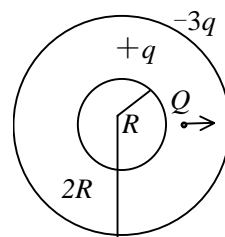


一、选择题：

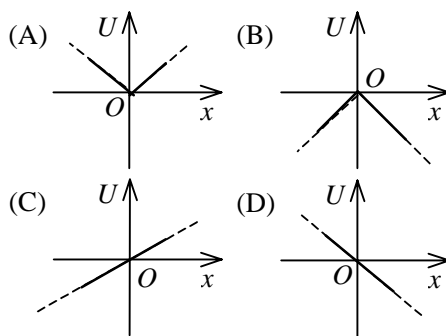
1. 如图所示，在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面，其上分别均匀地带有电荷 $+q$ 和 $-3q$ 。今将一电荷为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放，则该粒子到达外球面时的动能为：



- (A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$. (B) $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}$.
(C) $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$. (D) $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$. []

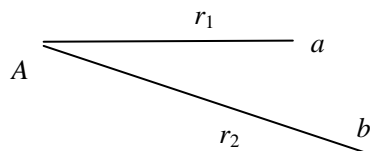
2. 真空中的细导线弯成半径为 R 的半圆形，通过的电流为 I ，则圆心处的磁感应强度的大小为

- (A) $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{R}$. (B) $\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{1}{R}$.
(C) 0. (D) $\frac{\mu_0}{4} \frac{1}{R}$. []



3. 有一“无限大”带正电荷的平面，若设平面所在处为电势零点，取 x 轴垂直带电平面，原点在带电平面上，则其周围空间各点电势 U 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为： []

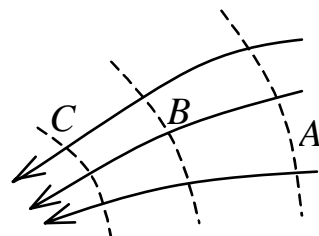
4. 在电荷为 $-Q$ 的点电荷 A 的静电场中，将另一电荷为 q 的点电荷 B 从 a 点移到 b 点。 a 、 b 两点距离点电荷 A 的距离分别为 r_1 和 r_2 ，如图所示。则移动过程中电场力做的功为



- (A) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. (B) $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$.
(C) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. (D) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0 (r_2 - r_1)}$

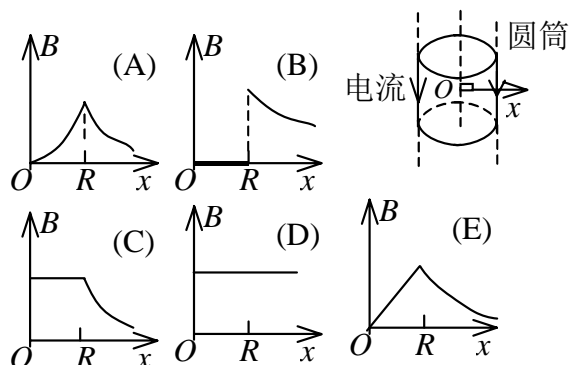
[]

5. 图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）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) $E_A < E_B < E_C$, $U_A > U_B > U_C$. []

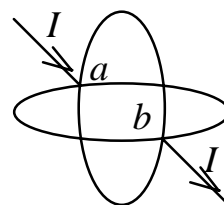
6. 磁场由沿空心长圆筒形导体的均匀分布的电流产生，圆筒半径为 R ， x 坐标轴垂直圆筒轴线，原点在中心轴线上。图(A)~(E)哪一条曲线表示 B - x 的关系？



[]

7. 如图两个半径为 R 的相同的金属环在 a 、 b 两点接触(ab 连线为环直径), 并相互垂直放置. 电流 I 沿 ab 连线方向由 a 端流入, b 端流出, 则环中心 O 点的磁感应强度的大小为

- (A) 0. (B) $\frac{\mu_0 I}{4R}$.
 (C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4R}$. (D) $\frac{\mu_0 I}{R}$.
 (E) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8R}$. []

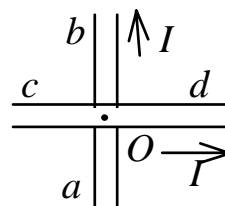


8. 顺磁物质的磁导率:

- (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. []

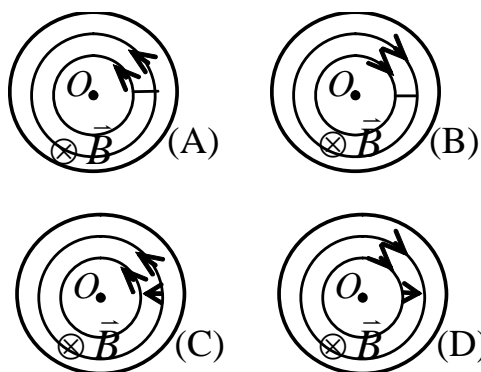
9. 如图, 长载流导线 ab 和 cd 相互垂直, 它们相距 l , ab 固定不动, cd 能绕中点 O 转动, 并能靠近或离开 ab . 当电流方向如图所示时, 导线 cd 将

- (A) 顺时针转动同时离开 ab .
 (B) 顺时针转动同时靠近 ab .
 (C) 逆时针转动同时离开 ab .
 (D) 逆时针转动同时靠近 ab . []



10. 用导线围成的回路(两个以 O 点为心半径不同的同心圆, 在一处用导线沿半径方向相连), 放在轴线通过 O 点的圆柱形均匀磁场中, 回路平面垂直于柱轴, 如图所示. 如磁场方向垂直图面向里, 其大小随时间减小, 则(A)→(D)各图中哪个图上正确表示了感应电流的流向?

