

# 北京交通大学考试试题(A卷)

课程名称: 大学物理

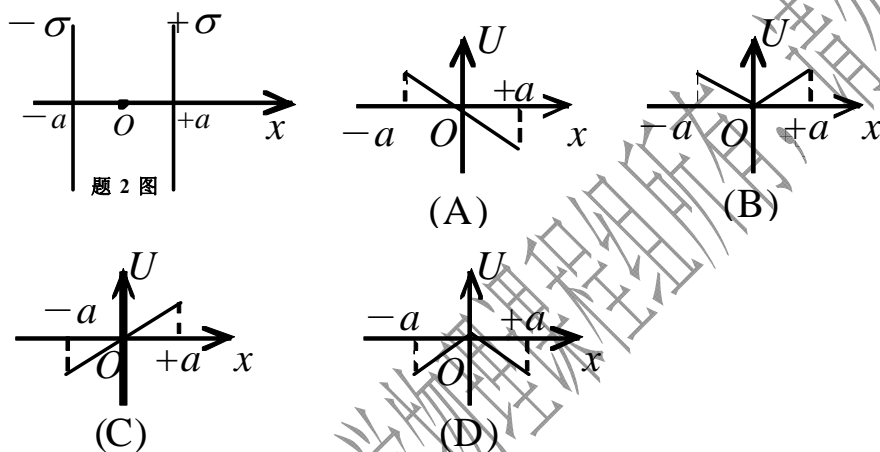
学年学期: 2012—2013 学年第 2 学期

## 一、单项选择题(共 13 题, 每题 3 分, 共 39 分)

1、一均匀带电球面, 电荷面密度为 $\sigma$ , 球面内电场强度处处为零, 球面上面元 $dS$ 带有 $\sigma dS$ 的电荷, 该电荷在球面内各点产生的电场强度.

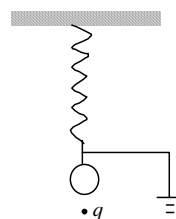
- (A) 处处为零. (B) 不一定都为零.  
(C) 处处不为零. (D) 无法判定.

2、电荷面密度为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板, 放在与平面相垂直的 $x$ 轴上的 $+a$ 和 $-a$ 位置上, 如图所示. 设坐标原点 $O$ 处电势为零, 则在 $-a < x < +a$ 区域的电势分布曲线为.



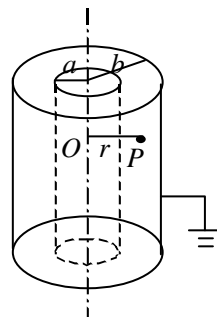
3、有一接地的金属球, 用一弹簧吊起, 金属球原来不带电. 若在它的下方放置一电荷为 $q$ 的点电荷, 如图所示, 则

- (A) 只有当 $q > 0$ 时, 金属球才下移.  
(B) 只有当 $q < 0$ 时, 金属球才下移.  
(C) 无论 $q$ 是正是负金属球都下移.  
(D) 无论 $q$ 是正是负金属球都不动.



4、一长直导线横截面半径为 $a$ , 导线外同轴地套一半径为 $b$ 的薄圆筒, 两者互相绝缘, 并且外筒接地, 如图所示. 设导线单位长度的电荷为 $+\lambda$ , 并设地的电势为零, 则两导体之间的 $P$ 点( $OP=r$ )的场强大小和电势分别为:

- (A)  $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$ .  
(B)  $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$ .  
(C)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$ .  
(D)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ ,  $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$ .



5、关于高斯定理，下列说法中哪一个是正确的？

- (A) 高斯面内不包围自由电荷，则面上各点电位移矢量  $\vec{D}$  为零。
- (B) 高斯面上处处  $\vec{D}$  为零，则面内必不存在自由电荷。
- (C) 高斯面的  $\vec{D}$  通量仅与面内自由电荷有关。
- (D) 以上说法都不正确。

6、在一点电荷  $q$  产生的静电场中，一块电介质如图放置，以点电荷所在处为球心作一球形闭合面  $S$ ，则对此球形闭合面：

- (A) 高斯定理成立，且可用它求出闭合面上各点的场强。
- (B) 高斯定理成立，但不能用它求出闭合面上各点的场强。
- (C) 由于电介质不对称分布，高斯定理不成立。
- (D) 即使电介质对称分布，高斯定理也不成立。

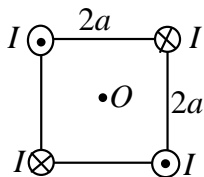


7、一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联。当电容器两极板间为真空时，电场强度为  $\vec{E}_0$ ，电位移为  $\vec{D}_0$ ，而当两极板间充满相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质时，电场强度为  $\vec{E}$ ，电位移为  $\vec{D}$ ，则

- (A)  $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r$ ,  $\vec{D} = \vec{D}_0$ .
- (B)  $\vec{E} = \vec{E}_0$ ,  $\vec{D} = \epsilon_r \vec{D}_0$ .
- (C)  $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r$ ,  $\vec{D} = \vec{D}_0 / \epsilon_r$ .
- (D)  $\vec{E} = \vec{E}_0$ ,  $\vec{D} = \vec{D}_0$ .

