

一、选择题：（每题 3 分，共 30 分）

1. 关于高斯定理的理解有下面几种说法，其中正确的是：

- (A) 如果高斯面上 \vec{E} 处处为零，则该面内必无电荷。
- (B) 如果高斯面内无电荷，则高斯面上 \vec{E} 处处为零。
- (C) 如果高斯面上 \vec{E} 处处不为零，则该面内必有电荷。
- (D) 如果高斯面内有净电荷，则通过高斯面的电通量必不为零
- (E) 高斯定理仅适用于具有高度对称性的电场。

[]

2. 在已知静电场分布的条件下，任意两点 P_1 和 P_2 之间的电势差决定于：

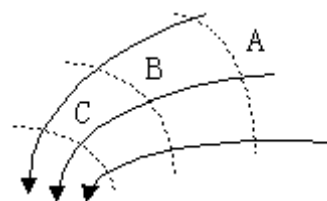
- (A) P_1 和 P_2 两点的位置。
- (B) P_1 和 P_2 两点处的电场强度的大小和方向。
- (C) 试验电荷所带电荷的正负。
- (D) 试验电荷的电荷量。

[]

3. 图中实线为某电场中的电力线，虚线表示等势面，由图可看出：

- (A) $E_A > E_B > E_C$, $U_A > U_B > U_C$
- (B) $E_A < E_B < E_C$, $U_A < U_B < U_C$
- (C) $E_A > E_B > E_C$, $U_A < U_B < U_C$
- (D) $E_A < E_B < E_C$, $U_A > U_B > U_C$

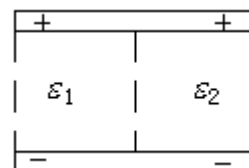
[]



4. 如图，平行板电容器带电，左、右分别充满相对介电常数为 ϵ_1 与 ϵ_2 的介质，则两种介质内：

- (A) 场强不等，电位移相等。
- (B) 场强相等，电位移相等。
- (C) 场强相等，电位移不等。
- (D) 场强、电位移均不等。

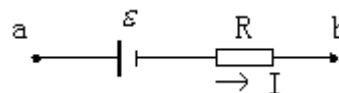
[]



5. 图中， $U_a - U_b$ 为：

- (A) $\epsilon - IR$
- (B) $IR + \epsilon$
- (C) $-\epsilon + IR$
- (D) $-IR - \epsilon$

[]

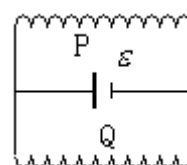


6. 边长为 a 的正三角形线圈通电流为 I ，放在均匀磁场 B 中，其平面与磁场平行，它所受磁力矩 L 等于：

- (A) $\frac{1}{2}a^2BI$
- (B) $\frac{1}{4}\sqrt{3}a^2BI$
- (C) a^2BI
- (D) 0

[]

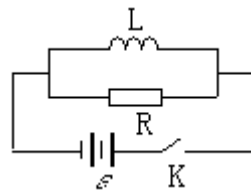
7. 如图，两个线圈 P 和 Q 并联地接到一电动势恒定的电源上，线圈 P 的自感和电阻



分别是线圈 Q 的两倍，线圈 P 和 Q 之间的互感可忽略不计，当达到稳定状态后，线圈 P 的磁场能量与 Q 的磁场能量的比值是：

- (A) 4; (B) 2; (C) 1; (D) 1/2 []

8. 在如图所示的电路中，自感线圈的电阻为 10Ω ，自感系数为 $0.4H$ ，电阻 R 为 90Ω ，电源电动势为 $40V$ ，电源内阻可忽略。将电键接通，待电路中电流稳定后，把电键断开，断开后经过 0.01 秒，这是流过电阻 R 的电流为：



- (A) $4A$ 。 (B) $0.44A$ 。
(C) $0.33A$ 。 (D) 0 []

9. 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_l \vec{E}_K \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi}{dt}$ ，式中 \vec{E}_K 为感应电场的电场强度。此式表明：

- (A) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念。
(B) 闭合曲线 l 上 \vec{E}_K 处处相等。
(C) 感应电场是保守力场。
(D) 感应电场的电力线不是闭合曲线。 []

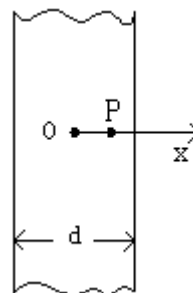
10. 顺磁物质的磁导率：

- (A) 比真空的磁导率略小。 (B) 比真空的磁导率略大。
(C) 远小于真空的磁导率。 (D) 远大于真空的磁导率。 []

二、填空题（共 30 分）

1. (3 分) M、N 为静电场中邻近两点，场强由 M 指向 N，则 M 点的电位_____于 N 点的电位，负检验电荷在 M 点的电位能_____于在 N 点的电位能。

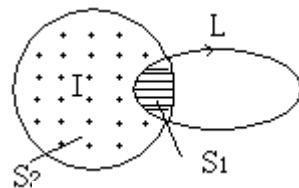
2. (5 分) 电容为 C 的电容器浸没在相对介电常数为 ϵ 的油中，在两极板间加上电压 U ，则它充有电量 _____，若电压增至 $5U$ ，这时充满油电容器的电容为 _____。



3. (3 分) 如图，无限大带电平板厚度为 d ，电荷体密度为 ρ （设均匀带电），则在板内距中心 O 为 x 处的 P 点的场强 $E =$ _____。

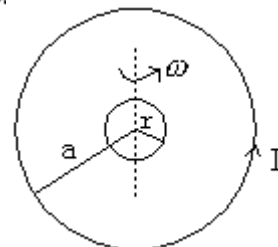
4. (3 分) 当电源_____时，端电压大于电动势；当电源_____时，端电压小于电动势；当电源既不充电，也不放电时，端电压等于电动势。

5. (3 分) 半径为 R 的圆柱体上载有电流 I ，电流在其横截面上均匀分布，一回路 L 通过圆柱体内部将圆柱体横截面分为两部分，其面积大小分别为



S_1 、 S_2 ，如图所示，则 $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} =$ _____。

6. (5 分) 如图所示，一半径为 r 的很小的金属圆环，在初始时刻与一半径为 a

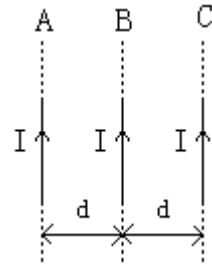


($a \gg r$) 的大金属圆环共面且同心, 在大圆环中通以恒定的电流 I , 方向如图, 如果小圆环以匀角速度 ω 绕其任一方向的直径转动, 并设小圆环的电阻为 R , 则任一时刻 t 通过小圆环的磁通量 $\phi =$ _____; 小圆环中的感应电流 $i =$ _____。

7. (5 分) A 、 B 、 C 为三根共面的长直导线, 各通有 $10A$ 的同方向电流, 导线间距

$d = 10cm$, 那么每根导线每厘米所受的力的大小为: $\frac{dF_A}{dl} =$ _____;

