

大学物理 I 期末模拟 2

2023 年 6 月

已知: $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{C}^{-2} \cdot \text{m}^2$

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

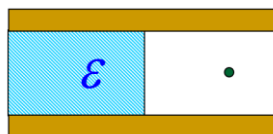
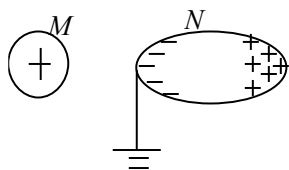
一、选择题

1. 当导体表面上某处面电荷密度为 σ 时, 用高斯定理可求得导体外靠近该处的电场强度为 $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{e}_n$, 考察导体表面一面元 ΔS , 面元上电荷为 $\sigma\Delta S$, 则该面元受到的力 \vec{F} 为 []

- (A) $\frac{\sigma^2\Delta S}{\epsilon_0} \vec{e}_n$ (B) $\frac{\sigma^2\Delta S}{2\epsilon_0} \vec{e}_n$ (C) $-\frac{\sigma^2\Delta S}{\epsilon_0} \vec{e}_n$ (D) $-\frac{\sigma^2\Delta S}{2\epsilon_0} \vec{e}_n$

2. 一带正电荷的物体 M , 靠近一原不带电的金属导体 N , N 的左端感生出负电荷, 右端感生出正电荷. 若将 N 的左端接地, 如图所示, 则 []

- (A) N 上有负电荷入地.
(B) N 上有正电荷入地.
(C) N 上的电荷不动.
(D) N 上所有电荷都入地.



3. 一平行板电容器充电后与电源断开, 然后将一半体积内填充电容率为 ϵ 的各向同性均匀电介质, 则 []

- (A) 两部分电场强度相等 (B) 两部分电位移矢量相等
(C) 两部分极板上自由电荷面密度相等 (D) 以上三个量都不等

4. 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则两极板间的电势差 U 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化:

- (A) U 减小, E 减小, W 减小.
(B) U 增大, E 增大, W 增大.
(C) U 增大, E 不变, W 增大.
(D) U 减小, E 不变, W 不变.

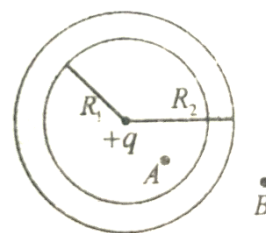
[]

5. 如果某均匀带电体电荷分布的体密度增大为原来的 2 倍, 则其电场的能量变为原来的 []

- (A) 2 倍 (B) 1/2 (C) 4 倍 (D) 1/4

6. 如图所示, 点电荷 $+q$ 位于一不带电金属球壳的中心, 球壳的内外半径分别为 R_1 、 R_2 。设无穷远处电势为零, A、B 分别为球壳内外的两点, 若此时移去球壳, 则下面哪种说法是正确的? []

- (A) B 点电势增加
(B) B 点场强增加
(C) A 点电势增加
(D) A 点场强增加



7. 关于安培环路定理 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1} I_i$ ，下列说法正确的是

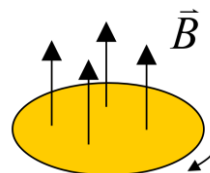
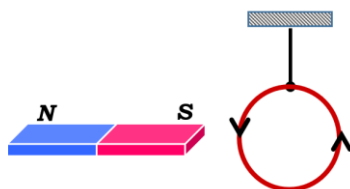
- (A) 闭合回路上的磁感应强度只与回路内的电流有关，与外部电流无关。
(B) 若 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$ ，则回路内一定有电流穿过。
(C) 若 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$ ，则回路上各处 $B=0$ 。
(D) 若 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$ ，则回路内无电流穿过。

[]

8. 如图所示，将条形磁铁的 S 极逐渐靠近一个用细线悬挂的闭合载流线圈，则俯视图看，该线圈将如何运动

[]

- (A) 逆时针转动，同时靠近磁铁
(B) 逆时针转动，同时远离磁铁
(C) 顺时针转动，同时靠近磁铁
(D) 顺时针转动，同时远离磁铁



9. 圆形铜盘水平放置在均匀磁场中，磁感应强度 B 的方向垂直于盘面向上。当铜盘绕通过其中心且垂直于盘面的轴沿图示方向转动时

[]

- (A) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的相反方向流动
(B) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的方向流动
(C) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘边缘处电势最高
(D) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘中心处电势最高

10. 将 1m 长的绝缘导线全部利用，盘成 (1) 50 匝圆线圈，通有 5A 的恒定电流；(2) 100 匝圆线圈，通有 10A 的恒定电流。则在上述两种情况下，载流圆线圈磁矩之比为 $m_1:m_2 =$

[]

