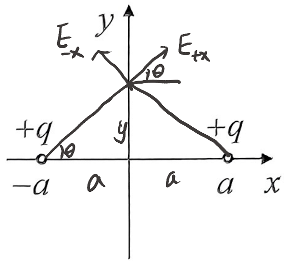
第十五章 静电场

1. 电荷均为$+q$的两个点电荷分别位于x轴上的$+a$和$-a$位置，如图所示。求y轴上各点电场强度$\vec{E}$的表示式和y轴上场强最大的点的位置。



$E_x=0$ $\quad E_y=E_{+y}+E_{-y}=2E_{+y}$

$E_{+y}=E_+\sin\theta$ $\quad E_+=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)}$

$\sin\theta=\dfrac{y}{\sqrt{a^2+y^2}}$

$\therefore E_{+y}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)}\cdot\dfrac{y}{\sqrt{a^2+y^2}}=\dfrac{qy}{4\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}$

$\therefore E=E_y=\dfrac{2qy}{4\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}=\dfrac{qy}{2\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}$

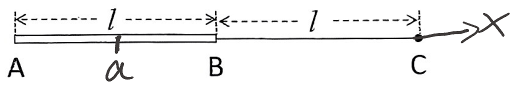
$E(y)=\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\dfrac{y}{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}$

$E'(y)=\dfrac{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}-3y^2\cdot(a^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}{(a^2+y^2)^3}=\dfrac{(a^2+y^2)-3y^2}{(a^2+y^2)^{\frac{5}{2}}}$

$\therefore$ 当 $y=\pm\frac{q}{\sqrt{2}}$ 时

E最大

2. 如图所示，均匀带电细直棒AB电荷线密度为λ、长为l，其右侧延长线上有一点C，C到B的距离为l。计算C点的电场强度。



设棒上一点到C的距离为d

$\therefore d=2L-X$

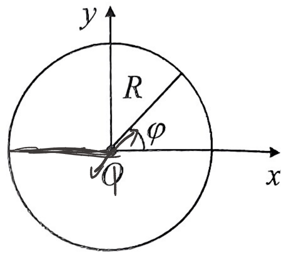
$x\in(0,L)$ $\quad dq=\lambda\cdot dx$

$dE=\dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0(2L-x)^2}=\dfrac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0(2L-x)^2}$

$\int dE=\int_0^L\dfrac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0(2L-x)^2}=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_0^L\dfrac{dx}{(2L-x)^2}=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left[\dfrac{1}{2L-x}\right]_0^L=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{L}-\dfrac{1}{2L}\right)=\dfrac{\lambda}{8\pi L\varepsilon_0}$

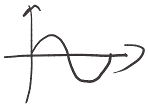
方向：若$\lambda>0$方向向右，$\lambda<0$向左

3. 半径为 R 的带电细圆环，其电荷线密度为 $\lambda=\lambda_0\sin\varphi$，式中 λ_0 为一常数，φ 为半径 R 与 x 轴所成的夹角，如图所示。试求环心 O 处的电场强度。



$dq=R\cdot\lambda\cdot d\varphi$

$\varphi\in[0,2\pi]$



$$d\vec{E}=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0R^2}=\frac{\lambda d\varphi}{4\pi\varepsilon_0R}=\frac{\lambda_0\sin\varphi\, d\varphi}{4\pi\varepsilon_0R}$$

$$\vec{E}=E_x\hat{i}+E_y\hat{j}$$

$$dE_x=\frac{\lambda_0\sin\varphi\, d\varphi}{4\pi\varepsilon_0R}\cdot\cos\varphi$$

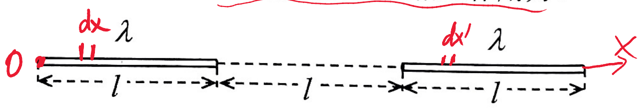
$$\therefore E_x=\frac{\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0R}\int_0^{2\pi}\sin\varphi\cos\varphi\, d\varphi=0$$

$$dE_y=-\frac{\lambda_0\sin\varphi\, d\varphi}{4\pi\varepsilon_0R}\sin\varphi$$

$$\therefore E_y=\frac{-\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0R}\int_0^{2\pi}\sin^2\varphi\, d\varphi=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0R}$$

$$\therefore E=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0R}\hat{j}$$

4. 两根相同的均匀带电细棒，长为 l，电荷线密度为 λ，沿同一条直线放置．两细棒间最近距离也为 l，如图所示．假设棒上的电荷是不能自由移动的，试求两棒间的静电相互作用力。



$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0R^2}$$

$dq=\lambda\cdot dx$

设左棒 dx 处电荷对右棒 dx' 处产生的场强为 E

$$dE=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0(x'-x)^2}=\frac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0(x'-x)^2}$$

$$\therefore E=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_0^{l}\frac{dx}{(x'-x)^2}=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{x'-l}-\frac{1}{x'}\right)$$

右棒 dx' 处电荷受力为 dF

$$\therefore dF=E\cdot dq'=E\cdot\lambda dx'=\frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{x'-l}-\frac{1}{x'}\right)dx'$$

$$F=\frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\int_{2l}^{3l}\left(\frac{1}{x'-l}-\frac{1}{x'}\right)dx'=\frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[\ln\frac{x'-l}{x'}\right]_{2l}^{3l}=\frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\ln\frac{4}{3}$$

5. 真空中一立方体形的高斯面，边长 $a=0.1$ m，位于图中所示位置．已知空间的场强分布为：$E_x=bx$，$E_y=0$，$E_z=0$。常量 $b=1000$ N/(C · m)。试求通过该高斯面的电通量。

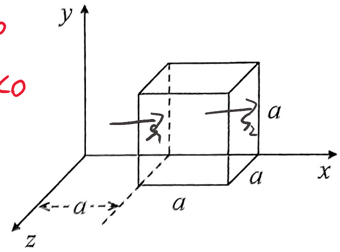
S_1: $\varphi_1=\vec{E_1}\cdot\vec{S}=-ab\cdot a^2=-a^3b$

S_2: $\varphi_2=\vec{E_2}\cdot\vec{S}=2ab\cdot a^2=2a^3b$

∴ $\varphi=\varphi_2+\varphi_1=a^3b=1$ N/(Cm)

