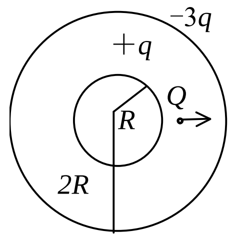
一、选择题：

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) $\dfrac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 R}$．　　(B) $\dfrac{Qq}{2\pi\varepsilon_0 R}$．

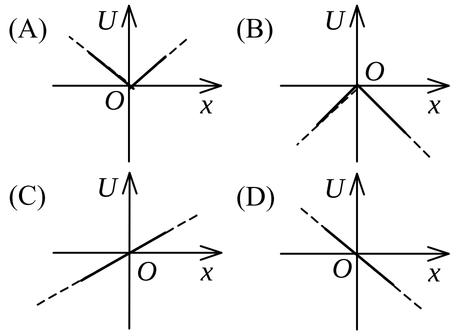
(C) $\dfrac{Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$．　　(D) $\dfrac{3Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$．　[　　　]

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

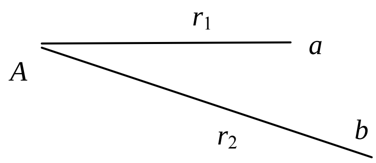
(A) $\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{1}{R}$．　　(B) $\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{1}{R}$．

(C) 0．　　(D) $\dfrac{\mu_0}{4}\dfrac{1}{R}$．　[　　　]

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

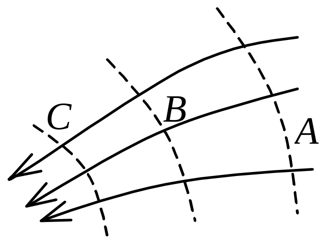


(A) $\dfrac{-Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)$．　　(B) $\dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)$．

(C) $\dfrac{-qQ}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)$．　　(D) $\dfrac{-qQ}{4\pi\varepsilon_0(r_2-r_1)}$

[　　　]

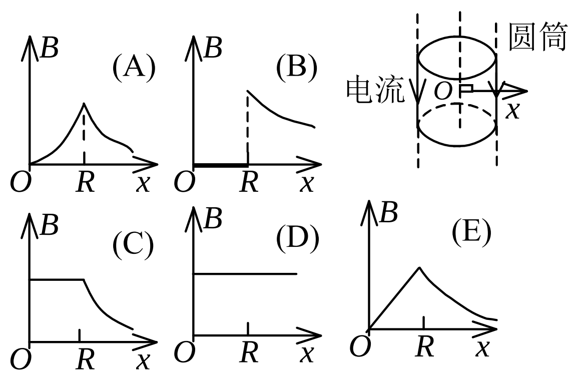
5. 图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）面，由图可看出：



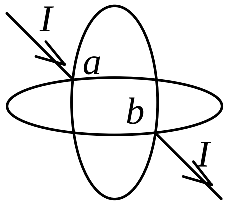
(A) $E_A>E_B>E_C$，$U_A>U_B>U_C$．
(B) $E_A<E_B<E_C$，$U_A<U_B<U_C$．
(C) $E_A>E_B>E_C$，$U_A<U_B<U_C$．
(D) $E_A<E_B<E_C$，$U_A>U_B>U_C$．　[　　　]

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) $\dfrac{\mu_0 I}{4R}$．

(C) $\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4R}$． (D) $\dfrac{\mu_0 I}{R}$．

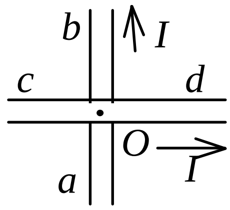
(E) $\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8R}$． [ ]