$\frac{dF_B}{dl} =$ _____; $\frac{dF_C}{dl} =$ _____。 ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2$)



8. (3 分) 包含下列意义的麦克斯韦方程是:

- (1) 静电场是有势场_____。
- (2) 磁力线总是无头无尾_____。

三、计算题 (共 40 分)

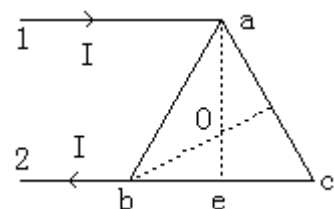
1. (10 分) 一电荷面密度为 σ 的“无限大”均匀带电平面。若以该平面处为电势零点, 试求带电平面周围空间的电势分布。

2. (10 分) 二薄金属圆筒长为 L , 内外圆筒的半径分别为 R_1 、 R_3 , 且 $L \gg R$, 内筒电荷线密度 η , 二圆筒间充满了相对介电常数分别为 ϵ_1 与 ϵ_2 的两层同轴圆筒状均匀介质 (ϵ_1 是内层), 分界面距轴为 R_2 。

- (1) 用高斯定理求电介质中的 \vec{D} 。
- (2) 外层介质内界面 σ' 。

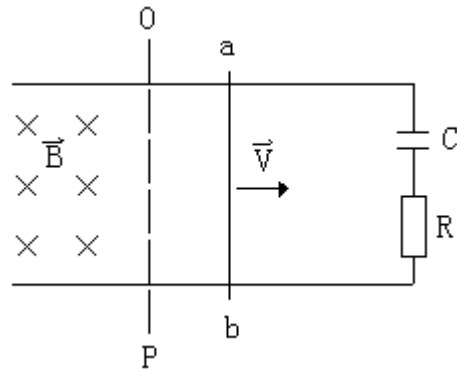
(3) 试证明此圆柱形电容器电容为: $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\frac{\ln(R_2/R_1)}{\epsilon_1} + \frac{\ln(R_3/R_2)}{\epsilon_2}}$

3. (10 分) 真空中有一边长为 l 的正三角形导体框架, 另有相互平行并与三角形的 bc 边平行的长直导线 1 和 2, 分别在 a 点和 b 点与三角形导体框架相



连（如图），已知直导线中的电流为 I ，求正三角形中心点 O 处的磁感应强度 \vec{B} 。

4. (10 分) 水平金属框架串联着 C 和 R ，其上置放长为 L 的金属杆 ab ， OP 左方为均匀磁场区，磁感应强度为 B 且垂直纸面向内， ab 以速度 V 右滑足够长时间后越过 OP 继续以 V 右滑，且当它与 OP 重合之瞬时开始计时，在 t 时刻：



(1) 电容器上的电压 $U_c(t)$ 。

(2) 线框上的电流 $i(t)$ 。

《电磁学》试卷

004 号

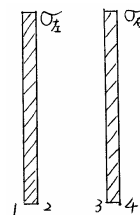
一、 填空题（除第 6 题外，每空格 4 分）

1. 总电量为 Q ，半径为 R 的均匀带电薄球壳，球壳内的电场强度 E =_____，球壳内电位 U =_____。

2. 两块平行的金属平板，左金属板的电荷面密度为 $\sigma_{左}$ ，右金属板的电荷密度为 $\sigma_{右}$ ，则金属板相向的两面电荷面密度

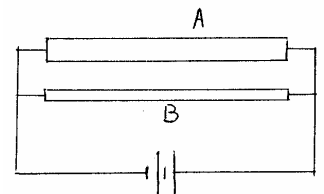
σ_2 、 σ_3 大小相等，符号相反；相背两面电荷密度 σ_1 、 σ_4 大小

相等，符号相同。其值分别为 $\sigma_2 = -\sigma_3 =$ _____； $\sigma_1 = \sigma_4 =$ _____。



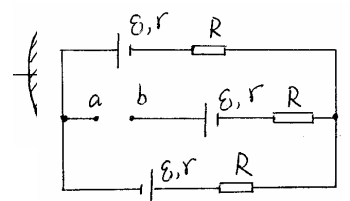
3. 两长度相同，截面不同 ($S_A > S_B$) 的铜杆 A 和 B ，并联接在一直流电源上，

则两铜杆中电流密度之比 $\frac{j_A}{j_B} =$ _____，两铜杆中电子定向漂移速率之比



$\frac{v_A}{v_B} =$ _____。

4. 有一很长的载流直导体管，内半径为 a ，外半径为 b ，电流强度为 I ，沿轴线均匀分布在管壁的横截面上，空间一点离管轴垂直距离为 r 。则当 $r < a$



时该点的磁感应强度 $B=$ _____； $a < r < b$ 时的磁感应强度 $B=$ _____。

5. 一线圈的电感 $L=3.0$ 亨利，电阻 $R=10$ 欧姆，把 $U=3.0$ 伏特的恒定电压加在其两端，经过 0.3 秒以后，线圈中的电流 $I=$ _____，电阻 R 消耗的热功率 $P=$ _____。

6. 一广播电台的平均辐射功率为 10 千瓦，假定辐射的能流均匀分布在以电台为中心的半球面上，则在距电台发射天线 $r=10$ 千米处的能流密度平均值 $\bar{S}=$ _____，再将该电磁波看作为平面波，则该处的电场强度的振幅 $E_0=$ _____，磁场强度的振幅 $H_0=$ _____。（本题 10 分）

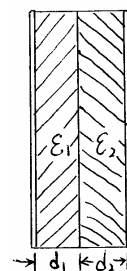
二、计算题（每题 10 分）

1. 一平行板电容器极板面积为 S ，极板间距为 d ，带电 $\pm Q$ ，将极板的距离拉开一倍。（1）静电能改变多少？（2）抵抗电场力作了多少功？

2. 一平行板电容器，极板面积为 S ，间距为 d ，中间有两层厚度各为 d_1 、 d_2 ($d_1 + d_2 = d$)，介电常数各为 ϵ_1, ϵ_2 电介质层。求：

（1）电容 C ；

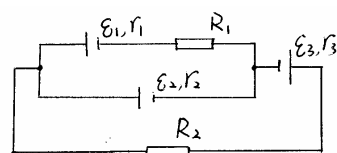
（2）当极板上带自由电荷面密度 $\pm \sigma_0$ 时，两层介质分界面上的极化电荷面密度 σ' 。



3. 在右图所示电路中，已知 $\epsilon_1 = 1.0$ 伏， $\epsilon_2 = 2.0$ 伏，

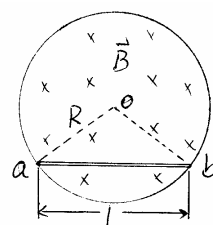
$\epsilon_3 = 3.0$ 伏， $r_1 = r_2 = r_3 = 1.0$ 欧， $R_1 = 1.0$ 欧， $R_2 = 3.0$ 欧，

