F_{da} = IRB = 0.32 \text{ (N)}, \text{ 垂直纸面向里}$$

$$4. (1) 0 < r < R_1: \quad H_1 \cdot 2\pi r = \frac{I}{\pi R_1^2} \cdot \pi r^2, \quad H_1 = \frac{Ir}{2\pi R_1^2}, \quad B_1 = \mu_1 H_1 = \frac{\mu_1 Ir}{2\pi R_1^2}$$

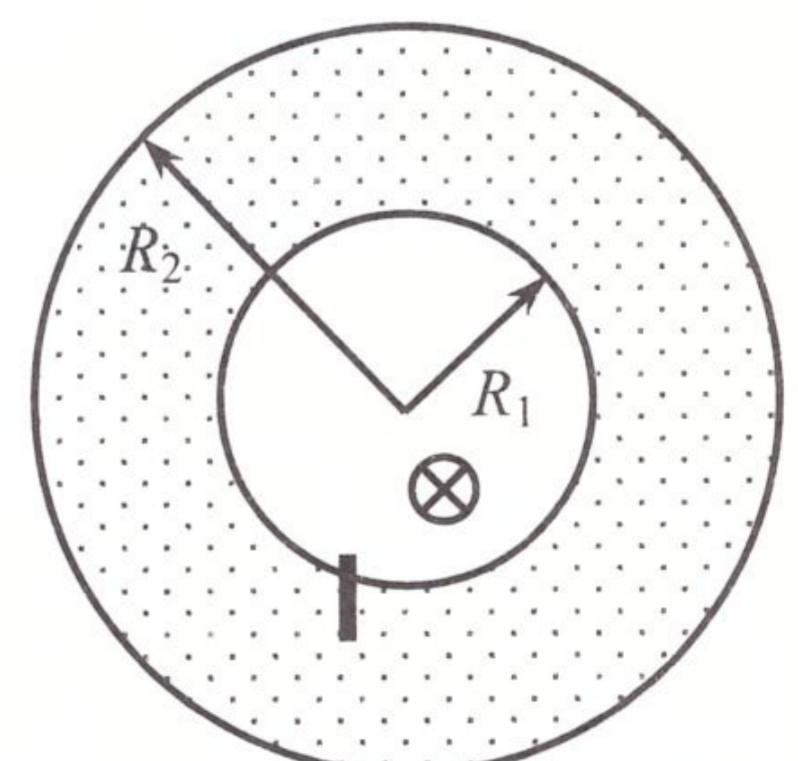
$$R_1 < r < R_2: \quad H_2 \cdot 2\pi r = I, \quad H_2 = \frac{I}{2\pi r}, \quad B_2 = \mu_2 H_2 = \frac{\mu_2 I}{2\pi r}$$

$$R_2 < r: \quad H_3 \cdot 2\pi r = I, \quad H_3 = \frac{I}{2\pi r}, \quad B_3 = \mu_0 H_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$(2) \text{ 半径为 } R_2 \text{ 处的介质表面上: } H_2 = \frac{I}{2\pi R_2}$$

$$j_{m2} = M_2 = \frac{\mu_2 - \mu_0}{\mu_0} H_2 = \frac{\mu_2 - \mu_0}{\mu_0} \frac{I}{2\pi R_2} \quad \text{方向垂直纸面向外}$$

$$\text{总磁化电流强度: } I_m = j_{m2} \cdot 2\pi R_2 = \frac{\mu_2 - \mu_0}{\mu_0} I$$



浙江大学 20₁₈ - 20₁₉ 学年 秋冬 学期

《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (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: 2019 年 1 月 21 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	计 5	计 6	总分
得分								
评卷人								

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ 电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$ 氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$

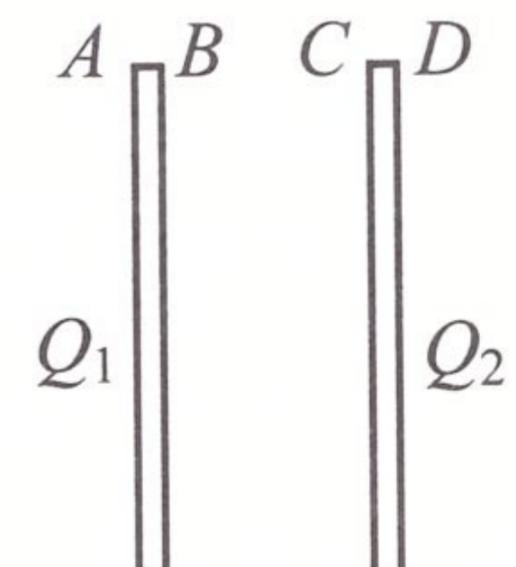
一、填空题: (12 题, 共 48 分)

1. (本题 4 分) t001

一薄圆环的内半径 $a = 0.4 \text{ m}$, 外半径 $b = 0.8 \text{ m}$, 均匀带电, 总电量 $Q = 6 \times 10^{-7} \text{ C}$, 则其圆心处的电势为_____.

2. (本题 4 分) 1153

两块很大的导体平板平行放置, 面积都是 S , 有一定厚度, 带电荷分别为 Q_1 和 Q_2 . 如不计边缘效应, 则 A 、 B 、 C 、 D 四个表面上的电荷面密度分别为_____、_____、_____、_____.

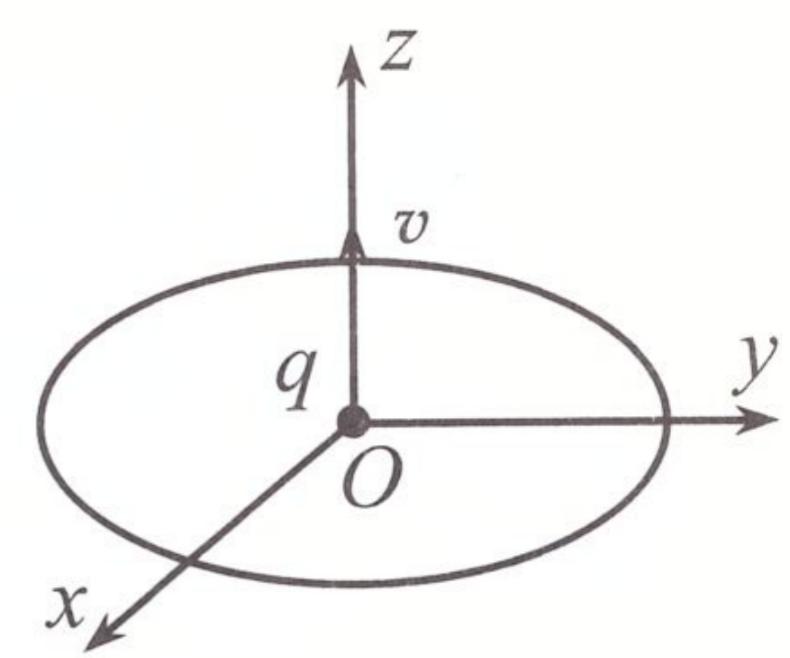


3. (本题 4 分) 5303

一平面试验线圈的磁矩大小 p_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A}\cdot\text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处, 试验线圈所在处的磁场是均匀的. 当此线圈的 p_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零; 当此线圈的 p_m 沿 z 轴正方向时, 所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N}\cdot\text{m}$, 方向沿 x 轴负方向. 则空间 A 点处的磁感强度 \mathbf{B} 的大小为_____, 方向为_____.

4. (本题 4 分) 0361

如图所示,一半径为 R ,通有电流为 I 的圆形回路,位于 Oxy 平面内,圆心为 O 。一带正电荷为 q 的粒子,以速度 v 沿 z 轴向上运动,当带正电荷的粒子恰好通过 O 点时,作用于圆形回路上的力为_____，作用在带电粒子上的力为_____。



5. (本题 4 分) 5141

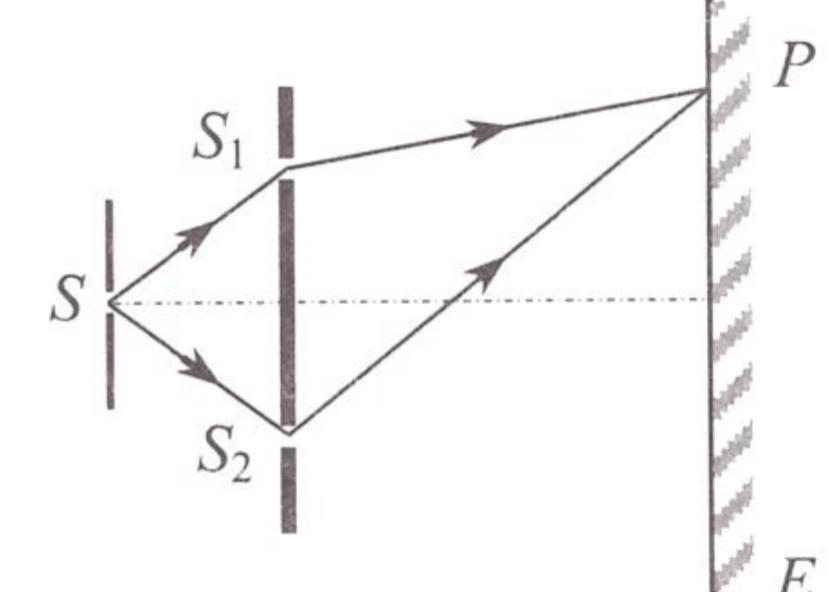
长度为 l 、半径为 r 、线圈匝数密度为 n 的长直密绕螺线管,且 $l \gg r$,管内充满磁导率为 μ 的均匀介质;当螺线管中通有电流 I 时,其自感系数为_____ ,磁能为_____。

6. (本题 4 分) t002

一平板电容器两极板面积为 S ,极板间距为 d ,两极板与一电压 $V=V_0\sin\omega t$ 的交流电源连接,则穿过电容器的位移电流密度为_____ ,位移电流的大小为_____。

7. (本题 4 分) 3179

如图所示,在双缝干涉实验中,装置处于空气中,用波长为 λ 的单色光垂直照射, $SS_1=SS_2$,在屏幕 E 上形成干涉条纹;已知 P 点处为第三级明条纹,则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为_____。



8. (本题 4 分) t003

一透射光栅正好能在二级光谱中分辨钠黄光双线(589.6 nm 和 589.0 nm),则此光栅的透光缝数为_____条。

9. (本题 4 分) w001

波长为 λ 的单色线偏振光正入射一块 $1/2$ 波片,出射光时 o 光与 e 光的相位差为_____,相应的偏振态为_____。

10. (本题 4 分) 4741

分别以频率为 ν_1 和 ν_2 的单色光照射某一光电管。若 $\nu_1 > \nu_2$ (均大于红限频率 ν_0),则当两种频率的入射光的光强相同时,所产生的光电子的最大初动能 E_1 _____ E_2 ;所产生的饱和光电流 I_{s1} _____ I_{s2} 。(用“ $>$ ”、“ $=$ ”或“ $<$ ”填入)

11. (本题 4 分) t004

对于氢原子中 $3d$ 态的电子,其轨道角动量 $L=$ _____,在 z 轴方向的可能分量有 $L_z=$ _____,轨道角动量与 z 轴方向的最小夹角为_____。

12. (本题 4 分) t005

一广播电台的平均发射功率为 10 kW ,假定向外辐射的能流均匀分布在以电台为中心的半个球面上,则在距离电台 10 km 处坡印亭矢量的平均值为_____。

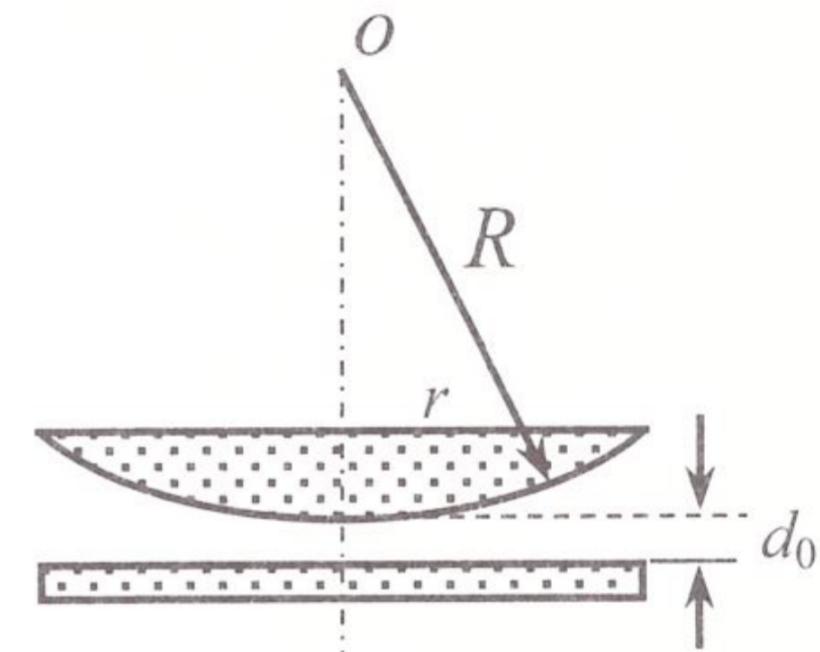
二、计算题：(6 题，共 52 分)

1. (本题 8 分) 5220

波长为 $\lambda=500\text{ nm}$ 的单色平行光斜入射在光栅常数 $d=2.1\text{ }\mu\text{m}$ 、缝宽 $a=0.7\text{ }\mu\text{m}$ 的光栅上，入射角为 $i=30^\circ$ ，求能看到哪几级共几条光谱线。

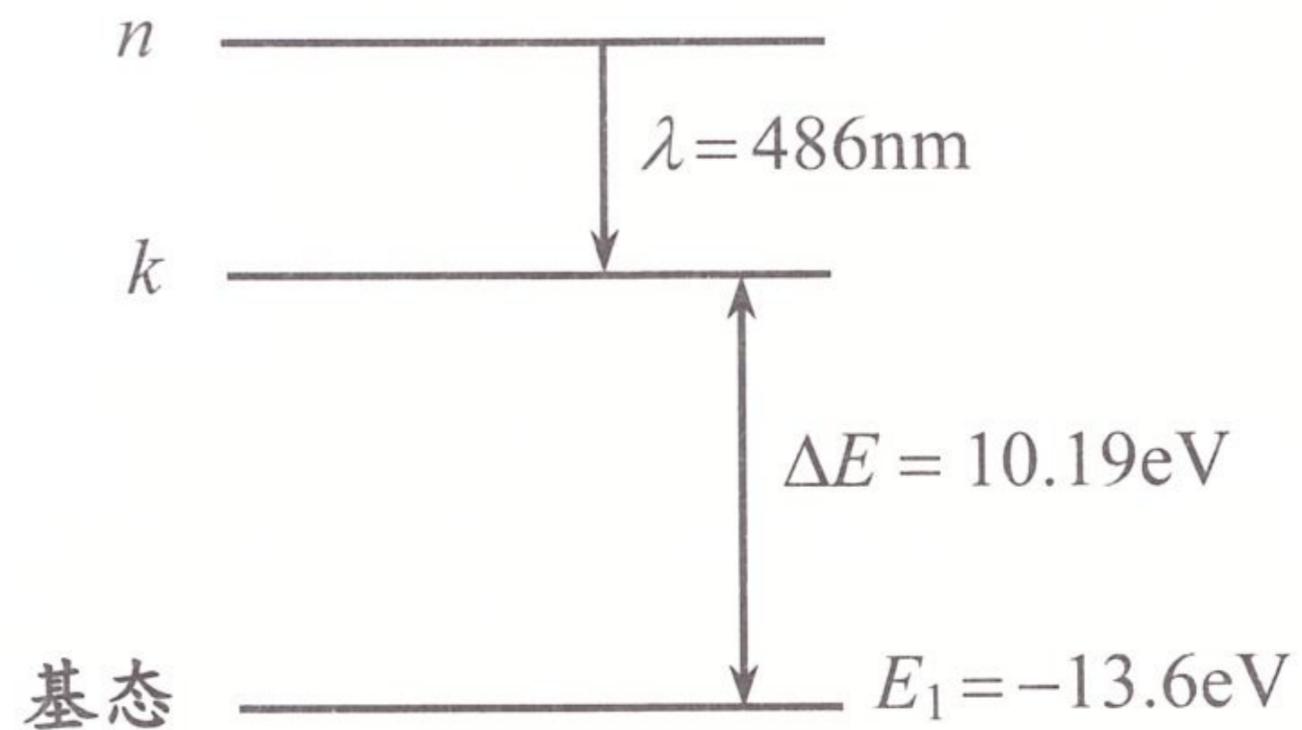
2. (本题 8 分) 3189

牛顿环装置中，透镜的曲率半径 $R=40\text{ cm}$ ，用单色光垂直照射，平板玻璃和透镜紧贴时，在反射光中测得某级暗环的半径 $r=2.5\text{ mm}$ 。（1）求该暗环所对应的空气层厚度；（2）现把平板玻璃向下平移，此时该暗环会向圆心收缩，当向下平移 $d_0=5\text{ }\mu\text{m}$ 时，该级暗环的半径将变为何值？



3. (本题 8 分) 4767

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能（从基态到激发态所需的能量）为 $\Delta E = 10.19\text{ eV}$ 的状态时，发射出光子的波长是 $\lambda=486\text{ nm}$ ，试求：（1）该初始状态的能量和主量子数；（2）处于该初始状态的大量氢原子，最多可以发射几个线系？共几条谱线？



4. (本题 6 分) w002

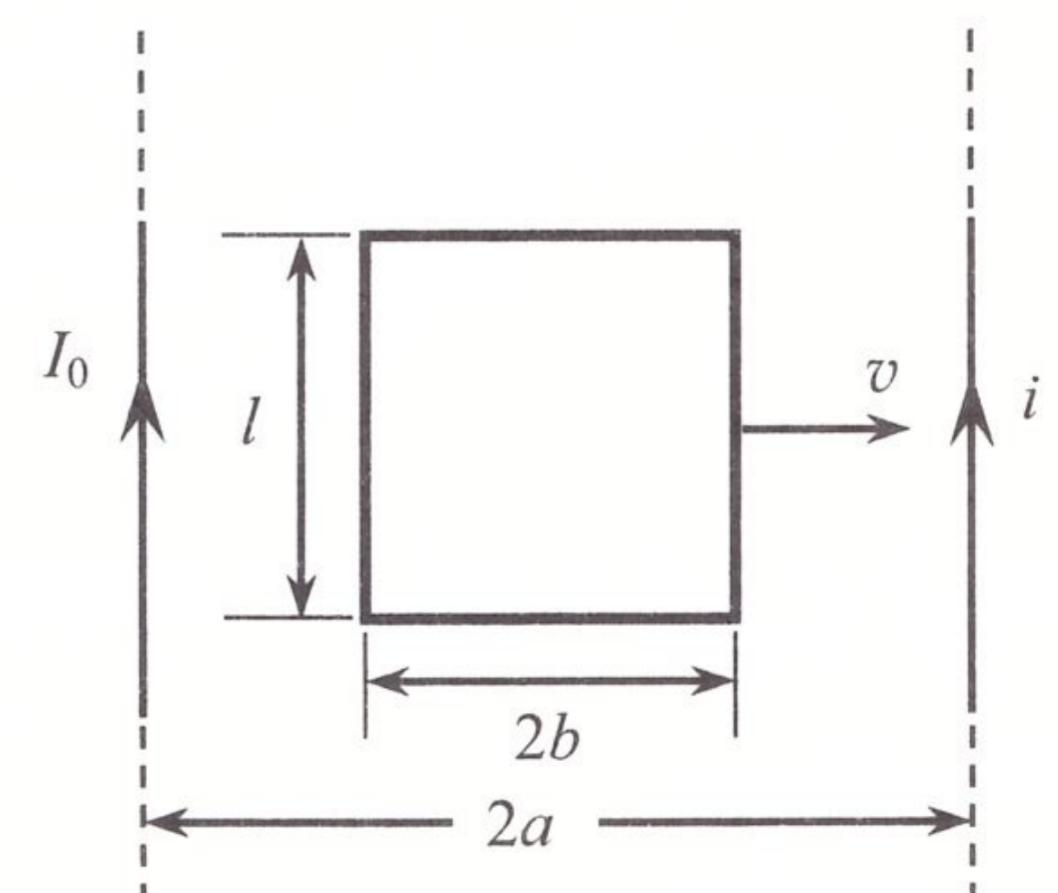
设康普顿效应中入射的 X 射线(伦琴射线)的波长 $\lambda=0.0700 \text{ nm}$, 散射的 X 射线与入射的 X 射线垂直, 试求: (1) 散射 X 射线的波长 λ' ; (2) 反冲电子的动能 E_k .

5. (本题 8 分) w003

一电子处于原子某能态的时间为 10^{-8} s , 计算该能态的能量的最小不确定量; 设电子从上述能态跃迁到基态所对应的光子能量为 3.39 eV , 试确定所辐射的光子的波长及此波长的最小不确定量.

6. (本题 14 分) 2685

如图所示, 两根平行放置相距为 $2a$ 的无限长载流直导线, 其中一根通以稳恒电流 I_0 , 另一根通以交变电流 $i=I_0 \cos \omega t$. 两导线间有一与其共面的矩形线圈, 线圈的边长分别为 l 和 $2b$ ($b < a$), l 边与长直导线平行, 且线圈以速度 v 垂直于直导线向右运动. 当线圈运动到两导线的中心位置(即线圈中心线与距两导线均为 a 的中心线重合)时, 右侧导线中的电流恰好为零, 求此时刻线圈中的: (1) 动生电动势、(2) 感生电动势、(3) 感应电动势.



2018-2019 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期末考试试卷参考答案 A

一、填空题：(12 题，共 48 分)

$$1. \quad U_o = \int_a^b \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0 r} 2\pi r dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0(b^2 - a^2)} (b-a) = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0(b+a)} \approx 9.0 \times 10^3 \text{ (V)}$$

$$2. \quad \frac{Q_A}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_B}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_C}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_D}{2\epsilon_0 S} = 0, \quad \frac{Q_A}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_B}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_C}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_D}{2\epsilon_0 S} = 0, \quad Q_A + Q_B = Q_1,$$

$$Q_C + Q_D = Q_2, \quad \sigma_A = \frac{Q_1 + Q_2}{2S}, \quad \sigma_B = \frac{Q_1 - Q_2}{2S}, \quad \sigma_C = \frac{Q_2 - Q_1}{2S}, \quad \sigma_D = \frac{Q_1 + Q_2}{2S}$$

$$3. \quad \vec{p}_m = \pm p_m \vec{j} \text{ 时, } \vec{M} = 0, \text{ 由 } \vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}, \sin \varphi = 0, \pi, \vec{B} = \pm B \vec{j}. \quad \vec{p}_m = p_m \vec{k} \text{ 时, } \vec{M} = -M \vec{i}, \text{ 由 } \vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}, \sin 90^\circ = 1, \text{ 则: } B = \frac{M}{p_m} = 0.5 \text{ (T), 方向 } y \text{ 轴正方向。}$$

$$4. \quad 0; \quad 0$$

$$5. \quad \Phi_m = nlB\pi r^2 = \mu n^2 l l \pi r^2; \quad L = \Phi_m / I = \mu n^2 l \pi r^2; \quad W_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \mu n^2 l \pi r^2 I^2$$

$$6. \quad j_d = \frac{dD}{dt} = \epsilon_0 \frac{dE}{dt} = \frac{\epsilon_0}{d} \frac{dV}{dt} = \frac{\epsilon_0 \omega V_0}{d} \cos \omega t; \quad I_d = j_d S = \frac{\epsilon_0 S \omega V_0}{d} \cos \omega t$$

$$7. \quad 3\lambda$$

$$8. \quad N = \frac{\lambda}{k\Delta\lambda} = \frac{589.0}{2 \times 0.6} = 491$$

$$9. \quad \pi \quad \text{线偏振光}$$

$$10. \quad >; \quad I = nhv; \quad <$$

$$11. \quad l = 2, \quad L = \sqrt{2(2+1)} \hbar = \sqrt{6} \hbar, \quad L_z = 0, \pm \hbar, \pm 2\hbar, \quad \theta_{\min} = \cos^{-1} \frac{2}{\sqrt{6}} = 35.3^\circ$$

$$12. \quad \overline{S} = \frac{\overline{P}}{2\pi r^2} = \frac{10 \times 10^3}{2\pi \times (1.0 \times 10^4)^2} = 1.59 \times 10^{-5} \text{ (J/m}^2 \cdot \text{s})$$

二、计算题：(6 题，共 52 分)

$$1. \quad d(\sin i + \sin \theta) = k\lambda \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{d(\sin 30^\circ - 1)}{\lambda} < k < \frac{d(\sin 30^\circ + 1)}{\lambda} \quad -2.1 < k < 6.3$$

取整，共可有-2、-1、0、1、2、3、4、5、6 级光谱线。

$$\text{考虑存在缺级: } k = \frac{d}{a} k' = 3k'$$

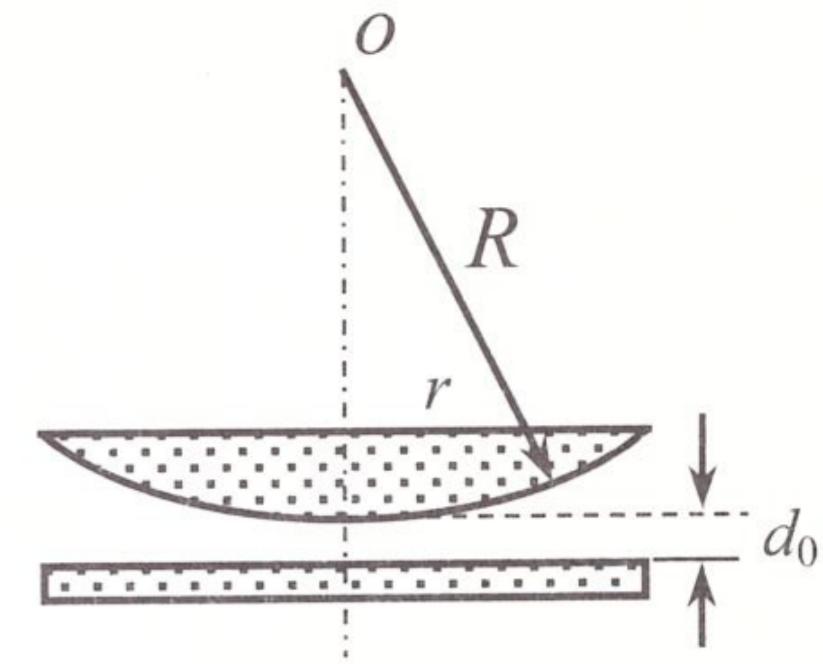
实际能看到-2、-1、0、1、2、4、5 级共 7 条光谱线

2. 解: (1) $d = \frac{r^2}{2R} = \frac{(2.5 \times 10^{-3})^2}{2 \times 40 \times 10^{-2}} = 7.8 \times 10^{-6} \text{ (m)}$

(2) $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $\delta = 2(d' + d_0) + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

$$d' = d - d_0,$$

$$r' = \sqrt{2Rd'} = \sqrt{2Rd - 2Rd_0} = \sqrt{r^2 - 2Rd_0} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ (m)} = 1.5 \text{ (mm)}$$



3. 解: (1) $\frac{hc}{\lambda} = 2.56 \text{ (eV)}$; $E_k = E_1 + \Delta E = -13.6 + 10.19 = -3.41 \text{ (eV)}$

$$E_n = E_k + \frac{hc}{\lambda} = -3.41 + 2.56 = -0.85 \text{ (eV)}; \quad E_n = \frac{E_1}{n^2}; \quad n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}} = 4$$

(2) 最多可发射 3 个线系, 6 条谱线。

4. 解: (1) $\lambda' = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \varphi) + \lambda = \frac{2h}{m_e c} \sin^2 \frac{\varphi}{2} + \lambda \approx 0.0724 \sim 0.0725 \text{ (nm)}$

(2) $E_k = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \approx 9.42 \sim 9.80 \times 10^{-17} \text{ (J)} = 580 \sim 620 \text{ (eV)}$

5. 解: $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$; 得: $\Delta E \geq \frac{\hbar}{\Delta t} = \frac{h}{4\pi\Delta t} \approx 5.28 \times 10^{-27} \text{ (J)} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ (eV)}$

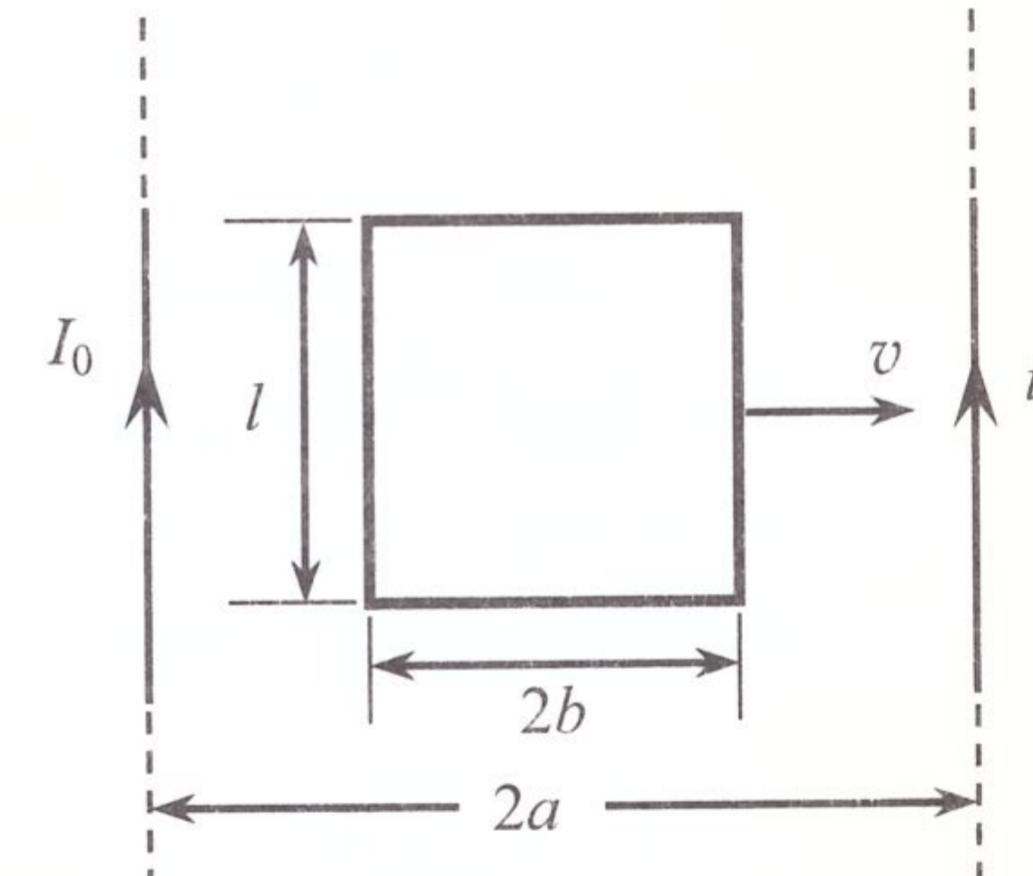
根据 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} : \lambda = \frac{hc}{E} = 3.67 \times 10^{-7} \text{ (m)}$; $\Delta\lambda = \frac{hc}{E^2} \Delta E = 3.57 \times 10^{-15} \text{ (m)}$

6. (1) 动生: $B_1 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi(a-b)}$ $B_2 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi(a+b)}$ 方向向里

$$\varepsilon_1 = vB_1l = \frac{vl\mu_0 I_0}{2\pi} \frac{1}{a-b}; \quad \varepsilon_2 = vB_2l = \frac{vl\mu_0 I_0}{2\pi} \frac{1}{a+b}$$

方向都向上

$$\varepsilon_{\text{动}} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \frac{vl\mu_0 I_0}{\pi} \frac{b}{a^2 - b^2}, \text{ 方向顺时针}$$



(2) 感生: $d\Phi = BdS = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} l dr$, $\Phi = \int_{a-b}^{a+b} \frac{\mu_0 i}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 l i}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$

$$\varepsilon_{\text{感}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \frac{di}{dt} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b} \sin \omega t$$

当 $i = I_0 \cos \omega t = 0$ 时, $\sin \omega t = \pm 1$, 则: $\varepsilon_{\text{感}} = \pm \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b}$

感应电动势: $\varepsilon = \varepsilon_{\text{动}} + \varepsilon_{\text{感}} = \frac{vl\mu_0 I_0}{\pi} \frac{b}{a^2 - b^2} \pm \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b}$

浙江大学 20₁₉ - 20₂₀ 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: 2019 年 11 月 10 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	一 (1~8)	一 (9~16)	二、三、四、五 (17~25)	总分
得分				
评卷人				

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

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

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

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

【试题说明】全部为填空题, 每小题 4 分.

第一大题: (1~16 小题)

1. (本小题 4 分) w001

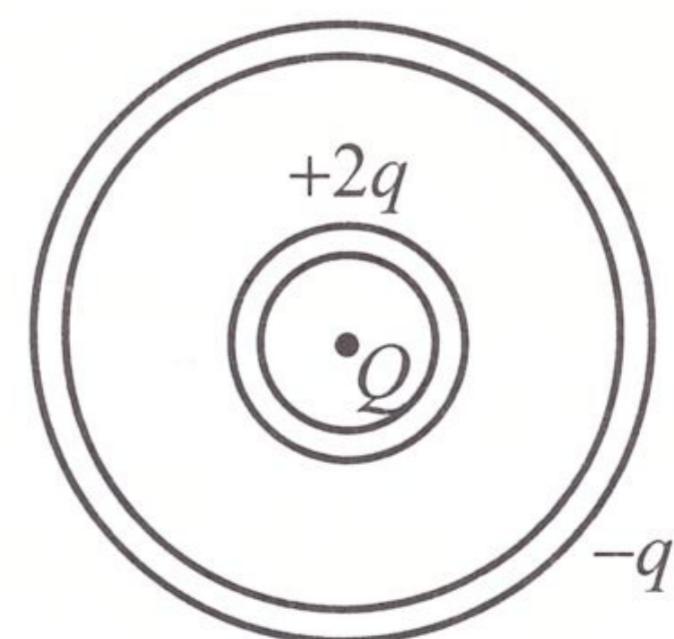
一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定离球心距离为 $3R$ 处的电势值为零, 则球面处的电势 $U_R =$ _____, 无限远处的电势 $U_\infty =$ _____.

2. (本小题 4 分) w002

某区域内电场的电势分布函数为 $U = a + by - cz^3$, 其中 a 、 b 、 c 为常量. 则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E} =$ _____.

3. (本小题 4 分) 1145

如图所示, 两同心导体球壳, 内球壳带电荷 $+2q$, 外球壳带电荷 $-q$, 球心处有一电荷量为 Q 的点电荷. 静电平衡时, 外球壳内表面的电荷量为 _____, 外球壳外表面的电荷量为 _____.



4. (本小题 4 分) t001

设有半径都是 r 的两条平行无限长输电线 A 和 B , 两轴间相距为 d , 且满足 $d \gg r$, 则两输电线单位长度的电容为 _____.

5. (本小题 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 $w_e=2\times10^6 \text{ J/cm}^3$, 则该点电场强度的大小 $E=$ _____ V/m.

6. (本小题 4 分) 1344

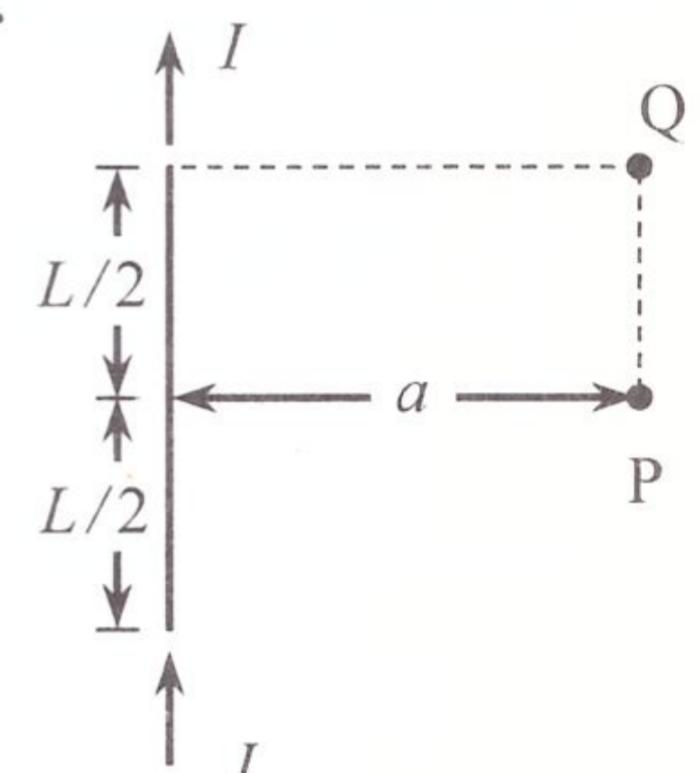
一平行板电容器的极板面积为 $S=1 \text{ m}^2$, 两极板夹着一块 $d=5 \text{ mm}$ 厚的同样面积的玻璃板, 已知玻璃的相对介电常数为 $\epsilon_r=5$. 电容器充电到电压 $U=12 \text{ V}$ 以后切断电源. 这时如果将玻璃板从电容器中抽出, 则外力需要做的功为 $A=$ _____ J.

7. (本小题 4 分) y001

已知空气的击穿场强为 3 kV/mm , 有一处于空气中的半径为 20 cm 的导体球, 该导体球能够带有的最大电量为 _____ C, 最高电势为 _____ V.

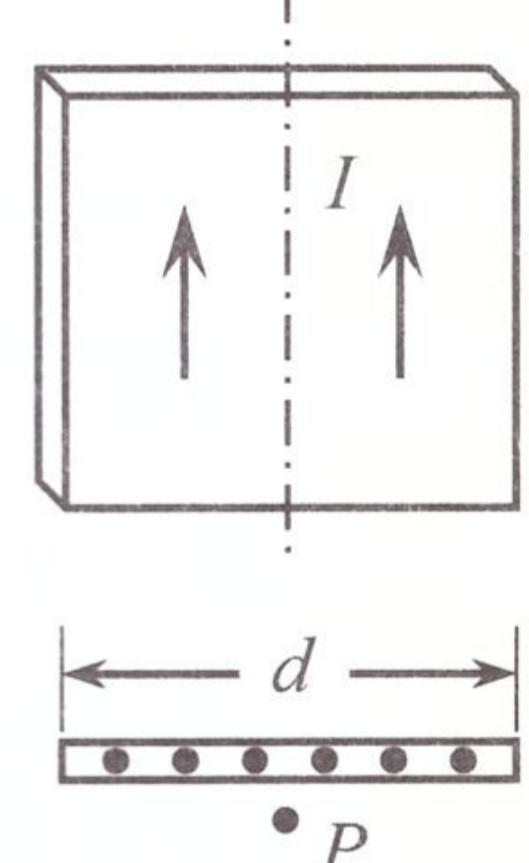
8. (本小题 4 分) t002

如图所示, 一根长为 L 的导线, 载有电流 I , 则在导线的垂直平分线上与导线相距为 a 的 P 点的磁感应强度的大小为 _____.



9. (本小题 4 分) 2102

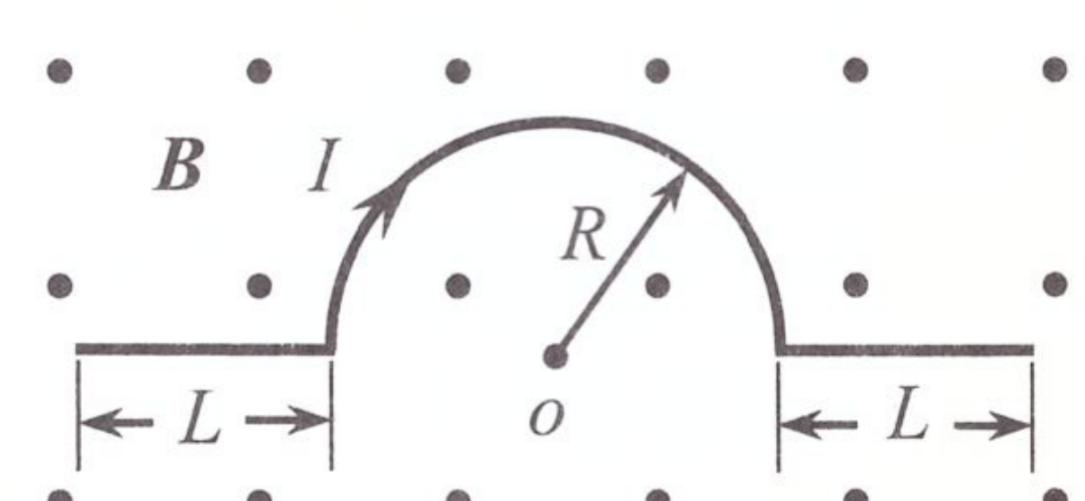
如图所示, 在宽度为 d 的无限长导体薄片上有电流 I 沿此导体长度方向流过, 电流在导体宽度方向均匀分布. 在导体中线上的导体表面附近 P 点 (假设 P 点离导体表面很近) 的磁感强度 \mathbf{B} 的大小为 _____.



俯视图

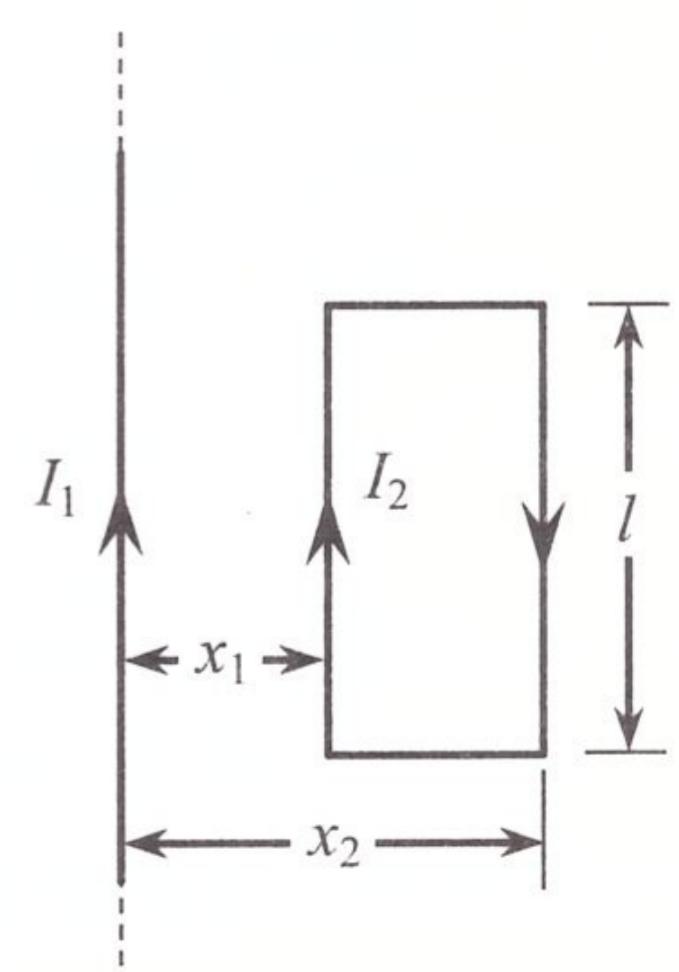
10. (本小题 4 分) t003

载有电流为 I 的一根直导线中部被弯成半径为 R 的半圆形导线, 如图所示. 现将其置于垂直平面向外的均匀磁场 \mathbf{B} 中, 则该导线所受的磁力大小为 _____.



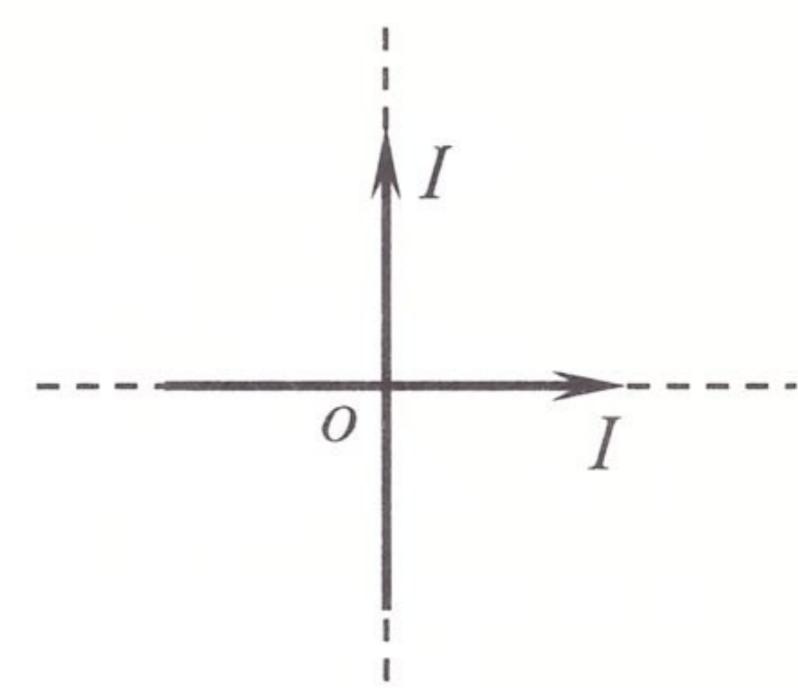
11. (本小题 4 分) t004

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, 矩形线圈所受磁力的大小为 _____ N.



12. (本小题 4 分) y002

如图, 两条相互绝缘的无限长直导线通有相同电流 $I=1\text{A}$, 在 o 点相交成 90° 角, 则单位长度导线所受磁力对 o 点的力矩为 _____.

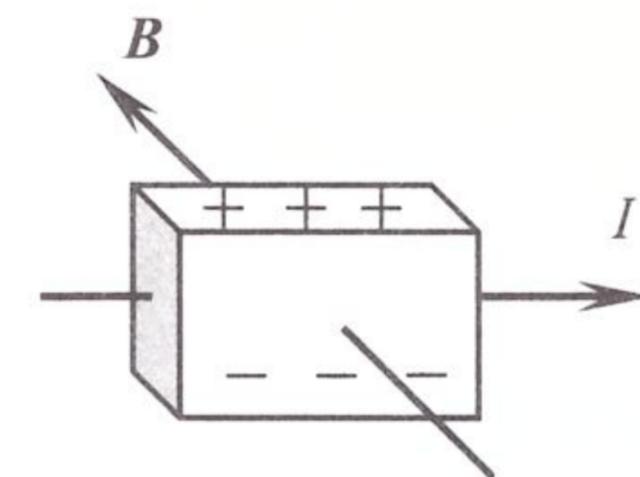


13. (本小题 4 分) 2704

由细软导线做成的圆环, 半径为 $R=0.1\text{ m}$, 流过 $I=10\text{ A}$ 的电流, 将圆环放在磁感应强度 $B=1\text{ T}$ 的均匀磁场中, 磁场的方向与圆电流的磁矩方向一致, 今有外力作用在导线环上, 使其变成正方形, 则在维持电流不变的情况下, 外力克服磁场所作的功是 _____ J.

