一．选择题

1.下列几个说法中哪一个是正确的？

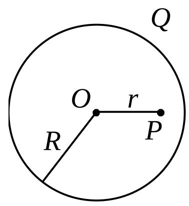
(A) 电场中某点场强的方向，就是将点电荷放在该点所受电场力的方向.

(B) 在以点电荷为中心的球面上， 由该点电荷所产生的场强处处相同.

(C) 场强可由 $\vec{E}=\vec{F}/q$ 定出，其中 q 为试验电荷，q 可正、可负，$\vec{F}$ 为试验电荷所受的电场力.

(D) 以上说法都不正确. [　　]

2.如图所示，半径为 R 的均匀带电球面，总电荷为 Q，设无穷远处的电势为零，则球内距离球心为 r 的 P 点处的电场强度的大小和电势为：



(A) $E=0$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$.

(B) $E=0$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$.

(C) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$.

(D) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$. [　　]

3. 根据高斯定理的数学表达式 $\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\sum q/\varepsilon_0$ 可知下述各种说法中，正确的是：

(A) 闭合面内的电荷代数和为零时，闭合面上各点场强一定为零.

(B) 闭合面内的电荷代数和不为零时，闭合面上各点场强一定处处不为零.

(C) 闭合面内的电荷代数和为零时，闭合面上各点场强不一定处处为零.

(D) 闭合面上各点场强均为零时，闭合面内一定处处无电荷. [　　]

4. 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，则球内离球心距离为 r 处的电场强度的大小为

(A) 0. (B) $\dfrac{U_0}{r}$.

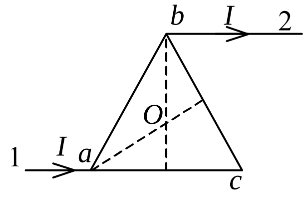
(C) $\dfrac{RU_0}{r^2}$. (D) $\dfrac{U_0}{R}$. [　　]

5. 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

(A) $\varepsilon_0 E$. (B) $\varepsilon_0\varepsilon_r E$.

(C) $\varepsilon_r E$. (D) $(\varepsilon_0\varepsilon_r-\varepsilon_0)E$. [　　]

6. 边长为 l，由电阻均匀的导线构成的正三角形导线框 abc，通过彼此平行的长直导线 1 和 2 与电源相连，导线 1 和 2 分别与导线框在 a 点和 b 点相接，导线 1 和线框的 ac 边的延长线重合．导线 1 和 2 上的电流为 I，如图所示．令长直导线 1、2 和导线框中电流在线框中心 O 点产生的磁感强度分别为 $\vec{B}_1$、$\vec{B}_2$ 和 $\vec{B}_3$，则 O 点的磁感强度大小



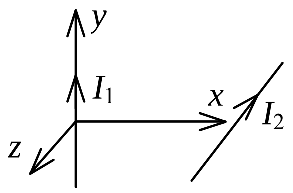
(A) $B=0$，因为 $B_1=B_2=B_3=0$.

(B) $B=0$，因为 $\vec{B}_1+\vec{B}_2=0$， $B_3=0$

(C)　$B \neq 0$，因为虽然 $\vec{B}_1+\vec{B}_2=0$，但 $B_3 \neq 0$．

(D)　$B \neq 0$，因为虽然 $B_3=0$，但 $\vec{B}_1+\vec{B}_2 \neq 0$．　　[　　]

7. 两根无限长载流直导线相互正交放置，如图所示．I_1 沿 y 轴的正方向，I_2 沿 z 轴负方向．若载流 I_1 的导线不能动，载流 I_2 的导线可以自由运动，则载流 I_2 的导线开始运动的趋势是



(A)　绕 x 轴转动．　　(B)　沿 x 方向平动．

(C)　绕 y 轴转动．　　(D)　无法判断．

[　　]

8. 磁介质有三种，用相对磁导率μ_r表征它们各自的特性时，

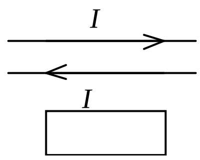
(A) 顺磁质$\mu_r>0$，抗磁质$\mu_r<0$，铁磁质$\mu_r>>1$．

(B) 顺磁质$\mu_r>1$，抗磁质$\mu_r=1$，铁磁质$\mu_r>>1$．

(C) 顺磁质$\mu_r>1$，抗磁质$\mu_r<1$，铁磁质$\mu_r>>1$．

(D) 顺磁质$\mu_r<0$，抗磁质$\mu_r<1$，铁磁质$\mu_r>0$．　　[　　]

9. 两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流 I，并各以 $\mathrm{d}I/\mathrm{d}t(>0)$ 的变化率增长，一矩形线圈位于导线平面内(如图)，则：