求通过电源 ϵ_3 的电流和 R_2 消耗的功率。



4. 一半径为 R 的塑料圆盘，电荷 q 均匀分布于表面，圆盘绕通过圆心垂直于盘面的轴转动，角速度为 ω 。求圆盘中心的磁感应强度 B 。

5. 在一半径为 R 的均匀圆柱体内充满磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场，这磁场以速率 $\frac{dB}{dt}$ 在减小，求如图放置的金属棒 ab ($ab = l < 2R$) 两端的感生电动势 ϵ_{ab} ，又问：哪端电位高？



长沙理工大学考试试卷

一、选择题：（每题 3 分，共 30 分）

1. 设源电荷与试探电荷分别为 Q 、 q ，则定义式 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ 对 Q 、 q 的要求为：

- (A) 二者必须是点电荷。
- (B) Q 为任意电荷， q 必须为正电荷。
- (C) Q 为任意电荷， q 是点电荷，且可正可负。
- (D) Q 为任意电荷， q 必须是单位正点电荷。

[]

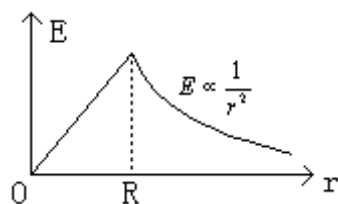
2. 一均匀带电球面，电荷面密度为 σ ，球面内电场强度处处为零，球面上面元 dS 的一个带电量为 σdS 的电荷元，在球面内各点产生的电场强度：

- (A) 处处为零。
- (B) 不一定都为零。
- (C) 处处不为零。
- (D) 无法判定。

[]

3. 图示为一具有球对称性分布的静电场的 $E-r$ 关系曲线，请指出该静电场是由下列哪种带电体产生的：

- (A) 半径为 R 的均匀带电球面。
- (B) 半径为 R 的均匀带电球体。
- (C) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = Ar$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。
- (D) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = A/r$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。



[]

4. 当一个带电体达到静电平衡时：

- (A) 表面上电荷密度较大处电势较高。
- (B) 表面曲率较大处电势较高。
- (C) 导体内部的电势比导体表面的电势高。
- (D) 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零。

[]

5. 在如图所示的电路中，两电源的电动势分别为 ε_1 ， ε_2 ，内阻分别为 r_1 ， r_2 。三个负载电阻阻值分别为 R_1 ， R_2 ， R 。

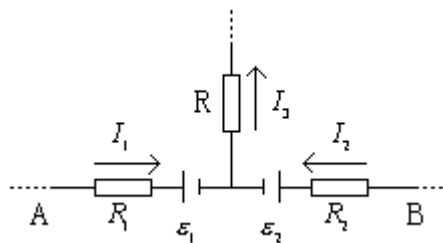
电流分别为 I_1 ， I_2 ， I_3 ，方向如图。则由 A 到 B 的电势增量 $U_B - U_A$ 为：

(A) $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R$

(B) $\varepsilon_2 + \varepsilon_1 - I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_2 + r_2) - I_3 R$

(C) $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_2 + r_2)$

(D) $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - I_1(R_1 - r_1) + I_2(R_2 - r_2)$



[]

6. 均匀磁场的磁感应强度 \vec{B} 垂直于半径为 r 的圆面。今以该圆周长为边线，作一半球面 s ，则通过 s 面的磁通量的大小为：

(A) $2\pi r^2 B$ 。

(B) $\pi r^2 B$ 。

(C) 0。

(D) 无法确定的量。

[]

7. 一载有电流 I 的细导线分别均匀密绕在半径 R 和 r 的长直圆筒上形成两个螺线管 ($R = 2r$)，两螺线管单位长度上的匝数相等，两螺线管中的磁感应强度大小 B_R 和 B_r 应满足：

(A) $B_R = 2B_r$

(B) $B_R = B_r$

(C) $2B_R = B_r$

(D) $B_R = 4B_r$

[]

8. 已知园环式螺线管的自感系数为 L ，若将该螺线管锯成两个半环式的螺线管，则两个半环螺线管的自感系数：

(A) 都等于 $\frac{1}{2}L$ 。

(B) 有一个大于 $\frac{1}{2}L$ ，另一个小于 $\frac{1}{2}L$ 。

(C) 都大于 $\frac{1}{2}L$ 。

(D) 都小于 $\frac{1}{2}L$ 。

[]

9. 将形状完全相同的铜环和木环静止放置，并使通过两环面的磁通量随时间的变化率相等，则：

(A) 铜环中有感应电动势，木环中无感应电动势。

(B) 铜环中感应电动势大。木环中感应电动势小。

(C) 铜环中感应电动势小。木环中感应电动势大。

(D) 两环中感应电动势相等。

[]

10. 对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确：

(A) 位移电流是由变化电场产生的。 (B) 位移电流是由线性变化磁场产生的。

(C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律。

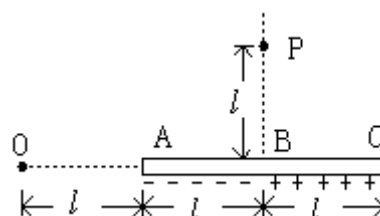
(D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理。

[]

二、填空题 (共 30 分)

1. (3 分)。一电量为 $-5 \times 10^{-9} C$ 的试验电荷放在电场中某点时，受到 $20 \times 10^{-9} N$ 向下的力，则该点的电场强度大小为_____，方向_____。

2. (5 分) AC 为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电，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，距 A 端的距离为 l ，P 点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为 l 。以棒的中点 B 为电势的零点，则 O 点的电势 $U_O = \underline{\hspace{2cm}}$ ，P 点的电势 $U_P = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

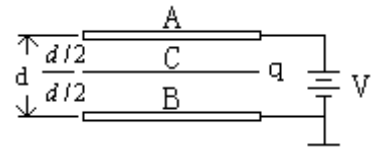
3. (3 分) 一“无限大”空气平板电容器，极板 A 和 B 的面积都是 S，两

极板间距离为 d ，连接电源后，A 板电势 $U_A = V$ ，B 板电势 $U_B = 0$ 。

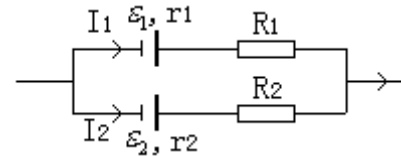
现将一带电量为 q ，面积也是 S 而厚度可忽略不计的导体片 C 平行地插

在两极板中间位置（如图所示），则导体片 C 的电势

$U_C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

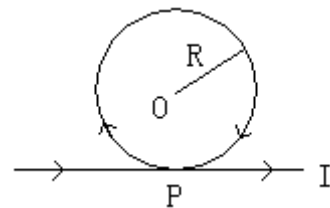


4. (3 分) 如图所示的电路的回路电压方程为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



5. (5 分) 在安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_i$ 中， $\sum I_i$ 是

指 $\underline{\hspace{2cm}}$ ； \vec{B} 是指 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，它是由决定的。