- (A) 1:1 (B) 1:2 (C) 4:1 (D) 1:4

11. 半径为 2 cm、长度为 16 cm 的长直密绕螺线管的匝数为 100，若忽略边缘效应，螺线管的自感系数为

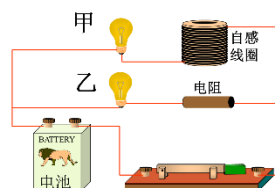
[]

- (A) 10^{-7} H (B) 10^{-5} H (C) 10^{-4} H (D) 10^{-6} H

12. 两个相同的灯泡甲和乙分别串联一个自感线圈 L 和纯电阻 R ，然后并联。若线圈的阻值小于纯电阻的阻值，开始时开关闭合，则在开关断开后的瞬间

[]

- (A) 甲先熄灭，乙后熄灭
(B) 乙先熄灭，甲后熄灭
(C) 乙变亮后和甲一起缓慢熄灭
(D) 甲、乙从初始亮度一起缓慢熄灭



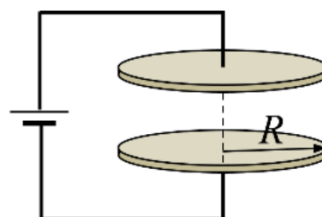
13. 如图所示，平行板电容器由两个半径为 R 圆形导体极板构成，若忽略边缘效应，且在充电过程中极板间的电场强度变化率为 dE/dt ，则两极板间的位移电流密度为[]

(A) $j_d = \epsilon_0 \frac{dE}{dt}$

(B) $j_d = \epsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$

(C) $j_d = \frac{R^2}{4\epsilon_0} \frac{dE}{dt}$

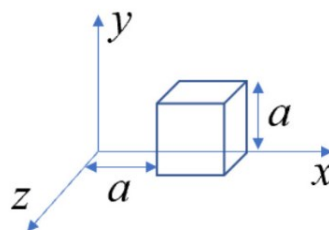
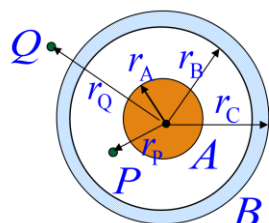
(D) $j_d = \frac{R^2}{\pi R^2} \frac{dE}{dt}$



二、填空题

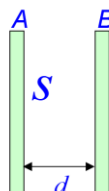
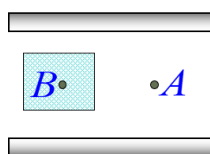
1. 均匀电场中有一电偶极子，某一瞬间电偶极子的电偶极矩 p 与电场强度 E 的夹角为 30° ，则此时电偶极子在电场中所受合力大小为_____，力矩的大小为_____。

2. 一带电量为 q 、半径为 r_A 的金属球 A，与一原先不带电、内外半径为 r_B 和 r_C 的金属球壳 B 同心放置如图。则图中 P 点的电场强度 $E_P =$ _____，电势 $V_P =$ _____；Q 点的电场强度 $E_Q =$ _____，电势 $V_Q =$ _____；如果用导线将 A、B 连接起来，则 A 球的电势 $V_A =$ _____。（设无穷远处电势为零）



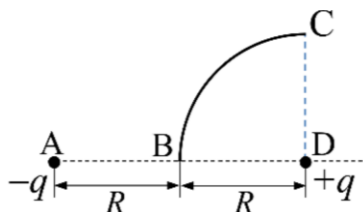
3. 已知某空间电场强度的分布为 $\vec{E} = -6y\vec{j}$ ，则通过如图所示的边长为 a 的正方体上底面的电通量为_____。

4. 如图所示，将平板电容器充电后再断开电源，然放入一块介质，试比较：（1）放入介质前后，电容器两极板间的电压大小 U_0 _____ U ；（2）放入介质前后电容器内 A 点的场强大小 E_{A0} _____ E_A ；（3）放入介质后真空中 A 点和介质中 B 点的电位移矢量大小 D_A _____ D_B 。



5. 如图所示，A、B 为靠得很近的两块平行金属板，两板的面积均为 S ，板间的距离为 d 。今使其分别均匀带电 $2q$ 和 $-3q$ ，则 A 板内侧带电量为_____；两板间的电势差_____；A 板对 B 板作用力的大小为_____。如果将 A 板内表面接地，则 A 板内侧带电量为_____；两板间的电势差_____；A 板对 B 板作用力的大小为_____。

6. 如图所示, 在分别位于 A、D 的点电荷 $-q$ 和 $+q$ 产生的电场中, 将一点电荷 $-q_0$ 从 B 点沿半径为 R 的四分之一圆弧移至 C 点, 已知 $AB=BD=R$, 则在此过程中静电力做功为_____, 外力做功为_____.



