二、电容器的能量

$$dA=(U_A-U_B)dq=\frac{q}{C}dq$$

$$A=\int_0^Q \frac{q}{C}dq=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

$$W=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}=\frac{1}{2}Q(U_A-U_B)=\frac{1}{2}C(U_A-U_B)^2$$

三、电场的能量

$$W=\frac{1}{2}C(U_A-U_B)^2=\frac{1}{2}\varepsilon E^2 Sd=\frac{1}{2}\varepsilon E^2 V$$

电能密度

$$w_e=\frac{W}{V}=\frac{1}{2}\varepsilon E^2=\frac{1}{2}DE \qquad dW=w_e dV=\frac{1}{2}\varepsilon E^2 dV$$

$$W=\int_V dW=\int_V \frac{1}{2}\varepsilon E^2 dV$$

第十一章 稳恒电流

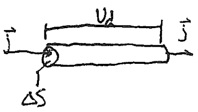
§11.1 稳恒电流

$I=\frac{dq}{dt}$ $\quad \vec{j}$ 电流密度矢量 $\quad j=\frac{dI}{dS}$

$$dI=j\,dS\cos\theta=\vec{j}\cdot d\vec{S}$$

$$I=\int_S j\cdot dS\cos\theta=\int_S \vec{j}\cdot d\vec{S}$$

n：自由电子密度



$$\Delta q=env_d\Delta S\Delta t$$

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=env_d\Delta S$$

$$j=\frac{I}{\Delta S}=env_d$$

$j=\gamma E$

$\tau=RC$

$$\therefore \vec{j}=-ne\vec{v}_d$$

$$\oint_S \vec{j}\cdot d\vec{S}=-\frac{dq}{dt} \quad \text{------ 电流连续性方程}$$

$$\oint_S \vec{j}\cdot d\vec{S}=0 \quad \text{...... 电流稳恒条件}$$

§11.2 欧姆定律与焦耳定律的微分形式

$$E\Delta l=j\Delta S\Delta R$$

$$j=\frac{\Delta l}{\Delta R\Delta S}E=\frac{1}{\rho}E=\gamma E$$

$$\vec{j}=\gamma\vec{E}$$

$$\Delta P=(\Delta I)^2\Delta R=(j\Delta S)^2\left(\rho\frac{\Delta l}{\Delta S}\right)=\rho j^2\Delta V=\gamma E^2\Delta V$$

$$w=\frac{\Delta P}{\Delta V}=\gamma E^2$$

第十二章 稳恒磁场

§12.1 磁场、磁感应强度

定义式：$B=\frac{F_m}{qv}$

$$\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$$

洛仑兹关系式 $\vec{F}=q\vec{E}+q\vec{v}\times\vec{B}$

§12.2 毕奥-萨伐尔定理

$$d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$$

$$\vec{B}=\int d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\int\frac{Id\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$$

运动电荷的磁场

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\vec{r}}{r^3}$$

一些重要结论：

① 无限长直载流导线的磁场 （原式：$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$）

$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ （a为与载流长直导线间距）

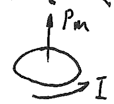
② 载流圆线圈的磁场 （原公式：$B=\frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$）

I. 在圆心处，$B=\frac{\mu_0 NI}{2R}$

$$B=\frac{\mu_0 I r^2}{2(r^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

II. 轴线上远离圆线圈 $\cancel{B=\frac{\mu_0 IR^2}{2x^3}=\frac{\mu_0 IS}{2\pi x^3}}$

磁距定义

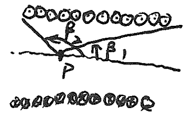


$$\vec{P}_m=NIS\vec{e}_n$$

$dI=fdq$

$$\vec{B}=\frac{\mu_0 P_m}{2\pi x^3}$$

③ 载流直螺线管



$$B=\frac{\mu_0}{2}nI(\cos\beta_2-\cos\beta_1)$$

I. 无限长

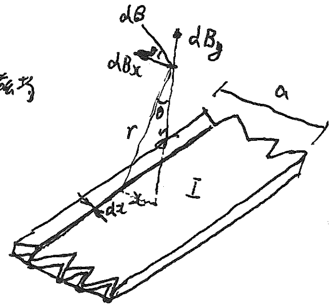
$B=\mu_0 nI$

环形螺线管 $B=\frac{\mu_0 nI}{2\pi r}$

II. 端点

$B=\frac{1}{2}\mu_0 nI$

④ "无限长"均匀载流薄铜片的磁场



$$B=\frac{\mu_0 I}{\pi a}\arctan\frac{a}{2y}$$

无限大导体平面

$B=\frac{\mu_0 I}{2}$

运动电荷的磁场：

每一个以速度v运动的电荷 $\quad B=\frac{dB}{dN}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\vec{r}}{r^3}$

§12.3 磁场的高斯定理 安培环路定理

$$\Phi_m=\oiint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=0 \quad \text{任意闭合曲面的磁通量为0}$$

安培环路定理

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\sum I_{内} \quad \text{环路积分}$$

一些重要结论：

① 无限长载流圆柱体的磁场

在圆柱体外 $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$$

在圆柱体内 $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}r$

② 载流螺绕环

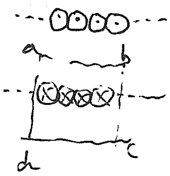
$$\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=B\cdot 2\pi r=\mu_0 NI$$

$$B=\mu_0\frac{NI}{2\pi r}$$

环截面很小时

$$B=\frac{\mu_0 NI}{2\pi R}=\mu_0 nI \qquad n=\frac{N}{2\pi R}$$

③ 长直载流螺绕环



$$\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=Bl=\mu_0 nlI$$

$$B=\mu_0 nI$$