

僅提供學術教學使用

# 「化學哲學的新體系」 (*System of Chemical Philosophy*)

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

# 道耳吞 (Dalton, John, 1766- 1844)

- ★ 英國的氣象學家與化學家沒有受過正式的教育
- ★ 1766年9月6日誕生於英格蘭北部一個名叫 Eaglesfield 的窮鄉僻壤。家庭經濟相當拮据。
- ★ 6歲時進了當地教會辦的農村小學。學習成績不突出，但好學多思，解不出難題絕不罷休。



僅提供學術教學使用

# 從氣象觀測入門

⚡ 氣象觀測工作是道爾頓整個科學生涯的開始

⚡ 當地一位教友會紳士 Elihn Robinson 十分欣賞道爾頓，在晚上教授他數學、物理等知識。

⚡ Robinson 愛好觀測氣象，自製了各種精巧儀器。在其指導下，道爾頓開始進行氣象觀測。

❖ 道爾頓被大自然的美妙景象深深感動，全心探索大氣壓力、溫度、空氣溼度、風力、降水量等現象之間的微妙關係

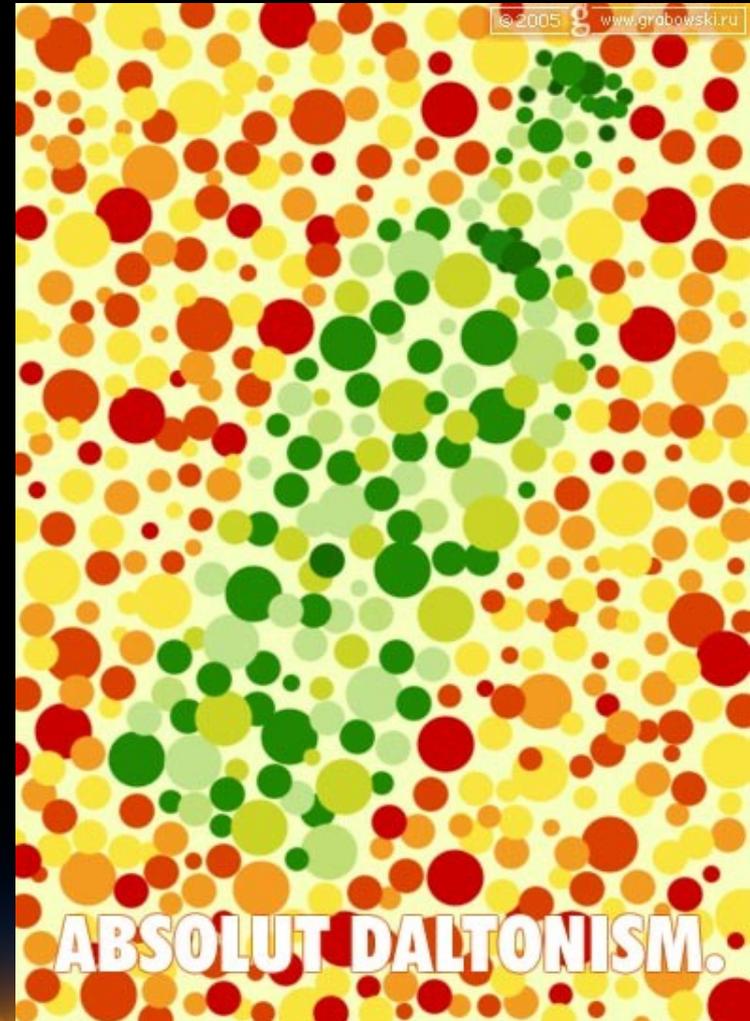
❖ 道爾頓想，如果能夠發現支配這些現象的複雜規律，不就可以預報天氣了嗎？



- ★ 1787 年（ 21 歲 ），創辦氣象學雜誌，終其一生共有 200,000 個保留下來的觀測數據
- ★ 1793 年，被委派為 New College, Manchester 的數學老師
- ★ 獨自研究與學習的他，總是喜歡拿身邊的問題做為研究的主題。

