

# 看的見的化學系列 APP 使用分享

劉獻文<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立臺南一中

<sup>2</sup> 教育部高中化學學科中心

\*[nacl880626@hotmail.com](mailto:nacl880626@hotmail.com)

## ■ 簡介

知識的進展一日千里，而傳遞知識的方法，到了數位化的今天，也有了大突破。筆者榮幸受邀，撰文介紹有關化學元素週期表的 app，盼望能與教師夥伴或科學先進們一起精進，讓知識的傳播更有效且有趣。

科學是由好奇心所驅動的，所有的孩子本應是天生的科學家，因為他們對這個世界充滿好奇，他們想知道事物是如何運作、為什麼如此運作。可惜的是，多數孩子在與親人、師長、同儕的相處過程中慢慢社會化、成熟，卻也開始害怕別人的眼光而不敢發問、不敢動手去做，成年後的你是否也是如此？希望接下來的故事能給你一些激勵：勇敢發問，享受科學樂趣吧！

## ■ 看的到的化學：The periodic table

首先我們得先從「The Elements」這本書談起，本書的作者 Theodore Gray 葛雷，是知名科學軟體公司 Wolfram Research, Inc. 的創始人之一、應用程式 Touchpress 的研發者。

葛雷從 2002 年開始在拍賣網站 ebay 及各地蒐集各種實體可見的元素實物，發明了一張重逾 200 公斤的元素週期表桌，這張桌子是一張將近 2.5 公尺長的會議桌，桌上填滿了刻有元素符號的木塊，每個木塊裏都放置著相對應的真實元素，而這張木桌也讓作者獲得了 2002 年搞笑諾貝爾獎的化學獎。他原本以為這個蒐集計畫要花上他三十年的時間，沒想到在 2009 年就大功告成(約 2300 件實物)。而在格雷與攝影師 Nick Mann 攜力合作下將收集到的元素拍出了一張張精美華麗的照片，起初先是發售了以照片構成的週期表海報，海報正面有該元素實物照，而背面加註了文字說明，但受限於海報的尺寸，元素圖片只能取一且尺寸偏小。於是在諸多人的協助、撰稿彙整下，這本精美的化學元素週期表於焉誕生。

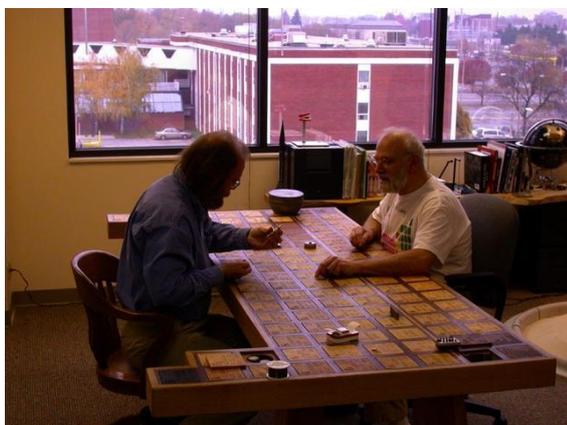
有趣的是，這看似瘋狂收集元素的舉動，其實是葛雷兒時在閱讀「鎢絲舅舅 Uncle Tungsten」這本科普書籍，書中介紹週期表時所產生的困惑：為何 Periodic Table 不是一張桌子呢？回想看看，是否你也曾有過類似的單純的疑問？而葛雷在 2014 年 4 月華

## 臺灣化學教育

盛頓特區舉行的首屆 X-STEM 研討會上，分享他發明 “periodic table table” 的故事時提到，在過去 10 年，他不是為了出版書籍而努力，而是因為收集與分享元素實體很有趣、很酷而努力的，而截至今日已印刷超過一百五十萬冊的書籍和海報 (2010 年大是文化出版社發售了中文版本，書名為：看的到的化學)，該說是大眾們對他所做的事，也感到有趣的一種肯定方式吧！

圖 1：格雷與他的週期表桌(圖片來源：  
theodoregray.com)