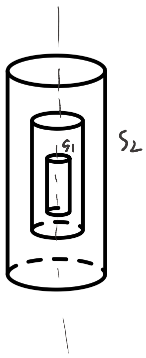
电力线穿出：$\vec{E}\cdot d\vec{S}>0$

电力线穿入：$\vec{E}\cdot d\vec{S}<0$



6. 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体，其电荷体密度为 ρ（单位体积的带电量）。求该圆柱面内、外场强分布。

做同轴柱面为高斯面



$r<R$时：

$\oint_{S_1}\vec{E}\cdot d\vec{S_1}=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

$\oint_{侧面}\vec{E}\cdot d\vec{S}+\underbrace{\oint_{两底面}\vec{E}\cdot d\vec{S}}_{0}=\frac{\rho dV}{\varepsilon_0}=\frac{\rho\cdot\pi r^2 dl}{\varepsilon_0}$

E大小相等，方向沿径矢方向

∴ $E\cdot 2\pi r dl=\frac{\rho\cdot\pi r^2 dl}{\varepsilon_0}$

∴ $E=\frac{\rho r}{2\varepsilon_0}$

$r\geq R$时：

$\oint_{S_2}\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

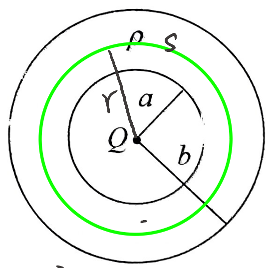
$E\cdot 2\pi r dl=\frac{\rho\pi R^2 dl}{\varepsilon_0}$

∴ $E=\frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}$

∴ $E=\begin{cases}\frac{\rho r}{2\varepsilon_0}, & r<R\\ \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}, & r\geq R\end{cases}$

7. 有一带电球壳，内、外半径分别为 a 和 b，电荷体密度 $\rho=A/r$，在球心处有一点电荷 Q。证明：当 $A=\dfrac{Q}{2\pi a^2}$ 时，球壳区域($a<r<b$)内的场强 $\bar{E}$ 的大小与 r 无关。

做半径为r的球形高斯面



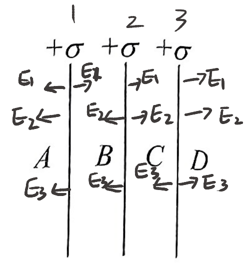
$\oint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

$E\cdot 4\pi r^2=\frac{Q+\int\rho dV}{\varepsilon_0}$

$\int\rho dV=\int_a^r\frac{A}{r}\cdot 4\pi r^2 dr=\int_a^r 4\pi A\, r dr=2\pi A(r^2-a^2)$

当$A=\frac{Q}{2\pi a^2}$时，$E=\frac{A}{2\varepsilon_0}$ 与r无关

8. 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，求 A、B、C、D 四个区域的电场强度 $\vec{E}_A$、$\vec{E}_B$、$\vec{E}_C$、$\vec{E}_D$ 的大小。(设方向向右为正)



$$E_1=E_2=E_3=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

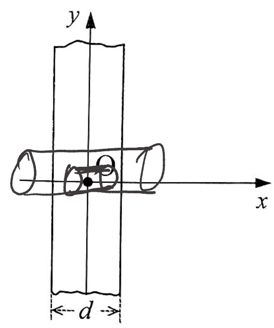
$$E_A=-(E_1+E_2+E_3)=-\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_B=E_1-E_2-E_3=-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_C=E_1+E_2-E_3=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_D=E_1+E_2+E_3=\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$$

9. 图示一厚度为 d 的“无限大”均匀带电平板，电荷体密度为 ρ。试求板内外的场强分布 (设原点在带电平板的中央平面上，Ox 轴垂直于平板)。



$|x|\le\frac{d}{2}$时

$$\oint_{S_1+S_2}\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum_i q_{in}}{\varepsilon_0}=\frac{\rho V}{\varepsilon_0}=\frac{\rho\pi r^2\cdot 2x}{\varepsilon_0}=E\cdot 2\cdot\pi r^2$$

$$\therefore E=\frac{\rho x}{\varepsilon_0}$$

$|x|>\frac{d}{2}$时

$$\oint_{S_1+S_2}\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\rho V}{\varepsilon_0}=\frac{\rho\pi r^2 d}{\varepsilon_0}=E\cdot 2\pi r^2$$

$$\therefore E=\frac{\rho d}{2\varepsilon_0}$$

$\therefore$ $x>\frac{d}{2}$时，$E=\frac{\rho d}{2\varepsilon_0}$

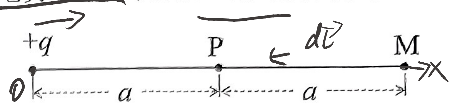
$x<\frac{d}{2}$时，$E=-\frac{\rho d}{2\varepsilon_0}$

$|x|\le\frac{d}{2}$时，$E=\frac{\rho x}{\varepsilon_0}$

专业__________________ 姓名_____________ 学号________________________ 序号_________

第十六章 电势

1. 如图所示，在点电荷+q 的电场中，若取图中点 P 处为电势零点，则点 M 的电势为多少?



$U_M=\int_M^P \vec{E}\cdot d\vec{r}$ $\qquad \vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{i}$ $\qquad d\vec{l}$

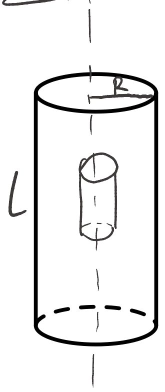
$=\int_{2a}^{a}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{2a}^{a}\frac{1}{r^2}dr$

$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(-\frac{1}{r}\right)\Big|_{2a}^{a}=-\frac{q}{8\pi\varepsilon_0 a}$