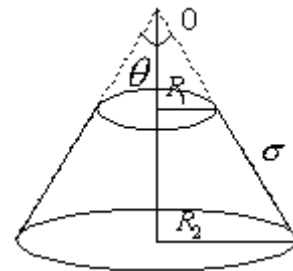
6. (3 分) 一根无限长直导线通有电流 I ，在 P 点处被弯成了一个半径为 R 的圆，且 P 点处无交叉和接触，则圆心 O 处的磁感应强度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. (5 分) 在磁感应强度为 \vec{B} 的磁场中，以速率 v 垂直切割磁力线运动的一长度为 L 的金属杆，相当于 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，它的电动势 $\mathcal{E} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，产生此电动势的非静电力是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. (3 分) 铜的相对磁导率 $\mu_r = 0.9999912$ ，其磁化率 $\chi_m = \underline{\hspace{2cm}}$ ，它是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 磁性磁介质。

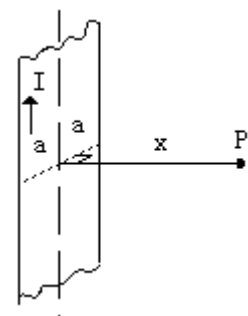
三、计算题（共 40 分）

1. (10 分) 一锥顶角为 θ 的圆台，上下底面半径分别为 R_1 和 R_2 ，在它的侧面上均匀带电，电荷面密度为 σ ，求顶点 O 的电势。（以无穷远处为电势零点）



2. (10 分) 一平行板电容器极板面积为 S ，间距为 d ，接在电源上以维持其电压为 U 。将一块厚度为 d 、介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质板插入极板间空隙。计算：

(1) 静电能的改变； (2) 电场对电源所作的功； (3) 电场对介质板作的功。



3. (10 分) 电流均匀地流过宽为 $2a$ 的无穷长平面导体薄板, 电流强度为 I , 通过板的中线并与板面垂直的平面上有一

点 P , P 到板的垂直距离为 x (见附图), 设板厚可略去不计, 求 P 点的磁感应强度 \vec{B} 。

4. (10 分) 两根平行导线, 横截面的半径都是 a , 中心相距为 d , 载有大小相等而方向相反的电流。设 $d \gg a$, 且两

导线内部的磁通量都可略去不计。求这样一对导线长为 l 段的自感系数 L 。

《大学物理 A》(下) 考试试卷 (A 卷)

1. 图 1 所示为一沿 x 轴放置的“无限长”分段均匀带电直线, 电荷线密度分别为 $+\lambda$ ($x > 0$) 和 $-\lambda$ ($x < 0$), 则 xOy 平面上 $(0, a)$ 点处的场强为:

- (A) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$ (B) 0
(C) $-\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$ (D) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \vec{j}$

2. 在电场强度为 \vec{E} 的匀强电场中, 有一如图 2 所示的三棱柱, 取表面的法线向外, 过面 $AA'CO$, 面 $B'BOC$, 面 $ABB'A'$ 的电通量为 Φ_1, Φ_2, Φ_3 , 则

- (A) $\Phi_1=0, \Phi_2=Ebc, \Phi_3=-Ebc$.
(B) $\Phi_1=-Eac, \Phi_2=0, \Phi_3=Eac$.
(C) $\Phi_1=-Eac, \Phi_2=-Ec\sqrt{a^2+b^2}, \Phi_3=-Ebc$.
(D) $\Phi_1=Eac, \Phi_2=Ec\sqrt{a^2+b^2}, \Phi_3=Ebc$.

3. 如图 3 所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 , 带电量为 Q_1 , 外球面半径为 R_2 , 带电量为 Q_2 . 设无穷远处为电势零点, 则内球面上的电势为:

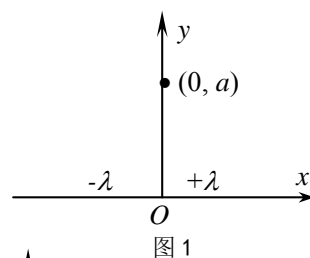


图 1

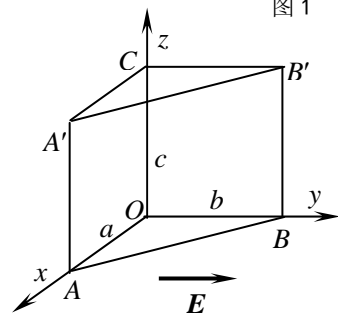
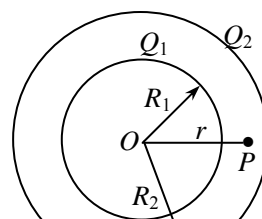


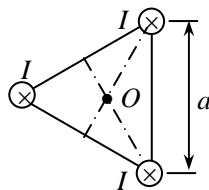
图 2



- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$
 (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (D) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$

4. 如图 4 所示, 三条平行的无限长直导线, 垂直通过边长为 a 的正三角形顶点, 每条导线中的电流都是 I , 这三条导线在正三角形中心 O 点产生的磁感强度为:

- (A) $B = 0$ (B) $B = \sqrt{3} \mu_0 I / (\pi a)$
 (C) $B = \sqrt{3} \mu_0 I / (2\pi a)$ (D) $B = \sqrt{3} \mu_0 I / (3\pi a)$



5. 无限长直圆柱体, 半径为 R , 沿轴向均匀流有电流. 设圆柱体内($r < R$)的磁感强度为 B_1 , 圆柱体外($r > R$)的磁感强度为 B_2 , 则有:

- (A) B_1 、 B_2 均与 r 成正比 (B) B_1 、 B_2 均与 r 成反比
 (C) B_1 与 r 成正比, B_2 与 r 成反比 (D) B_1 与 r 成反比, B_2 与 r 成正比

6. 如图 5 所示. 匀强磁场中有一矩形通电线圈, 它的平面与磁场平行, 在磁场作用下, 线圈发生转动, 其方向是:

- (A) ad 边转入纸内, bc 边转出纸外. (B) ad 边转出纸外, cd 边转入纸内. (C) ab 边转入纸内, cd 边转出纸外. (D) ab 边转出纸外, cd 边转入纸内.

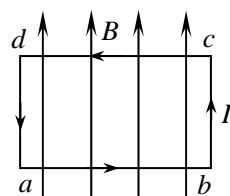


图 5

7. 图 6 中, M 、 P 、 O 为软磁材料制成的棒, 三者在同一平面内, 当 K 闭合后

- (A) P 的左端出现 N 极 (B) M 的左端出现 N 极
 (C) O 的右端出现 N 极 (D) P 的右端出现 N 极

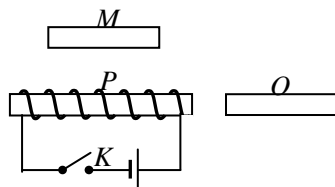


图 6

8. 如图 7 所示, 导体棒 AB 在均匀磁场中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动(角速度 ω 与 B 同方向), BC 的长度为棒长的 $1/3$. 则:

- (A) A 点比 B 点电势低 (B) A 点与 B 点电势相等
 (C) A 点比 B 点电势高 (D) 有电流从 A 点流向 B 点

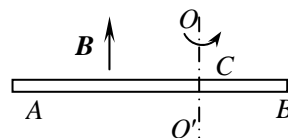


图 7

9. 已知钠的逸出功是 2.46 eV , 那么钠的红限波长是:

- (A) 540 nm (B) 505 nm (C) 435 nm (D) 355 nm .