閱覽本書前，建議先讀過「作者導言」，週期表中的許多分類與規律性會在此提及，這就好比進入元素王國前，先了解王國疆界、



地形、特色等大局觀，接著才將一個個元素的故事、歷史沿革做深入了解。而書中亦將每一元素所列性質做簡要說明：例如原子量是指平均原子量、密度是結合「原子量」和以 X 光測量晶體內的「原子間距」計算而得的、半徑的數值指的是單一原子的半徑也就是從原子核到最外層電子的平均距離 (然而課本或教科書常將非金屬元素半徑以共價半徑來表示)、原子光譜是加熱該原子至放出特定波長的放射光譜、晶體結構是指將元素冷卻至

固態所形成 (然而室溫下氫、惰性元素為氣體、汞為液體)。

作者將每個元素都以兩頁的篇幅呈現，左頁是這個元素在自然界中的型態，並在下方列出該元素相關資訊 (位置圖示、原子量、半徑、密度、結晶構造、電子序列、原子光譜、物態)，而右頁則盡可能蒐羅該元素在生活中所形成化合物或其應用，搭配一部分的化學史，以幽默又精簡的文字解說，讀來韻味十足。

例如自古羅馬時期排水管即以原子序 82 的鉛所製，而後因發現其毒性而置換為現今常用的鐵製、銅製、塑膠製水管；而以居里夫人祖國波蘭來命名、原子序 82 的鉍元素，只要億分之一克就足以致人於死；然而美國治療胃不適的藥物品牌「胃達寶 Pepto-Bismol」中卻有含量過半、原子序 83 的鉍，目前研究報告指出鉍元素是無毒的！發現了嗎？胃達寶的品牌名 Pepto-Bismol 是以其有效成分水楊酸鉍 bismuth subsalicylate 所命名的。本書共收錄 100 個元素的趣味知識與精美圖片，留待讀者一一挖掘。

此外，葛雷更架構了網站，不僅將各元素圖片公開，甚至羅列了比書本裡更詳細的訊息(例如來源、價格、純度等)以供查閱。  
<http://periodictable.com/theelements/pages.html>

■ **The Elements APP：疊扁平為立體**

臺灣化學教育

雖然出版了「看的到的化學」書籍已大受歡迎，但葛雷並不以此為滿，他發現紙本海報只能將實物扁平的呈現，而這便催生了2010年“The Elements” app 的誕生，它像一本電子書，將所有化學元素的實體，以360度取景拍照製成500多個3D圖像。讓讀者能更直觀的感受實體元素之美。此app僅有ios版本，而且需是付費的。下圖為來自個人ipad的截圖。

常請同學以鬥雞眼方式觀賞，也別有一番趣味。下圖為鉍晶體的3D立體對(stereo pair)影像，來自ipad截圖。

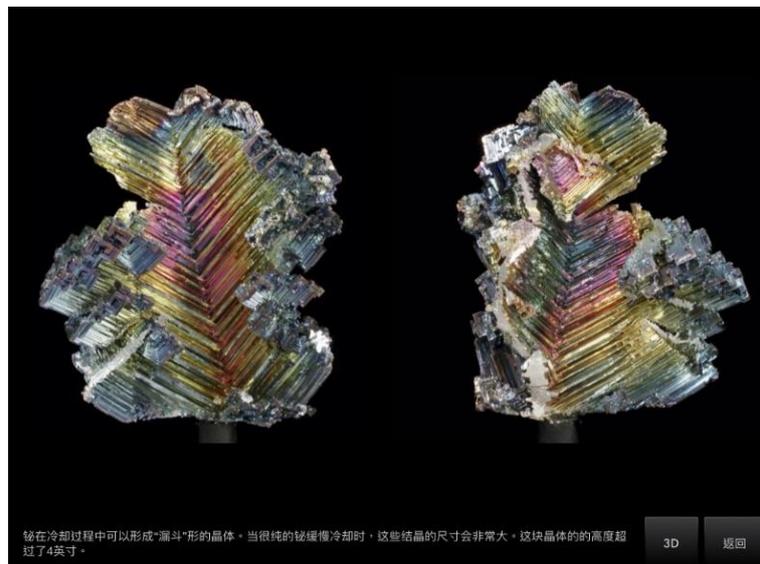


圖3：鉍晶體的3D虛擬實境影像

App 的版面設計與書本相似，首先是可點選畫面右下方方的緒論，內容大致上就是書本裡的「作者導言」。接著每一元素都有兩頁的篇幅介紹，第一頁為該元素在自然界中的型態，下方列出該元素相關資訊；第二頁則搭配幽默的文字解說其化合物或元素之應用。下圖為元素的介紹。



