



譯/蕭如珀、楊信男

## 1913 年 8 月：密立肯和他的油滴實驗

(譯自 APS News，2006 年 8/9 月)



密立肯

密立肯 (Robert A. Millikan 1868-1953) 著名的油滴實驗發表於 1913 年 8 月，此實驗對以往測量電子電荷的方式做了大幅的改良，很精巧地測出基本電荷量，被譽為是物理史上最巧妙的實驗之一，但它也成了指控密立肯在科學行為上有瑕疵的根據。

密立肯誕生於 1868 年，是家裡的第二個兒子，在美國愛荷華州的鄉村長大，父親是牧師。密立肯畢業於奧伯林學院，在哥倫比亞大學獲得博士學位後，到德國一年，然後至芝加哥大學任職。

蕭如珀 自由業

楊信男 台灣大學物理系

E-mail: snyang@phys.ntu.edu.tw

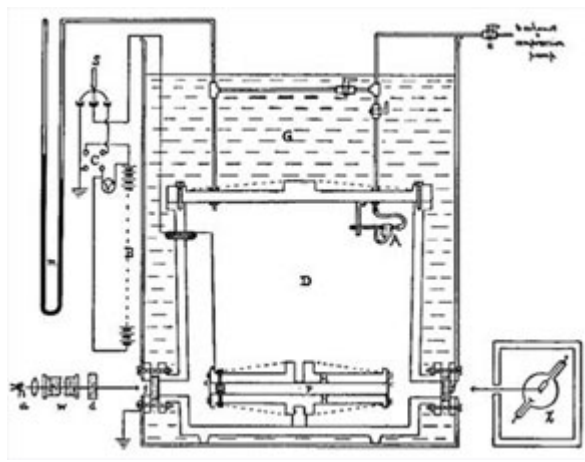
大約在 1906 年時，密立肯已是一個很成功的教育家及教科書的編寫者，但他知道他尚未做出任何真正有科學重要性的研究，因此很急切地想在研究上也有所突破。

1897 年，湯姆森 (J.J. Thomson) 發現了電子，也測出電子電荷和其質量比，下一步就是要單獨測量其電荷量。湯姆森和其他的研究員都試著使用帶電的水蒸氣雲，觀察電子在重力和電場的影響下降落的速度來測出其電荷量，而此方法也的確可以約略估計出電子的電荷值。

密立肯看出，改進這些測量的方式是做出有重要貢獻的好機會，他也認為算出個別水滴的電荷量要比測出整片水蒸氣雲的電荷量好些。1909 年，他開始著手進行實驗，但很快地就發現水滴的蒸發太快，無法精確地做測量，所以他叫他的研究生 Harvey Fletcher 想想如何使用蒸發較慢的物質來做實驗。

Fletcher 很快地就發現他可以使用簡易的香水噴壺所產生的油滴來做實驗。他將油滴噴至充滿空氣的廂內，已經離子化的空氣會讓油滴帶電，再經由實驗者的操作，油滴就能在重力、空氣的黏性和電場的綜

合影響下上升或下降；實驗者可透過特殊設計的望遠鏡來觀察油滴，並記錄它上升與下降的時間。經過反覆地記錄油滴上升下降的時間之後，密立肯即可計算出它的電荷量。



密立肯發表於《物理評論》的論文中油滴實驗的配置圖

1910 年，密立肯將這些實驗的最初結果發表出來，很清楚地顯示出這些油滴的電荷量全都是基本電荷量的整數倍。但在這些結果發表後，維也納的物理學家 Felix Ehrenhaft 宣稱他也做了相似的實驗，測出的基本電荷量卻小很多，他進而說這可證明「次電子」存在的概念。

Ehrenhaft 的挑戰促使密立肯改進他的實驗，並收集了更多的資料來證明他是對的。1913 年 8 月，他在《物理評論》（*Physical Review*）發表更新、更精確的結果。他說，新的結果只有 0.2% 的不確定性，大大改進了他先前的實驗。密立肯所報告出來的基本電荷值是  $1.592 \times 10^{-19}$  庫倫，比目前所接受的電子電荷值  $1.602 \times 10^{-19}$  庫倫小一點點，這可能是因為密立肯所使用的空氣黏性係數不夠準確所致。

這是一個十分精巧的實驗，它很準確地測出了基本電荷值，也很明確、有說服力地證明「次電子」是不存在的。密立肯因此實驗，以及 1916 年測出了蒲朗克常數值，而於 1923 年榮獲諾貝爾獎。

但是後來歷史學家和科學家在檢視密立肯的實驗室筆記時透露出，密立肯在 1912 年的 2 月至 4 月間所做的油滴實驗資料比他在論文中所紀錄的要多很多。這令大家很困惑，因為在密立肯於 1913 年 8 月所發表的論文中，他很明確地說明一點：「這個實驗值得注意的是，它不是經過篩選的油滴，而是代表在連續 60 天中所試驗的所有油滴。」然而，在論文中的另一方面他卻寫說，他所報告的 58 個油滴都是「經過了完整系列的觀察」。不僅如此，在他的筆記空白處有一些註記，例如「完美發表」，或「有些錯誤」。

是密立肯故意摒棄不符合他所要結果的資料嗎？也許因為他有來自競爭對手的壓力，也很迫切地想成為傑出的科學家，所以他誤報了他的資料。有人認為這是科學詐欺的實例，但是，也有些科學家和歷史學家在仔細檢視他的筆記後下結論說，密立肯只報導他所得最可靠的資料，是要努力去找尋準確性，不是故意要誤導別人。例如，他捨棄太大的油滴，因為油滴太大會下降太快而無法用他的設備精確地測量；或太小的油滴，因為油滴太小會過度地受布朗運動的影響。有些油滴資料不全，表示這些油滴在過程中失敗了。

事到如今，要知道密立肯當年是否意圖誤報他的結果很難，不過有些科學家在檢視過密立肯的資料後認為，即使密立肯在他的分析中使用了所有的油滴，他所算出的基本電荷值也不會改變太多。