

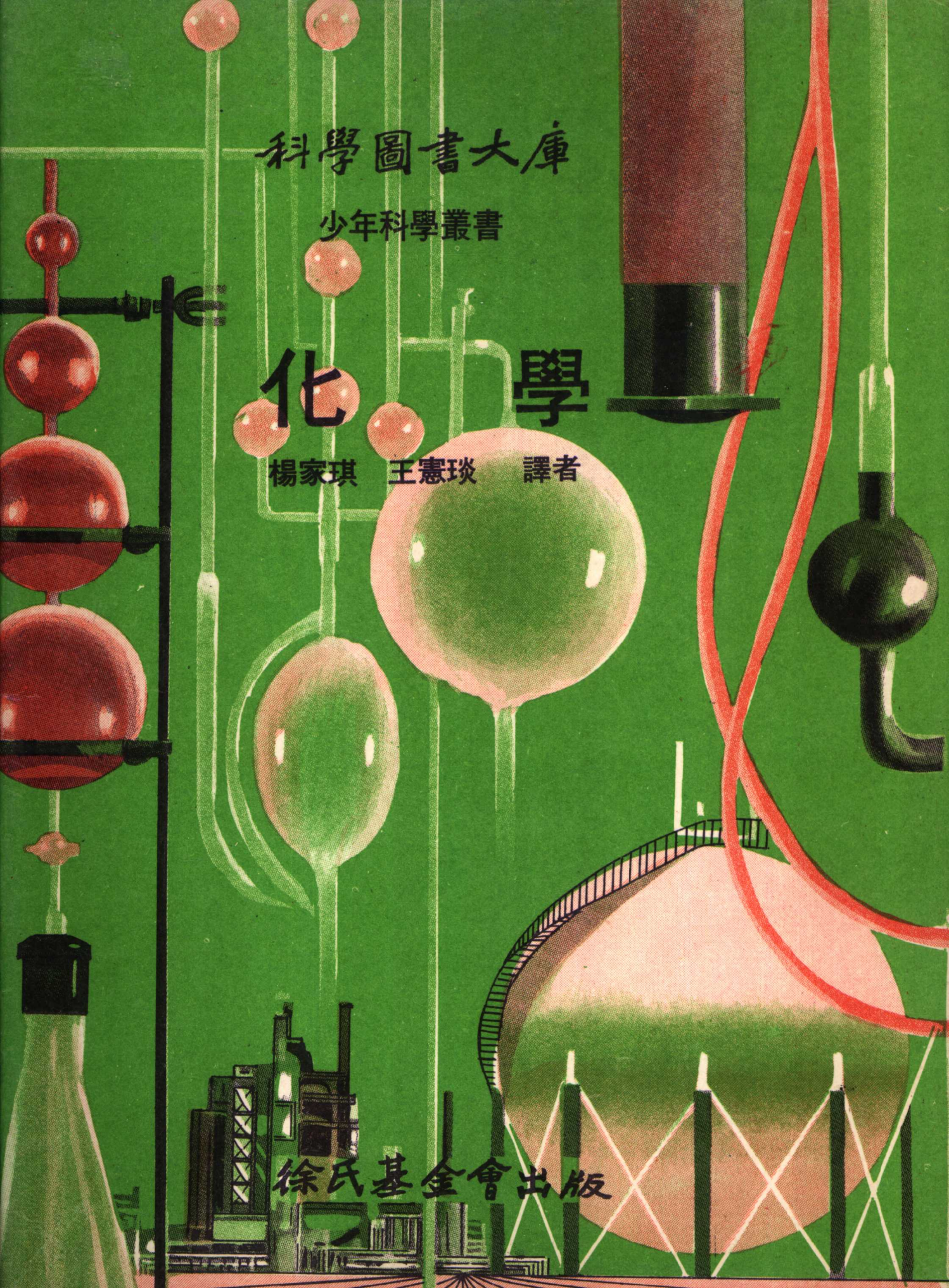
科學圖書大庫

少年科學叢書

化學

楊家琪 王憲琰 譯者

徐氏基金會出版



美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員

編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有
不許翻印

中華民國六十一年 月 一日再版

少年科學叢書

化學

定價 新台幣 十五元 港幣二元五角

譯者 楊家琪 東海大學化學系教授兼系主任

王憲琰

本出版部經內政部核准登記登記證為內版台業字第1347號

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱3261號 電話783686號

發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林碧鏗 郵政劃撥帳戶15795號

印刷 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段151號 電話979739號

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啟發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啟導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啟發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類顯目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。掬誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