圖2：The Elements APP 的進入頁面

從 app 主頁面就可看出與其他電子書不同之處：每個元素都是動態旋轉的方式，可將實物360度忠實的呈現在讀者面前，影像背後的拍攝手法稱為環物虛擬實境技術(Object VR)。點選任一元素後，可以看見畫面呈現風格與書本相似，但利用手機或平板的觸控功能，能對每一張圖片作旋轉、定格、轉速等控制，點選圖片可將之放大為全螢幕，如有攜帶3D眼鏡更能做立體觀賞。(然而教學時同學自備3D眼鏡者少之又少，筆者通

## 臺灣化學教育

圖 4：鉍元素的介紹，來自 ipad 平板截圖。

然而 app 版本提供了比書本更多的原子性質例如電負度、在自然界的含量等，且點選 Wolfram Alpha 圖示更可得到更多資訊如同位素、半生期、全光譜、游離能、CAS number……，部分元素如金、銀、鉑還能查詢其市場價格呢。必須注意的是手機版本因面板較小而只顯示其基本物性如熔沸點、密度，欲查詢其他性質須點選 Wolfram Alpha 圖示。下圖為元素基本性質資料。

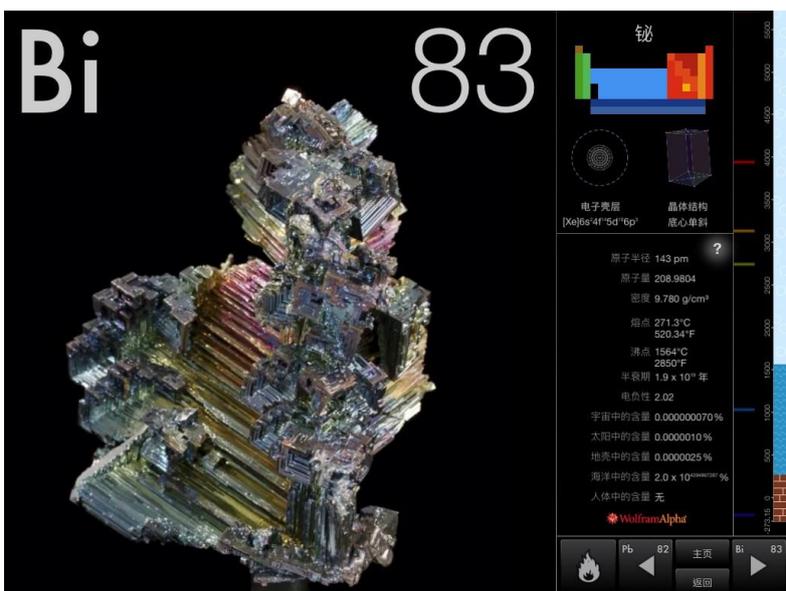


圖 5：鉍元素的基本性質資料，來自 ipad 平板截圖。

值得特別一提的是，此電子書還將各元素 3D 圖與「神奇的化學元素」歌曲 (含英、日語兩種版本) 結合成一趣味的動畫，筆者曾在課堂上撥放並發出挑戰，要同學默寫該歌曲所有單字，還真有一位同學挑戰幾近成功，全部只錯 3 個字，也許可說是唱得比說的好聽吧！下圖為元素週期表歌頁面截圖。