[]



二、填空题: (每题 3 分, 共计 30 分)

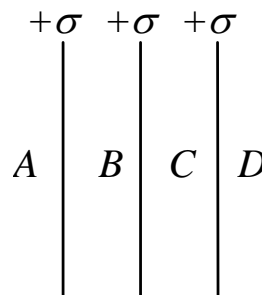
1. 两个电容器 1 和 2, 串联以后接上电动势恒定的电源充电. 在电源保持联接的情况下, 若把电介质充入电容器 2 中, 则电容器 1 上的电势差_____; 电容器 1 极板上的电荷_____. (填增大、减小、不变)

2. 一平面试验线圈的磁矩大小 p_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处, 试验线圈如此之小, 以致可以认为它所占据的空间内场是均匀的. 当此线圈的 p_m 与 z 轴平行时, 所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$, 方向沿 x 轴负方向; 当此线圈的 p_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零. 则空间 A 点处的磁感应强度 \vec{B} 的大小为_____, 方向为_____.

3. 三个平行的“无限大”均匀带电平面, 其电荷面密度都是 $+\sigma$, 如图所示, 则 A 、 B 、 C 、 D 三个区域的电场强度分别为:

$E_A =$ _____, $E_B =$ _____.

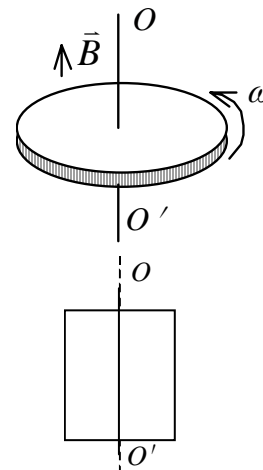
$E_C =$ _____, $E_D =$ _____ (设方向向右为正).



4. 一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内是真空, 壳外是介电常量为 ϵ 的无限大各向同性均匀电介质, 则此球壳的电势 $U =$ _____.

5. 若在磁感应强度 $B=0.02\text{T}$ 的均匀磁场中，一电子沿着半径 $R=1.00\text{ cm}$ 的圆周运动，则该电子的动能 $E_K=$ _____eV.

6. 金属圆板在均匀磁场中以角速度 ω 绕中心轴旋转，均匀磁场的方向平行于转轴，如图所示．这时板中由中心至边缘点的总感应电动势的大小_____，方向_____.



7. 自感系数 $L=0.3\text{ H}$ 的螺线管中通以 $I=8\text{ A}$ 的电流时，螺线管存储的磁场能量 $W=$ _____.

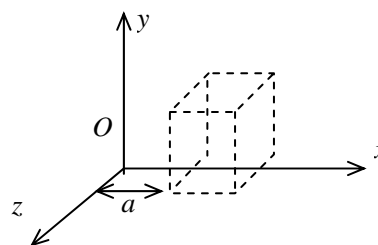
8. 坡印廷矢量 \vec{S} 的物理意义是：_____其定义式为_____.

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. 电子质量 m ，电荷 e ，以速度 \vec{v} 飞入磁感应强度为 \vec{B} 的匀强磁场中， \vec{v} 与 \vec{B} 的夹角为 θ ，电子作螺旋运动，螺旋线的螺距 $h=$ _____，半径 $R=$ _____.

三、计算题

1. 图中虚线所示为一立方形的高斯面，已知空间的场强分布为： $E_x=bx$ ， $E_y=0$ ， $E_z=0$. 高斯面边长 $a=0.1\text{ m}$ ，常量 $b=1000\text{ N/(C}\cdot\text{m)}$. 试求该闭合面中包含的净电荷.



2. 假想从无限远处陆续移来微量电荷使一半径为 R 的导体球带电.

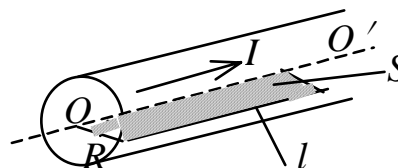
- (1) 当球上已带有电荷 q 时，再将一个电荷元 dq 从无限远处移到球上的过程中，外力作多少功？
- (2) 使球上电荷从零开始增加到 Q 的过程中，外力共作多少功？

3. 一绝缘金属物体，在真空中充电达某一电势值，其电场总能量为 W_0 . 若断开电源，使其所带电荷保持不变，并把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大的各向同性均匀液态电介质中，问这时电场总能量有多大？

4. 一面积为 S 的单匝平面线圈，在磁感应强度 $\vec{B} = B_0 \sin \omega t \vec{k}$ 的均匀外磁场中以恒定角速度 ω 转动，转轴与线圈共面且与 \vec{B} 垂直 (\vec{k} 为沿 z 轴的单位矢量). 设 $t=0$ 时线圈的正法向与 \vec{k} 同方向，求线圈中的感应电动势.

