

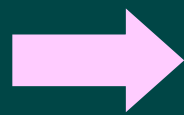
第七章要点回顾

库仑定律: $\vec{F} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r$

电场强度: (决定于场源电荷)

点电荷的电场强度

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \vec{e}_r$$

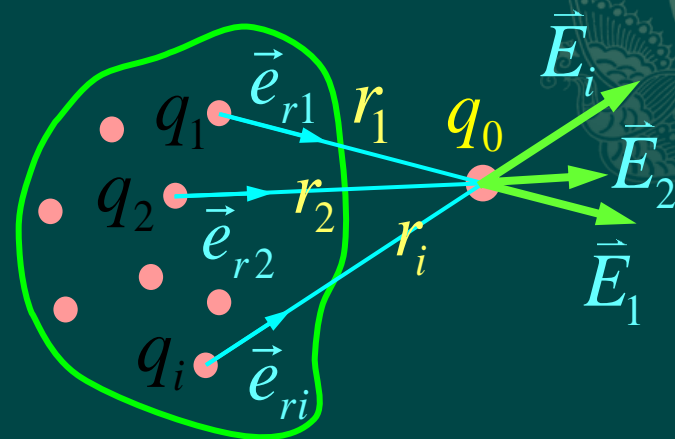


$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r$$

电场强度叠加原理

点电荷系

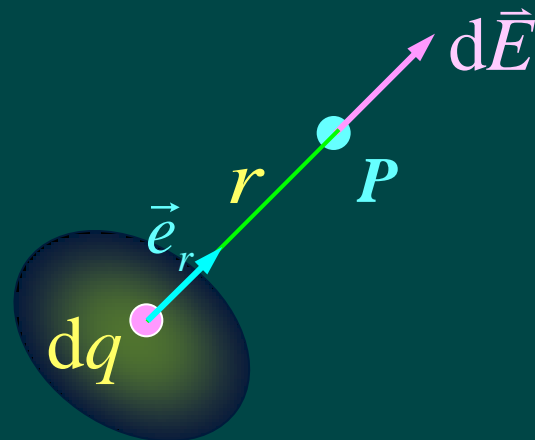
$$\vec{E} = \frac{\sum_i \vec{F}_i}{q_0} = \sum_i \vec{E}_i = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2} \vec{e}_{ri}$$



连续分布电荷的电场强度

$$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \vec{e}_r$$

$$\vec{E} = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r \quad dq = \begin{cases} \lambda dl & (\text{线分布}) \\ \sigma dS & (\text{面分布}) \\ \rho dV & (\text{体分布}) \end{cases}$$



电场中任一场点处的总电场强度等于各个点电荷单独存在时在该点产生的电场强度的矢量和{电场强度叠加原理}。

电场强度通量

电通量(Φ_e): 在电场中穿过任意曲面 S 的电场线条数.

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$d\vec{S}$ 方向的规定: 闭合曲面 —— 向外为正, 向内为负

静电场高斯定理

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_{\text{内}}$$

真空中的任何静电场中, 穿过任一闭合曲面的电通量, 等于该曲面所包围的电荷电量的代数和乘以 $1/\epsilon_0$

物理意义: 反映静电场的性质 —— 有源场

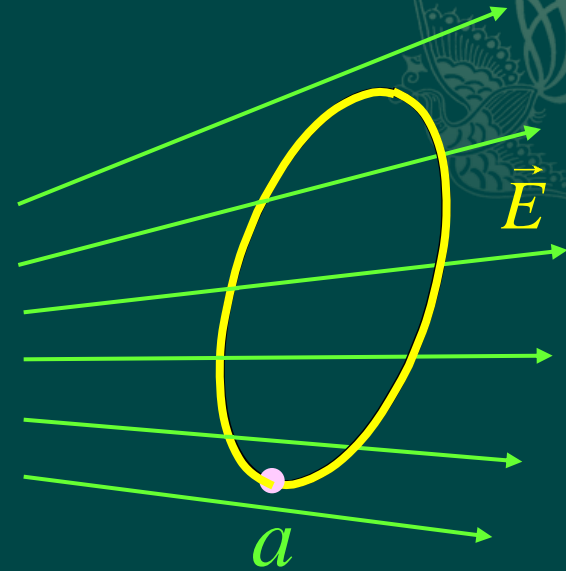
静电场的环路定理

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum q_i \quad \oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = ?$$

