一、带电体系外场中的相互作用能

1. 点电荷

① 在外场某处的电势能 U：
将 q 从 ∞ 移到 r 处所做的功。

② 相互作用能 W：
彼此相继地移到对应位置上

$$W = \sum_i \frac{q_i q_j}{4\pi\varepsilon_0 r_{ij}} = \frac{1}{2}\sum_{i \neq j}\frac{q_i q_j}{4\pi\varepsilon_0 r_{ij}}$$

$$= \frac{1}{2}\sum q_i \varphi_i$$

例：边长为 a 的正六边形
① 系统静电能。
② 将两个上述电荷移至
无穷远，外力所做的功。

$W = \frac{1}{2}(3Q\varphi_1 + 3(-Q)\varphi_1')$

二、带电体系的静电能

1. 两个带电体的静电能
$P = \varphi_1 + \varphi_2$
$\varphi_1(r) = \varphi_{11} + \varphi_{12}$

$$W = \frac{1}{2}\iiint (\rho_1 + \rho_2)(\varphi_1 + \varphi_2)\,dV$$

$$= \frac{1}{2}\iiint \rho_1\varphi_1 + \rho_2\varphi_2 + \rho_1\varphi_2 + \rho_2\varphi_1 \,dV$$

$W_0 = \frac{1}{2}\iiint \rho_i \varphi_i \,dV = \iiint \rho_1 \varphi_2 \,dV$

例：电偶极子的能量。
外场中的电势能：

$$W_{12} = \boxed{-\vec{P}\cdot\vec{E}_0}$$

2. 对一导体。
$W = \frac{1}{2}\sum_i \varphi_i q_i = W_0 + W_{12}$

$W_0 = \sum W_{ij} = \frac{1}{2}\sum \varphi_i q_i$

三、电场的能量和能量密度

1. 电场的能量
$$W = \frac{1}{2}\iiint \rho\varphi\,dV = \frac{1}{2}\iiint \vec{D}\cdot\vec{E}\,dV$$

$$= \frac{1}{2}\iiint \varepsilon_0 E^2\,dV$$

2. 例：球形电容器的静电能。
$$E_{内} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

五、静电场中的静电力

1. 电荷受力
① 一个电荷 q 处于外场中
$$\vec{F} = -\nabla U \quad \text{或} \quad F_i = -\nabla_i U$$

四、电介质中的静电场

1. 介质电容器的静电能

2. 简单平行板电容器的静电能

3. 电滞损耗
$$\delta A = \iiint \vec{E}\cdot\delta\vec{D}\,dV$$

4. 静电场能量的"定域"
$w_1 = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_1^2, \quad w_2 = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_2^2$
$W = \sum$

5. 导体一介质系统。