第五章 静电场

电荷量子化 电荷守恒定律 库仑定律

质子和电子电荷量的绝对值相等

荷质比

电荷守恒定律:无论系统中的电荷如何迁移,系统的电荷的代数和保持 不变

库仑定律:两个静止点电荷之间的作用力(适用范围:静电场)

$$oldsymbol{F} = rac{1}{4\piarepsilon_0}rac{q_1q_2}{r^2}oldsymbol{e}_r$$

描述电场性质的两个物理量: 电场强度、电势

电场强度: $E=rac{F}{a_0}$ (与点电荷带电量无关)

点电荷的电场强度: $m{E}=rac{m{F}}{q_0}=rac{1}{4\piarepsilon_0}rac{Q}{r^2}m{e}_r$

方向:若点电荷为正电荷,E与 e_r 相同,反之相反

电场强度叠加原理:点电荷系电场中某点场强为各个点电荷单独存在时 激发的场强的矢量和

$$oldsymbol{E} = \sum_{i=1}^n oldsymbol{E}_i = rac{1}{4\piarepsilon_0} \sum_{i=1}^n rac{Q_i}{r_i^2} oldsymbol{e}_i$$

带电体微分: $dm{E}=rac{1}{4\piarepsilon_0}rac{dq}{r^2}m{e}_r$

按体积: $oldsymbol{E} = \int_V rac{1}{4\pi arepsilon_0} rac{
ho oldsymbol{e}_r}{r^2} dV$

电偶极子的电场强度

电偶极子:两个电荷量相等、符号相反、相距为 r_0 的点电荷构成的电荷系

电偶极矩(电距):从-q指向+q的矢量 r_0 (电偶极子的轴)*q

- 1. 电偶极子轴线延长线上一点场强: $m{E}=rac{1}{4\piarepsilon_0}rac{2m{p}}{x^3}$ (方向与电距 $m{p}$ 相同)
- 2. 电偶极子轴线中垂线上一点的场强: $m{E} = -rac{1}{4\piarepsilon_0}rac{m{p}}{y^3}$ (方向与电距 $m{p}$ 相反)

电场强度通量 高斯定理

电场线密度: $rac{dN}{dS}=E$

电场强度通量: $oldsymbol{\phi} = oldsymbol{E} \cdot oldsymbol{S}$

大小: $\phi = EScos\theta$

微分: $\phi = \oint_S \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{S}$

符号: 电场线"穿进"为负,"穿出"为正

高斯定理: $oldsymbol{\phi} = \oint_S oldsymbol{E} \cdot doldsymbol{S} = rac{q}{arepsilon_0}$

方向: q > 0 向外穿出,反之向内

描述: 穿过任意闭合曲面的电场强度通量=闭合曲面内所有电荷的代数和/ ε_0

(所选取的闭合曲面称为 高斯面)

适用范围:静电场、变化电场

特点: 当点电荷在闭合曲面之外,电场强度通量为零

静电场的环路定理 电势能

库仑力为保守力:静电场力对电荷做的功只与始末位置有关

静电场为保守场

静电场的环路定理:在静电场中场强E的环流为零

环流: E沿任意闭合路径的线积分

电势能: 把电荷从该点移到零电势能处电场力做的功

电势: $V_A = \int_{AB} \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{l} + V_b$

通常 $V_A = \int_{A_\infty} oldsymbol{E} \cdot doldsymbol{l}$

$$V_A = \int_r^\infty oldsymbol{E} \cdot doldsymbol{l} = rac{q}{4\piarepsilon_0} rac{1}{r}$$

电势可以进行叠加

电势差: $U_{ab}=V_A-V_B=\int_{AB}m{E}\cdot dm{l}$

 $W = qU_{AB}$

电场强度与电势梯度

等势面: 电场中电势相等的面

电场强度与等势面垂直

相邻两个等势面之间的电势差相等

电场强度和电势的关系:电场中某一点的电场强度沿任一的方向的分量,等于这一点的电势沿该方向电势变化率的负值

$$E_l = -\frac{dV}{dl}$$

$$m{E} = -rac{dV}{dl_n}m{e}_n = -(rac{\partial V}{\partial x}m{i} + rac{\partial V}{\partial y}m{j} + rac{\partial V}{\partial z}m{k}) = -grad \quad V = -
abla V$$

任意一点场强E=该点电势沿等势面法线方向变化率的负值