**進階電磁學**

**課程筆記**

**第25-1講、**

**Radiation of an Accelerated**

**Point Charge**

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.

**回顧Heaviside formula (上一講)**

觀測者位於 ，電荷位於 。

其中 ，是**回溯的時刻**而非當下。

為兩點間的距離， 為其單位向量

為速度 ， 為加速度

此電場可分為兩部分，兩者最大的差別，在於**對距離 的相依比例**。

前者為convection field，為距離平方反比，可視為電荷帶著跑的**類庫倫電場**。

後者為radiation field，為距離一次方反比，為**輻射電場**。

由於convection field在距離上較radiation field衰減來的快，在遠處觀測不到。

如天狼星的星光，基本上是天狼星上的電荷在運動時所產生的radiation field。

磁場的推導不特別難，利用 即可推出，這裡不寫出來。

特例一：靜止的電荷，,

, ，即庫倫靜電場。

特例二：等速直線運動的電荷，,

，以下確認此式指向電荷當下位置：

回溯時刻

當下時刻

定義 為電荷當下到觀察者的位移向量

又

定義 為 與速度 的夾角

根據正弦定理，有 ，得

如此可看到量尺收縮的效應：

當位在電荷前後方， ，電場乘上因子 ，較電荷靜止時候弱。

當 ，電場乘上因子 ，較電荷靜止時候強。

此後，我們將討論重心放在radiation field。

**Radiation of an Accelerated Point Charge**

首先，方向上

特例三：電荷速度低，

，大小

方向

能量流，Poynting 向量

在角度 到 上構成的立體角 ，單位時間流出的能量 為：

空間中流出的總功率為

，即 Larmor 公式。

Larmor 公式的一個重要應用：

一個行星原子模型中的電子，以波爾半徑環繞原子核作圓周運動。Larmor 公式的計算告訴我們，電子因加速輻射損失能量，在 秒墜落到原子中心。這是馬克斯威爾電磁學與牛頓力學的結論：沒有穩定的原子存在。

這是古典物理的危機，直到量子力學的發展才得以解決。