

物理新知

整理/劉祥麟

真的有五夸克粒子嗎？

物理學家根據新的實驗結果，認為先前所發現的五夸克粒子可能並不存在。

2003年，日本的 Spring-8 同步輻射加速器宣稱發現了五夸克粒子，引起了粒子物理學界的注目。五夸克粒子之所以特別，是因為在基本粒子的世界中，質子及中子都是由三個夸克所組成，另外還有由兩種夸克所組成的介子(meson)。而五夸克粒子顯然相當特殊，而且相當不穩定，所以甚至被認為是一種新的物質形態。

美國的 Thomas Jefferson National Accelerator Facility 利用德國波昂 Electron Stretcher and Accelerator 的實驗方式，將 gamma ray 照射在液態氫中來尋找五夸克粒子。德國的研究曾經宣稱用這種方法找到了五夸克粒子，不過美國的實驗比德國的實驗靈敏度高了十倍，卻找不到五夸克粒子。

在 2003 年首度觀察到五夸克粒子的消息公佈後，世界各地紛紛傳出了類似的結果。不過在 2004 年，利用更高能量的粒子碰撞來重複實驗的時候，卻一直找不到具有統計意義的結果。一般而言，增加粒子物理實驗的能量可以增加事件發生的機率，也就是可以找到更多的五夸克粒子事件。所以這結果引起了科學家的懷疑，認為這可能是一個誤判的結果。儘管目前看來，似乎 2003 年的結果是個誤判，不過並不能保證五夸克粒子的確不存在。或許在更高能量的環境下，科學家又會再次發現五夸克粒子。

原始論文：

Doubt is cast on pentaquarks,
<http://www.nature.com/news/2005/050418/full/050418-1.htm>

編輯：John C. H. Chen, chinhao@sciscape.org

轉載自 <http://www.sciscape.org>

最細的水管－碳奈米管

美國 Argonne 國家實驗室的物理學家利用中子繞射研究水分子與碳奈米管之間的相互作用。

根據 Argonne 國家實驗室的 Alexander Kolesnikov 的研究，他們利用中子繞射及電腦模擬來研究水分子在碳奈米管之間的行為。水分子在碳奈米管中會變成一串相互連結的水分子，而在這串水分子和碳奈米管之間還有另外一層水分子的柱狀結構。更有趣的部份是遠在水的冰點之下，這些水分子的結構依舊具有流體行為。

Kolesnikov 認為這個研究可以增加我們對奈米尺度下水分子運輸的認識。

原始論文：

Alexander I. Kolesnikov, Jean-Marc Zanotti, Chun-Keung Loong, Rappanna Thiagarajan, Alexander P. Moravsky, Raouf O. Loutfy, and Christian J. Burnham, Anomalous soft dynamics of water in a nanotube: a revelation of nanoscale confinement, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 035503 (2004).

編輯：John C. H. Chen, chinhao@sciscape.org

轉載自 <http://www.sciscape.org>

費米原子氣體首次展現超流體性質

MIT 的研究人員成功地讓 Li-6(鋰)這種簡併費米原子氣體(degenerate Fermi gas)展現出超流體的性質。

由 MIT 的 Wolfgang Ketterle 教授領導的研究群所進行的這個實驗，基本上是先將 Li-6 以雷射冷卻的方式來降溫。因為 Li-6 原子是費米子，這時 Li-6 原子會兩兩進行配對，變成類似超導體中古柏電子對(Cooper pair)的結構。MIT 的研究群在這個時候用雷射來「攪動」這團原子雲，發現可以觀察到很明顯的渦流結構

(vortex)，而這個渦漩結構正是 Li-6 原子雲變成超流體的最有力證明。

這是第二個由費米原子所形成的超流體。另外一種超流體便是氦三。更重要的是，這是第一個氣體狀態的超流體。當然，一般常見的超導體中的超導電子對也是一種超流體，不過電子帶電荷，和氦三及這個實驗中的 Li-6 這種由中性原子所形成的超流體有所不同。另外，這個系統具有最高的臨界溫度/費米溫度 (T_C/T_F) 比。一般超導體的比值大約是 10^{-4} ，氦三超流體大約是 0.001，高溫超導體大約是 0.01，但是 Li-6 大約是 0.3。

事實上就某種程度而言，當費米原子兩兩形成類似古柏電子對結構的時候，物理學家可以調整原子對之間的作用力，使這群原子對產生波色愛因斯坦凝聚 (BEC region) 或是形成超導體 (BCS region)。對這種低溫稀薄氣體 (ultracold dilute gas)，物理學家可以很精確地控制其原子間的作用力，所以這將是一個適合用來研究 BCS 理論的物理系統。

原始論文：

M. W. Zwierlein, J. R. Abo-Shaeer, A. Schirotzek, C. H. Schunck, and W. Ketterle, Vortices and superfluidity in a strongly interacting Fermi gas, *Nature* **435**, 1047 (2005).