AWT 311 116

前言

物質是由甚麼做成的？這是「少年科學叢書—化學」這本書所談到的一個極重大的問題。由於這世界上的物質太多了，回答這問題真是有點兒棘手。但是幾世紀以來，人類一直不斷地嘗試着尋找這問題的答案。遠從古代的鍊金術士到今日的原子科學家，這一段時期內化學家們研究工作的成果是極其驚人而有價值的。

一度人們曾相信所有物質的組成物皆不外乎土地、空氣、火和水。漸漸地，由於新發現的增多，現在我們知道這四種「積木」的觀念是不正確的。事實上現在已至少知道有一〇三種不同的「積木」存在在這世界上！這本「少年科學叢書—化學」說明了科學家們怎樣在化學的歷史過程中促成了新的發現，同時也對一些通常使人們迷惑的問題作了合理的解答。

尤有進者，讀者在研究本書時，也許會產生一種問題未被圓滿解答時的迷惑感。這種感覺會激勵更多的科學家，促成更多的發現。譬如，爲甚麼一種常見的元素，碳，會以如此多的形態存在？有時它是煙囪中的黑灰，有時它又是鉛筆的筆心——石墨，最驚人的還是有時它竟是美麗而燦爛的鑽石！同樣使人震驚的是一種綠色氣體和一種銀色的固體金屬能互相結合成一種白色的結晶——我們日常用的食鹽。

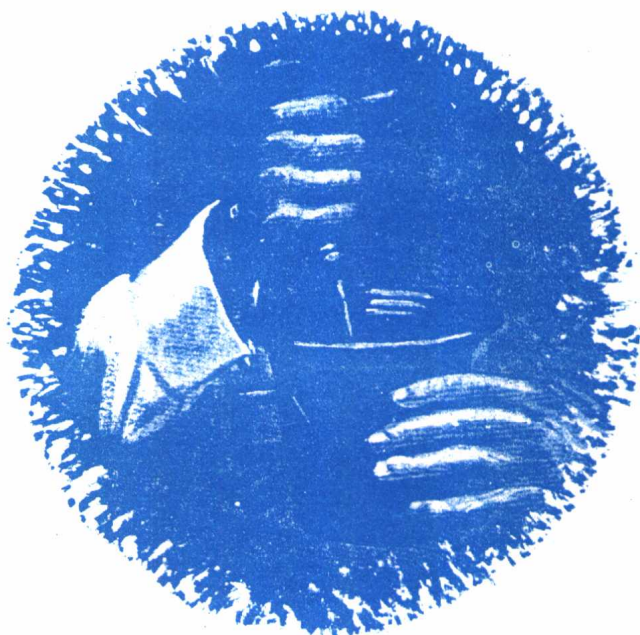
本書中也談及一些有特殊興趣的實驗，可供讀者們在家中或在學校裏實習之用。這些實驗使年青的學生們能像任何化學家一樣，來發現一些物質的奧妙。無論化學研究的對象有多廣——包括金屬、酸、鹼、鹽類、食物、藥品、塑膠、生物或無生物等，但它總是脫離不了一種基本東西——物質。這本書實在是一本淺顯而帶有介紹性的參考書。它也是我們正在增加中的「少年科學叢書」中的一冊。

目錄

甚麼是化學	4	一些有趣的元素	24
化學的始祖	7	甚麼元素能在黑暗中發光？它 是怎樣被發覺的？	24
化學是怎樣開始的？	7	爲甚麼磷對人類有用？	26
「化學」一詞是怎樣來的？	9	甚麼是地殼中存量最豐富的元 素？	26
甚麼是鍊金符號？	10	氧是怎樣製成的？	28
鍊金術的結局怎樣？	11	人體怎樣消耗氧？	28
化學的語言	11	爲甚麼鑽石那樣硬？	29
物質	11	當你用鉛筆寫字時，甚麼東西 顯出了筆跡？	30
甚麼是物質？	11	木炭是怎樣製成的？	30
甚麼是物質的三態	12	煤是怎樣來的？它是怎樣形成的？	31
怎樣將物質從一種物態變爲另 一種物態？	12	從煤中怎樣製取其他有用的東 西？	32
化學元素	14	現時期最重要的元素是甚麼？	32
甚麼是化學元素？	14	人類怎樣把鐵做成有用的東西？	34
化學符號	14	鋼是怎樣製成的？	35
甚麼是化學符號？	14	有機化學	36
化學元素一覽表	15	甚麼是有機化學和碳化學？	36
化合物	16	一個夢如何解決了一個重要的 化學問題？	37
甚麼是化合物？	16	植物供給了我們甚麼？	39
化合物是如何製成的？	17	植物怎樣得到它們的食物？	41
有些甚麼其他方法可用以製造 化合物	17	葉綠素：它的作用是甚麼？	42
原子和分子	19	甚麼是氧——二氧化碳週期？	42
甚麼是原子？甚麼是分子？	19	怎樣證明植物製造了氧氣？	43
原子怎樣結合成爲分子？	20	化學的分類	44
混合物	21	甚麼是農業和食物化學？	44
甚麼是混合物？	21	甚麼是無機化學？	46
混合物和化合物有甚麼不同？	22	甚麼是生物化學？	46
甚麼樣的混合物不是一個混合 物？	23	甚麼是醫藥化學？	46
溶液和混合物的異同點在那裏？	23	今天是否仍然缺乏新的化學家？	47
化學家如何製造新的化合物？	23		
我們的味覺從何而來？	24		