10. 在加热黑体过程中, 其最大单色辐出度对应的波长由 $0.8 \mu\text{m}$ 变到 $0.4 \mu\text{m}$, 则其温度增大为原来的

- (A) 16 倍 (B) 8 倍 (C) 4 倍 (D) 2 倍

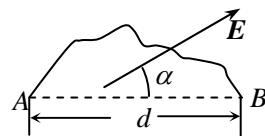


图 8

二. 填空题(每空 2 分, 共 30 分).

1. 如图 8 所示, 在场强为 E 的均匀电场中, A 、 B 两点间距离为 d , AB 连线方向与 E 的夹角为 30° , 从 A 点经任意路径到 B 点的场强线积分 $\int_{AB} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} =$ _____

2. 一平行板电容器, 极板面积为 S , 相距为 d . 若 B 板接地, 且保持 A 板的电势 $U_A = U_0$ 不变, 如图 9 所示. 把一块面积相同的带电量为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两板之间, 则导体薄板 C 的电势 $U_C =$ _____

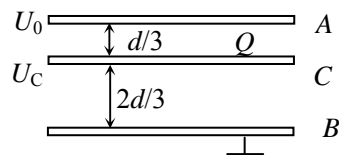


图 9

3. 一平行板电容器两极板间电压为 U , 其间充满相对电容率为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 电介质厚度为 d . 则电介质中的电场能量密度 $w =$ _____

4. 如图 10 所示, 在真空中, 电流由长直导线 1 沿切向经 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. 已知直导线上的电流强度为 I , 圆环半径为 R , $\angle aob = 180^\circ$. 则圆心 O 点处的磁感强度的大小 $B =$ _____

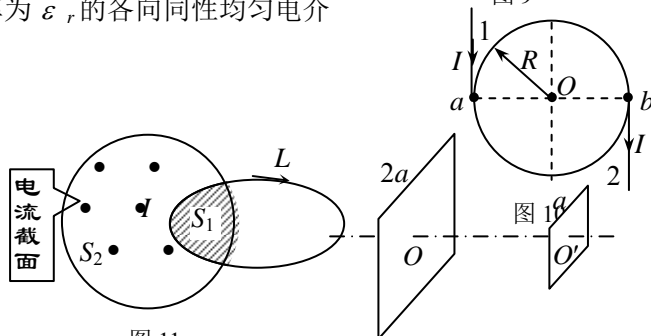


图 11

图 12

5.圆柱体上载有电流 I , 电流在其横截面上均匀分布

回路 L (顺时针绕向)通过圆柱内部, 将圆柱体横截面分为两部分, 其面积大小分别为 S_1 和 S_2 ,

如图 11 所示则 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \underline{\hspace{2cm}}$

6.在磁感强度为 $\mathbf{B}=ai+bj+ck$ (T)的均匀磁场中, 有一个半径为 R 的半球形碗, 碗口开口沿 x 轴正方向.则通过此半球形碗的磁通量为 $\underline{\hspace{2cm}}$

7. 边长为 a 和 $2a$ 的两正方形线圈 A、B,如图 12 所示地同轴放置,通有相同的电流 I , 线圈 B 中的电流产生的磁场通过线圈 A 的磁通量用 Φ_A 表示, 线圈 A 中的电流产生的磁场通过线圈 B 的磁通量用 Φ_B 表示,则二者大小关系式为 $\underline{\hspace{2cm}}$

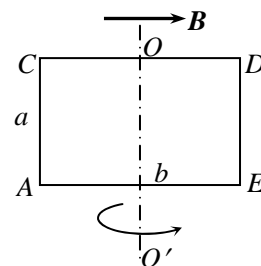


图 13

8. 矩形线圈长为 a 宽为 b ,置于均匀磁场 \mathbf{B} 中.线圈以角速度 ω 旋转,如图 13 所示,当 $t=0$ 时线圈平面处于纸面,且 AC 边向外, DE 边向里.设回路正向 $ACDEA$. 则任一时刻线圈内感应电动势为 $\underline{\hspace{2cm}}$

9. 一截面为长方形的环式螺旋管共有 N 匝线圈,其尺寸如图 14 所示.则其自感系数为 $\underline{\hspace{2cm}}$

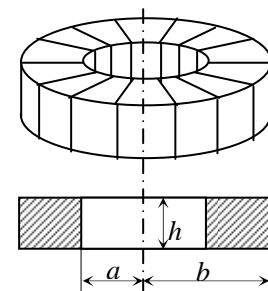


图 14

10. 在一通有电流 I 的无限长直导线所在平面内, 有一半径为 r 、电阻为 R 的导线环,环中心距直导线为 a , 如图 15 所示, 且 $a \gg r$.当直导线的电流被切断后,沿导线环流过的电量约为 $\underline{\hspace{2cm}}$

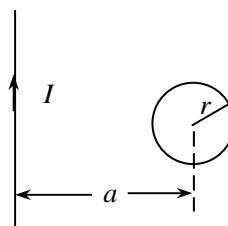


图 15

11. 一平行板空气电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为 dE/dt . 若略去边缘效应, 则两板间的位移电流大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$

12. 在某地发生两件事, 静止位于该地的甲测得时间间隔为 10s, 若中光速)的速率作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 $\underline{\hspace{2cm}}$

相对甲以 $3c/5$ (c 表示真空

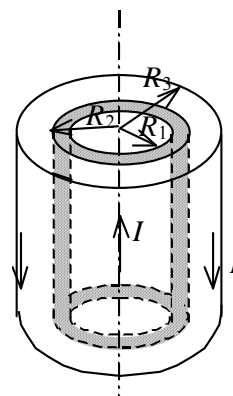
13.把一个静止质量为 m_0 的粒子,由静止加速到 $v=0.6c$ (c 为真空中的光速)需做功为 $\underline{\hspace{2cm}}$

14. 某微观粒子运动时的能量是静止能量的 k 倍,其运动速度的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$

15. 波长 $\lambda=600\text{nm}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda=10^{-4}\text{nm}$,光子的坐标的不确定量至少为 $\underline{\hspace{2cm}}$

三.计算题(每小题 10 分, 共 40 分)

1. 一均匀带电的球层, 其电荷体密度为 ρ , 球层内表面半径为 R_1 , 外表面半径为 R_2 , 设无穷远处为电势零点, 求球层内外表面的电势

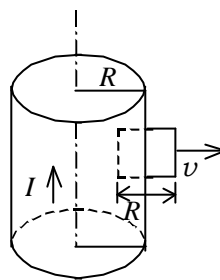


2. 一根同轴线由半径为 R_1 的长导线和套在它外面的内半径为 R_2 、外半径为 R_3 的同轴导体圆筒组成. 中间充满磁导率为 μ 的各向同性均匀非铁磁绝缘材料, 如右

图所示. 传导电流 I 沿导线向上流去, 由圆筒向下流回, 在它们的截面上电流都是均匀分布的. 求同轴线内外的磁感强度大小 B 的分布.

