

原子與電子理論的建立和發展 (上)

李啟讓^{1,*}、陳文靜²

¹ 國立屏東女子高級中學

² 高雄市立高雄女子高級中學 (退休)

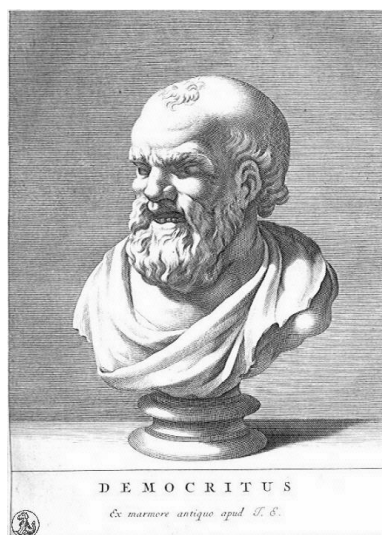
*li483739@yahoo.com.tw

■ 古希臘原子說

在科學發展史上，一個古老的問題是：

「物質組成最小的單元是什麼？」從幾千年前，東西方的哲學家們，都在思考這樣一個問題：把一個物質持續不斷的分割下去，最後是否有最小的微粒？古希臘哲學家對於物質組成最小的單元這個問題，有兩派不同的看法。一派看法是：物質的組成最小的單元都是連續的微粒，可以無限分割下去，最後的最小單元是可分性。另一派看法是：物質組成最小的單元都是不連續的微粒，持續分割下去、最小的單元是不可分性。古希臘哲學家德謨克利特 (Democritus, 460~370 B.C.) (圖一) 接受了物質組成最小的單元是不連續的，物質持續分割下去，最後的最小單元是不可分性的觀念。德謨克利特稱最小單元為「 $\alpha\tau\omicron\mu$ 」，就是「不可分割」的意思。近代日本人引進西學，將最小單元稱之為「原子」。德謨克利特進一步提出：宇宙萬物，都是由多樣多種極小原子所構成。德謨克利特認為原子是一種不可分割、內部沒有空隙可分割的最小單元。但原子在空間中不停的運動時，不同的原子會因為互相碰撞組合成不同的物質，而形成了宇宙萬物。古希

臘原子說提出後，經歷約 2000 年始終沒有經過實驗的驗證，而停留在虛玄的思辯中，因此古希臘原子說只是一種臆測性的原子說。



圖一：古希臘哲學家德謨克利特

(圖片來源：Wikipedia,

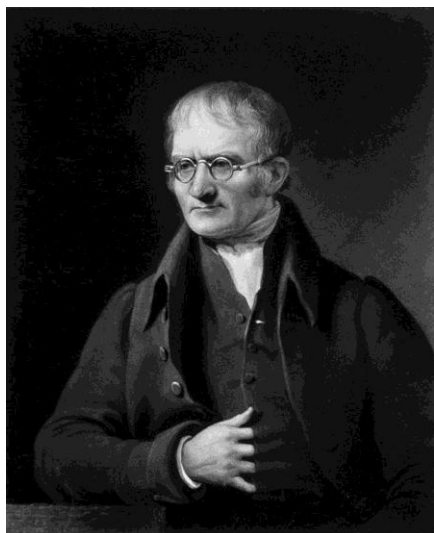
<http://en.wikipedia.org/wiki/Democritus>)

■ 原子論的出現

直到 1803 年英國人道耳頓 (John Dalton, 1766~1850) (圖二) 歸納「質量守恆定律」、「定比定律」和「倍比定律」等實驗結果提出原子論，道耳頓原子論的內容包括：(1)所有物質都是由原子所組成，原子是不可再分割的最基本粒子。(2)同一種元素的原子，具有相同的質量及性質，不同種元素

的原子，其質量和性質不同。(3)不同元素的原子能以簡單的整數比結合成化合物。(4)化學變化是化合物中的原子重新排列組合，原子的種類、數目不變。

化學新時代是從道耳頓原子論提出後開始，原子論使化學發展從微觀物質結構去揭示巨觀化學現象的本質。也為化學家提供了解決實際問題的重要理論基礎，化學上已經發現的化學計量的經驗定律，如質量守恆定律、定比定律、倍比定律、原子量都能用原子論加以解釋。

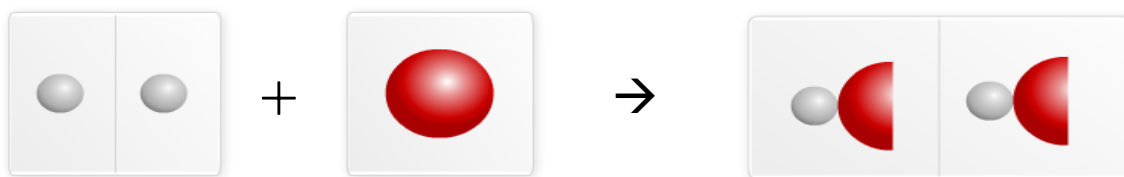


圖二：英國人道耳頓

(圖片來源：Wikipedia,

http://en.wikipedia.org/wiki/John_Dalton)

