



反物質

● 傅俊結*

反物質，顧名思義，它就是一種和我們生活上能夠認知感受得到東西，在某些特性上相反的物质。反物质是一种真正存在的物质，人类可以把它制造出来，但是我们的感官是感受不到反物质的存在的。一旦你可以感受到反物质的存在，也就是说，如果你可以跟反物质有感官上的接触，那么你将灰灰淹没，爆炸成能量，变成辐射。这就是反物质的特性，只要反物质跟一般我们所知的普通物质一接触，那它们就会爆炸，变成辐射。科学家已经可以在实验室制造出少量的反物质，有多少的少量呢？真的是有够夸张的少。首先是 1995 年，欧洲的核子研究中心 CERN，他们宣布制造出了 9 个反氢原子，读者注意喔！你们没有看错，就是 9 个反氢原子，才 9 个。

科学家说，所谓宇宙万物都是由原子组成的，而氢原子应该就是化学周期表里面最简单的原子了，任何一粒沙子，应该也都有十几亿个以上的原子组成吧。所谓物以稀为贵，反物质应该就是这个世界最贵的物质了。什么黄金钻石之类的根本就比不上。为什么？因为在 2004 年的时候，欧洲核子研究中心为了制造一万亿分之 1 克的反物质，竟然花费了将近两千万美金。所以，按照这个比例算下去的话，如果要生产出 1 公克的反物质，要多少钱呢？你们自己算吧，我不敢算。我们这个世界负担不起在实验室里面生产反物质啦。而且反物质的制造并不像我们一般所认知的，盖一间工厂，买一台机器，就可以生产出来。它是透过大型的粒子加速器，把高能量的高速质子发射出去，让他们互相碰撞，再藉由巨大磁铁的强大吸力，把反质子分离出来，再

* 傅俊结，南台科技大学电子工程系副教授。



讓反電子圍繞著反質子旋轉，這樣就可以製造出反氫原子。反氫原子製造出來之後，還必須把它放在完全的真空中，否則它跟一般的雜質一碰撞，又變成輻射了。

有關反物質的一個還沒解決的難題，就是為什麼反物質在自然界中會這麼的稀有？科學家認為宇宙一開始誕生的時候，反物質跟我們所認知的普通物質應該是一樣多的，那到底是出了什麼狀況呢？為什麼經過 140 億年之後，反物質是這麼的稀少。我們要知道它的存在，還必須在實驗室裡面，花費巨大的資金，才能製造出一丁點的反物質。科學家提出了一些理論來解釋這個現象，但是到目前為止，還沒有一個被大部份的科學家所接受的理論。事實上，在宇宙一開始誕生的 1 秒鐘之內，大部分的反物質可能就消失無蹤了。個人認為，亂猜的，猜錯不要打我，反物質可能和暗物質有關係。

接下來，我們要談一點反物質的歷史，反物質當然就是由所謂的反粒子組成的。人類對反粒子的認知，首先是由理論產生的。1928 年，英國理論物理學家狄拉克 (Dirac) 提出一個方程式，現在這個方程式被叫做狄拉克方程式，狄拉克方程式被用來，在相對論效應下，電子的運動所要滿足的方程式。狄拉克在解他的方程式時，發現除了正能量的解之外，他的方程式還帶有一個負能量的解。那個正能量的解，當然就是代表電子，可是負能量的解呢？剛開始，狄拉克左思右想想不出個所以然來，可能認為這個負能量的解是沒有意義的。就像我們在中學時，剛開始學習解方程式的時候，有時候會解出沒有意義的解。

狄拉克沒有放棄，經過三年深刻思考，1931 年，狄拉克發表了一篇論文，他預測了一個尚未被觀察到的粒子的存在，這個粒子就是代表他的方程式的那個負能量的解，而且他預測這個粒子跟電子有一樣的質量，只是電荷相反而已，狄拉克就把這個粒子，叫做反電子。

一年之後，美國的實驗物理學家安德生，在宇宙射線中居然找到了這個狄拉克所預測的粒子，後來人們就把這個粒子叫做正電子。安德生也因為此發現而得到諾貝爾物理獎，而狄拉克早在幾年之前，就因為對量子力學的貢獻得到過諾貝爾物理獎。這個例子也說明了數學對科學的重要性。在還沒發現正電子之前，居然由數學的計算，就可以預測得到正電子的存在。當然這也需要有狄拉克的這種天份，能夠看出數學計





算結果所代表的物理意義。

很多傑出的數學家，算了一大堆數學結果，可是卻看不出他們所算的數學有何物理意義呢？接下來的歷史發展，就是科學家發現不只電子有反粒子，質子也有它的反粒子，後來更證明，所有的基本粒子，都有它相對應的反粒子的存在。因此科學家就猜測，我們這個宇宙中應該會有一種物質，這些物質完全是由我們一般認知的基本粒子的反粒子所組成的，這個物質就是所謂的反物質。