★ 1794 年，道爾頓的以他最苦腦的問題（色盲）為題，在曼徹斯特文哲學會上宣讀了他的第一篇重要論文——《關於顏色視覺異常事實的觀察研究》

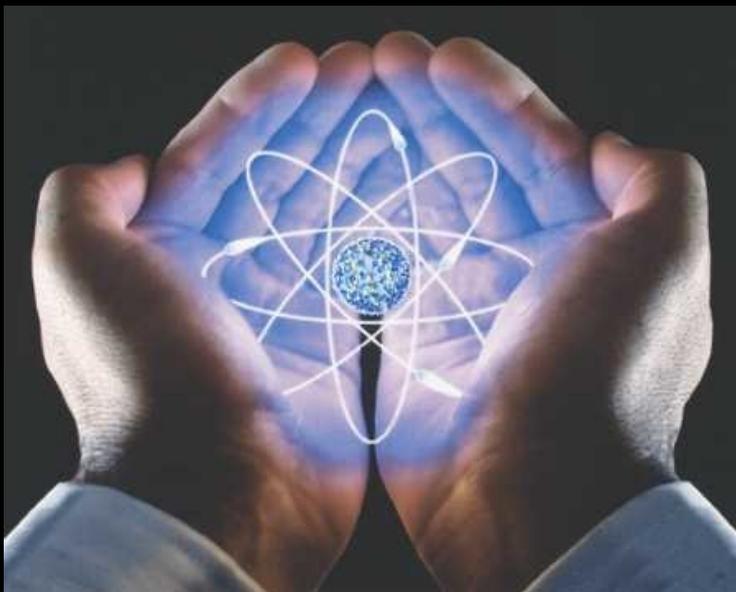
★ 色盲 daltonism 即取自其名。



僅提供學術教學使用

# 化學：從巫師到算命師

★ 450 B.C. 古希臘之德謨克里圖斯 (Democritus; 古希臘唯物思想的重要代表) 提出「原子」的概念



僅提供學術教學使用

## 化學：從巫師到算命師

- ★ 從亞理斯多德提出鍊金術 (alchemy) 以後，眾多的後繼者們都遵循著同一個終極目標：燒鍊出「賢者之石」( Philosopher's Stone ) 來。
- ★ 賢者之石是萬能的催化劑，也擁有無比的醫療能力，將它泡水融化後就成了「萬靈藥」( Elixir ) 能將任何種類的劣金屬轉化為黃金

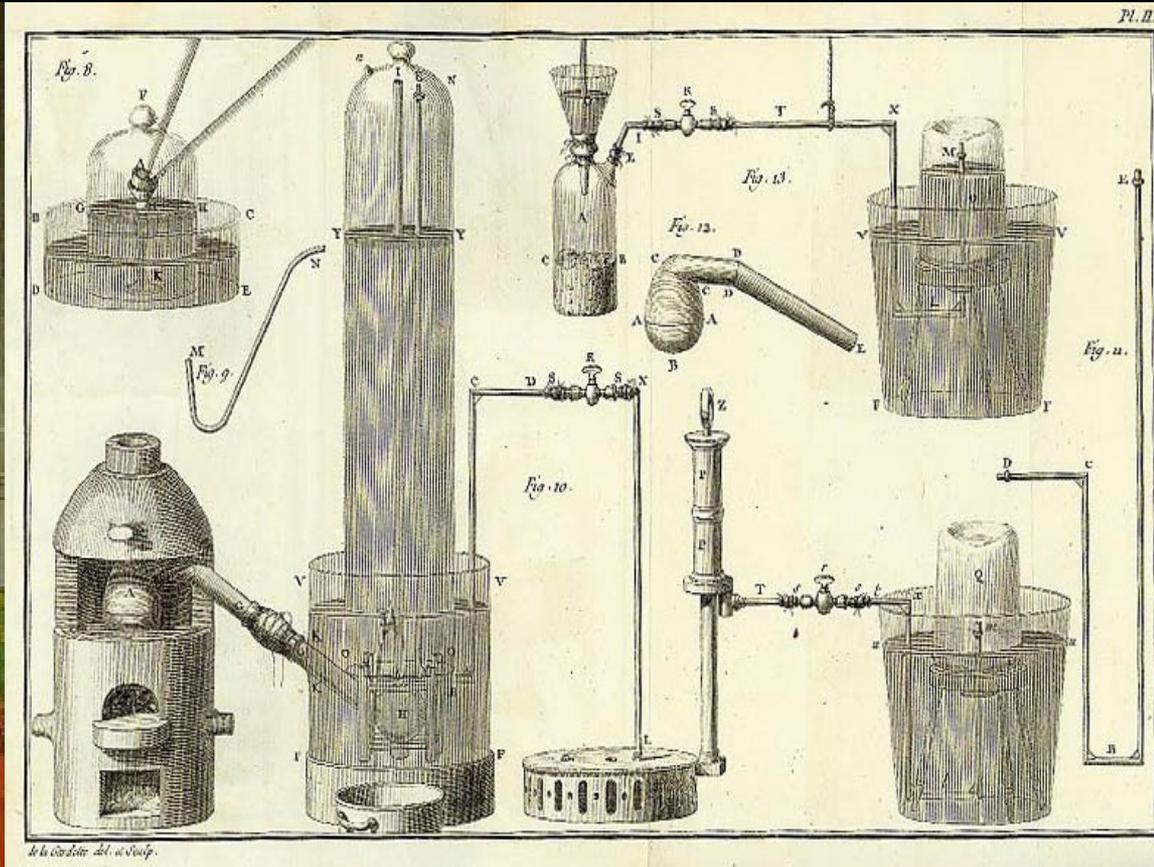
僅提供學術教學使用



僅提供學術教學使用

★ 1785 年，拉瓦節 ( Antoone Laurent Lavoisier , 1743~1794) 提出化學反應之質量守恆定律以後，化學家開始對化學反應中“量”的問題作仔細的研究。