在静电场中沿闭合路径移动 q_0 ，电场力做功

$$A_{aa} = \oint \vec{F} \cdot d\vec{l} = \oint q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad \text{—— 静电场的环路定理}$$



在静电场中，电场强度的环流为零，静电场是无旋场（ $\nabla \times \vec{E} = 0$ ）

➤ 意义

- (1) 环路定理要求电场线不能闭合。
- (2) 静电场是无旋场。

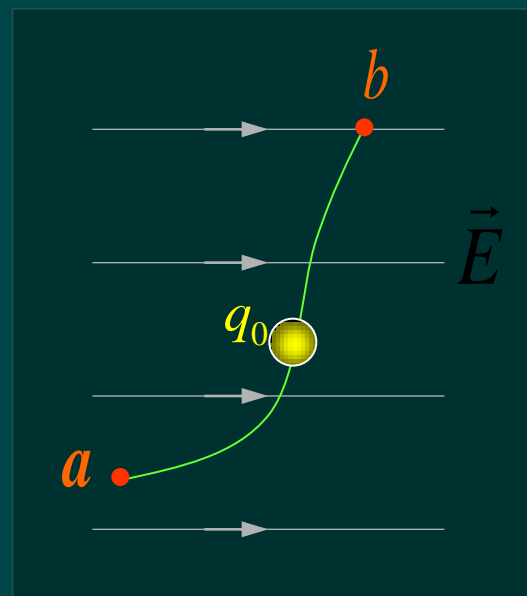
电势能

静电场 \longrightarrow 保守场 \longrightarrow 保守力做功引入静电势能

- 电势能（保守力做的功等于势能减少）

$$W_a - W_b = A_{ab} = \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

q_0 在电场中 a 、 b 两点电势能之差等于 q_0 自 a 点移至 b 点过程中电场力所作的功。




- 电势能

取势能零点 $W_b = W_{“0”} = 0$

q_0 在电场中某点 a 的电势能：

$$W_a = \int_a^{“0”} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$


$$W_a = \int_a^{''0''} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

➤ 注意

- (1) 电势能应属于 q_0 和产生电场的源电荷系统共有。
- (2) 电荷在某点电势能的值与零点选取有关，而任意两点的电势能的差值与零点选取无关。

$$W_a - W_b = \int_a^{''0''} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} - \int_b^{''0''} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

(3) 选势能零点的原则：

- 当(源)电荷分布在有限范围内时，一般势能零点选在无穷远处。
- 无限大带电体，一般势能零点选在有限远处一点。
- 实际应用中取大地为势能零点。

电势 电势差

$$W_a = \int_a^{''0''} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

- 电势定义

$$V_a = \frac{W_a}{q_0} = \int_a^{''0''} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

电场力将单位正电荷自 $a \rightarrow$ “电势零点”过程中所作的功。

- (a 、 b 两点间的) 电势差

$$U_{ab} = \frac{W_a}{q_0} - \frac{W_b}{q_0} = \frac{A_{ab}}{q_0} = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

电场力对单位正电荷自 $a \rightarrow b$ 过程中所作的功。

点电荷系电场中的电势

$$V_a = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i} = \sum_{i=1}^n V_i$$

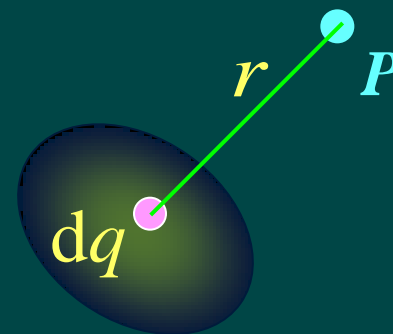
在点电荷系产生的电场中，任一点的电势等于每一个点电荷单独存在时在该点产生的电势的代数和 —— 电势叠加原理。

$$V_a = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i} = \sum_{i=1}^n V_i$$

电荷连续分布带电体电场中的电势

对连续分布的带电体

$$V_a = \int_Q \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r}$$



◆ 计算电势的方法

(1) 已知电荷分布 $V_a = \int_Q \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r}$

(2) 已知场强分布 $V_a = \int_a^{''0''} \vec{E} \cdot d\vec{l}$