2. 一无限长圆柱体半径为 R，均匀带电，电荷体密度为 ρ 。求距轴线分别为 r_1 和 r_2 的两点的电势差（$r_1<R$，$r_2>R$）。

$dq=\rho\cdot dV$

①高斯定理求E ② $U_{12}=\int_{r_1}^{r_2}\vec{E}d\vec{r}$



$r<R$时：

$\oint_S \vec{E}d\vec{S}=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

$E\cdot\oint_S dS=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

$E\cdot 2\pi r\cdot l=\frac{\rho\cdot\pi r^2\cdot L}{\varepsilon_0}$

$\therefore E=\frac{\rho r}{2\varepsilon_0}$

$r>R$时：

$E\cdot 2\pi r L=\frac{\rho\pi R^2 L}{\varepsilon_0}$

$\therefore E=\frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}$

$U_{12}=\int_{r_1}^{r_2}\vec{E}\cdot d\vec{r}=\int_{r_1}^{R}\vec{E}d\vec{r}+\int_{R}^{r_2}\vec{E}\cdot d\vec{r}$

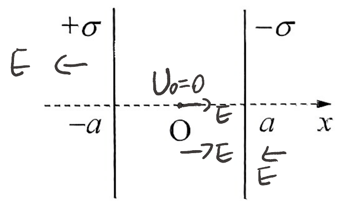
$=\int_{r_1}^{R}\frac{\rho r}{2\varepsilon_0}dr+\int_{R}^{r_2}\frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}dr$

$=\frac{\rho R^2}{4\varepsilon_0}-\frac{\rho r_1^2}{4\varepsilon_0}+\frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}\cdot\ln\frac{r_2}{R}$

$dq=\sigma ds$

3. 电荷面密度分别为 σ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电平行平面，分别与 x 轴相交于 $x_1=a$ 和 $x_2=-a$ 两点。设坐标原点 O 处电势为零，求空间的电势分布。

$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



电场分布：$E=\begin{cases}0, & x<-a,\ x>a\\ \frac{\sigma}{\varepsilon_0}, & -a\le x\le a\end{cases}$

电势分布：

① $x<-a$

$U=\int_x^0\vec{E}d\vec{r}=\int_x^{-a}\vec{E}d\vec{r}+\int_{-a}^{0}\vec{E}\cdot d\vec{r}=0+\int_{-a}^{0}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}dx=\frac{\sigma a}{\varepsilon_0}$

② $-a\le x\le a$：

$U=\int_x^0 E\,dx=\int_x^0\frac{\sigma}{\varepsilon_0}dx=-\frac{x\sigma}{\varepsilon_0}$

③ $x>a$

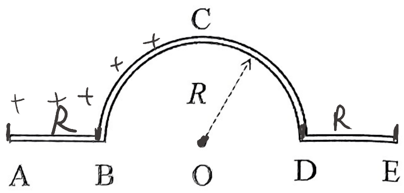
$U=\int_x^0 E dx=\int_x^a 0\,dx+\int_a^0\frac{\sigma}{\varepsilon_0}dx=-\frac{\sigma a}{\varepsilon_0}$

$\therefore U=\begin{cases}\frac{\sigma a}{\varepsilon_0}, & x<-a\\ -\frac{\sigma a}{\varepsilon_0}, & x>-a\end{cases}$

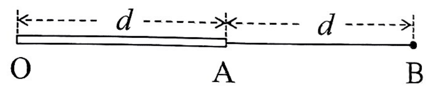
4. 如图所示的带电细线，电荷线密度为 λ，其中 BCD 为半径为 R 的半圆，AB=DE=R，求 O 处的总电势。

$dU=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r}$

电势叠加:



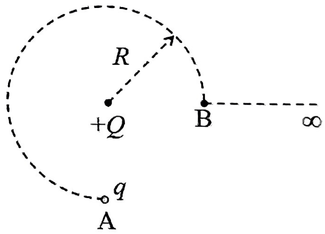
5. 长为 d 的带电细杆，电荷线密度为 $\lambda=\lambda_0\left(d-x\right)$，求在杆外延长线上与杆端距离为 d 的点 B 的电势（以无穷远为零电势点）。



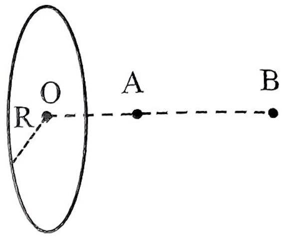
专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号_________

6. 一带电球体，半径 R，电荷体密度为$\rho = Ar$，A 为常量。求球内外的电场和电势分布。

7. 如图所示，试验电荷 q，在点电荷$+Q$产生的电场中，求（1）沿半径为 R 的整个圆弧的 3/4 圆弧轨道，由 A 点移到 B 点的过程中电场力做的功；（2）由 B 点移到无穷远处的过程中，电场力做的功。



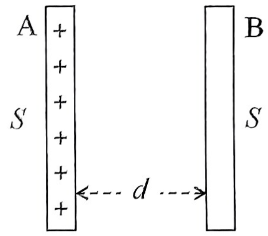
8. 如图所示，半径为 R 的均匀带正电圆环，其电荷线密度为λ。在其轴线上有 A、B 两点，它们与环心的距离分别为$\overline{\mathrm{OA}}=\sqrt{3}R$，$\overline{\mathrm{OB}}=\sqrt{8}R$，一质量为 m、电荷为 q 的粒子从 A 点运动到 B 点。求在此过程中电场力所作的功。



专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号________

第十七章 静电场中的导体

1. 如图所示，把一块原来不带电的金属板 B，移近一块已带有正电荷 Q 的金属板 A。二者平行放置。设两板面积都是 S，板间距离是 d，忽略边缘效应。求（1）当 B 板不接地时，两板间电势差 U_{AB}；（2）B 板接地时两板间电势差 U'_{AB}。



2. 一个带电量为 q 的金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2，今在其球心处放置一个电量为 q 的点电荷。求：球壳内外表面的电量和球壳的电势。

3. 一个半径为 R 的金属球离地面很远，并用导线与地相联。在与球心相距为 $d=3R$ 处有一点电荷 $+q$，试求：金属球上的感应电荷的电量。

4. 在一半径为 R_1=6.0cm 的金属球 A 外面套有一个同心的金属球壳 B．已知球壳 B 的内、外半径分别为 R_2=8.0cm，R_3=10.0cm．设球 A 带有总电量 $Q_A=3\times10^{-8}$C，球壳 B 带有总电量 $Q_B=2\times10^{-8}$C。（1）求球壳 B 内、外表面上各带有的电量以及球 A 和球壳 B 的电势；（2）将球壳 B 接地然后断开，再把球 A 接地。求球 A 和球壳 B 内、外表面上各带有的电量以及球 A 和球壳 B 的电势。