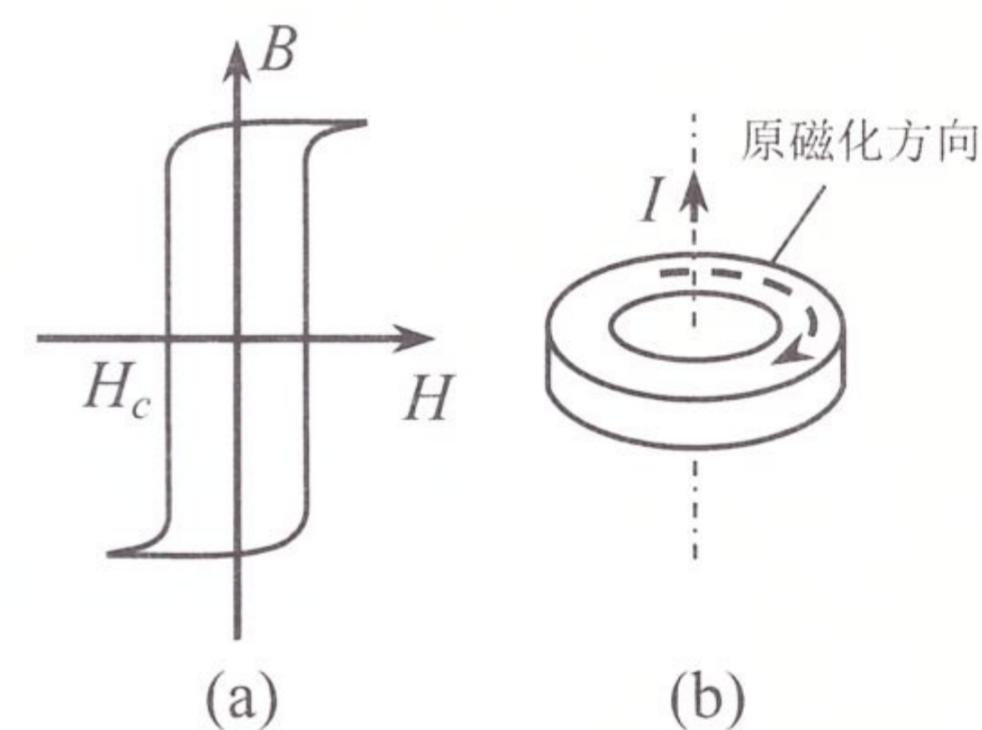
14. (本小题 4 分) 2456

有半导体通以电流 I , 放在均匀磁场 \mathbf{B} 中, 其上下表面积累电荷如图所示. 则导体中的载流子是 _____ 电荷. (填“正”或“负”)



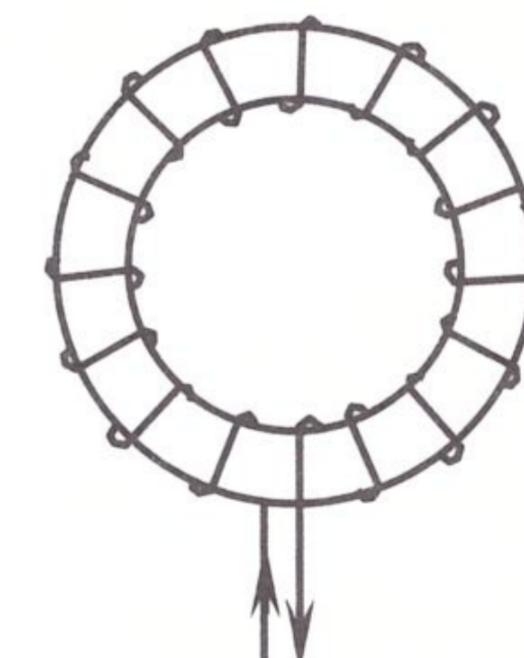
15. (本小题 4 分) t005

铁氧体的矩形磁滞回线如图(a)所示。图(b)为用这种材料制作的电子计算机中存储元件的环形磁芯, 其外半径为 0.8 mm 、内半径为 0.5 mm 、高 0.3 mm , 矫顽力为 $H_c = \frac{500}{\pi}\text{ A/m}$. 磁芯已被磁化, 方向如图所示。对磁芯施加轴向电流达到 _____ A 时, 磁芯中磁化方向开始翻转; 若需使磁芯中自内向外的磁化方向全部翻转, 脉冲电流的峰值至少需要达到 _____ A.



16. (本小题 4 分) 5132

如图所示的细螺绕环, 它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝. 当导线中的电流 I 为 2.0 A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T , 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为 _____.

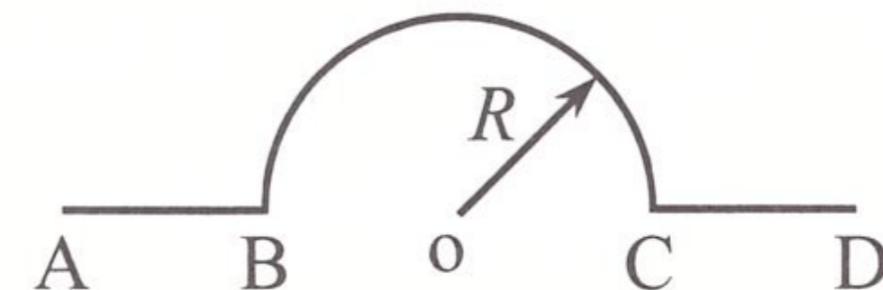


第二大题: (17~18 小题) t006

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, 半圆弧的圆心为 o 点. 则:

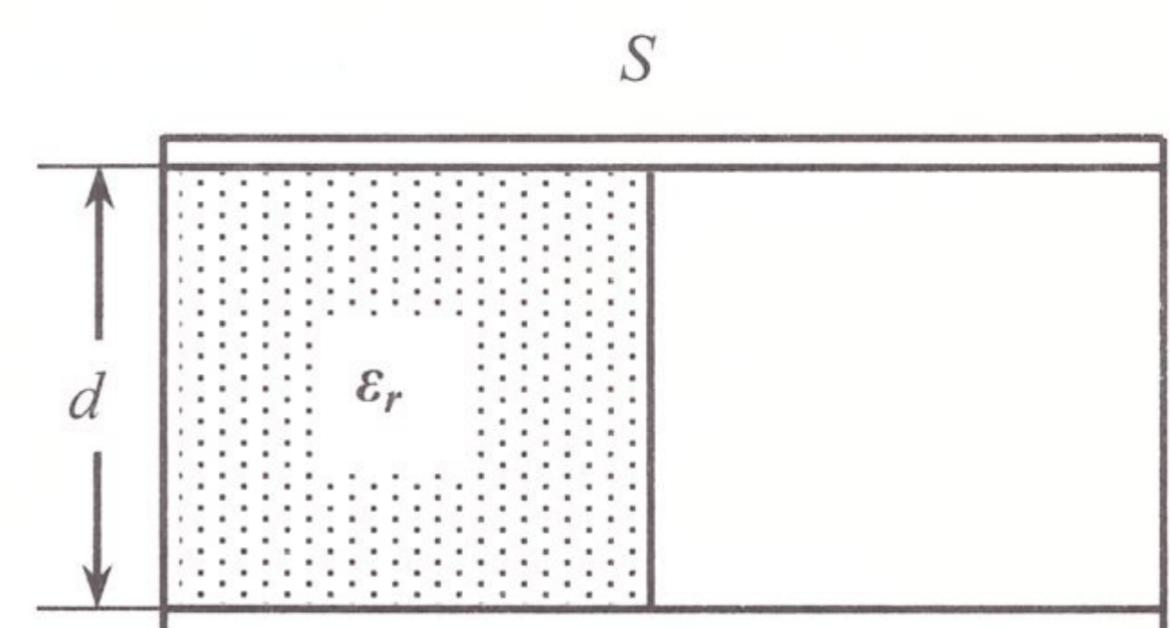
17. (本小题 4 分) AB 段带电直线在 o 点产生的电势为 _____;

18. (本小题 4 分) BC 段带电半圆弧在 o 点产生的电势为 _____.



第三大题：(19~21 小题) w004

如图所示，一平行板电容器，极板面积为 S 、间距为 d ，左半空间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质，右半空间为真空。该电容器充电后，上下极板分别带有 $\pm Q$ 的电量，断开电源，忽略边缘效应。



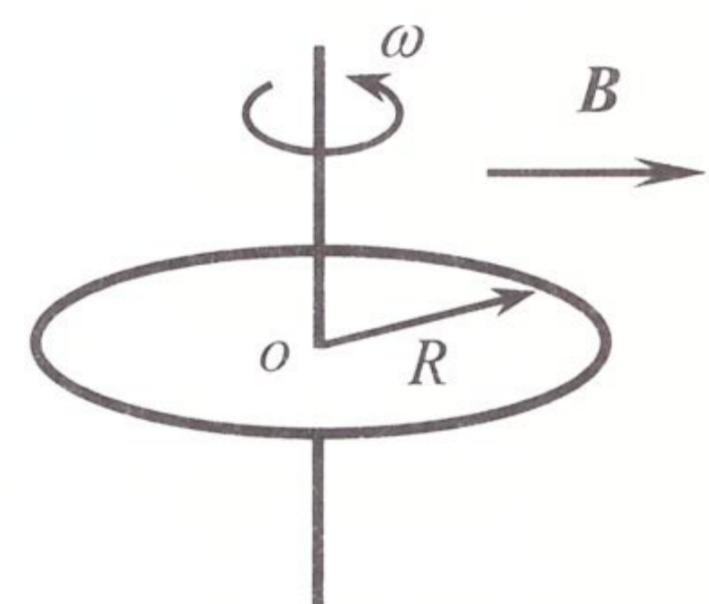
19. (本小题 4 分) 左侧电介质中的电场强度和右侧真空中的电场强度_____；(填“相等”或“不等”)

20. (本小题 4 分) 电介质对应的左半部分极板上的自由电荷面密度 σ_l 为_____；

21. (本小题 4 分) 电介质表面极化电荷面密度 σ' 为_____。

第四大题：(22~23 小题) t007

一半径为 R 的塑料圆盘，表面上均匀分布有电荷，电荷面密度为 σ ；圆盘以角速度 ω 绕通过中心且与盘面垂直的轴转动。如图所示。

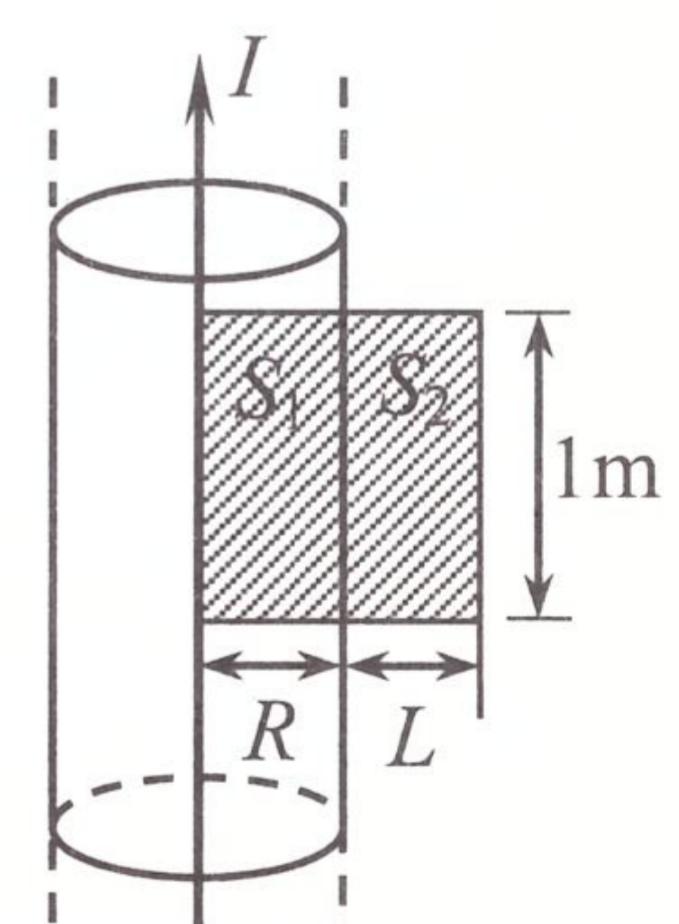


22. (本小题 4 分) 圆盘上的电荷在盘心处产生的磁场的大小为_____；

23. (本小题 4 分) 若将上述圆盘置于与圆盘表面平行的匀强磁场 B 内，则该匀强磁场作用于圆盘的力矩的大小为_____。

第五大题：(24~25 小题) y003

真空中一无限长圆柱形铜导体（相对磁导率 μ_r ），半径为 R ，电流 I 沿轴向均匀流过截面。一过轴的平面（长为 1m、宽为 $R+L$ ）由 2 个矩形平面组成，位置如图中画阴影部分所示，位于导体内的矩形平面 S_1 长为 1m、宽为 R ，位于导体外的矩形平面 S_2 长为 1m、宽为 L 。



24. (本小题 4 分) 通过矩形平面 S_1 的磁通量为_____；

25. (本小题 4 分) 通过矩形平面 S_2 的磁通量为_____。

2019-2020 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

第一大题、

$$1. \quad U_R = \int_R^{3R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr = \frac{Q}{6\pi\epsilon_0 R}, \quad U_\infty = \int_\infty^{3R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr = -\frac{Q}{12\pi\epsilon_0 R}$$

$$2. \quad \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k}\right) = -b \vec{j} + 3cz^2 \vec{k}$$

$$3. \quad q' + 2q + Q = 0; \quad q' = -Q - 2q = -Q - 2q; \quad q' + q'' = -q; \quad q'' = -q + Q + 2q = Q + q = Q + q$$

$$4. \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(d-r)}, \quad U = \int_r^{d-r} \left(\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r'} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(d-r')} \right) dr' = \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{d-r}{r}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\lambda \cdot 1}{[\lambda/(\pi\epsilon_0)] \ln[(d-r)/r]} = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln[(d-r)/r]}$$

$$5. \quad w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2, \quad E = \sqrt{\frac{2w_e}{\epsilon_0 \epsilon_r}} = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 10^6 \times 10^6}{4 \times 8.85 \times 10^{-12}}} = 3.36 \times 10^{11} (\text{V/m})$$

$$6. \quad C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}, \quad Q = CU = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} U, \quad C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}; \quad A = \frac{Q^2}{2C_0} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{\epsilon_r - 1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} U^2$$

$$A = 2.5488 \times 10^{-6} (\text{J})$$

$$7. \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad E_{\max} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}, \quad Q_{\max} = E_m 4\pi\epsilon_0 R^2 = 1.33 \times 10^{-5} (\text{C})$$

$$U_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R} = E_m R = 6.0 \times 10^5 (\text{V})$$

$$8. \quad B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) = 2 \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{L/2}{\sqrt{a^2 + (L/2)^2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{L}{\sqrt{4a^2 + L^2}} = \frac{\mu_0 IL}{2\pi a \sqrt{4a^2 + L^2}}$$

$$9. \quad \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_i, \quad 2Bl = \mu_0 jl = \mu_0 \frac{I}{d} l, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2d} = \frac{\mu_0 I}{2d}$$

$$10. \quad F = BIL + BIL + BI \cdot 2R = 2BI(L + R)$$

$$11. \quad F_3 = \int_{x_1}^{x_2} I_2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, \quad F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, \quad F_3 - F_4 = 0$$

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

$$12. \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}; \quad dF = Idl B \sin 90^\circ = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi x} dl, \quad dM = x dF = x \frac{\mu_0 I^2}{2\pi x} dl = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} dl;$$

$$M_l = \frac{dM}{dl} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} = 2 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$13. \quad 2\pi R = 4a; \quad a = \frac{\pi R}{2}, \quad A_{\text{out}} = -A_B = -I \Delta \Phi_B = I(\pi R^2 - a^2)B = 6.75 \times 10^{-2} (\text{J})$$

14. 正

$$15. \quad H_c = \frac{I_1}{2\pi r_1}, \quad I_1 = 2\pi r_1 H_c = 2\pi r_1 \frac{500}{\pi} = 0.5 (\text{A}), \quad I_2 = 2\pi r_2 H_c = 2\pi r_2 \frac{500}{\pi} = 0.8 (\text{A})$$

$$16. \quad H \cdot 2\pi r = NI, \quad H = \frac{NI}{2\pi r}, \quad \mu_r = \frac{B}{\mu_0 n I}, \quad B = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 \mu_r n I = 398$$

第二大题:

$$17. \quad dU = \frac{\lambda dr}{4\pi\epsilon_0 r}, \quad U_{OAB} = \int dU = \int_R^{2R} \frac{\lambda dr}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2$$

$$18. \quad dU = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad U_{OBC} = \int dU = \int_0^{\pi R} \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{\pi R} dl = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \pi R = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$$

第三大题:

$$19. \quad U_1 = U_2, \quad \frac{U_1}{d} = \frac{U_2}{d}, \quad E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{U_2}{d} = E_2, \quad \text{电场强度相等}$$

$$20. \quad D_1 = \sigma_1, \quad E_1 = \frac{D_1}{\epsilon_1} = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r}, \quad D_2 = \sigma_2, \quad E_2 = \frac{D_2}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}; \quad \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}, \quad \sigma_1 \frac{S}{2} + \sigma_2 \frac{S}{2} = Q$$

$$\sigma_1 = \frac{2\epsilon_r Q}{(\epsilon_r + 1)S}, \quad \sigma_2 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_r} = \frac{2Q}{(\epsilon_r + 1)S}$$

$$21. \quad E_1 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{2Q}{\epsilon_0 (\epsilon_r + 1)S}, \quad P_1 = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1)E_1 = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S},$$

$$\sigma'_1 = P_1 \cos \pi = -\frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S}; \quad \sigma'_2 = P_2 \cos 0^\circ = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S} = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S}$$

第四大题:

$$22. \quad dq = \sigma 2\pi r dr, \quad dI = v dq = \frac{\omega}{2\pi} dq = \sigma \omega r dr, \quad dB = \frac{\mu_0 dI}{2r} = \frac{\mu_0 \sigma \omega dr}{2}$$

$$B = \int dB = \int_0^R \frac{\mu_0 \sigma \omega dr}{2} = \int_0^R \frac{\mu_0 \sigma \omega dr}{2} = \frac{\mu_0 \sigma \omega R}{2} = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega R$$

$$23. \quad dp_m = S dI = \pi r^2 \sigma \omega r dr = \pi \sigma \omega r^3 dr, \quad p_m = \int dp_m = \int_0^R \pi \sigma \omega r^3 dr = \frac{\pi \sigma \omega R^4}{4}$$

$$M = p_m B \sin 90^\circ = \frac{\pi \sigma \omega R^4 B}{4} = \frac{1}{4} B \pi \sigma \omega R^4$$

$$\text{第五大题: } r \leq R: \quad H \cdot 2\pi r = \sum_{in} I_i = \frac{I}{\pi R^2} \pi r^2, \quad H = \frac{Ir}{2\pi R^2}$$

$$r > R: \quad H \cdot 2\pi r = \sum_{in} I_i = I, \quad H = \frac{I}{2\pi r}$$

$$H = \begin{cases} \frac{Ir}{2\pi R^2} & r \leq R \\ \frac{I}{2\pi r} & r > R \end{cases}, \quad B = \mu H = \begin{cases} \frac{\mu_0 \mu_r Ir}{2\pi R^2} & r \leq R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & r > R \end{cases}$$

$$24. \quad \Phi_{Bl1} = \int_0^R \frac{\mu_0 \mu_r Ir}{2\pi R^2} l dr = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi} l, \quad \Phi_{Bl1} = \frac{\Phi_{Bl}}{l} = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi} = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi}$$

$$25. \quad \Phi_{Bl2} = \int_R^{R+L} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} l \ln \frac{R+L}{R}, \quad \Phi_{Bl2} = \frac{\Phi_{Bl2}}{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{R+L}{R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{R+L}{R}$$

浙江大学 2019 - 2020 学年 秋冬 学期

《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (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: 2020 年 1 月 11 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	计 5	计 6	总分
得分								
评卷人								

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ 电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$ 氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$

一、填空题: (12 题, 共 48 分)

1. (本题 4 分) X001

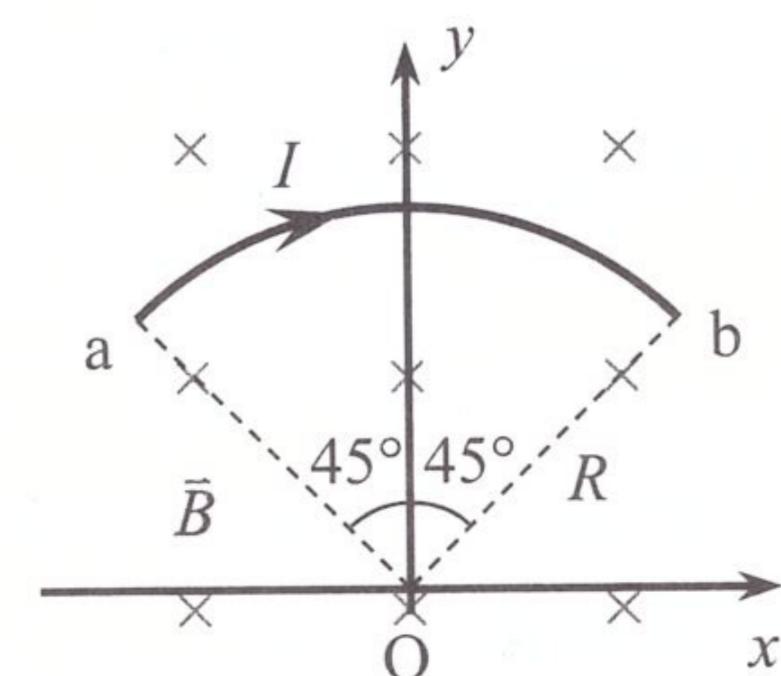
一半径为 R 的绝缘实心球体, 非均匀带电, 电荷体密度为 $\rho = \rho_0 r$ (r 为离球心的距离, ρ_0 为常量). 设无限远处为电势零点. 则球外($r > R$)各点的电势分布为 $U(r) = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. (本题 4 分) X002

一导体球外充满相对介电常量为 ϵ_r 的均匀电介质, 若测得导体表面附近场强为 E , 则导体球面上的自由电荷面密度 σ 为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

3. (本题 4 分) X003

如图所示, 一根通有电流 I 的载流导线被弯成半径为 R 的 $1/4$ 圆弧, 电流从 a 流向 b , 放在均匀的磁场中, 磁感应强度的大小为 B , 方向垂直纸面向里. 则载流导线 ab 所受磁场的作用力的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



4. (本题 4 分) 2342

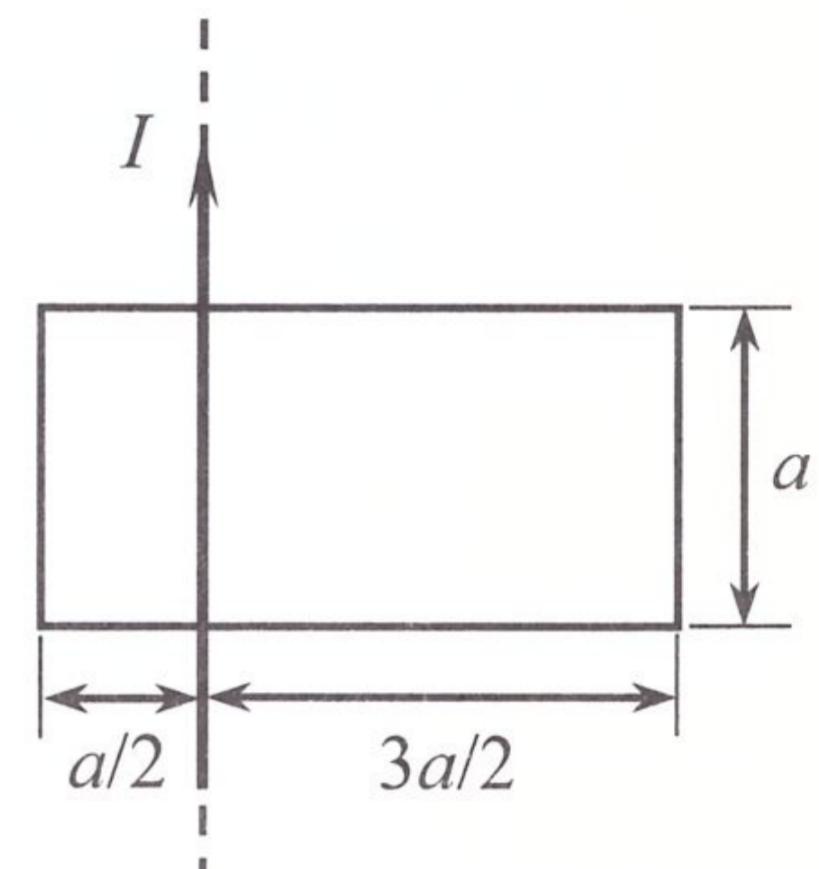
平行板电容器的电容 C 为 $20.0 \mu\text{F}$, 两板上的电压变化率为 $dU/dt = 1.50 \times 10^5 \text{ V/s}$, 则该平行板电容器中的位移电流大小为 _____ A.

5. (本题 4 分) 5146

半径为 R 的无限长圆柱形导体上均匀流有电流 I , 该导体材料的相对磁导率为 $\mu_r = 1$, 则在与导体轴线相距 r 处 ($r < R$) 的磁感应强度大小 $B = \dots$; 磁场能量密度 $w = \dots$.

6. (本题 4 分) 2962

如图所示, 有一绝缘的矩形线圈与一无限长直导线共面, 则直导线与矩形线圈间的互感系数 M 为 _____.



7. (本题 4 分) t001

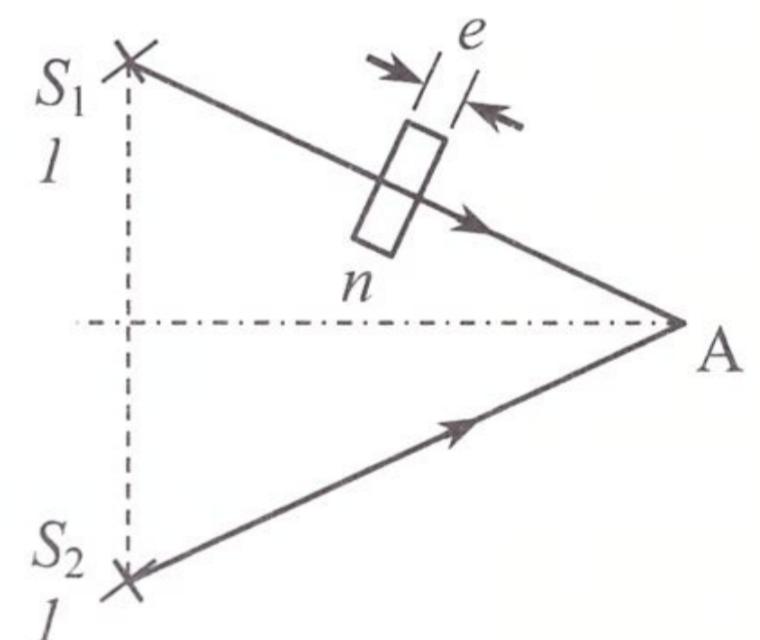
一平凸透镜置于空气中, 透镜玻璃的折射率为 n , 球面的曲率半径为 R , 则该透镜的焦距为 $f = \dots$.

8. (本题 4 分) 3195

用波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的单色光作牛顿环实验, 测得第 k 个暗环半径 $r_k = 4 \text{ mm}$, 第 $k+10$ 个暗环半径 $r_{k+10} = 6 \text{ mm}$, 则平凸透镜的凸面的曲率半径 $R = \dots \text{ m}$.

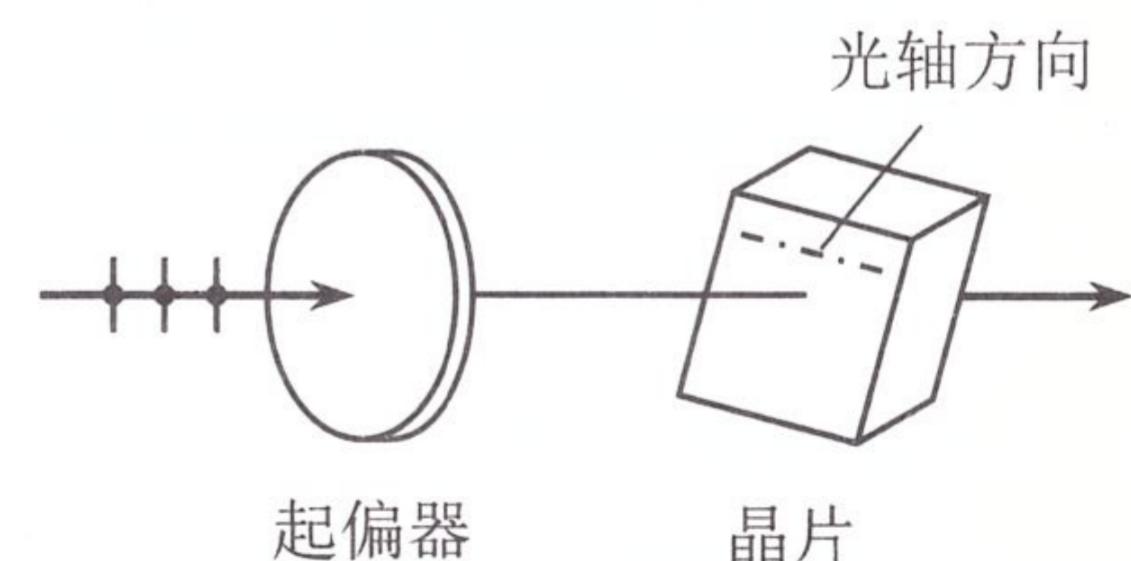
9. (本题 4 分) X004

如图所示, 假设有两个同相位的相干点光源 S_1 和 S_2 , 发出波长为 λ 的光. A 是它们连线的中垂线上的一点. 若在 S_1 与 A 之间插入厚度为 e 、折射率为 n 的薄玻璃片, 则两光源发出的光在 A 点的相位差 $\Delta\phi = \dots$.



10. (本题 4 分) X005

一束单色 ($\lambda = 589.3 \times 10^{-9} \text{ m}$) 自然光通过起偏器后垂直地进入石英晶片, 该晶片的光轴平行于晶片表面, 如图所示. 石英晶体对寻常光线的折射率和对非常光线的主折射率分别为 $n_o = 1.5443$ 、 $n_e = 1.5534$. 若要使穿过石英晶片后的透射光为圆偏振光, 则石英晶片的最小厚度为 _____ m, 起偏器的偏振化方向应与晶片光轴的夹角为 _____.



11. (本题 4 分) 5618

用波长为 0.1000 nm 的光子做康普顿散射实验, 若某散射光子的波长为 0.1024 nm , 则电子获得的能量为 _____ eV.

12. (本题 4 分) 4792

若在四价元素半导体中掺入少量的五价元素, 则可构成 _____ 型半导体, 参与导电的多数载流子是 _____.

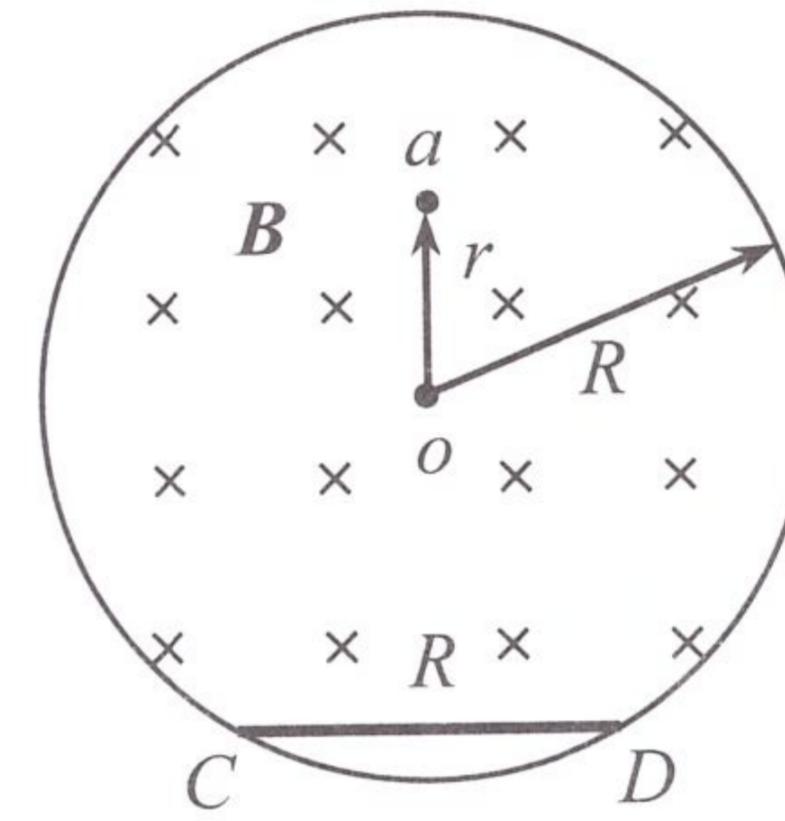
二、计算题：(6 题，共 52 分)

1. (本题 10 分) X006

如图所示，一个限制在半径 R 的圆柱形空间内的均匀磁场 \mathbf{B} ，其磁感应强度的方向垂直纸面向里，大小以恒定的速率增加，即 $B=kt$ ， k 为常量。

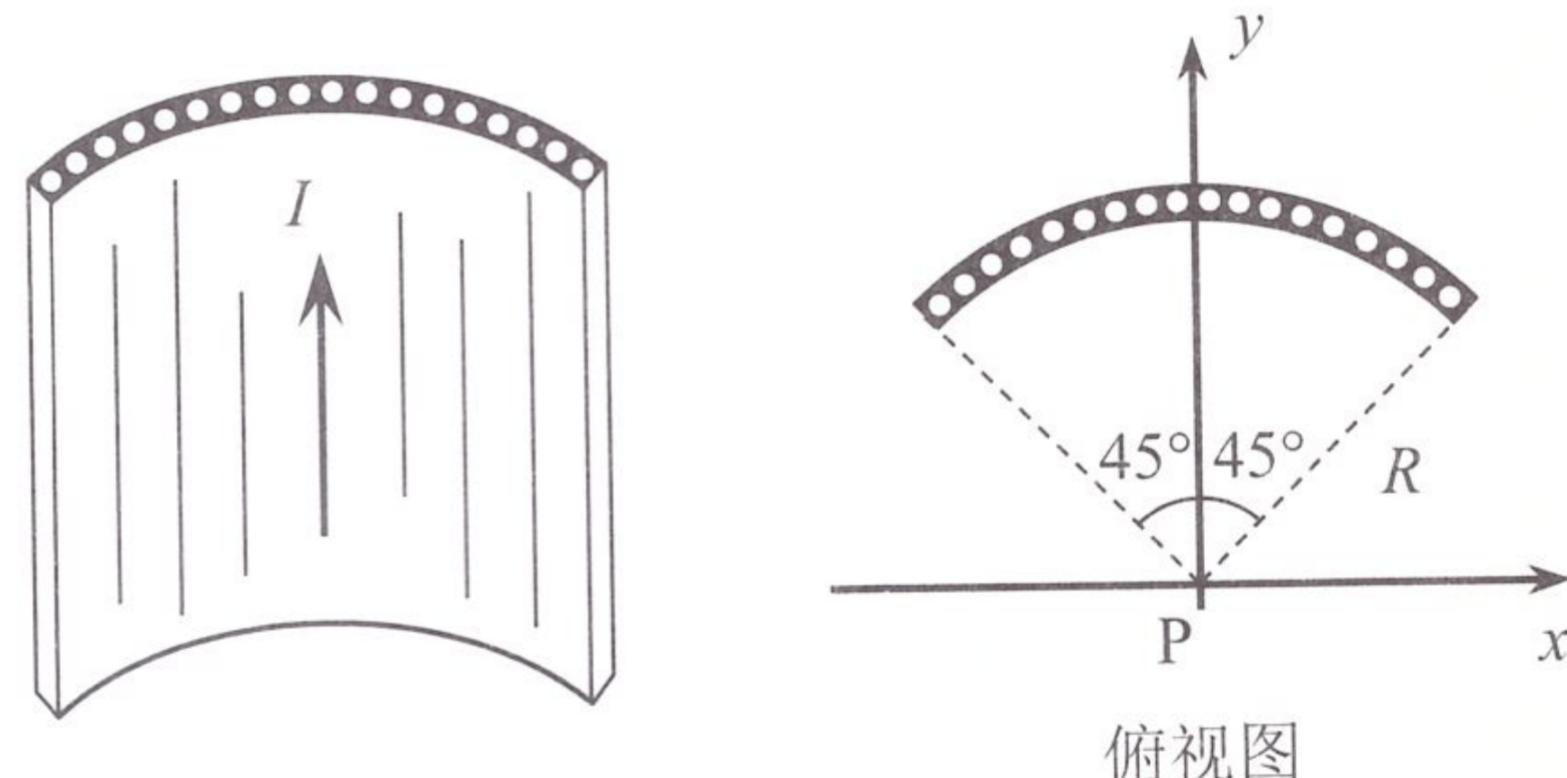
(1) 试计算在磁场中距 o 点 (圆柱截面中心点) 距离为 r ($r=R/2$) 的 a 点处涡旋电场的大小和方向；

(2) 若有一长为 R 的金属棒 CD 以恒定的速度 v 向上运动， $t=t_0$ 时刻正好运动到如图所示的位置，求该时刻棒中感应电动势并讨论其方向。



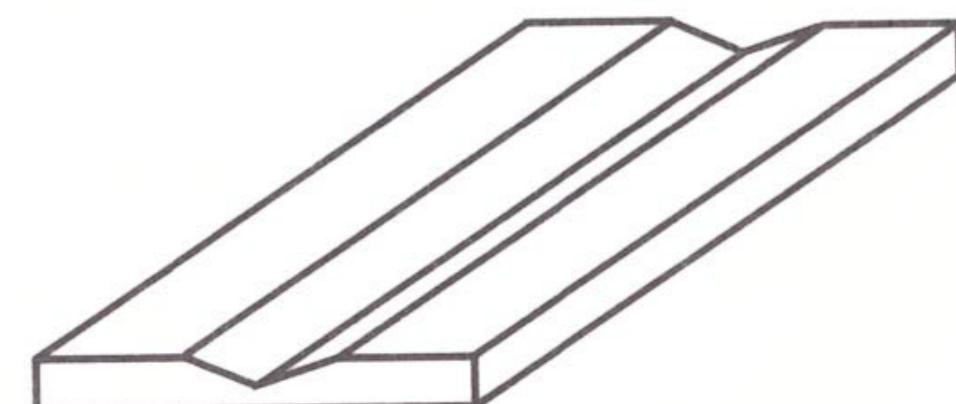
2. (本题 8 分) X007

如图所示，在半径为 R 的无限长 $1/4$ 圆柱形金属薄片上，沿轴向自下而上通有电流 I ，设电流均匀分布在金属片上。试求圆柱轴线上任意一点 P 处的磁感应强度 \bar{B} (在图示坐标系中用矢量形式来表示)。



3. (本题 8 分) t002

如图所示，在折射率为 $n_3=1.5$ 的平面玻璃上刻有一截面为等腰三角形的浅槽，内装肥皂水 ($n_2=1.33$)。若用波长为 600 nm 黄光垂直照射，从反射光中观察到肥皂水面面上共有 17 条明条纹。求 (1) 试定性描述条纹的形状；(2) 反射光中观察到的暗条纹的条数；(3) 液体最深处的深度。



4. (本题 8 分) 3757

某种单色光垂直入射到每厘米有 8000 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 那么入射光的波长是多少? 如用白光垂直照射, 哪些波长的光能够观察到第二级谱线?

5. (本题 10 分) 4202

氢原子光谱的巴尔末线系中, 有一光谱线的波长为 434 nm, 试求: (1) 与这一光谱线相应的光子能量为多少电子伏特 (eV)? (2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到能级 E_k 产生的, n 和 k 各为多少? (3) 最高能级为 E_5 的大量氢原子, 最多可以发射几个线系, 共几条谱线? 请在氢原子能级图中表示出来, 并说明波长最短的是哪一条谱线.

6. (本题 8 分) Y001

设某一维运动的粒子处在以下状态: $\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$, 式中 $\lambda > 0$, 试求:

- (1) 归一化常量 A ;
- (2) 粒子分布的概率密度函数;
- (3) 粒子出现概率最大的位置?

提示: ($\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$)

2019-2020 学年冬学期《大学物理甲 2》考试试卷参考答案 (A 卷) .

一、填空题:

$$1. \mathrm{d}q = \rho 4\pi r^2 \mathrm{d}r = \rho_0 4\pi r^3 \mathrm{d}r, q = \int_0^R \rho_0 4\pi r^3 \mathrm{d}r = \rho_0 \pi R^4, U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\rho_0 \pi R^4}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\rho_0 R^4}{4\epsilon_0 r}.$$

$$2. \oint_S \vec{D} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = D \cdot S_0 = \sum_{in} q_{i0} = \sigma S_0, D = \sigma, \sigma = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

$$3. \overline{ab} = \sqrt{2}R, F = F_{\overline{ab}} = ILB = \sqrt{2}BIR, \text{ 沿 } y \text{ 轴正向}$$

$$4. I_d = \frac{\mathrm{d}\Phi_D}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}(DS)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}(\sigma S)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = C \frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}t} = 3 \text{ (A)}$$

$$5. r < R, H \cdot 2\pi r = \frac{I}{\pi R^2} \pi r^2, H = \frac{Ir}{2\pi R^2}, B = \mu_0 \mu_r H = \frac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2}; w_{mr} = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{\mu_0 I^2 r^2}{8\pi^2 R^4}$$

$$6. \Phi_m = \int_{a/2}^{3a/2} \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int_{a/2}^{3a/2} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a \mathrm{d}r = \frac{\mu_0 I}{2\pi} a \ln \frac{3a/2}{a/2} = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 3, M = \frac{\Phi_m}{I} = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln 3$$

$$7. f = [(n-1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})]^{-1} = [(n-1)(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty})]^{-1} = \frac{R}{n-1}$$

$$8. 2e + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, e \approx \frac{r^2}{2R}, r_k^2 = k\lambda R, r_{k+10}^2 = (k+10)\lambda R, r_{k+10}^2 - r_k^2 = 10\lambda R$$

$$R = \frac{r_{k+10}^2 - r_k^2}{10\lambda} = 4 \text{ (m)}$$

$$9. \delta = S_1 A - e + ne - S_2 A = (n-1)e, \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi(n-1)e}{\lambda}, \text{ 即 } 2\pi(n-1)e/\lambda$$

$$10. \delta = |n_o - n_e|d = \frac{\lambda}{4}, d = \frac{\lambda}{4|n_o - n_e|} = 1.62 \times 10^{-5} \text{ m}, 45^\circ$$

$$11. E_k = h\nu_0 - h\nu = hc(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}) = 291 \text{ (eV)}$$

12. n 型半导体 电子

二、计算题: (6 题, 共 52 分)

$$1. (1) E_i 2\pi r = -\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} \pi r^2, E_i = -\frac{r}{2} \frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t},$$

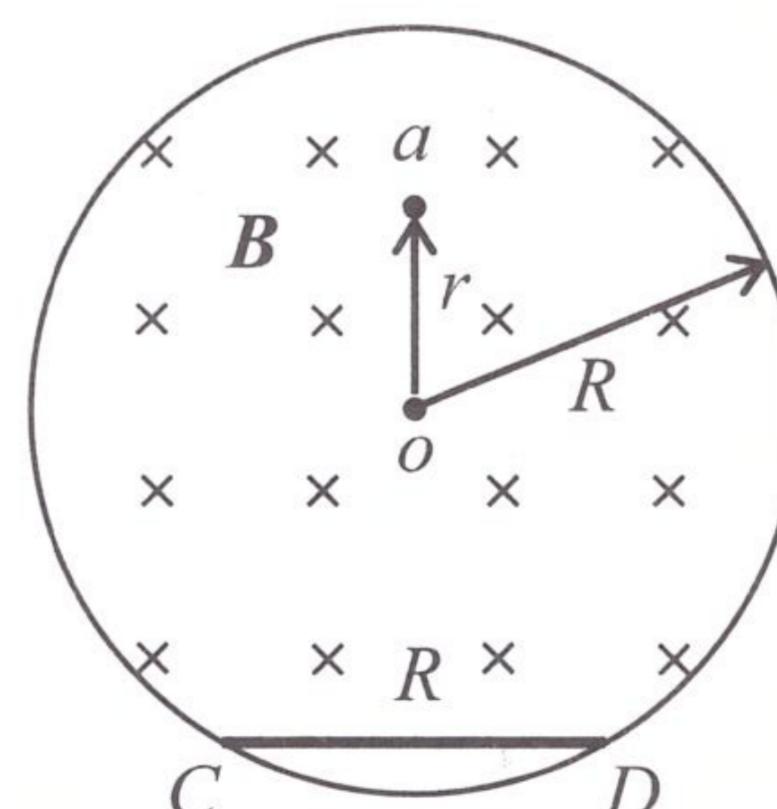
$$E_{ia} = -\frac{R}{4} \frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} = -\frac{kR}{4}, \text{ 方向逆时针}$$

$$(2) \varepsilon_v = vBR = vkt_0 R \quad \text{方向 } D \rightarrow C$$

$$\varepsilon_B = S_{\Delta COD} \frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} = \frac{\sqrt{3}}{4} R^2 k \quad \text{方向 } C \rightarrow D$$

$$\text{方向 } C \rightarrow D \text{ 为正方向, 则: } \varepsilon_B = \varepsilon_v + \varepsilon_B = \frac{\sqrt{3}}{4} R^2 k - vkt_0 R$$

若 $\sqrt{3}R > 4vt_0$, ε_i 方向为 $C \rightarrow D$; 若 $\sqrt{3}R < 4vt_0$, ε_i 方向为 $D \rightarrow C$ 。

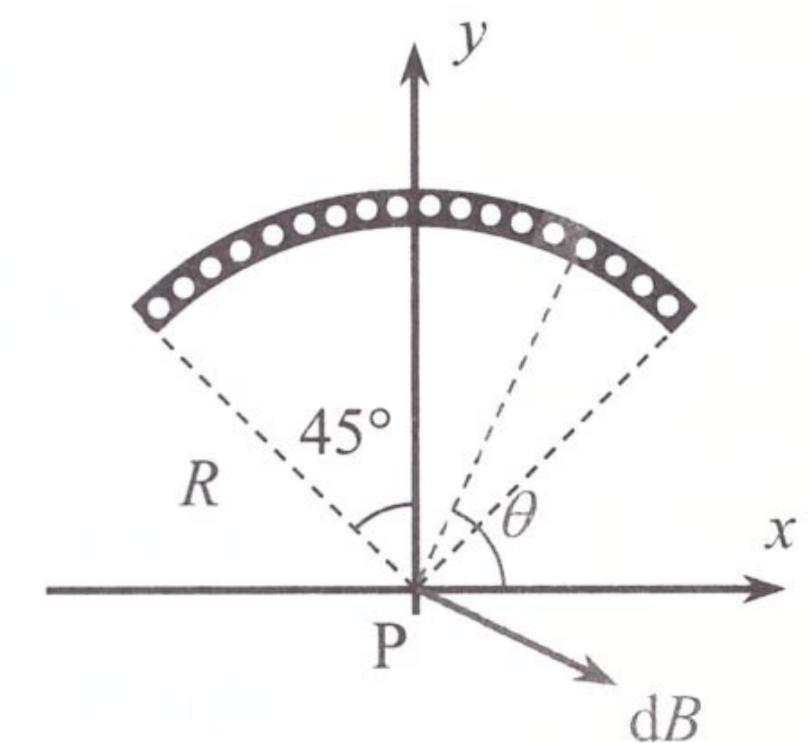


$$2. \quad dI = \frac{I}{\pi R/2} dl = \frac{2I}{\pi R} R d\theta = \frac{2I}{\pi} d\theta; \quad dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} = \frac{\mu_0}{2\pi R} \frac{2I}{\pi} d\theta = \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R} d\theta$$

$$dB_x = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} \sin \theta = \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R} \sin \theta d\theta$$

$$B = B_x = 2 \int_{\pi/4}^{\pi/2} dB_x = 2 \int_{\pi/4}^{\pi/2} \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R} \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I}{\pi^2 R},$$