編輯：John C. H. Chen, chinhao@sciscape.org

轉載自 <http://www.sciscape.org>

水 = H₂O？ 水 = H₂O！

兩年前一組科學家根據中子散射實驗的結果宣佈在 0.1 到 1 飛秒 (femtosecond) 的極短時間內，水分子的組成並不是 H₂O。這項實驗結果日前被另一組科學家的實驗所推翻。

2003 年，英國 ISIS 的實驗物理學家 Chatzidimitriou-Dreismann 利用超短脈衝中子束進行水的 Compton 散射實驗，他發現質子的總散射截面比估計值小約 10% ~ 30% 左右，Chatzidimitriou-Dreismann 認為這個散射截面異常是由於水分子裡的兩個質子或者是質子與電子，在極短的時間內處於 entangle 的狀態，因而改變了質子的總散射截面大小。因此這個特別的狀況下，水分子的化

學式應該寫成 H₂O。這項實驗結果一經發表就立刻引起了許多理論及實驗物理學家的注意而紛紛投入相關的研究，對於 Chatzidimitriou-Dreismann 所宣稱的 quantum entanglement，許多人仍然抱持著懷疑的態度。

來自美國 Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) 以及 Ben Gurion University 的物理學家日前所發表的實驗報告推翻了這個結論。由於他們使用的中子脈衝能夠觀察到更短的時間窗口：僅僅 0.001-0.01 飛秒，因此如果 Chatzidimitriou-Dreismann 認為的 quantum entanglement 為真，那麼使用更短的中子脈衝進行散射實驗應該也可以觀察到相同的散射截面異常。不過實驗小組並沒有發現任何異常現象，實驗結果並不支持 Chatzidimitriou-Dreismann 的說法。Ben Gurion-RPI 小組的實驗有許多優於 Chatzidimitriou-Dreismann 實驗之處，最主要的是他們集中分析單一散射訊號，使得數據過濾與分析大為簡化，並相對地提高數據的可信度。儘管如此 Chatzidimitriou-Dreismann 小組對於實驗結果並不表贊同，目前爭論的徵結在於該實驗的時間尺度究竟是不是真的在 0.1 飛秒以內。

原始論文：

R. Moreh, R. C. Block, Y. Danon, and M. Neumann, Search for anomalous scattering of keV neutrons from H₂O-D₂O mixtures, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 118102 (2005).

編輯：Chiachen Chang, cxc639@psu.edu

轉載自 <http://www.sciscape.org>

中子星碰撞的證據

最近一次的 gamma 射線暴 (gamma ray burst) 事件替科學家釐清了關於此一巨大能量流形成原因的爭議。

gamma 射線暴是宇宙中最壯觀的景象之一，在短短數秒鐘或更短的時間內所爆發出的能量可以超過太陽在數十億年所放出的所有能量。天文學家目前對於持續時間約數秒的射線暴有較佳的了解，這是因為可以有較充裕的觀測時間之緣故。但對於周期千分之一秒等級的能量脈衝形成的原因，目前仍是眾說紛云。

其中一種說法認為周期極短的能量脈衝形成於磁中子星(magnetar)向外拋出物質的過程,另外一種說法則是認為互繞的一對中子星或一對黑洞碰撞才是造成這個現象的原因。

就在前不久(格林威治標準時間 5 月 9 日 凌晨 4:00), NASA 的 Swift 觀測衛星捕捉到了一次持續時間不到 50 毫秒 (millisecond) 的 gamma 射線暴 GRB050509b, 其餘暉 (afterglow) 持續時間僅有五分鐘左右。天文學家認為由於 GRB050509b 射線源的距離起碼是 Swift 所能觀測得到最遠的磁中子星距離的十倍以上, 因此不太可能是由磁中子星所引起。此

外, 在中子星/黑洞碰撞的理論中, 由於這類星體已經沒有多餘的『燃料』可供使用, 因此一對年老的中子星或黑洞互相碰撞所產生的射線暴的餘暉持續時間比較短。就目前來看 GRB050509b 的觀測結果比較支持中子星/黑洞碰撞的說法。

原始論文:

Swift satellite spies cosmic crash,
<http://www.nature.com/news/2005/050509/full/050509-4.htm>

編輯: Chiachen Chang, cxc639@psu.edu

轉載自 <http://www.sciscape.org>