5. 一根很长的直导线横截面的半径为 a，它外面套有内半径为 b 的同轴导体圆筒，两者互相绝缘。圆筒接地，导线的电势为 U。求导线与圆筒间电场强度以及圆筒上的电荷面密度。

专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号________

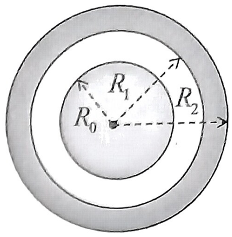
第十八章 静电场中的电介质

1.平行板电容器，板面积为$100\mathrm{cm}^2$，带电量$\pm 8.9\times 10^{-7}\mathrm{C}$，在两板间充满电介质后，其场强为$1.4\times 10^{6}\mathrm{V/m}$，试求：介质的相对介电常数$\varepsilon_r$。

2. 面积为S的平行板电容器，两板间距为d，求：（1）插入厚度为$d/3$，相对介电常数为ε_r的电介质，其电容变为原来的多少倍？（2）插入厚度为$d/3$的导体板，其电容又变为原来的多少倍？

3. 一平行板电容器两极板的面积均为S，极板间的距离为d。将它充电到两极板的电势差为U时，断开电源，然后把两极板分开到距离为$2d$．略去边缘效应。求（1）分开两极板所需做的功；（2）分开后两极板的电势差；（3）分开后电容器所储存的能量。

4. 如图所示，半径为 R_0 的导体球带有电荷 Q，球外有一层均匀介质同心球壳，其内、外半径分别为 R_1 和 R_2，相对介电常数为 ε_r，求：空间各处的电位移矢量大小和电场强度大小。

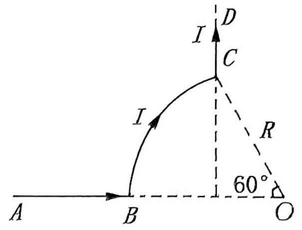


5. 在介电常量为 ε 的无限大各向同性均匀介质中，有一半径为 R 的导体球，带有电荷 Q，求电场能量。

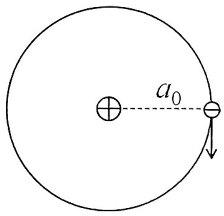
专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号_________

第十九章 磁场和它的源

1. 如图所示，AB、CD 为长直导线，$\overset{\frown}{BC}$ 为圆心在 O 点的一段圆弧形导线，其半径为 R 。若通以电流 I ，求 O 点的磁感应强度。

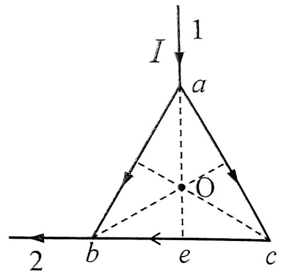


2. 设氢原子基态的电子轨道半径为 a_0，求由于电子的轨道运动（如图）在原子核处（圆心处）产生的磁感应强度的大小和方向。已知电子的质量为 m，电子电量为 e。



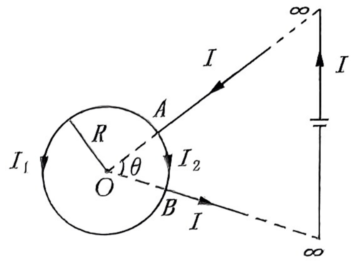
3. 将细导线弯成边长 d =10cm 的正六边形，若沿导线流过电流强度为 I =25A 的电流，求六边形中心点的磁感强度 $\vec{B}$ 的大小（ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\,\mathrm{N \cdot A^{-2}}$ ）。

4. 真空中，电流由长直导线 1 沿垂直于底边 bc 方向经 a 点流入由电阻均匀的导线构成的正三角形金属线框，再由 b 点从三角形框流出，经长直导线 2 沿 cb 延长线方向返回电源。已知长直导线上的电流强度为 I，三角框的每一边长为 l，求正三角形的中心点 O 处的磁感强度 $\vec{B}$ 。

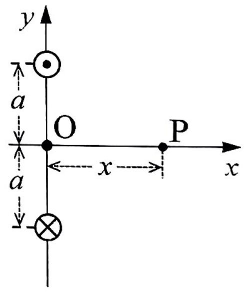


专业__________________ 姓名______________ 学号_________________________ 序号__________

5. 如图所示，两根导线沿半径方向引向铁环上的 A、B 两点，并在很远处与电源相连。已知圆环的粗细均匀，求环中心 O 的磁感应强度。

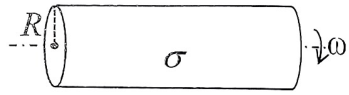


6. 图所示为两条穿过 y 轴且垂直于 x-y 平面的平行长直导线的正视图，两条导线皆通有电流 I，但方向相反，它们到 x 轴的距离皆为 a。（1）推导出 x 轴上 P 点处的磁感强度 $\vec{B}(x)$ 的表达式；（2）求 P 点在 x 轴上何处时，该点的 B 取得最大值。



7. 一个塑料圆盘，半径为 R，表面均匀分布电量 q。试证明：当它通过盘心而垂直于盘面的轴以角速度 ω 转动时，盘心处的磁感应强度 $B=\dfrac{\mu_0\omega q}{2\pi R}$ 。

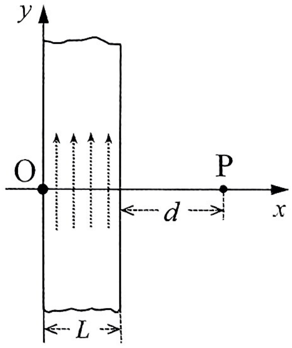
8. 如图所示，一半径为 R 的均匀带电无限长直圆筒，面电荷密度为σ。该筒以角速度ω绕其轴线匀速旋转。试求圆筒内部的磁感强度。



