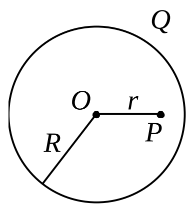
一．选择题（每题 3 分）

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

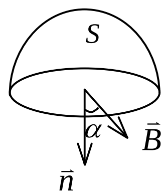
(D) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$.　　　　　　[　　　]

2.一个静止的氢离子(H^+)在电场中被加速而获得的速率为一静止的氧离子(O^{+2})在同一电场中且通过相同的路径被加速所获速率的：

(A) 2 倍.　　　　(B) $2\sqrt{2}$ 倍.

(C) 4 倍.　　　　(D) $4\sqrt{2}$ 倍.　　　　　　[　　　]

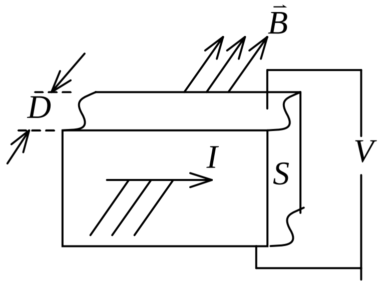
3.在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S，S 边线所在平面的法线方向单位矢量 $\vec{n}$ 与 $\vec{B}$ 的夹角为 α ，则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为



(A)　$\pi r^2 B$.　　　　.　(B)　$2\pi r^2 B$.

(C)　$-\pi r^2 B\sin\alpha$.　　(D)　$-\pi r^2 B\cos\alpha$.　　　　[　　　]

4.一个通有电流 I 的导体，厚度为 D，横截面积为 S，放置在磁感强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于导体的侧表面，如图所示．现测得导体上下两面电势差为 V，则此导体的霍尔系数等于

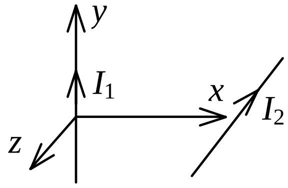


(A) $\dfrac{VDS}{IB}$.　　　　(B) $\dfrac{IBV}{DS}$.

(C) $\dfrac{VS}{IBD}$.　　　　(D) $\dfrac{IVS}{BD}$.

(E) $\dfrac{VD}{IB}$.　　　　　　[　　　]

5.两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.　　[　　　]

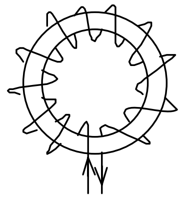
6.无限长直导线在 P 处弯成半径为 R 的圆，当通以电流 I 时，则在圆心 O 点的磁感强度大小等于

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

(C) 0. (D) $\dfrac{\mu_0 I}{2R}(1-\dfrac{1}{\pi})$.

(E) $\dfrac{\mu_0 I}{4R}(1+\dfrac{1}{\pi})$. [ ]

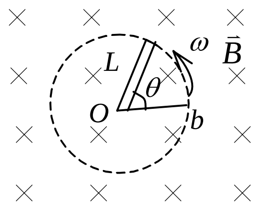
7.如图所示的一细螺绕环，它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成，每厘米绕 10 匝．当导线中的电流 I 为 2.0 A 时，测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T，则可求得铁环的相对磁导率μ_r为(真空磁导率μ_0 =4π×10^{-7} T·m·A^{-1})



(A) 7.96×10^2 (B) 3.98×10^2

(C) 1.99×10^2 (D) 63.3 [ ]

8.一根长度为 L 的铜棒，在均匀磁场 $\vec{B}$ 中以匀角速度ω绕通过其一端O的定轴旋转着，$\vec{B}$ 的方向垂直铜棒转动的平面，如图所示．设 t =0 时，铜棒与 Ob 成θ角(b 为铜棒转动的平面上的一个固定点)，则在任一时刻 t 这根铜棒两端之间的感应电动势的大小为：

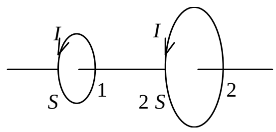


(A) $\omega L^2 B\cos(\omega t+\theta)$. (B) $\dfrac{1}{2}\omega L^2 B\cos\omega t$.