原始人類可能從自然環境中學得用火的常識。從他們對於火山、閃電和日光的觀察，他們發現了火可以用來做許多事情。所以原始人類可算是最早的化學家了。從那時到現在，化學的進步是很驚人的。



甚麼是化學？

環顧一下你家的四周，如果你看不到一些化學做的東西恐怕是不可能的事。化學家們知道怎樣製成灰泥來粉刷牆壁，也許你家的牆壁是用油漆漆的，但是油漆中的油料和顏色也還都是化學家們所製成的。

也許你們所穿的某些衣料，所用的地毯、窗簾，或者沙發和椅子的墊套也是由人造絲、尼龍或其他化學家們所發明的人工纖維所織成的。

廚房中的食物在買進來時是新

今日化學的產品



鮮的，這是因為化學家們用了防腐的藥劑，防止了食物的酸敗。化學家們同時也製成了殺蟲劑，農人們可以用來殺死水果上或蔬菜中的害蟲。也許現在你們家裡正在燒菜，燒菜也是化學的一部分哩！

在洗澡間裏有肥皂和消毒劑。生產這些東西的人如果沒有化學常識，就不可能製造出這些產品。

也許你還有塑膠製成的玩具，如果沒有化學，塑膠這東西也不會存在。

如果沒有化學，印這本書的紙張將是骯髒而帶有棕黃色斑點的東西，你會看不清楚上面所寫的字，此外用來印這些字的油墨也是化學家們所製造的。

這些和化學有關的東西，沒有一樣是在自然界可以找到的，也沒有一樣可以從植物中生長出來，或從地下挖出來，那麼它們究竟從什麼地方來的呢？原來化學家乃取自植物所長的，動物所有的，以及來自土中、空氣和水裡的，並將這

些自然產物變化成各種你我家中都有物品。這種將一種東西變為另一種東西便是化學的精要所在。譬如尼龍乃以煤、空氣和水為原料而製成，有些油漆則是由黃豆製成的。

化學的另一主要任務是：嚴謹地描述許多物質及其成分。一個化學家如果發現或製成某一物質，他必須要小心地說明它的情狀及組成，使其他化學家對此物質能有所認識，因此並能加以製造。一個化學家如何說明物質呢？他要說出物質的顏色以及輕重，光亮或暗淡，堅硬或是柔軟。他也應說明這物質是固體、液體或氣體。這物質放在水中時是浮於水面或是沉到水底。它是否溶於水中、酒精中或其他液體中。當加熱時，它會不會發生什麼變化等等。諸如此類的問題，統稱為物質的「性質」。

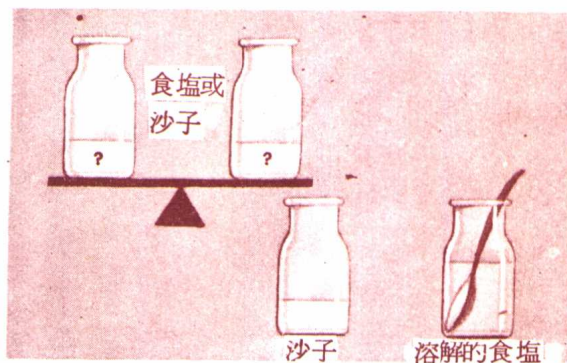
現在再看看這些瞭解對我們有什麼用處，假如你手裡有二個玻璃瓶子，其中一個瓶子中裝了食鹽，另一個裝了乾淨潔白的沙子，而你不知道那個瓶子中裝了食鹽，那個瓶中裝了沙子，當然你不願意沙子放到食物中去，所以你必須想一個方法分辨出那個是那個。