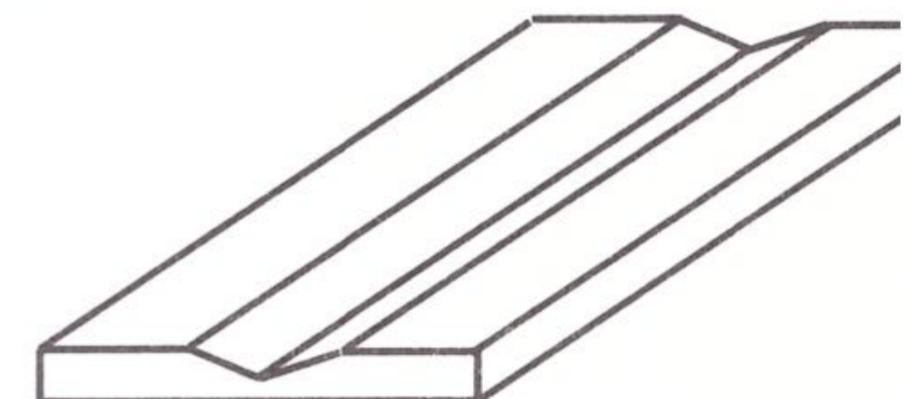
$$\text{由对称性: } B_y = 0; \quad \vec{B} = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I}{\pi^2 R} \vec{i}$$



3. (1) 干涉条纹是明暗相间的平行直线。

$$(2) \quad n_1 < n_2 < n_3$$

肥皂水边缘为明条纹，共有 16 条暗条纹



(3) 共有 17 条明条纹，正中央必为明纹，根据明纹条件有：

$$\delta = 2n_2 e = k\lambda, \quad k = 8; \quad e_{\max} = \frac{k\lambda}{2n_2} = \frac{8\lambda}{2n_2} = 1.8045 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$4. \quad d = \frac{L}{N} = \frac{10^{-2}}{8000} = 1.25 \times 10^{-6} (\text{m})$$

$$d \sin \theta = k\lambda, \quad k = 1, \quad \lambda = 1.25 \times 10^{-6} \times \sin \frac{\pi}{6} = 625 (\text{nm})$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{k} \quad k = 2 \quad \theta_{\max} = \frac{\pi}{2} \quad \lambda = \frac{d}{k} = 625 (\text{nm})$$

$$400 (\text{nm}) \leq \lambda < 625 (\text{nm})$$

$$5. (1) \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{434 \times 10^{-9} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.86 (\text{eV})$$

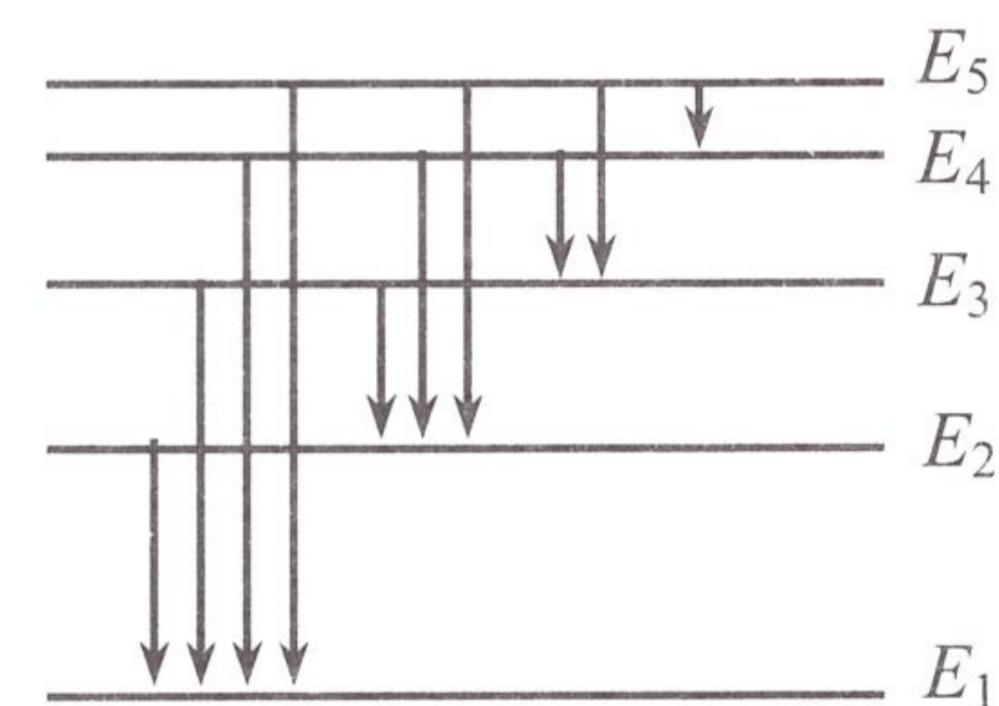
(2) 该谱线属于巴尔末线系，所以 $k = 2$

$$\text{根据: } \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots$$

$$\text{或: } \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_n - E_k, \quad E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{得: } n = 5$$

(3) 可发射四个线系共 10 条谱线，其中波长最短的谱线为由 E_5 跃迁到 E_1 的谱线。



$$6. (1) \quad \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x)|^2 dx = \int_0^{\infty} A^2 x^2 e^{-2\lambda x} dx = \frac{A^2}{4\lambda^3} = 1 \quad A = 2\lambda^{3/2} \quad \left(\int_0^{\infty} x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}} \right)$$

$$(2) \quad |\psi(x)|^2 = \begin{cases} 4\lambda^3 x^2 e^{-2\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

$$(3) \quad \text{由 } \frac{\partial |\psi(x)|^2}{\partial x} = 0, \text{ 得 } x = \frac{1}{\lambda} \text{ 时有极大值, 即在 } x = \frac{1}{\lambda} \text{ 处最容易找到粒子}$$

浙江大学 20_20 - 20_21 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: 2020 年 11 月 17 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: (13 题, 共 52 分)

1. (本题 4 分) 1595

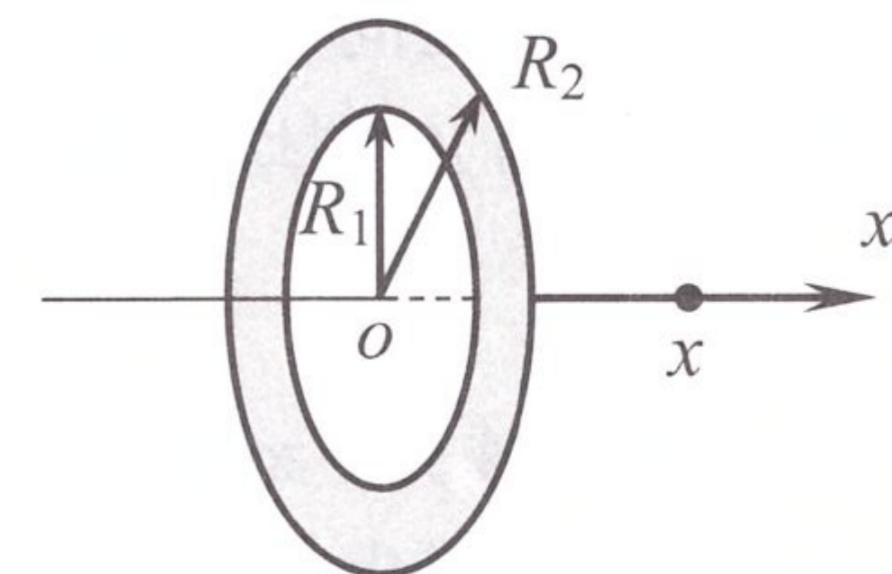
一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定该球面上电势值为零, 则无限远处的电势 $U_\infty = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. (本题 4 分) t001

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 $Q_a = \underline{\hspace{2cm}}$, $Q_b = \underline{\hspace{2cm}}$.

3. (本题 4 分) x001

如图所示, 一均匀带电平面圆环, 内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 电荷面密度为 σ . 则圆环轴线上离环心 o 为 x 处的电势为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



4. (本题 4 分) x002

某电场的电势分布函数为 $U = a(x^2 + y^2) + bz^2$, 其中 a 、 b 为常量. 则该电场中任一点的电场强度 $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. (本题 4 分) 1116

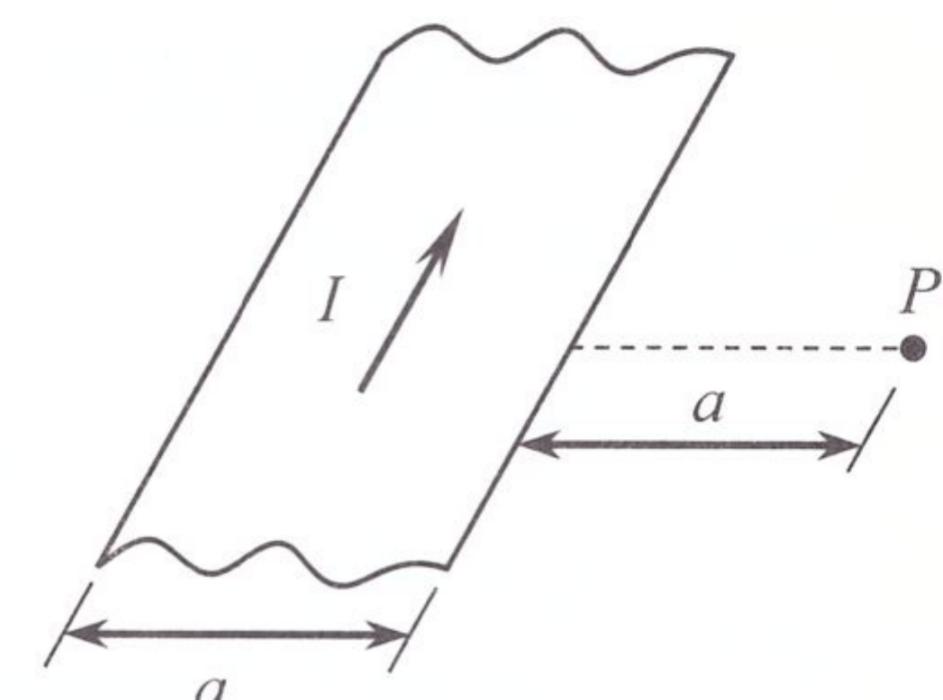
一空气平行板电容器，两极板间距为 d ，充电后板间电压为 U 。然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板，则板间电压变为_____。

6. (本题 4 分) 1292

将电荷均为 q 的三个点电荷一个一个地依次从无限远处缓慢搬到 x 轴的原点、 $x=a$ 和 $x=2a$ 处。则这一过程中外力克服电场力所做的功为_____。

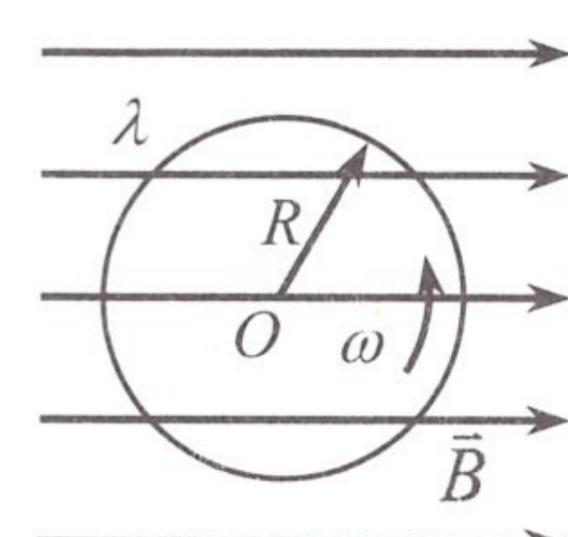
7. (本题 4 分) t002

一宽度为 a 的无限长金属薄板，通有电流 I 。则在薄板平面上，距板的一边距离为 a 的 P 点处的磁感应强度的大小为_____。



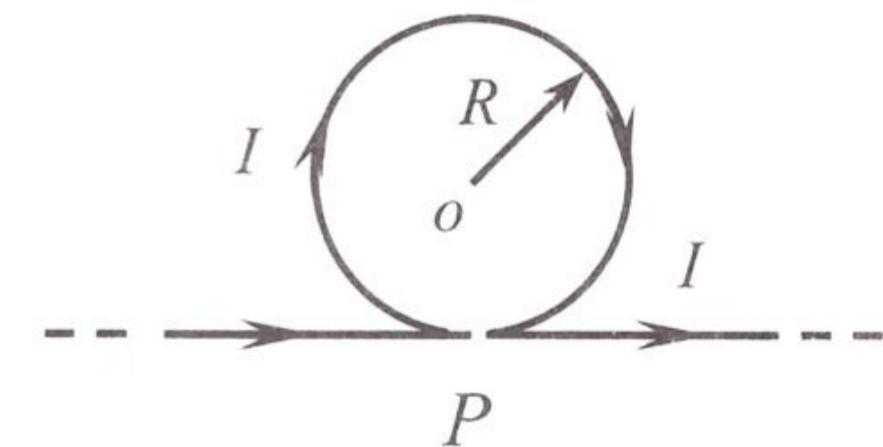
8. (本题 4 分) 2095

如图所示，均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环，其线电荷密度为 λ ，圆环可绕通过环心 O 与环面垂直的转轴旋转。当圆环以角速度 ω 转动时，圆环受到的磁力矩为_____，其方向_____。



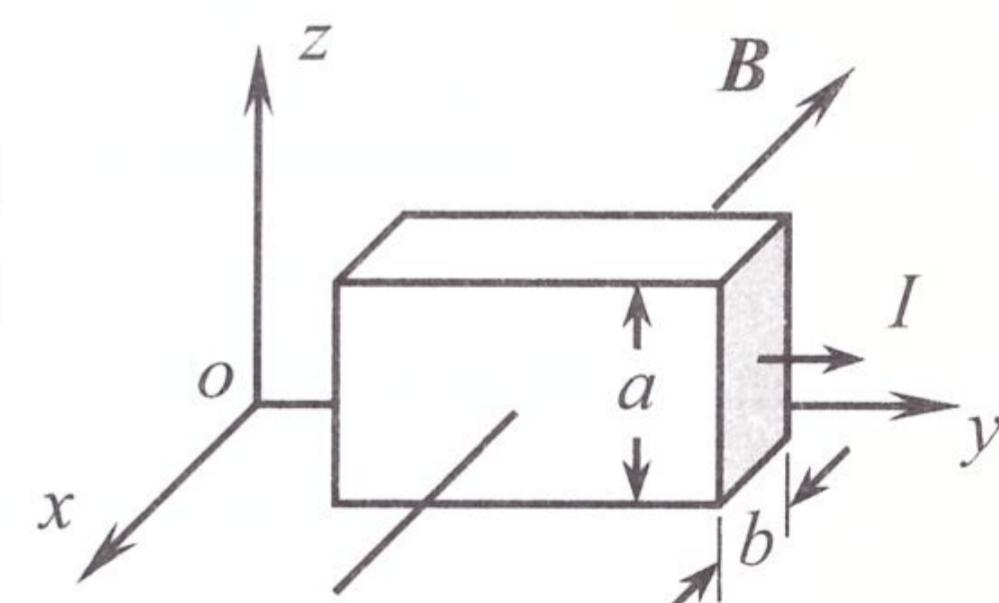
9. (本题 4 分) 5125

一根无限长的直导线通有电流 I ，在 P 点处被弯成了一个半径为 R 的圆，且 P 点处无交叉和接触，则圆心处的磁感应强度大小为_____，方向为_____。



10. (本题 4 分) 2069

如图所示为磁场中的通电薄金属板，当磁感应强度 B 沿 x 轴负方向，电流强度 I 沿 y 轴正向，则金属板中对应于霍尔电势差的电场强度 E_H 的方向沿_____。

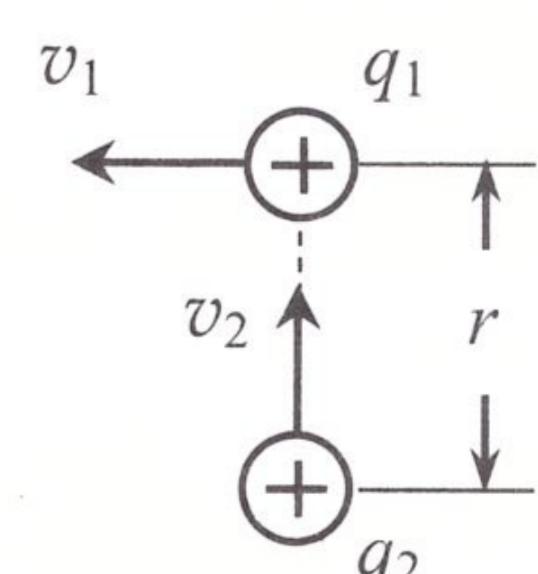


11. (本题 4 分) 2393

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_____。

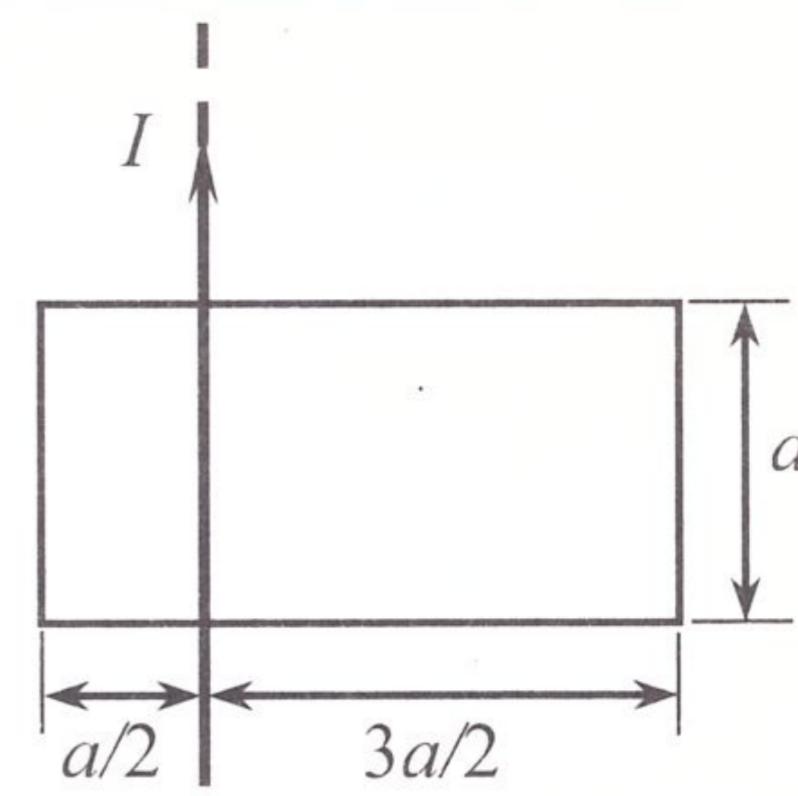
12. (本题 4 分) x003

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) x004

如图所示, 一长直导线通有电流 I , 有一绝缘的矩形线框与直导线共面. 则通过矩形线框所围面积的磁通量为_____.



二、计算题: (4 题, 共 48 分)

1. (本题 12 分) x005

半径为 a 的长直导线, 外面套有共轴导体圆筒, 圆筒内半径为 b , 导线与圆筒间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质. 设沿轴线单位长度上导线均匀带电 $+\lambda$, 圆筒均匀带电 $-\lambda$, 忽略边缘效应, 求: (1) 介质内距轴线距离为 r 的任意一点的电场强度; (2) 柱形介质层内外表面处的极化电荷面密度; (3) 沿轴线单位长度的电场能量.

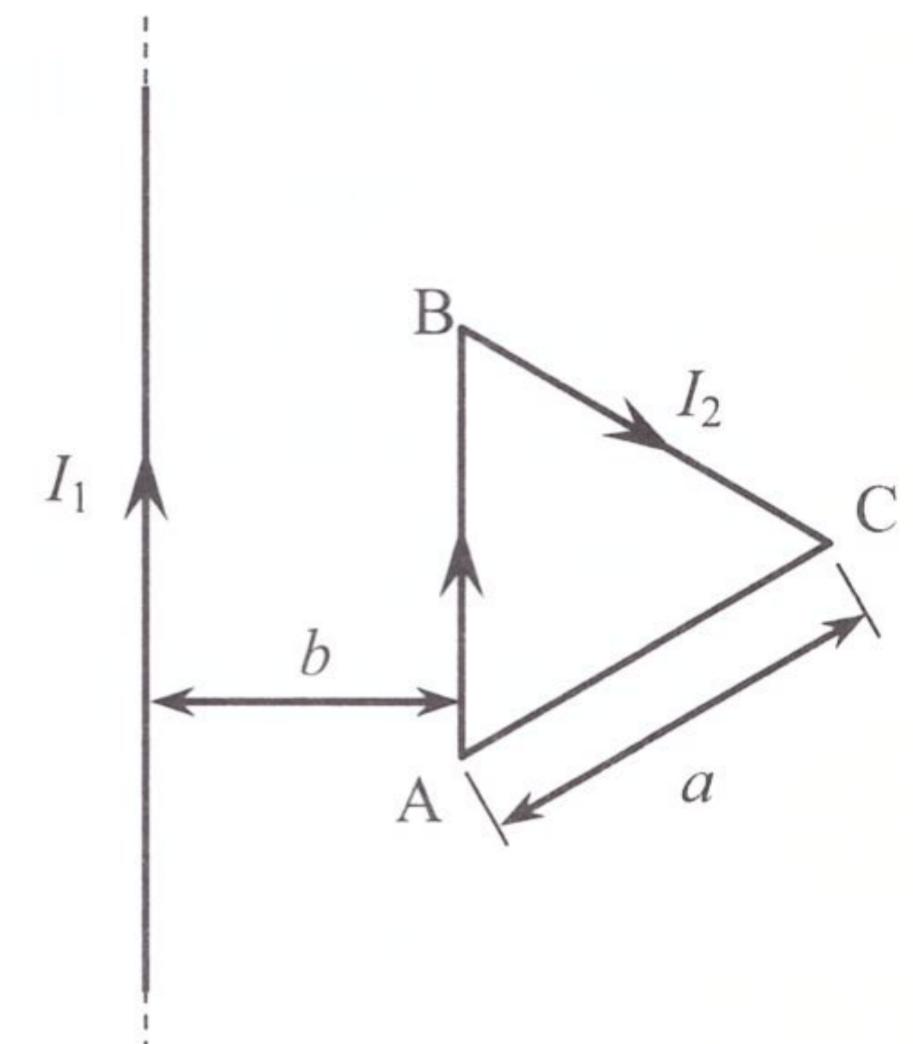
2. (本题 12 分) x006

两个同心导体球壳构成一球形电容器, 外球壳的内半径是固定的, 其大小 $R=5 \text{ cm}$, 内球壳的外半径可以自由选择, 两球壳之间充满各向同性的均匀电介质, 已知该介质的击穿电场强度的大小为 $E_0=200 \text{ kV/cm}$. 试求该电容器可能承受的最高电压.

3. (本题 12 分) x007

载有电流 I_1 的长直导线旁有一与之共面的正三角形线圈 ABC，其边长为 a ，载有电流 I_2 ，AB 边与导线平行，到直导线的垂直距离为 b （见附图）。求在长直载流导线场中：

- (1) AB 段载流导线所受的磁力的大小；(2) BC 段载流导线所受的磁力的大小；(3) 三角形线圈所受的磁力的大小。



4. (本题 12 分) t003

一环形细铁芯，其平均周长为 0.3 m ，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 0.032 A 时，通过环截面积的磁通量为 $2.0 \times 10^{-6}\text{ Wb}$ 。求：(1) 螺绕环内的磁场强度和磁感应强度；(2) 铁芯的相对磁导率；(3) 磁化强度和磁化电流线密度。

2020-2021 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：（每题 4 分，共 52 分）

$$1. U_{\infty} = \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$2. \frac{Q_a}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{Q - Q_a}{4\pi\epsilon_0 b} \quad Q_a = \frac{aQ}{a+b} \quad Q_b = \frac{bQ}{a+b}$$

$$3. U = \int dU = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{r dr}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{R_2^2 + x^2} - \sqrt{R_1^2 + x^2})$$

$$4. \vec{E} = -\nabla U = -2ax \vec{i} - 2ay \vec{j} - 2bz \vec{k}$$

$$5. U' = Ed_1 + Ed_2 = E(d - \frac{1}{3}d) = \frac{2}{3}Ed = \frac{2}{3}U$$

$$6. A = A_1 + A_2 + A_3 = 0 + q \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + q \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 2a} \right) = \frac{5q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$$

$$7. B = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{1}{a} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln 2$$

$$8. p_m = IS = \frac{\omega}{2\pi} \cdot \lambda \cdot 2\pi R \cdot \pi R^2 = \pi R^3 \lambda \omega, \quad M = p_m B \sin 90^\circ = \pi R^3 \lambda B \omega, \text{ 方向向上}$$

$$9. B = \frac{\mu_0 I}{2R} - \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} (\pi - 1), \text{ 垂直纸面向里}$$

10. v 为 $-y$ 方向，洛伦兹力 z 轴正向，电场力 z 轴负向， E_H 的方向沿 z 轴正向

$$11. \Phi_m = \bar{B} \cdot \bar{S} = \pi R^2 B \cos \alpha, \quad A = I \Delta \Phi, \quad B = \frac{A}{\pi R^2 I \cos \alpha}$$

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

$$13. \Phi_m = \int_{a/2}^{3a/2} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \cdot \alpha dx = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 3$$

二、计算题：（共 4 题，共 48 分）

$$1. (1) \oint_S \bar{D} \cdot d\bar{S} = \sum_{in} q_0 \text{ 可得 } D = \frac{\lambda}{2\pi r}, \quad E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r} \quad \text{方向沿径向向外}$$

$$(2) P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E = \frac{(\epsilon_r - 1) \lambda}{2\pi \epsilon_r r}, \quad \sigma'_{\text{内}} = P_n = -\frac{(\epsilon_r - 1) \lambda}{2\pi \epsilon_r a}, \quad \sigma'_{\text{外}} = P_n = \frac{(\epsilon_r - 1) \lambda}{2\pi \epsilon_r b}$$

$$(3) W_e = \int \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 dV = \int_a^b \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \left(\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r} \right)^2 2\pi r dr = \frac{\lambda^2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \ln \frac{b}{a}$$

2. 当两球壳分别带电 $\pm Q$ 时, 电容器内的电场强度为: $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2}$

设内球壳的外半径为 R_x , 则两球壳间的电势为: $U = \int_{R_x}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{R_x} - \frac{1}{R} \right)$

考虑到内球壳外表面处电场强度最大: $E(r = R_x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R_x^2} = E_0$

$$\therefore U = E_0 R_x^2 \left(\frac{1}{R_x} - \frac{1}{R} \right)$$

对电势求极值使 $\frac{dU}{dR_x} = 0$ 可得 $R_x = \frac{R}{2}$, 且 $\frac{d^2U}{dR_x^2} < 0$

代入上式可得: $U_{\max} = E_0 \frac{R}{4} = 2.5 \times 10^5 \text{ V}$

3. 选坐标系如图, 长直导线的磁感应强度为 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

(1) AB 处磁场均匀, 故其受力 $F_{AB} = BI_2 l_{AB} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi b}$

(2) 距 B 点距离为 l 处取一电流元 $I_2 dl$

$$F_{BC} = \int dF_{BC} = \int BI_2 dl = \int_0^a \frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi(b + l \cos 30^\circ)} = \frac{\sqrt{3}\mu_0 I_1 I_2}{3\pi} \ln \frac{2b + \sqrt{3}a}{2b}$$

(3) 对于 BC 边和 AC 边, 由于对称性, 其 y 轴方向的分力相互抵消, x 轴方向的分力方向相同, 相互加强, 所以有

$$F = F_{AB} - 2F_{BC} \cos 60^\circ = \frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi b} - \frac{\sqrt{3}\mu_0 I_1 I_2}{3\pi} \ln \frac{2b + \sqrt{3}a}{2b}$$

4. (1) 由安培环路定理 $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{L \text{ 内}} I$

$$H = \frac{NI}{2\pi R} = \frac{NI}{l} = \frac{300 \times 0.032}{0.3} = 32 \text{ A/m}$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = 2 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$(2) \mu_r = \frac{B}{\mu_0 H} = 497$$

$$(3) M = \chi_m H = (\mu_r - 1)H = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}; \quad j_m = M = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}$$

浙江大学 20_20 - 20_21 学年 秋冬 学期

《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (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 1 月 23 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	计 5	计 6	总分
得分								
评卷人								

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

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

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

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

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特 $1 \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{J}$

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{m}\cdot\text{K}$

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

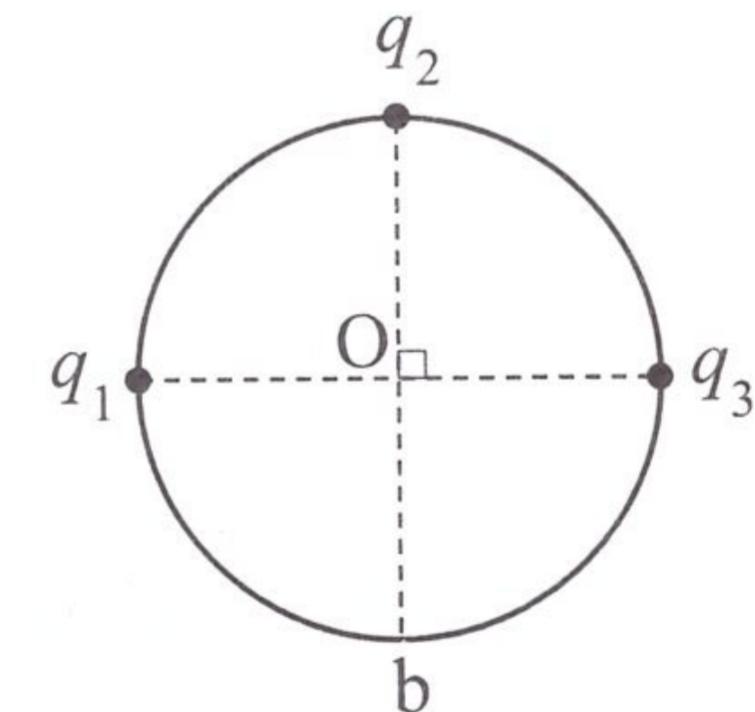
斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$

得 分

一、填空题: (12 题, 共 48 分)

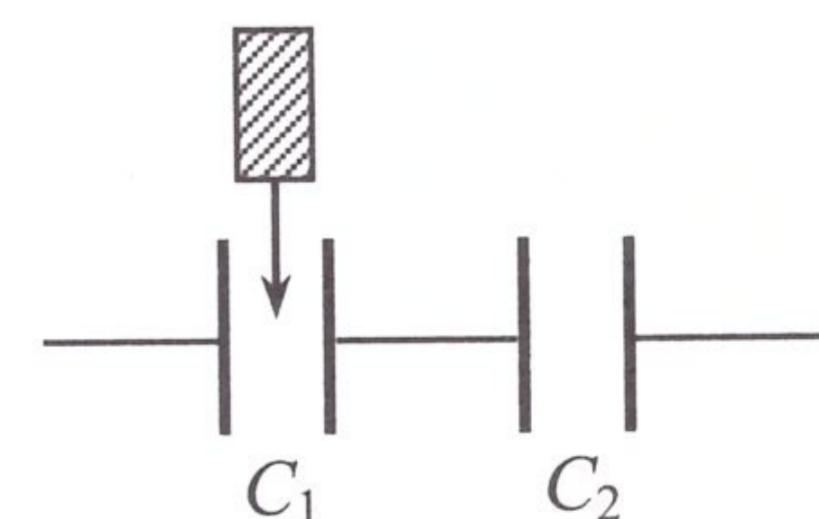
1. (本题 4 分) 1382

如图所示, 电量分别为 q_1 , q_2 , q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 圆的半径为 R . 设无穷远处为电势零点, 则 b 点处的电势 $U =$ _____.



2. (本题 4 分) 1327

C_1 和 C_2 是两个空气电容器, 把它们串联成一电容器组, 如图所示. 若在 C_1 中插入一电介质板, 则 C_1 的电容将 _____, 电容器组总电容将 _____. (填“增大”、“减小”或“不变”)

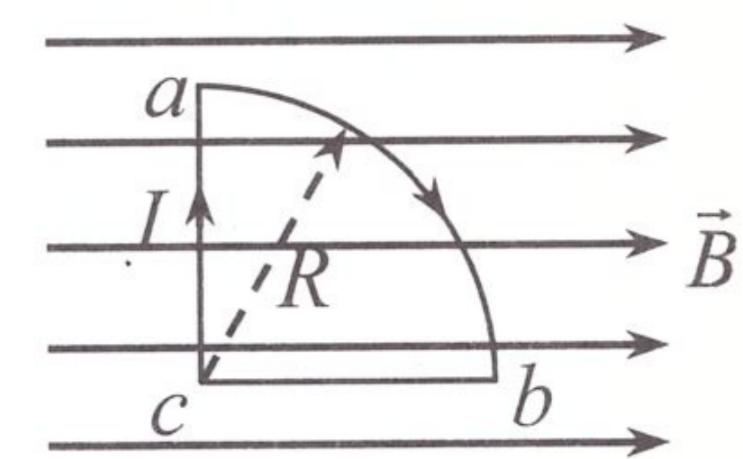


3. (本题 4 分) 2401

长直电缆由一个圆柱导体和一个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, 其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质. 则介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁感强度的大小 $B =$ _____, 磁场能量密度 $w_{mr} =$ _____.

4. (本题 4 分) w001

如图所示, 一四分之一圆弧回路 $abca$, 其圆弧部分的半径为 R , 通有电流 I , 置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 磁感应线与回路平面平行. 则圆弧部分导线 ab 所受的安培力大小为_____.

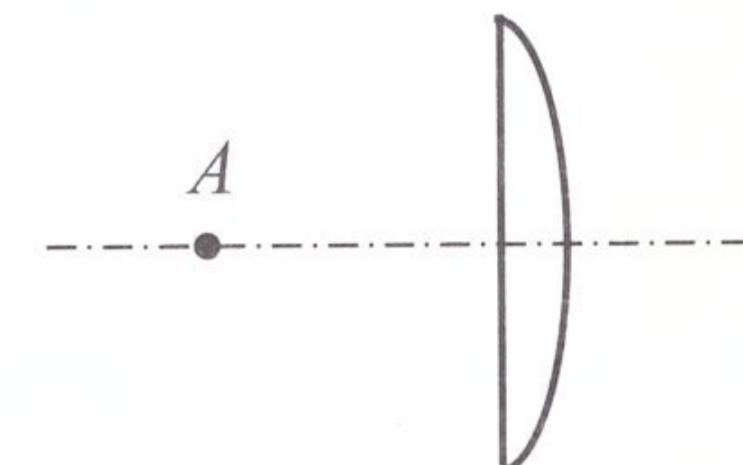


5. (本题 4 分) 2619

一长直螺线管的长为 l , 横截面半径为 a ($l \gg a$), 位于空气中, 螺线管用 N 匝细导线均匀密绕而成, 则其自感系数 $L = \text{_____}$.

6. (本题 4 分) t001

如图所示, 一平凸透镜置于空气中, 透镜玻璃的折射率为 1.20, 球面的曲率半径为 57.1 mm, 则该透镜的焦距为_____; 若在此透镜前 50.0 cm 处的光轴上 A 点放置一物, 则该物的像离透镜的距离为_____.



7. (本题 4 分) w002

在杨氏双缝干涉实验中, 两缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的透明薄膜遮盖, 二者的厚度均为 e , 波长为 λ 的平行单色光垂直射到双缝上, 在屏的中央处, 两束相干光的相位差为 $\Delta\phi = \text{_____}$.

8. (本题 4 分) t002

一束 X 射线含有 0.095 nm 到 0.13 nm 范围内的各种波长, 以掠射角 45° 入射到晶体上; 已知晶格常数 $d = 0.275$ nm, 则晶体对波长为_____和_____的 X 射线产生强反射.

9. (本题 4 分) t003

一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片. 若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为_____.

10. (本题 4 分) 6666

黑体在某温度时的辐射出射度为 $5.7 \times 10^4 \text{ W/m}^2$, 则该温度 $T = \text{_____}$, 在该温度下辐射波谱的峰值波长 $\lambda_m = \text{_____}$.

11. (本题 4 分) 4184

已知钾的逸出功为 2.0 eV, 如果用波长为 $3.60 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的光照射在钾上, 则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a| = \text{_____}$, 从钾表面发射出电子的最大初速度 $v_{\max} = \text{_____}$.

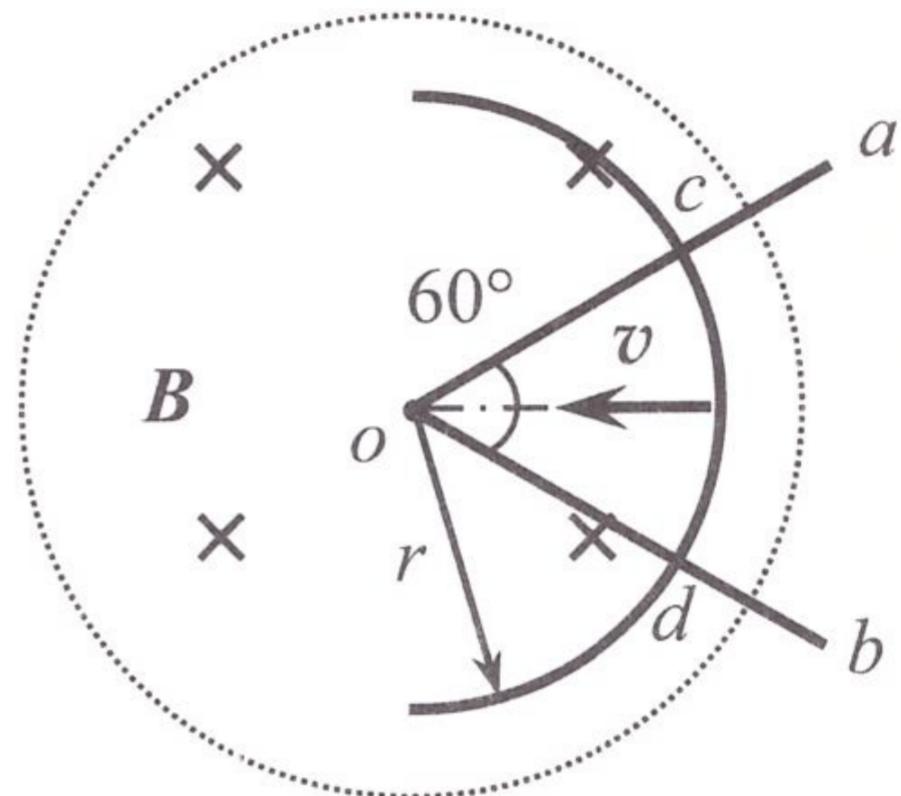
12. (本题 4 分) 4794

太阳能电池中, 本征半导体锗的禁带宽度为 0.67 eV, 则它能吸收最大波长为_____的辐射.

二、计算题：(6 题，共 52 分)

1. (本题 8 分) 2118

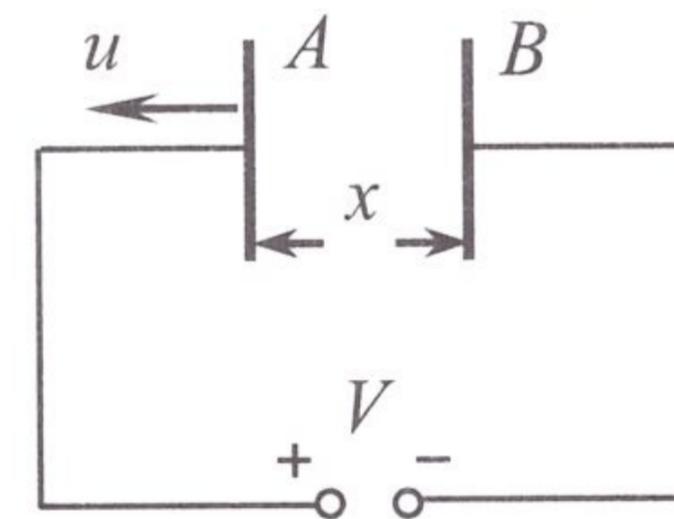
在垂直图面的圆柱形空间内有一随时间均匀变化的匀强磁场，其磁感强度大小随时间的变化率为 k (k 为正数)、方向垂直图面向里。在图面内有两条相交于 o 点夹角为 60° 的直导线 oa 和 ob ，而 o 点则是圆柱形空间的轴线与图面的交点。此外，在图面内另有一半径为 r 的半圆环形导线在上述两条直导线上以速度 v 匀速滑动。 v 的方向与 $\angle aob$ 的平分线一致，并指向 o 点(如图)。在时刻 t ，半圆环的圆心正好与 o 点重合，此时磁感强度的大小为 B_0 。求此时刻半圆环导线与两条直线所围成的闭合回路 $c o d c$ 中的动生电动势、感生电动势以及感应电动势。



2. (本题 10 分) t004

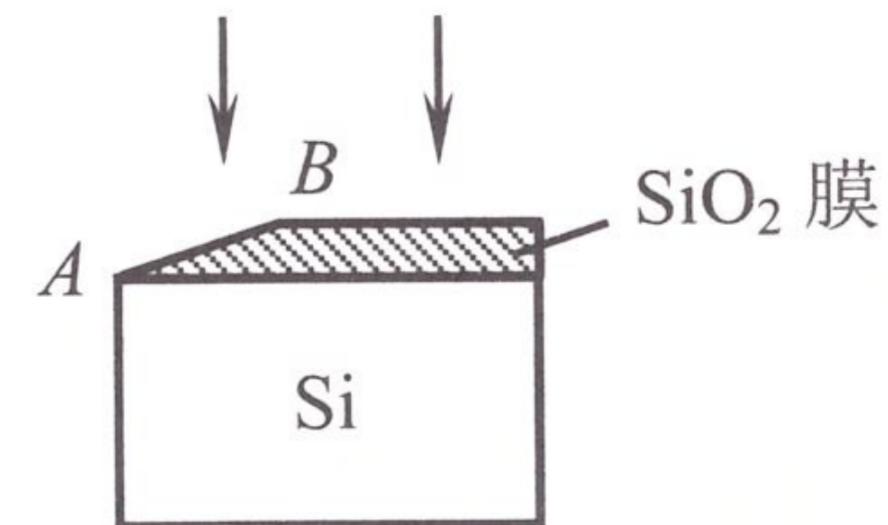
一平板空气电容器与一电压恒为 V 的电源相连，电容器由两圆形极板组成，极板半径为 R ；若将电容器的左极板以匀速 u 拉开，如图所示。 t 时刻极板间的距离为 x ，试求 t 时刻：

- (1) 穿过电容器的位移电流密度；
- (2) 在电容器中距轴为 r ($r < R$) 处的磁感应强度大小。



3. (本题 6 分) 3627

在 Si 的平表面上氧化了一层厚度均匀的 SiO_2 薄膜。为了测量薄膜厚度，将它的一部分磨成劈形（示意图中的 AB 段， A 处薄 B 处厚）。现用波长为 600 nm 的平行光垂直照射，观察反射光形成的等厚干涉条纹。在图中 AB 段共有 8 条暗纹，且 B 处恰好是一条暗纹，求 B 处薄膜的厚度。（Si 折射率为 3.42， SiO_2 折射率为 1.50）



得分

4. (本题 10 分) 3530

一衍射光栅，每厘米有 100 条透光缝，每条透光缝的宽度为 $a=2\times10^{-3}\text{ cm}$ ，在光栅后放一焦距 $f=1\text{ m}$ 的凸透镜，现以波长为 $\lambda=600\text{ nm}$ 的单色平行光垂直照射光栅，求：

- (1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明纹宽度为多少？
- (2) 在该中央明纹宽度内，有几个光栅衍射的主极大？具体写出主极大的级次。

得分

5. (本题 8 分) 5619

波长 $\lambda=500\text{ nm}$ 的光沿 x 轴正向传播，若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda=10^{-4}\text{ nm}$ ，试利用不确定关系求光子的 x 坐标的不确定量。

得分

6. (本题 10 分) w003

氢原子处在某状态时的波函数为 $\Psi_{nlm_l}(r,\theta,\varphi)=\Psi_{211}(r,\theta,\varphi)=Cr e^{-r/2a_0} \sin\theta e^{i\varphi}$ ，试求：

- (1) 该状态下氢原子的能量 E 与角动量 L ；
- (2) 和此状态为同一个主量子数 n 的状态数；
- (3) 此状态中何处电子的径向概率密度最大？

2020-2021 学年秋冬 学期《大学物理甲 2》期末考试试卷参考答案 A**一、填空题：(12 题，共 48 分)**

$$1. U = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}R} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 2R} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}R} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0 R}(\sqrt{2}q_1 + q_2 + \sqrt{2}q_3)$$

2. 增大，增大

$$3. 2\pi r \cdot H = I, \quad H = \frac{I}{2\pi r}, \quad B = \mu H = \frac{\mu I}{2\pi r} \quad w_m = \frac{1}{2} BH = \frac{\mu I^2}{8\pi^2 r^2}$$

$$4. F = I \int d\vec{l} \times \vec{B} = BIR$$

$$5. \Phi_m = NBS = N \cdot \mu_0 \frac{N}{l} I \cdot \pi a^2 \quad L = \frac{\Phi_m}{I} = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi a^2$$

$$6. \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{-R} \right), \quad f = \frac{R}{n-1} = 285.5 \text{ (mm)}, \quad \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}, \quad S' = 66.55 \text{ (cm)}$$

$$7. \Delta\phi = 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = 2\pi \frac{(n_2 - n_1)e}{\lambda}$$

8. $2d \sin \theta = \pm k\lambda$, $\lambda = \frac{2d \sin \theta}{k}$ 。当 $k=1$, $\lambda=0.389 \text{ nm}$, 在范围外; $k=2$, $\lambda=0.194 \text{ nm}$, 在范围外; $k=3$, $\lambda=0.130 \text{ nm}$, 在范围内; $k=4$, $\lambda=0.097 \text{ nm}$, 在范围内; $k=5$, $\lambda=0.078 \text{ nm}$, 在范围外; 所以只有 $\lambda=0.130 \text{ nm}$ 和 $\lambda=0.097 \text{ nm}$ 时出现强反射。

$$9. \frac{I_{\text{自}}/2 + I_{\text{偏}}}{I_{\text{自}}/2} = 5 \quad \frac{I_{\text{自}}}{I_{\text{偏}}} = \frac{1}{2}$$

$$10. M = \sigma T^4 \quad T = \sqrt[4]{\frac{M_B}{\sigma}} = 1.001 \times 10^3 \text{ (K)} \quad \lambda_m = \frac{b}{T} = b \cdot \sqrt[4]{\frac{\sigma}{M}} = 2.898 \times 10^{-6} \text{ (m)}$$

$$11. |U_a| = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = 1.45 \text{ (V)} \quad e|U_a| = \frac{1}{2} mv_{\max}^2 \quad v_{\max} = 7.15 \times 10^5 \text{ (m/s)}$$

$$12. \Delta E_g \leq \frac{hc}{\lambda} \quad \lambda \leq \frac{hc}{\Delta E_g} = 1855.4 \text{ (nm)}$$