3. 如右图所示. 半径为 R 的无限长实心圆柱导体载有电流 I ,

电流沿轴向流动, 并均匀分布在导体横截面上. 一宽为 R , 长为 l 的矩形回路(与导体轴线同平面)以速度 \vec{v} 向导体外运动(设导体内有一很小的缝隙, 但不影响电流及磁场的分布). 设初始时刻矩形回路一边与导体轴线重合, 求 t ($t < \frac{R}{v}$) 时刻回路中的感应电动势.



2007—2008 学年第二学期

《大学物理 A》(下) (A 卷) 参考答案及评分标准 2008. 7. 2

一 选择题(每小题 3 分, 共 30 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	B	B	A	C	D	A	C	B	D

二 填空题(每空 2 分, 共 30 分).

- 1) $\frac{\sqrt{3}}{2}Ed$ 2) $\frac{2}{3}U_0 + \frac{2Qd}{9\varepsilon_0 S}$ 3) $\varepsilon_0 \varepsilon_r U^2 / (2d^2)$ 4) 0 5) $-\mu_0 I S_1 / (S_1 + S_2)$
- 6) $-\pi R^2 a$ 7) $\phi_A = \phi_B$ 8) $abB\omega \cos \omega t$ 9) $[\mu_0 N^2 h / 2\pi] \ln(b/a)$ 10) $\frac{\mu_0 I r^2}{2aR}$
- 11) $\varepsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$ 12) 12.5 s 13) $0.25m_0 c^2$ 14) $\frac{c}{k} \sqrt{k^2 - 1}$ 15) 3.6 m

三 计算题(每小题 10 分, 共 40 分)

1. 解: 因电荷球对称, 电场球对称, 作与带电体对称的球形高斯面, 有

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 4\pi r^2 E = q_{\text{int}} / \varepsilon_0 \quad (1 \text{ 分})$$

球内 $r < R_1$ $E_1 = 0$ (1 分)

球层中 $R_1 < r < R_2$ $E_2 = \rho(r^3 - R_1^3) / 3\varepsilon_0 r^2$ (1 分)

球外 $r > R_2$ $E_3 = \rho(R_2^3 - R_1^3) / 3\varepsilon_0 r^2$ (1 分)

故内球面

$$\begin{aligned}
 U_1 &= \int_{R_1}^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_2 \cdot d\vec{l} + \int_{R_2}^{\infty} \vec{E}_3 \cdot d\vec{l} \\
 &= \int_{R_1}^{R_2} \left[\rho(r^3 - R_1^3) / (3\varepsilon_0 r^2) \right] \cdot dr + \int_{R_2}^{\infty} \left[\rho(R_2^3 - R_1^3) / (3\varepsilon_0 r^2) \right] \cdot dr \\
 &= \frac{\rho(R_2^2 - R_1^2)}{2\varepsilon_0} \quad (3 \text{ 分})
 \end{aligned}$$

外球面

$$U_2 = \int_{R_2}^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{R_2}^{\infty} \vec{E}_3 \cdot d\vec{l}$$

$$= \int_{R_2}^{\infty} [\rho(R_2^3 - R_1^3) / (3\epsilon_0 r^2)] \cdot dr$$

$$= \frac{\rho(R_2^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 R_2} \quad (3 \text{ 分})$$

2. 解：由安培环路定理： $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I_i$ (2 分)

$0 < r < R_1$ 区域： $2\pi r H = I r^2 / R_1^2$

$$H = \frac{I r}{2\pi R_1^2}, \quad B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2} \quad (2 \text{ 分})$$

$R_1 < r < R_2$ 区域： $2\pi r H = I$

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad B = \frac{\mu I}{2\pi r} \quad (2 \text{ 分})$$

$R_2 < r < R_3$ 区域：

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

$$H = \frac{I}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)$$

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right) \quad (2 \text{ 分})$$

$r > R_3$ 区域： $H = 0, \quad B = 0$

3. 解：取逆时针方向为回路正向，则回路中的感应电动势为

$$\varepsilon = v B_1 l - v B_2 l \quad (2 \text{ 分})$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(R + vt)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I vt}{2\pi R^2} \quad (2 \text{ 分})$$

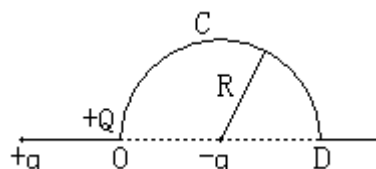
$$\varepsilon = v \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left(\frac{1}{R + vt} - \frac{vt}{R^2} \right) \quad (4 \text{ 分})$$

长沙理工大学考试试卷

一、选择题：（每题 3 分，共 30 分）

1. 在相距为 $2R$ 的点电荷 $+q$ 与 $-q$ 的电场中，把点电荷 $+Q$ 从 O 点沿 OCD 移到 D 点（如图），则电场力所做的功和 $+Q$ 电势能的增量分别为：

(A) $\frac{qQ}{6\pi\epsilon_0 R}, -\frac{qQ}{6\pi\epsilon_0 R}$ 。



(B) $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}, -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$ 。

(C) $-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}, \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$ 。 (D) $-\frac{qQ}{6\pi\epsilon_0 R}, \frac{qQ}{6\pi\epsilon_0 R}$ 。 []

2. 下列结论正确的是:

(A) 带正电的物体电位必为正。 (B) 电力线与等位面正交。

(C) 零电位体必有 $q=0$ 。 (D) U 大时 E 必大。 []

3. 相距为 r_1 的两个电子, 在重力可忽略的情况下由静止开始运动到相距为 r_2 , 从相距 r_1 到相距 r_2 期间, 两电子系统的下列哪一个量是不变的:

(A) 动能总和; (B) 电势能总和;

(C) 动量总和; (D) 电相互作用力 []

4. 在各向同性的电介质中, 当外电场不是很强时, 电极化强度 $\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$, 式中的 \vec{E} 应是:

(A) 自由电荷产生的电场强度。 (B) 束缚电荷产生的电场强度。

(C) 自由电荷与束缚电荷共同产生的电场强度。

(D) 当地的分子电偶极子产生的电场强度。 []

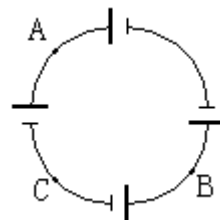
5. 四个电动势均为 \mathcal{E} 、内阻均为 r 的电源按如图连接, 则:

(A) $U_{AB} = 2\mathcal{E}, U_{BC} = \mathcal{E}$

(B) $U_{AB} = 0, U_{BC} = 0$

(C) $U_{AB} = \mathcal{E}, U_{BC} = 3\mathcal{E}$

(D) $U_{AB} = 0, U_{BC} = \mathcal{E}$ []