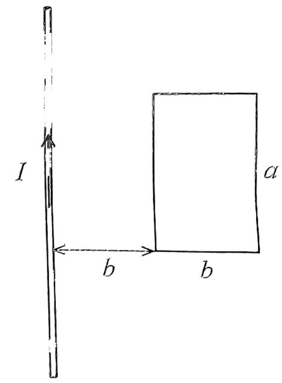
专业__________________ 姓名______________ 学号_________________________ 序号_________

9. 无限长同轴电缆由一导体圆柱和一与它同轴的导体圆筒所构成。使用时，电流 I 从一导体流入，从另一导体流出，设导体中的电流均匀分布在横截面上。圆柱的半径为 r_1，圆筒的内外半径分别为 r_2 和 r_3，试求空间各处的磁感应强度。

10. 在 xy 平面内，有一宽度为 L 的"无限长"载流薄金属板，沿 x 方向单位长度上的电流（线电流密度）为δ。试求：x 轴上 P 点的磁感应强度的大小和方向。



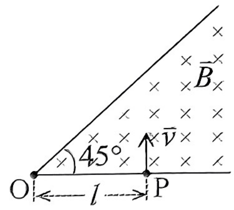
11. 在一根通有电流 I 的长直导线旁，与之共面地放着一个长、宽分别为 a 和 b 的矩形线框，线框的长边与长直导线平行，且二者相距为 b。求线框内的磁通量。



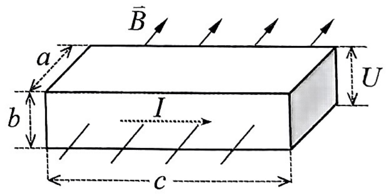
专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号________

第二十章 磁力

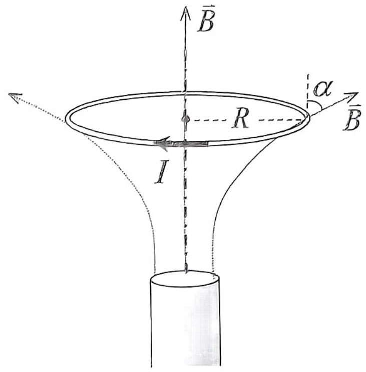
1. 在一顶点为45°的扇形区域，有磁感强度为$\vec{B}$方向垂直指向纸面内的均匀磁场，如图．今有一电子(质量为m，电荷为$-e$)在底边距顶点O为l的地方，以垂直底边的速度 $\vec{v}$射入该磁场区域，若要使电子不从上面边界跑出，电子的速度最大不应超过多少？



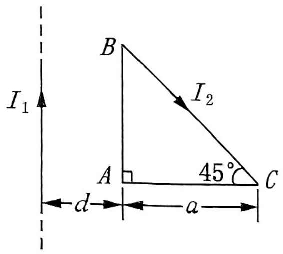
2. 如图所示，一块半导体样品的体积为$a\times b\times c$。沿c方向有电流I，沿厚度a边方向加有均匀外磁场$\vec{B}$（$\vec{B}$的方向和样品中电流密度方向垂直）。实验得出的数据为a=0.10cm、b=0.35cm、c=1.0cm、I=1.0mA、B=3.0×10^{-1}T，沿b边两侧的电势差U=6.65mV，上表面电势高。(1) 问这半导体是p型(正电荷导电)还是n型(负电荷导电)？(2) 求载流子浓度n_0(即单位体积内参加导电的带电粒子数)。



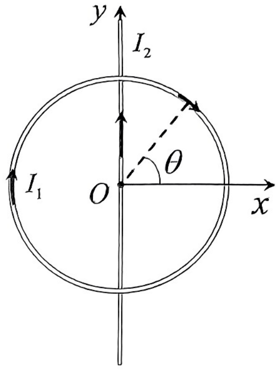
3. 圆柱形磁铁竖直放置，在其 N 极上方水平放置一个半径为 R 的载流导线圆环（粗细忽略不计），圆环与磁铁共轴（圆环的轴线垂直以圆环为边界的圆面）。圆环上任意一点处的磁感应强度大小为 B，并且其方向与竖直方向成α角。求上述圆环受到的磁场力。



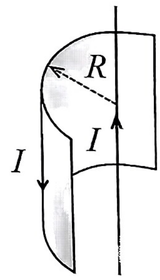
4. 如图所示，长直电流 I_1 附近有一等腰直角三角形线框，通以电流 I_2，二者共面。求△ ABC 的各边所受电流 I_1 的磁力。



5. 在 xOy 平面内有一圆心在 O 点的圆线圈，通以顺时针绕向的电流 I_1，另有一无限长直导线与 y 轴重合，通以电流 I_2，方向向上，如图所示。求此时圆线圈所受的磁力。



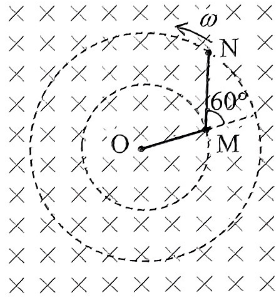
6. 一个半径为 R 的无限长半圆柱面导体，载有与轴线上的长直导线等值反向的电流 I。试求轴线上长直导线单位长度所受磁力。



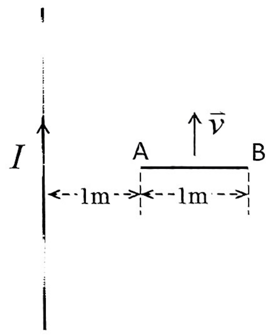
7. 半径为 R 的匀质圆盘，表面带有均匀分布的电荷 Q。圆盘绕过盘中心与盘面垂直的轴旋转，角速度为ω。（1）求圆盘产生的圆电流的磁矩 p_m；（2）如果将此圆盘放在均匀磁场中，磁场方向与盘面平行，求磁场作用于圆盘的磁力矩。

第二十二章 电磁感应

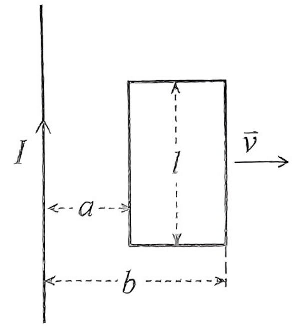
1. 在匀强磁场 $\vec{B}$ 中，导线 OM=MN=a，$\angle OMN$=120°，OMN 整体可绕 O 点在垂直于磁场的平面内逆时针转动，如图所示．若转动角速度为 ω。求：（1）求 OM 间电势差 U_{OM}；（2）求 ON 间电势差 U_{ON}；（3）指出 O、M、N 三点中哪点电势最高。



