

《大学物理 AII》期中测试题

学号_____ 姓名_____ 班级（四位）_____

可能用到的物理常数：

真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,

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

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

基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$,

电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$,

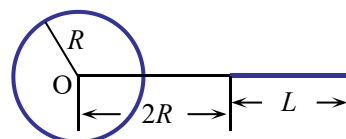
质子质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

一、填空题（共 33 分，每题 3 分，将答案写在试卷指定的横线“_____”上）

1. (3 分) 靠近地面和离地面为 h 高处的电场场强大小分别为 E_1 和 E_2 ，方向都垂直于地面向下。则从地面到 h 高度的大气中电荷的平均体密度为_____；如果地球上的电荷全部均匀分布在表面，则地面上的电荷面密度为_____。

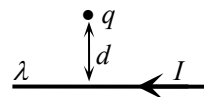
2. (3 分) 用你自己的语言对重力势能、弹性势能和静电势能作一个统一的势能定义，使它对上述三种情况都适用，定义为：
_____。

3. (3 分) 如图所示，半径为 R 的均匀带电球面，带电量为 q ，沿矢径方向上有一长度为 L 、电荷线密度为 λ 的均匀带电细线，球心 O 到细线近端的距离为 $2R$ ，设两带电体互相不影响，则球面和细线组成的系统电势能为_____。（设无穷远电势为零）

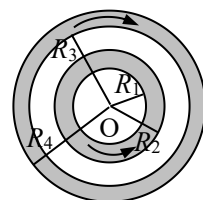


4. (3 分) 两个相同的空气电容器，电容都是 $900 \mu\text{F}$ ，分别充电到 900 V 电压后切断电源，若把一个电容器浸入介电常数为 2.0 的煤油中，再将两电容并联。则并联过程中损失的 能量为_____ J；损失的能量转化为_____。

5. (3 分) 一个带电量为 $q > 0$ 的粒子以速度 v 平行于一均匀带电的无限长直导线运动，该导线的电荷线密度为 $\lambda > 0$ ，并载有传导电流 I ，如图所示。则粒子要以 $v =$ _____速度且沿_____方向运动才能使之保持在一条与导线垂直距离为 d 的平行直线上。



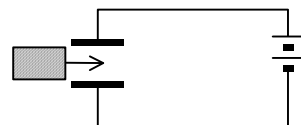
6. (3 分) 如图所示，两个共面的平面带电圆环，其内外半径分别为 R_1 、 R_2 和 R_3 、 R_4 ，外圆环以每秒钟 n_2 转顺时针转动，内圆环以每秒钟 n_1 转逆时针转动，若两圆环电荷面密度均为 σ ，则 n_1/n_2 为_____时，圆心 O 处的磁感应强度为零。



7. (3 分) 一长螺线管单位长度密绕 n 匝线圈，在其内部轴线上有一面积为 S 的单匝小平面线圈，小线圈平面法向与螺线管轴向夹角 30° ，它们之间的互感系数为_____；如果螺线管和小线圈均通过电流 I ，则小线圈受到的磁力矩大小为_____。

8. (3分) 两个点电荷在真空中相距为 r_1 时的相互作用力等于它们在某一“无限大”各向同性均匀电介质中相距为 r_2 时的相互作用力, 则该电介质的相对介电常量 $\epsilon_r =$ _____。

9. (3分) 电容为 C_0 的平板电容器, 接在电路中, 如图所示。若将相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间), 此时电场能量是原来的 _____ 倍。



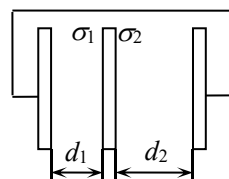
10. (3分) 带电粒子穿过过饱和蒸汽时, 在它走过的路径上, 过饱和蒸汽便凝结成小液滴, 从而显示出粒子的运动轨迹, 这就是云室的原理。今在云室中有磁感强度大小为 1T 的均匀磁场, 观测到一个质子的径迹是半径 20cm 的圆弧, 该质子的动能为 _____ J。

11. (3分) 真空中两只长直螺线管 1 和 2, 长度相等, 单层密绕匝数相同, 直径之比 $d_1/d_2 = 1/4$ 。当它们通以相同电流时, 两螺线管贮存的磁能之比 $W_1/W_2 =$ _____。

二、选择题 (共 15 分, 单选, 每题 3 分, 将答案写在试卷上指定的方括号“[]”内)

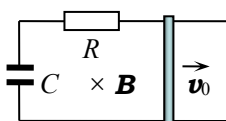
1. (3分) 如图所示, 三块平行的薄导体板, 相互之间的距离 d_1 和 d_2 比导体板面积线度小得多, 外面二导体板用导线连接。中间导体板带电, 设左右两面上电荷面密度分别为 σ_1 和 σ_2 。则 σ_1/σ_2 为

- (A) d_1/d_2 ; (B) d_2/d_1 ;
(C) 1; (D) d_2^2/d_1^2 。

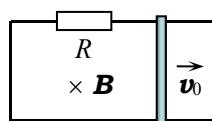


[]