6. 均匀磁场的磁感应强度 \vec{B} 垂直于半径为 r 的圆面, 今以该圆周长为边线, 作一半球面 s , 则通过 s 面的磁通量的大小为:

(A) $2\pi r^2 B$ (B) $\pi r^2 B$

(C) 0 (D) 无法确定的量 []

7. 用线圈的自感系数 L 来表示载流线圈磁场能量的公式 $W_m = \frac{1}{2} LI^2$

(A) 只适用于无限长密绕螺线管。 (B) 只适用于单匝圆线圈。

(C) 只适用于一个匝数很多, 且密绕的螺线环。

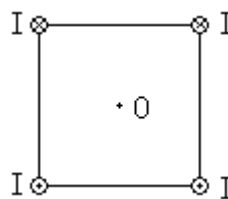
(D) 适用于自感系数 L 一定的任意线圈 []

8. 外观完全相同的两个线圈, 一个为铜导线, 另一个为铁导线。分别将这两个线圈与同一电阻构成 R 、 L 串联电路, 则回路的时间常数为:

- (A) $\tau_{\text{铜}} = \tau_{\text{铁}}$ (B) $\tau_{\text{铜}} < \tau_{\text{铁}}$
 (C) $\tau_{\text{铜}} > \tau_{\text{铁}}$ (D) 无法确定 []

9. 四条相互平行的载流长直导线，电流强度为 I ，正方形边长为 $2a$ （如图），则正方形中心的磁感应强度大小为：

- (A) $\frac{2\mu_0 I}{\pi a}$ (B) $\frac{\mu_0 I}{\pi a}$
 (C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a}$ (D) 0 []



10. 一个带有很窄缝隙的永磁环，磁化强度为 \vec{M} ，缝隙中点的磁感应强度 B 和磁场强度 H 为：

- (A) $B = \frac{\mu_0}{2} M$, $H = \frac{M}{2}$ (B) $B = \mu_0 M$, $H = \frac{M}{2}$
 (C) $B = \frac{\mu_0}{2} M$, $H = 0$ (D) $B = \mu_0 M$, $H = M$ []

二、填空题（共 30 分）

1. (3 分) 如图所示，在边长为 a 的正方形平面的中垂线上，距中心 O 点 $a/2$ 处，有一

电量为 q 的正点电荷，则通过该平面的电场强度通量为_____。

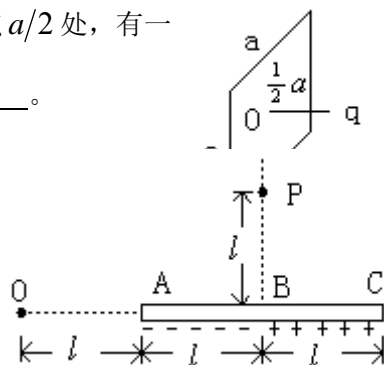
2. (5 分) AC 为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右

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，距 A 端的距离为 l ， P 点在棒的垂直平分线上，

到棒的垂直距离为 l ，以棒的中点 B 为电势的零点，则 O 点电势

$U_0 =$ _____； P 点电势 $U_P =$ _____。



3. (3 分) 空气平行板电容器两极间的相互作用力 $F =$ _____。（已知 q 、 s 、 d ）

4. (3 分) 图示为三种不同的磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线，其中虚线表示的是

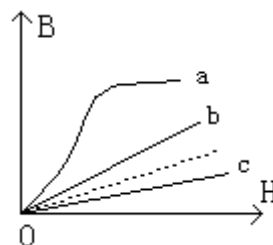
$B = \mu_0 H$ 的关系，说明 a 、 b 、 c 各代表哪一类磁介质的 $B \sim H$ 关系曲

线。

a 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线；

b 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线；

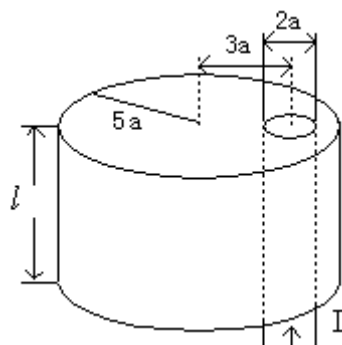
c 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线。



5. (3 分) 一半径为 a 的无限长直载流导线，沿轴向均匀地流有电流 I ，若

作一个半径为 $R = 5a$ 、高为 l 的柱形曲面，已知此柱形曲面的轴与载流

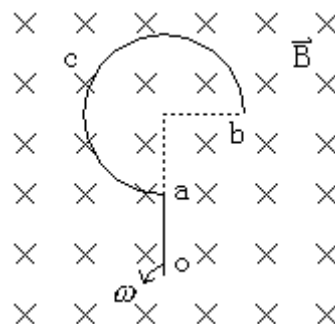
导线的轴平行且相距 $3a$ （如图），则 \vec{B} 在圆柱侧面 S 上的积分



$$\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

6. (5 分) 由外表绝缘的细导线绕成边长为 150mm 共 200 匝的正方形线圈, 放在 $B = 4.0\text{T}$ 的外磁场中, 导线中通有电流 $I = 8.0\text{A}$, 则线圈的磁矩 $m = \underline{\hspace{2cm}}$, 作用在线圈上的磁力矩的最大值 $L_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. (5 分) 一导线被弯成如图所示形状, acb 为半径为 R 的四分之三圆弧, 直线段 oa 长为 R , 若此导线放在匀强磁场 \vec{B} 中, \vec{B} 的方向垂直图面向内, 导线以角速度 ω 在图面内绕 O 点匀速转动, 则此导线中的动生电动势 $\mathcal{E}_i = \underline{\hspace{2cm}}$; 电势最高的是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



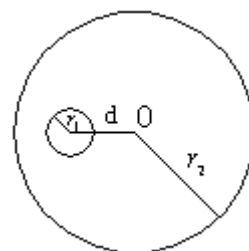
8. (3 分) 加在平行板电容器极板上的电压变化率为 $1.0 \times 10^6 \text{V/s}$, 在电容器内产生 1.0A 的位移电流, 则该电容器的电容量为 $\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{F}$ 。

三、计算题 (共 40 分)

1. (10 分) 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电量 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电量 $-Q$, 如图所示。试求圆心 O 处的电场强度。

2. (10 分) 现有一根单芯电缆, 电缆芯的半径为 $r_1 = 15\text{mm}$, 铅包皮的内半径为 $r_2 = 50\text{mm}$, 其间充以相对介电常数 $\epsilon_r = 2.3$ 的各向同性均匀电介质。求当电缆芯与铅包皮间的电压为 $U_{12} = 600\text{V}$ 时, 长为 $l = 1\text{km}$ 的电缆中储存的静电能是多少?