○



僅提供學術教學使用

- ★ 1797 年，德國化學家李賀特 ( Jeremisa Benjamin Richter , 1765~1807 ) 發現了當量比 ( equivalent proportions):

兩純物質 A 和 B 分別與一定量的純物質 C 化合時，所需 A 與 B 的之重量比率為  $r$ ，若 A 和 B 化合重量比率為  $R$ ，則  $r=nR$  ( $n$  為整數)

例：1 克的氫與 8 克的氧結合成水

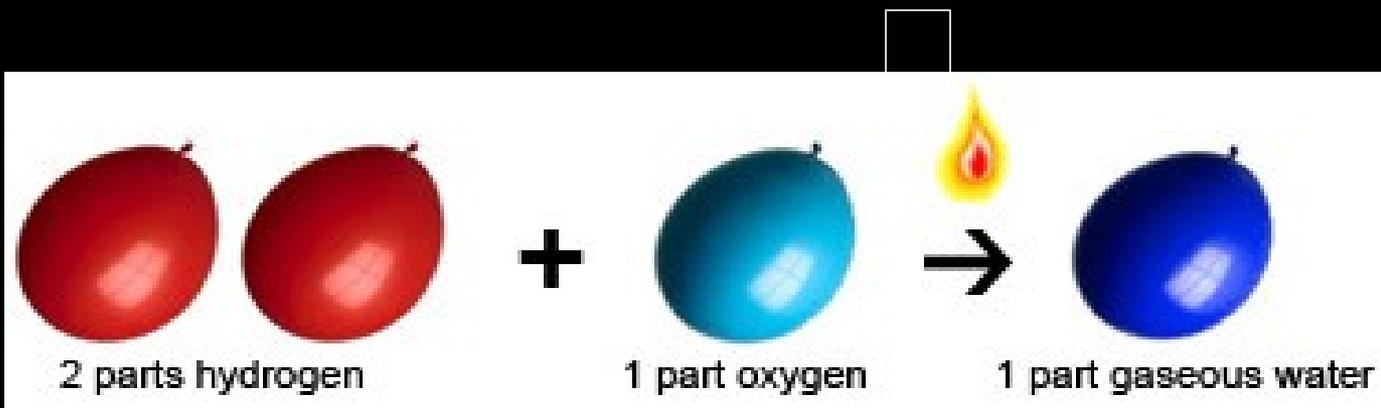
1 克的氫與 3 克的碳結合成甲烷

則碳與氧結合時之重量比率為 3:8

- ★ He also introduced the term '**stoichiometry**' into chemistry.



- ★ 1799 年，普羅斯特 ( **J.L. Proust** ) 在十九世紀初提出**定比定律** ( **Law of Definite Proportions** ) : 純物質的化合物在組成上是不變的。