(C) $2\omega L^2 B\cos(\omega t+\theta)$. (D) $\omega L^2 B$.

(E) $\dfrac{1}{2}\omega L^2 B$. [ ]

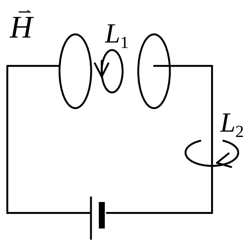
9.面积为 S 和 2 S 的两圆线圈 1、2 如图放置，通有相同的电流 I．线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通用Φ_{21}表示，线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通用Φ_{12}表示，则Φ_{21}和Φ_{12}的大小关系为：



(A) $\Phi_{21}=2\Phi_{12}$. (B) $\Phi_{21}>\Phi_{12}$.

(C) $\Phi_{21}=\Phi_{12}$. (D) $\Phi_{21}=\dfrac{1}{2}\Phi_{12}$. [ ]

10.如图，平板电容器(忽略边缘效应)充电时，沿环路 L_1 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流两者，必有：



(A) $\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}'$.

(B) $\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}'$.

(C) $\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}'$.

(D) $\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l}' = 0$. [ ]

二．填空题（每题 3 分）

1.由一根绝缘细线围成的边长为 l 的正方形线框，使它均匀带电，其电荷线密度为λ，则在正方形中心处的电场强度的大小 E＝____________.

2.描述静电场性质的两个基本物理量是______________________________；它们的定义式是______________________________和______________________________.

3.一个半径为 R 的薄金属球壳，带有电荷 q，壳内充满相对介电常量为ε_r 的各向同性均匀电介质，壳外为真空．设无穷远处为电势零点，则球壳的电势 U = ______________________________.

4.一空气平行板电容器，电容为 C，两极板间距离为 d. 充电后，两极板间相互作用力为 F. 则两极板间的电势差为______________，极板上的电荷为______________.

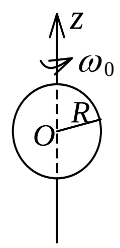
5.真空中均匀带电的球面和球体，如果两者的半径和总电荷都相等，则带电球面的电场能量 W_1 与带电球体的电场能量 W_2 相比，W_1________ W_2（填<、=、>).

6.若把氢原子的基态电子轨道看作是圆轨道，已知电子轨道半径 r $=0.53\times10^{-10}$ m，绕核运动速度大小 $v=2.18\times10^{8}$ m/s, 则氢原子基态电子在原子核处产生的磁感强度 $\vec{B}$ 的大小为

____________．($e=1.6\times10^{-19}$ C，$\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ T·m/A)

7.如图所示．电荷 q (>0)均匀地分布在一个半径为 R 的薄球壳外表面上，若球壳以恒角速度ω_0绕 z 轴转动，则沿着 z 轴从$-\infty$到$+\infty$磁感强度的线积分等于

____________________.



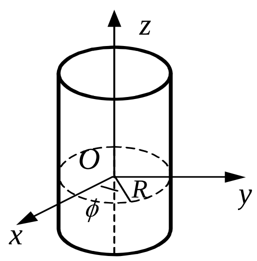
8.带电粒子穿过过饱和蒸汽时，在它走过的路径上，过饱和蒸汽便凝结成小液滴，从而显示出粒子的运动轨迹．这就是云室的原理．今在云室中有磁感强度大小为 B = 1 T 的均匀磁场，观测到一个质子的径迹是半径 r = 20 cm 的圆弧．已知质子的电荷为 $q=1.6\times10^{-19}$ C，静止质量 $m=1.67\times10^{-27}$ kg，则该质子的动能为_____________.

9.真空中两只长直螺线管 1 和 2，长度相等，单层密绕匝数相同，直径之比 $d_1/d_2=1/4$．当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为 W_1/W_2=___________.

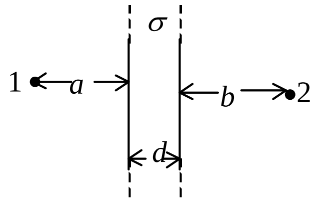
10.平行板电容器的电容 C 为 20.0 μF，两板上的电压变化率为 $\mathrm{d}U/\mathrm{d}t=1.50\times10^{5}$ V·s^{-1}，则该平行板电容器中的位移电流为____________.