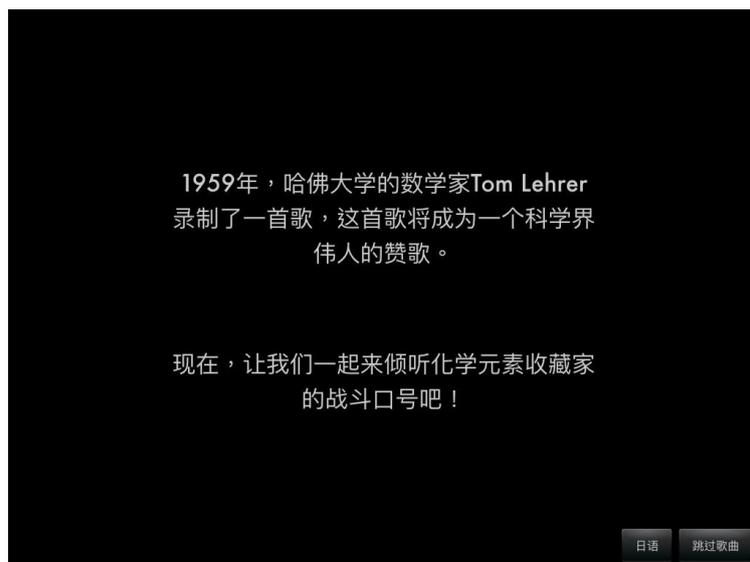


圖 6：元素週期表歌的字幕畫面，來自 ipad 平板截圖

### ■ Elements in Action APP：眼見為憑的化學反應

Elements in Action app 是葛雷於 2013 年上架，將週期表大多的元素以拍攝相關影片的方式呈現，讓讀者在使用的“the elements”電子書時不只看到 3D 圖片與其資訊，更能觀賞到生活中實際使用該元素的影片，一些課堂上不方便操作演示的實驗，如危險度高的碘加熱昇華、鹼金屬遇水爆炸、汞侵蝕鋁等，或是器材不易取得的氣體發光、製作金箔等實驗，利用此 app 除了可生動地展示實驗結果，也可在撥放時隨時暫停以便解說。此 app 亦支援 18 國的語言 (包含簡體及英文)。下圖為影片畫面。

## 臺灣化學教育



圖 7：Elements in Action app 中碘昇華的影片，來自 iPad 平板截圖

值得注意的是，在鹼金屬 Li、Na、K 遇水爆炸的影片說明上，由於金屬的重量、水溫等皆未固定，故遇水爆炸的劇烈程度與學理不一致。而部分具高危險性的影片是專業人士操作拍攝，觀看影片的時必須再次叮嚀同學，不可擅自嘗試，以免危險甚至觸法。

而其書籍“Reactions”也在 2017 年 10 月出版，此書即是以 app 拍攝之影片為雛型撰寫，先從元素和分子的簡要回顧談起，接著以一系列精采的套圖進行解說，包括化學反應的重要概念(能量、熵和時間)，接著介紹了化學反應的許多重要類型(燃燒、光合作用、呼吸作用、氧化和發酵等反應)，最後還展示了以及幾個重要的化學循環(如碳循環、鐵循環和石灰循環)。目前為止只有英文版本。

### ■ The Elements Flashcards APP：熟

### 能生巧

此免費之 app 於 2014 年上架，是以“ The elements” 裡出現的圖片為資料庫，設計問題，加強記憶之輔助型 app，主選單分為左半部的測試(Quiz)，與右半部的拖放(Drag&Drop)。下圖為 flashcards 首頁(<https://itunes.apple.com/us/app/the-elements-flashcards/id835885718?mt=8>)。



圖 8：flashcards app 的進入畫面，來自 iPad 平板截圖

點選「測試」後可選擇資料庫數量，建議一開始可先從數量較少的資料庫開始練習，接著挑選欲練習之項目：名稱(Name)、符號(Symbol)、分類(Group)、Picture(圖片)，共有四個項目可挑選。下圖

## 臺灣化學教育

為試玩畫面。



圖 9：試玩截圖，來自 ipad 平板截圖

選定其中一項後，app 會從設定的資料庫中挑選元素，讀者辨別後回答其名稱/符號/分類，接著點選畫面即可出現答案，並會針對讀者答對或答錯設計下一個問題，答錯的話同一提問就會多出現幾次，以加強記憶。下圖為試玩過程。

而畫面右上方點選語言(language)，可選擇欲顯現之文字(內建 18 國語言，含英文與簡體中文)，點選音量則可聽見該元素不同語言的發音，想要加強聽力也不失為一個好選擇。

而右半部的「拖放」則是將資料庫中的元素圖片打散，由讀者練習將其拖放回週期表的正確位置，此程式除了可辨認圖片是哪一元素外，還可幫助記憶元素在週期表的位置，又可免費下載，在教學上推薦師、生皆可下載練習。