7. 一通有电流的圆形载流线圈, 在其上任取一电流元 $I d\vec{l}$, 则该电流元所受的磁力大小_____零 (填“等于”、“不等于”), 方向为沿着半径向_____ (填“内”、“外”).

8. 在霍尔效应中, 长为 4.0 cm 、宽为 1.0 cm 、厚为 $1.0 \times 10^{-3}\text{ cm}$ 的导体, 沿着长度方向载有 3 A 的电流, 沿厚度方向加有磁感应强度为 1.5 T 的磁场, 在宽度方向产生了 $1.0 \times 10^{-5}\text{ V}$ 的霍尔电压, 则导体中载流子的漂移速率为_____ m/s .

9. 有两个长度相同的长直密绕螺线管, 其半径之比为 $r_1:r_2=1:2$, 匝数之比为 $N_1:N_2=3:2$, 设两螺线管内分别充满磁导率为 μ_1 和 μ_2 的均匀介质, 且 $\mu_1:\mu_2=2:1$. 则其自感应系数之比为 $L_1:L_2=$ _____; 若将两只螺线管串联在恒定电路中, 通电稳定后存储的磁能之比为 $W_{m1}:W_{m2}=$ _____.

10. 麦克斯韦方程组简洁而又优美, 揭示了电磁场作为一个整体以及电场、磁场之间相互激发的关系. 请按要求写出麦克斯韦方程组的积分形式中对应的方程:

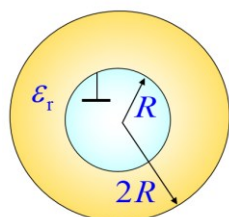
- (1) 电场的环路定理, 变化的磁场可激发电场: _____;
- (2) 全电流的安培环路定理, 变化的电场也可产生磁场: _____.

11. 加在平行板电容器极板上的电压变化率为 $2.0 \times 10^6\text{ V/s}$, 在电容器内产生 4.0 A 的位移电流, 则该电容器的电容为_____ F .

三、计算题

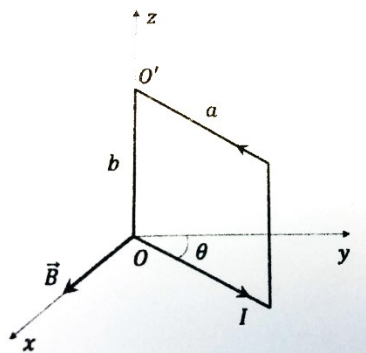
1. 有两半径分别为 R 和 $2R$ 的金属球壳同心放置, 两球壳之间填有 $\epsilon_r = 2$ 的介质, 已知外球壳带净电荷 q_0 , 内球壳接地, 求:

- (1) 内球壳上的带电量;
- (2) 外球壳的电势;
- (3) 系统的电容.

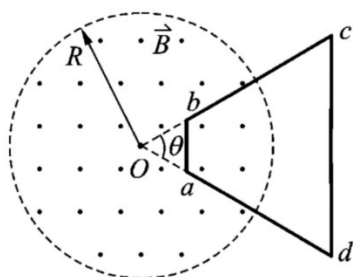


2. 如图所示，在沿 x 轴正方向的均匀磁场 \vec{B} 中，放入一边长分别为 a 、 b 的单匝矩形线圈，并使其可绕 OO' 边自由转动。假设线圈的自感可忽略不计，现在线圈中通有电流 I ，电流流向如图。当线圈平面与 yz 平面成 θ 角时，线圈的角加速度大小为 α ，则：

(1) 在图示位置，线圈所受的安培力为多少？(2) 线圈相对于 OO' 轴的转动惯量为多少？(3) 线圈平面由当前位置转到与 \vec{B} 平行时磁力所做的功为多少？



3. 如图所示，在半径为 $R=0.20\text{ m}$ 的圆柱形空间中存在着均匀磁场，其方向垂直于纸面向外。设磁感强度随时间以 $\text{d}B/\text{d}t=200\text{ T/s}$ 线性增加。现将导线折成等腰梯形 $abca$ ， $\theta=\pi/3$ ， $\overline{Oa}=\overline{Ob}=0.08\text{ m}$ ， $\overline{Oc}=\overline{Od}=0.30\text{ m}$ 。求：(1) a 处和 d 处的感生电场大小；(2) 等腰梯形导线框 $abca$ 中感应电动势的大小和方向。



4. 一无限长直导线中通有电流 $I = I_0 e^{-\beta t}$ ，一矩形线圈与长直导线共面放置，其长边与导线平行，位置如图所示。求：(1) 导线与线圈的互感系数；(2) 矩形线圈中感应电动势的大小以及感应电流的方向。