三．计算题（共计 40 分）

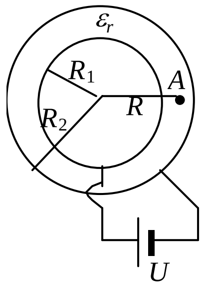
1. （本题 10 分）一“无限长”圆柱面，其电荷面密度为：$\sigma=\sigma_0\cos\phi$，式中ϕ为半径 R 与 x 轴所夹的角，试求圆柱轴线上一点的场强.



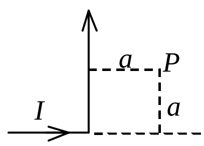
2. （本题 5 分）厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板两表面单位面积上电荷之和为σ．试求图示离左板面距离为 a 的一点与离右板面距离为 b 的一点之间的电势差.



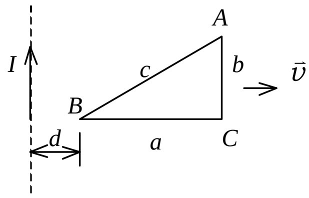
3. （本题 10 分）一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成，内、外圆筒半径分别为 R_1 = 2 cm，R_2 = 5 cm，其间充满相对介电常量为ε_r 的各向同性、均匀电介质．电容器接在电压 U = 32 V 的电源上，(如图所示)，试求距离轴线 R = 3.5 cm 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差.



4. （本题 5 分）一无限长载有电流 I 的直导线在一处折成直角，P 点位于导线所在平面内，距一条折线的延长线和另一条导线的距离都为 a，如图．求 P 点的磁感强度 $\vec{B}$.



5. （本题 10 分）无限长直导线，通以常定电流 I．有一与之共面的直角三角形线圈 ABC．已知 AC 边长为 b，且与长直导线平行，BC 边长为 a．若线圈以垂直于导线方向的速度 $\vec{v}$ 向右平移，当 B 点与长直导线的距离为 d 时，求线圈 ABC 内的感应电动势的大小和感应电动势的方向.



一、选择题

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

二、填空题(每题 3 分，共 30 分)

1．0 2. 电场强度和电势 3. $q / (4\pi\varepsilon_0 R)$

$\vec{E} = \vec{F} / q_0$， $U_a = W / q_0 = \int_a^0 \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$ (U_0=0)

4. $\sqrt{2Fd/C}$ 5. < 6. 12.4 T

$\sqrt{2FdC}$

7. $\dfrac{\mu_0 \omega_0 q}{2\pi}$

参考解：由安培环路定理 $\oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_{-\infty}^{+\infty} \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 I$

而 $I = \dfrac{q\omega_0}{2\pi}$ ， 故 $\int_{-\infty}^{+\infty} \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \dfrac{\mu_0\omega_0 q}{2\pi}$

8. 3.08×10^{-13} J

参考解： $qvB = m\dfrac{v^2}{r}$ $v = \dfrac{qBr}{m} = 1.92\times 10^{7}$ m/s

质子动能 $E_K = \dfrac{1}{2}mv^2 = 3.08\times 10^{-13}$ J

9. 1∶16

参考解：

$$w = \frac{1}{2}B^2/\mu_0 \qquad B = \mu_0 nI$$

$$W_1 = \frac{B^2V}{2\mu_0} = \frac{\mu_0^2 n^2 I^2 l}{2\mu_0}\pi(\frac{d_1^2}{4})$$

$$W_2 = \frac{1}{2}\mu_0 n^2 I^2 l\pi(d_2^2/4)$$

$$W_1 : W_2 = d_1^2 : d_2^2 = 1:16$$

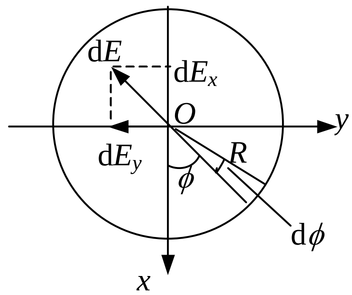
10. 3 A

三、计算题

1.解：将柱面分成许多与轴线平行的细长条，每条可视为“无限长”均匀带电直线，其电荷线密度为

$$\lambda = \sigma_0 \cos\phi\, R\mathrm{d}\phi,$$

它在 O 点产生的场强为：



$$\mathrm{d}E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} = \frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\cos\phi\,\mathrm{d}\phi$$