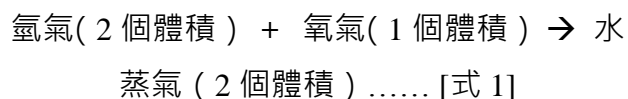
■ 從原子到分子



圖四：以同體積的氣體含有相同原子數觀點解釋所產生的矛盾

(圖片來源：教育部教學資源 · https://isp.moe.edu.tw/resources/search_content.jsp?mo=1677532)

法國化學家給呂薩克 (Joseph Louis Gay-Lussac · 1766~1850) (圖三) 進行氣體反應實驗時發現，用 2 個體積的氫氣和 1 個體積的氧氣化合，得到 2 個體積水蒸氣，反應式[式 1]如下：



給呂薩克經由實驗結果提出氣體化合體積定律：氣體物質在定溫定壓下反應時，反應物和生成物的體積恆成一簡單的整數比。



圖三：法國化學家給呂薩克

(圖片來源：Wikipedia,

http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Louis_Gay-Lussac)

道耳頓試著用原子論解釋氫氣與氧氣化合生成水蒸氣，出現兩種可能性的解釋：



圖五：依據所有物質都是由原子所組成觀點推論與實驗結果不吻合

(圖片來源：教育部教學資源，https://isp.moe.edu.tw/resources/search_content.jsp?rno=1677532)

可能性一：在相同溫度相同壓力下，同體積的氣體含有相同原子數觀點，以圖四可解釋反應體積比應該是 2 : 1 : 2，但是原子被分割違反道耳吞原子論。

可能性二：由所有物質都是由原子所組成觀點，依圖五所示以原子論來推論此反應體積比應該是 2 : 1 : 1，但不符合實驗結果 2 : 1 : 2，使道耳頓原子論陷入困境。

道耳頓原子論與給呂薩克氣體化合體積定律的學術爭論引起義大利科學家亞佛加厥 (Amedeo Avogadro, 1776~1858) (圖六) 的論據，終於找到問題的癥結，提出分子論的



Amedeo Avogadro

圖六：義大利科學家亞佛加厥

(圖片來源：Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Amedeo_Avogadro)

極大興趣，他仔細的分析雙方的論點的假說。他認為分子是由特定種類與數目的原子構成，分子是保有物質基本性質的最小粒子。

他並提出亞佛加厥假說：在同溫、同壓下，同體積的任何氣體含有相同數目的分子，假說延伸：在同溫、同壓下，反應時氣體體積比 = 反應時氣體分子數比，亞佛加厥以分子的概念成功解釋了氣體化合體積定律。以氫氣與氯氣反應生成氯化氫為例，如圖七說明：道耳頓原子論認為氫氣與氯氣都是由一個原子組成，而亞佛加厥分子論認為氫氣與氯氣都是由兩個原子組成，兩種理論在解釋給呂薩克氣體化合體積定律出現不同的結論。

亞佛加厥分子論對原子論做了繼承與發展，使我們發現了另一個新的物質微粒叫做分子。亞佛加厥引入分子概念，把分子與原子既區分開來，又相互發生關聯，推動了化學的發展。

■ 原子也是可以分割的

“原子不可分”的古老觀點，這種信念被十九世紀末一個接一個的科學發現打破了，主要是放射性物質和電子的發現。英國

物理學家湯姆森 (Sir Joseph John , 1856~1940) (圖八) 系統的研究陰極射線的性質，證明陰極射線是帶負電的粒子流，並測出這種粒子的荷質比。湯姆森進一步斷定這種粒子是一種帶負電的獨立成分，它是一切原子的組成部分，湯姆森把這種粒子叫做電子。



圖八：英國物理學家湯姆森

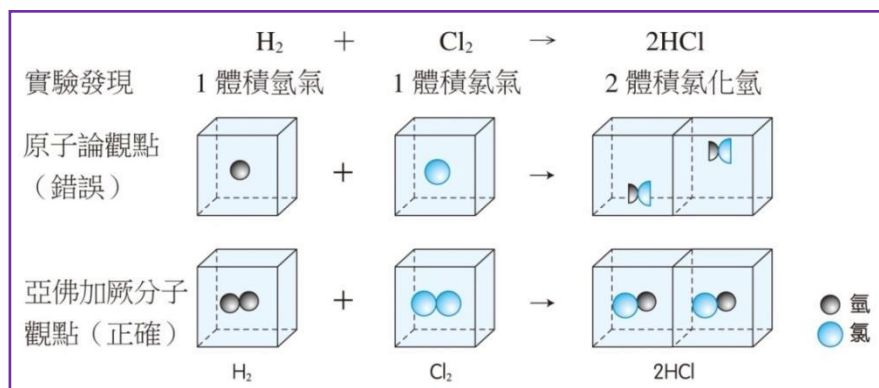
(圖片來源：Wikipedia,

[http://en.wikipedia.org/wiki/J. J. Thomson](http://en.wikipedia.org/wiki/J._J._Thomson))