## ■ Molecules APP：有限組合出無限

宇宙中存在的元素只有一百多種，然而分子的種類卻不可計數，如同西洋棋的棋子只有六種，但想要列出西洋棋所有可能的走法，可能連 AlphaGo 也辦不到。繼“the elements”、“Elements in Action”電子書 app 出版後，格雷於 2014 年在 ios 系統上架“Molecules”，除了緒論 Introduction 與虛擬分子 Wiggling Molecules 之外，依不同主題收錄了十四個章節，分別為：第 1 章 A House Built of Elements、第 2 章 The Power of Names、第 3 章 Dead or Alive、第 4 章 Oil and Water、第 5 章 Mineral and Vegetable、第 6 章 Rock and Ore、第 7 章 Rope and Fiber、第 8 章 Pain and Pleasure、第 9 章 Sweet and Double Sweet、第 10 章 Natural and Artificial、第 11 章 Rose and Skunk、第 12 章 Color me Chemical、第



圖 10：flashcards app 試玩過程，來自 ipad 平板截圖

## 臺灣化學教育

13 章 I Hate That Molecule、第 14 章 Machine of life。下圖為 Molecules app 首頁。

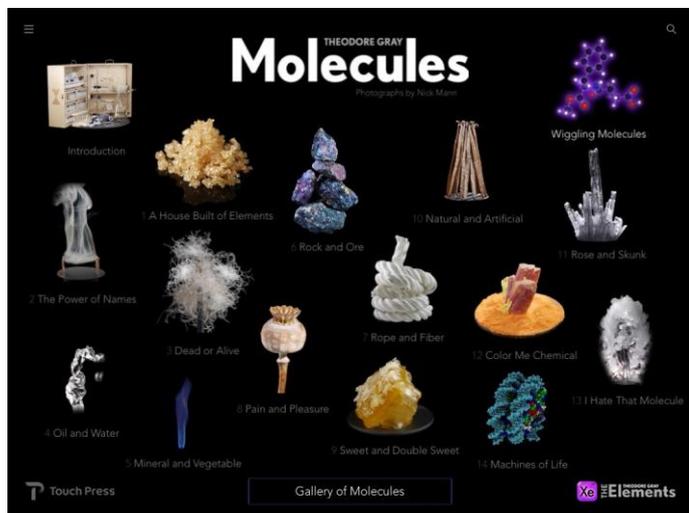


圖 11：Molecules app 首頁，來自 ipad 平板截圖



圖 11：Molecules app 中各種肥皂介紹，來自 ipad 平板截圖

此 app 剛開始使用時可能較不容易上手 (筆者下載後只用了幾次便擱置了好長一段時間，而後才漸漸體會其中美妙)，這是因為當中選錄的內容與章節的編排、與國內外教科書非常不同，據作者的說法，他挑選的章節、介紹的分子種類與編排順序並不是

基於「完整」，而是「有趣」。例如書中沒有一個介紹酸與鹼的章節，卻在第 4 章 Oil and Water 油與水中，大量介紹了酸鹼中和的產物：肥皂 (主成分為脂肪酸鈉鹽)，相關介紹如下圖所示。

另一例為第 7 章 Rope and Fiber 繩子與纖維中，格雷先提到棉花是由數公分內的棉花纖維交織而成，而棉花纖維是由纖維素的長鏈分子交錯而得，纖維素又由葡萄糖所聚合，而後葛雷展示了各種常見的合成纖維與動物纖維，最後說明了胺基酸的種類與蛋白質如何形成。若依照高中化學課本的編排，以上提及的內容會分別分散在基化二：生物體內的有機物、化學與化工以及選修化學的有機化學、聚合物。相關介紹如下圖所示。



