

生活中的電磁學

與本主題有關的數學

散度

Let There Be Light: Maxwell's Equation EXPLAINED for

BEGINNERS

<https://www.youtube.com/embed/0jW74lrpeM0>

方便計算封閉曲面面積分的方式

封閉曲面面積分的公式為

$$\int [f(x+dx) - f(x)]dydz + [g(y+dy) - g(y)]dxdz + [w(z+dz) - w(z)]dxdy$$

可寫成

$$\frac{[f(x+dx)-f(x)]}{dx}dxdydz + \frac{[g(y+dy)-g(y)]}{dy}dxdydz + \frac{[w(z+dz)-w(z)]}{dz}dxdydz$$

可寫成

$$= \left[\frac{df(x)}{dx} + \frac{dg(y)}{dy} + \frac{dw(z)}{dz} \right] dxdydz$$

若磁場 $\vec{B} = B_1\hat{i} + B_2\hat{j} + B_3\hat{k}$

磁通量總合為

$$\int_{x_1}^{x_2} B_1 dydz + \int_{y_1}^{y_2} B_2 dxdz + \int_{z_1}^{z_2} B_3 dxdy$$
$$= \left[\frac{dB_1}{dx} + \frac{dB_2}{dy} + \frac{dB_3}{dz} \right] dxdydz$$

另外定義一符號 $\nabla \cdot$ (del) 表示散度 為 $\nabla \cdot \vec{B} = \frac{dB_1}{dx} + \frac{dB_2}{dy} + \frac{dB_3}{dz}$

故方程式可寫成

$$\int_{x_1}^{x_2} B_1 dydz + \int_{y_1}^{y_2} B_2 dx dz + \int_{z_1}^{z_2} B_3 dx dy = \nabla \cdot B \, dx dy dz$$

最後由高斯磁定律 $\nabla \cdot B = 0$ 得知在 x, y, z 有範圍時 ∇

$$\cdot B \, dx dy dz = 0$$

這物理意義為任意封閉曲面的磁通量總和為零

$$\text{換言之 } |\text{向外的向量}| - |\text{向內的向量}| = 0$$

$$\text{又 } |\text{向外的向量}| = |\text{向內的向量}|$$

也就是說 磁單極不存在

112 級 葉覺文

旋度

旋度

<https://www.youtube.com/embed/OqZPX-gqWEQ>

$$\text{Stocks 公式: } \int_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot d\mathbf{S} = \oint_{\partial S} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

$$\text{環量: } \text{Circ}_{\mathbf{A}}(\Gamma) = \oint_{\Gamma} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

某一物理量沿 \mathbf{A} 著一條閉曲線 L 的路徑積分， L 是個閉合的曲線，它包圍著的面叫 S ， S 可以是平面，也可以是曲面。

在曲面 S 上，一般意義上來講，這個環量強度不是常數，而是

處處不等的。按照微積分分析問題的思路，我們假設 S 無限縮小，縮成一個點，圍繞一個點做一個曉得圍繞，仍然有路徑積分的概念，去極限後我們得到下式，即為旋度，其實是環量密度的極限，這才真正表達了這一點的環量強度。

$$\text{旋度: } \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{1}{|\Delta S|} \oint_{\Gamma} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

如果用 Nabla 算子 ∇ 表示的話，向量場 A 的旋度記作：

$\text{curl}A = \nabla \times A$ 從定義中可以看出，旋度是向量場的一種強度性質，就如同密度、濃度、溫度一樣，它對應的廣延性質是向量場沿一個閉合曲線的環量，所以說旋度是環量的面密度。如果一個向量場中處處的旋度都是零，則稱這個場為無旋場或保守場。

113 級 吳欣諺

高斯磁定律

1-5 高斯定律

<https://www.youtube.com/watch?v=WS9Wr3ecTuY>

在電磁學裏，高斯磁定律闡明，磁場的散度等於零。因此，磁場是一個螺線向量場。從這事實，可以推斷磁單極子不存在。

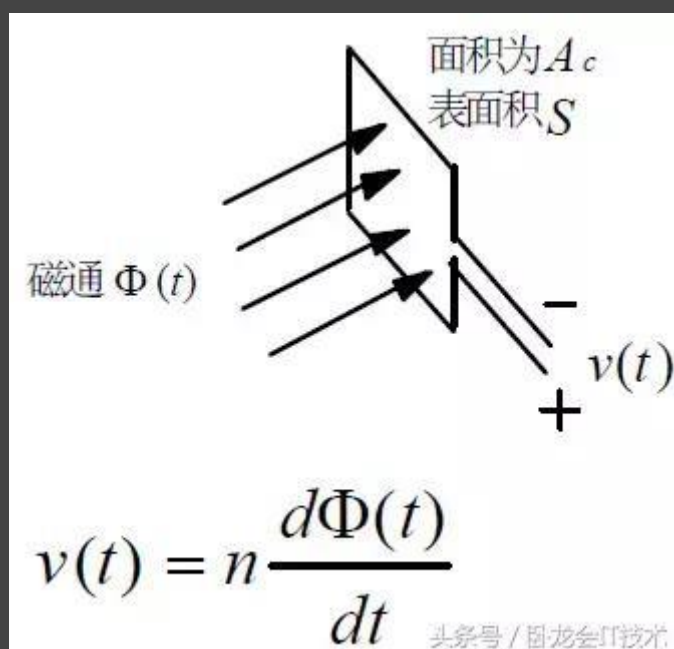
磁的基本實體是磁偶極子，而不是磁荷。當然，假若將來科學家發現有磁單極子存在，那麼，這定律就必須做適當的修改，如稍後論述。高斯磁定律是因德國物理學者卡爾·高斯而命名。在物理學界，很多學者使用「高斯磁定律」來指稱這定律，但並不是每一位學者都採用這名字。有些作者稱它為「自由磁單極子缺失」，或明確地表示這定律沒有取名字。還有些作者稱此定律為「橫向性要求」，因為在真空中或線性介質中傳播的電磁波必須是橫波。

113 級 劉達

法拉第電磁感應定律

電磁感應

https://www.youtube.com/watch?v=CkBn8DTS_rY



變化的磁通會在線圈中感應電壓，大小滿足上述公式，其中 n 為線圈的匝數，方向由楞次定律判斷。

112 級 梁宏彰

歐姆定律

電阻元件(歐姆定律、電阻率、電導率)

<https://youtu.be/oP0QnIZYFEo>

影片中主要講解歐姆定律，從基本的 $V=IR$ 推廣至

$J=\sigma E$ (σ 為物質的電導率，即電阻率的倒數)，此外還補

充說明如何看色碼電阻的電阻大小。

112 級 林子寬