

從 M.K.S. 到 Gaussian

六 本

學過物理的人都知道，在電磁理論方面，有兩套平行的單位系統被廣泛地採用，一為 M.K.S. 制度，一為 Gaussian 制度，但是對於一個物理學家而言，他所參考的文獻，有的取 Gaussian 制，（例如在原子方面）有的却全採用 M.K.S. 制；難免有時候要從這個制度轉換到另一個制度，雖然有表可以互換單位及因次，但是總嫌麻煩，下面錄了一個簡單的規則，可以把 M.K.S. 制的電磁方程式（我們系裏所採用的電磁學書籍大部份是以 M.K.S. 制寫的）轉換列 Gaussian 制方程式，先列出 Maxwell's equations:

M.K.S.	Gaussian
$\nabla \times \vec{E} = -\vec{B}$	$\nabla \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$	$\nabla \cdot \vec{D} = 4\pi\rho$
$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$	$\nabla \times \vec{H} = \frac{1}{c} (4\pi \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t})$
$\nabla \cdot \vec{B} = 0$	$\nabla \cdot \vec{B} = 0$

轉換的規則為：

在 MKS 制方程式裏所碰到的 ϵ_0 及 \vec{B} 換成 $\frac{1}{4\pi}$ 及

$\frac{\vec{B}}{c}$ ，就可以得到 Gaussian 制的方程式。

當然除了上述兩量要轉換以外，還有其他的物理量需要連同轉，其轉換之法頗為容易，只要大家記得了 MKS 制裏的一些方程式，就可看出來如何轉法：

$$\epsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2} \quad \epsilon = k_e \epsilon_0$$

$$\mu = k_m \mu_0 \quad \vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\begin{aligned} \vec{B} &= \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) & \vec{D} &= \epsilon \vec{E} \\ \vec{D} &= \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} & \vec{M} &= X_m \vec{H} \\ \vec{P} &= X_e \epsilon_0 \vec{E} & \Phi &= \int B_n dS \\ \vec{H} &= -\text{grad } \psi^* & \vec{B} &= \nabla \times \vec{A} \end{aligned}$$

故可得如下所列的一個表：

M.K.S.	Gaussian
ϵ	$\frac{k_e}{4\pi}$
μ_0, μ	$4\pi/c^2 \quad 4\pi k_m/c^2$
\vec{H}	$c \vec{H}/4\pi$
\vec{M}	$c \vec{M}$
$X_e \quad X_m$	$4\pi X_e \quad 4\pi X_m$
Φ	Φ/c
\vec{A}	\vec{A}/c
ψ^*	$c\psi^*/4\pi$

尚有其他的大家所熟知的一些是，諸如：

k_e, k_m , 電荷、電流、電場、polarization 電位、inductance, capacitance, resistance 及 conductance 不必轉換。

上面所列的轉換表，只是把方程式轉換過去，而不是轉換單位及因次，當然有興趣的人可以整理一套能夠轉換單位及因次的。但是上表是所知中，物理量轉變較少的一個。

由 Gaussian 制轉成 MKS 制，上面的方法就不那麼好用了，雖然也可以轉，但是却不如由 MKS 制轉成 Gaussian 制來得簡潔。

Ref: Am. J. Phys. 1955, 385, 23

Am. J. Phys. 1947, 476, 15