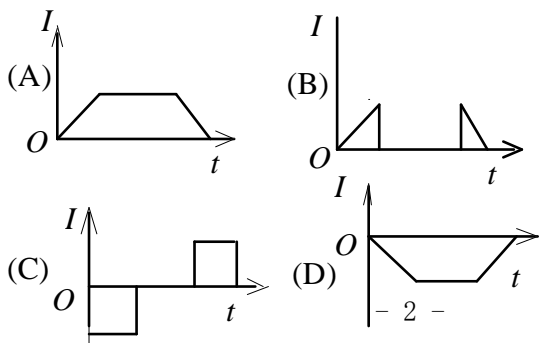
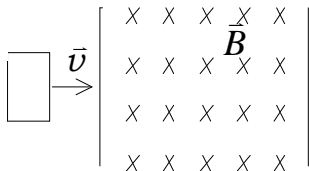
8、四条皆垂直于纸面的载流细长直导线，每条中的电流皆为  $I$ 。这四条导线被纸面截得的断面，如图所示，它们组成了边长为  $2a$  的正方形的四个角顶，每条导线中的电流流向亦如图所示，则在图中正方形中心点  $O$  的磁感强度的大小为

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

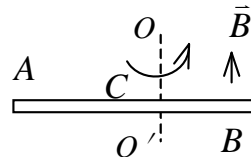


9、如图所示，一矩形金属线框，以速度  $\vec{v}$  从无场空间进入一均匀磁场中，然后又从磁场中出来，到无场空间中。不计线圈的自感。设从线圈刚进入磁场时刻开始计时，感应电流  $I$  以顺时针方向为正。下面哪一条图线正确地表示了线圈中的感应电流  $I$  对时间的函数关系？

题 9 图



10、如图所示，导体棒  $AB$  在均匀磁场  $\vec{B}$  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  $\vec{\omega}$  与  $\vec{B}$  同方向）， $BC$  的长度为棒长的  $\frac{1}{3}$ ，则

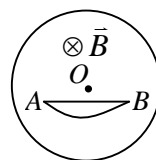


- (A)  $A$  点比  $B$  点电势高.
- (B)  $A$  点与  $B$  点电势相等.
- (C)  $A$  点比  $B$  点电势低.
- (D) 有稳恒电流从  $A$  点流向  $B$  点.

11、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) 闭合曲线  $L$  上  $\vec{E}_k$  处处相等.
- (B) 感应电场是保守力场.
- (C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线.
- (D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念.

12、在圆柱形空间内有一磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场，如图所示.  $\vec{B}$  的大小以速率  $dB/dt$  变化. 在磁场中有  $A$ 、 $B$  两点，其间可放直导线  $AB$  和弯曲的导线  $\widehat{AB}$ ，则



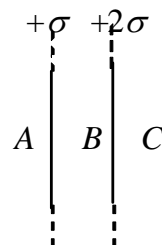
- (A) 电动势只在  $\widehat{AB}$  导线中产生.
- (B) 电动势只在  $AB$  导线中产生.
- (C) 电动势在  $AB$  和  $\widehat{AB}$  中都产生，且两者大小相等.
- (D)  $AB$  导线中的电动势小于  $\widehat{AB}$  导线中的电动势.

13、对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确.

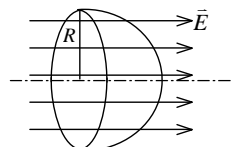
- (A) 位移电流是指变化电场.
- (B) 位移电流是由线性变化磁场产生的.
- (C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律.
- (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理.

## 二、 填空题（共 8 题，共 31 分）

1、（本题 5 分）两个平行的“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度分别为  $+\sigma$  和  $+2\sigma$ ，如图所示，则  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个区域的电场强度分别为：  
 $E_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_C = \underline{\hspace{2cm}}$  (设方向向右为正).

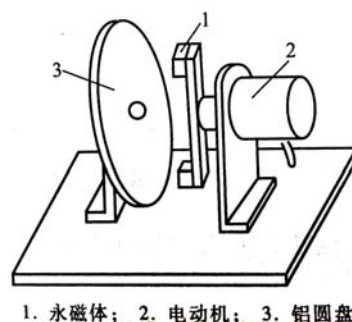


2、（本题 3 分）半径为  $R$  的半球面置于场强为  $\vec{E}$  的均匀电场中，其对称轴与场强方向一致，如图所示. 则通过该半球面的电场强度通量为\_\_\_\_\_.