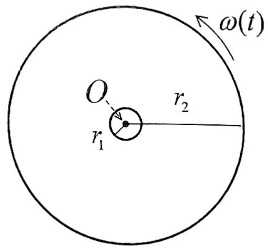
2. 金属杆 AB 以匀速 v=2m/s 平行于长直载流导线运动，导线与 AB 共面且相互垂直，如图所示。已知导线载有电流 I=40A，求此金属杆中的感应电动势 ε_i 的大小和方向（ln2 = 0.69）。



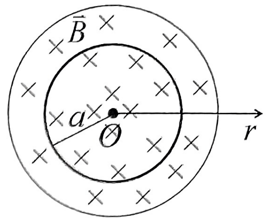
3. 如图所示，有一根长直导线，载有直流电流 I，近旁有一个两条对边与它平行并与它共面的矩形线圈，以匀速度 $\bar{v}$ 沿垂直于导线的方向离开导线。设 $t=0$ 时，线圈位于图示位置，求：(1) 在任意时刻 t 通过矩形线圈的磁通量 Φ_B；(2) 在图示位置时矩形线圈中的电动势 ε_i。



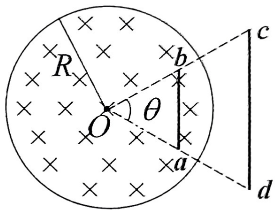
4. 如图所示，一半径为 r_2 电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环，里边有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环，两环共面同心（$r_2 >> r_1$），当大环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转时，求小环中的感应电流。其方向如何？



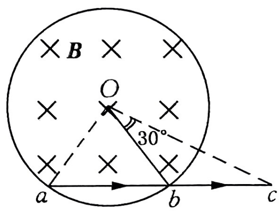
5. 一长圆柱状磁场，磁场方向沿轴线并垂直图面向里，磁场大小既随到轴线的距离 r 成正比而变化，又随时间 t 作正弦变化，即 $B = B_0 r\sin\omega t$，B_0、ω均为常数。若在磁场内放一半径为 a 的金属圆环，环心在圆柱状磁场的轴线上，求金属环中的感生电动势，并讨论其方向。



6. 均匀磁场 $\vec{B}$ 被限制在半径 R =10cm 的无限长圆柱空间内，方向垂直纸面向里。取一固定的等腰梯形回路 $abcd$，梯形所在平面的法向与圆柱空间的轴平行，位置如图所示。设磁感强度以 dB /dt =1T/s 的匀速率增加，已知 $\theta = \pi/3$，$\overline{Oa} = \overline{Ob} = 6\text{ cm}$，求等腰梯形回路中感生电动势的大小和方向。

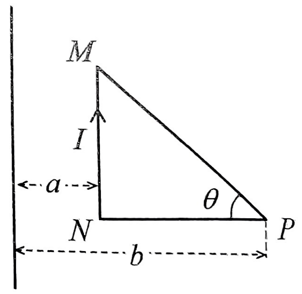


7. 磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场充满一半径为 R 的圆柱形空间，一金属杆放在如图中所示位置，杆长为 $2R$，其中一半位于磁场内、另一半在磁场外。当 $dB/dt > 0$ 时，求：杆两端的感应电动势的大小和方向。



8. 一个圆环形线圈 a 由 50 匝细线绕成，截面积为 4.0cm^2，放在另一个匝数等于 100 匝，半径为 20.0cm 的圆环形线圈 b 的中心，两线圈同轴。求：（1）两线圈的互感系数；（2）当线圈 a 中的电流以 50A/s 的变化率减少时，线圈 b 上的感生电动势。

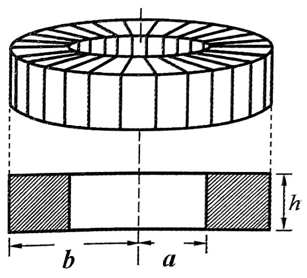
9. 如图所示，直角三角形线框 MNP 与无限长直导线共面，其 MN 边与无限长直导线平行，位置和尺寸如图所示。若三角形线框通电流 $I = I_0 \sin \omega t$，求二者之间的互感系数以及直导线中的感生电动势大小。



专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号________

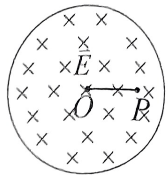
10. 一长直螺线管的导线中通入 10A 的恒定电流时，通过每匝线圈的磁通量是 20μWb；当电流以 4A/s 的速率变化时，产生的自感电动势为 3.2mV。求此螺线管的自感系数与总匝数。

11. 一矩形截面的螺绕环如图所示，其内外半径分别为 a 和 b，高度为 h，共有 N 匝。试求：此螺绕环的自感系数.

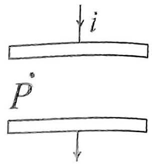


12. 一细螺绕环单位长度上的线圈匝数为 $n=10$ 匝/cm，环心材料的磁导率 $\mu=\mu_0$。求在电流强度 I 为多大时，线圈中磁场的能量密度 $w=1\mathrm{J/m^3}$？（$\mu_0=4\pi\times10^{-7}\,\mathrm{T\cdot m/A}$）

13. 图示为一圆柱体的横截面，圆柱体内有一均匀电场 $\vec{E}$，其方向垂直纸面向内，$\vec{E}$ 的大小随时间 t 线性增加，P 为柱体内与轴线相距为 r 的一点，则：(1) P 点位移电流密度方向为________；(2) P 点感生磁场方向为________。



14. 圆形平行板电容器，从 $q=0$ 开始充电，试画出充电过程中，极板间某点 P 处电场强度的方向和磁场强度的方向。



15. 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 $E=E_0\sin\omega t$。若略去边缘效应，则两板间的位移电流为__________。

16. 反映电磁场基本性质和规律的麦克斯韦方程组（积分形式）包含四个方程，分别为

$$\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S}=\int_V \rho dV \cdots\cdots\cdots\cdots ① ;\quad \oint_L \vec{E}\cdot d\vec{l}=-\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{S} \cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