它沿 x、y 轴上的二个分量为：

$$\mathrm{d}E_x = -\mathrm{d}E\cos\phi = -\frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\cos^2\phi\,\mathrm{d}\phi$$

$$\mathrm{d}E_y = -\mathrm{d}E\sin\phi = \frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\sin\phi\cos\phi\,\mathrm{d}\phi$$

积分：

$$E_x = -\int_0^{2\pi}\frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\cos^2\phi\,\mathrm{d}\phi = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$$

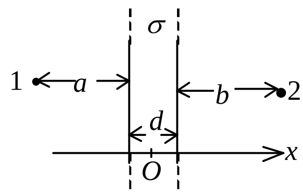
$$E_y = -\int_0^{2\pi}\frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\sin\phi\,\mathrm{d}(\sin\phi) = 0$$

∴ $\vec{E} = E_x\vec{i} = -\dfrac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}\vec{i}$

2.解：选坐标如图．由高斯定理，平板内、外的场强分布为：

$E = 0$　　　　　　　　(板内)

$E_x = \pm\sigma/(2\varepsilon_0)$　　　　(板外)



1、2 两点间电势差　　$U_1 - U_2 = \int_1^2 E_x \,\mathrm{d}x$

$$= \int_{-(a+d/2)}^{-d/2} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,\mathrm{d}x + \int_{d/2}^{b+d/2} \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,\mathrm{d}x$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(b-a)$$

3. （本题 10 分）解：设内外圆筒沿轴向单位长度上分别带有电荷$+\lambda$和$-\lambda$, 根据高斯定理可求得两

圆筒间任一点的电场强度为　　$E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r}$

则两圆筒的电势差为　$U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \dfrac{\lambda\,\mathrm{d}r}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r} = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

解得　　　　　　　　$\lambda = \dfrac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r U}{\ln\dfrac{R_2}{R_1}}$

于是可求得 A 点的电场强度为　$E_A = \dfrac{U}{R\ln(R_2/R_1)}$

= 998 V/m　　　方向沿径向向外

A 点与外筒间的电势差：　　$U' = \int_R^{R_2} E\,\mathrm{d}r = \dfrac{U}{\ln(R_2/R_1)}\int_R^{R_2}\dfrac{\mathrm{d}r}{r}$

$$= \frac{U}{\ln(R_2/R_1)}\ln\frac{R_2}{R} = 12.5\ \text{V}$$

4.解：两折线在 P 点产生的磁感强度分别为：

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(1+\frac{\sqrt{2}}{2})\qquad \text{方向为}\otimes$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(1-\frac{\sqrt{2}}{2})\qquad \text{方向为}\odot$$

$$B = B_1 - B_2 = \sqrt{2}\mu_0 I/(4\pi a)\qquad \text{方向为}\otimes$$

5.解：建立坐标系，长直导线为 y 轴，BC 边为 x 轴，原点在长直导线上，则斜边的方程为 $y = (bx/a) - br/a$

式中 r 是 t 时刻 B 点与长直导线的距离．三角形中磁通量

$$\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_r^{a+r}\frac{y}{x}\,\mathrm{d}x = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_r^{a+r}(\frac{b}{a}-\frac{br}{ax})\,\mathrm{d}x = \frac{\mu_0 I}{2\pi}(b - \frac{br}{a}\ln\frac{a+r}{r})$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi a}(\ln\frac{a+r}{r} - \frac{a}{a+r})\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$$

当 $r = d$ 时，　　$\mathcal{E} = \dfrac{\mu_0 Ib}{2\pi a}(\ln\dfrac{a+d}{d} - \dfrac{a}{a+d})v$

方向：$ACBA$(即顺时针)