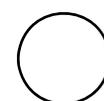


磁学荷引入的对现有的电磁探究

报告人：冯济尘 武之圣
指导教师：秦敢



1. INTRODUCTION

- $\nabla \cdot \vec{D} = \rho_0$ 电场的高斯定理
- $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 法拉第电磁感应定律
- $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 磁场的高斯定理
- $\nabla \times \vec{H} = \vec{j}_0 + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 安培环路定理
- 磁荷不存在导致对称性缺失



2.RULES

- 我们引入磁荷，即假定现有的“电荷”实际上为电荷和磁荷的结合。即现有的 q 为 q_m 和 q_e 的在外相互作用的表象。
- 为了使我们的假设依然贴合现有实验的规律，“电荷”间的作用仍应满足基本的电磁学定律，在这里我们先代入库仑定律，即：



- $$\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{q_{e1} q_{e2}}{4\pi\epsilon_0 r^2} + \frac{q_{m1} q_{m2}}{4\pi\mu_0 r^2}$$

- 我们将其平方

- $$\left(\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}\right)^2 = \left(\frac{q_{e1} q_{e2}}{4\pi\epsilon_0 r^2} + \frac{q_{m1} q_{m2}}{4\pi\mu_0 r^2}\right)^2 \text{-----1}$$

- 其左侧可以展开为两项乘积

- $$\left(\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}\right)^2 = \left(\frac{q_1 q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}\right) \left(\frac{q_2 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}\right)$$

- $$= \left(\frac{q_{e1} q_{e1}}{4\pi\epsilon_0 r^2} + \frac{q_{m1} q_{m1}}{4\pi\mu_0 r^2}\right) \left(\frac{q_{e2} q_{e2}}{4\pi\epsilon_0 r^2} + \frac{q_{m2} q_{m2}}{4\pi\mu_0 r^2}\right) \text{-----2}$$



▪ 联立 1, 2, 我们有

$$\cdot (q_{e1}q_{m2})^2 + (q_{e2}q_{m1})^2 = 2q_{e1}q_{e2}q_{m1}q_{m2}$$

▪ 故

$$\cdot \frac{q_{e1}}{q_{m1}} = \frac{q_{e2}}{q_{m2}}$$



即

$$\cdot \frac{q_e}{q_m} = \text{const.}$$



3. MAXWELL EQUATION

- $\nabla \cdot \vec{D} = \rho_e$
- $\nabla \times \vec{E} = -\vec{J}_m - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
- $\nabla \cdot \vec{B} = \rho_m$
- $\nabla \times \vec{H} = \vec{j}_e + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$



电场和磁场的变化

- 由于电磁场产生的原因是电荷（或其他场），所以在电荷等效成电荷与磁荷叠加后，电磁场也发生相应的变换。



我们有

$$\blacksquare \frac{q_e}{q_m} = \text{const.}$$

$$\blacksquare \frac{q^2}{\epsilon_0} = \frac{q_e^2}{\epsilon_0} + \frac{q_m^2}{\mu_0}$$

$$\blacksquare E_0 q = E_e q_e + H_e q_m$$

电场中静电荷受力

$$\blacksquare 0 = E_m q_e + H_m q_m$$

磁场中静电荷受力

$$\blacksquare B_0 q v = B_m q_e v - D_m q_m v$$

磁场中运动电荷受力



即

$$\blacksquare \frac{E_e}{H_e} = \frac{\mu_0}{\epsilon_0} \frac{q_e}{q_m}$$

$$\blacksquare \epsilon_0 E_0^2 = \epsilon_0 E_e^2 + \mu_0 H_e^2$$

$$\blacksquare \frac{B_m}{D_m} = -\frac{\mu_0}{\epsilon_0} \frac{q_e}{q_m}$$

$$\blacksquare \frac{B_0^2}{\mu_0} = \frac{B_m^2}{\mu_0} + \frac{D_m^2}{\epsilon_0}$$



