**進階電磁學**

**課程筆記**

**第17-1講、Chapter 26**

**The Potentials and fields for a charge moving with constant velocity and Special theory of Relativity(1)**

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.

**教科書**

**Feynman Lecture on Physics, Vol. 2**

**Chapter 26. Lorentz Transformations of the Fields**

26-1 The four-potential of a moving charge

26-2 The fields of a point charge with a constant velocity

26-3 Relativistic transformation of the fields

26-4 The equation of motion in relativistic notation

**等速運動電荷產生的位勢**

等速運動電荷產生的場與位勢，表現出馬克斯威爾方程式中美好的特性：

* **規範不變性** (Gauge Invariance)
* 特殊相對論的**相對性原理** (Lorentz Covariance)

處有一個沿 軸作等速直線運動 之電荷

, ,

根據21.6節 (上一講)，計算過 Liénard and Wiechert potential

以下將進行推導。

首先計算遲滯時間的量：

接著令 ，

其中 ，見上圖。

帶入 的值。 應為正，故根號前取負值。

得到位勢：

；；

根據餘弦定理， ，

再根據正弦定理， ，得一個由當下電荷位置 (**,**) 的表示

(方法二) 一等速直線運動之電荷 ，其座標 , ,

首先，變數代換 ，

，平移不變性。

,

, ，得

再變數代換，令 ，得到 Poisson’s equation

利用靜電學的知識，有解

請特別注意 函數的積分變換。

帶回原變數，

另外，電流密度 , ,

相似地，得

；；

1887年，Heaviside已解出。

接著我們可利用位勢計算電、磁場。

**等速運動電荷產生的場**

電場的計算

注意：

電場的指向朝著電荷當下的位置，而非遲滯時間的位置。

從 的關係，知道此電場強弱依照方向而不同：

垂直運動方向最強，平行運動方向最弱。

磁場的計算

，最後一個等號是後見之明。

有 ，

此式是來自安培-馬克斯威爾定律

另外， ，此式有更深刻的意義，請見下一講。