道爾頓在另一篇論文《彈性流體彼此相互擴散的趨勢》中指出：氣體混合的形成是因為氣體彼此擴散的緣故，而“氣體的擴散是由於相同微粒之間的排斥”。

道爾頓為此設計了實驗，著手研究混合氣體中各組成氣體的壓力，以探索它們之間是否存在某種聯繫。

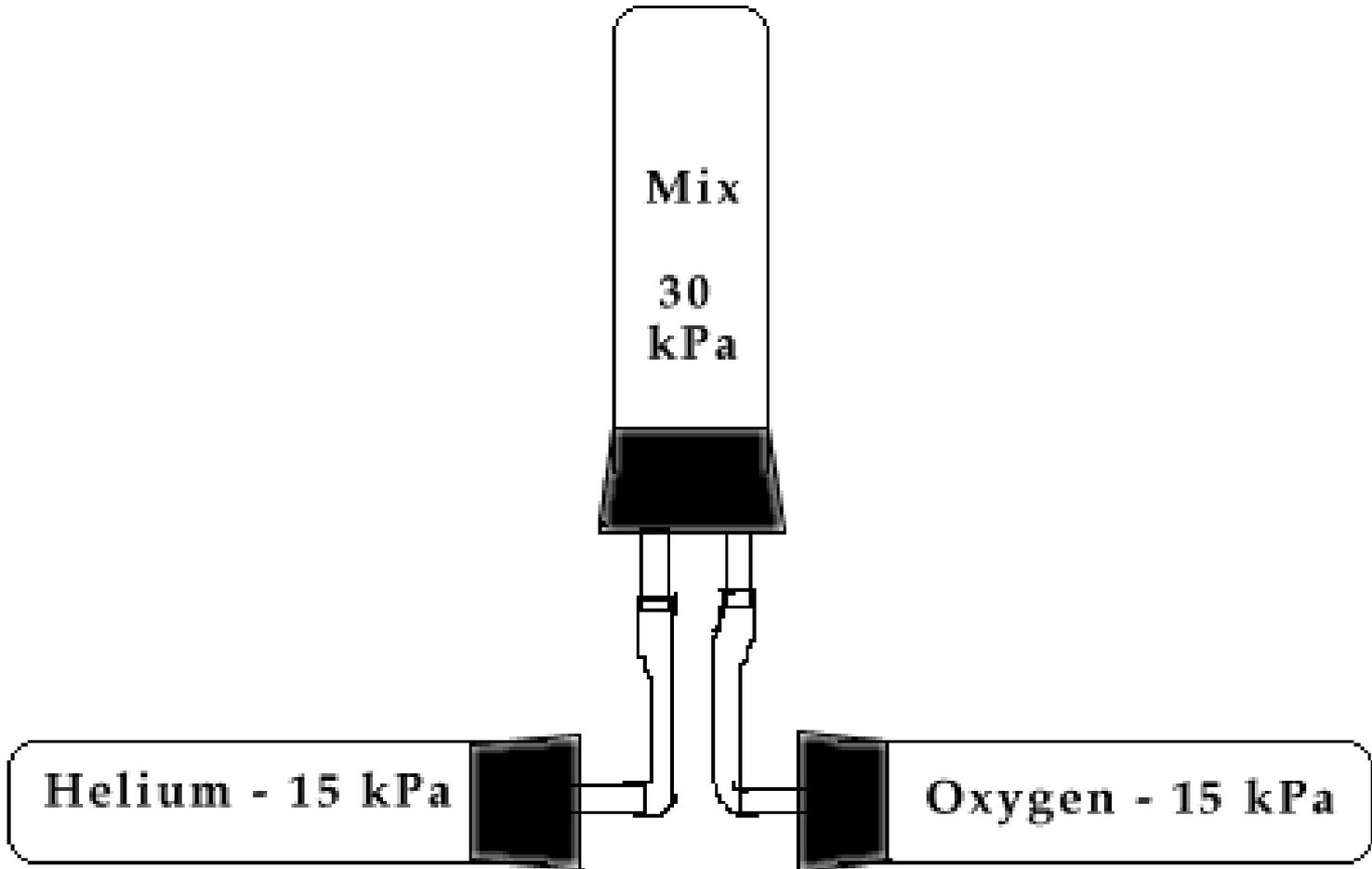
道爾頓發現：

- 裝在具有一定容量的容器中的某種氣體的壓力是不變的。
- 往容器裡引進第二種氣體。這種混合氣體的壓力增加，正好等於該兩種組分氣體壓力之和，而每種氣體單獨的壓力並沒有變化。

# 僅提供學術教學使用

Depth	Atmosphere (Atm)	Absolute Pressure ( PSI )	Oxygen Pressure ( PSI )	Nitrogen Pressure ( PSI )
0	1	14.7	2.94	11.76
33	2	29.4	5.88	23.52
66	3	44.1	8.82	35.28
99	4	58.8	11.76	47.04
132	5	73.5	14.7	58.8
165	6	88.2	17.64	70.56
198	7	102.9	20.58	82.32
231	8	117.6	23.52	94.08
264	9	132.3	26.46	105.84
297	10	147	29.4	117.6

僅提供學術教學使用



It is assumed that the gases do not react with each other.

## *Dalton's law of partial pressures*

- ★ 道爾吞對於氣體混合物之成分氣體分壓的研究可以其分壓定律 ( *Dalton's law of partial pressures* ) 歸納之：
  - ★ *The total pressure of a gas mixture equals the sum of the partial pressures that make up the mixture.*

## 僅提供學術教學使用

- ★ 面對這個新發現的分壓定律，道爾頓開始思索：這個定律表明某種氣體在容器裡存在的狀態與其他氣體的存在無關。怎麼解釋呢？
- ★ 若用氣體具有微粒的解釋是簡單又明瞭的，因為一種氣體的微粒均勻地分布在另一種氣體的微粒之間，所以這種氣體的微粒所表現出來的性狀就如同在容器中根本沒有另一種氣體一樣。
- ★ 由此，道爾頓推論：“物質的微粒結構即終極質點的存在是不容懷疑的。這些質點可能太小，即使顯微鏡改進後也未必能看見。