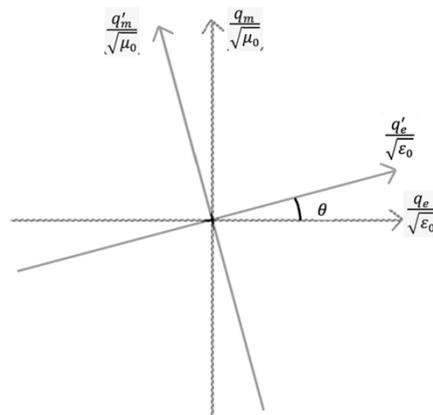
SAMPLE

▪ 比奥萨法尔定律在新体系与原体系结论相符：

$$\begin{aligned}
 \square \vec{F}_{12} &= I_1 \vec{dl}_1 \times \frac{\mu_0 I_2 \vec{dl}_2 \times \vec{r}_{12}}{4\pi r_{12}^3} \\
 \square &= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{dl}_1 \times \vec{dl}_2 \times \vec{r}_{12}}{r_{12}^3} I_1 I_2 \\
 \square &= \frac{1}{4\pi} \frac{\vec{dl}_1 \times \vec{dl}_2 \times \vec{r}_{12}}{r_{12}^3} (n_1 s_1 v_1) (n_2 s_2 v_2) \mu_0 q_1 q_2 \\
 \square &= \frac{1}{4\pi} \frac{\vec{dl}_1 \times \vec{dl}_2 \times \vec{r}_{12}}{r_{12}^3} (n_1 s_1 v_1) (n_2 s_2 v_2) (\mu_0 q_{e1} q_{e2} + \epsilon_0 q_{m1} q_{m2}) \\
 \square &= F_{12e} + F_{12m}
 \end{aligned}$$



4.ORIGIN



- 这个变换在数学上的本质就是电荷，磁荷在线性空间上的一个旋转投影

$$\begin{pmatrix} \frac{q'_e}{\sqrt{\epsilon_0}} \\ \frac{q'_m}{\sqrt{\mu_0}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{q_e}{\sqrt{\epsilon_0}} \\ \frac{q_m}{\sqrt{\mu_0}} \end{pmatrix}$$



- 原体系的在空间上的基向量乘以旋转矩阵即为电荷和新的磁荷的坐标也。在系中是如此的，场保持同步，因此电荷和磁场的相位相同。



$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \sqrt{\epsilon_0} E' \\ \sqrt{\mu_0} H' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{\epsilon_0} E \\ \sqrt{\mu_0} H \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \frac{D'}{\sqrt{\epsilon_0}} \\ \frac{B'}{\sqrt{\mu_0}} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{D}{\sqrt{\epsilon_0}} \\ \frac{B}{\sqrt{\mu_0}} \end{pmatrix} \end{aligned}$$



- 而又因为这种旋转变换不会改变向量的模长，且因为场与荷的变换仍符合我们原来的实验定律。
- 因此我们在这里可以得出结论，引入磁荷本质上是线性空间上的旋转投影，而这种投影是自洽且符合实验结论的。
- 对于经典理论而言，电荷都位于 $\frac{q_e}{\sqrt{\epsilon_0}}$ 轴上。
- 而在我们变换后，电荷都位于一条过原点的直线上。
- 假若真的有不在这条直线上的粒子，即狭义上的“磁荷”真的存在，推广的 Maxwell 方程组仍然成立，同时这种线性变换也仍然成立。



5. CONCLUSION

- 在新的体系中：
 - 1、将经典电荷等效为电荷与磁荷的叠加，发现只有所有粒子的电磁荷比为定值时才能满足现有的库仑定律。
 - 2、修正了Maxwell方程组。
 - 3、为了满足现有的粒子产生场的方式和场对粒子的作用（静止&运动），将电场（电位移矢量）、磁场（磁感应强度）也进行相应的变换。
 - 4、归纳得出了粒子及场实际位于电-磁平面中的结论，电、磁坐标轴的选取与“参考系”有关，并通过旋转坐标轴给出了其间的变换关系。



- 由于目前并未发现磁荷的存在，或者说所有带电粒子都位于电荷-磁荷平面中的一条直线上，为了最大程度地简便计算，我们不妨在线上设其等效为一条直线为电荷轴，这样这套体系后方便发现的等效成了一条直线。但如如果之方式的价值不在这条直线上，这种变换就失去了意义。



THANKS