二、计算题：(6 题，共 52 分)

1. 取顺时针方向为闭合电路 $c o d c$ 的绕行正向

$$\varepsilon_{\text{动}} = \int_{cd} (\bar{v} \times \bar{B}) \cdot d\vec{l} = v B_0 \overline{cd} = v B_0 r \quad \text{方向为顺时针}$$

$$\varepsilon_{\text{感}} = \left| \frac{d}{dt} \int_S \bar{B} \cdot d\bar{S} \right| = \left| \frac{d}{dt} \left(B \cdot \frac{\pi r^2}{6} \right) \right| = \frac{1}{6} k \pi r^2 \quad \text{方向为逆时针}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{动}} + \varepsilon_{\text{感}} = v B_0 r - \frac{1}{6} k \pi r^2$$

若 $v B_0 > k \pi r / 6$, 则 ε 的方向与所设正向一致, 即顺时针的方向;

若 $v B_0 < k \pi r / 6$, 则 ε 的方向与所设正向相反, 即逆时针的方向。

$$2. (1) D = \varepsilon_0 E = \varepsilon_0 \frac{V}{x} ; \quad j_D = \frac{dD}{dt} = -\varepsilon_0 \frac{V}{x^2} \frac{dx}{dt} = -\varepsilon_0 u \frac{V}{x^2}, \text{ 方向向左}$$

$$(2) \oint_L \vec{H}_r \bullet d\vec{l} = I'_D, \quad H_r \cdot 2\pi r = j_D \cdot \pi r^2$$

$$H_r = \frac{j_D r}{2} = \frac{\varepsilon_0 u V r}{2x^2}; \quad B_r = \mu_0 H_r = \frac{\varepsilon_0 \mu_0 u V r}{2x^2}$$

$$3. 2ne = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad A \text{ 处为明纹, } B \text{ 处第 8 个暗纹对应上式 } k=7:$$

$$e = \frac{(2k+1)\lambda}{4n} = \frac{15 \times 6 \times 10^{-7}}{4 \times 1.50} = 1.5 \times 10^{-6} (\text{m})$$

$$\text{另解: } 2ne = (2k-1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 1, 2, \dots \quad A \text{ 处为明纹, } B \text{ 处第 8 个暗纹对应上式 } k=8$$

$$e = \frac{(2k-1)\lambda}{4n} = \frac{15 \times 6 \times 10^{-7}}{4 \times 1.50} = 1.5 \times 10^{-6} (\text{m})$$

$$4. (1) a \sin \theta = k\lambda \quad k = 1 \quad \sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\Delta x_{\text{中}} = 2x = 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = \frac{2f\lambda}{a} = \frac{2 \times 1 \times 6 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-5}} = 0.06 (\text{m})$$

$$(2) d = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4} (\text{m}), \quad k = \frac{d}{a} = \frac{10^{-4}}{2 \times 10^{-5}} = 5$$

第五级主极大恰好位于单缝衍射的第一级暗纹内, 故第五级主极大缺级.
中央明纹宽度内共有 9 条主极大的, 分别为: 0, ±1, ±2, ±3, ±4.

$$5. p = \frac{h}{\lambda}, \quad \Delta p = \left| -\frac{h}{\lambda^2} \right| \Delta \lambda = \frac{h \Delta \lambda}{\lambda^2}$$

$$\text{根据不确定关系式: } \Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}, \quad \text{得} \quad \Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta p} = \frac{\lambda^2}{4\pi \Delta \lambda} = 0.199 (\text{m})$$

$$6. (1) E_{n=2} = \frac{E_1}{n^2} = \frac{-13.6}{2^2} = -3.4 (\text{eV})$$

$$L_{l=1} = \sqrt{l(l+1)}\hbar = \sqrt{2}\hbar$$

$$(2) N_{n=2} = 2n^2 = 8$$

$$(3) P(r) = r^2 |R_{21}(r)|^2 \propto r^4 e^{-r/a_0}, \quad \frac{dP(r)}{dr} = 0 \Rightarrow 4r^3 e^{-r/a_0} - \frac{1}{a_0} r^4 e^{-r/a_0} = 0$$

$$\text{得} \quad r = 4a_0$$

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

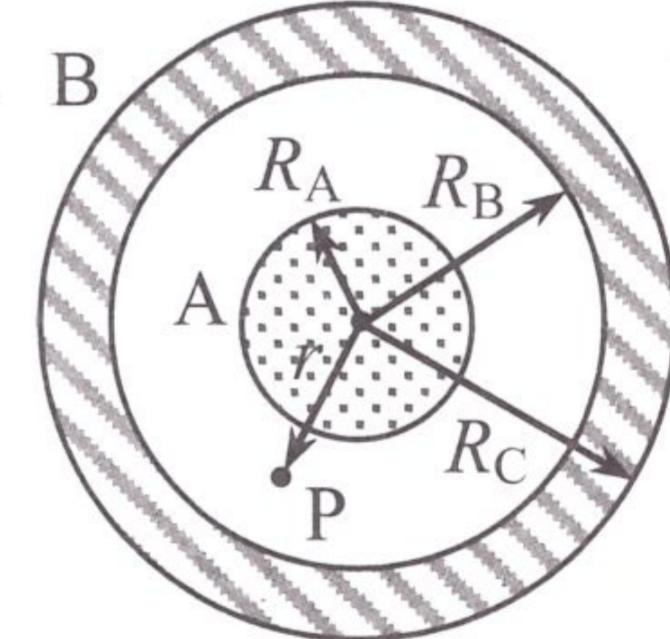
真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$

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 $U_P = \dots$ 。如果用导线将 A、B 连接起来, 则 A 球的电势 $U_A = \dots$ 。(设无穷远处电势为零)

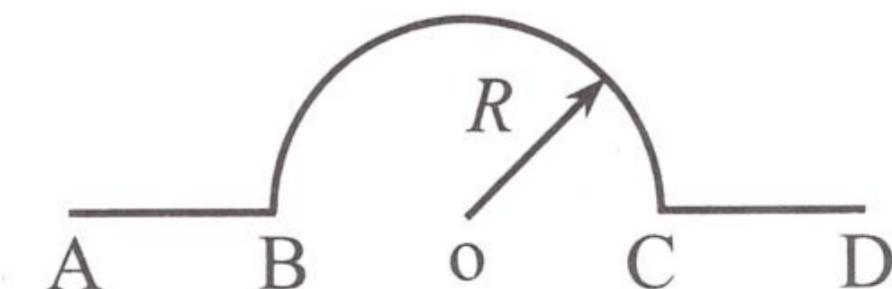


2. (本题 4 分) x001

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 \dots 。

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 \dots 。



4. (本题 4 分) 1619

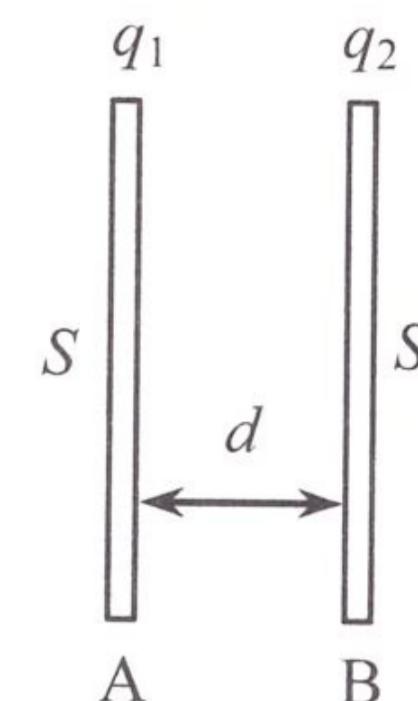
在“无限大”的均匀带电平板附近, 有一点电荷 q , 沿电场线方向移动距离 d 时, 电场力作的功为 A , 由此可知平板上的电荷面密度 $\sigma = \dots$ 。

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 $W=$ _____.

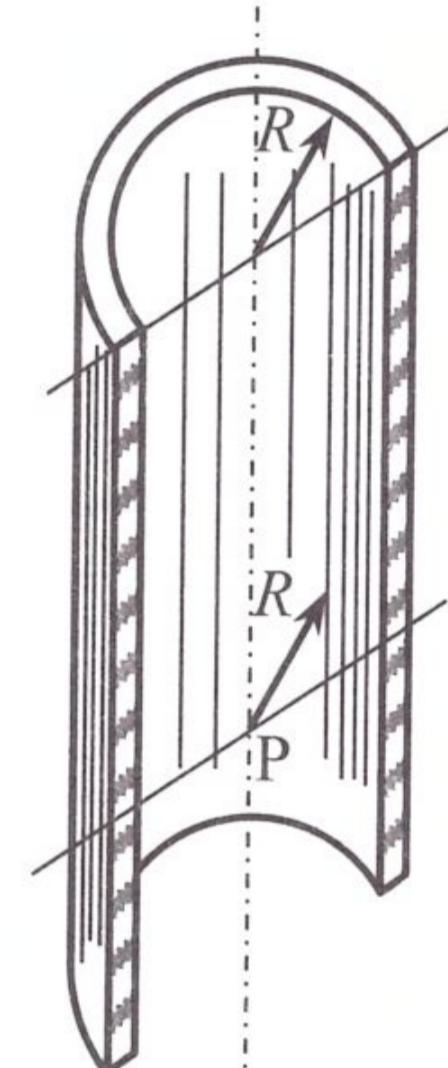
6. (本题 4 分) 1192

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 _____.



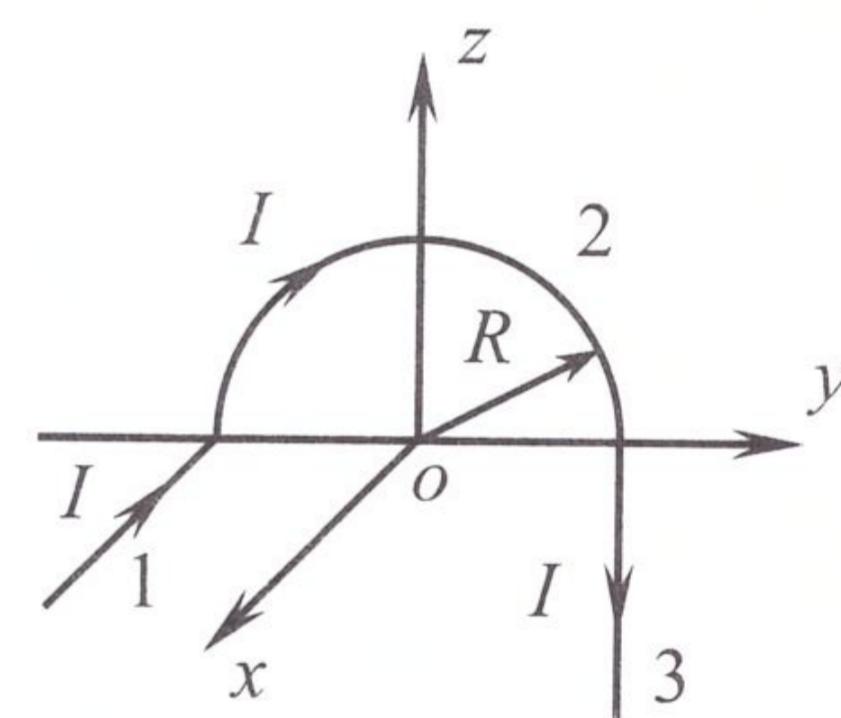
7. (本题 4 分) t002

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 $\vec{B}=$ _____.

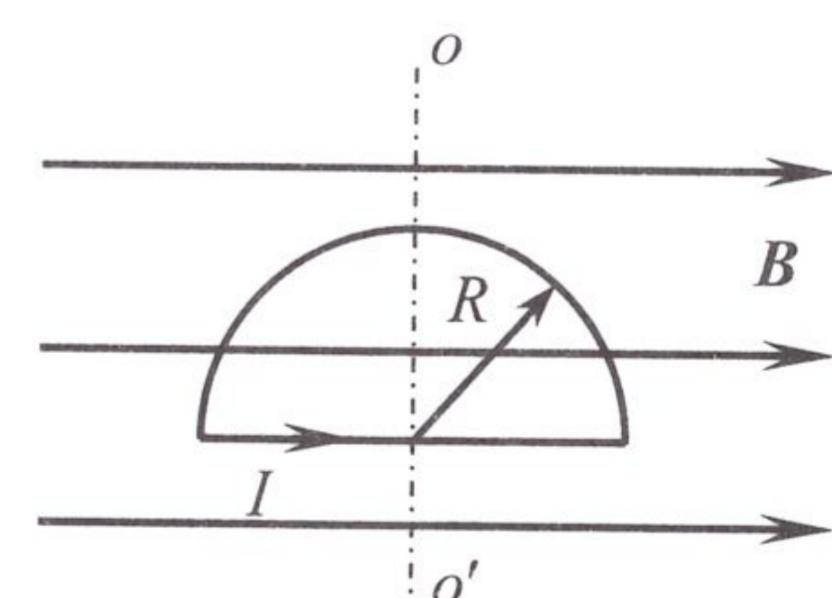


9. (本题 4 分) t003

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 _____.

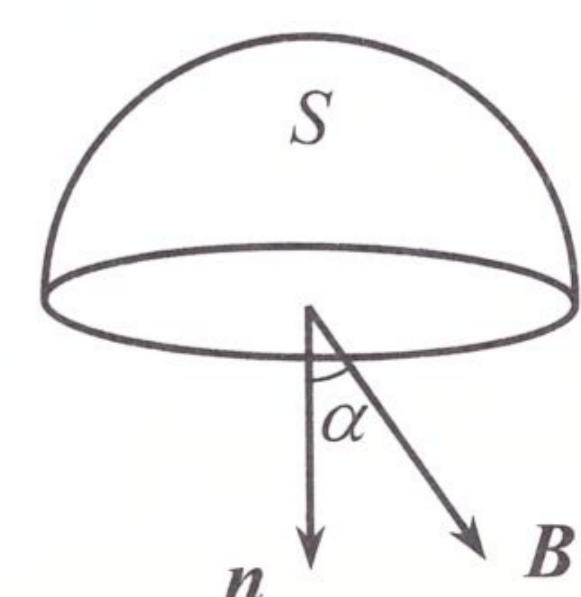
10. (本题 4 分) 2095

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 \mathbf{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 \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 _____.

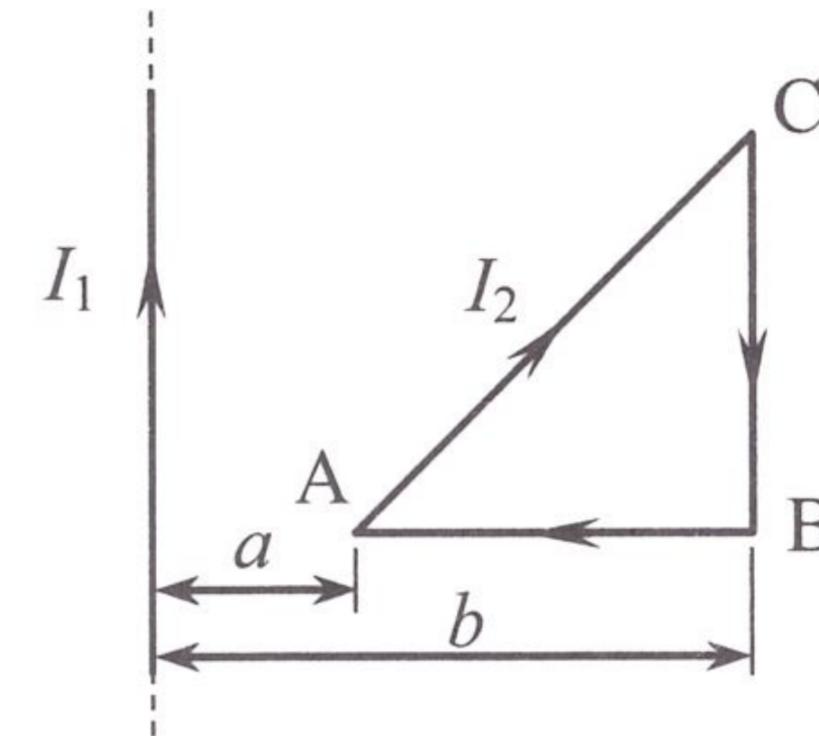


12. (本题 4 分) 2393

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_____.

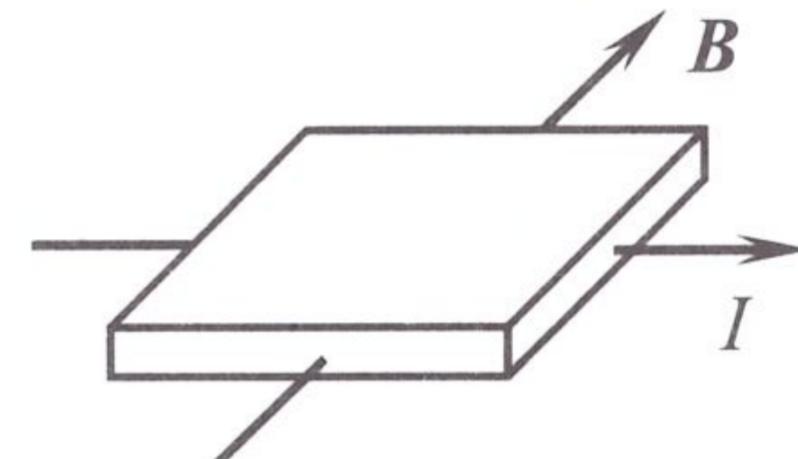
13. (本题 4 分) x002

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, 通过导电体的电流方向和 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.



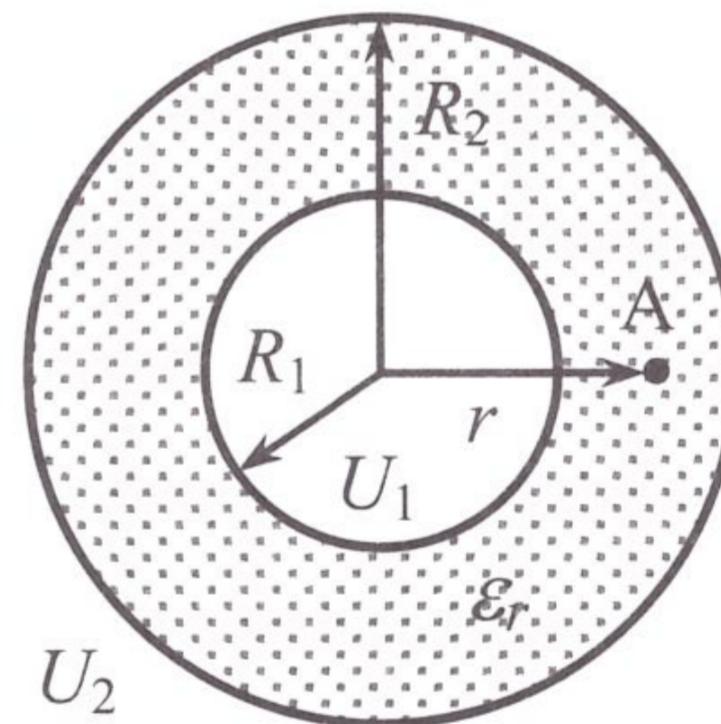
二、计算题: (4 题, 共 44 分)

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

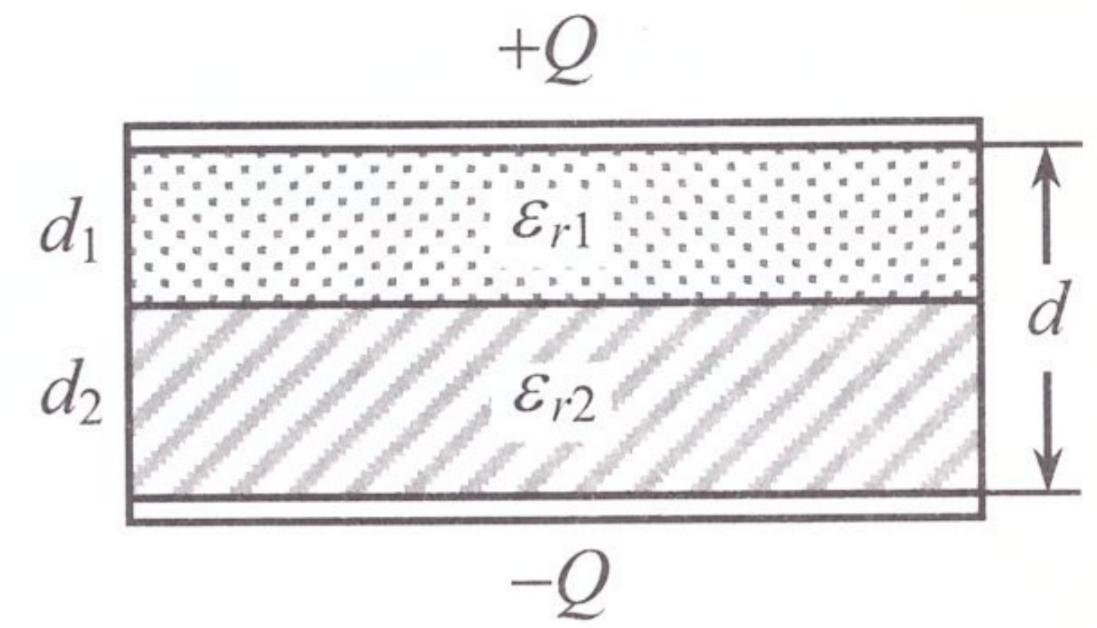
$U = U_1 - U_2 = 32\text{V}$ 的电源上, 如图所示. 试求:

- (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.



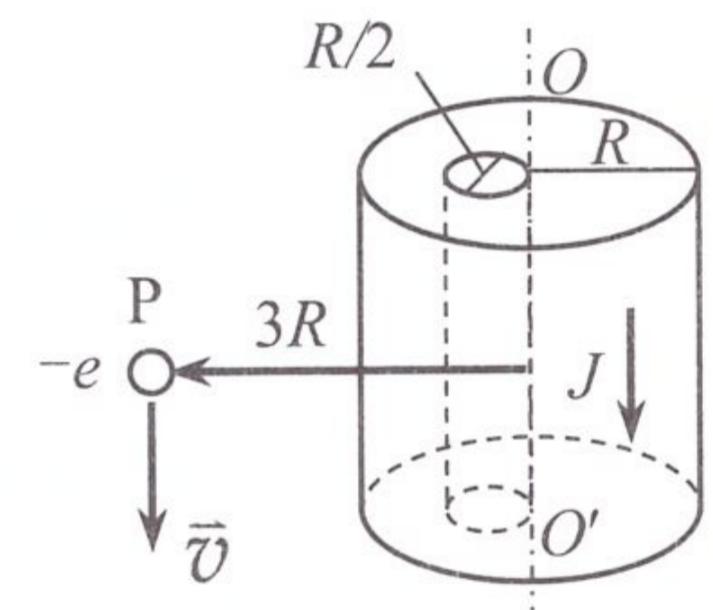
2. (本题 12 分) 1541

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。



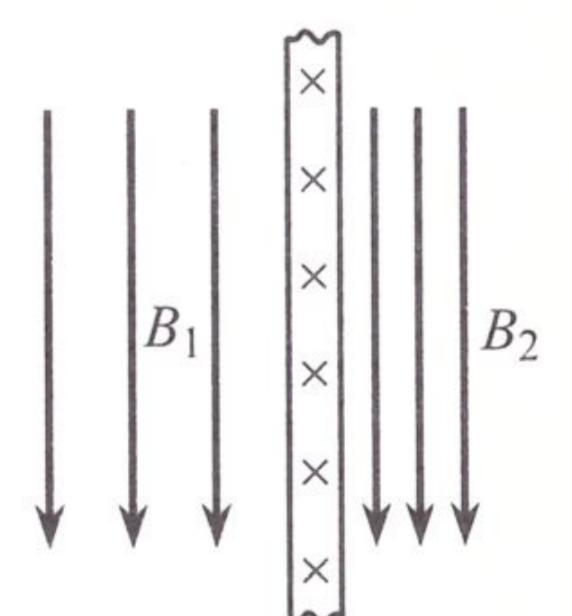
3. (本题 10 分) 2650

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 \bar{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)

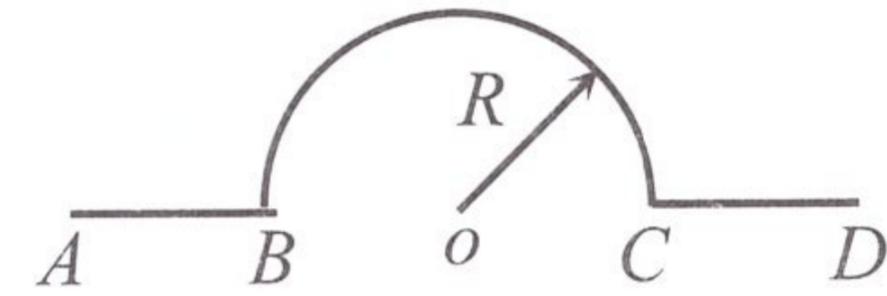
1. $U_P = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 R_B} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_C}$, 用导线将 A、B 连接起来，B 外球面带电 q ,

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

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



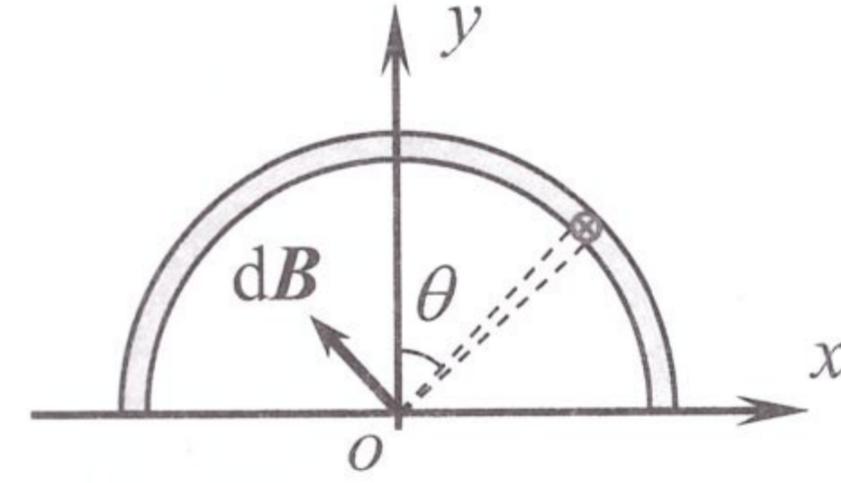
4. $A = q\Delta U = qEd = q \frac{\sigma}{2\epsilon_0} d$ $\sigma = \frac{2\epsilon_0 A}{qd}$

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

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

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

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

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

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

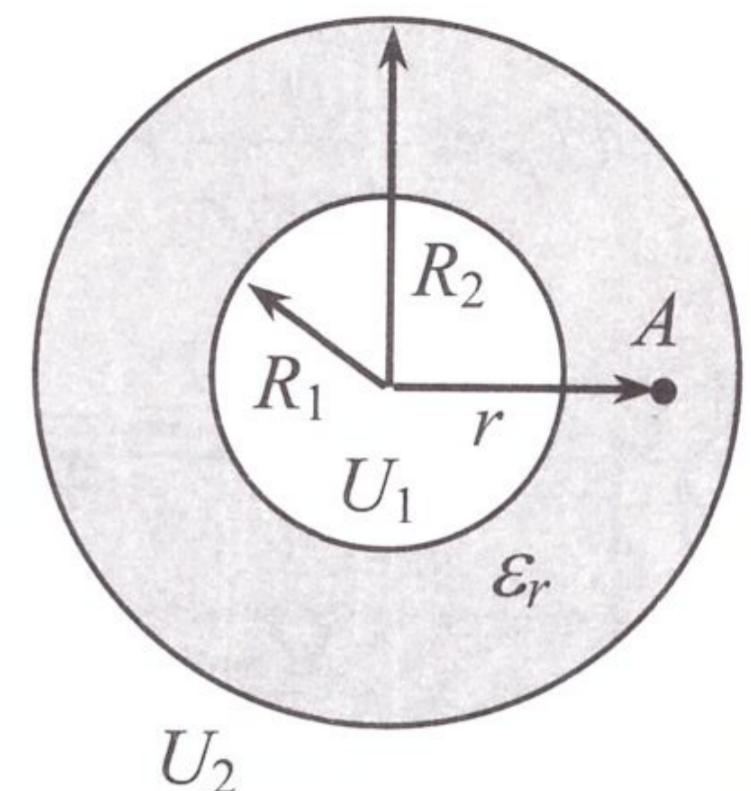
二、计算题：(4 题，共 44 分)

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

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

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

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



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

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

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

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

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

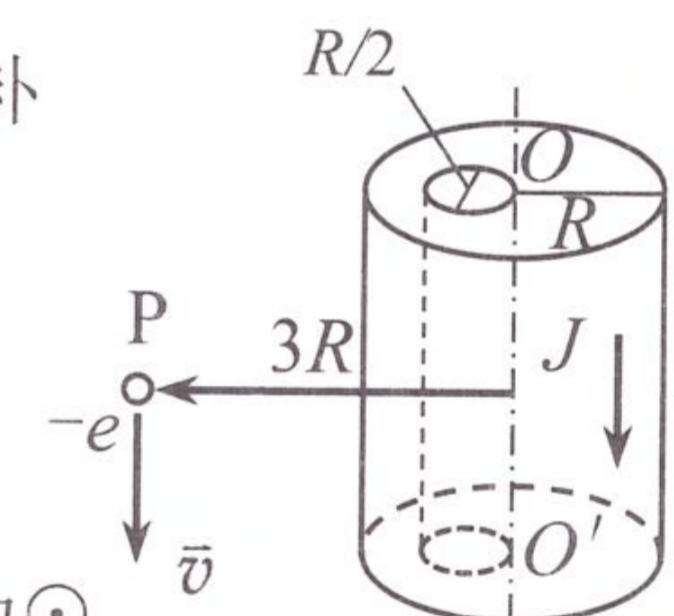
$$3. \text{ 导体柱 } J = \frac{I}{\pi R^2 - \pi(R/4)^2} = \frac{16I}{15\pi R^2}。用同样的电流密度把空洞补$$

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

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

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

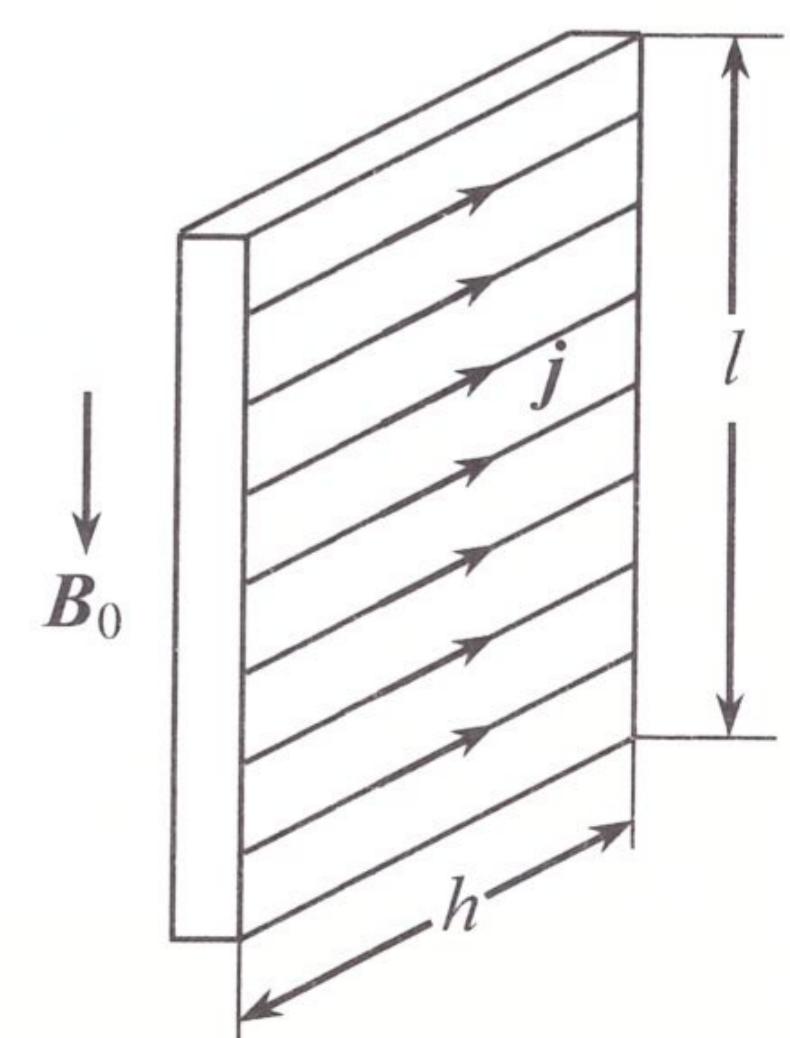
$$\text{电子受到的洛伦兹力 } \vec{f}_m = q\vec{v} \times \vec{B} = -e\vec{v} \times \vec{B}, \quad f_m = evB = \frac{41}{264} \mu_0 J R e v = \frac{82}{495} \frac{\mu_0 I e v}{\pi R}$$



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

取一小面积元 $S = hl$, $F = B_0 Il = B_0 l j h = B_0 j S$

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



浙江大学 2021 - 2022 学年秋冬学期

《大学物理甲 2》课程期末考试试卷 (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 \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: 2022 年 1 月 6 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	计 5	计 6	总分
得分								
评卷人								

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

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

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

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

$$\text{普朗克常数 } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$\text{真空中光速 } c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{斯忒恩-波尔兹曼常数 } \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4\text{)}$$

$$\text{里德伯常数 } R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{维恩位移定律常数 } b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$$

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

得分

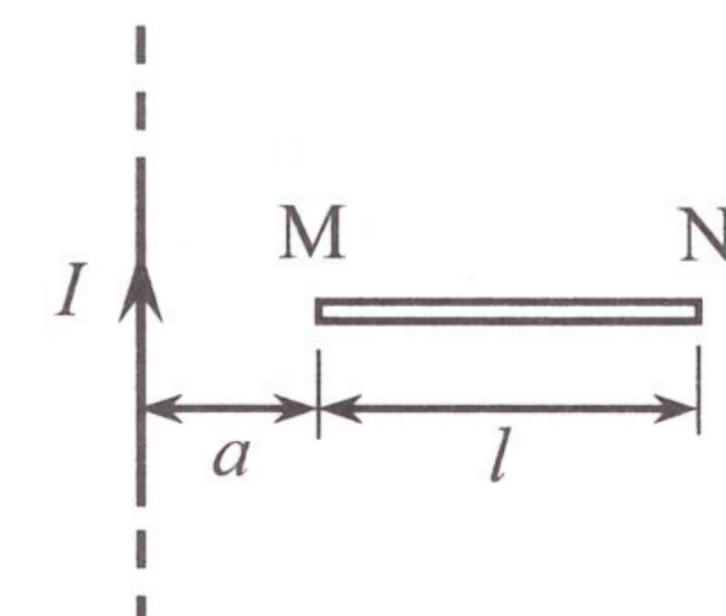
一、填空题: (12 题, 共 48 分)

1. (本题 4 分) 2616

桌子上水平放置一个半径为 $r = 10\text{cm}$ 的金属圆环, 其电阻 $R = 1\Omega$. 若地球磁场的磁感应强度的竖直分量为 $5 \times 10^{-5}\text{T}$, 则将环面翻转一次, 沿环流过任一截面的电量 $q = \underline{\hspace{2cm}}$ C.

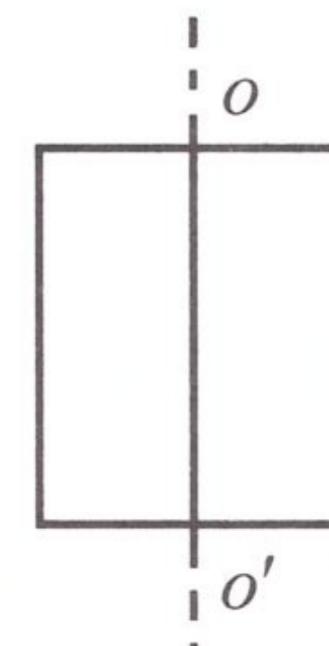
2. (本题 4 分) 2510

如图所示, 一段长度为 l 的直导线 MN, 水平放置在载有电流为 I 的竖直长导线旁, 且与竖直导线共面, 并从静止由图示位置自由下落, 则 t 秒末导线两端的电势差 $U_M - U_N = \underline{\hspace{2cm}}$, $\underline{\hspace{2cm}}$ 点的电势高.



3. (本题 4 分) 2962

有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 oo' 上, 则直导线与矩形线圈间的互感系数 M 为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



4. (本题 4 分) t001

一发散透镜的焦距为 15 cm, 距透镜 30 cm 处放置一高 12 cm 的物体; 则像距为 _____ cm; 横向放大率为 _____.

5. (本题 4 分) t002

在迈克耳孙干涉仪的一条光路中插入一支 100 mm 长的玻璃管, 管内充有一个大气压的空气. 用波长 589 nm 的单色光作光源, 在将玻璃管内的空气逐渐抽完的过程中, 数得有 100 条干涉条纹移过, 则空气的折射率为 _____.

6. (本题 4 分) 3739

在单缝夫琅和费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a = 2\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 方向, 单缝处相应的波面可分成的半波带数目为 _____ 个.

7. (本题 4 分) t003

方解石晶体 (已知 $n_o = 1.658$, $n_e = 1.486$) 制成的对波长为 589.3 nm 黄光的 $1/4$ 波片的最小厚度为 _____ nm.

8. (本题 4 分) w001

当一束自然光以入射角 57° 由空气投射到一块平板玻璃表面上时, 反射光为完全偏振光, 则此时光线的折射角为 _____.

9. (本题 4 分) w002

热核爆炸中, 火球 (可视为绝对黑体) 的瞬时温度达到 10^7 K, 则辐射最强的波长为 _____ nm.

10. (本题 4 分) 6666

一个受激发原子的平均寿命约为 10^{-8} 秒, 在这期间它会发射出一个光子. 这个光子的频率的最小不确定量 $\Delta\nu =$ _____ Hz.

11. (本题 4 分) 8026

玻尔氢原子理论中, 电子轨道角动量最小值为 _____; 而量子力学理论中, 电子轨道角动量最小值为 _____.

12. (本题 4 分) 4790

n 型半导体中杂质原子所形成的局部能级 (也称施主能级), 在能带结构中应处于:

- (A) 满带中. (B) 导带中.
(C) 禁带中, 但接近满带顶. (D) 禁带中, 但接近导带底.
唯一正确的选项是 _____.

二、计算题：(6 题，共 52 分)

得分

1. (本题 6 分) t004

从铝中移去一个电子需要能量 4.2 eV. 用波长为 200 nm 的光投射到铝表面上，求：(1) 由此发射出来的光电子的最大初动能；(2) 遏止电势差；(3) 铝的红限波长.

得分

2. (本题 8 分) w003

设一粒子处在宽度为 L 的一维无限深势阱中，当粒子在第一激发态时，其波函数为 $\Psi(x) = A\sin(2\pi x/L)$, $0 < x < L$. 求：(1) 归一化常量 A ；(2) 粒子分布的概率密度函数；(3) 粒子出现概率最大的位置；(4) 在 $0 \sim L/3$ 范围内发现粒子的概率.

得分

3. (本题 8 分) t005

平板玻璃上有一层厚度均匀的肥皂膜. 在阳光垂直照射下，在波长 700 nm 波长处有一干涉极大，而在 600 nm 处有一干涉极小，而且在这两个极大极小间没有出现其他的极值情况. 已知肥皂膜的折射率为 1.33，玻璃的折射率为 1.50，求此膜的厚度.

得分

4. (本题 8 分) t006

波长 $\lambda=600.0 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级是缺级. 求: (1) 光栅常量 d 等于多少? (2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少? (3) 在选定了上述 d 和 a 之后, 求在屏幕上可能出现的主极大的条数.

得分

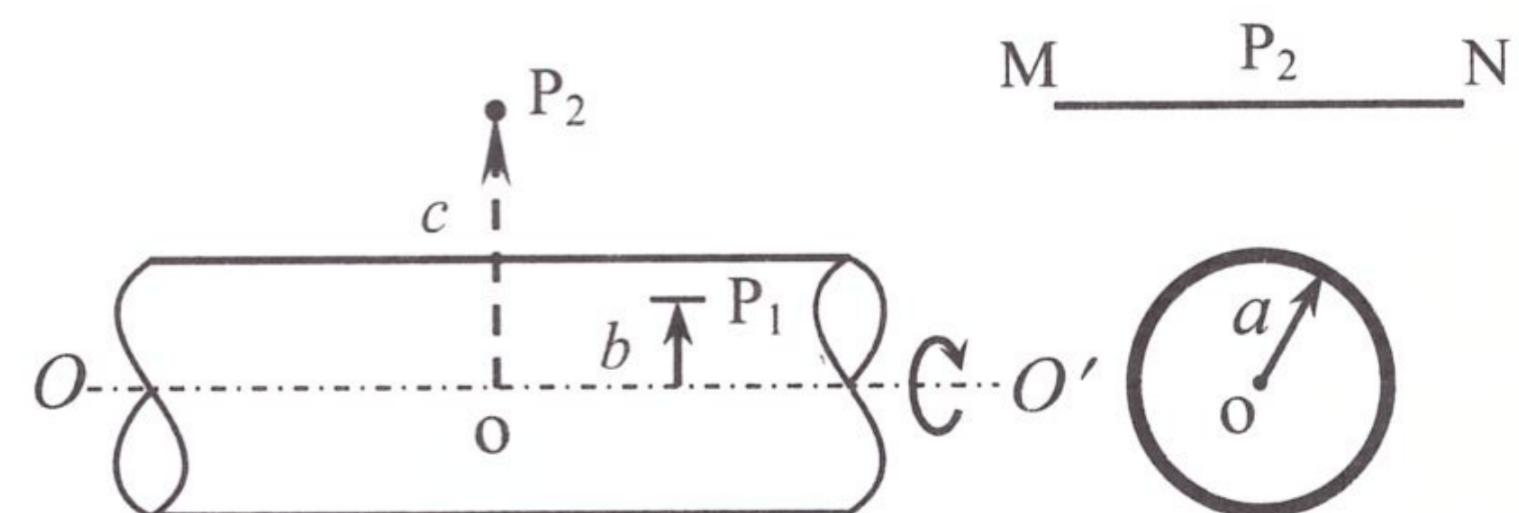
5. (本题 10 分) w004

圆形平行板电容器, 半径为 R 、板间距为 d , 从轴线处外接的交流电为 $U=U_0\cos(\omega t+\varphi)$, U_0 、 φ 均为常量. 忽略边缘效应, 试求: (1) 板间电场强度、磁场强度; (2) 单位时间内进入电容器的总能量.

得分

6. (本题 12 分) t007

一半径为 a 的无限长均匀带电圆筒面, 单位长度上的电荷为 λ , 圆筒绕 OO' 以匀角加速度 β 转动, 如图所示. 试求: (1) 圆筒内与轴相距为 b 的 P_1 点的磁感应强度和电场强度; (2) 若有一长为 l 的金属棒 MN 与圆筒轴线相垂直, P_2 点是金属棒的中点, 且已知垂直距离 $OP_2=c$, 求金属棒 MN 两端的电势差.



