

Electrostatic (part 1)

- Atomic structure 原子结构
- Charge conservation 电荷守恒
- Conductors and insulators 导体和绝缘体
- Coulomb law 库仑定律
- Electric field and field lines 电场和电场线
- Electric flux density 电通量密度
- Permittivity of free space 自由空间介电常数

库伦定理 / Coulomb's law

库伦定理是描述静止点电荷相互作用力的规律。

$$\vec{F}_e = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^3}$$

其中， \vec{F}_e 表示两个点电荷之间的相互作用力， q_1 和 q_2 分别表示两个点电荷的电荷量， r 表示两个点电荷之间的距离， ϵ_0 表示真空中的介电常数，其值为 8.85×10^{-12} F/m。

电场强度 / Electric Field

电场强度的计算公式：

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{Q'} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^3}$$

其中， \vec{F}_e 表示两个点电荷之间的相互作用力， Q' 是测试点电荷所带的电荷量， Q 为制造电场的点电荷所带的电荷量， \vec{r} 表示两个点电荷之间的距离向量， ϵ_0 表示真空中的介电常数，其值为 8.85×10^{-12} F/m。

电场强度满足叠加定理（Superposition principle），多个点电荷在某点激发的电场等于各个点电荷在该处激发电场的矢量加和。

电通量密度 / Electric Flux Density

电通量密度

电通量密度是一个物理概念，它表示电场通过某个面积的电场线的数量。

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E}$$

其中， ϵ 是介质的介电常数。而 ϵ_r 为相对介电常数。

电通量

静电场中的电通量可以表示为：

$$\Psi = DS = Q$$

其中， S 是某一闭合曲面， Q 为闭合曲面内包含的电荷量。

Electrostatic (part 2)

- Conservative Field 保守场
- Work of a Force 力的功
- Potential & Potential Difference 电势和电势差
- Equipotentials 等电位
- Relation between Voltage and Electric Field 电压和电场之间的关系
- Conductors in Electrostatic Fields 静电场中的导体
- Potential due to Multiple Charges 多重电荷产生的电位

保守场 / Conservative Field

保守场具有 路径无关 和 无旋矢量场 的性质。任何一个保守场的旋度都是零（因此是无旋的），并且电荷在静电场中的某点出发沿任意闭合路径又回到原出发点(即始末两点，在同一位置)，电场力所做的功等于零。

$$\nabla \times \vec{E} = 0, \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

电势差 & 电压 / Potential Difference & Voltage

电势差就是电压。

静电场中，某点电位是指从该点到某一参考点移动单位正电荷时，电场力对其所作的功，即电势能，与该正电荷的电量之比。某点电位的定义如下：

$$V_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

其中， V_{AB} 表示电压， W_{AB} 表示将带电体从A移到B做的功， q 表示电荷量； \vec{E} 为电场强度， \vec{l} 为运动方向。

多个点电荷在某点造成的电势 可以通过各个点的在该点形成的电势直接 标量相加 得到。

导体 / Conductors

1. 电荷只分布在导体表面
2. 导体内部电场为零
3. 电场始终垂直于导体表面
4. 沿导体表面的电势是恒定的

Electrostatic (part 3)

- Coulomb Law & Gauss Law 库伦定理和 高斯定理
- Parallel Plate Capacitor 平行板电容器
- Energy Storage in a Capacitor 电容器中储存的能量
- Capacitance 电容
- Dielectric 电介质
- Polarisation Density 极化密度

高斯定理 / Gauss Law

静电场的高斯定理：在静电场中，通过任意闭合曲面的电场线的数量，只与这个曲面内部包含的电荷量有关，而与曲面的形状和大小无关。如果曲面内部没有电荷，那么穿过这个曲面的电场线就是平衡的，也就是说从一侧穿入的和从另一侧穿出的数量相等。

积分形式的高斯定理

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

其中， \vec{E} 表示电场强度， $d\vec{S}$ 表示曲面元素的面积矢量， S 表示曲面， Q 表示曲面内的电荷总量， ϵ_0 表示真空介电常数。

微分形式的高斯定理

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

其中， ∇ 表示 nabla 算子， \vec{E} 表示电场强度， ρ 表示电荷密度， ϵ_0 表示真空介电常数。

电容

平行板电容器之间总是带有等量异号的电荷，它的电容容量计算式如下：

$$C = \frac{Q}{V}$$

其中， Q 为某个电极所带的电量， V 为两个电极之间的电势差。

电容串联

$$C_S = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$$

电容并联

$$C_P = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

电容器储能 / Energy Storage in a Capacitor

$$W = \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}CV^2$$

极化密度 / Polarisation Density

极化密度是表示介电材料中电偶极矩密度的矢量场。极化密度为 \vec{P} ，根据下式定义电通量密度

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

静电场中极化密度 \vec{P} 为0.