

5-1 電場及電位 補充

符號定義

1. Ψ 電通量：電場中電力線通過的總數量 [MKS：庫倫，CGS：線]
2. D 電通密度：每單位面積垂直穿過的電通量， $D = \frac{\Psi}{A}$ [MKS：C/m²，CGS：線/cm²]
3. E 電場強度：單位正電荷 q 在電場中受到的作用力， $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
4. ϵ 介電係數：電通密度和電場強度比值 $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r = \frac{D}{E}$ ， ϵ_0 真空介電係數， ϵ_r 相對介電係數
 ϵ_0 [MKS： $\frac{1}{36\pi \times 10^9} = 8.85 \times 10^{-12} (F/m)$ ，CGS：1(s.F/cm)]
5. V 電位：單位電荷所有之能量， $V = \frac{W}{q}$

庫倫定律

庫倫定律的純量形式只描述兩個點電荷彼此交互作用的靜電力的大小。一個電量為 Q 的點電荷作用於另一距離 d ，電量為 q 的點電荷，其靜電力 F 大小、電場 E 大小、電位 V 大小表示如下：

$$|\vec{F}| = K \frac{Qq}{d^2} \quad |\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q} = K \frac{Q}{d^2} \quad V = \frac{W}{q} = \frac{F \cdot d}{q} = K \frac{Q}{d}$$

其中， K 是庫倫常數：[MKS] $9 \times 10^9 (m/F)$ ；[CGS] $1 (cm/s.F)$

高斯定律

封閉曲面中電力線總數 Ψ 恆等於所帶之電量 Q

$$\Psi = \oint D d\vec{A} = \epsilon_0 \oint \vec{E} d\vec{A} = Q \quad \Rightarrow \quad \oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

高斯定律證明庫倫常數[MKS]

以正電荷 Q 為球心， r 為半徑作一球面，球面上之電場 $E = K \frac{Q}{r^2}$

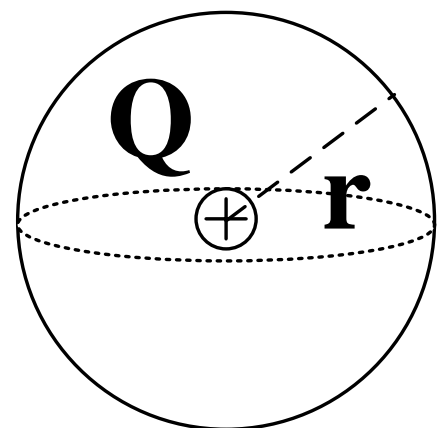
由高斯定律知

$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} d\vec{A} = Q$$

$$\epsilon_0 \vec{E} \cdot 4\pi r^2 = Q$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad , \text{得證 } K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



電力線：

$$\psi = D \times A = \epsilon_0 E \times A = \epsilon_0 \times \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{r^2} \right) \times 4\pi r^2 = Q \quad [\text{MKS 制}]$$

單位： ψ 庫倫， Q 庫倫

$$\psi = D \times A = \epsilon_0 E \times A = 1 \times \left(\frac{Q}{r^2} \right) \times 4\pi r^2 = 4\pi Q \quad [\text{CGS 制}]$$

單位： ψ 線， Q 靜庫

高斯定律證明庫倫常數[CGS]

以正電荷 Q 為球心， r 為半徑作一球面，球面上之電場 $E = K \frac{Q}{r^2}$

由高斯定律知

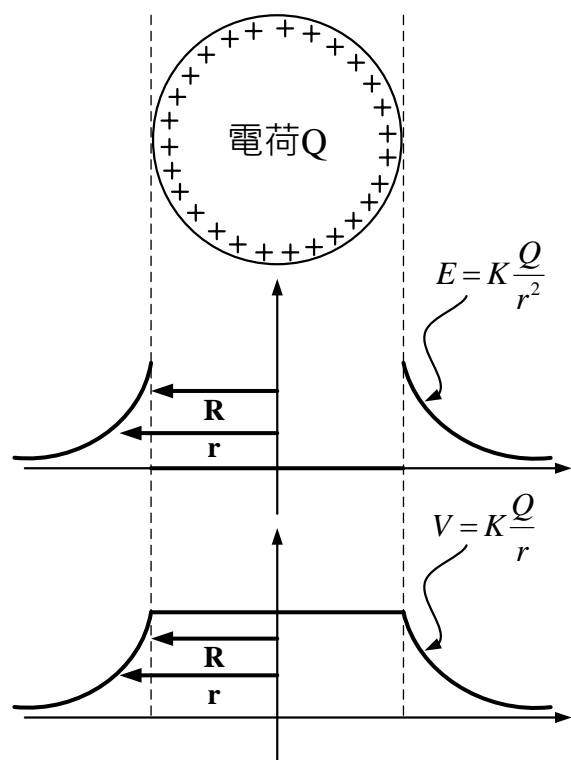
$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{4\pi Q}{\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} d\vec{A} = 4\pi Q$$

$$1 \times \vec{E} \times 4\pi r^2 = 4\pi Q$$

$$\vec{E} = \frac{Q}{r^2}, \text{ 得證 } K = 1$$

帶電金屬球電場及電位



均勻帶電絕緣球電場及電位