2021-2022 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期末考试试卷参考答案 A

一、填空题：(12 题，共 48 分)

$$1. \Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = \pi r^2 B \cos \theta, \varepsilon_i = -\frac{d\Phi_m}{dt}, q_i = -\int \frac{1}{R} \frac{d\Phi_m}{dt} dt = \frac{2\pi r^2 B}{R} = 3.14 \times 10^{-6} \text{ (C)}$$

$$2. U_N - U_M = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_a^{a+l} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} v dl = \frac{\mu_0 I g t}{2\pi} \ln \frac{a+l}{a}, \text{ N 点电势高}$$

$$3. \Phi_m = 0, M = \frac{\Phi_m}{I} = 0$$

$$4. \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}, \frac{1}{30} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{-15}, S' = -10 \text{ (cm)}, m = \frac{y'}{y} = -\frac{S'}{S} = -\frac{-10}{30} = \frac{1}{3}$$

$$5. 2(n-1)e = N\lambda, n = 1 + N \frac{\lambda}{2e} = 1 + 100 \frac{589 \times 10^{-9}}{2 \times 0.1} = 1.0002945$$

$$6. a \sin \theta = k\lambda \quad k = \frac{a \sin \theta}{\lambda} = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \quad 2 \text{ 个}$$

$$7. d = \frac{\lambda}{4(n_o - n_e)} = 856.54 \text{ (nm)}$$

$$8. r = 90^\circ - i = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$$

$$9. \lambda_m = \frac{b}{T} = 0.2898 \text{ (nm)}$$

$$10. \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \quad \Delta \nu = \frac{\Delta E}{\hbar} = \frac{\hbar}{2h\Delta t} = \frac{1}{4\pi\Delta t} = 7.96 \times 10^6 \text{ (Hz)}$$

$$11. L = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots), L_{\min} = \hbar; L = \sqrt{l(l+1)}\hbar, \quad (l = 0, 1, 2, \dots), L_{\min} = 0$$

12. (D)

二、计算题：(6 题，共 52 分)

$$1. (1) E_{k\max} = \frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - A = 3.23 \times 10^{-19} \text{ (J)} = 2.0 \text{ (eV)}$$

$$(2) U_a = \frac{E_{k\max}}{e} = 2.0 \text{ (V)}$$

$$(3) h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = A, \lambda_0 = \frac{hc}{A} = 2.96 \times 10^{-7} \text{ (m)} = 296 \text{ (nm)}$$

$$2. (1) \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x)|^2 dx = \int_0^L A^2 \sin^2 \frac{2\pi x}{L} dx = 1, A = \sqrt{\frac{2}{L}}$$

$$(2) P(x) = |\psi_1(x)|^2 = \frac{2}{L} \sin^2 \frac{2\pi}{L} x$$

$$(3) x = \frac{L}{4}, \frac{3L}{4}$$

$$(4) P = \int_0^{L/3} |\psi(x)|^2 dx = \frac{1}{3} - \frac{1}{4\pi} \sin \frac{4\pi}{3} = 0.4$$

3. 在肥皂膜上、下表面的两反射光线的光程差 $\delta = 2ne$, 由于在已知的两个极大和极小间没有其他的极值情况, 因此有: $2ne = k\lambda_1$, $2ne = (2k+1)\frac{\lambda_2}{2}$

$$\text{从上二式可得 } k = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} = \frac{600}{2 \times (700 - 600)} = 3$$

$$\text{将 } k=3 \text{ 代入明纹公式, 得膜的厚度 } e = \frac{k\lambda_1}{2n} = \frac{3 \times 700}{2 \times 1.33} = 789.5 \text{ (nm)}$$

$$4. (1) \text{ 第二级主极大 } d = \frac{2\lambda}{\sin \theta_2} = 2.4 \times 10^{-6} \text{ (m)}$$

$$(2) \text{ 第三级缺级 } a_{\min} = \frac{d}{3} = 8.0 \times 10^{-7} \text{ (m)}$$

$$(3) \quad k_{\max} = \frac{d \sin 90^\circ}{\lambda} = 4, \text{ 最多第三级; 第三级缺级, 实际 } 0, \pm 1, \pm 2 \text{ 级共 5 条.}$$

$$5. (1) \quad U = U_0 \cos(\omega t + \varphi), \quad E = U/d = \frac{U_0}{d} \cos(\omega t + \varphi), \quad C = \varepsilon_0 \frac{\pi R^2}{d}$$

$$\text{传导电流为: } i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(CU)}{dt} = -CU_0 \omega \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{由全电流的连续性, } j_d = \frac{i_d}{\pi R^2} = \frac{i}{\pi R^2} = -\frac{CU_0 \omega}{\pi R^2} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{根据全电流安培环路定理, } H(r) = \frac{\pi r^2 j_d}{2\pi r} = -\frac{CU_0 \omega r}{2\pi R^2} \sin(\omega t + \varphi) = -\frac{\varepsilon_0 U_0 \omega r}{2d} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$(2) \quad S = EH(R) = -\frac{\varepsilon_0 U_0^2 \omega R}{2d^2} \cos(\omega t + \varphi) \sin(\omega t + \varphi) = -\frac{\varepsilon_0 U_0^2 \omega R}{4d^2} \sin 2(\omega t + \varphi)$$

$$\text{单位时间内进入电容器的总能量为: } W = S \cdot 2\pi R d = -\frac{\varepsilon_0 U_0^2 \omega \pi R^2}{2d} \sin 2(\omega t + \varphi)$$

$$6. (1) \text{ 长为 } L \text{ 的一段圆筒, } q = \lambda L, \quad I = vq = \frac{\omega}{2\pi} \lambda L, \quad j = \frac{I}{L} = \frac{\omega}{2\pi} \lambda = \frac{\lambda \beta t}{2\pi}$$

$$B = \mu_0 n I = \mu_0 \frac{NI}{L} = \mu_0 j = \frac{\mu_0 \lambda \beta t}{2\pi}, \text{ 方向沿轴向左.}$$

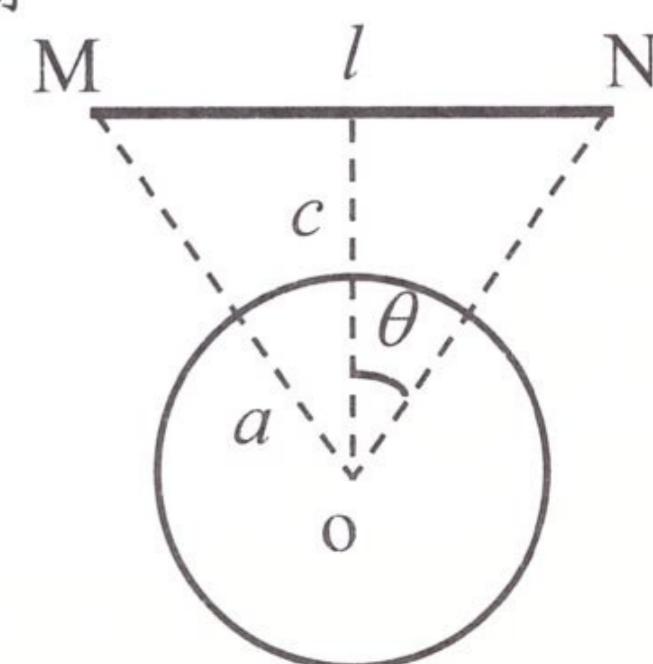
$$\oint_L \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}, \quad E_i \cdot 2\pi b = -\frac{d}{dt}(\pi b^2 B) = -\frac{\mu_0 \lambda \beta b^2}{2}, \quad E_i = -\frac{\mu_0 \lambda \beta b}{4\pi} \text{ 左视为顺时针.}$$

$$(2) \quad \theta = \tan^{-1} \frac{l}{2c}。 \text{ 穿过回路面积的磁通量为 } \Phi_m = \frac{2\theta}{2\pi} \pi a^2 B = a^2 \theta \cdot B = \frac{\mu_0 \lambda \beta a^2 \theta}{2\pi} t$$

$$\text{则有 } \varepsilon_{NM} = \varepsilon_{\Delta oNM} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{\mu_0 \lambda \beta a^2}{2\pi} \tan^{-1} \frac{l}{2c}, \quad M \rightarrow N, \quad N \text{ 端电势高}$$

$$\text{另解 (2): } E_i = -\frac{R^2}{2r} \frac{dB}{dt} = -\frac{\mu_0 \lambda \beta a^2}{4\pi \sqrt{x^2 + c^2}}$$

$$\varepsilon_i = \int \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = -\int_{-l/2}^{l/2} \frac{\mu_0 \lambda \beta a^2}{4\pi \sqrt{x^2 + c^2}} \cdot \frac{c}{\sqrt{x^2 + c^2}} dx = -\frac{\mu_0 \lambda \beta a^2}{2\pi} \tan^{-1} \frac{l}{2a}$$



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

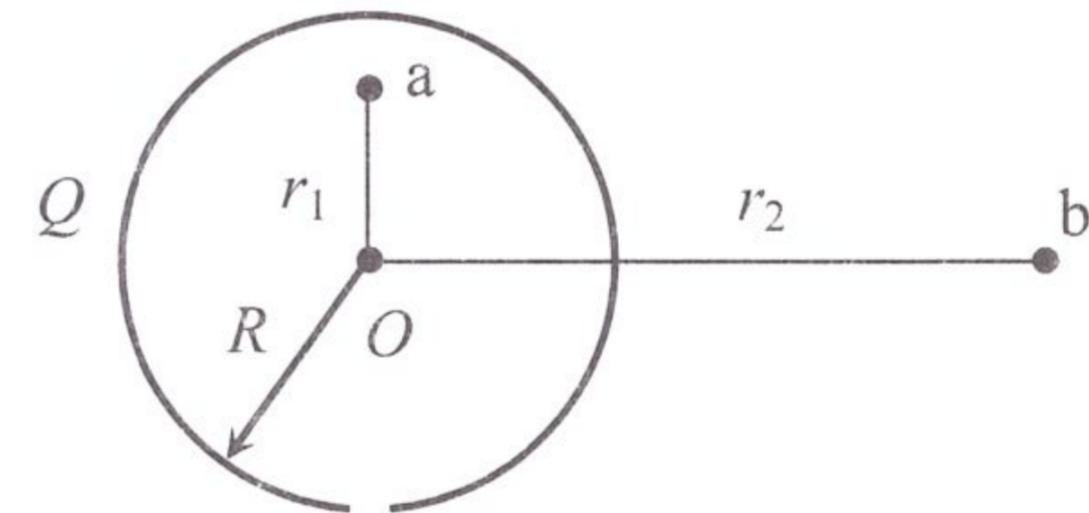
氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

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

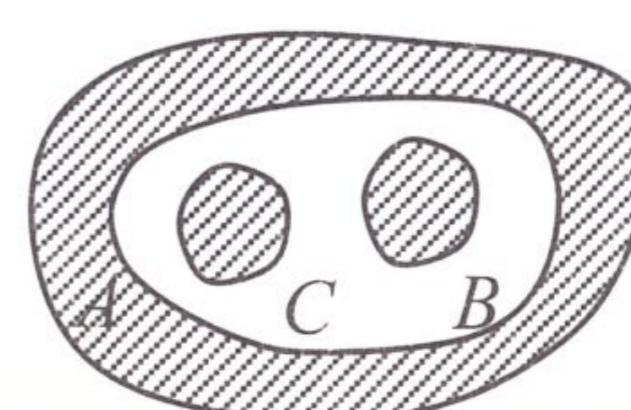
选无穷远处为电势零点, 半径为 R 的导体球带电后, 其电势为 U_0 , 则球外离球心距离为 r 处的电场强度大小 E = _____.

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.

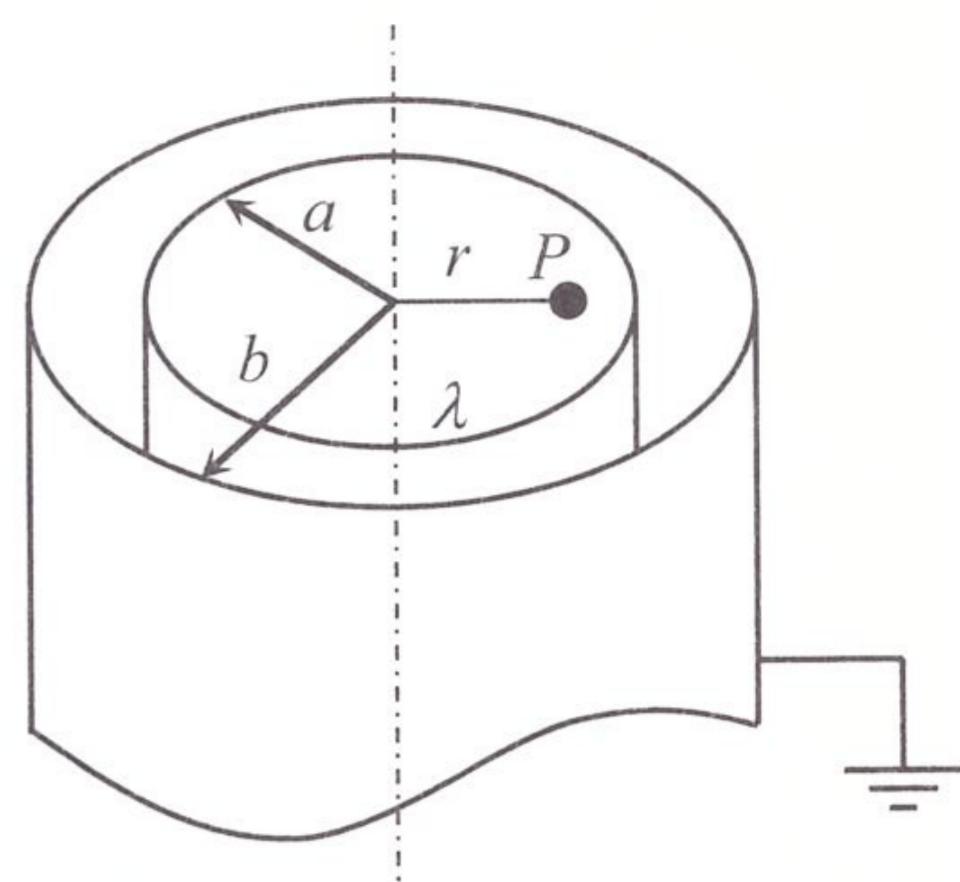
4. (本题 4 分) 5423

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

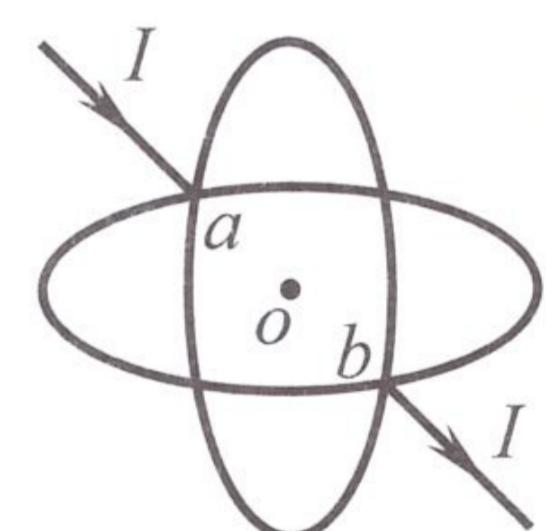
一空气电容器充电后切断电源,电容器储能 W_0 ,若此时在极板间灌入相对介电常量为 ϵ_r 的煤油,则电容器储能变为 W_0 的_____倍.如果灌煤油时电容器一直与电源相连接,则电容器储能将是 W_0 的_____倍.

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.

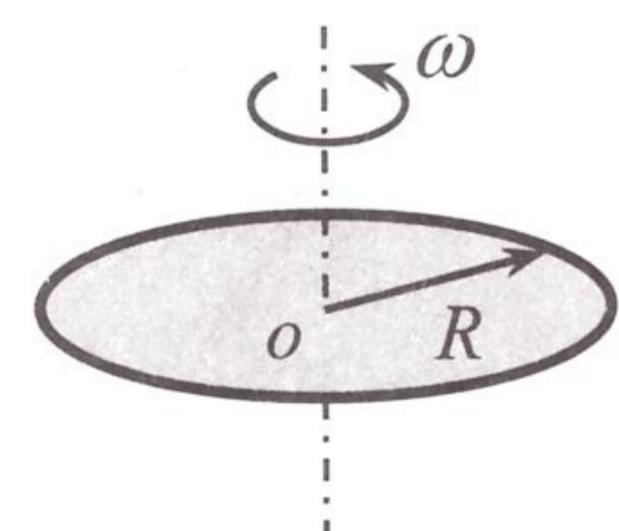
9. (本题 4 分) 2017

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_____.



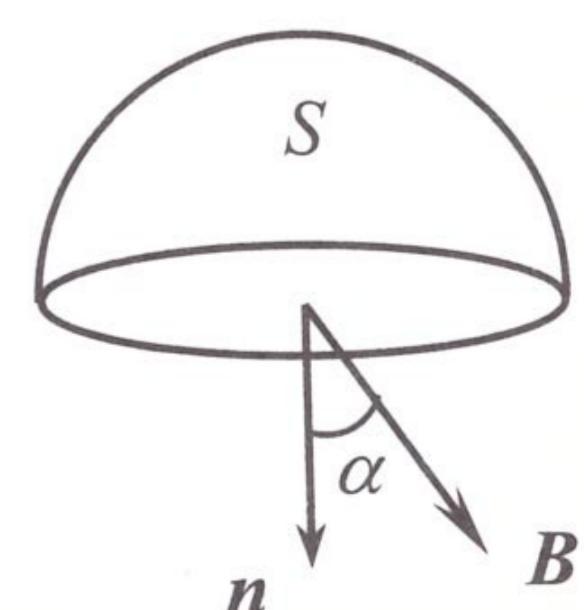
10. (本题 4 分) t001

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_____.



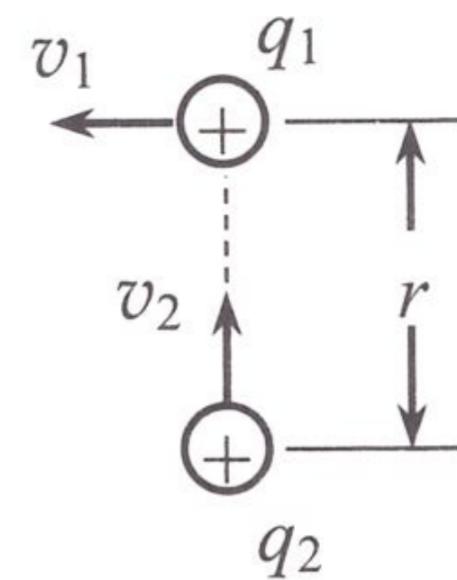
11. (本题 4 分) 5666

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_____.



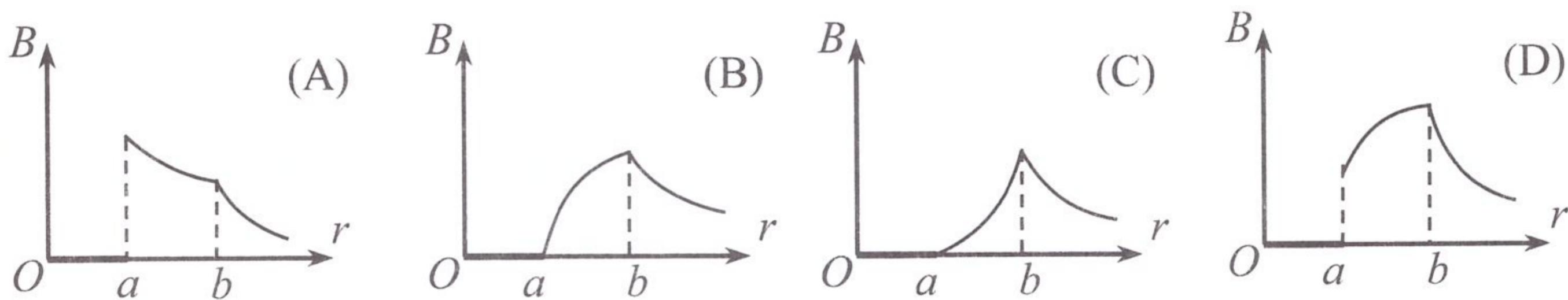
12. (本题 4 分) t002

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 _____.

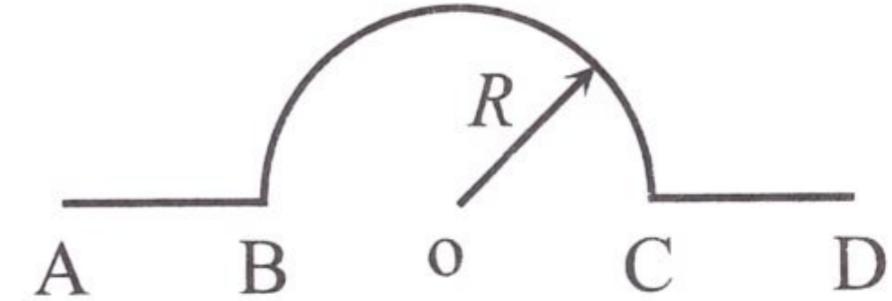
15. (本题 4 分) 2833

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

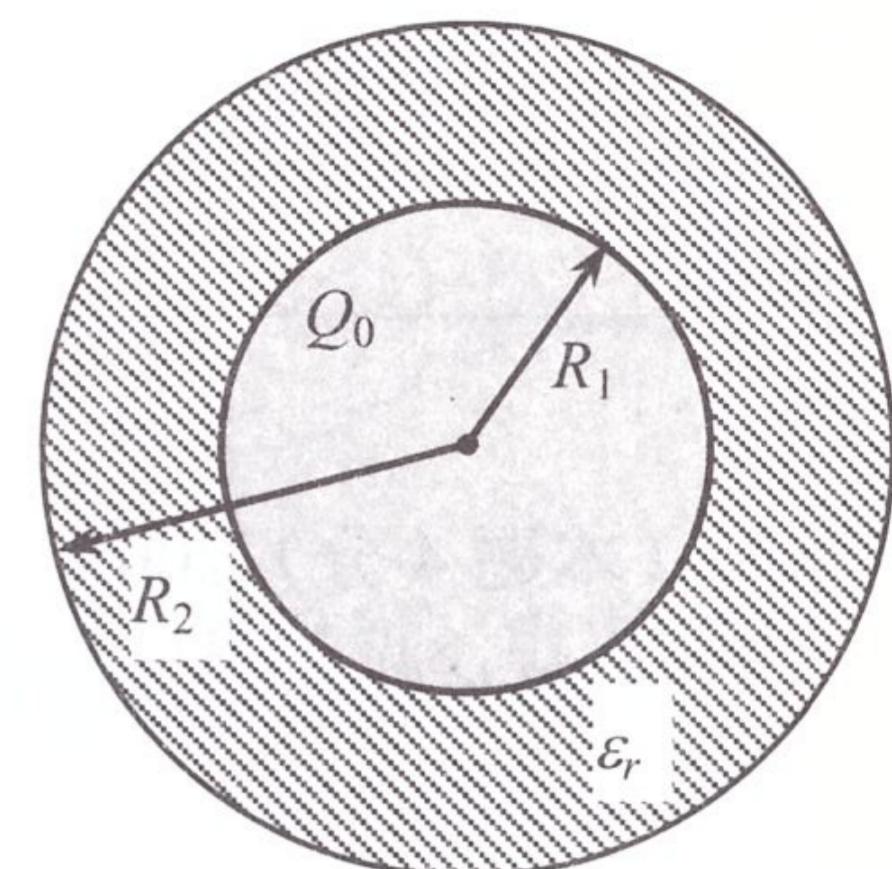
一电荷线密度为 $\lambda (>0)$ 的均匀带电线，弯成如图所示的形状，其中 AB 和 CD 段为直线，长度均为 R ，BC 段为半径为 R 的半圆弧，试求圆心 o 点的电势.



2. (本题 10 分) c002

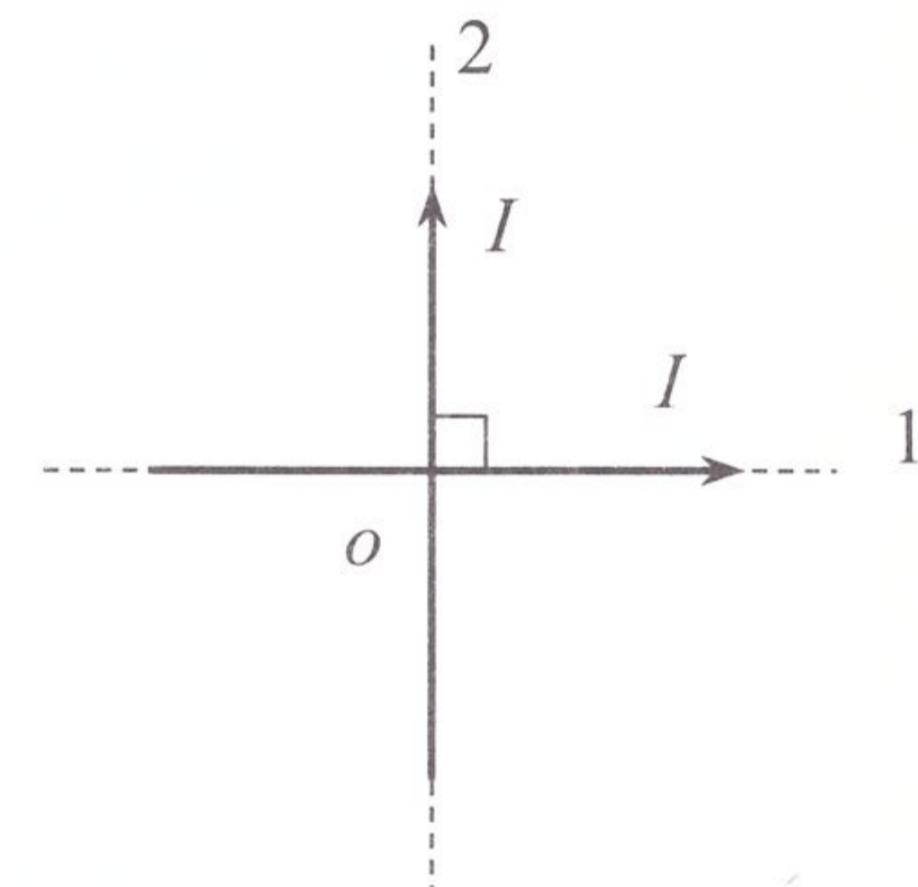
在半径为 R_1 的金属球之外有一层半径为 R_2 的均匀介质层, 如图所示. 设介质的相对介电常量为 ϵ_r , 金属球带电量为 $Q_0 (> 0)$, 求:

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



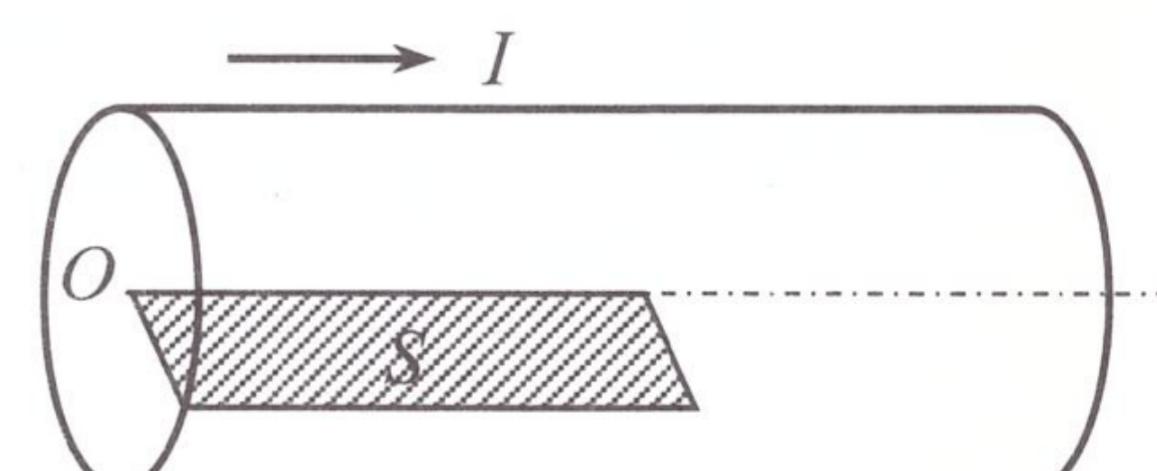
3. (本题 10 分) c003

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

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

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

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

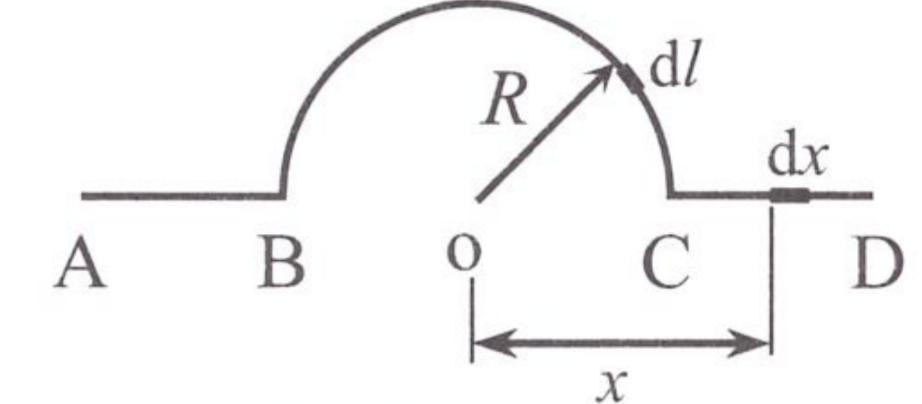
$$14. \quad p_{m1} = I_1 S_1 = I_1 A_1 = 2I_2 2A_2 = 4p_{m2}; \quad M_1 = p_{m1} B \sin\theta = 4p_{m2} B \sin\theta = 4M_2$$

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

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： $\oint_{(S)} \vec{D} \bullet d\vec{S} = Q_0$

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

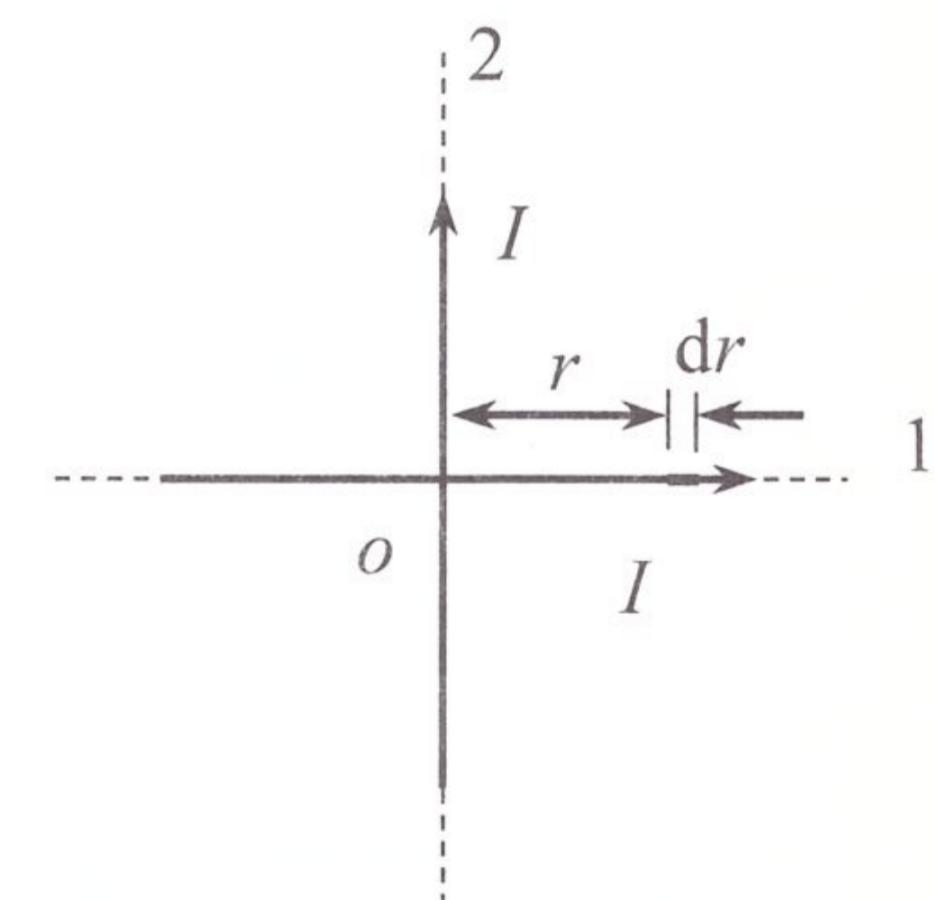
$$P_1 = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E_1 = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \frac{Q_0}{4\pi r^2} \quad \text{方向沿矢径}$$

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

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： $\Phi'_B = \frac{\Phi_B}{l} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$

浙江大学 20₁₈ - 20₁₉ 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期末考试试卷

课程号: 761T0040, 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: 2019 年 1 月 21 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	一	二	三	四	五	六	总分
得分								
评卷人								

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

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

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

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

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

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

斯忒潘-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

1. (本题 4 分) 1629

一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内充满相对介电常量为 ϵ_{r1} 的均匀电介质, 壳外是相对介电常量为 ϵ_{r2} 的无限大均匀电介质. 若取无穷远处为零电势, 则此球壳的电势 V

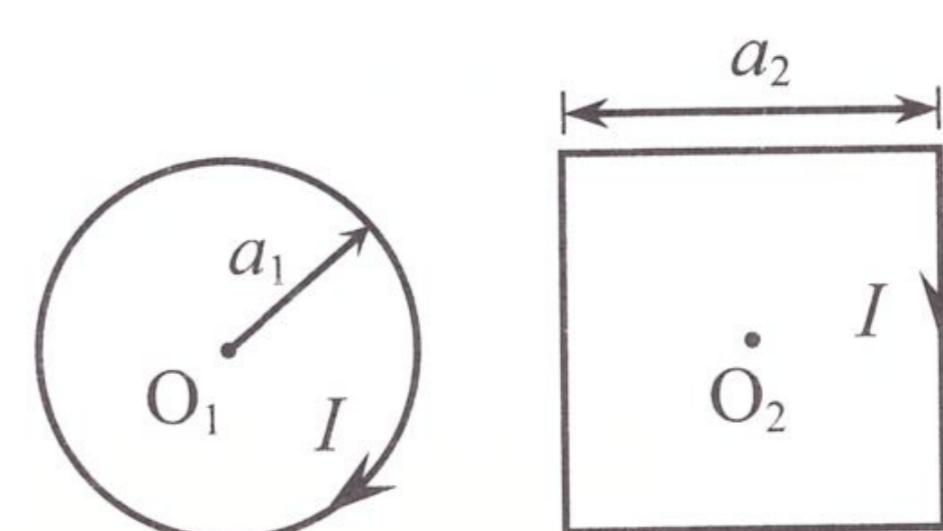
$$= \dots$$

2. (本题 4 分) t001

一个通电的空芯长直螺线管内部的磁感应强度为 $6.5 \times 10^{-4} \text{ T}$, 当插入铁芯后, 其内部的磁感应强度变为 1.4 T . 则铁芯内部的磁场强度 $H = \dots \text{ A/m}$; 铁芯的相对磁导率 $\mu = \dots$.

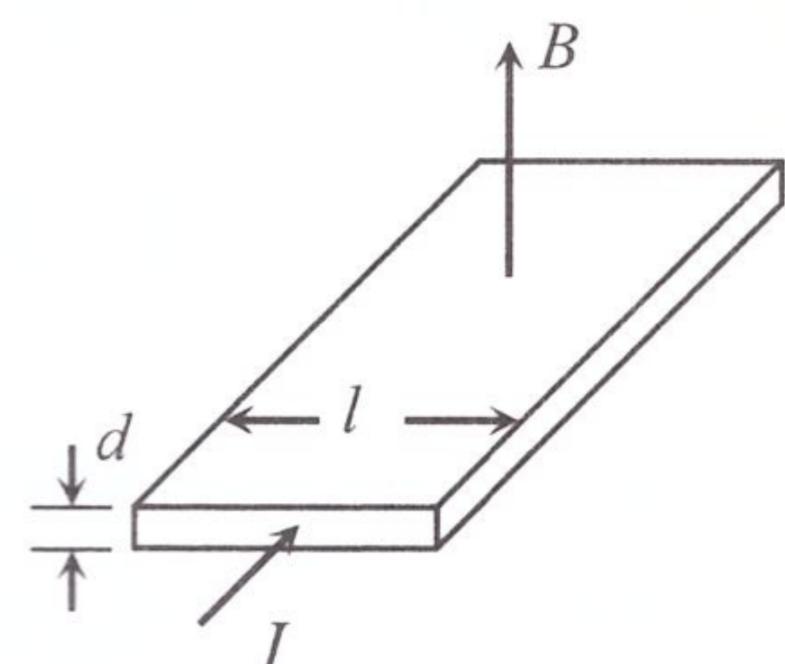
3. (本题 4 分) 5120

载流的圆形线圈 (半径为 a_1) 与正方形线圈 (边长为 a_2) 通有相同电流 I . 若两个线圈的中心 O_1 、 O_2 处的磁感应强度大小相同, 则半径 a_1 与边长 a_2 之比 $a_1 : a_2$ 为 \dots .



4. (本题 4 分) j001

如图所示, 把一宽为 l 、厚度为 d 的铜片放在磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 如果铜片中通有 I 的电流, 则铜片 _____ 侧(填“左”或“右”)的电势高; 若铜片的载流子密度为 n , 则铜片两侧霍尔电势差的大小为 _____.

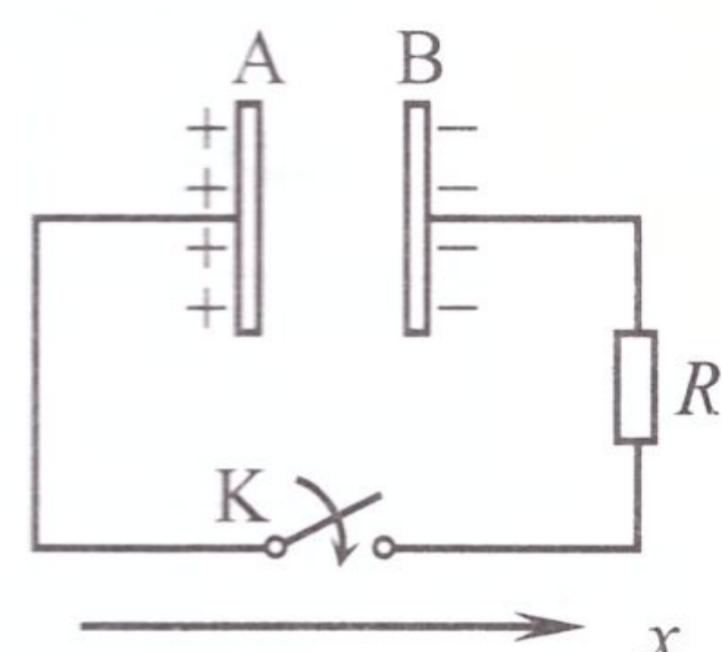


5. (本题 4 分) 2624

一个中空的螺绕环上每厘米绕有 20 匝导线, 当通以电流 $I=3\text{ A}$ 时, 环中磁场能量密度 $u_m= \dots \text{ J/m}^3$. (设环的截面半径比环的平均半径小得多)

6. (本题 4 分) 2697

一充电后的平行板电容器, A 板带正电, B 板带负电. 当将开关 K 合上放电时, AB 板之间的电场方向为 _____, 位移电流的方向为 _____, (按图上所标 x 轴正方向来回答).

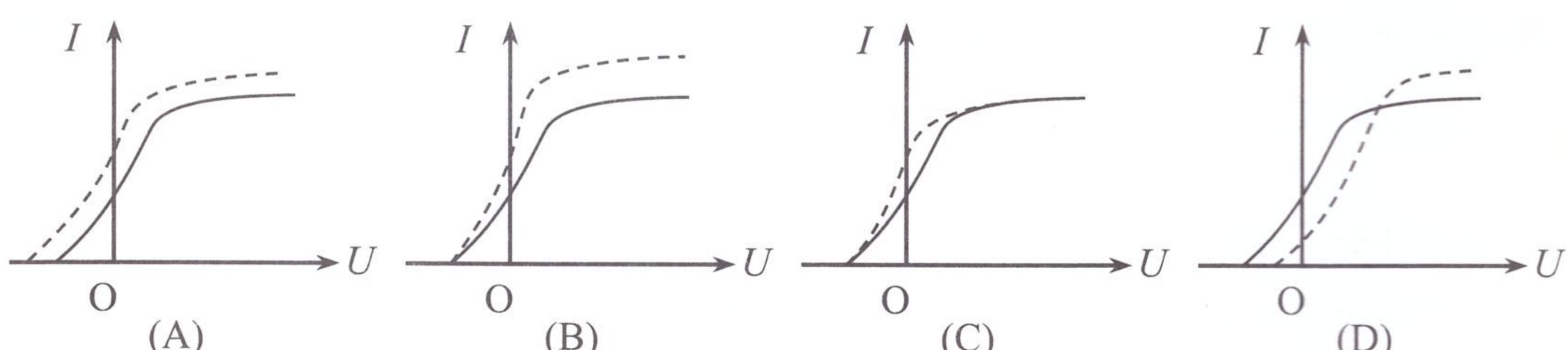


7. (本题 4 分) 3689

在牛顿环实验装置中, 曲率半径为 R 的平凸透镜, 凸面朝下放在一平玻璃板上, 在中心恰好与平玻璃板接触, 它们之间充满折射率为 n 的透明介质. 垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为 λ , 则反射光形成的干涉条纹中, 暗环半径 r_k 的表达式为 _____.

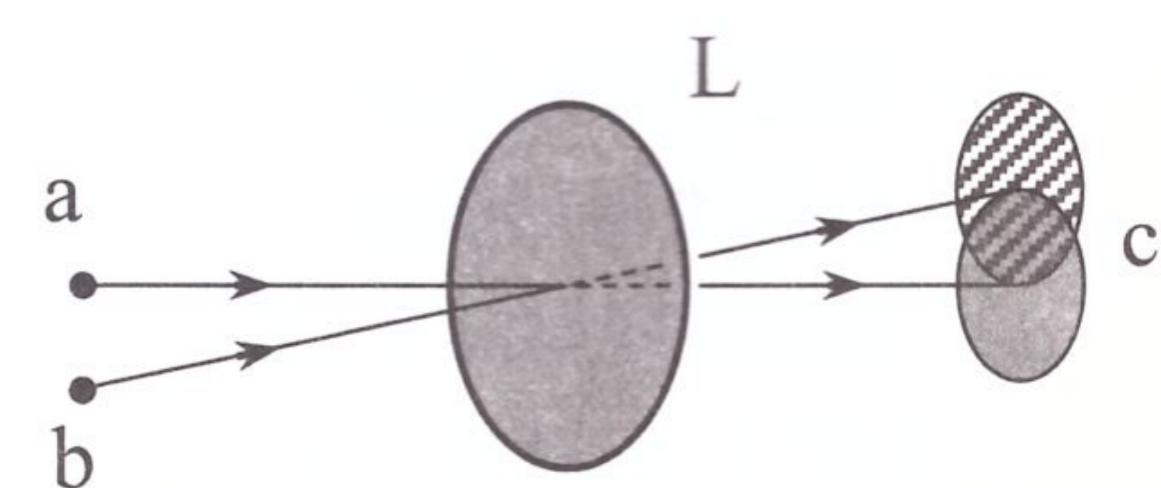
8. (本题 4 分) 4386

以一定频率的单色光照射在某种金属上, 测出其光电流曲线在图中用实线表示, 然后保持光的频率不变, 增大照射光的强度, 测出其光电流曲线在图中用虚线表示. 则满足题意的图是 _____.



9. (本题 4 分) t002

如图所示, 在透镜 L 前 50 m 处有两个相距 6.0 mm 的发光点 a 和 b, 它们在 c 处(透镜焦平面上)所成的像正好满足瑞利判据, 透镜焦距为 20 cm. 则 c 处衍射光斑的直径 $D= \dots \text{ m}$.



10. (本题 4 分) 4190

要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态时发射的各谱线所组成的谱线系)中最长波长的谱线，则至少应向基态氢原子提供的能量为 $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$ eV.

11. (本题 4 分) t003

1974 年，法兰克福国立实验室和斯坦福大学的两个研究小组各自独立地同时发现了一个重要的新粒子。该粒子的质量是质子质量的 3 倍，它的静止能量为 3.097 MeV，测量的不准确度仅为 0.063 MeV. 这样的重粒子会极快地衰变成轻粒子，则该粒子的平均寿命为 $\underline{\hspace{2cm}}$ s.

12. (本题 4 分) 8026

玻尔氢原子理论中，电子轨道角动量最小值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；而量子力学理论中，电子轨道角动量最小值为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

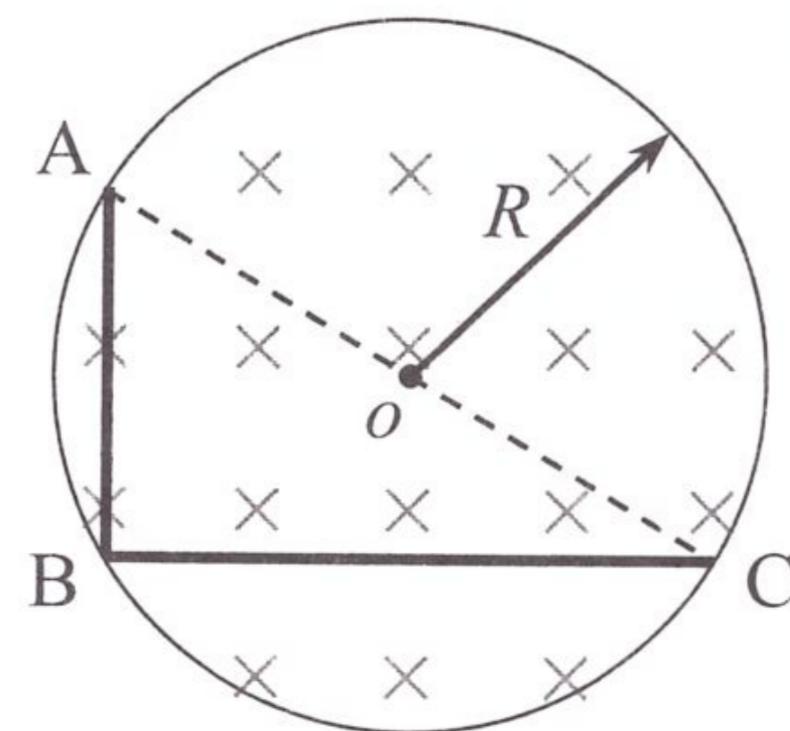
二、计算题：(共 6 题，共 52 分)

1. (本题 8 分) 1501

在盖革计数器中有一直径为 2.00 cm 的长直金属圆筒，在圆筒轴线上有一条直径为 0.134 mm 的导线。如果在导线与圆筒之间加上 850 V 的电压，试分别求：(1) 导线表面处、(2) 金属圆筒内表面处的电场强度的大小。

2. (本题 10 分) 2424

将一金属丝弯成字母 L 的形状，放在均匀的圆柱形磁场中(如图所示)。已知金属丝 AB 段的长度为 l , $\angle ABC$ 为直角，圆柱的半径为 R ，圆柱中的磁场随时间的变化率为 k ($= dB/dt > 0$)。求：(1) 圆柱形磁场外的涡旋电场分布；(2) 金属丝上的感应电动势；(3) A、B、C 中哪点电势高？



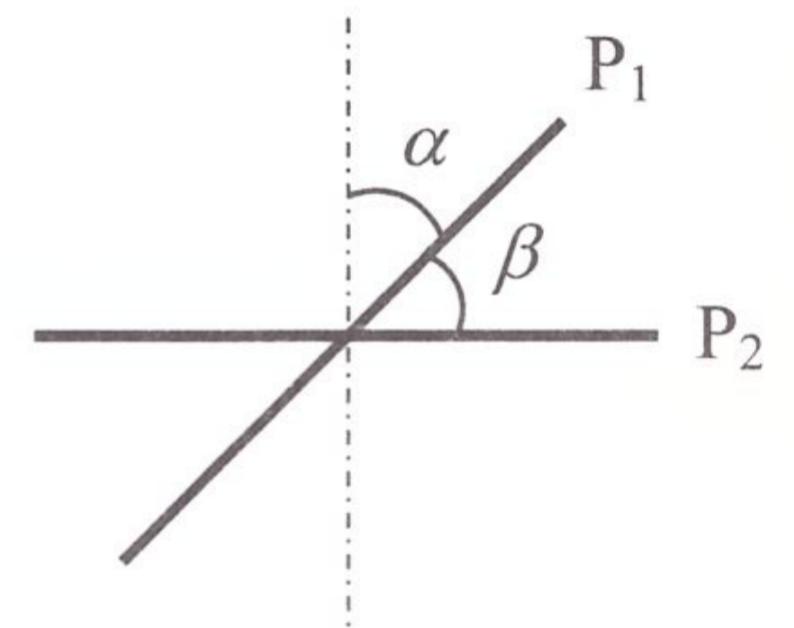
3. (本题 10 分) 5217

一块每毫米 500 条缝的光栅，用钠黄光正入射，观察衍射光谱。钠黄光包含两条谱线，其波长分别为 589.6 nm 和 589.0 nm。

- (1) 求在第二级光谱中这两条谱线互相分离的角度；
- (2) 若恰能分辩第二级光谱中的该两条谱线，求这块光栅的栅纹条数。

4. (本题 8 分) 3800

两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起，由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射到偏振片上。已知穿过 P_1 后的透射光强为入射光强的一半，连续穿过 P_1 、 P_2 后透射光强为入射光强的四分之一。求 (1) 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角 α ；(2) P_1 、 P_2 的偏振化方向之间的夹角 β 。



5. (本题 8 分) 4550

一束具有动量 p 的电子，垂直地射入宽度为 a 的狭缝，若在狭缝后远处与狭缝相距为 R 的地方放置一块荧光屏。试求：(1) 这种电子相应的德布罗意波长；(2) 该电子束在屏幕上所形成的衍射图样的中央明纹宽度 (若计算时衍射角 θ 满足 $\sin\theta \approx \tan\theta$)。

6. (本题 8 分) t004

在康普顿散射中，入射光子的波长为 0.0030 nm，反冲电子的速率为真空中光速的 60%，求散射光子的波长及散射角。

2018–2019 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试参考解答 (A)

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

$$1. D = \frac{q}{4\pi r^2}; \quad E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r_2}r^2}; \quad V = \int_R^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r_2}r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r_2}R};$$

$$2. H = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{6.5 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7}} \approx 517 \text{ A/m}; \quad \mu = \frac{B}{\mu_0 H} = \frac{1.4}{4\pi \times 10^{-7} \times 517} = 2155$$

$$3. B_1 = \frac{\mu_0 I}{2a_1}, \quad B_2 = 4 \cdot \frac{\mu_0 I}{4\pi r_2} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a_2}, \quad \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a_2} = \frac{\mu_0 I}{2a_1}, \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sqrt{2}\pi}{8}$$

$$4. \text{左面电势高;} \quad U_H = \frac{1}{ne} \frac{IB}{d}$$

$$5. B = \mu_0 n I, \quad u_m = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 I^2 = 22.62 \text{ J/m}^3$$

$$6. I_d = \epsilon_0 S \frac{dE}{dt}, \quad \text{电场方向为 } x \text{ 轴正方向; 位移电流的方向为 } x \text{ 轴负方向.}$$

$$7. 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{\lambda}{2}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad e = \frac{k\lambda}{2n}, \quad e = \frac{r_k^2}{2R}, \quad r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$$

8. B

$$9. \frac{r}{d} = \frac{f}{l} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}, \quad r = \frac{fd}{l} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}, \quad D = 2r = 4.8 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$10. 10.2 \text{ eV}, \quad \Delta E = \frac{1}{2^2} E_1 - E_1 = -\frac{3}{4} (-13.6) = 10.2 \text{ eV}$$

$$11. \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \quad \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi\Delta E} = 5.2 \times 10^{-21} \text{ (s)}$$

$$12. L_{\min} = \hbar, \quad L_{\min} = \sqrt{l(l+1)}\hbar = 0 \quad (l=0)$$

二、计算题：(共 6 题，共 52 分)

$$1. \text{解: } U = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}, \quad \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} = \frac{U}{\ln(R_2/R_1)}$$

$$E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{U}{R_1 \ln(R_2/R_1)} = 2.53 \times 10^6 \text{ (V/m)},$$

$$E_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R_2} = \frac{U}{R_2 \ln(R_2/R_1)} = 1.70 \times 10^4 \text{ (V/m)}$$

2. 解: (1) $r > R$ 时, $E_i \cdot 2\pi r = -\frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2$, $E_i = -\frac{R^2}{2r} \frac{dB}{dt}$, 沿逆时针方向.

$$(2) \text{ 加辅助线 } AC, \quad \Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B(t) \cdot \frac{1}{2} l \sqrt{(2R)^2 - l^2}$$

$$\varepsilon_i = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t} = -\frac{1}{2} kl \sqrt{4R^2 - l^2}, \text{ 方向逆时针, 即 } C \text{ 点的电势高.}$$

$$3. \text{ 解: (1) } d = \frac{1}{500} \text{ (mm)} = 2 \text{ (\mu m)}, \quad d \sin \theta = k\lambda, \quad k = 2, \quad \theta_1 = \sin^{-1} \frac{2\lambda_1}{d} = 36.129^\circ,$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \frac{2\lambda_2}{d} = 36.086^\circ, \quad \theta_1 - \theta_2 = 0.043^\circ$$

$$(2) \text{ 分辩本领: } R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN; \quad N = \frac{\lambda}{k\Delta\lambda} = \frac{589.3}{2 \times 0.6} = 491 \text{ (条)}$$

$$4. \text{ 解: } I_{\text{自}} = I_{\text{偏}} = \frac{1}{2} I_0; \quad \frac{1}{2} I_0 = \frac{1}{2} I_{\text{自}} + I_{\text{偏}} \cos^2 \alpha; \quad \frac{1}{2} I_0 = \frac{1}{4} I_0 + \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha;$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2}; \quad \alpha = 45^\circ, 135^\circ; \quad \frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \beta; \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2}; \quad \beta = 45^\circ, 135^\circ$$

$$5. \text{ 解: (1) } \lambda = \frac{h}{p}$$

$$(2) \alpha \sin \theta_1 = \lambda, \quad d = 2x_1 = 2R \tan \theta_1 \approx 2R \sin \theta_1 = 2R \frac{\lambda}{a} = \frac{2Rh}{ap}$$

$$6. \text{ 解: (1) 反冲电子的运动质量: } m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 1.25 m_0 c^2$$

$$E_k = mc^2 - m_0 c^2 = h\nu_0 - h\nu = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda} = 0.25 m_0 c^2$$

$$\lambda = \frac{h\lambda_0}{h - 0.25 m_0 c \lambda_0} = 4.34 \times 10^{-3} \text{ nm}, \quad \Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \varphi)$$

$$\cos \varphi = 1 - \frac{\Delta\lambda m_0 c}{h} = 0.4482, \quad \varphi = 62.37^\circ$$

浙江大学 2019-2020 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: 2019 年 11 月 10 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_____ 编号_____

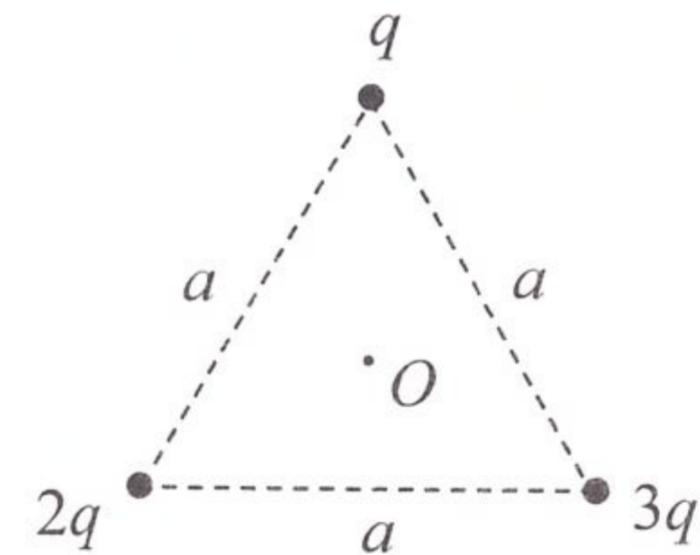
题序	填空	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	总分
得 分								
评卷人								

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 48 分)

1. (本题 4 分) w001

如图所示, 边长为 a 的等边三角形的三个顶点上, 放置着三个正的点电荷, 电量分别为 q 、 $2q$ 和 $3q$. 若将另一个正点电荷 Q 从无穷远处移到三角形的中心 O 处, 则外力所做的功为 $W = \underline{\hspace{10em}}$.



