**普通物理學甲下**

**課程筆記**

**十八**

**法拉第感應定律**

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：[r01222076@ntu.edu.tw](mailto:r01222076@ntu.edu.tw)  
上課學期：98學年度第二學期

[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.

**法拉第感應定律**

感應電場

感應電動勢

**例子：無限長螺線管 (與無限長直導線之類比)**

螺線管電線單位長度內 匝 電流密度均勻分布於導線內

, ,

電流 由零隨時間增加

←方程式類比→

如圖下，得感應電場方向同電流感應磁場方向。

從截面(由上往下)看

**是非保守場**

在非保守場下，兩點的電位與怎麼去量測(量測的路徑) 有關係。

可參考MIT Open Course Ware, Physics, Undergraduate Courses 8.02

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

一般情況 (無感應電場下)

1 Volt

*A*

900 Ω

*D*

100 Ω

V2

V1

電位差

感應電場下、非保守力場

900 Ω

100 Ω

*A*

*D*

V1

V2

1 Volt

**例子：角動量疑問**

螺線管電線單位長度內 匝

，

半徑 之圓柱面受力矩

半徑 之圓柱面受力矩

總力矩大小

角動量變化

(帶電圓柱體旋轉方向同電流初始方向)

反向來說，電流從 ，，則帶電圓柱體旋轉方向相反於電流初始方向

疑問一：初始的角動量為零。關掉電流後，最終的角動量不為零。

**角動量是否不再守恆？**

疑問二：照這個理論，電流一改變，磁場立即隨之改變、感應電場也立即隨之改變。也就是無限大的傳遞速度。這和我們對電場和磁場是在地化 (localized) 的概念有所矛盾。**場理應沿著空間漸漸傳播出去**，可見目前的理論有缺陷。

產磁線圈有非常豐富的應用結果。

其中規模最大之一的是粒子加速器。利用感應電場來加速粒子。其加速能力受限於帶電粒子加速時產生輻射，進而造成能量損失。

**變壓器**

無限長電流螺管 (匝數密度)、

接上

交流電

有限圈 (匝數) 電流環

單圈電流環之感應電動勢

電動勢

若將無限長電流管改為有限長，長度 ，，此即變壓器的原理：

電動勢

兩線圈的電壓比率：

**互感**

磁通量

，根據Biot-Savart定律

定義**互感係數：**，只和電流環的幾何形狀有關係。

同樣的，有磁通量

有 ，將在下一講 (第十九講) 進行證明。

環上的電流變化產生感應電動勢：

以剛剛兩電流管作為例子：

注意：若線圈 也載有電流 ，則 的計算便要將之包含進去，進而複雜到幾乎不能計算。