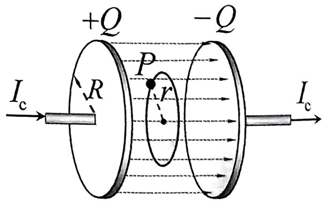
$$\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=0 \cdots\cdots\cdots\cdots ③ ;\quad \oint_L \vec{H}\cdot d\vec{l}=\int_S \left(\vec{J}+\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right)\cdot d\vec{S} \cdots\cdots\cdots ④$$

判断下列结论是包含于或等效于上述哪个方程,并将方程式的代号填在相应结论后的空白处。

（1）变化的磁场一定伴随有电场：___________。（2）磁感线是无头无尾的：____________。

（3）电荷总伴随有电场：_____________。

17. 有一个圆形平行平板电容器，半径 R=3.0cm。对其充电，使电路上的传导电流 $I_c=2.5A$。现有一点 P 处于两极板间，离开轴线的距离 r=2.0cm。若略去边缘效应，求：（1）两极板间半径为 r 的截面（圆心在轴线上）上的位移电流；（2）P 点处的磁感应强度.



专业________________ 姓名____________ 学号______________________ 序号________

第二十三章 波粒二象性

1. 波长 λ =410nm (1nm = 10^{-9}m)的单色光照射某一金属，逸出的光电子最大动能 E_K=1.0eV，求能使该金属产生光电效应的单色光的最大波长。(普朗克常量 h =6.63×10^{-34}J·s)

2. 已知 X 射线光子的能量为 0.60 MeV，若在康普顿散射中散射光子的波长为入射光子的 1.2 倍，试求反冲电子的动能。

3. 在康普顿散射中，入射光子的波长为 0.030 Å，反冲电子的速度为 0.60 c，求散射光子的波长及散射角。(普朗克常量 h =6.63×10^{-34} J·s，电子静止质量 m_e=9.11×10^{-31} kg)

4. 当电子的德布罗意波长与可见光波长（λ=5500Å）相同时，求它的动能是多少电子伏特？假如电子运动速度与光速可以比拟，则当电子的动能等于它静止能量的 2 倍时，其德布罗意波长又为多少？（电子质量 $m_e=9.11\times10^{-31}$kg，普朗克常量 $h=6.63\times10^{-34}$ J·s，1 eV=1.60×10^{-19}J）

5. 粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为$\psi_n(x)=C\sin\left(\pi x/a\right)$ $(0<x<a)$ 。求：（1）归一化系数 C 等于多少？（2）粒子在 $0\sim a/4$ 区间内的概率是多少？

11. 火车迎面而来 713Hz；火车背离而去 597Hz.

12. 15.78m/s

第九章　光的干涉

1. 0.25mm

2. 0.134mm

3. (1)6.0 mm；(2)19.9 mm

4. (1) $3D\lambda/d$；(2) $D\lambda/d$

5. $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_2-\lambda_1)}$

6. 4m

7. 1.7×10^{-4} rad

8. 1.61mm

9. 90.58nm

第十章　光的衍射

1. 2π；暗纹

2. (1) 5.0×10^{-3}m；5.0×10^{-3}rad；(2) 3.76×10^{-3}m；3.76×10^{-3}rad

3. (1) $\lambda_1=2\lambda_2$；(2) $k_2=2k_1$ 重合

4. 403mm

5. (1) 0.27cm；(2) 1.8cm

6. (1) 6.0×10^{-6} m；(2) $a=1.5\times10^{-6}$；(3) $k=0,\pm1,\pm2,\pm3,\pm5,\pm6,\pm7,\pm9$

7. 3.05×10^{-3} mm

8. (1) 2；(2) 1.2×10^{-3} cm

9. 51. 8m

第十一章　光的偏振

1. (1) $I_1=I_0/2$，$I_2=I_0/4$，$I_3=I_0/8$；(2) I_1 仍不变，$I_3=0$

2. $\theta=45°$

3. 1.732

4. (1) $i_0=53.1°$；(2) $r=36.9°$

第十五章　静电场

1. $\dfrac{2qy}{4\pi\varepsilon_0\left(a^2+y^2\right)^{3/2}}\vec{j}$，　($\vec{j}$ 为 y 方向单位矢量)；$\pm a/\sqrt{2}$

2. $\dfrac{\lambda}{8\pi\varepsilon_0 l}$；若 $\lambda>0$ 向右，若 $\lambda<0$ 向左。

3. $\vec{E}=E_y\vec{j}=-\dfrac{\lambda_0}{4\varepsilon_0 R}\vec{j}$

4. 力的大小 $F=\dfrac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{4}{3}$

5. $1\ \mathrm{N\cdot m^2/C}$

6. $E=\dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}(r\ge R);E=\dfrac{\rho r}{2\varepsilon_0}(r<R)$

7. 略

8. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$；$-\sigma/(2\varepsilon_0)$；$\sigma/(2\varepsilon_0)$；$3\sigma/(2\varepsilon_0)$

9. $E_1=\rho x/\varepsilon_0 \quad (-\dfrac{d}{2}\le x\le\dfrac{d}{2})$；$E_2=\rho\cdot d/(2\varepsilon_0)\ (x>\dfrac{d}{2})$，$E_2=-\rho\cdot d/(2\varepsilon_0)\ (x<-\dfrac{d}{2})$

第十六章　电势

1. $-\dfrac{q}{8\pi\varepsilon_0 a}$

2. $\Delta U=\dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}\ln\dfrac{r_2}{R}+\dfrac{\rho}{4\varepsilon_0}(R^2-r_1^2)$

3. $x<-a$：$U_1=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}a$；$-a<x<a$：$U_2=-\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}x$；$x>a$：$U_3=-\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}a$

4. $\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln 2+\dfrac{\lambda}{4\varepsilon_0}$

5. $\dfrac{\lambda_0 d}{4\pi\varepsilon_0}(1-\ln 2)$

6. $r<R:E_1=\dfrac{Ar^2}{4\varepsilon_0}$，$U=\dfrac{A(R^3-r^3)}{12\varepsilon_o}+\dfrac{AR^3}{4\varepsilon_o}$；　$r>R:E_2=\dfrac{AR^4}{4\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{AR^4}{4\varepsilon_o r}$