2. (本题 4 分) t001

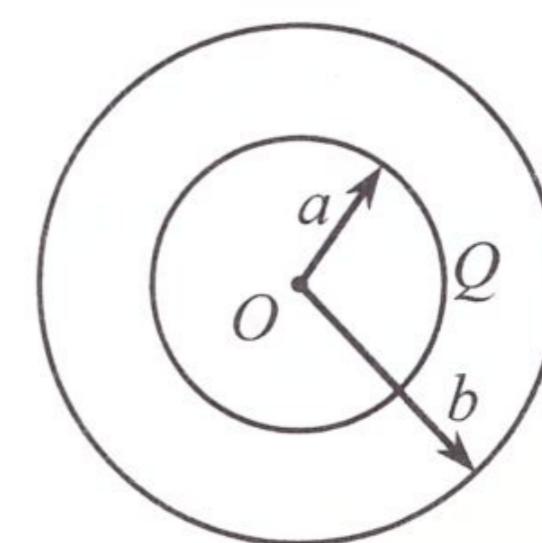
已知空气的击穿场强为 $3.0 \times 10^6 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$, 一处于空气中的半径为 1.0 m 的导体球, 电荷仅分布在其表面, 问该球能够带有的最大电量为 $\underline{\hspace{10em}}$ C; 若取无穷远处为电势零点, 则该球能达到的最大电势为 $\underline{\hspace{10em}}$ V.

3. (本题 4 分) w002

一“无限长”均匀带电直线沿 z 轴放置, 直线外某区域的电势表达式为 $V = A \ln(x^2 + y^2)$, 式中 A 为已知常量, 则该区域场强的其中两个分量分别为: $E_x = \underline{\hspace{10em}}$; $E_z = \underline{\hspace{10em}}$.

4 (本题 4 分) t002

两同心导体球壳的内球壳半径为 a , 外球壳半径为 b . 设球壳极薄, 若使内球带上电量 Q . 要使内球壳电势为零, 则外球壳必须带的电量为 $\underline{\hspace{10em}}$.



5. (本题 4 分) 1116

一空气平行板电容器，两极板间距为 d ，充电后两极板间电压为 U 。然后将电源断开，在两极板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板，则两极板间的电压变为_____。

6. (本题 4 分) w003

一平行板电容器，两极板间为真空时，电容为 C_0 ，若将其充电到电压为 U_0 时，断开电源，极板上电荷面密度为 σ_0 ；然后将极板间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质，则此时极板间的电场强度大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场能量 $W_e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. (本题 4 分) w004

有一个导体圆筒，长度为 20 m，内半径为 3.0 mm，外半径为 9.0 mm，若沿导体圆筒的径向有 $10 \mu\text{A}$ 的电流流过，则通过半径为 6.0 mm 的圆柱面上的电流密度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ A/m}^2$ 。

8. (本题 4 分) w005

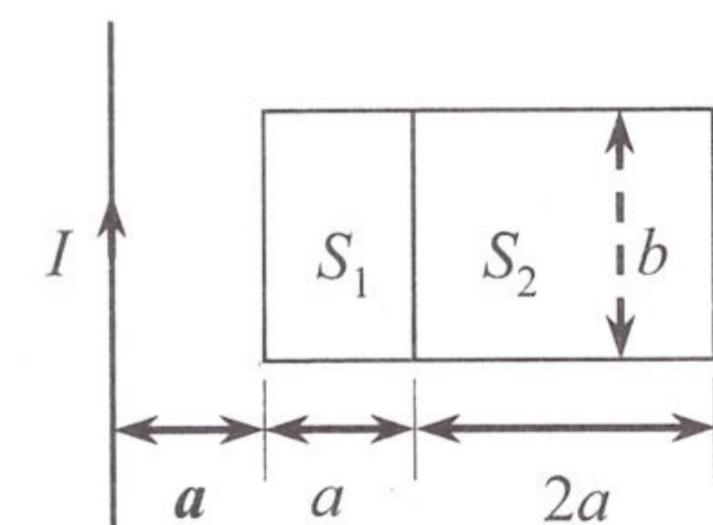
有一半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I ，若将该导线弯成匝数为 $N=2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感应强度为原来的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍；线圈的磁矩为原来的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。

9. (本题 4 分) w006

氢原子处于基态时，原子核外的电子可视为在半径 a 的圆轨道上作匀速圆周运动的质点，其速率为 v ，若电子的电量为 e ，真空中磁导率为 μ_0 ，则电子在轨道中心所产生的磁感应强度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；电子磁矩的值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

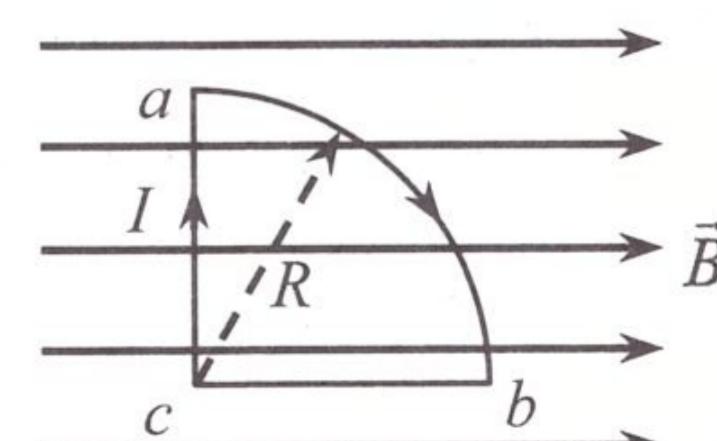
10. (本题 4 分) w007

如图所示，在无限长直载流导线的右侧有面积为 S_1 和 S_2 的两个矩形回路，两个回路与长直载流导线平行。若垂直纸面向内为面元法向，则通过 S_1 矩形回路与通过 S_2 矩形回路的磁通量之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



11. (本题 4 分) w008

如图所示，一四分之一圆弧回路 $abca$ ，其圆弧部分的半径为 R ，通有电流 I ，置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中，磁感应线与回路平面平行。则圆弧部分导线 ab 所受的安培力小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



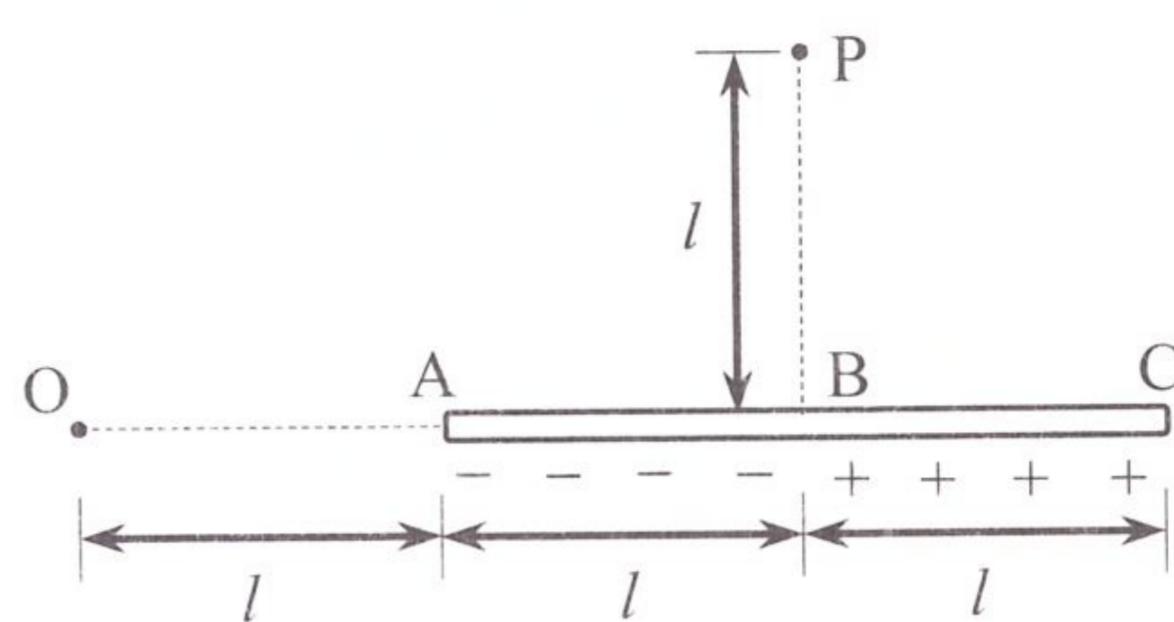
12. (本题 4 分) yt001

一个铁原子的磁矩为 $1.8 \times 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 。设一根铁棒长为 0.05 m，截面积为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 。当其磁化后，铁棒中所有铁原子的磁矩都整齐排列，此时其总磁矩为 $7.57 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ ，则铁棒的磁化强度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ A/m}$ 。

二、综合填空题（每空格 4 分，共 52 分）：

得分 (一). (本题8分, 13~14小题) w009

AC为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右半部均匀带有正电荷，电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$ ，如图所示，O点在棒的延长线上，与 A 端距离为 l ，P点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为 l ，若以无穷远处为电势零点，则：



13. O点的电势为_____；

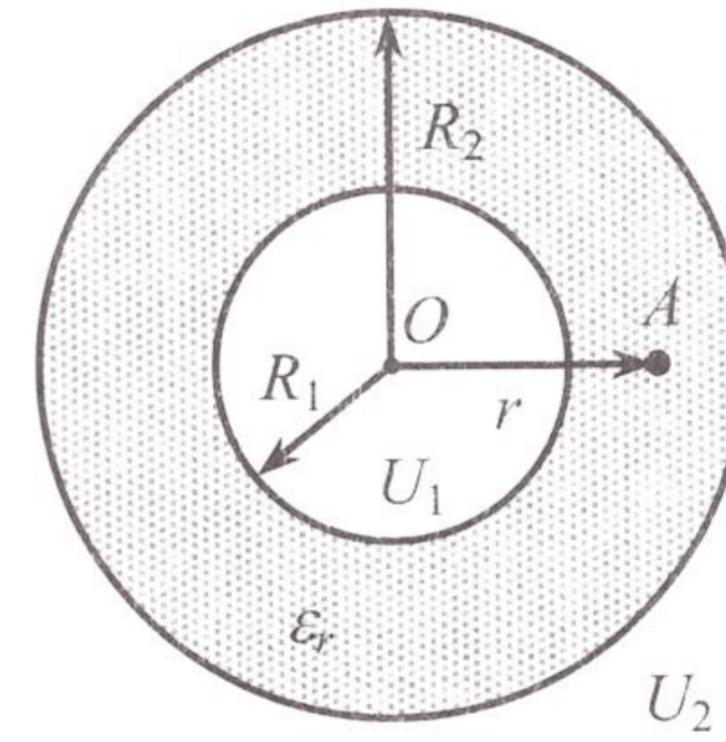
14. P点的电势为_____.

得分 (二). (本题 8 分, 15~16 小题) 2742

如图所示，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 和 R_2 ，其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性、均匀电介质，电容器接在电压为 U 的电源上。则：

15. 内筒上的电荷线密度 $\lambda = \text{_____}$ ；

16. 电介质内，离球心 O 距离为 r 处 A 点与外筒间的电势差 $\Delta U = \text{_____}$.



得分 (三). (本题 8 分, 17~18 小题) w010

将一块相对介电常数 $\epsilon_r = 3$ 的电介质，插入极板间距为 $d = 1 \text{ mm}$ 的平行板电容器的两极板之间。插入电介质之前，两极板之间的电势差是 1000 V。若保持电容器极板上的电量不变，则：

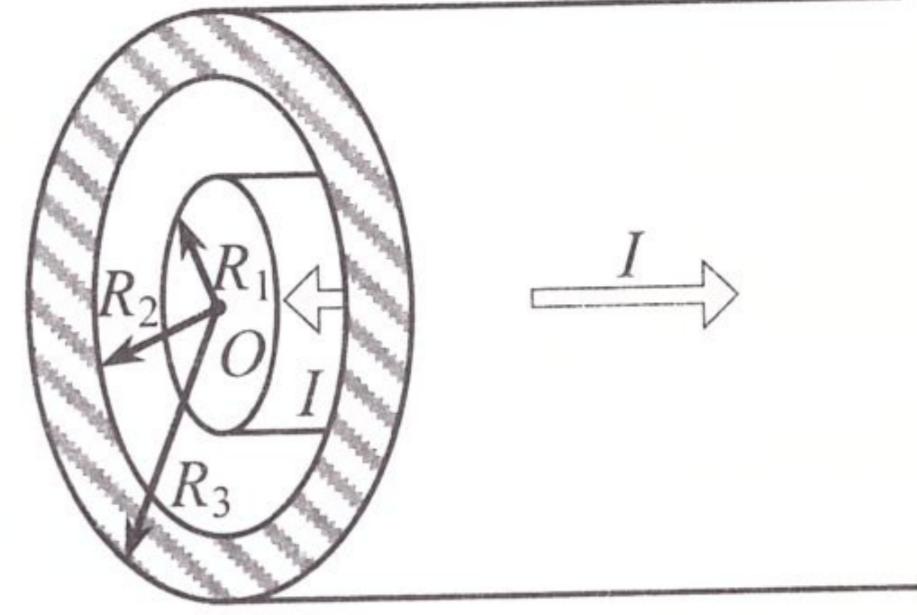
17. 两极板间电介质内电位移为 $D = \text{_____} \text{ C/m}^2$;

18. 电介质极化电荷面密度为 $\sigma' = \text{_____} \text{ C/m}^2$.

得分

(四). (本题 12 分, 19~21 小题) t003

由同轴实心圆柱形导体和圆筒形导体构成一长的同轴电缆, 其尺寸如图所示. 使电缆中的电流 I 从导体圆柱输出, 从导体圆筒流回. 设电流都是均匀分布在导体的横截面上的, 则:

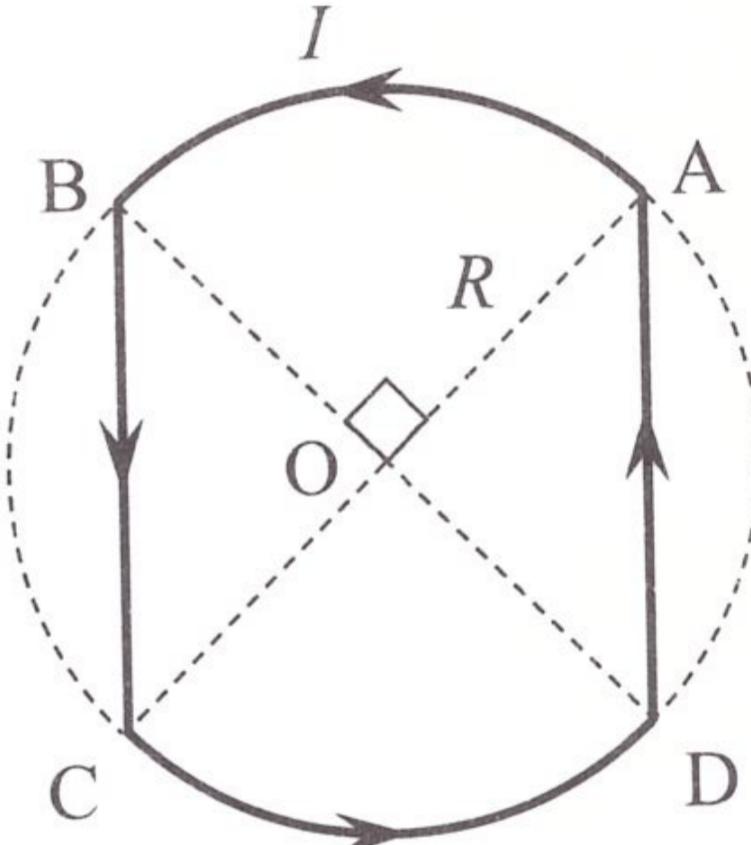


19. 导体圆柱内 ($r < R_1$) 的磁感应强度大小为 _____;
20. 两导体之间 ($R_1 < r < R_2$) 的磁感应强度大小为 _____;
21. 导体圆筒内 ($R_2 < r < R_3$) 的磁感应强度大小为 _____.

得分

(五). (本题 8 分, 每空格 4 分, 22~23 小题) 2309

图中实线所示的闭合回路 ABCD 中, 通有电流 10 A , 两圆弧形导线的半径均为 $R = 0.5 \text{ m}$, 且弧长 AB 等于弧长 CD, 则:



22. O 点处的磁感应强度 B 为 _____;
23. 若在 O 点处放置一个正方形小试验线圈, 线圈各边长为 5 mm , 通有电流为 0.1 A , 则线圈所受的最大磁力矩的值为 _____.

得分

(六). (本题 8 分, 每空格 4 分, 24~25 小题) w011

有一细铁环, 平均周长为 0.3 m , 截面积为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, 其上均匀绕有 300 匝线圈. 当每匝线圈内通过的电流为 0.032 A 时, 铁环内的磁通量为 $2.0 \times 10^{-6} \text{ Wb}$, 则:

24. 铁环内磁场强度为 _____ A/m ;
25. 铁环的面束缚电流密度 _____ A/m .

2019–2020 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 48 分)

$$1. \quad r = \frac{\sqrt{3}}{3}a; \quad U_o = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{3\sqrt{3}q}{2\pi\epsilon_0 a}; \quad A = Q(U_o - U_\infty) = \frac{3\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$2. \quad E_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R^2} = 3.0 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, \quad Q_{\max} = 4\pi\epsilon_0 R^2 E_{\max} = 3.33 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$V_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R} = RE_{\max} = 3.0 \times 10^6 \text{ V}$$

$$3. \quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{\partial}{\partial x}[A \ln(x^2 + y^2)] = -\frac{2Ax}{(x^2 + y^2)}; \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = 0$$

$$4. \quad V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0 b} = 0, \quad Q' = -\frac{b}{a}Q.$$

$$5. \quad U' = Ed_1 + Ed_2 = E(d - \frac{1}{3}d) = \frac{2}{3}Ed = \frac{2}{3}U$$

$$6. \quad C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}; \quad C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} = \epsilon_r C_0; \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}; \quad W_e = \frac{Q^2}{2C} = \frac{(C_0 U_0)^2}{2\epsilon_r C_0} = \frac{C_0 U_0^2}{2\epsilon_r}$$

$$7. \quad j = \frac{I}{S} = \frac{I}{2\pi r l} = 1.33 \times 10^{-5} (\text{A/m}^2)$$

$$8. \quad 2\pi R = 2 \cdot 2\pi r; \quad r = \frac{R}{2}; \quad B'_O = N \frac{\mu_0 I}{2r} = 4 \frac{\mu_0 I}{2R} = 4B_O; \quad p'_m = NIS = NI\pi r^2 = \frac{1}{2}I\pi R^2 = \frac{p_m}{2}$$

$$9. \quad I = \frac{e}{T} = \frac{e}{2\pi a/v}; \quad B_O = \frac{\mu_0 I}{2a} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi a^2}; \quad p_m = IS = \frac{e}{2\pi a/v} \pi a^2 = \frac{eva}{2}$$

$$10. \quad \Phi_{BS1} = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} \ln 2; \quad \Phi_{BS2} = \int_{2a}^{4a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} \ln 2$$

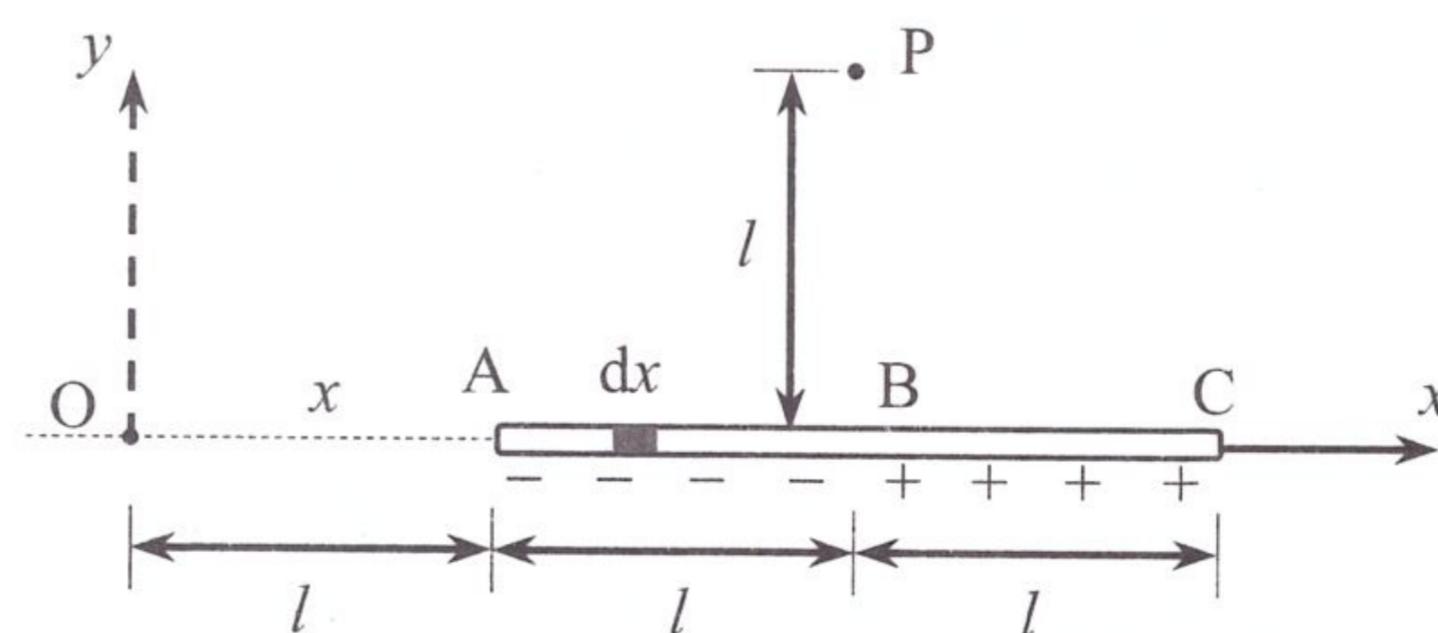
$$11. \quad \overline{ab} = \sqrt{2}R; \quad F = IlB \sin \theta = \sqrt{2}RIB \sin 45^\circ = BIR$$

$$12. \quad M = \frac{|\sum p_m|}{V} = 1.514 \times 10^6 \text{ A/m}$$

二、计算题：(共 6 题，共 52 分)

(一).

$$13. \quad dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x},$$



$$V = \int_l^{2l} \frac{-\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} + \int_{2l}^{3l} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 + \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{4}$$

14. 由对称性可知，P点的电势为零 $V_P = 0$

(二).

$$15. \quad E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r}, \quad U = U_1 - U_2 = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_A \bullet d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}, \quad \lambda = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r U}{\ln R_2/R_1},$$

$$E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r} = \frac{U}{r \ln R_2/R_1}$$

$$16. \quad \Delta U = \int_r^{R_2} \vec{E}_A \bullet d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{r} = \frac{U \ln R_2/r}{\ln R_2/R_1}$$

(三).

$$17. \quad E_0 = \frac{U}{d} = \frac{1000}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^6 \text{ V/m}; \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{1 \times 10^6}{3} = 3.33 \times 10^5 \text{ V/m}$$

$$D = \epsilon_0\epsilon_r E = \epsilon_0\epsilon_r \frac{E_0}{\epsilon_r} = \epsilon_0 E_0 = 8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^6 = 8.85 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$18. \quad \sigma' = P = \epsilon_0(\epsilon_r - 1)E = 8.85 \times 10^{-12} \times (3 - 1) \times \frac{1 \times 10^6}{3} = 5.9 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

(四). 解: 由安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \bullet d\vec{l} = \mu_0 I$

$$19. \quad \text{导体圆柱内 } (r < R_1), \quad B_1 \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{I}{\pi R_1^2} \cdot \pi r^2, \quad \therefore B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} r$$

$$20. \quad \text{两导体之间 } (R_1 < r < R_2); \quad B_2 \cdot 2\pi r = \mu_0 I, \quad \therefore B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$21. \quad \text{导体圆筒内 } (R_2 < r < R_3); \quad B_3 \cdot 2\pi r = \mu_0 [I - \frac{I}{\pi(R_3^2 - R_2^2)} \cdot \pi(r^2 - R_2^2)]$$

$$\therefore B_3 = \frac{\mu_0 I (R_3^2 - r^2)}{2\pi r (R_3^2 - R_2^2)}$$

(五).

$$22. \quad B_1 = \frac{2\mu_0 I}{4\pi\sqrt{2}R/2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{\mu_0 I}{\pi R}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R},$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{\pi} \right) = 1.43 \times 10^{-5} (\text{T}) \quad \text{方向垂直纸面向外}$$

$$23. \quad \text{线圈平面垂直纸面放置时所受磁力矩最大: } M_{\max} = I' S B = 3.57 \times 10^{-11} (\text{N} \cdot \text{m})$$

(六).

$$24. \quad \text{由 } \oint_L \vec{H} \bullet d\vec{l} = \sum_{(L \text{ 内})} I, \quad H = \frac{NI}{2\pi R} = \frac{NI}{L} = 32 \text{ A/m}, \quad B = \frac{\Phi_B}{S} = 2 \times 10^{-2} (\text{T})$$

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H = \frac{\Phi_B}{\mu_0 S} - \frac{NI}{L} = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}$$

$$25. \quad j_m = M = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}$$

浙江大学 20₁₉ - 20₂₀ 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期末考试试卷

课程号: 761T0040, 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: 2020 年 1 月 11 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	一	二	三	四	五	六	总分
得分								
评卷人								

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

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

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

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

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

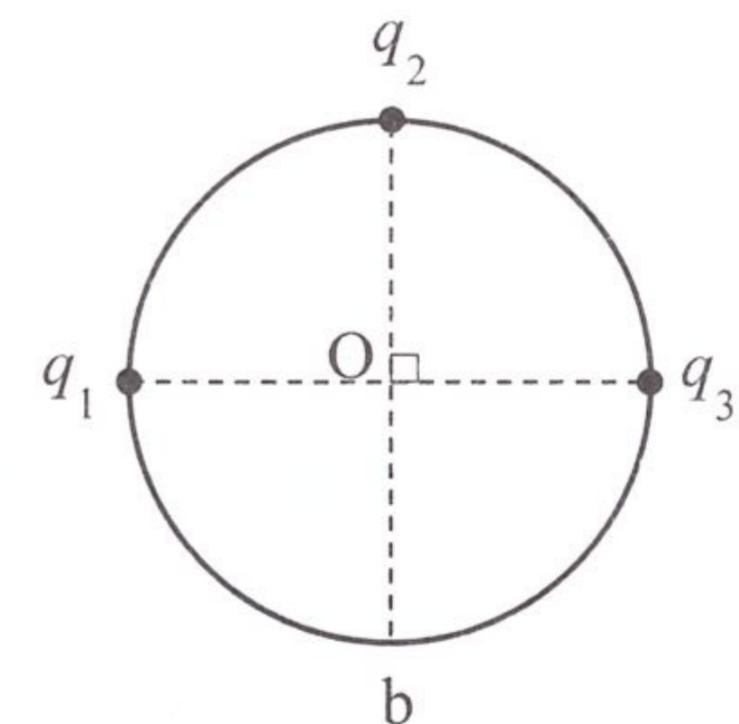
斯忒潘-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

得分

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

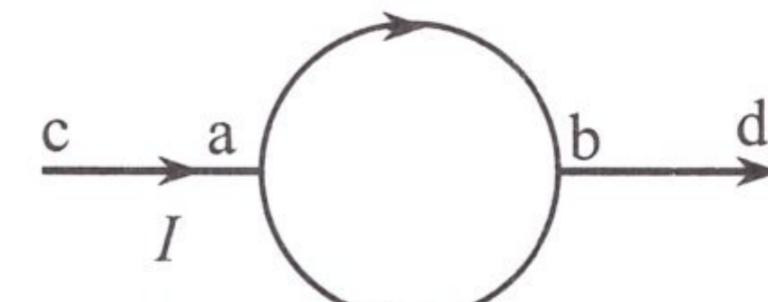
1. (本题 4 分) 1382

如图所示, 电量分别为 q_1 , q_2 , q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 圆的半径为 R . 设无穷远处为电势零点, 则 b 点处的电势 $U =$ _____.



2. (本题 4 分) 2353

如图所示, 电流从 a 点分两路通过对称的圆环形支路, 并再次汇合于 b 点. 若 ca、bd 都沿环的径向, 则在环形支路的环心处的磁感应强度 $B =$ _____.



3. (本题 4 分) 2096

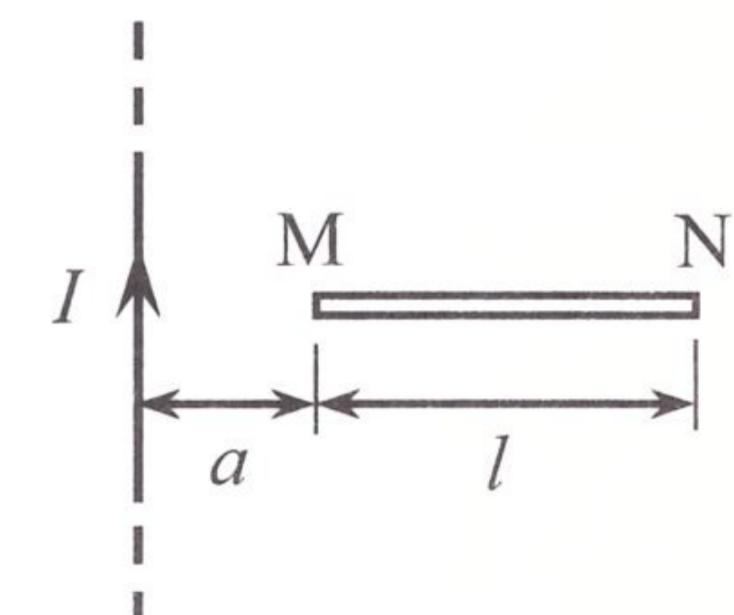
在磁场中某点放一很小的试验线圈. 若线圈的面积增大一倍, 且流过线圈的电流也增大一倍, 该线圈所受的最大磁力矩将为原来的 _____ 倍.

4. (本题 4 分) j001

一环形细铁芯，其平均周长为 0.3 m ，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 0.032 A 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_____。

5. (本题 4 分) 2510

如图所示，一段长度为 l 的直导线 MN，水平放置在载有电流为 I 的竖直长导线旁，且与竖直导线共面，并从静止由图示位置自由下落，则 t 秒末导线两端的电势差 $U_M - U_N =$ _____。



6. (本题 4 分) 2180

写出麦克斯韦方程组的积分形式：

$$\text{_____}, \text{_____}, \\ \text{_____}, \text{_____}.$$

7. (本题 4 分) w001

波长为 500 nm 的单色光垂直照射到缝宽为 0.25 mm 的单缝上，单缝后放置一凸透镜，在凸透镜的焦平面上放置一屏幕，用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 12 mm ，则凸透镜的焦距为_____m。

8. (本题 4 分) w002

要使一束线偏振光通过偏振片后，振动方向转过 90° ，至少需要_____块理想偏振片，在此情况下，透射光强最多是原来光强的_____倍。

9. (本题 4 分) w003

一宇航员在 160 km 高空，恰好能分辨地面上的两个点光源（波长为 550 nm ），假定宇航员瞳孔的直径为 5.0 mm ，则此两点光源的间距为_____m。

10. (本题 4 分) t001

热核爆炸中，火球（可视为绝对黑体）的瞬时温度达到 10^7 K ，则辐射最强的波长为_____m；这种波长的光子能量为_____J。

11. (本题 4 分) t002

一质量为 $1.0 \times 10^{-15}\text{ kg}$ 、运动速度为 $2.0 \times 10^{-3}\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的病毒分子，其相应的德布罗意波长为_____m；动能为 120 eV 的电子，其相应的德布罗意波长为_____m。

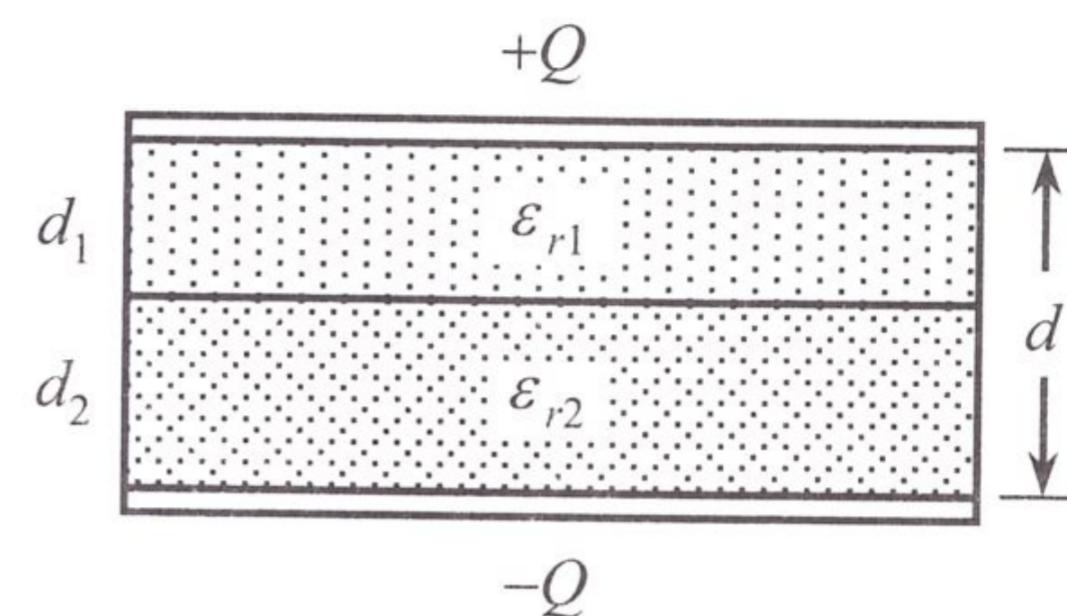
12. (本题 4 分) w004

在康普顿效应中，波长为 λ_0 的入射光子与静止的自由电子碰撞后散射，若散射光子的波长为 λ ，则反冲电子获得的动能为_____。

二、计算题：（共 6 题，共 52 分）

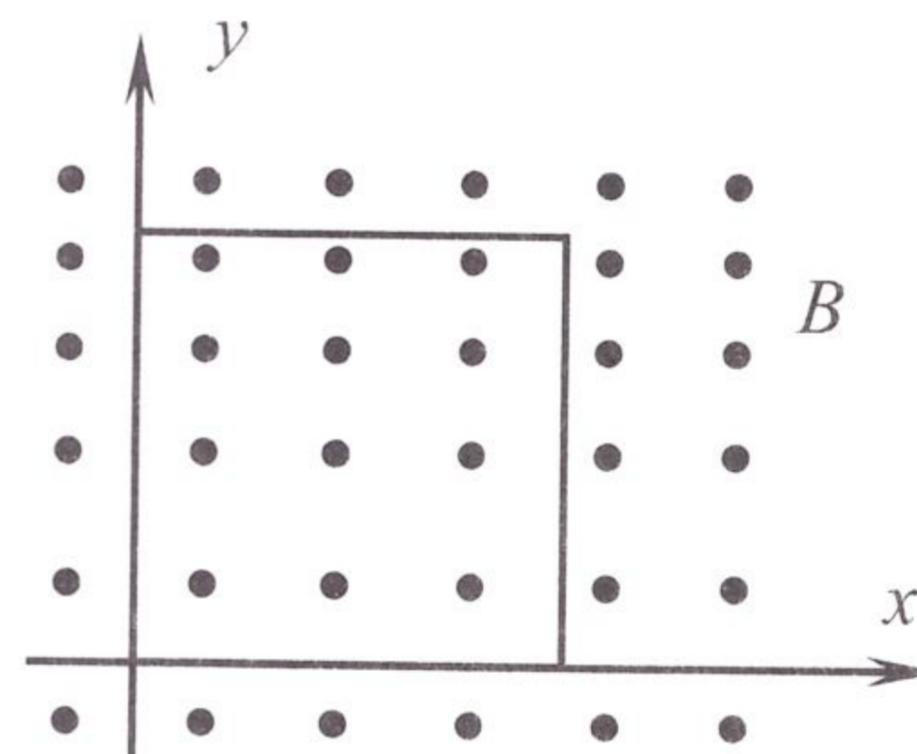
1. (本题 8 分) 1541

得分
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) 电容器储存的能量。



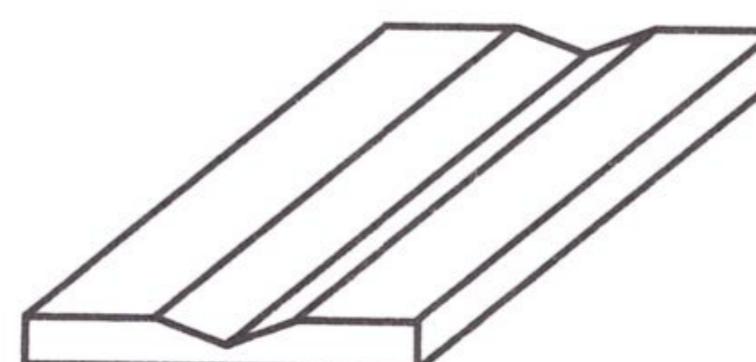
2. (本题 8 分) jt001

得分
一非均匀磁场磁感应强度的变化规律为 $B = 4t^2y$ (SI)，方向垂直纸面向外。磁场中有一边长为 0.2 m 的正方形线框，其位置如图所示。试确定 $t = 0.25$ s 时线框中感应电动势的大小和方向。



3. (本题 10 分) yt001

得分
如图所示，在折射率为 $n_3 = 1.5$ 的平面玻璃上刻有一截面为等腰三角形的浅槽，内装肥皂水 ($n_2 = 1.33$)。若用波长为 600 nm 黄光垂直照射，从反射光中观察到肥皂水面面上共有 15 条暗条纹。求 (1) 试定性描述条纹的形状；(2) 反射光中观察到的明条纹的条数；(3) 液体最深处的深度。



4. (本题 10 分) w005

得分

用波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射在宽为 3 cm, 共有 5000 条缝的光栅上, 求:

- (1) 光栅常数 d ; (2) 第二级主极大的衍射角 θ ; (3) 光屏上可以看到的条纹的最大级次 (不考虑光栅的缺级).

5. (本题 8 分) t003

得分

用波长 $\lambda = 102.3 \text{ nm}$ 的单色光激发 (基态) 氢原子使其发光, 求氢原子所发光的波长.

6. (本题 8 分) 4743

得分

光电管的阴极用逸出功为 $A = 2.2 \text{ eV}$ 的金属制成, 今用一单色光照射此光电管, 阴极发射出光电子, 测得遏止电势差为 $|U_a| = 5.0 \text{ V}$, 试求:

- (1) 光电管阴极金属的光电效应红限波长;
(2) 入射光的波长.