5. 一圆柱形电容器，外筒的半径为 2 cm ，内柱的半径可以适当选择，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 $E_0=200\text{ KV/cm}$. 试求该电容器可能承受的最高电压. (自然对数的底 $e=2.7183$)

6. 一根半径为 R 的长直导线载有电流 I ，作一宽为 R 、长为 l 的假想平面 S ，如图所示. 若假想平面 S 可在导线直径与轴 OO' 所确定的平面内离开 OO' 轴移动至远处. 试求当通过 S 面的磁通量最大时 S 平面的位置(设直导线内电流分布是均匀的).



一、选择题:

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

二、填空题:

1. 增大, 增大
2. 0.5 T, y 轴正方向

参考解:

$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$, 由 \vec{p}_m 平行 y 轴时 $M = 0$ 可知 \vec{B} 必与 y 轴平行,

\vec{p}_m 沿 z 轴时 M 最大, 故有 $B = \frac{M}{p_m} = 0.5 \text{ T}$

由 $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$ 定出 \vec{B} 沿 y 轴正方向.

3. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$, $-\sigma/(2\varepsilon_0)$, $\sigma/(2\varepsilon_0)$, $3\sigma/(2\varepsilon_0)$

4. $\frac{q}{4\pi\varepsilon R}$

5. 3.51×10^3

参考解: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = q^2 B^2 R^2 / (2m) = 5.62 \times 10^{-16} \text{ J} = 3.51 \times 10^3 \text{ eV}$

6. 相同(或 $\frac{1}{2}B\omega R^2$), 沿曲线由中心向外

7. 9.6 J

8. 电磁波能流密度矢量, $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

9. 0

10. $2\pi m v \cos \theta / (eB)$, $m v \sin \theta / (eB)$

三、计算题

1. 解: 设闭合面内包含净电荷为 Q . 因场强只有 x 分量不为零, 故只是二个垂直于 x 轴的平面上电场强度通量不为零. 由高斯定理得:

$$-E_1 S_1 + E_2 S_2 = Q / \varepsilon_0 \quad (S_1 = S_2 = S)$$

$$\begin{aligned} \text{则} \quad Q &= \varepsilon_0 S(E_2 - E_1) = \varepsilon_0 S b(x_2 - x_1) \\ &= \varepsilon_0 b a^2 (2a - a) = \varepsilon_0 b a^3 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C} \end{aligned}$$

2. 解: (1) 令无限远处电势为零, 则带电荷为 q 的导体球, 其电势为

$$U = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

将 dq 从无限远处搬到球上过程中, 外力作的功等于该电荷元在球上所具有的电

$$\text{势能} \quad dA = dW = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R} dq$$

(2) 带电球体的电荷从零增加到 Q 的过程中, 外力做功为

$$A = \int dA = \int_0^Q \frac{q dq}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$$

3. 解: 因为所带电荷保持不变, 故电场中各点的电位移矢量 \vec{D} 保持不变,

$$\text{又} \quad w = \frac{1}{2} DE = \frac{1}{2\varepsilon_0 \varepsilon_r} D^2 = \frac{1}{\varepsilon_r} \frac{1}{2\varepsilon_0} D_0^2 = \frac{w_0}{\varepsilon_r}$$

因为介质均匀, \therefore 电场总能量 $W = W_0 / \varepsilon_r$

4. 解: $\Phi = BS \cos \omega t = B_0 S \sin \omega t \cos \omega t$

$$\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t = B_0 S(-\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t)\omega = B_0 S\omega \cos(2\omega t)$$

$$\mathcal{E}_i = -B_0 S\omega \cos(2\omega t)$$

5.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

$$E = \lambda / (2\pi\epsilon r)$$

设电容器内外两极板半径分别为 r_0 ， R ，则极板间电压为

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

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

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

$$U = r_0 E_0 \ln \frac{R}{r_0}$$

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

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

6.解：设 x 为假想平面里面的一边与对称中心轴线距离，

$$\Phi = \int B \mathrm{d}S = \int_x^R B_1 l \mathrm{d}r + \int_R^{x+R} B_2 l \mathrm{d}r,$$

$$\mathrm{d}S = l \mathrm{d}r$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \quad (\text{导线内})$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (\text{导线外})$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I l}{4\pi R^2} (R^2 - x^2) + \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{x+R}{R}$$

令 $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}x = 0$ ，得 Φ 最大时 $x = \frac{1}{2}(\sqrt{5}-1)R$