7. 0；$qQ/(4\pi\varepsilon_0 \mathrm{R})$

8. $\dfrac{q\lambda}{12\varepsilon_0}$

第十七章　静电场中的导体

1. （1）$Qd/(2\varepsilon_0 S)$；（2）$Qd/(\varepsilon_0 S)$

2. q，$2q$；$\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$

3. $-\dfrac{q}{3}$

4. (1) $Q_{Bin}=-3\times10^{-8}$C，$Q_{Bext}=5\times10^{-8}$C，$U_A=5.6\times10^3$V, $U_B=4.5\times10^3$V；

(2) $Q_A=2.1\times10^{-8}$C，$Q_{Bin}=-2.1\times10^{-8}$C，$Q_{Bext}=-9\times10^{-9}$C，$U_A=0$, $U_B=-8.1\times10^{2}$V

5. $\dfrac{U}{r\ln\dfrac{b}{a}}$，$-\dfrac{U\varepsilon_0}{b\ln\dfrac{b}{a}}$

第十八章　静电场中的电介质

1. 7.18

2. $\dfrac{3\varepsilon_r}{2\varepsilon_r+1}$；$\dfrac{3}{2}$

3.(1) $\dfrac{\varepsilon_0 SU^2}{2d}$；(2) $2U$；(3) $\dfrac{\varepsilon_0 SU^2}{d}$

4. 电位移矢量大小分别为：0，$\dfrac{Q}{4\pi r^2}$，$\dfrac{Q}{4\pi r^2}$，$\dfrac{Q}{4\pi r^2}$

   电场强度大小分别为：0，$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_r\varepsilon_0 r^2}$，$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

5. 电场能量 $W=Q^2/(8\pi\varepsilon R)$

第十九章　磁场和它的源

1. $B_0=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R}(1-\dfrac{\sqrt{3}}{2}+\dfrac{\pi}{6})$，垂直纸面向里

2. $\dfrac{\mu_0 e^2}{8\pi a_0^2}\dfrac{1}{\sqrt{\pi m\varepsilon_0 a_0}}$，垂直纸面向外

3. 1.73×10^{-4} T

4. $\dfrac{\mu_0 I}{4\pi l}(2\sqrt{3}-3)$，垂直纸面向里

5. 0

6. (1) $\vec{B}(x)=\dfrac{\mu_0 Ia}{\pi(a^2+x^2)}\vec{i}$；(2) $x=0$

7. 证明题，略

8. 磁感强度的大小为 $B=\mu_0 R\sigma\omega$，方向平行于轴线朝右

9. $B=\dfrac{\mu_0 Ir}{2\pi r_1^2}$　$(0\le r\le r_1)$；$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$　$(r_1\le r\le r_2)$；

   $B=\dfrac{\mu_0 I(r_3^2-r^2)}{2\pi r(r_3^2-r_2^2)}$　$(r_2\le r\le r_3)$；$B=0$　$(r\rangle r_3)$

10. $B=\dfrac{\mu_0\delta}{2\pi}\ln\dfrac{d+L}{d}$，垂直纸面向里

11. $\varphi=\dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 2$

第二十章　磁力

1. $(\sqrt{2}+1)\dfrac{leB}{m}$

2. (1) P 型；(2) 2.82×10^{20} 个/m^3

3. $F=2\pi RIB\sin\alpha$　竖直向上

4. $F_{AB}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi d}$；$F_{AC}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\dfrac{d+a}{d}$；$F_{BC}=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{\sqrt{2}\pi}\ln\dfrac{d+a}{d}$

5. $F=\mu_0 I_1 I_2$，沿 x 轴方向

6. $-\dfrac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}$

7. $p_m=\dfrac{\omega R^2 Q}{4}$，$M=\dfrac{\omega R^2 QB}{4}$

第二十二章　电磁感应

1. (1) $\dfrac{1}{2}\omega a^2 B$；(2) $3\omega a^2 B/2$；(3) O 点电势最高

2. 1.104×10^{-5} V，B→A

3. (1) $\dfrac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\dfrac{b+vt}{a+vt}$；(2) $\dfrac{\mu_0 Ilv(b-a)}{2\pi ab}$

4. $-\dfrac{\pi\mu_0\lambda r_1^2}{2R}\cdot\dfrac{\mathrm{d}\omega(t)}{\mathrm{d}t}$，方向：$\mathrm{d}\omega(t)/\mathrm{d}t>0$ 时，i 为负值，即 i 为顺时针方向；$\mathrm{d}\omega(t)/\mathrm{d}t<0$ 时，i 为正值，即 i 为逆时针方向.

5. $\varepsilon_i=-(2\pi/3)B_0 a^3\omega\cos\omega t$；当 $\varepsilon_i>0$ 时，电动势沿顺时针方向.

6. 3.68mV；沿 adcb 绕向。

7. $\varepsilon_{ac}=[\dfrac{\sqrt{3}R^2}{4}+\dfrac{\pi R^2}{12}]\dfrac{dB}{dt}$，方向从 $a\to c$

8. (1) 6.3×10^{-6}H；(2) 3.1×10^{-4}V

9. $M=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\tan\theta(b\ln\dfrac{b}{a}+a-b)$，$\varepsilon=\dfrac{\mu_0\omega I_0}{2\pi}\tan\theta(b\ln\dfrac{b}{a}+a-b)\cos(\omega t)$

10. 0.8mH；400

11. $L=\dfrac{\mu_0 N^2 h}{2\pi}\ln\dfrac{b}{a}$

12. 1.26A

13. 垂直纸面向里；垂直 OP 连线向下

14. 略

15. $\varepsilon_0 \pi \omega R^2 \cos \omega t$

16. (1) ②；(2) ③；(3) ①

17. （1） $I_d = 1.1A$ （2） $B = 1.11 \times 10^{-5}$T

第二十三章　波粒二象性

1. 612nm

2. 0.10MeV

3. 0.043 Å；62°17′

4. 5.0×10^{-6} eV ；8.58×10^{-13}m

5. $\sqrt{\frac{2}{a}}$，$\frac{\pi - 2}{4\pi}$