(A) 线圈中无感应电流．

(B) 线圈中感应电流为顺时针方向．

(C) 线圈中感应电流为逆时针方向．

(D) 线圈中感应电流方向不确定．　　[　　]

10. 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_L \vec{E}_K \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$，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．

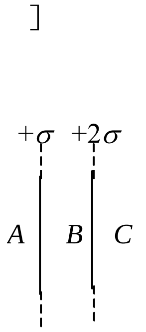
(B) 感应电场是保守力场．

(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．　　[　　]

二．填空题

1. 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＝______________________，E_B＝______________________，

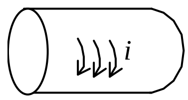
E_C＝______________________________(设方向向右为正)．

2. 静电场的环路定理的数学表示式为：____________________．　该式的物理意义是：____．

该定理表明，静电场是______________________________场．

3. 一平行板电容器，充电后与电源保持联接，然后使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，这时两极板上的电荷是原来的______倍；电场强度是原来的 _________倍；电场能量是原来的_________倍．

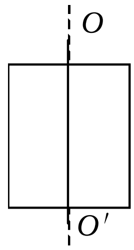
5. 图中所示的一无限长直圆筒，沿圆周方向上的面电流密度(单位垂直长度上流过的电流)为 i，则圆筒内部的磁感强度的大小为 $B =$________，方向________________.



6. 一带电粒子平行磁感线射入匀强磁场，则它作________________运动.
一带电粒子垂直磁感线射入匀强磁场，则它作________________运动.
一带电粒子与磁感线成任意交角射入匀强磁场，则它作______________运动.

7. 在国际单位制中，磁场强度 H 的单位是______________，磁导率μ的单位是____________.

8. 一根直导线在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中以速度 $\vec{v}$ 运动切割磁力线. 导线中对应于非静电力的场强(称作非静电场场强) $\vec{E}_K =$______________.

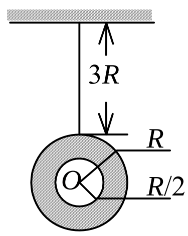


9. 有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 OO' 上，则直导线与矩形线圈间的互感系数为_________________.

10. 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 $\mathrm{d}E/\mathrm{d}t$. 若略去边缘效应，则两板间的位移电流为________________________.

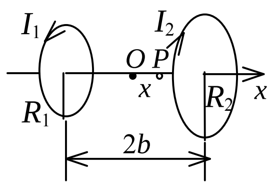
三．计算题

1. 一环形薄片由细绳悬吊着，环的外半径为 R，内半径为 $R/2$，并有电荷 Q 均匀分布在环面上. 细绳长 $3R$，也有电荷 Q 均匀分布在绳上，如图所示,试求圆环中心 O 处的电场强度(圆环中心在细绳延长线上).



2. 一圆柱形电容器，外柱的直径为 4 cm，内柱的直径可以适当选择，若其间充满各向同性的均匀电介质，该介质的击穿电场强度的大小为 E_0= 200 KV/cm. 试求该电容器可能承受的最高电压.　　(自然对数的底 e = 2.7183)

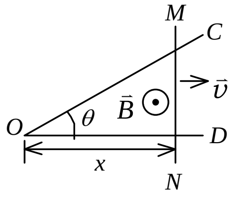
3.如图两共轴线圈，半径分别为 R_1、R_2，电流为 I_1、I_2. 电流的方向相反，求轴线上相距中点 O 为 x 处的 P 点的磁感强度.



4. 如图所示，有一弯成θ角的金属架 COD 放在磁场中，磁感强度 $\vec{B}$ 的方向垂直于金属架 COD 所在平面. 一导体杆 MN 垂直于 OD 边，并在金属架上以恒定速度$\vec{v}$ 向右滑动，$\vec{v}$ 与 MN 垂直. 设 t =0 时，x = 0. 求下列两情形，框架内的感应电动势ε_i.

(1) 磁场分布均匀，且 $\vec{B}$ 不随时间改变.

(2) 非均匀的时变磁场 $B = Kx\cos\omega t$. (K,ω为常数)



参考答案

一．选择题

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

二．填空题

1. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$　；　$-\sigma/(2\varepsilon_0)$　；　$3\sigma/(2\varepsilon_0)$

2. $\oint_L \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l}=0$　；　单位正电荷在静电场中沿任意闭合路径绕行一周，电场力作功等于零　；　有势（或保守力）

