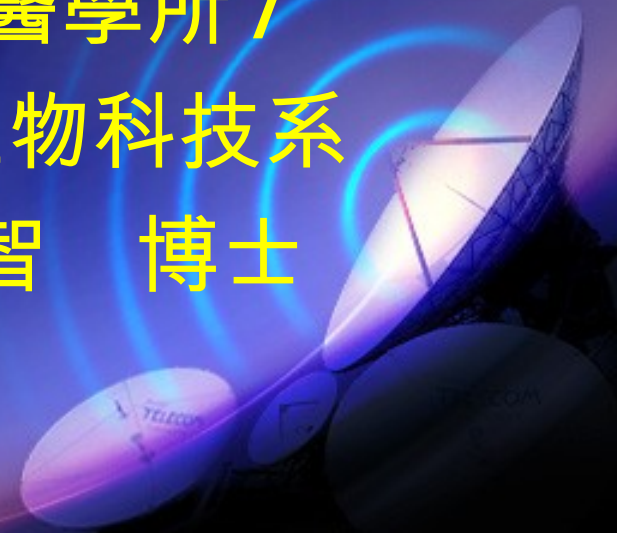


僅提供學術教學使用

懷疑的化學家



南華大學
通識教學中心 /
自然醫學所 /
自然生物科技系
林群智 博士



近世化學之父... 波以耳

- ② 波以耳 (Robert Boyle, 25 January 1627 - 30 December 1691) 是一位傑出的哲學家和科學家。
- ② 波以耳於 1627 年出生在愛爾蘭曼斯特的利斯摩爾堡的清教徒家庭，為家中第七個孩子，父親是依莉莎白時代的伯爵，家境富有。

- ◎ 波以耳童年時，並不顯得特別聰明，說話還有點口吃，他宣稱：「對知識的胃口永遠感到不滿足！」這種好學不倦的精神是推動他探索科學的動力來源之一。



● 十一歲時，他的父親請了一位私人教師陪他到歐洲去旅行，並繼續學業。

● 在義大利，他閱讀了伽利略 (Galileo Galilei, 1564-1642) 的名著《關於兩大世界體系的對話》。

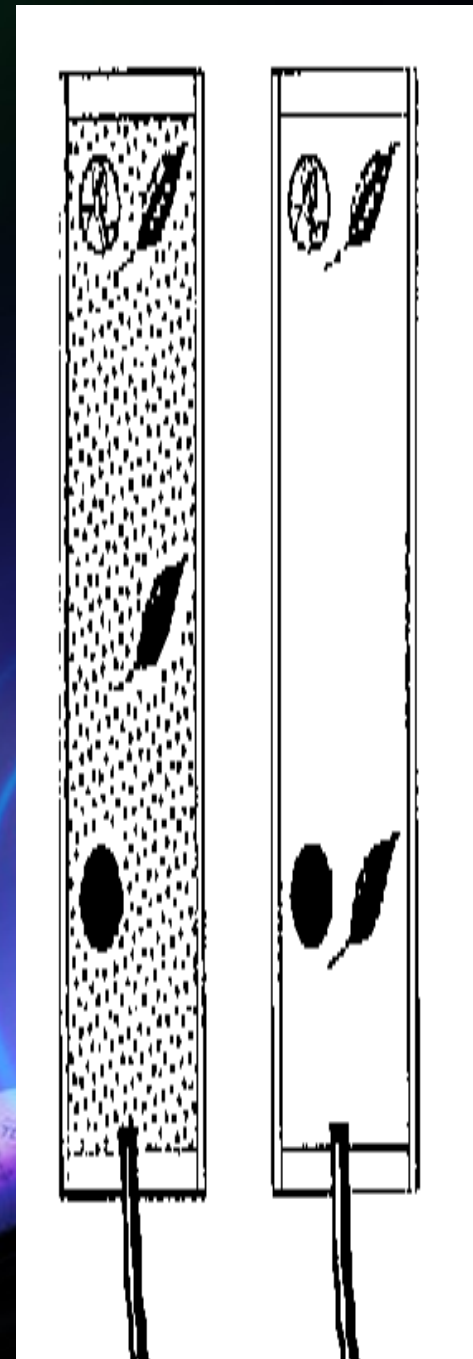
● 這本書給他留下了深刻的印象，20年後他的名著《懷疑派化學家》就是模仿這本書的格式寫的。也因這本書讓波以耳樹立起將化學確立為科學的地位。

