**普通物理學甲下**

**課程筆記**

**十五、電磁學**

**對稱及宇稱不守恆**

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.

**宇稱不守恆 (左右不對稱)**

上次的課程，我們檢視了磁場在真實世界與在鏡面反射作用之後的樣子。

1956年以前，沒有人懷疑*世界與其鏡中的樣子在基本作用的層次上是一樣的*。

1956年，李政道、楊振寧對*β*衰變 (*β* decay) 和其在鏡中的樣子是否相同、對「宇稱守恆」首先提出了理論的質疑。 (1957年諾貝爾物理獎)

1957年，吳健雄等觀測了鈷60原子的*β*衰變、對「宇稱守恆被破壞」發表出了實驗上的驗證。

課程參考網站：<http://physics.nist.gov/GenInt/Parity/parity.html>

在低溫 (0.003K) 時，原子鈷60的磁矩會在磁場中有序地排列起來。其磁矩對應電流方向 (/自旋方向) 和生成磁場電流方向 (/磁場方向) 會趨於一致。

鈷60原子核中衰變所發射的電子，方向並非球形對稱、也非左右對稱。因此可以分別真實世界和鏡中世界的現象。

鈷60的*磁矩所對應的電流方向*和*電子發射的方向*，構成*左手的螺旋*。而鏡中則構成了右手的螺旋 (虛構的) ，兩者是不一樣的。

**「世界與其鏡中的樣子不同」，我們稱為宇稱不守恆，或左右不對稱。**

上述實驗，首次證實在**弱作用 (Weak interaction)** 上宇稱不守恆。這是轟動一時的物理發現。表示在弱作用上造物者只造了左手螺旋，而不造右手螺旋。眾多著名的物理學家曾對此不以為然。例如包立 (Pauli) ：「不相信上帝是左撇子。」

**從此之後，了解到：弱作用的參與粒子，都是帶有右手性或左手性的。**

***β*衰變**

所有核反應產生的粒子，依電場影響之偏向共分成*α*衰變、*β*衰變、*γ*衰變三種。

，氦原子核

，電子

，光子

女性物理學家貢獻鉅大：居里夫人 (Madame Curie)、麥特納 (Meitner)、吳健雄。

***β*衰變是太陽產生能量，核融合(核聚變)的一環**

太陽產生能量，藉由核反應：

質子 質子 氘 (質子 + 中子) 正子 微中子 (中微子)

其中包含了*β*衰變的反作用。

*β*衰變反應式：

中子 質子 電子 反微中子

**微中子參與的反應，稱為弱作用。**

其中：

微中子以左手螺旋，無右手螺旋。

反微中子以右手螺旋，無左手螺旋。

1970年代發展出弱電作用統一理論，統合了弱作用與電磁作用。

希格斯粒子 (Higgs)，提供了所有粒子產生質量的粒子。

大強子對撞機 (LHC, Large Hadron Collider)，將提供檢視希格斯粒子存在的機會。 (在2012年7月，瑞士日內瓦的CERN已發現了極可能為希格斯粒子的粒子)

**電磁學的定律 (目前為止)**

高斯定律

安培定律

磁場高斯定律、無單一磁南極或磁北極

有限長螺線管 (帶電流 ) ，求小電流環 (紫色) (帶電流 ) 的受力

(見第十一講)

封閉面上磁場通量為零，上面比下面少的磁通量從旁邊漏出去了：

，

小電流環的磁偶極矩

導線受力 ，電流方向

方向受力

若小環和螺線管的電流方向相同，則小環受吸引力而靠近螺線管；反之遠離。

**1922年，Stern-Gerlach 實驗**

Ag

不均勻磁場

加熱銀原子，產生蒸氣後，將之向右加速。把原子的磁矩想成是電流環。

利用屏幕將之約束成直線粒子束。原子經過 方向不均勻磁場而受力偏向。

結果只有量到兩種磁矩，其對應 (自旋) 角動量為 。這是一個量子現象。

補充： (自旋) 角動量 ，

磁矩

(其中 約化普朗克常數；：旋磁比；：電子電量；：電子質量)

**不同物質的磁矩**

樣品

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 磁性分類 | 物質 | 力 |
| 反磁 |  | 22 |
|  | 2.6 |
|  | 10 |
| 順磁 |  | -20 |
|  | -17 |
|  | -7500 |
| 鐵磁 |  | -400,000 |

物質的磁性是量子現象。

**物質的磁性**

物質的磁性就像是物質中有很多 (原子尺度) 小的電流環。以 類比。

電流生的磁場

物質感應到 而生的磁場

**定義磁化向量**  ，單位體積中的磁偶極矩

**一般地，定義**

這裡有

**定義磁化係數** (僅線性關係成立) ，透過 。 (類比介電係數)

這裡有

在物質中，安培定律改寫成

一般而言有物質時， 和 的關係變得很複雜。

當真空時 ，回到簡單的