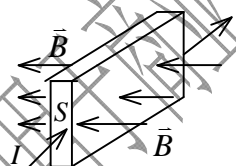


3、（本题 3 分）一空气平行板电容器，两极板间距为  $d$ ，充电后板间电压为  $U$ . 然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为  $d/3$  的金属板，则板间电压变成  $U' = \underline{\hspace{2cm}}$ .

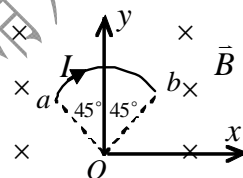
4、(本题 4 分) 演示实验电磁驱动。我们来观察一导体圆盘在旋转磁场中的转动，如图所示。当永磁铁相对于铝盘转动时，由于电磁感应，将在铝盘中形成\_\_\_\_\_。根据楞次定律，涡电流总是阻碍永磁铁相对于铝盘的相对运动，其效果必是铝盘随着磁铁转动。且在电磁驱动作用下，铝盘的转速总是\_\_\_\_\_磁铁转速(填大于、小于或等于)。



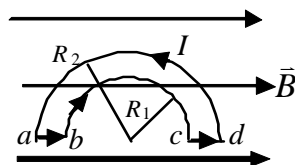
5、(本题 4 分) 截面积为  $S$ ，截面形状为矩形的直的金属条中通有电流  $I$ 。金属条放在磁感强度为  $\vec{B}$  的匀强磁场中， $\vec{B}$  的方向垂直于金属条的左、右侧面(如图所示)。在图示情况下金属条的上侧面将积累\_\_\_\_\_电荷，载流子所受的洛伦兹力的大小  $f_m = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(注：金属中单位体积内载流子数为  $n$ )



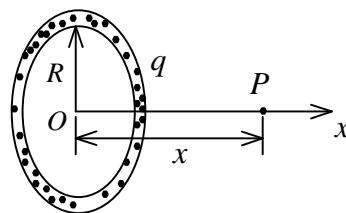
6、(本题 4 分) 如图，一根载流导线被弯成半径为  $R$  的  $1/4$  圆弧，放在磁感强度为  $B$  的均匀磁场中， $\vec{B}$  垂直导线所在平面。则载流导线  $ab$  所受磁场的作用力的大小为\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_。



7、(本题 5 分) 半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  的两个半圆弧与直径的两小段构成的通电线圈  $abcd$  (如图)，放在磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场中， $\vec{B}$  平行线圈所在平面。则线圈的磁矩的大小为\_\_\_\_\_，线圈受到的磁力矩的大小为\_\_\_\_\_。



8、(本题 3 分) 如图所示，一半径为  $R$  的圆环，其上无规则地分布着电荷，已知总电荷为  $q$ 。则圆环轴线上距离圆心  $O$  为  $x$  的  $P$  点处的电势为\_\_\_\_\_。

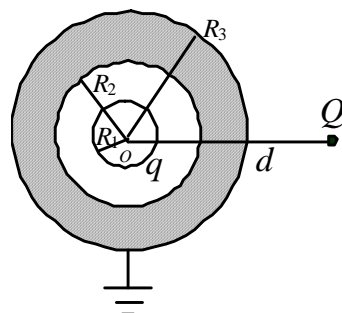


(设无穷远处的电势为零)

### 三、 计算题 (共 3 题，共 30 分)

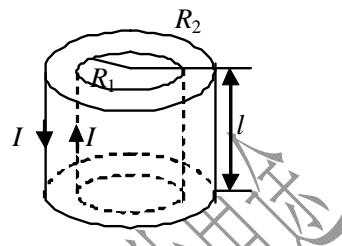
1、(本题 12 分) 半径为  $R_1$  的导体球，带电荷  $q$ ，在它外面同心地罩一金属球壳，其内、外半径分别为  $R_2$ ， $R_3$ ，今在距球心  $d$  处放一电荷为  $Q$  的点电荷，并将球壳接地。求：

- 1) 金属球壳内表面 ( $r=R_2$ ) 上的感应电荷  $Q'_{\text{内}}$ ;
- 2) 导体球和金属球壳之间 ( $R_1 < r < R_2$ ) 的电场强度的大小和方向;
- 3) 导体球的球心  $O$  处的电势;
- 4) 金属球壳外表面 ( $r=R_3$ ) 上的感应电荷  $Q'_{\text{外}}$ ;



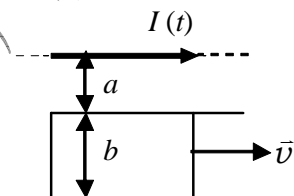
- 5) 整个金属球壳上的感应电荷  $Q'$ 。  
(设大地的电势和无穷远处的电势为零)