- 在科學發展歷史中，居於先驅者的領導地位，影響後世甚鉅。
- 他在十七世紀所做的實驗、所提倡的理論，對現代物理和現代化學的貢獻很大。
- 從研究氣體行為推論粒子存在的事實，以及對化學元素的正確定義，使他獲得「近世化學之父」的榮譽。

- ② 波以耳也是伽利略的崇拜者之一，他開始研究伽利略所做的實驗，並激起對科學的濃厚興趣。
- ② 硬幣和羽毛的實驗將一支羽毛和一個硬幣同時放手，哪一個會先到達地面？
- ② 如果沒有空氣阻力呢？哪一個會先到達地面？伽利略認為會同時到達。



- ④ 怎麼證明呢？十七世紀，波以耳 (Robert Boyle) 做了一個實驗。他把管子抽真空，去除了空氣阻力的影響，管子裡面放一支羽毛和一個硬幣，
- ④ 實驗結果是同時落下



建立酸鹼作用後產生鹽學說

- 傳說指示劑是波以耳在無意中發明的
(如：石蕊試紙)
- 有一天，波以耳不小心讓濃鹽酸濺到一束深紫色的紫羅蘭上，他以水清洗花時發現紫羅蘭奇蹟般的變成紅色。

❖ 波以耳從小體弱多病，在一次患病時，由於醫生開錯了藥而差點喪生。自此，他怕醫生也怕看病，並開始自修醫學，到處尋找藥方、偏方為自己治病。

❖ 由於當時的醫生都是自己配製藥物，所以研究醫學也必須研製藥物和做實驗，而使波以耳對化學實驗發生了濃厚的興趣



🍁 1657 年，他在牛津建造了一座小實驗室，裏面的研究設備由他自己設計，他還親自動手做實驗。

🍁 他的實驗室對外開放，喜愛科學研究的人都可以來這裡進行科學的實驗研究



 波以耳在這間小實驗室中研究各種科學問題，如：動物如何呼吸、血液如何循環、物質怎樣燃燒、沸騰及凝固等



波以耳定律 (Boyle' s law)

- ♥ 在牛津，他完成了科學史上有名的「波以耳定律」。
- ♥ 經過親自實驗之後，發現「在固定的溫度下對氣體施加壓力，氣體的體積與施加的壓力成反比」（定溫下，壓力和體積成反比）

$$PV = k , \text{at constant } T$$



♥ 右圖中，當分子碰撞器壁時產生壓力。

♥ 定溫下，分子的平均運動速率，在大體積（左圖）及小體積（右圖）的情況都相同。在右圖中，體積小使得碰撞器壁的次數增加，這表示壓力也將增加。



呼吸與波以耳定律

♥ 呼吸時，其實就是氣體的體積及壓力之間的相互作用。

♥ 當橫隔膜放鬆而上升時，壓縮肺部使其體積減小，此時肺臟內部壓力比外界空氣壓力大，因此氣體向外釋放

♥ 當橫隔膜收縮而下降時，肺部體積增加，使得壓力降低，因此外界氣體得以進入肺臟，直到內外壓力相等。



僅提供學術教學使用

Sceptical Chymist or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes

- ✧ **The** is the title of Robert Boyle's masterpiece of scientific literature, published in London in 1661.
- ✧ In the form of a dialogue, the Sceptical Chymist presented Boyle's hypothesis that matter consisted of atoms and clusters of atoms in motion and that every phenomenon was the result of collisions of particles in motion.



- ✧ 書中指出：一切主張都應該經過實驗，檢驗是否真的正確。
- ✧ 波以耳在其兩部重要的實驗哲學著作即《懷疑的化學家》（ The Sceptical Chemist ）與《論形式與質料的起源》（ The Origin of Forms and Qualities ）中全面批判一切舊物質論學說，並提出自己的微粒哲學
- ✧ 他以化學作為其主要研究領域（ 儘管他當時已在真空實驗、氣體性質研究以及光學研究上有引人注目的成果 ）。