圖 12：Molecules app 中各種纖維的介紹，來自 ipad 平板截圖

因此，與其說“Molecules”是教科書，還不如說是像百科全書般，收錄的內容雖然零散，卻是從作者的觀點，將知識依其歷史或製造方法等，一步步地介紹給讀者。然而

## 臺灣化學教育

筆者認為，先讀過課本巨觀的分類與嚴謹的介紹後，再以賞析的角度來讀“Molecules”，箇中趣味才能有更深的體會吧！由於 Molecules App 的作者與攝影師與“the elements”一書皆相同，因此 app 的實物畫面亦相當精美華麗。此此之外，又多了三大特色：第一是實物動態的呈現，讀者可由觸控螢幕控制動作(例如燃燒、冒煙、流動等)的快慢、定格操作。第二是在 wiggling molecules 章節中可將書中提及的分子結構點選觀看 2D 或 3D 圖，其中 3D 圖還可選擇棍棒或填充模型，最酷的是可由讀者控制在不同溫度下觀看分子的運動方式(移動、振動、轉動)，而點選 Info 則可看到該分子的組成說明、命名、分子式、熔沸點等訊息。相關介紹如下圖所示。

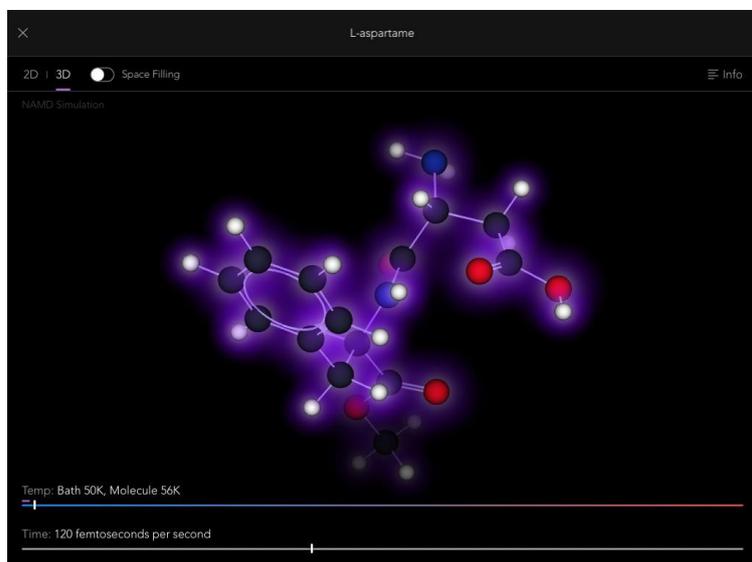


圖 13：3D 立體分子(阿斯巴甜)的運動方式，來自 iPad 平板截圖

第三是在主頁面下方的 Gallery of Molecules 中提供該 app 內提到的所有化學結構，且支援關鍵字搜尋，筆者在介紹有機分子時常使用此功能進行教學。美中不足之

處，是電子書目前只有英文版本，想看中文版本可能得再等等。好消息是，中文版的書籍「用得到的化學：建構世界的美妙分子」已在 2017 年 2 月出版了”。

## ■ 結語

如果說“the elements”一書賦予了週期表元素全新的呈現方式、“the molecules App”則體現了元素如何結合、構成我們周遭萬物，“Reactions”則展示分子間如何相互作用，形成化學反應。有如魔戒三部曲般，這三本書及其 app 的問世，可說是化學科普知識傳播的全新里程，然而故事還沒有結束，因為有趣的問題仍在持續產生……

## ■ 圖片來源及聲明

葛雷的三個 app，就目前化學 app 中屬於經典之作，在高中教學現場上也頗具實用性；相關介紹，純粹是個人肯定與推薦，其中無涉及商業行為與用途。文章附圖來自個人的所購買的 app 中截圖，所有相關畫面版權皆屬於 Wolfram Research, Inc. 及葛雷先生。若考慮教學使用，建議自行決定購買相關 app 與否。

## ■ 參考影片網址

- (1) Chemical fairness: help eliminate molecular prejudice | Theodore Gray | TEDxMaastricht  
[, https://goo.gl/aLYSri](https://goo.gl/aLYSri).

**臺灣化學教育**

- (2) The Elements ebook for iPad ,<https://goo.gl/Sh8WcJ>.
- (3) Building the First "Periodic Table Table" with Theodore Gray , <https://goo.gl/jzGC5A>.
- (4) Molecules by Theodore Gary , <https://itunes.apple.com/us/app/molecules-by-theodore-gray/id923383841?mt=8>