3. ε_r　；　1　；　ε_r

5. $\mu_0 i$　；　沿轴线方向朝右

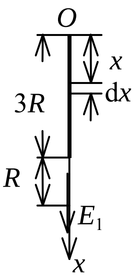
6. 匀速直线　；　匀速率圆周　；　等距螺旋线

7. A/m　；　T·m/A　　8. $\vec{\upsilon}\times\vec{B}$

9. 0　　10. $\varepsilon_0\pi R^2\,\mathrm{d}E/\mathrm{d}t$

三．计算题

1. 解：先计算细绳上的电荷在 O 点产生的场强．选细绳顶端作坐标原点 O，x 轴向下为正．在 x 处取一电荷元



$$\mathrm{d}q=\lambda\mathrm{d}x=Q\mathrm{d}x/(3R)$$

它在环心处的场强为

$$\mathrm{d}E_1=\frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0(4R-x)^2}=\frac{Q\,\mathrm{d}x}{12\pi\varepsilon_0 R(4R-x)^2}$$

整个细绳上的电荷在环心处的场强

$$E_1=\frac{Q}{12\pi\varepsilon_0 R}\int_0^{3R}\frac{dx}{(4R-x)^2}=\frac{Q}{16\pi\varepsilon_0 R^2}$$

圆环上的电荷分布对环心对称，它在环心处的场强

E_2=0

由此，合场强　$$\vec{E}=E_1\vec{i}=\frac{Q}{16\pi\varepsilon_0 R^2}\vec{i}$$

方向竖直向下．

2. 解：设圆柱形电容器单位长度上带有电荷为λ，则电容器两极板之间的场强分布为　$E=\lambda/(2\pi\varepsilon r)$

设电容器内外两极板半径分别为 r_0，R，则极板间电压为

$$U=\int_r^R \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{r}=\int_r^R\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon r}\mathrm{d}r=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{R}{r_0}$$

电介质中场强最大处在内柱面上，当这里场强达到 E_0 时电容器击穿，这时应有

$$\lambda=2\pi\varepsilon r_0 E_0$$

$$U=r_0E_0\ln\frac{R}{r_0}$$

适当选择 r_0 的值，可使 U 有极大值，即令

$$\mathrm{d}U/\mathrm{d}r_0=E_0\ln(R/r_0)-E_0=0$$

得　$$r_0=R/e$$

显然有 $\dfrac{\mathrm{d}^2 U}{\mathrm{d}{r_0}^2} < 0$， 故当 $r_0 = R/e$ 时电容器可承受最高的电压

$U_{\max} = RE_0/e = 147\ \mathrm{kV}$

3. 解：取 x 轴向右，那么有

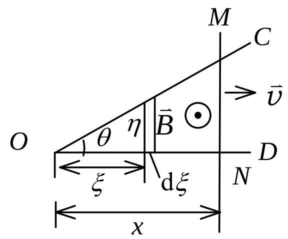
$$B_1 = \frac{\mu_0 R_1^2 I_1}{2[R_1^2 + (b+x)^2]^{3/2}} \quad \text{沿 } x \text{ 轴正方向}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 R_2^2 I_2}{2[R_2^2 + (b-x)^2]^{3/2}} \quad \text{沿 } x \text{ 轴负方向}$$

$$B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{2}[\frac{\mu_0 R_1^2 I_1}{[R_1^2 + (b+x)^2]^{3/2}} - \frac{\mu_0 R_2^2 I_2}{[R_2^2 + (b-x)^2]^{3/2}}]$$

若 $B > 0$，则 $\vec{B}$ 方向为沿 x 轴正方向．若 $B < 0$，则 $\vec{B}$ 的方向为沿 x 轴负方向．

4. 解：(1) 由法拉第电磁感应定律：



$$\Phi = B\frac{1}{2}xy \qquad y = \mathrm{tg}\,\theta\, x \qquad x = \upsilon t$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_i = -\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\frac{1}{2}B\,\mathrm{tg}\,\theta\, x^2)}$$

$$= -\frac{1}{2}B\,\mathrm{tg}\,\theta 2x\,\mathrm{d}x/\mathrm{d}t = B\,\mathrm{tg}\,\theta\, \upsilon^2 t$$

在导体 MN 内ε_i方向由 M 向 N.

(2) 对于非均匀时变磁场 $B = Kx\cos\omega t$

取回路绕行的正向为 $O \to N \to M \to$ O，则

$$\mathrm{d}\Phi = B\,\mathrm{d}S = B\eta\,\mathrm{d}\xi \qquad \eta = \xi\,\mathrm{tg}\,\theta$$

$$\mathrm{d}\Phi = B\xi\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi = K\xi^2\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi$$

$$\Phi = \int \mathrm{d}\Phi = \int_0^x K\xi^2\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi = \frac{1}{3}Kx^3\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta$$

$$\varepsilon_i = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \frac{1}{3}K\omega x^3\sin\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta - Kx^2\upsilon\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta$$

$$= K\upsilon^3\,\mathrm{tg}\,\theta(\frac{1}{3}\omega t^3\sin\omega t - t^2\cos\omega t)$$

ε_i >0，则ε_i方向与所设绕行正向一致，ε_i <0，则ε_i方向与所设绕行正向相反．