僅提供學術教學使用

## 倍比定律 ( Law of Multiple Proportions ) 的發現

- ★ 1802 年 11 月，道爾頓分析了沼氣 ( 甲烷  $\text{CH}_4$  ) 和乙烯 (  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  ) 兩種不同氣體的組成
- ★ 發現它們都含碳、氫兩種元素，並注意到，如果這兩種氣體中碳含量定為一份的話，沼氣的氫含量剛好是乙烯的氫含量的 2 倍。
- ★ 類似的情況相當普遍，如碳與氧以 3 : 4 的重量比例結合成一氧化碳 (CO)，以 3 : 8 的比例結合成碳酸氣 (CO<sub>2</sub>)，後者含氧量又正好是前者的倍數。

## 倍比定律

- ★ 道爾頓以此為基礎提出倍比定律 (Law of Multiple Proportions) 。
- ★ It states that if two elements form multiple compounds, the ratios of the masses of the second element combining with a fixed mass of the first elements will be in ratios of small whole numbers.

僅提供學術教學使用

- 倍比定律對於之後提出的原子論有深遠的影響，並且奠定了使用化學式的基礎。

## Dalton's Atomic Theory: Compounds

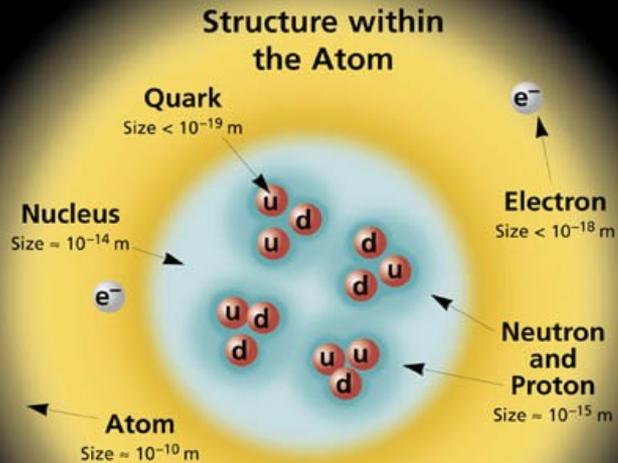
---

- ❖ Compounds are composed of **molecules**.
- ❖ Molecules are composed of atoms **in definite proportions**.

compound	composition by mass	possible molecules
carbon monoxide	42.8% C, 57.2% O	 ...
carbon dioxide	30.0% C, 70.0% O	 ...

# 原子說

- ★ 在德謨克利圖 ( Democritus, 461-371 ) 之後，道爾吞之前，雖然也有人提倡過**原子說**，只是從來沒有人像道爾吞那樣，具體地把原子看成是微粒子進行研究。



If the protons and neutrons in this picture were 10 cm across, then the quarks and electrons would be less than 0.1 mm in size and the entire atom would be about 10 km across.

# 回顧

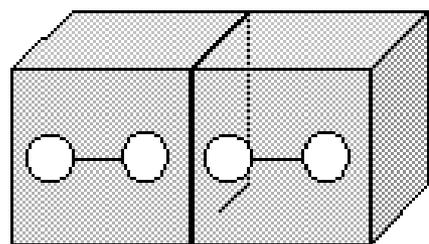
- ★ 道爾吞在物理上的研究主要在混合氣體、水蒸汽壓力、氣體受熱後之膨脹等
- ★ 道爾頓在回顧原子論研究和理論探索過程時，很有感觸地說，  
“由於長期做氣象記錄，思考大氣（或空氣）組分的性質，我常常感到奇怪，為什麼復合的大氣、兩種或更多的彈性流體（即指氣體和蒸汽）的混合物，竟能在外觀上構成一種均勻體，在所有力學關係上都同簡單的大氣一樣？”

- ★ 道爾頓思考著：“如果我們想知道大氣中質點（或原子）的數目，那就好像想知道宇宙中星星的數目那樣會被弄糊塗。
- ★ 但若縮小範圍，只取一定體積的某種氣體，並把這體積分割到最小，那我們可以相信，質點（或原子）的數目是有限的。
- ★ “對這種有限數目的原子又怎麼來測定其重量？

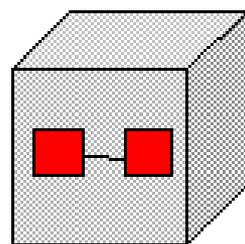
- ★ 道爾頓聯想到了倍比定律以及德國化學家李賀特發現的當量定律。
- ★ 既然原子按一定的簡單比例相化合，則若對一些複雜的化合物進行分析，再比較其中最輕元素的重量與其他元素的重量百分數，不就可以得到一種元素的原子相對於最輕元素的原子的重量倍數了嗎？
- ★ 道爾頓終於找到測定原子相對重量的科學方法：從物質的相對重量，推出物體的終極質點或原子的相對重量。