2019–2020 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试参考解答 (A)

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

$$1. U = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}R} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_02R} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}R} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0R}(\sqrt{2}q_1 + q_2 + \sqrt{2}q_3)$$

$$2. B_{ca}=0, B_{bd}=0, B_{a\perp b}=-B_{a\perp b}; B=0$$

$$3. p_{m2}=S_2I_2=2S_12I_1=4S_1I_1=4p_{m1}; \text{ 故 } M_2=p_{m2}B\sin 90^\circ=4p_{m1}B\sin 90^\circ=4M_1$$

$$4. \Phi_m = BS = \mu_0\mu_r \frac{N}{L}IS; \mu_r = 497$$

$$5. U_N - U_M = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_a^{a+l} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} v dl = \frac{\mu_0 I g t}{2\pi} \ln \frac{a+l}{a}$$

$$6. \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV; \oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}; \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0, \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$$

$$7. a\sin\theta = \pm 3\lambda; \sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{f}; \Delta x_3 = x_3 - x_{-3} = 6f \frac{\lambda}{a} = 12 \text{ 可求出. } f = 1 \text{ m}$$

$$8. \text{ 至少需要 2 块; } I_2 = I\cos^2\alpha\cos^2\beta = I\cos^2\alpha\sin^2\alpha = \frac{I}{4}\sin^2(2\alpha); I_{2\max} = \frac{I}{4}$$

$$9. \theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D} = \frac{\Delta x}{L}, \Delta x = 1.22 \frac{\lambda}{D} L = 1.22 \frac{550 \times 10^{-9}}{5.0 \times 10^{-3}} \times 160 \times 10^3 = 21.472 \text{ m}$$

$$10. \lambda_m = \frac{b}{T} = 2.898 \times 10^{-10} \text{ (m)}; E = h\nu = h \frac{c}{\lambda_m} = 6.86 \times 10^{-16} \text{ (J)}$$

$$11. \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = 3.315 \times 10^{-16} \text{ (m)}, \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = 1.12 \times 10^{-10} \text{ (m)}$$

$$12. E_k = mc^2 - m_0c^2 = h\nu_0 - h\nu = hc\left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}\right)$$

二、计算题：(共 52 分)

$$1. (1) E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon_{r1}} = \frac{Q}{\epsilon_0\epsilon_{r1}S}, E_2 = \frac{Q}{\epsilon_0\epsilon_{r2}S}; U = E_1d_1 + E_2d_2 = \frac{Q(d_1\epsilon_{r2} + d_2\epsilon_{r1})}{\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S}$$

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

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

$$2. \quad d\Phi_m = \vec{B} \cdot d\vec{S} = 4t^2 y \cdot ady; \quad \Phi_m(t) = \int_0^a 4t^2 a y dy = 2t^2 a^3$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -4a^3 t = -8.0 \times 10^{-3} (\text{V}) \quad \text{顺时针}$$

3. (1) 干涉条纹是明暗相间的平行直线。

(2) $n_1 < n_2 < n_3$; 肥皂水边缘为明条纹, 共有 16 条明条纹

$$(3) \quad \delta = 2n_2 e = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2 \dots \text{共有 } 15 \text{ 条暗条纹, 正中央必为暗纹,}$$

$$\text{且 } k=7: \quad e_{\max} = \frac{(2k+1)\lambda}{4n_2} = 1.69 \times 10^{-6} (\text{m})$$

$$4. \text{ 解: (1)} \quad d = \frac{3.0 \times 10^{-2}}{5000} = 6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$(2) \quad d \sin \theta = \pm k \lambda \quad (k=0, 1, 2, \dots); \quad \sin \theta_2 = 2 \frac{\lambda}{d} = 2 \times \frac{600 \times 10^{-9}}{6 \times 10^{-6}} = 0.2$$

$$\theta_2 = \arcsin 0.2 = 11.5^\circ$$

$$(3) \quad \text{衍射角 } -90^\circ < \theta < 90^\circ, \quad -1 < \sin \theta < 1: \quad -10 = -\frac{d}{\lambda} < k = \frac{d \sin \theta}{\lambda} < \frac{d}{\lambda} = 10$$

故屏上能看到的最大级次为 9 (或 $2 \times 9 + 1 = 19$ 条)

$$5. \text{ 解: 波长为 } \lambda = 102.3 \text{ nm 的光子能量为: } E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = 12.15 (\text{eV})$$

$$-13.6 \left(\frac{1}{n^2} - 1 \right) = 12.15, \quad n^2 = \frac{13.6}{1.45} = 9.38, \quad \text{得 } n = 3.$$

氢原子再从 $n=3$ 激发态向下跃迁:

$$3 \rightarrow 1 \quad \frac{1}{\lambda_{31}} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right), \quad \lambda_{31} = 102.6 \text{ nm}$$

$$3 \rightarrow 2 \quad \frac{1}{\lambda_{32}} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right), \quad \lambda_{32} = 656.3 \text{ nm}$$

$$2 \rightarrow 1 \quad \frac{1}{\lambda_{21}} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right), \quad \lambda_{21} = 121.5 \text{ nm}$$

$$6. (1) \quad A = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}, \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A} = 5.65 \times 10^{-7} (\text{m})$$

$$(2) \quad E_{\max} = e|U_a|, \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda} = e|U_a| + A; \quad \lambda = \frac{hc}{e|U_a| + A} = 173 (\text{nm})$$

浙江大学 20_20 - 20_21 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: 2020 年 11 月 17 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_____ 编号_____

题序	填空	计算 1	计算 2	计算 3	计算 4	总分
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 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

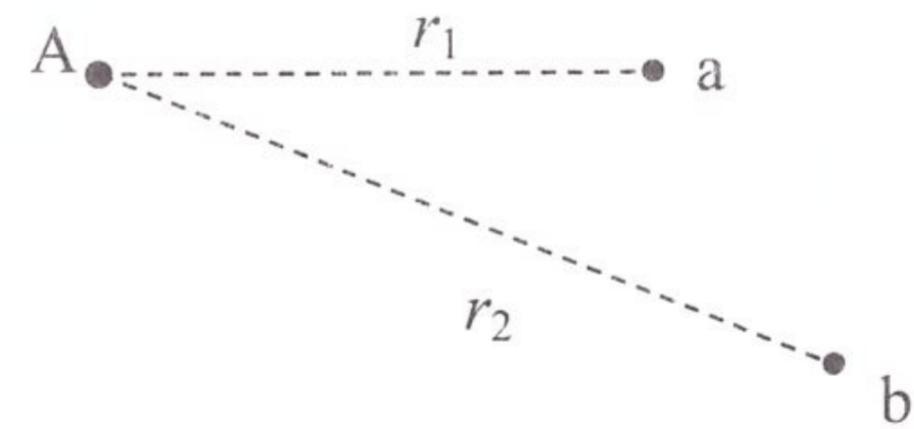
真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、填空题: (每题 4 分, 共 60 分)

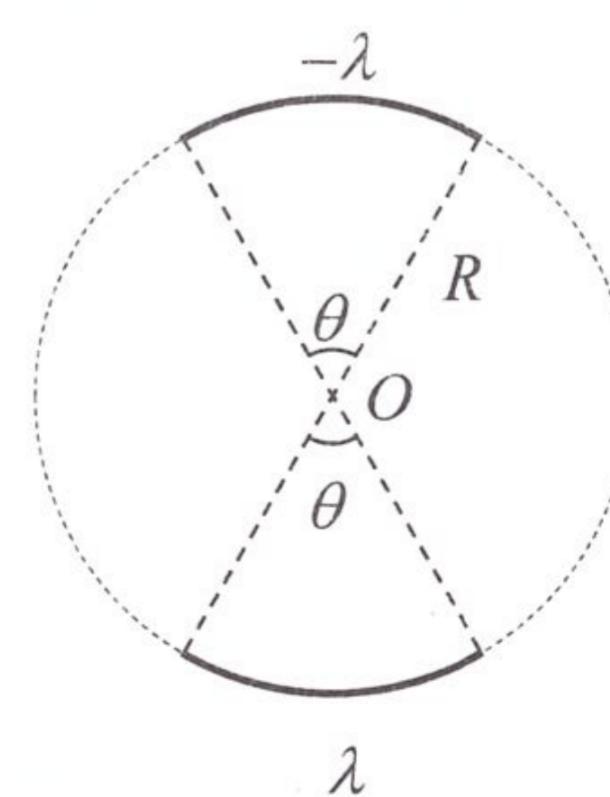
1. (本题 4 分) 5085

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 _____.



2. (本题 4 分) w001

如图所示, 两段形状相同的圆弧共心对称放置, 圆弧半径为 R , 圆心角为 θ , 均匀带电, 线电荷密度分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$. 若以无穷远处为电势零点, 则圆心 O 点处的电势为 _____.



3. (本题 4 分) w002

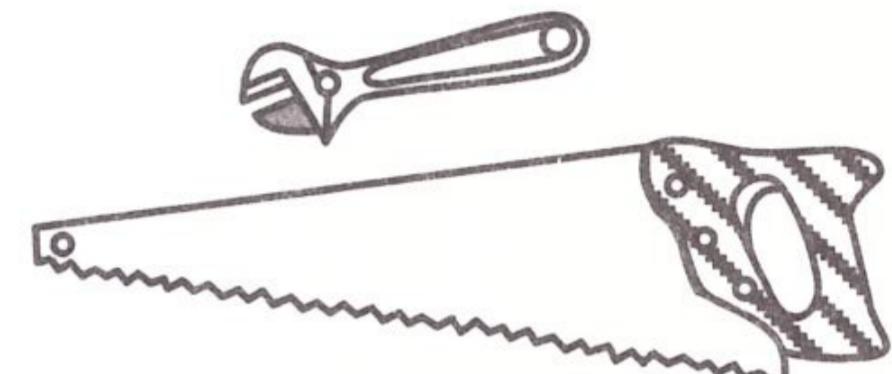
若空间某区域存在电场, 其电势表达式为 $V = 80x^2 + 60y^2$, 则该区域中某一点 P(-2, 4, 6) m 处的电场强度 $\vec{E} =$ _____ V/m.

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 $Q_a = \underline{\hspace{1cm}}$, $Q_b = \underline{\hspace{1cm}}$.

5. (本题 4 分) t001

如图所示的两个金属物体各带有净电荷 3.8×10^{-11} C 和 -3.8×10^{-11} 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 7.6×10^{-11} C 和 -7.6×10^{-11} C, 则该系统的电容变为 $\underline{\hspace{1cm}}$ F; 两物体间的电势差变为 $\underline{\hspace{1cm}}$ 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 $\underline{\hspace{1cm}}$ 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 $\underline{\hspace{1cm}}$ C.

7. (本题 4 分) w004

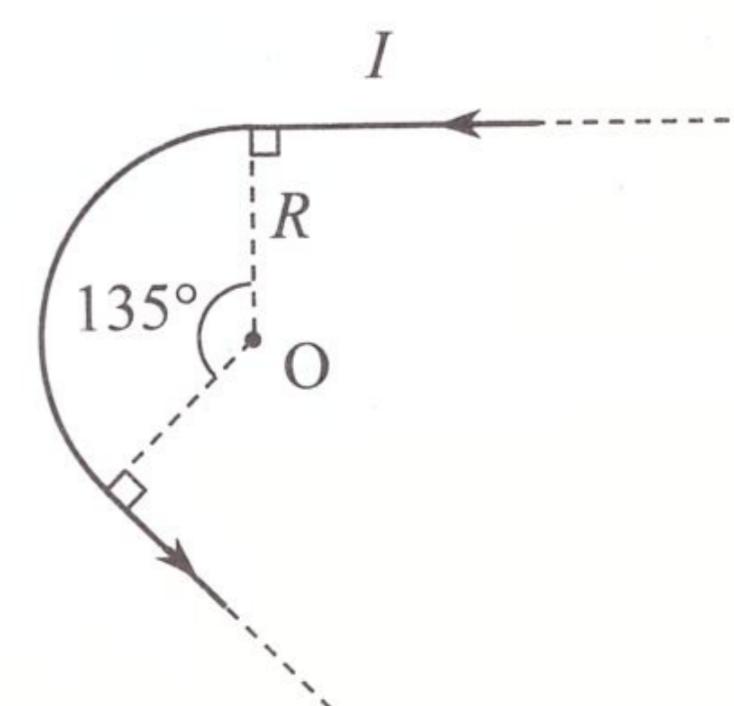
一片二氧化钛晶片, 面积为 1.0 cm^2 , 厚度为 0.1 mm, 把平行板电容器的两极板紧贴在晶片两侧. 若在电容器的两极板加上 12 V 电压时, 电容器内电场强度大小为 $\underline{\hspace{1cm}}$ V/m; 若二氧化钛的相对介电常量为 173, 则其表面的极化电荷面密度大小为 $\underline{\hspace{1cm}}$ C/m².

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 $\underline{\hspace{1cm}}$, 铁杆中的电流密度为 $\underline{\hspace{1cm}}$ A/m².

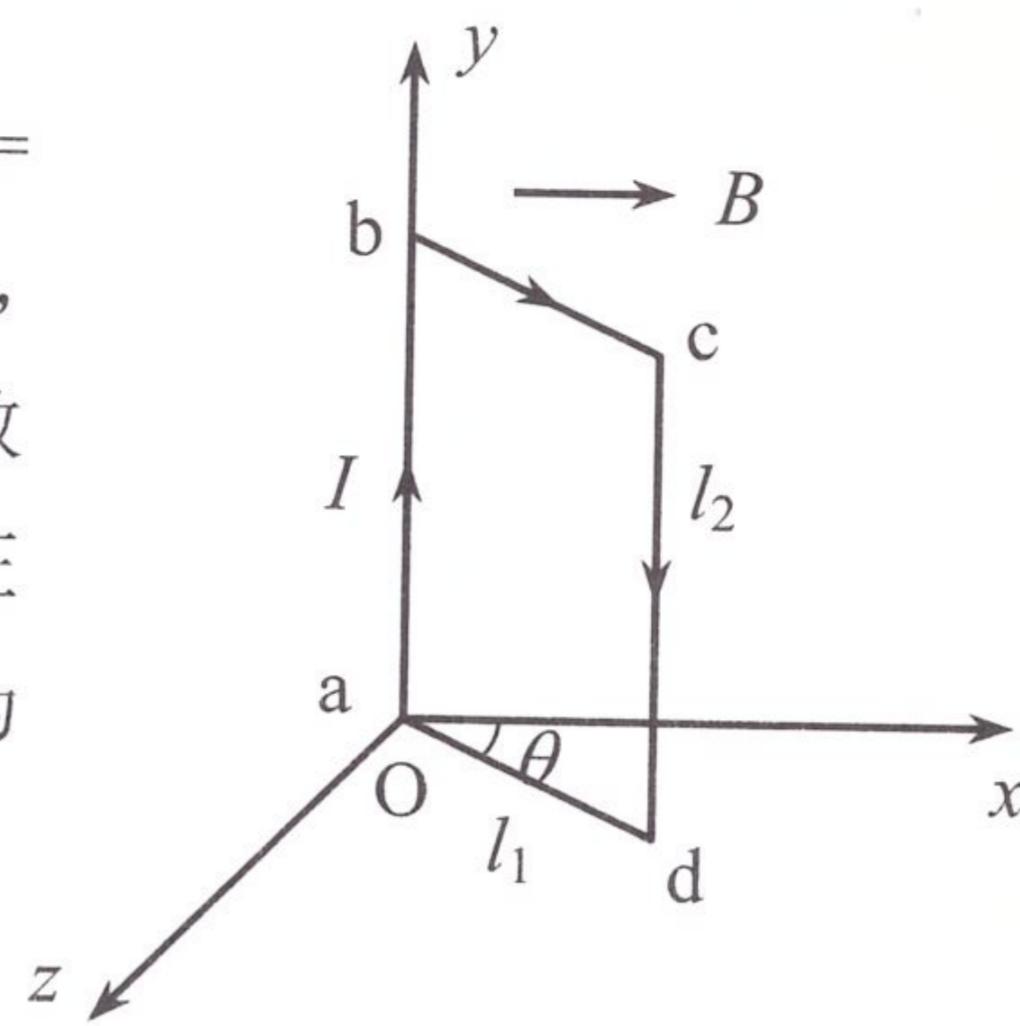
9. (本题 4 分) t002

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 $\underline{\hspace{1cm}}$; 方向为 $\underline{\hspace{1cm}}$.



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 _____ N·m.

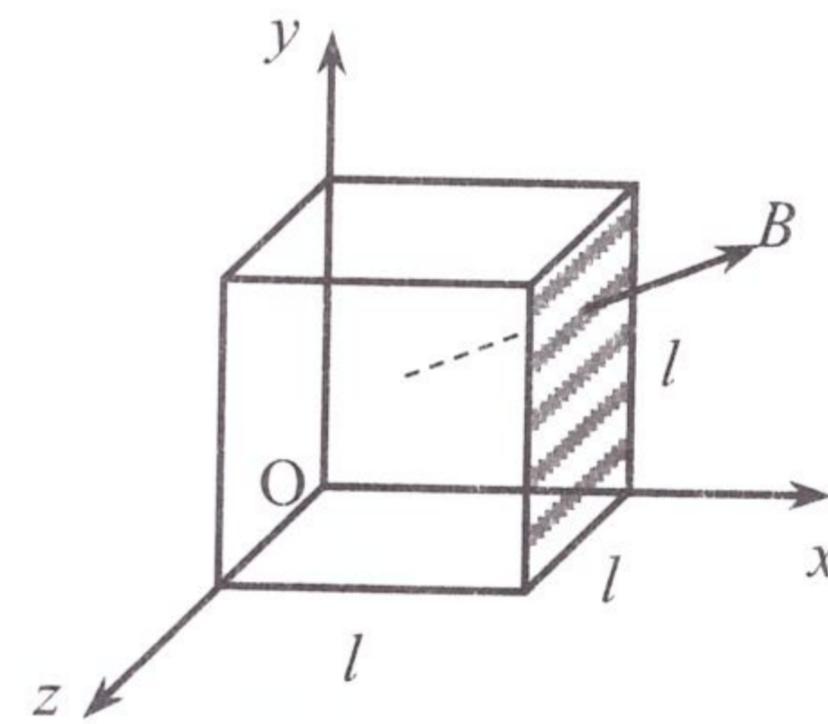


11. (本题 4 分) w006

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 $B = \underline{\hspace{2cm}}$ T, 该带电质点轨道运动的磁矩大小 $p_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} \cdot \text{m}^2$.

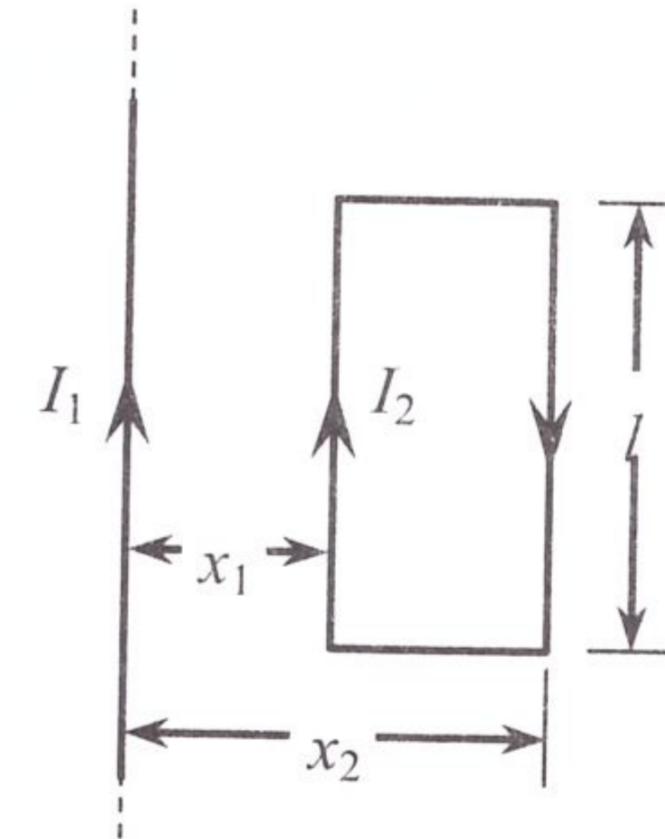
12. (本题 4 分) w007

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 $\underline{\hspace{2cm}}$ 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 $\underline{\hspace{2cm}}$ N.



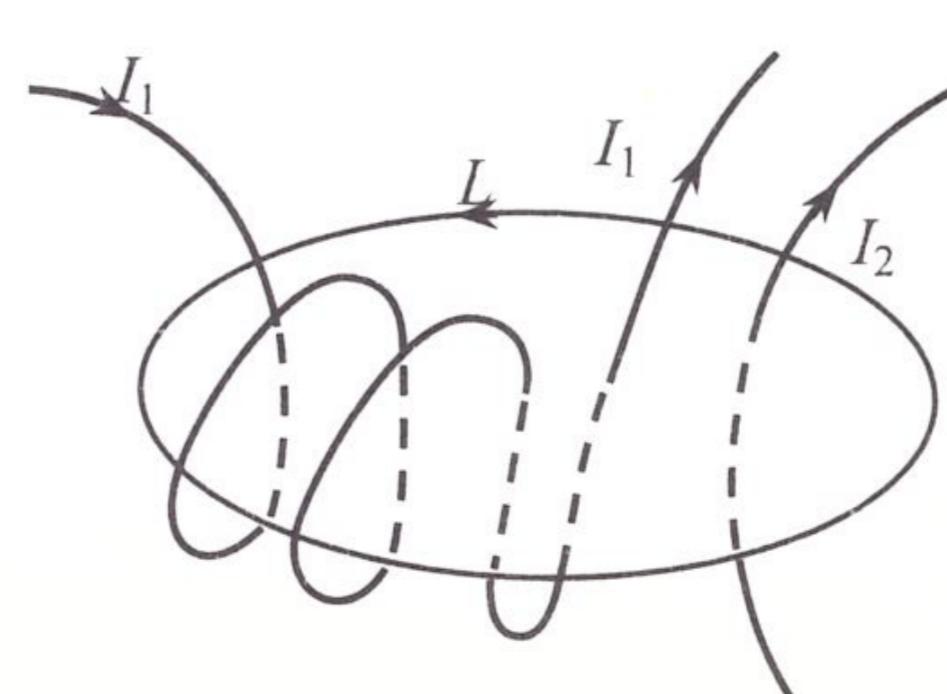
14. (本题 4 分) w008

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

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

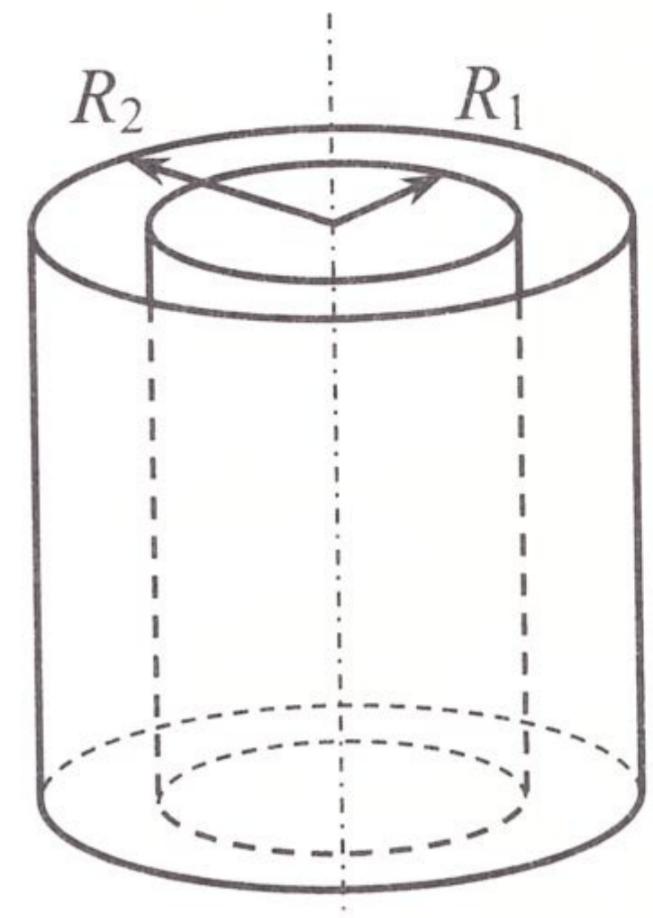


二、计算题（每题 10 分，共 40 分）

得 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。



得 分

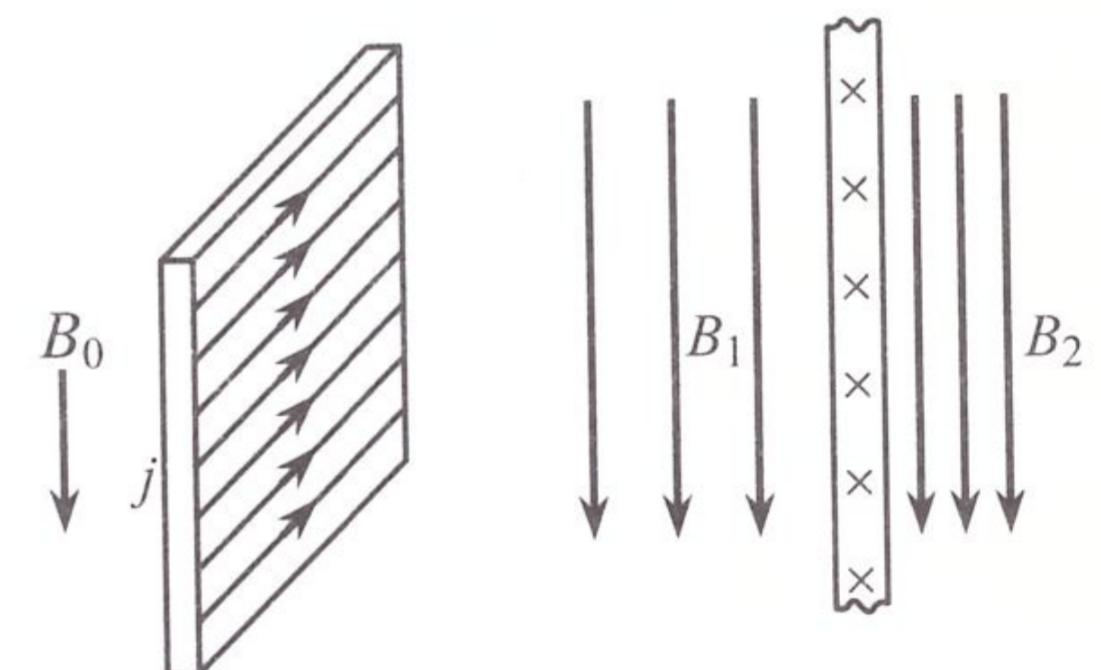
2. (本题 10 分) t003

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。

得 分

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 。



得 分

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

二、计算题: (每题 10 分, 共 40 分)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

浙江大学 20_20 - 20_21 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)

课程号: 761T0040, 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 1 月 23 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	一	二	三	四	五	六	总分
得分								
评卷人								

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

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

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

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

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

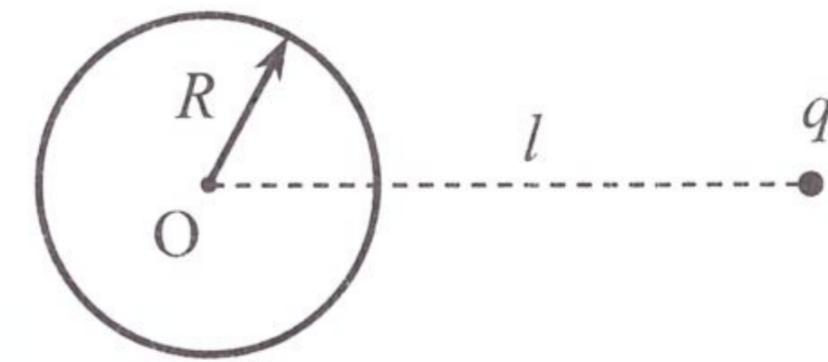
斯忒潘-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

得分

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

1. (本题 4 分) 1382

半径为 R 的金属球原来不带电, 在球外离球心 O 的距离为 l 处放一点电荷, 电量为 q , 如图所示. 若取无穷远处为电势零点, 则静电平衡后金属球表面处的电势 $V =$ _____.

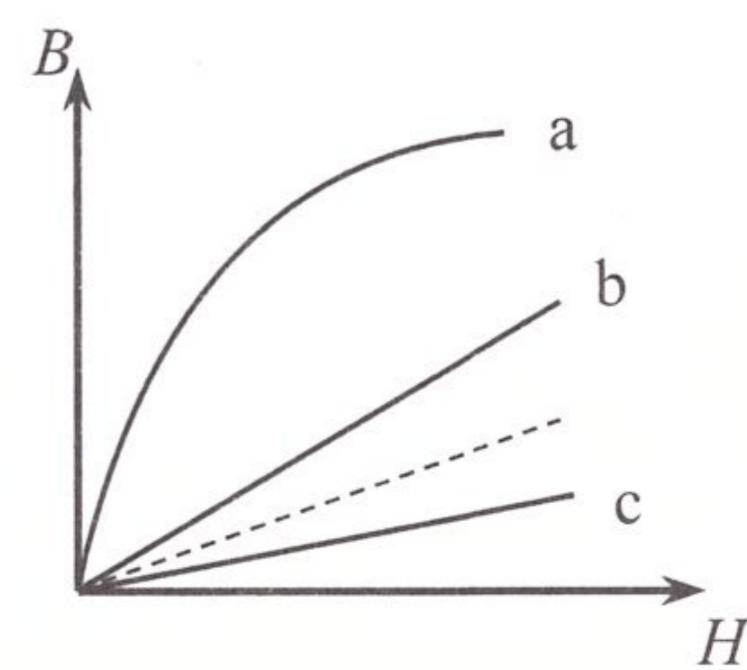


2. (本题 4 分) w001

一长直载流导线, 沿空间直角坐标系的 Oy 轴放置, 电流沿 y 轴正向, 在原点 O 点处取一电流元 Idl , 则该电流元在 $(a, 0, 0)$ 处产生的磁感应强度大小为 _____, 方向为 _____.

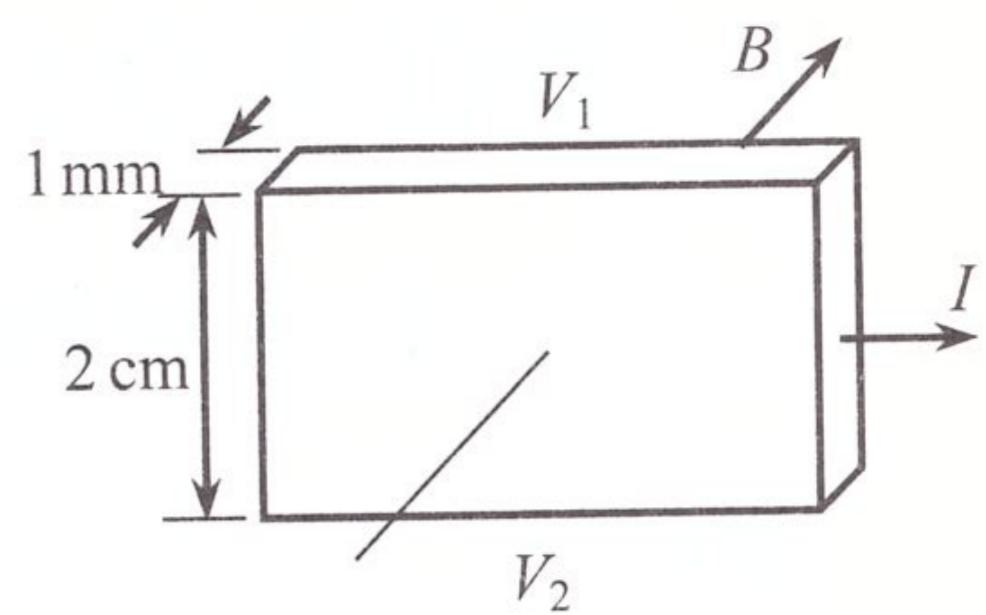
3. (本题 4 分) w002

如图所示为几种不同磁介质的 B ~ H 关系曲线, 其中虚线表示的 B ~ H 关系为 $B = \mu_0 H$, a 表示铁磁质的 B ~ H 关系曲线, 则 b 表示 _____ 的 B ~ H 关系曲线; c 表示 _____ 的 B ~ H 关系曲线.



4. (本题 4 分) y001

将一宽为 2.0 cm、厚为 1.0 mm 的铜片放在 $B=1.5$ T 的磁场中, 铜片中载有 200 A 的电流。如果铜的载流子浓度 $n=8.4\times10^{28}/\text{m}^3$, 则在铜片两侧之间的霍尔电势差 $V_H=$ _____ V.

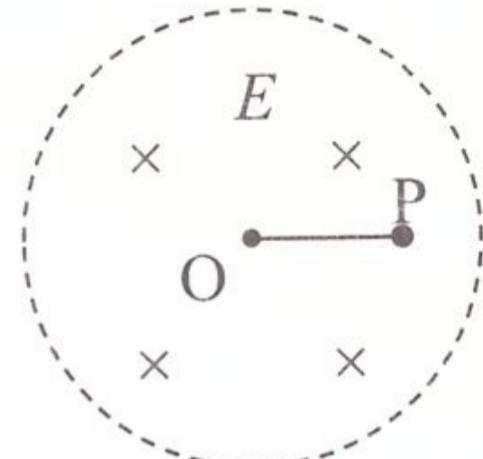


5. (本题 4 分) w003

将电阻 $R=10 \Omega$ 的导线制成一半径为 $r=10$ cm 的闭合圆形线圈, 并放置于均匀磁场中, 磁场方向垂直于线圈平面。欲使导线中形成 $i=0.01$ A 的稳定感应电流, 磁感应强度 B 的变化率应为 $\frac{dB}{dt}=$ _____ T/s.

6. (本题 4 分) w004

如图所示为一圆柱体的横截面, 圆柱体内有一均匀电场 E , 其方向垂直于纸面向内, E 的大小随时间 t 线性增加。圆柱体内某点 P 离开轴线的距离为 r , 则 P 点处位移电流密度的方向为 _____; 位移电流在 P 点处所激发磁场的方向为 _____。



7. (本题 4 分) 3162

真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B, 若 A、B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为 _____.

8. (本题 4 分) t001

水的折射率为 1.33, 玻璃的折射率为 1.50。当光由水中射向玻璃而反射时, 起偏角为 _____。当光由玻璃射向水中而反射时, 起偏角又为 _____.

9. (本题 4 分) y002

在通常亮度下, 人眼瞳孔直径约为 3 mm, 对波长为 550 nm 的绿光, 人眼的最小分辨角约为 _____ rad.

10. (本题 4 分) w005

当用波长为 310 nm 的紫外光照射逸出功为 2.0 eV 的金属材料时, 光电子的最大初动能是 _____ eV.

11. (本题 4 分) y003

一个质量为 $m=1$ kg、速度为 $v=10$ m/s 的足球, 其德布罗意波的波长为 $\lambda=$ _____ m, 一个动能为 100 eV 的电子, 其德布罗意波长 $\lambda_e=$ _____ m.

12. (本题 4 分) y004

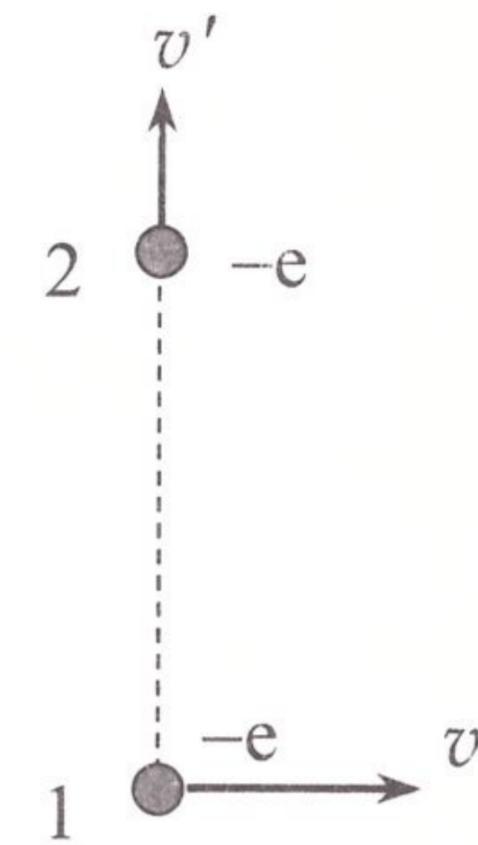
氢光谱中, 莱曼系的最短波长为 $\lambda_{\min}=$ _____ nm, 莱曼系的最长波长 $\lambda_{\max}=$ _____ nm.

二、计算题：（共 6 题，共 52 分。）

得分

1. (本题 8 分) j001

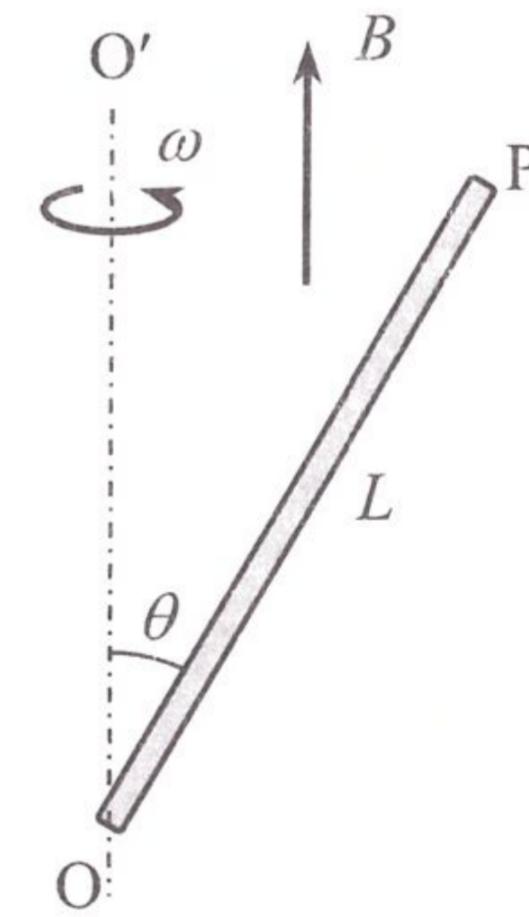
两个电子在同一平面内沿互相垂直的方向运动，速度分别为 $v = 3.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 和 $v' = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 。当它们在如图所示的位置且相距为 $8.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ 时，试求第一个电荷作用在第二个电荷上的磁力和第二个电荷作用在第一个电荷上的磁力。



得分

2. (本题 8 分) w006

如图所示，长为 L 的导体棒 OP ，处于均匀磁场中，并绕 OO' 轴以角速度 ω 旋转，棒与转轴间的夹角恒为 θ ，磁感应强度 B 与转轴平行。试求 OP 棒转到图示位置时的感应电动势。



得分

3. (本题 8 分) 3195

用波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的单色光作牛顿环实验，测得第 k 个暗环半径 $r_k = 4 \text{ mm}$ ，第 $k+10$ 个暗环半径 $r_{k+10} = 6 \text{ mm}$ ，试求平凸透镜的凸面的曲率半径 R 。

得 分

4. (本题8分) 3222

一束由两种波长 λ_1 和 λ_2 所组成的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长 λ_1 的第三级主极大衍射角和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30° . 已知 $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$, 试求:

- (1) 光栅常数 $a+b$;
- (2) 波长 λ_2 .

得 分

5. (本题 10 分) 5233

设康普顿效应中入射X射线(伦琴射线)的波长 $\lambda = 0.0700 \text{ nm}$, 散射的X射线与入射的X射线垂直, 试求:

- (1) 反冲电子的动能 E_k ;
- (2) 反冲电子运动的方向与入射的X射线之间的夹角 θ .

(计算结果、中间结果均取3位有效数字)

得 分

6. (本题 10 分) w007

粒子在宽度为 a 的一维矩形无限深势阱中运动, 若粒子处于某定态时, 势阱内的定态波函数为: $\Psi(x) = A \sin \frac{3\pi x}{a}$, $0 < x < a$, 势阱外各处都为零. 试求:

- (1) 归一化常量 A ;
- (2) 势阱内各处发现粒子的概率密度;
- (3) 在 $0 < x < a/3$ 区域发现粒子的概率.

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

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

$$1. U_R = U_O = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{\sum q}{4\pi\epsilon_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}$$

$$2. d\bar{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \hat{r}}{r^2}, dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin 90^\circ}{a^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{a^2}; z 轴负方向.$$

3. 顺磁质；抗磁质.

$$4. V_H = \frac{1}{nq} \frac{IB}{d} = \frac{200 \times 1.5}{8.4 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^{-3}} = 2.23 \times 10^{-5} (\text{V}) = 22.3 \mu\text{V}$$

$$5. \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt}, i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\pi r^2}{R} \frac{dB}{dt}, \frac{dB}{dt} = -\frac{iR}{\pi r^2} = -3.18 \text{ T/s}$$

$$6. \vec{j}_d = \frac{d\vec{D}}{dt} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{d\vec{E}}{dt}, \text{ 垂直纸面向内；顺时针切向或竖直向下}$$

$$7. \delta = \frac{\Delta\phi}{2\pi} \lambda = \frac{3\pi}{2\pi} \lambda = 1.5\lambda$$

$$8. \tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.5}{1.33}, i_0 = 48^\circ 26'; \tan i'_0 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.33}{1.5}, \text{ 得 } i'_0 = 41^\circ 34'$$

$$9. \theta_1 = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 2.24 \times 10^{-4}$$

$$10. E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 4.01 \text{ eV}, \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W = 2.01 \text{ eV}$$

$$11. \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = 6.63 \times 10^{-35} (\text{m}), \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = 1.23 \times 10^{-10} (\text{m})$$

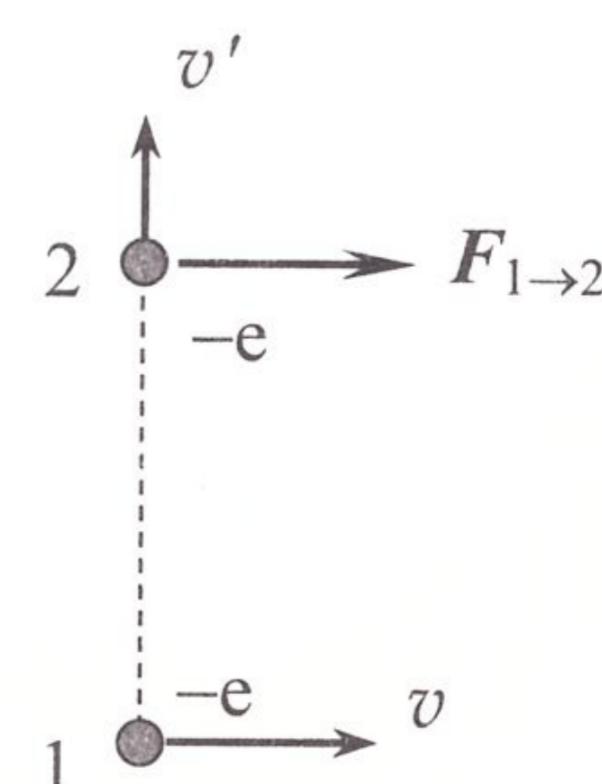
$$12. \frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right), \lambda_{\min} = 91.2 \text{ nm}; \frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right), \lambda_{\max} = 121.5 \text{ nm}$$

二、计算题：(共 52 分)

$$1. \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \vec{r}}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$B_{2 \rightarrow 1} = 0, B_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2}, \text{ 方向垂直纸面向里. 故有: } F_{2 \rightarrow 1} = 0$$

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -e\vec{v}' \times \vec{B}_{12}, F_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 e^2 vv'}{4\pi r^2} = 1.2 \times 10^{-12} (\text{N}), \text{ 方向如图}$$

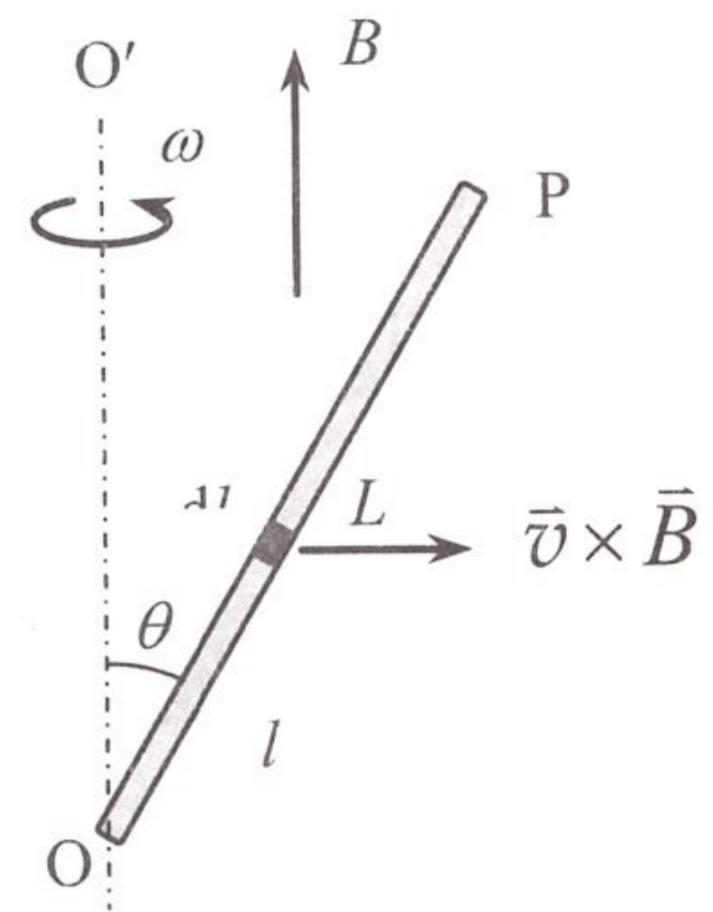


2. 设动生电动势 O→P, $d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \bullet d\vec{l} = vB \sin 90^\circ dl \cos(90^\circ - \theta)$

$$= \omega r B \sin 90^\circ dl \sin \theta = \omega l \sin \theta \cdot B \sin 90^\circ dl \sin \theta = B \omega l \sin^2 \theta dl$$

$$\varepsilon = \int_0^L B \omega l \sin^2 \theta dl = \frac{1}{2} BL^2 \omega \sin^2 \theta$$

动生电动势 O→P



$$3. r_k = \sqrt{k\lambda R}, \quad r_{k+10} = \sqrt{(k+10)\lambda R}$$

$$R = \frac{(r_{k+10}^2 - r_k^2)}{10\lambda} = 4 \text{ m}$$

$$4. (1) (a+b) \sin 30^\circ = 3\lambda_1, \quad a+b = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ cm} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ nm}$$

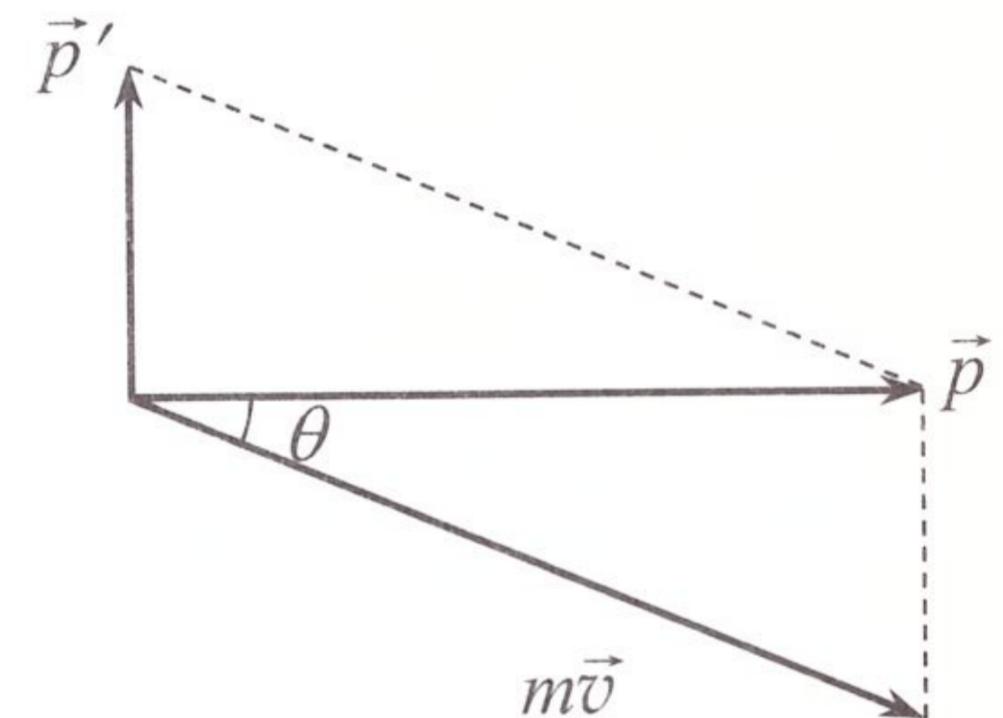
$$(2) (a+b) \sin 30^\circ = 4\lambda_2, \quad \lambda_2 = \frac{(a+b) \sin 30^\circ}{4} = 420 \text{ nm} = 420 \text{ nm}$$

$$5. \Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \varphi) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \frac{\pi}{2}) = 0.0024 \text{ nm}, \quad \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} = 0.0724 \text{ nm}$$

$$(1) m_e c^2 + h\nu = h\nu' + mc^2, \quad \text{且 } E_k = mc^2 - m_e c^2$$

$$E_k = h\nu - h\nu' = \frac{hc(\lambda' - \lambda)}{\lambda\lambda'} = 9.42 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$(2) mv = \sqrt{p^2 + p'^2} = \sqrt{\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2}$$



$$\cos \theta = \frac{p}{mv} = \frac{h/\lambda}{\sqrt{(h/\lambda)^2 + (h/\lambda')^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\lambda/\lambda')^2}}, \quad \theta = \cos^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 + (\lambda/\lambda')^2}} = 44.0^\circ$$

$$6. (1) \int_0^a A^2 \sin^2 \frac{3\pi x}{a} dx = 1, \quad \int_0^a \frac{A^2}{2} \left(1 - \cos \frac{6\pi x}{a}\right) dx = \frac{A^2}{2} \left(1 - \frac{a}{6\pi} \sin \frac{6\pi x}{a}\right) \Big|_0^a = 1$$

$$\frac{A^2}{2} a = 1, \quad A = \sqrt{\frac{2}{a}}, \quad \Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a}$$

$$(2) p(x) = |\Psi'(x)| = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi x}{a}$$

$$(3) P_n(x) = \int_0^{a/3} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi}{a} x dx = \frac{1}{3}$$

浙江大学 20_21 - 20_22 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: 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.

