伯克利 电学

常量

Electron charge: $e=1.602 \times 10^{-19}~C$

Electrostatic force constant: $k = 8.988 imes 10^9 \; N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$

Vacuum permittivity: $\epsilon_0 = 8.854 imes 10^{-12}~F/m$

第1章静电学

库仑定律

$$\mathbf{F} = rac{1}{4\piarepsilon_0} rac{q_1 q_2 \mathbf{\hat{r}}_{21}}{r_{21}^2}$$

电荷系统的能量

$$U = rac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{i
eq j} rac{1}{4\piarepsilon_0} rac{q_i q_j}{r_{ij}} = rac{1}{2} \iiint
ho \phi \, \mathrm{d}v$$

通量

$$\Phi = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{a}$$

高斯定理

$$\iint_{S} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{a} = \frac{\mathbf{q}}{\varepsilon_{0}} = \iiint_{\Omega} \frac{\rho \, d\mathbf{v}}{\varepsilon_{0}}$$

带点球电场

$$E=rac{Q}{4\piarepsilon_0 r^2}$$

带电直线电场

$$E=rac{\lambda}{2\piarepsilon_0 r}$$

带电平面电场

$$E=rac{\sigma}{2arepsilon_0}$$

电荷层受力

$$\frac{F}{A} = \frac{E_1 + E_2}{2}\sigma$$

电场能量

$$U = \frac{\varepsilon_0}{2} \iiint \mathbf{E^2} \, \mathrm{d} \mathbf{v}$$

第2章电势

电势差

$$egin{aligned} \Phi_{21} &= -\int_{P_1}^{P_2} \mathbf{E} \cdot \mathrm{d}\mathbf{s} \ &\mathbf{E} &= -oldsymbol{
abla} \phi \end{aligned}$$

偶极子

$$egin{aligned} \phi(r, heta) &pprox rac{kql\cos heta}{r^2} \equiv rac{ql\cos heta}{4\piarepsilon_0 r^2} \equiv rac{p\cos heta}{4\piarepsilon_0 r^2} \ \mathbf{E}(r, heta) &= -oldsymbol{
abla}\phi = rac{p}{4\piarepsilon_0 r^3}(2\cos heta\,ec{\mathbf{r}} + \sin heta\,ec{oldsymbol{ heta}}) \end{aligned}$$

等势线: $\phi = \phi_0 \quad \Rightarrow \quad r = r_0 \sqrt{\cos \theta}$

电场线: $rac{E_r}{E_ heta} = rac{\mathrm{d}r}{r\,\mathrm{d} heta} \quad \Rightarrow \quad r = r_0 \sin^2 heta$

散度

$$oldsymbol{
abla} \cdot oldsymbol{F} \equiv \lim_{V_i o 0} \iint_{S_i} oldsymbol{F} \cdot \mathrm{d}oldsymbol{a}_i$$

高斯定理

$$\iiint_{\Omega} rac{
ho \, \mathrm{d} v}{arepsilon_0} = \oiint_S \ m{E} \cdot \mathrm{d} m{a} = \iiint_{\Omega} m{\nabla} \cdot m{E} \, \mathrm{d} v$$
 $m{\nabla} \cdot m{E} = rac{
ho}{arepsilon_0}$

$$\Delta\phi=oldsymbol{
abla}^2\phi=-rac{
ho}{arepsilon_0}$$

调和函数

若 $\nabla^2 \phi = 0$,则函数 ϕ 在任何球面的均值等于在球心的值。

恩绍原理

在空无一物的空间中,不可能构建一个使带电粒子能都保持稳定平衡的电场。

电荷密度与电场、电势的关系

$$ho = arepsilon_0 oldsymbol{
abla} \cdot oldsymbol{E} = -arepsilon_0 oldsymbol{
abla}^2 \cdot oldsymbol{\phi}$$

斯托克斯定理

$$\int_L m{F} \cdot \mathrm{d} s = \iint_S m{
abla} imes m{F} \cdot \mathrm{d} m{a}$$
 $m{
abla} imes m{E} = m{0}$

第3章导体的电场

唯一性定理

对于分别具有电势 ϕ_k 的一系列导体构成的系统,假定有一个解 $\phi(x,y,z)$ 成立,那么这个解是唯一的。

Proof.

$$egin{aligned} oldsymbol{W} &\stackrel{d}{=} oldsymbol{\phi}_1 - oldsymbol{\phi}_2 \ &\Rightarrow oldsymbol{
abla}^2 oldsymbol{W} &= oldsymbol{
abla}^2 oldsymbol{\phi}_1 - oldsymbol{
abla}^2 oldsymbol{\phi}_2 \ &= (-rac{
ho}{arepsilon_0}) - (-rac{
ho}{arepsilon_0}) = 0 \ &\Rightarrow oldsymbol{W} &= oldsymbol{0} \end{aligned}$$

推论:任意形状的空腔导体的内部空间里如果没有电荷,那么这个空腔内电场一定为零。