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．

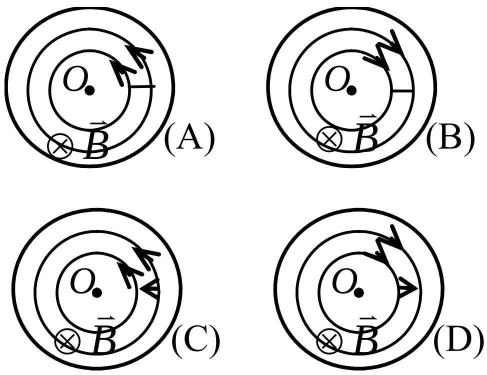
(B) 顺时针转动同时靠近 ab．

(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？

[ ]



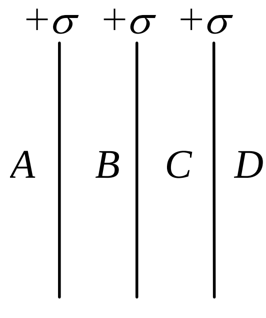
二、填空题：

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 1×10^{-8} A·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$\times10^{-9}$ N·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＋σ，如图所示，则 A、B、C、D 三个区域的电场强度分别为：



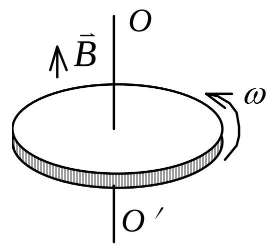
E_A=__________________，E_B=______________，

E_C=________________，E_D =__________________ (设方向向右为正)．

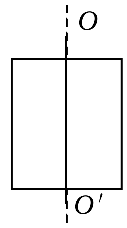
4. 一个带电荷 q、半径为 R 的金属球壳，壳内是真空，壳外是介电常量为 ε 的无限大各向同性均匀电介质，则此球壳的电势 U =________________.

5. 若在磁感应强度 B =0.02T 的均匀磁场中，一电子沿着半径 R = 1.00 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 H 的螺线管中通以 I =8 A 的电流时，螺线管存储的磁场能量 W =___________________.

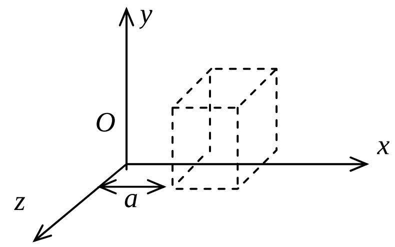


9. 有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 OO' 上，则直导线与矩形线圈间的互感系数为_________________.

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 $a=0.1$ m，常量 $b=1000$ N/(C・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？

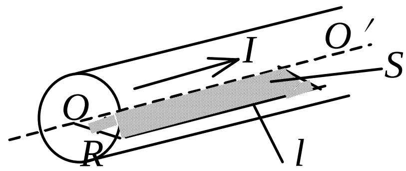
(2) 使球上电荷从零开始增加到 Q 的过程中，外力共作多少功？

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 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)．



参考答案

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　$B=\dfrac{M}{p_m}=0.5$ 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. $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon R}$

5. 3.51×10^3

参考解：　$E_K=\dfrac{1}{2}m\upsilon^2=q^2B^2R^2/(2m)=5.62\times10^{-16}$ J$=3.51\times10^3$ eV

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

7. 9.6 J

9. 0

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

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：

$-E_1S_1+E_2S_2=Q/\varepsilon_0$　　$(S_1=S_2=S)$

则　　$Q=\varepsilon_0S(E_2-E_1)=\varepsilon_0Sb(x_2-x_1)$

$=\varepsilon_0ba^2(2a-a)=\varepsilon_0ba^3=8.85\times10^{-12}$ C

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

$$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0R}$$

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势能

$$\mathrm{d}A=\mathrm{d}W=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0R}\mathrm{d}q$$

(2) 带电球体的电荷从零增加到 Q 的过程中，外力作功为

$$A = \int \mathrm{d}\,A = \int_0^Q \frac{q\,\mathrm{d}\,q}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$$

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，

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

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

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

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

☜$_i = -B_0 S\omega\cos(2\omega t)$

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

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

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

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

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

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

6.解：设 x 为假想平面里面的一边与对称中心轴线距离，

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

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

$$B_1 = \frac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2} \qquad \text{(导线内)}$$

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

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

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