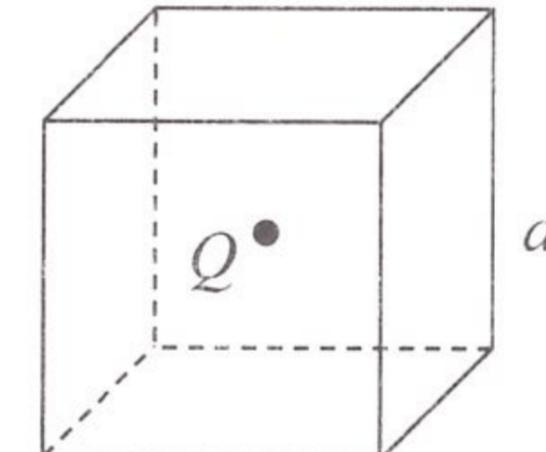
考生姓名_____ 学号_____ 所属院系_____ 任课老师_____ 编号_____

题序	填空	(一)	(二)	(三)	(四)	总分
得 分						
评卷人						

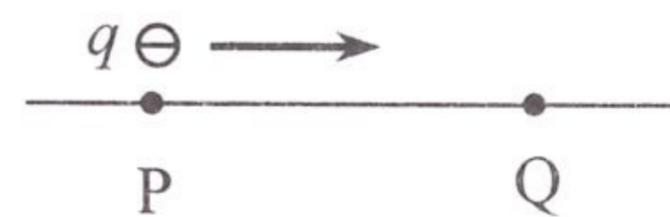
电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、填空题: (每题 4 分, 共 60 分)

1. (本题 4 分) w001

在边长为 a 的立方体中心处放置一点电荷 Q , 若取无穷远处为电势零点, 则该立方体顶点处的电势为 $V = \underline{\hspace{2cm}}$.

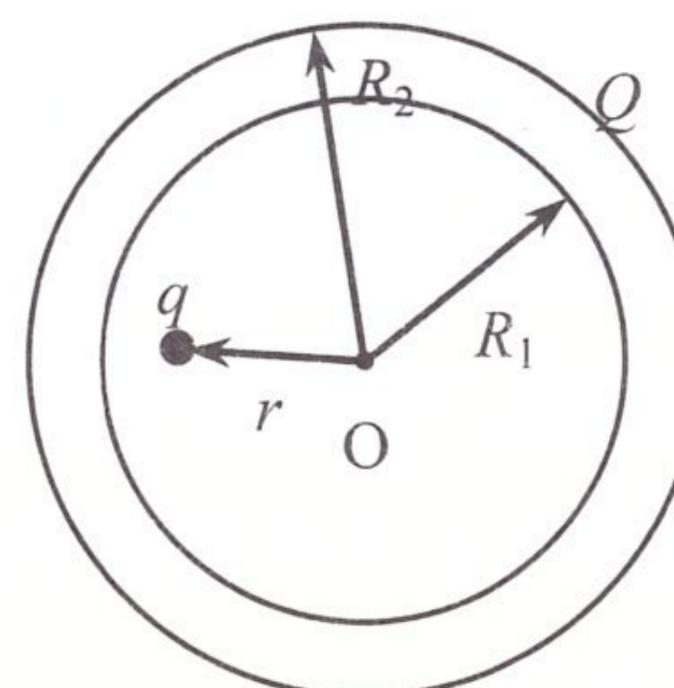
2. (本题 4 分) w002

如图所示, 一电量为 $q = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的点电荷在电场力作用下, 从 P 点移到 Q 点, 此过程中电场力对它做功 $W = 3 \times 10^{-2} \text{ J}$, 则 P、Q 两点中 点电势高, 高 V.

3. (本题 4 分) j001

某区域内电场的电势分布函数为 $V = ax^2 + bxy - cz^3$, 其中 a 、 b 、 c 为常量. 则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$.

4. (本题 4 分) t001

如图所示, 有一球形金属空腔, 内半径为 R_1 , 外半径为 R_2 , 其上带有电荷 $+Q$; 空腔内与球心 O 相距 r 处有一点电荷 q , 则空腔内表面的电量为 , 空腔外表面的电量为 .

5. (本题 4 分) y001

计算机键盘的每一个键下面均连有一小块金属片, 它下面隔一定的空气隙是一块固定的金属片, 这样两块金属片就组成了一个小平行板电容器。当键被按下时, 此小电容器的电容就发生变化, 与之相连的电子线路就能检测出是哪个键被按下了, 从而给出相应的信号。设每个金属片的面积是 50 mm^2 , 两金属片之间的距离为 0.6 mm 。如果电子线路能检出的电容变化是 0.25 pF , 那么为了给出必要的信号, 需将键按下的距离至少为 _____ mm。

6. (本题 4 分) 5380

一平行板电容器中充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。已知介质两表面极化电荷面密度分别为 $\pm\sigma'$, 则极化电荷在电容器中产生的电场强度大小为 _____。

7. (本题 4 分) w003

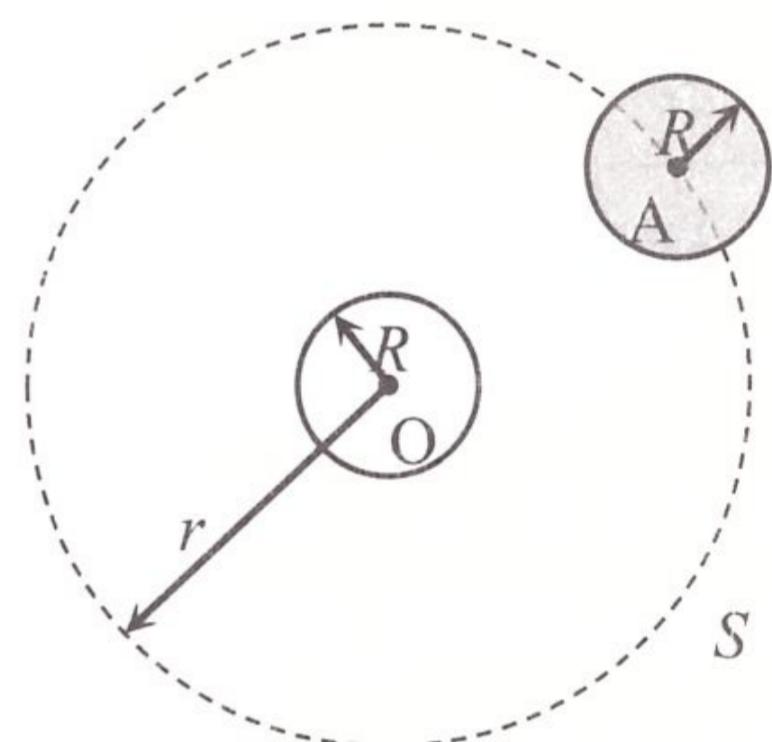
已知真空中有一半径为 R , 带电量为 Q 的导体球, 测得距球心 O 距离为 r 的 A 点处场强为 $\vec{E}_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$ 。现以 A 为重心, 再放上一半径为 R 、相对介电常数为 ϵ_r 的电介质球, 如图所示。则此时下列公式中正确的是 _____。

A. A 点的场强 $\vec{E}'_A = \frac{\vec{E}_A}{\epsilon_r}$

B. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$

C. $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q$

D. 介质球表面极化电荷面密度为 $\sigma' = \frac{Q}{4\pi R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right)$



8. (本题 4 分) w004

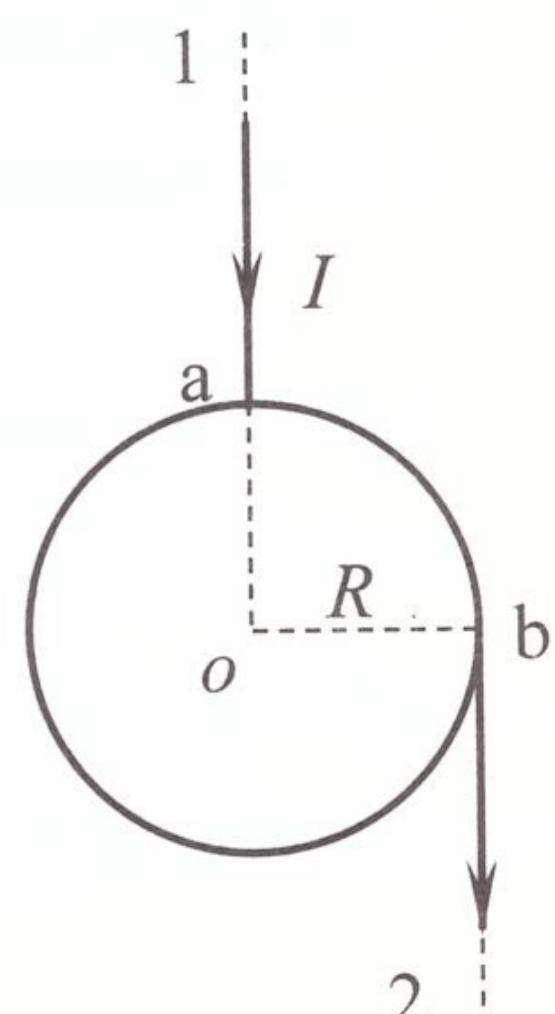
一平行板电容器圆形极板的半径为 $r = 10.0 \text{ cm}$, 两极板之间为真空, 且相距 $d = 1.00 \text{ mm}$ 。当两极板的电势差为 $V = 100 \text{ V}$ 时, 电容器内部电场的能量密度为 _____ J/m^3 , 该电容器储存的能量为 _____ J。

9. (本题 4 分) w005

技术上为了安全, 铜线内电流密度不得超过 6 A/mm^2 , 某工厂车间需要用电 20 A , 则导线的直径不得小于 _____ mm。

10. (本题 4 分) 5481

在真空中, 电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一电阻均匀分布的圆环, 再由 b 点沿切向流出, 经长直导线 2 返回电源, 如图所示。已知直导线上的电流强度为 I , 圆环半径为 R , $\angle aob = 90^\circ$ 。则圆心 o 点处的磁感应强度大小为 $B =$ _____, 方向为 _____。

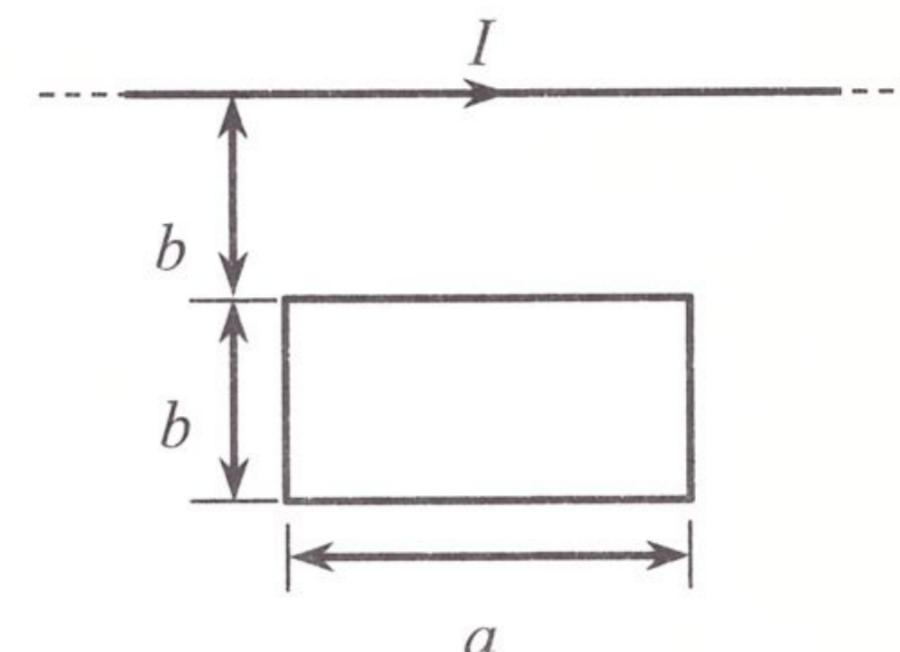


11. (本题 4 分) 2652

在磁场空间分别取两个闭合回路，若两个回路各自包围的载流导线根数不同，但电流的代数和相同。则磁感应强度沿各闭合回路的线积分_____；两个回路上的磁场分布_____。(填：相同、不相同)。

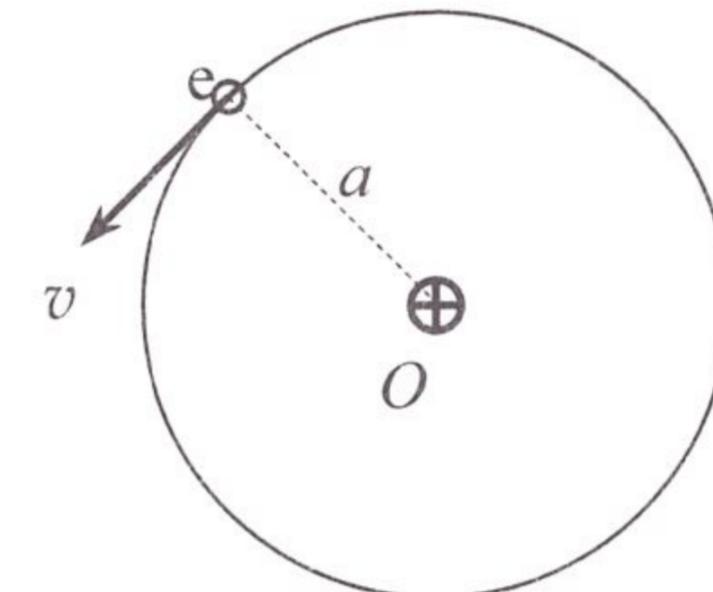
12. (本题 4 分) w006

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) 5310

氢原子处于基态时，其原子核外的电子可看作是在半径 $a = 0.52 \times 10^{-8}$ cm 的轨道上作匀速圆周运动，速率 $v = 2.2 \times 10^8$ cm · s⁻¹。则电子在轨道中心所产生的磁感应强度大小为 $B =$ _____ T，电子磁矩的大小为 $p_m =$ _____ A·m²。



14. (本题 4 分) j002

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.

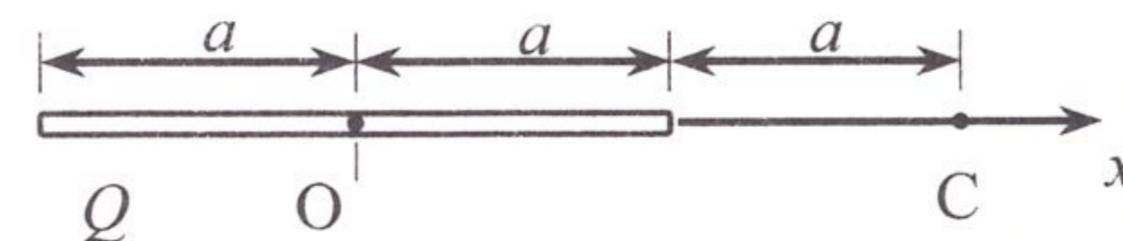
15. (本题 4 分) w007

一个绕有 500 匝导线的细环，平均周长为 50 cm，载有 0.3 A 电流时，细环的相对磁导率为 600，则细环中磁感应强度 B 的大小为 _____ T，细环中磁场强度 H 的大小为 _____ A/m。

二、计算题 (共 40 分，必须有必要的计算过程)

1. (本题 10 分) 1380

如图所示，真空中一均匀带电细直杆，长度为 $2a$ ，总电荷为 $+Q$ ，沿 Ox 轴固定放置。一运动粒子质量为 m 、带有电荷 $+q$ ，在经过 x 轴上的 C 点时，速率为 v 。试求：(1) 粒子在经过 C 点时，它与带电杆之间的相互作用电势能 (设无穷远处为电势零点)；(2) 粒子在电场力作用下运动到无穷远处的速率 v_∞ 。(设 v_∞ 远小于光速)。



得 分

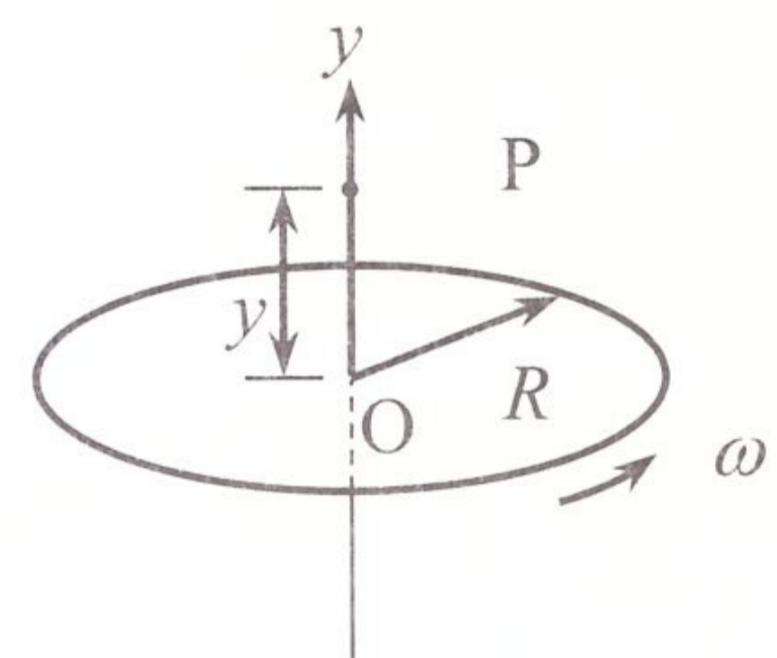
2. (本题 10 分) j003

一圆柱形电容器是由半径为 R_1 的圆柱形导体和与它同轴的导体圆筒组成，圆筒内半径为 R_2 ，其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的电介质。沿轴线两极板上单位长度带电量分别为 $+\lambda_0$ 与 $-\lambda_0$ ，忽略边缘效应，求：(1) 介质中的电场强度；(2) 介质中的电位移矢量；(3) 介质表面的束缚电荷面密度 σ' 。

得 分

3. (本题 10 分) w008

如图所示，一半径为 R 、线电荷密度为 λ ($\lambda > 0$) 的均匀带电圆线圈，绕过圆心且与圆平面垂直的轴以角速度 ω 转动，求轴线上 P 点的磁感应强度 B 的大小与方向。

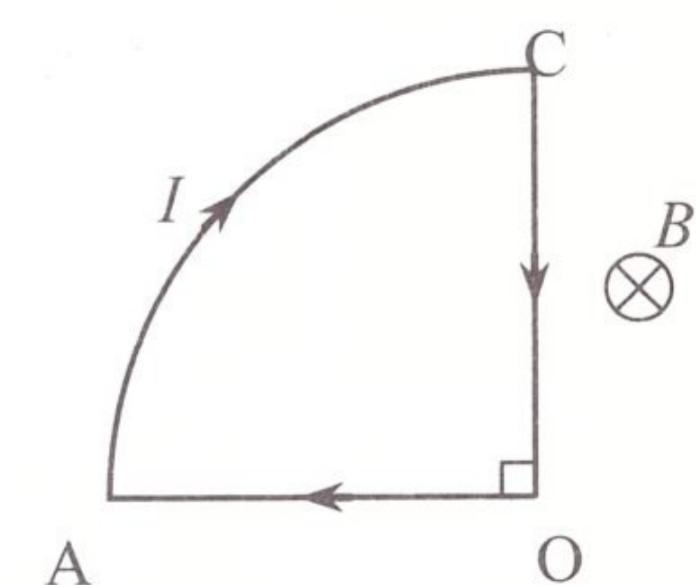


得 分

4. (本题 10 分) w009

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。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。



2021–2022 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)

$$1. (2r)^2 = (\sqrt{2}a)^2 + a^2, \quad r = \frac{\sqrt{3}}{2}a, \quad V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$$

$$2. W = E_P - E_Q, \quad V_P - V_Q = \frac{W}{q} = \frac{3 \times 10^{-2}}{-5 \times 10^{-5}} = -600 \text{ V}, \quad Q \text{ 高}$$

$$3. \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k}\right) = -(2ax + by) \vec{i} - bx \vec{j} + 3cz^2 \vec{k}$$

$$4. q_{R1} + q = 0; \quad q_{R1} = -q; \quad q_{R1} + q_{R2} = Q; \quad q_{R2} = Q - q_{R1} = Q + q$$

$$5. C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}, \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d}, \quad \Delta C = C - C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d} - \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\Delta d = \frac{d}{1 + [\epsilon_0 S / (d \Delta C)]} = 0.152 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$6. E' = \frac{\sigma'}{2\epsilon_0} - \left(-\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}\right) = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$$

7. C.

$$8. E = \frac{V}{d} = 1 \times 10^5 \text{ V/m}, \quad w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = 0.04425 \text{ J/m}^3, \quad W = w_e V = w_e \pi r^2 d = 1.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$9. j = \frac{I}{\pi(d/2)^2}, \quad d = 2\sqrt{\frac{I}{\pi j}} = 2\sqrt{\frac{20}{\pi \times 6}} = 2.06 \text{ mm}$$

$$10. B_1 = 0, \quad B_{\text{circle}} = 0, \quad B = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}, \quad \text{垂直纸面向里}$$

$$11. \oint_L \vec{B} \bullet d\vec{l} = \mu_0 \sum_{in} I_i; \quad \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n, \quad \text{相同}; \quad \text{不同}$$

$$12. B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad \Phi_B = \iint_S \vec{B} \bullet d\vec{S} = \int_b^{2b} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a dr = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 2$$

$$13. B_0 = \frac{\mu_0 ev}{4\pi a^2} = 13 \text{ T}, \quad p_m = \frac{e}{T} \pi a^2 = \frac{eva}{2} = 9.152 \times 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

$$14. \vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} = -1.6 \times 10^{-19} \times (0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j}) \times (0.40 \vec{i} - 0.20 \vec{j}) = 8 \times 10^{-14} \vec{k}$$

$$15. H \cdot l = NI, \quad H = \frac{NI}{l} = 300 \text{ A/m}, \quad B = \mu_0 \mu_r H = \frac{\mu_0 \mu_r NI}{l} = 0.226 \text{ T}$$

二、计算题 (共 40 分, 必须有必要的计算过程)

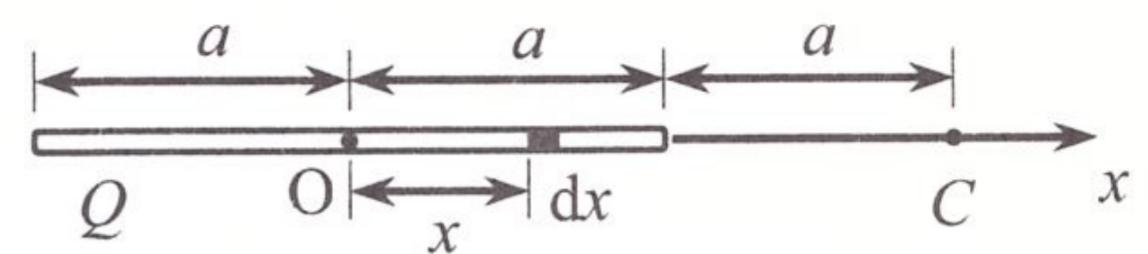
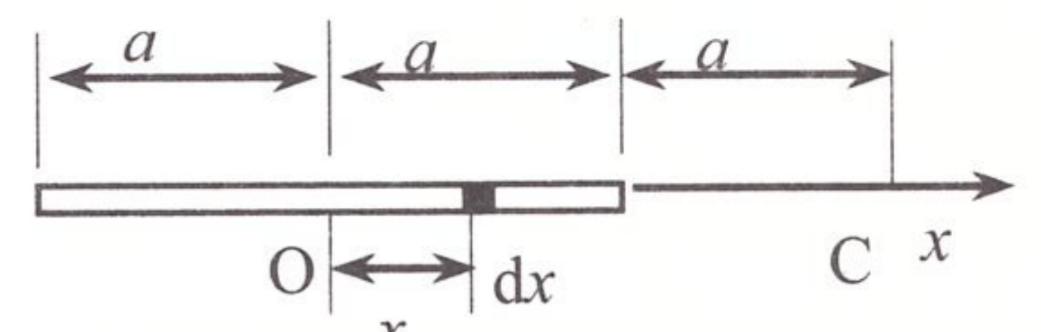
1. (1) 设无穷远处电势为零, $dq = \frac{Q}{2a} dx$

$$dU = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(2a-x)} \cdot \frac{dx}{2a}$$

$$U = \int_L dU = \int_{-a}^a \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a (2a-x)} dx = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3$$

$$W = qU = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a)$$

(2) $\frac{1}{2}mv_\infty^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3, v_\infty = \sqrt{\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 am} \ln 3 + v^2}$



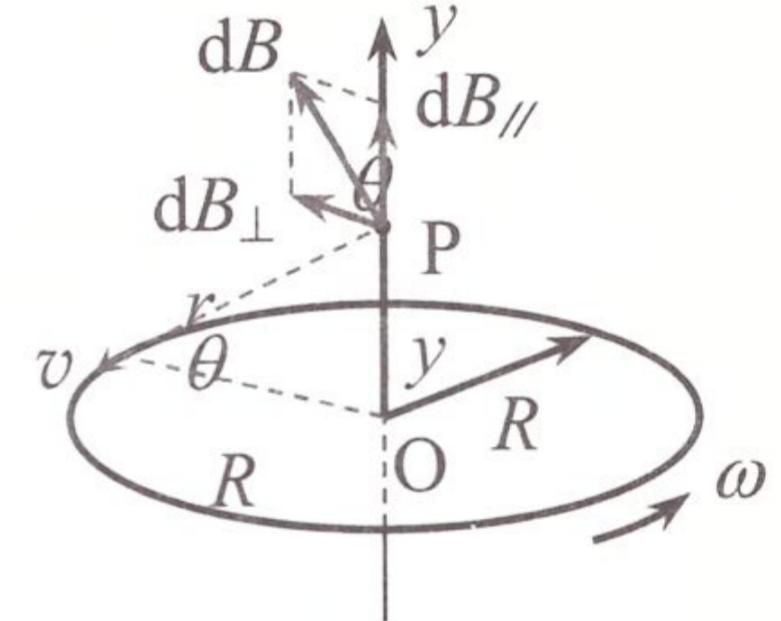
2. $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = D \cdot 2\pi r l = \lambda_0 l, D = \frac{\lambda_0}{2\pi r}, E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\lambda_0}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r}$

$$P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E = \frac{\lambda_0}{2\pi r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) = \frac{\lambda_0 (\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r r} \quad \text{方向均垂直轴线向外}$$

$$\sigma'_{\text{内}} = P \cos \pi \Big|_{r=R_1} = -\frac{\lambda_0 (\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r R_1}, \quad \sigma'_{\text{外}} = P \cos 0 \Big|_{r=R_2} = \frac{\lambda_0 (\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r R_2}$$

3. $dq = \lambda dl, dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{dq v \sin 90^\circ}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl$

$$dB_{\parallel} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl \cos \theta$$

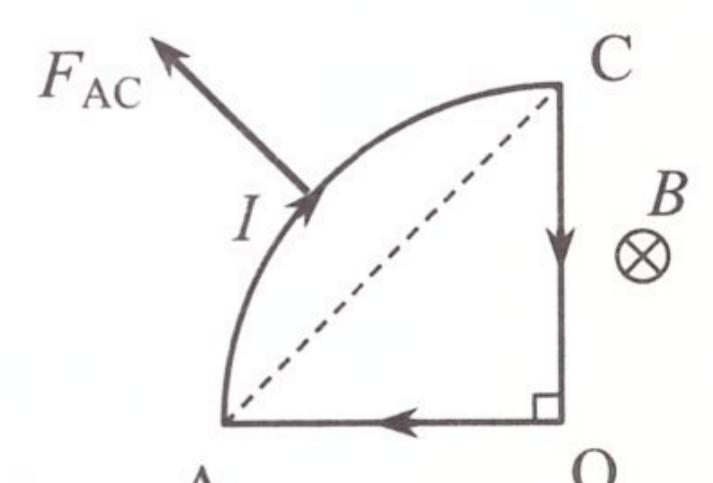


$$B = \int dB_{\parallel} = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl \frac{R}{r} = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R^2 \lambda}{(R^2 + y^2)^{3/2}} dl = \frac{\mu_0 \omega \lambda R^3}{2(R^2 + y^2)^{3/2}}$$

正 y 方向

4. (1) $F_{AC\text{弧}} = F_{\overline{AC}} = I \cdot \sqrt{2} R \cdot B = 0.283 \text{ (N)}, \text{ 方向如图所示 (左斜上 } 45^\circ \text{)}$,

(2) $p_m = IS = I \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi R^2 I}{4}$



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

浙江大学 20_21 - 20_22 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)

课程号: 761T0040, 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: 2022 年 1 月 6 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 _____

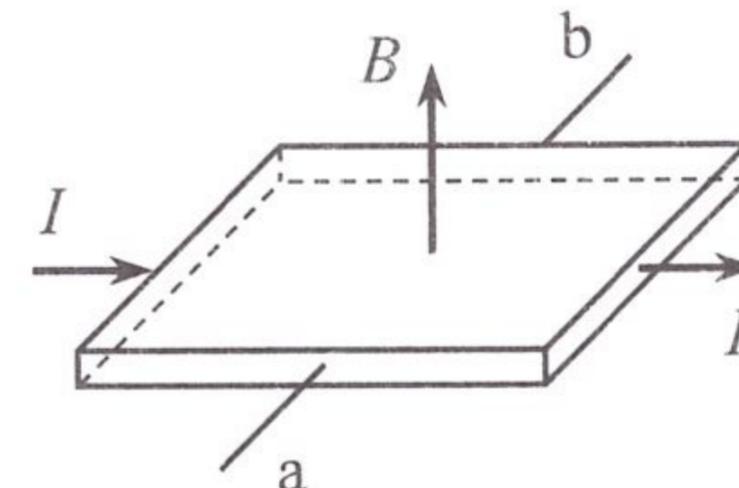
题序	填空	一	二	三	四	五	六	总分
得分								
评卷人								

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$ 电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ 电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ 斯忒潘-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

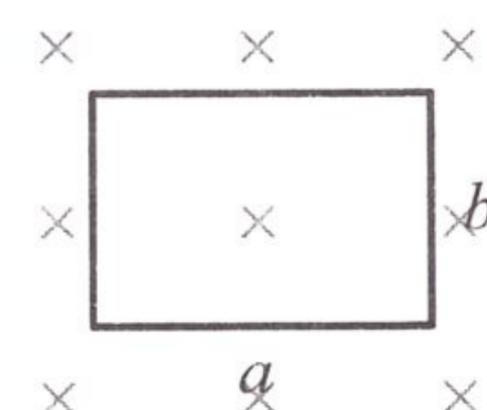
1. (本题 4 分) w001

如图所示, 通有电流 I 的金属薄片, 置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 且磁场方向垂直于薄片, 则金属薄片上 a、b 两端点的电势为 U_a U_b . (填 “>”、“=” 或 “<”).



2. (本题 4 分) w002

如图所示, 将边长分别为 a 和 b 的金属矩形线框置于磁感应强度为 $B = B_0 \sin(\omega t)$ 的均匀磁场中, 则线框中产生的感应电动势大小为_____.



3. (本题 4 分) b001

一圆线圈的自感系数 $L = 6.28 \times 10^{-6} \text{ H}$, 若线圈中通有的电流每秒减小 50 A, 则该线圈中产生的自感电动势大小为_____ V.

4. (本题 4 分) w003

已知平行板电容器的电容为 C , 两极板间的电势差 U 随时间变化, 则其间的位移电流为

_____.

5. (本题 4 分) t001

用很薄的云母片 ($n = 1.58$) 覆盖在双缝实验中的一条缝上, 这时屏幕上的零级明条纹移动到原来的第七级明条纹位置. 如果入射光的波长为 550.0 nm , 则此云母片的厚度为

_____ m.

6. (本题 4 分) w004

波长为 λ 的单色光在媒质中由 A 点传播到 B 点时, 相位改变了 π . 如果媒质的折射率为 n , 则相应光程的变化为 _____, 光从 A 到 B 的几何路径为 _____.

7. (本题 4 分) 3353

在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a = 4\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成半波带的数目为 _____.

8. (本题 4 分) 3236

一束平行的自然光, 从空气中以 60° 角入射到平玻璃表面上. 若反射光束是完全偏振的, 则玻璃的折射率为 _____.

9. (本题 4 分) t002

某晶体对波长 632.8 nm 的折射率为 $n_o = 1.66$, $n_e = 1.49$. 将它制成适用于该波长的四分之一波片, 则晶片厚度至少为 _____ m.

10. (本题 4 分) w005

在康普顿散射中, 散射光频率 (与入射光的频率比较) 减少得最多时, 其散射角 ϕ 等于 _____.

11. (本题 4 分) 4428

已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为: $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cos \frac{3\pi x}{2a}$, $(-a \leq x \leq a)$, 那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为 _____.

12. (本题 4 分) b002

1925 年乌伦贝克和古兹密特提出了电子自旋的假设. 与电子轨道角动量相似, 电子自旋角动量同样也是空间量子化的, 它在外磁场方向的分量为 $S_z = m_s \hbar$, 则电子自旋磁量子数 m_s 只能取的两个值为 _____ 和 _____.

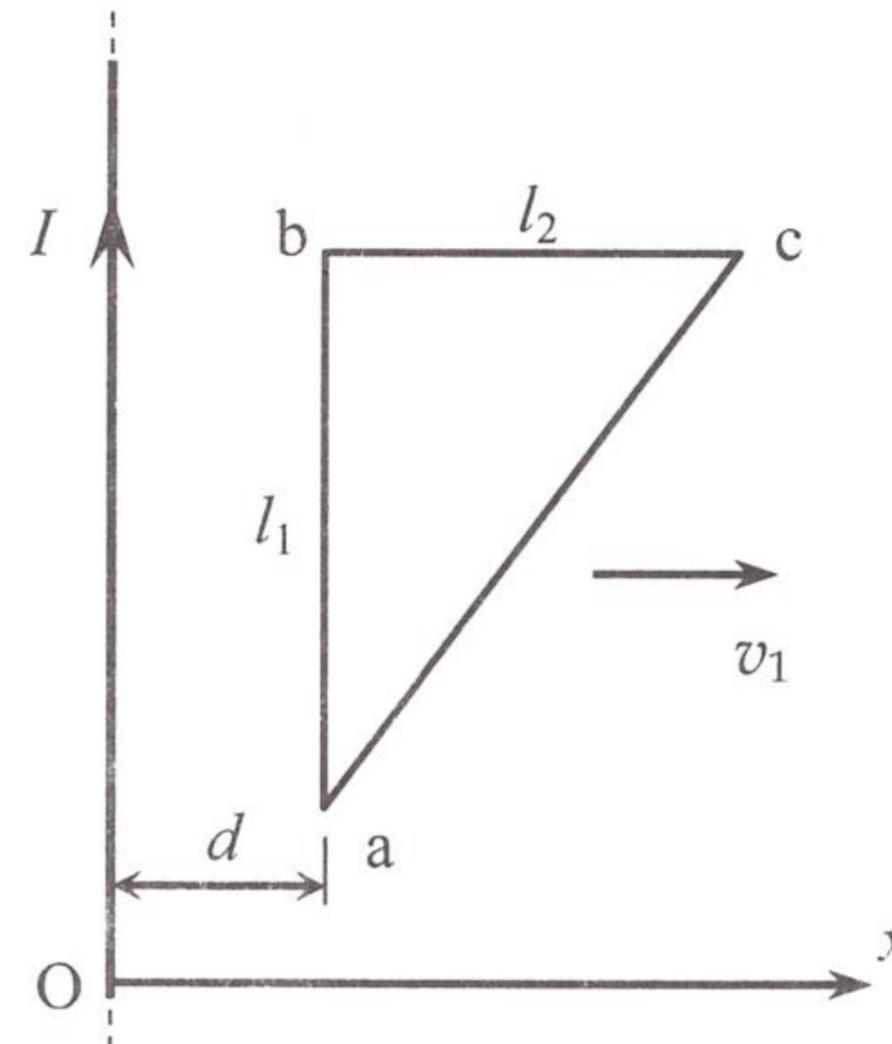
二、计算题：（共 6 题，共 52 分。）

得 分

1. (本题 10 分) w006

如图所示，长直载流为 I 的导线与一直角导线回路abc共面，长为 l_1 的ab边起始时与长直载流导线的距离为 d ，bc边的长为 l_2 ，现使回路以速度 v_1 垂直于长直导线向右运动。试求在时刻 t ，

- (1) 导线bc中的动生电动势；
- (2) 导线ab中的动生电动势；
- (3) 导线ac中的动生电动势。



得 分

2. (本题 8 分) 3348

两块折射率均为 1.60 的标准平面玻璃之间形成一个空气劈尖，用波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。假如要求在劈尖内充满 $n = 1.40$ 的液体时，相邻明条纹间距比劈尖内是空气时的间距缩小 $\Delta l = 0.5 \text{ mm}$ ，问劈尖角 θ 应是多少？

得 分

3. (本题 10 分) 3195

波长为 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的单色光垂直光栅平面入射，测得第3级谱线的衍射角 $\theta_3 = 30^\circ$ ，并发现第4级缺级，求：

- (1) 光栅常数 d ；
- (2) 光栅上狭缝的最小宽度 a ；
- (3) 屏幕上实际可呈现的谱线数目。

得 分

4. (本题8分) 4607

在光电效应中, 当入射光的波长从 400 nm 变化到 300 nm 时, 测量同一金属表面发射光电子的遏制电势差, 求该金属遏止电压的变化量.

得 分

5. (本题 8 分) j001

氢原子光谱的巴耳末线系中, 有一光谱线的波长为 434.0 nm, 试求:

- (1) 与这一谱线相对应的光子能量为多少电子伏特?
- (2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到能级 E_k 产生的, n 和 k 各为多少?

得 分

6. (本题8分) 4774

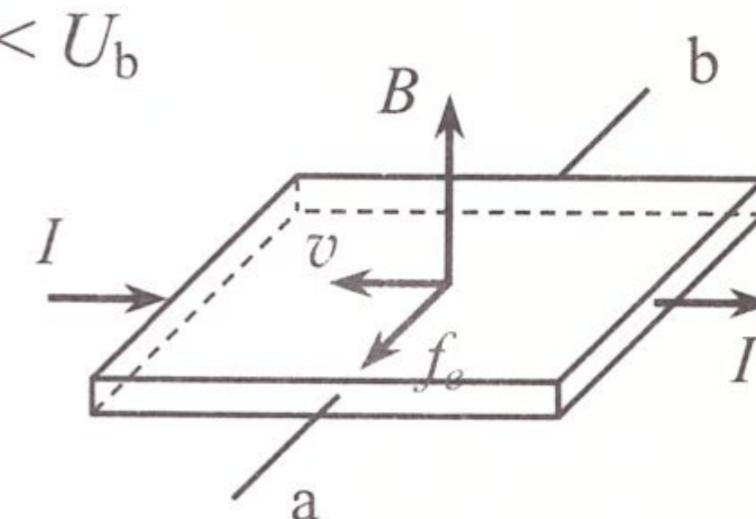
能量为 15 eV 的光子, 被处于基态的氢原子吸收, 使氢原子电离发射一个光电子, 求:

- (1) 此光电子的动能;
- (2) 此光电子的德布罗意波长.

2019–2020 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试参考解答 (A)

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

1. $f_m = -e\vec{v} \times \vec{B}$, 方向如图所示, 电子将向金属片 a 端漂移, $U_a < U_b$



2. $\Phi_m = BS = abB_0 \sin(\omega t)$; $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -ab\omega b_0 \cos(\omega t)$

3. $\varepsilon = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| = 6.28 \times 10^{-6} \times 50 = 3.14 \times 10^{-4} \text{ V}$

4. $I_d = \frac{d\Phi_D}{dt} = S \frac{dD}{dt} = S \frac{d\sigma}{dt} = \frac{dq}{dt} = C \frac{dU}{dt}$

5. $\delta' = (n-1)e = 7\lambda$; $\therefore e = \frac{7\lambda}{n-1} = \frac{7 \times 550 \times 10^{-7}}{1.58 - 1} = 6.64 \times 10^{-6} \text{ m}$

6. $\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta$, $\delta = \frac{\lambda}{2}$, $\pi = \frac{2\pi}{\lambda} nd$, $d = \frac{\lambda}{2n}$

7. 4 个

8. $\tan 60^\circ = \frac{n}{1}$; $n = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$

9. $\therefore d = \frac{\lambda}{4(n_o - n_e)} = \frac{632.8 \times 10^{-9}}{4 \times (1.66 - 1.49)} = 9.306 \times 10^{-7} \text{ m}$

10. $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\varphi)$, $\cos\theta = -1$, $\theta = \pi$

11. $|\psi(x)|^2 = \frac{1}{a} \cos^2 \frac{3\pi x}{2a} = \frac{1}{a} \cos^2 \frac{5\pi}{4} = \frac{1}{2a}$

12. $\frac{1}{2}$ 和 $-\frac{1}{2}$

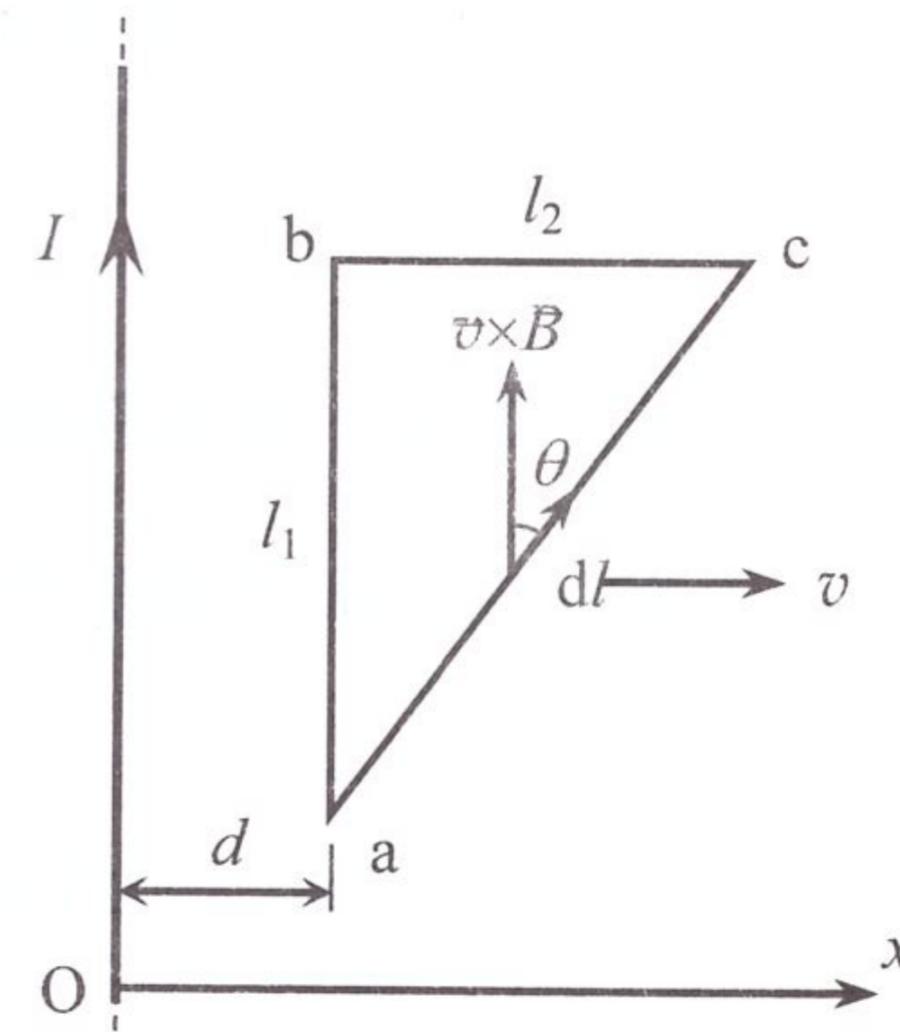
二、计算题：(共 52 分)

1. 解：(1) bc 边未切割磁感应线：

$$\varepsilon_{i_{bc}} = \int_b^c (\vec{v}_1 \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_a^c v_1 B \sin 90^\circ dl \cos 90^\circ = 0$$

(2) $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(d + v_1 t)}$, $\varepsilon_{i_{ab}} = v_1 B l_1 = \frac{\mu_0 I l_1 v_1}{2\pi(d + v_1 t)}$

(3) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$, $\varepsilon_{i_{ac}} = \int_a^c (\vec{v}_1 \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_{d+v_1 t}^{l_2+d+v_1 t} v_1 \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx \cot\theta = \frac{\mu_0 I v_1}{2\pi} \frac{l_1}{l_2} \ln \frac{l_2 + d + v_1 t}{d + v_1 t}$



2. 解: 空气劈尖, $2e + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, $\Delta e_1 = \frac{\lambda}{2}$, $l_1 = \frac{\lambda}{2\theta}$; 液体劈尖, $2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, $\Delta e_2 = \frac{\lambda}{2n}$,

$$l_2 = \frac{\lambda}{2n\theta}; \text{ 间距变化: } \Delta l = l_1 - l_2 = \frac{\lambda}{2\theta} \left(1 - \frac{1}{n}\right), \quad \theta = \frac{\lambda}{2\Delta l} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 1.71 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

3. (1) $d \sin \theta_3 = 3\lambda$, $d = \frac{3\lambda}{\sin \theta_3} = \frac{3 \times 500}{0.5} = 3000 \text{ nm} = 3 \mu\text{m} = 3 \times 10^{-6} \text{ m}$

(2) 第 4 级缺级 (第 2 级并不缺), 则有 $\frac{d}{a} = \frac{4}{1}$ 或 $\frac{d}{a} = \frac{4}{3}$, $a_{\min} = \frac{d}{4} = 7.5 \times 10^{-7} \text{ m}$

(3) $d \sin \theta = \pm k\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots$ 且 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$, $k < \frac{d \sin 90^\circ}{\lambda} = 6$

综合考虑, 可见级次为 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5$, 共 9 条谱线.

4. $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{2}mv^2 + A$, $\frac{1}{2}mv^2 = e|U_a|$, $\frac{hc}{\lambda} = e|U_a| + A$, $\frac{hc}{\lambda_1} = e|U_{a1}| + A$,

$$\frac{hc}{\lambda_2} = e|U_{a2}| + A, \quad |U_{a2}| - |U_{a1}| = \frac{hc}{e\lambda_2} - \frac{hc}{e\lambda_1} = 1.035 \text{ V}$$

5. (1) $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{434.0 \times 10^{-9}} = 4.58 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.86 \text{ eV}$

(2) 因该谱线属于巴尔末系, 故 $k=2$, $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$, 得 $n=5$

6. (1) 基态氢原子的电离能为 $\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13.6) = 13.6 \text{ eV}$

远离核的光电子动能为 $E_K = \frac{1}{2}m_e v^2 = E - \Delta E = 15 - 13.6 = 1.4 \text{ eV}$

则 $v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = 7.0 \times 10^5 \text{ m/s}$

(2) 光电子的德布罗意波长为 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = 1.04 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.04 \text{ nm}$