# 僅提供學術教學使用

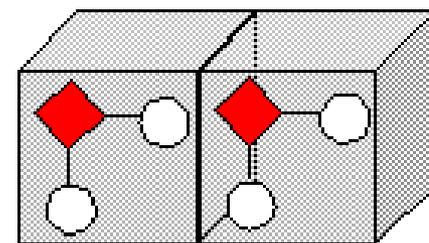
Experimental Observation for water (gas) formation:



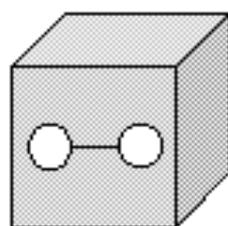
2 volumes hydrogen



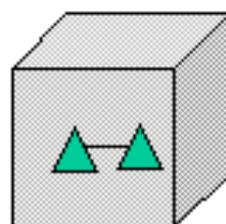
1 volume oxygen



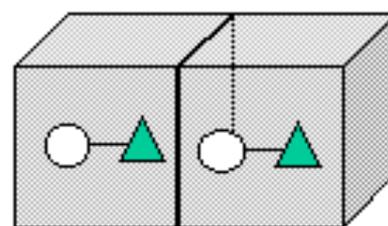
2 volumes water



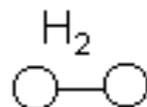
1 volume



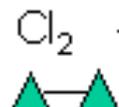
1 volume



2 volumes



+



→



(H + Cl<sub>2</sub> and H + Cl don't work)

**Therefore** hydrogen gas is H<sub>2</sub> and water is H<sub>2</sub>O; oxygen relative mass of 16

★ 道爾吞再進一步以最輕的氫為 1，試圖用這個基準來表示各種原子的質量，就是今天的原子量。

# Dalton's *Atomic Theory*

- ♥ Dalton proposed the *atomic theory* in 1803 which stated that :
  2. All matter was composed of small indivisible particles termed atoms
  4. Atoms of a given element possess unique characteristics and weight
  6. Three types of atoms exist:
    - @ simple (elements)
    - @ compound (simple molecules)



## Dalton's Atomic Theory:

# Elements

---

- ❖ Elements are composed of atoms.
- ❖ Atoms of different elements have different masses.

ELEMENTS			
	<u>Wt.</u>		<u>Wt.</u>
○ Hydrogen	1	◎ Copper	56
① Azote	5	Ⓛ Lead	90
● Carbon	6	Ⓢ Silver	190
○ Oxygen	7	ⓖ Gold	190
⊕ Phosphorus	9	Ⓟ Platina	190
⊕ Sulfur	13	Ⓞ Mercury	167

♥ 他還選擇了古希臘哲學中的“原子”一詞來稱呼這種微粒，並把大氣中各種組分的氣體原子用不同的圖形加以標誌，第一次明確地描繪了原子的存在。



- ★ 1803年10月21日，道爾頓在曼徹斯特文哲學會上，第一次闡明了科學原子論，並宣讀了他的第一張原子量表。
- ★ 道爾頓指出，先前德謨克利特、牛頓早就提出過，但是以往的原子論有著一個共同點，即認為原子乃是一些大小不同而本質相同的微粒，並且純屬臆測。

- ★ 道爾頓的原子說引起了科學界尤其是化學界的廣泛重視。
- ★ 儘管他測定的原子量與現在通用的原子量相比，數值上誤差很大，但是從此開始，人們對原子的認識真正建立在科學的基礎上了。
- ★ 由於道爾頓首次把原子量引入化學，才使化學真正走上定量的發展階段。