2、(本题 8 分)一根电缆由半径为  $R_1$  和  $R_2$  的两个薄圆筒形导体组成，在两圆筒之间是空气。电缆内层导体通电流  $I$ ，外层导体作为电流返回路径，如图所示。



- 1) 求空间各点磁感应强度  $B$  的分布；
- 2) 求长度为  $l$  的一段电缆内的磁场储存的能量。

3、(本题 10 分) 如图所示，真空中一长直导线通有电流  $I(t) = I_0 e^{-\lambda t}$  (式中  $I_0$ 、 $\lambda$  为常量， $t$  为时间)，有一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面，二者相距  $a$ 。矩形线框的滑动边与长直导线垂直，它的长度为  $b$ ，并且以匀速  $\vec{v}$  (方向平行长直导线) 滑动。设开始时滑动边与对边重合 (即开始时矩形导线框面积为零)。



- 1) 写出此通电长直导线在空间各点的磁感应强度  $B$  的分布；
- 2) 计算在任意时刻  $t$ ，通电长直导线所产生的磁场通过矩形线框的磁通量  $\Phi_m(t)$ ；
- 3) 计算任意时刻  $t$  在矩形线框内的感应电动势  $\varepsilon_i$  的大小 (忽略线框中的自感电动势)；
- 4) 试讨论  $\varepsilon_i$  方向。

## 2012-2013 学年第二学期 《大学物理》 期末试卷参考答案 (A)

### 一、选择题 (39 分, 每题 3 分)

- 1、C      2、C      3、C      4、D      5、C      6、B      7、B      8、C  
9、C      10、A      11、D      12、D      13 A

### 二、填空题 (共 31 分)

1、 $-3\sigma/(2\epsilon_0)$      $-\sigma/(2\epsilon_0)$      $3\sigma/(2\epsilon_0)$

2、 $\pi R^2 E$

3、 $2U/3$

4、涡电流; 小于

5、负  $IB/(nS)$

6、 $\sqrt{2}BIR$     沿  $y$  轴正向

7、 $\frac{1}{2}\pi I(R_2^2 - R_1^2)$      $\frac{1}{2}\pi IB(R_2^2 - R_1^2)$

8、 $U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$

### 三、计算题

1、

1) 球壳内表面上感生电荷应为  $Q'_{内} = -q$  .

2) 球壳内表面上感生电荷是均匀分布的, 因而, 导体球和金属球壳之间的电场强度方向是沿着径向方向。可以利用高斯定理求出其场强。

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = q/\epsilon_0 \quad E \cdot 4\pi r^2 = q/\epsilon_0$$

导体球与球壳间的场强为  $\vec{E} = q\vec{r}/(4\pi\epsilon_0 r^3)$  ( $R_1 < r < R_2$ )

3) 设大地电势为零, 则导体球心  $O$  点电势为:

$$U_0 = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

4) 设球壳外表面上感生电荷为  $Q'_{外}$ , 以无穷远处为电势零点, 根据电势叠加原理, 导体球心  $O$  处电势应为:

$$U_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q}{d} + \frac{Q'_{外}}{R_3} - \frac{q}{R_2} + \frac{q}{R_1} \right)$$

设大地与无穷远处等电势, 则上述二种方式所得的  $O$  点电势应相等,

$$U_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q}{d} + \frac{Q'_{外}}{R_3} - \frac{q}{R_2} + \frac{q}{R_1} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

由此可得球壳外表面上感生电荷  $Q'_{外} = -QR_3/d$

5) 故导体壳上感生的总电荷应是  $Q' = -QR_3/d - q$

2、解: 1)  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_i, \quad 2\pi r B = \mu_0 I \quad (R_1 < r < R_2) \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (R_1 < r < R_2)$

$$B = \begin{cases} 0 & r < R_1 \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$

$$2) \quad w_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0^2 I^2}{2\mu_0 (2\pi r)^2}$$

$$dW_m = w_m dV = w_m 2\pi r dr \cdot l = \frac{\mu_0 I^2}{2(2\pi r)^2} 2\pi r l dr$$

$$W_m = \int_{R_1}^{R_2} dW_m = \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

3、

解：

$$1) \quad B = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi y} \quad (2 \text{ 分})$$

2) 任意时刻  $t$  的  $\Phi(t)$

$$\begin{aligned} \Phi(t) &= \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \\ &= \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi y} x(t) dy \\ &= \frac{\mu_0}{2\pi} I_0 \nu \ln \frac{a+b}{a} \exp(-\lambda t) \end{aligned}$$

$$3) \quad \varepsilon_i = -\frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{\mu_0}{2\pi} I_0 \nu \ln \frac{a+b}{a} e^{-\lambda t} (\lambda t - 1)$$

4)  $\varepsilon_i$  方向： $\lambda t < 1$  时，逆时针； $\lambda t > 1$  时，顺时针。