✧ 波以耳斷然拋棄：

☆ 亞里斯多德（逍遙學派）的「四元素理論」（水、土、氣、火）是最簡單的物質的說法

☆ 帕拉塞爾蘇斯（Paracelsus，1493年 - 1541年，中世紀歐洲醫生）派化學家關於元素（汞、硫和鹽）的主張



1. 笛卡兒 (Rene Descartes, 1596- 1650) 物質論：
一切物體都是由火、氣、土三類元素的粒子所組成，自然現象皆是粒子間運動的結果。

4. 伽桑狄 (Pierre Gassendi, 1592- 1655) 的原子論：
宇宙間只有兩個本原：原子與空虛。
空虛是永恒不動的；原子是永恒運動的，空虛是它運動的場所。原子有大小、輕重以及不同形狀，而構成各式各樣的分子及物體。靈魂也是由原子構成的，它也有形狀，能借助器官感覺，因而也是物質。

- ◎ 波以耳相信物質世界是由一些最小的微粒組成，拒絕將物體的化學性質與原子的大小、形狀直接關連。
- ◎ 波以耳藉卡尼阿德斯 (Carneades) 與埃留提利烏斯 (Eleutherius) 的對話，指出一些化學上的謬論



- ◎ 波以耳認為應找出那些相互關聯且表述得當的實驗，以使任何普通讀者，即使他僅只了解一點常用化學術語，也可輕而易舉地理解它們，就連謹慎的學人，也可放心無誤地信賴它們



文本 p. 59

- ▶ 讓我們的卡尼阿德雷斯去告誡人們，在他們未對其作過一番檢查，並考慮怎樣才能剔除其中的缺陷之前，不要贊同化學家們關於他們的三個本體要素的全部學說
- ▶ 而這些化學家們可能從來就不曾想到過這些的確可能存在的缺陷；因為他們很少願意這樣想，可是，除了化學家之外，別無他人能夠指出這些缺陷。

- ▶ 化學家們以晦澀、模糊乃至於玄妙莫測的模式表述他們想要講述的東西，不過是因為他們壓根並不期望取得旁人的理解，而那些技藝之子（他們藉此自稱）則屬例外，但即便是這些人，不做許多困難而危險的實驗，同樣休想理解它們。

文本 p. 59

- ▶ 我必須告誡讀者，不要輕易相信那些僅只依照道統的模式來記述的且互不相關的化學實驗；亦即，除非其表述者提到他是依據他個人的認識，或是依據某位公開宣稱其敘述是依據於某個人經驗的可靠人士的敘述，來記述這些實驗的。

- 由於我對此尤為擔憂，所以我必須對那些十分著名的作者，既有醫生，也有哲學家，提出指責，如果需要的話，我可以毫不費力地說出他們的名字，他們近來任由自己受人蒙蔽以至如此地步，竟然倚賴和採用那些他們無疑從未做過的化學實驗；因為他們如果做過的話，就會像我一樣發現它們並不可靠。

- ▶ 我希望他們能諒解我並將會認為，在這本由一位紳士所撰著的著作中，在其全部會談中應當保持一種恰當的禮貌，並且在書中只有紳士才可被推薦為發言人，與那種比較富於學究氣的模式來撰述的著作相比，此書的語言應較為流暢，表述應較為禮貌。
- ▶ 當然，我很高興有此機會給出一個例子，以說明怎樣安排這些十足的論戰而不失於禮貌；可能有些讀者能夠從中得到某些幫助，看清有理不在聲高的道理，並且發現，一個人可以成為一名維護真理的鬥士而勿須與禮貌為敵

- ▶ 我只須為自己申明，我一直致力於忠實地表述事實真相，以使自己能夠幫助那些不太熟練的讀者考察化學假說，同時能夠激發煉金術哲學家們以實例闡明該假說
- ▶ 而且，即便他們做了這些工作，並且就關於元素的化學見解或逍遙學派的主張或其他任何不同於我所較為贊同的觀點的理論對我給出了明晰的闡釋和充足的證明

- 波以耳有資格被稱為近代化學之父，並不是因為「波以耳定律」這一項成就。而是< 懷疑的化學家>，經由探討什麼樣的物質才是元素的問題，第一個確定了近代化學的元素假設。
- 他從懷疑出發，非常注重分析的的結果，也可以說是分析化學之父。
- 他引進「分析」(analysis)一詞，並且為數種化學試劑：提供了定性分析的方法。

- 波以耳最主要的貢獻應該是確立「化學是一門科學」
- 以往從事化學實驗的多是一些從事醫藥工作的人或煉金家，對化學理論並不感興趣，化學對他們來說只事為醫藥或煉金而服務。

- ② 真正使我們陷於謬誤的不是無知，而是看似正確的謬論

(What get us into trouble is not what we don't know.
It's what we know for sure that just ain't so.)

—Mark Twain

