**進階電磁學**

**課程筆記**

**第17-2講、Chapter 26**

**The Potentials and fields for a charge moving with constant velocity and Special theory of Relativity (2)**

授課教師：台灣大學物理系　易富國教授  
筆記編寫：台灣大學物理系　曾芝寅助理  
編者信箱：[f01222076@ntu.edu.tw](mailto:f01222076@ntu.edu.tw)  
上課學期：100學年度第一學期

[描述: 創用 CC 授權條款](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/deed.zh_TW)  
本著作係採用[創用 CC 姓名標示-非商業性-相同方式分享 3.0 台灣 授權條款](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/deed.zh_TW)授權.

**等速運動磁鐵、與等速運動電荷之類比**

等速 運動的磁鐵，可以方程式 描述。

*S*

*N*

如何解得電場與磁場的關係？

可利用類比的辦法，並參考上一講的結果：

對等速 運動的電荷，

以方程式 (可忽略 ) ，解出：

如此，利用方程式的對稱性 ，

對移動速度 的磁鐵所生電磁場，應解出：

以上的等式有著豐富的意涵。

接著，探討坐標系轉換的情形：

I、電荷於坐標系 中以等速 運動，於坐標系 中靜止。

見電荷靜止，磁場應為零。

相似的，有

**要點：這兩個 應有關係。**

II、磁鐵於坐標系 中以等速 運動，於坐標系 中靜止。

見磁鐵靜止，電場應為零。

*S*

*N*

因此有

III、電荷於坐標系 中靜止，於坐標系 中以等速 運動。

相似的，類比I，有

IV、磁鐵於坐標系 中靜止，於坐標系 中以等速 運動。

相似的，類比II，有

接下來尋找這幾組例子中兩個 的關係。

將電磁場分開為垂直、平行運動速度的分量：

有 ，

設 ，則有如 ,

假設上述這些 有**比例關係** ,

I

III，相似的，

**比例關係** ,

II

IV，相似的，

可解得：

, , (物理上選擇正號，負不合理)

慢速 ( 很小) 與靜止的磁鐵所生磁場應接近，不應跳躍性變化。

, , (物理上選擇正號，負不合理)

得 , 。

得 , , 。

整理如下：

**坐標系 對於坐標系 以相對速度 ，**

**因此，我們得到了兩個慣性坐標系下相對運動的觀測者，其所見到電、磁場的一般關係。(表格 Table 26-4)**

**羅倫茲變換 Lorentz Transformation**

電荷在坐標系 位於，

計算：永遠在電荷前面 ，坐標 的電場。

在坐標系 ，

在坐標系 ，電荷為靜止。根據庫倫定律，應得

又知道 ，因此 。

是運動中量到的長度，較其靜止長度為 為短。

如此，得到 ，是為相對論中的**量尺縮短效應 (length contraction)** 。

計算：永遠在電荷上面 ，坐標 的電場。

在坐標系 ，

在坐標系 ，電荷為靜止。應得

又知道 ，因此 ，

, ,

如此，巧妙的消去因子，可得到 。

一般性的，以 表示 ，得到：

, ,

反過來看，以 表示 ，相當於原來的情況速度變號：

, ,

可解出

,

思考：是否可用庫倫定律的辦法反推，量測距離。

這個重要的變換關係，告訴我們**兩個慣性坐標系下相對運動的觀測者，其所見到**座標的不同，稱為羅倫茲變換 (Lorentz Transform)

***,***