電子的發現，原子不再是不可分割的最基本粒子，原子也有自己的組成和結構。開啟人類對微觀原子結構深入認識，為打開了原子的大門，提供一把重要的鑰匙。

■ 拉塞福原子模型

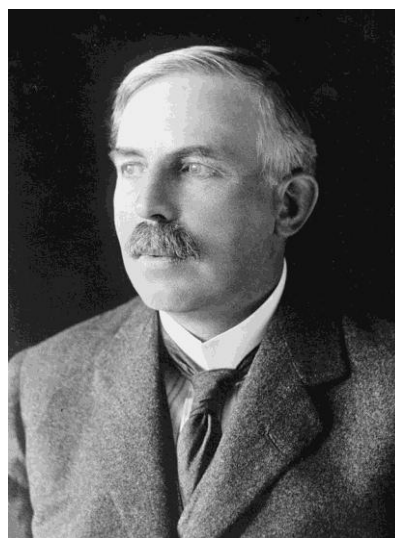
在 1911 年，英國科學家拉塞福 (Ernest Rutherford , 1871~1937) (圖九) 進行 α 粒子金箔散射實驗發現原子核存在。拉塞福以放



圖七：亞佛加厥假說的圖示

(圖片來源：翰林文化·基礎化學一)

射性物質鐳釋放出的 α 粒子來撞擊極薄的金箔後，發現約 99% 的 α 粒子穿透金箔而不偏折，少數 α 粒子發生較大角度的偏折，僅極少數 α 粒子甚至以接近 180° 的角度反向彈回 (圖十)。這說明原子並非實體，其中有很大空隙，原子中必然有一個及帶正電荷的核。



圖九：英國科學家拉塞福

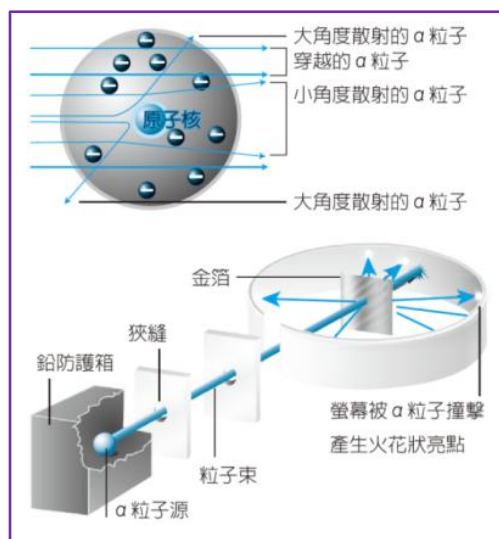
(圖片來源：Wikipedia,

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ernest Rutherford](http://en.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford))

拉塞福根據實驗結果提出了核型原子模型 (圖十一)，他認為原子有一個體積極小、且帶正電荷的核心，也是原子的質量中心，稱為原子核，帶負電荷且質量甚小的電子散

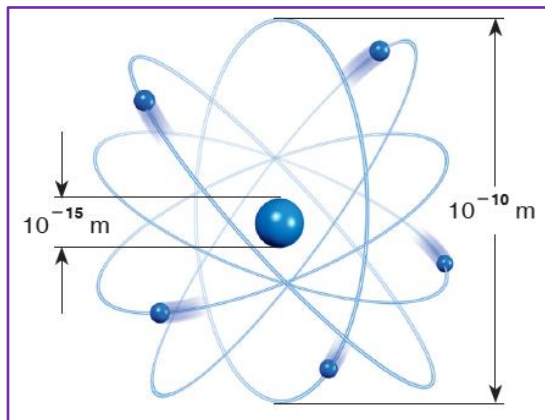
布在原子核外，電子在原子核外的空間不停地繞核作圓周運動。現代的測量結果，原子直徑約為 10^{-10} 公尺，其中心部分有直徑約 10^{-15} 公尺的原子核。

【續《[原子與電子理論的建立和發展\(下\)](#)》】



圖十： α 粒子撞擊金箔實驗示意圖

(圖片來源：泰宇文化·基礎化學一)



圖十一：拉塞福的核型原子模型示意圖

(圖片來源：翰林文化·基礎化學一)

拉塞福提出了原子模型時，受到太陽系結構的啟發。他用太陽系模型與原子結構模型類比，原子結構就類似小太陽系。電子在原子核和四周以一定的軌道繞著原子核運動，就像行星繞著太陽運動一樣，但電子運動軌跡無法像行星軌道一樣可以確定的。