## 開闢了化學新時代

- ★ 道爾頓的實驗技術並不高超，他的不少自製儀器也比較粗糙，實驗數據並不很精確，而且他又有“色盲”的生理缺陷，然而，這一切都沒能阻擋住道爾頓對真理的探索。

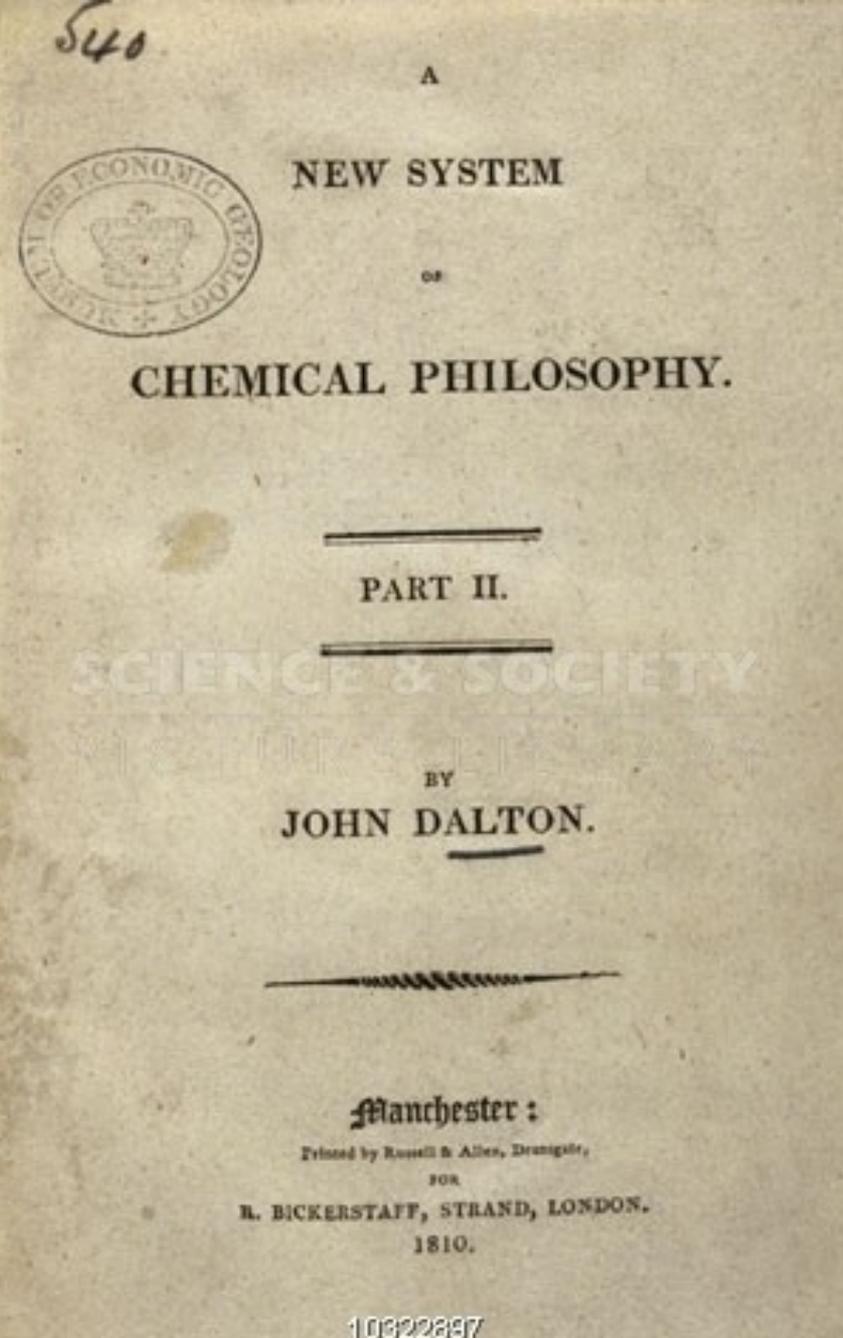


- ★ 1803 年，道爾頓決心用原子論的觀點去構造整個化學的新體系。
- ★ 他認為，化學分解和化學結合是化學科學研究的中心課題，並進一步認為“化學分解和化學結合不過是把終極質點或原子彼此分開，又把它們聯合起來而已。在化學作用範圍內，物質既不能創造也不能消滅。

