真空中的静电场

实验定律 库仑定律：$\vec{F}_{12}=\dfrac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_{12}^2}\vec{e}_R=\dfrac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_{12}^3}\vec{R}_{12}$

引入电场强度

$\vec{E}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\vec{R}$

环路定理积分形式：$\oint_C \vec{E}\bullet d\vec{l}=0$

环路定理微分形式：$\nabla\times\vec{E}(\vec{r})=0$

高斯定律积分形式：$\oint_S \vec{E}\bullet d\vec{S}=\dfrac{Q}{\varepsilon_0}$

高斯定律微分形式：$\nabla\cdot\vec{E}=\dfrac{1}{\varepsilon_0}\rho$

$\vec{E}=-\nabla\phi$

电位的泊松方程：$\nabla^2\phi=-\rho/\varepsilon_0$

无源 $\rho=0$

电位的拉普拉斯方程：$\nabla^2\phi=0$

电位求解公式：$U_{PQ}=\int_P^Q E\cdot d\vec{l}=\phi(P)-\phi(Q)$

场源电荷分布在有限区域：$U_P=\int_P^\infty E\cdot d\vec{l}$

介质中的静电场

引入电偶极子与电偶极矩：$\vec{p}=q\vec{d}$

引入极化强度：$\vec{P}=\lim\limits_{\Delta V\to 0}\dfrac{\sum \vec{p}_i}{\Delta V}$

↓(线性各向同性电介质)

$=\chi_e\varepsilon_0\vec{E}$

引入极化电荷：$\rho_P=-\nabla\bullet\vec{P}$，$\rho_{SP}=\vec{P}\bullet\vec{e}_n$

定义电位移矢量：$\vec{D}=\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}=\varepsilon_0(1+\chi_e)\vec{E}=\varepsilon_0\varepsilon_r\vec{E}=\varepsilon\vec{E}$

静电场基本方程

$\nabla\bullet\vec{D}=\rho$　　$\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S}=Q$　　$\nabla\times\vec{E}=0$　　$\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$

$\vec{E}=-\nabla\phi$

场量的边界条件

$\vec{e}_n\bullet(\vec{D}_1-\vec{D}_2)=\rho_S$　　$\vec{e}_n\times(\vec{E}_2-\vec{E}_1)=0$

电位的边界条件

$\varepsilon_1\dfrac{\partial\phi_1}{\partial n}-\varepsilon_2\dfrac{\partial\phi_2}{\partial n}=-\rho_S$　　$\phi_1=\phi_2$

导体边界条件

$D_n=\rho_s$　　$\varepsilon\dfrac{\partial\phi}{\partial n}=-\rho_S$　　$\phi=$常数　　$E_t=0$