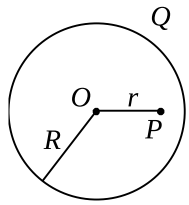
一．选择题

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

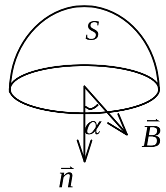
(D) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$.　　　　[　　　]

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.　　　　[　　　]

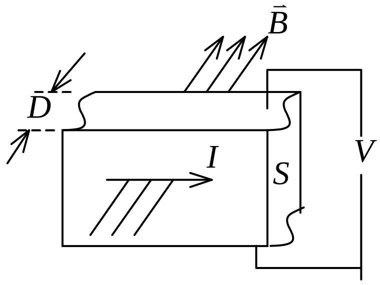
3.在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S，S 边线所在平面的法线方向单位矢量 $\vec{n}$ 与 $\vec{B}$ 的夹角为 α，则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为



(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

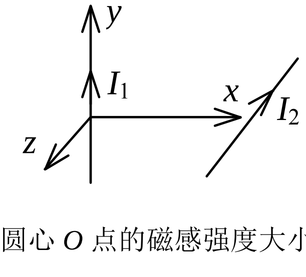


(A) $\dfrac{VDS}{IB}$.　　　　(B) $\dfrac{IBV}{DS}$.

(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.

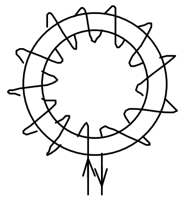
(C)　绕 y 轴转动.　　　　(D)　无法判断.　　[　　　]

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

[　　　]

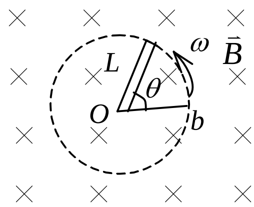
7.如图所示的一细螺绕环，它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成，每厘米绕 10 匝．当导线中的电流 I 为 2.0 A 时，测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T，则可求得铁环的相对磁导率μ_r为(真空磁导率μ_0 $=4\pi\times10^{-7}$ T·m·A^{-1})



(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：

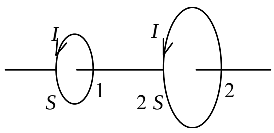


(A) $\omega L^2 B\cos(\omega t+\theta)$.　　(B) $\frac{1}{2}\omega L^2 B\cos\omega t$.

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

(E) $\frac{1}{2}\omega L^2 B$.　　[　　]

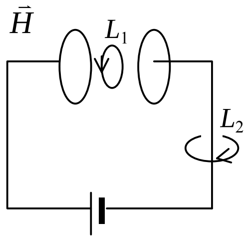
9.面积为 S 和 2 S 的两圆线圈 1、2 如图放置，通有相同的电流 I．线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通用Φ_{21}表示，线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通用Φ_{12}表示，则Φ_{21}和Φ_{12}的大小关系为：



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

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

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

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 = ________________________________.

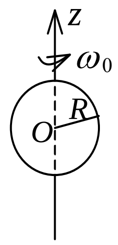
4.一空气平行板电容器，电容为 C，两极板间距离为 d. 充电后，两极板间相互作用力为 F. 则两极板间的电势差为______________，极板上的电荷为______________.

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 =0.53×10^{-10} m，绕核运动速度大小 υ =2.18×10^{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 ×10^{-19} C，μ_0 =4π×10^{-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－∞到＋∞磁感强度的线积分等于



____________________.

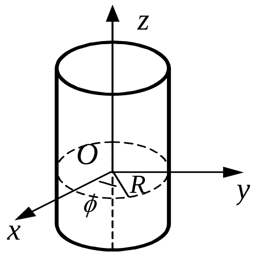
8.带电粒子穿过过饱和蒸汽时，在它走过的路径上，过饱和蒸汽便凝结成小液滴，从而显示出粒子的运动轨迹. 这就是云室的原理. 今在云室中有磁感强度大小为 B = 1 T 的均匀磁场，观测到一个质子的径迹是半径 r = 20 cm 的圆弧. 已知质子的电荷为 q = 1.6×10^{-19} C，静止质量 m = 1.67×10^{-27} kg，则该质子的动能为_____________.

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=___________.

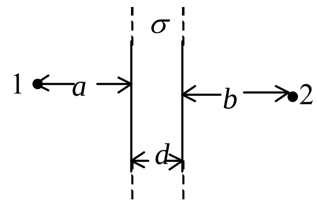
10.平行板电容器的电容 C 为 20.0 μF，两板上的电压变化率为 dU/dt =1.50×10^{5} V·s^{-1}，则该平行板电容器中的位移电流为____________.

三. 计算题

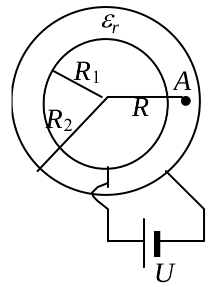
1.一"无限长"圆柱面，其电荷面密度为：$\sigma = \sigma_0 \cos\phi$，式中 ϕ 为半径 R 与 x 轴所夹的角，试求圆柱轴线上一点的场强.



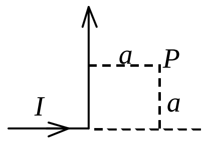
2.厚度为 d 的"无限大"均匀带电导体板两表面单位面积上电荷之和为 σ. 试求图示离左板面距离为 a 的一点与离右板面距离为 b 的一点之间的电势差.



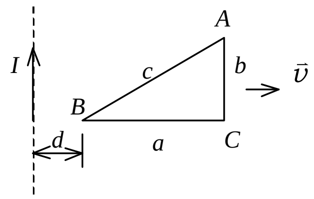
3.一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成，内、外圆筒半径分别为 $R_1 = 2$ cm，$R_2 = 5$ cm，其间充满相对介电常量为ε_r 的各向同性、均匀电介质．电容器接在电压 $U = 32$ V 的电源上，(如图所示)，试求距离轴线 $R = 3.5$ cm 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差．



4.一无限长载有电流 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.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．



参考答案

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

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.　$\sqrt{2Fd / C}$

$\sqrt{2FdC}$

5.　<　　6.　12.4 T

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：　$q\upsilon B = m\dfrac{\upsilon^2}{r}$　　$\upsilon = \dfrac{qBr}{m} = 1.92 \times 10^7$ m/s

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

9.　1∶16

参考解：

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

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

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

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

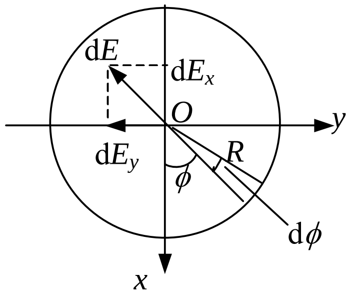
10.　3 A

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：

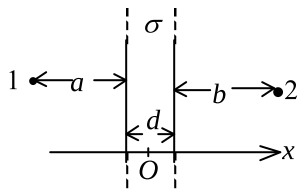
$$E_x=-\int_0^{2\pi}\frac{\sigma_0}{2\pi\varepsilon_0}\cos^2\phi\,\mathrm{d}\phi=\frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$$

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

∴

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

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

$$E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r}$$

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

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

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

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

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

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

方向：$ACBA$(即顺时针)