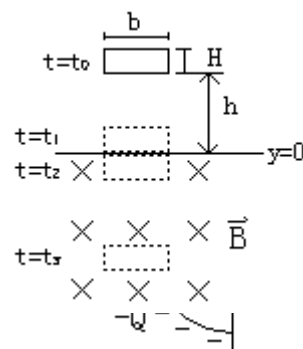
3. (10 分) 半径 $r_2 = 4\text{m}$ 的无限长圆柱导体内, 挖出一半径为 $r_1 = 1\text{m}$ 的无限长圆柱, 轴间距 $d = 2\text{m}$, 挖后通电 7.5A , 且垂直纸面向外均匀分布于截面上, 求:



(1) 圆柱轴线上一点 O 的磁感应强度 \vec{B} 。

(2) 导体的电阻率 $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 求 O 点的电场强度 \vec{E} 。

4. (10 分) 由质量为 m 、电阻为 R 的均匀导线做成的矩形线框，其高为 H ，宽为 b ，在 $t=0$ 时由静止下落，这时线框的下底边在 $y=0$ 平面上方高度为 h 处 (如图所示)。 $y=0$ 平面以上没有磁场； $y=0$ 平面以下则有匀强磁场 \vec{B} ，其方向在图中垂直纸面向里，在时刻 $t=t_1$ 和 $t=t_2$ ，线框位置如图所示，求线框速度 v 与时间 t 的函数关系 (不计空气阻力，且忽略线框自感)。



长沙理工大学试卷标准答案
课程名称：电 磁 学

试卷编号： 04

一、选择题：(每题 3 分，共 30 分)

1. C 2. C 3. B 4. D 5. C 6. B 7. B 8. D 9. D 10. A

二、填空题：(共 30 分)

1. $4N/C$ (2 分); 向上 (1 分)

2. $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{4}$ (3 分); 0 (2 分)

3. $\frac{1}{2}[V + qd/(2\epsilon_0 S)]$ (3 分)

4. $I_1(r_1 + R_1) - \epsilon_1 - I_2(r_2 + R_2) + \epsilon_2 = 0$ (3 分)

5. 环路所包围的所有稳恒电流的代数和; (2 分)

 环路上的磁感应强度; (2 分)

 环路内外全部电流所产生的磁场叠加。 (1 分)

6. $\frac{\mu_0 I}{2R} \left(1 - \frac{1}{\pi}\right)$ (2 分); 垂直纸面向里 (1 分)

7. 一个电源 (2 分) vBL (2 分) 洛伦兹力 (1 分)

8. -8.8×10^{-6} (2 分) 抗 (1 分)

三、计算题 (共 40 分)

1. (10 分) 解:

以顶点 O 为坐标原点, 圆锥轴线为 x 轴, 向下为正, 在任意位置 x 处取高度 dx 的小圆环, 其面积:

$$dS = 2\pi r \frac{dx}{\cos \frac{\theta}{2}} = 2\pi \frac{tg \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} x dx \quad (2 \text{ 分})$$

$$dq = \sigma dS = 2\pi \sigma \frac{tg \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} x dx \quad (2 \text{ 分})$$

其电量:

它在 O 点产生的电势:

$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 [r^2 + x^2]^{3/2}} = \frac{\sigma tg \frac{\theta}{2}}{2\epsilon_0} dx \quad (3 \text{ 分})$$

$$U = \int dU = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} tg \frac{\theta}{2} \int_{x_1}^{x_2} dx = \frac{\sigma(R_2 - R_1)}{2\epsilon_0} \quad (3 \text{ 分})$$

2. (10 分) 解:

(1) 因保持与电源连接, 两极板间电势差保持不变, 而电容值由

$$C_1 = \epsilon_0 S/d \Rightarrow C_2 = \epsilon_0 \epsilon_r S/d$$

插入介质前后电容器储存的电场能量由

$$W_{e1} = C_1 U^2 / 2 = \epsilon_0 S U^2 / 2d \Rightarrow W_{e2} = C_2 U^2 / 2 = \epsilon_0 \epsilon_r S U^2 / 2d$$

则静电能的改变:

$$\Delta W_e = W_{e2} - W_{e1} = (\epsilon_r - 1) \epsilon_0 S U^2 / 2d \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 电容器上带电量的增量为:

$$\Delta Q = C_2 U - C_1 U = (\epsilon_r - 1) \epsilon_0 S U / d$$

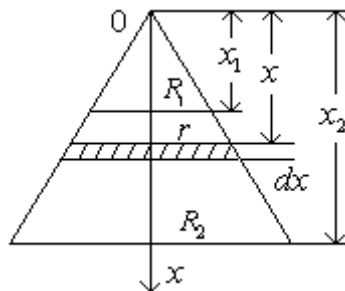
则电场对电源作的功为:

$$A_1 = -\Delta Q U = (1 - \epsilon_r) \epsilon_0 S U^2 / d \quad (3 \text{ 分})$$

(3) 设电场对介质作的功为 A_2 , 根据功能原理:

$$-A_2 - A_1 = \Delta W_e$$

$$A_2 = -\Delta W_e - A_1 = (\epsilon_r - 1) \epsilon_0 S U^2 / 2d \quad (3 \text{ 分})$$



3. (10 分) 解:

见图, 将平板分成无穷多条直导线, 在 A 处取 dl 直导线, 其在 P 点产生的磁感应强度为:

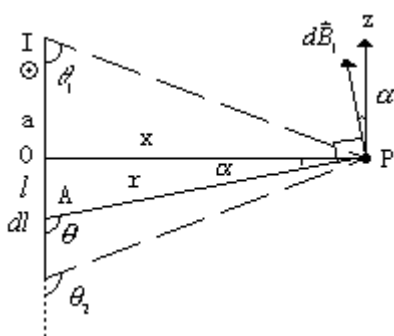
$$dB_1 = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi ar} dl \quad \text{方向见图} \quad (3 \text{ 分})$$

由对称形可知, 平板在 P 点产生的磁感应强度沿 z 轴正方向。

$$dB = dB_1 \cos \alpha = \frac{\mu_0 I \cos \alpha}{4\pi ar} dl = \frac{\mu_0 I x}{4\pi ar^2} dl = \frac{\mu_0 I x}{4\pi a} \frac{dl}{x^2 + l^2} \quad (3 \text{ 分})$$

$$B = \frac{\mu_0 I x}{4\pi a} \int_{-a}^a \frac{dl}{x^2 + l^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \operatorname{arctg} \frac{a}{x} \quad (3 \text{ 分})$$

\vec{B} 方向沿 z 轴正方向。 (1 分)



4. (10 分) 解:

设导线中的电流为 I , 由于两导线在它们之间产生的磁场方向相同, 故两导线之间的磁场分布为:

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(d-r)} \quad (4 \text{ 分})$$

长度为 l 两导线之间的磁通量为:

$$\phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_a^{d-a} \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(d-r)} \right) l dr = \frac{\mu_0 I l}{\pi} \ln \frac{d-a}{a} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{故自感为: } L = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d-a}{a} \approx \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d}{a} \quad (2 \text{ 分})$$