僅提供學術教學使用

★ 1808 年開始，道爾頓的思想、決心和行動有了新的結果。他的代表作《化學哲學新體系》問世了。

★ 該書全面而系統地闡述了他的化學原子論，充分顯示出道爾頓肩負科學的使命而攀登到了光輝的頂點。



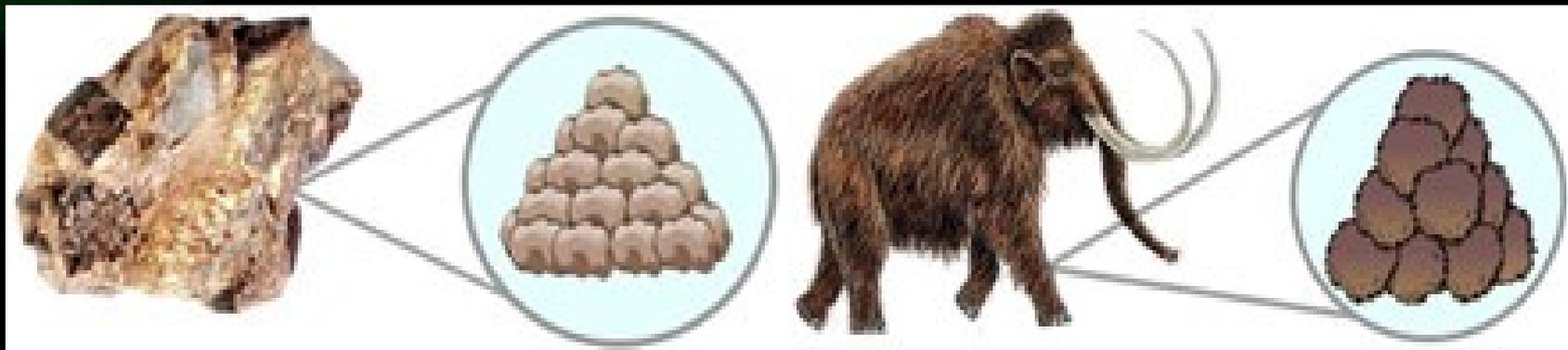
10322897

© Science Museum Library / Science & Society Picture Library

Viewed by Guest on 10/15/2007

僅提供學術教學使用

- ★ In *New System of Chemical Philosophy*, Dalton identified chemical elements as a specific type of atom



- ★ Despite the importance of the work as the first view of **atoms** as physically real entities and introduction of **a system of chemical symbols**, *New System of Chemical Philosophy* devoted almost as much space to the **caloric theory** as to atomism.

僅提供學術教學使用

## *System of Chemical Philosophy*

- ★ 道爾吞出版的「化學哲學的新體系」(*System of Chemical Philosophy*)，詳細說明了原子說
- ★ 所有的物質都由再也不能分割的最小粒子，原子構成的。
- ★ 化學變化是原子的組合的變化，在變化的前後，原子的數量不會增減。

## 一座偉大雕像的產生

道爾頓摯友 William Henry 博士作了這樣的描述

:

“道爾頓先生從來沒有，也從來不希望從政府方面得到任何報酬或獎勵。我敢斷言，他從來沒有追求這些。”

“他一點都不自大和傲慢，他清楚地了解自己的力量，正確地評價自己的成就。至於自己的名聲如何則留給世人去評說——這種評說雖然有時是緩慢的，但經常是公正的。”



# 一座偉大雕像的產生

- ◆ 幼年的道爾頓就過著獨立謀生的窮困生活，負有盛名的道爾頓經濟狀況仍不寬裕
- ◆ 一直到 1833 年，由於科學界的呼籲，英國政府才不得不關心道爾頓的生活，發給他年俸為 150 英鎊的菲薄的養老金。

# 一座偉大雕像的產生

- 同年，曼徹斯特市政委員會通過決議，為表達曼徹斯特全體市民對道爾頓的感激和敬意，要在市政大廳豎立道爾頓的半身雕像。
- 道爾頓聞訊後坦率地表示：“如果我不是由於擔心我的拒絕將會得罪曼徹斯特的公民的話，我就一定不能接受此事。”

## 一座偉大雕像的產生

● 有人問道爾頓成功的秘訣在哪裡，他回答：

“ 如果說我比周圍的人獲得更多成就的話，那主要——不，我可以說，幾乎完全是由於不懈的努力。

● 道爾頓認為：  
科學家一定要有靈感，想像力要活躍，從而在自然的秘密一旦露出微弱的閃光時能夠立即抓住。

## 一座偉大雕像的產生

- 1844年7月26日，道爾頓生命垂危，但他堅持作了最後一次氣象記錄。他在自己的筆記本上記下了這天早晨的氣壓計和溫度計的讀數，並寫上“微雨”兩字。
- 只不過在這兩字的末尾留下了一大滴墨水漬。次日即7月27日清晨，道爾頓與世長辭了。



© 2002 Kamishiro Rohin

## 問題討論

- ★ 有人說，“原子論”是古老的，這是事實。但是在道爾頓之前，卻沒有一個人運用原子的理論來揭示化學變化的奧秘。道爾頓對此直言不諱，他說：“有些人總是把我的原子論叫做假說，不過，請相信我，我的原子論是真理。我得到的全部實驗結果，使我對這一點深信不疑。”
- ★ 對於真理與科學，我們應該如何區分與對待？科學家對於自己的實驗結果又應如何客觀地陳述？

★ 早在 1788 年，當道爾頓還在從事氣象學研究時就說過：“如果我們能預測天氣狀況，從而給農民、海員以及整個人類帶來巨大的利益，那麼，一個為了實現這個目標而作出貢獻的人，不管用什麼方式，都不能算是枉費精力或虛度一生。”



★ 那麼，我們該如何重新思考科學家的偉大之處？