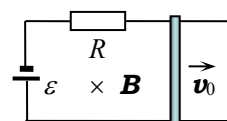
2. (3分) 图 (a)、(b)、(c) 中除导体棒可动外, 其余部分均固定, 不计摩擦, 导体棒、导轨和直流电源的电阻均可略, 各装置都在水平面内, 匀强磁场 \mathbf{B} 的方向垂直纸面向里。设导体棒的初始速度为 \mathbf{v}_0 。有可能在一直向右运动过程中最终达到匀速 (不包括静止) 状态的是



(a)



(b)



(c)

- (A) 图 (a); (B) 图 (b);
(C) 图 (c); (D) 都不可能。

[]

3. (3分) 一球形电容器中间充有均匀介质, 该介质缓慢漏电, 在漏电过程中, 传导电流产生的磁场为 \mathbf{B}_c , 位移电流产生的磁场为 \mathbf{B}_d , 则

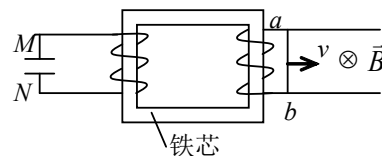
- (A) $\mathbf{B}_c \neq 0, \mathbf{B}_d = 0$; (B) $\mathbf{B}_c = 0, \mathbf{B}_d \neq 0$;
(C) $\mathbf{B}_c = \mathbf{B}_d = 0$; (D) $\mathbf{B}_c = \mathbf{B}_d \neq 0$ 。

[]

4. 两个同心圆线圈，大圆半径为 R ，通有电流 I_1 ；小圆半径为 r ，通有电流 I_2 ，如图。若 $r \ll R$ (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为 []

- (A) $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$; (B) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$;
(C) $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 R^2}{2r}$; (D) 0 。

5. 如图，一导体棒 ab 在均匀磁场中沿金属导轨向右作匀速运动，磁场方向垂直导轨所在平面。若导轨电阻忽略不计，并设铁芯磁导率为常数，则达到稳定后在电容器的 M 极板上 []

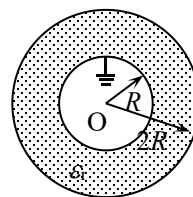


- (A) 带有一定量的正电荷; (B) 带有一定量的负电荷;
(C) 带有越来越多的正电荷; (D) 带有越来越多的负电荷。

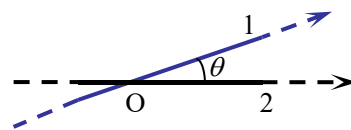
三、计算题（共 52 分，将答案写在试卷空白处）

1. (9 分) 如图所示，有一半半径为 R 的金属球，外面包有一层相对介电常数 $\epsilon_r=2$ 的均匀电介质壳，壳内、外半径分别为 R 和 $2R$ ，介质内均匀分布着电量为 q_0 的自由电荷，金属球接地。试求：

- (1) 金属球所带电量？
(2) 介质壳外表面的电势？（设无穷远电势为零）



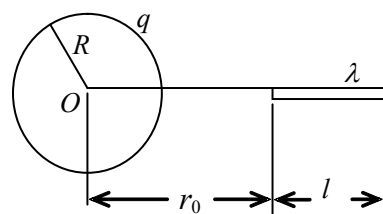
2. (9 分) 如图所示, 两根相互绝缘的无限长直导线 1 和 2 绞接与 O 点, 两根相互绝缘导线间的夹角为 θ , 并通有相同电流 I , 方向如图。试求单位长度的导线所受磁力对 O 点的力矩。



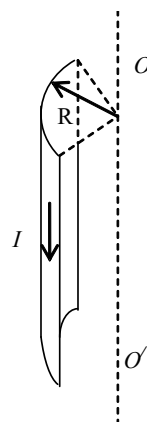
3. (10 分) 如图所示, 半径为 R 的均匀带电球面, 电量为 q , 沿半径方向上有一均匀带电细线, 电荷线密度为 λ , 长度为 l , 细线左端离球心距离为 r_0 。设球面和细线上的电荷分布不受相互作用影响, 试求:

(1) 细线受到该带电球面作用的电场力;

(2) 细线在该带电球面电场中的电势能(选取无穷远处的电势为零)。

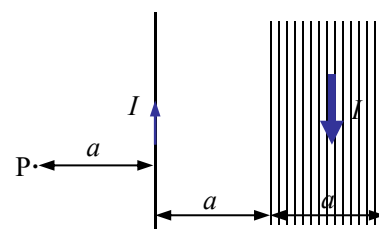


4. (10 分) 如图所示, 半径 $R=1.0\text{cm}$ 的无限长 $1/4$ 圆柱形金属薄片, 沿长度方向有均匀分布的电流 $I=10.0\text{A}$ 通过。试求圆柱轴线上任意一点的磁感应强度。



5. (7 分) 如图所示, 通有电流 I 的无限长直导线与一宽为 a 的电流均匀分布的无限长矩形薄平板构成闭合回路, 且彼此平行共面。试求:

- (1) P 点处磁感应强度的大小和方向;
- (2) 单位长度导线所受作用力大小。



6. (7 分)

如图所示，将一均匀分布着电流的无限大载流平面放入均匀外磁场中，电流方向与此磁场垂直。已知平面两侧的磁感应强度分别为 \vec{B}_1 和 \vec{B}_2 。试求：

- (1) 外磁场的磁感应强度 \vec{B}_0 的大小和方向；
- (2) 面电流密度 \vec{j} 的大小和方向；
- (3) 该载流平面单位面积所受的磁场力的大小和方向。