二個瓶子中的東西看起來都差不多，所以你只用眼睛看，是沒有辦法分辨出來的。假如你去問一位化學家，食鹽和沙子那個比較重，他就會告訴你沙子比較重，但是事



實上沙子比食鹽也重不了多少，如果把二個瓶子其中一個放在左手，另一放在右手，你仍然感覺不出來那一個比較重。

這位化學家最後也許會告訴你食鹽很容易溶解在水裡，而沙子一點也不溶，現在你知道你所要做的，只是把其中一個瓶子中的東西拿出一小撮來，放在一杯水中，然後加以攪拌，如果這東西溶解了，便是食鹽，否則便是沙子。



食鹽能溶解於水中，而沙子不能。



古時的埃及人在公元前一五〇〇年就知道怎樣鑄造青銅。上圖是埃及古墓中的一幅圖，顯示了兩個工人正在舉起一個燒杯，將金屬倒入容器中。背景是一只火爐，在地上的是一具腳踩的風箱。

埃及人在很早以前就有了香料。這幅古墓中的繪畫顯示了女人們正在配製香水。

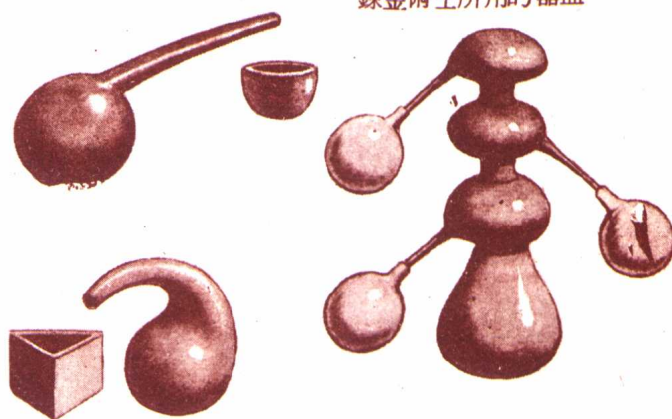


化學的始祖

化學是怎樣開始的？

在人類瞭解化學這門科學很久之前，他們已經在應用它了。譬如，古代的埃及人在三千年之前便知道鍊鐵的技術。鐵金屬與其他物質形成一種紅棕色的岩石，存在於地層中，稱之為鐵礦。埃及人從鐵礦中把鐵分離出來，其過程必須用到化學的知識。埃及和其他數種居住於地中海沿岸的古代民族，開發過金、銀、錫和銅礦。他們知道怎樣混合銅和錫以製成青銅。青銅是一種堅硬的金屬，但是很容易將之製成有用的東西。古代民族並用青銅做成了矛、劍、鐘、號角、冑甲

鍊金術士所用的器皿



、戰車、椅子、鍋、盤和其他許多東西。將銅和錫以正確比例混合以製成青銅也是化學的應用。

古代埃及人還會製造玻璃、磚瓦、松節油、肥皂和染料。製造以上任何東西，也都要用到化學的知識。古埃及人所製的東西極為精美，一些從地下挖出來有色的玻璃和瓦片，雖然被埋藏了幾千年，但是它們的顏色還是和在當時裝飾埃及法老王宮殿時一樣的鮮艷。在有色的瓦片上有古埃及的圖畫，這些圖畫中有船帆，船上塗着鮮明色彩的線條，

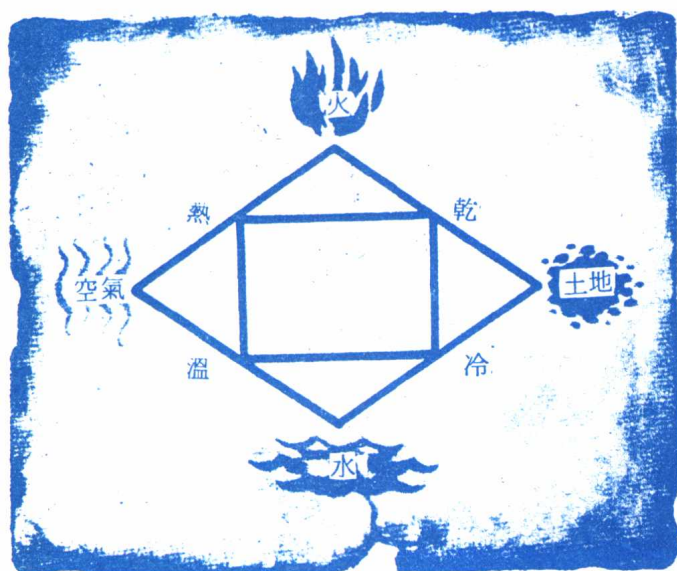
鍊金術士，今日化學的始祖，嘗試着用各種其他金屬製成黃金。並且想找出一種喝了長生不老的飲料和能溶解任何東西的液體。他們實驗室的牆壁上塗滿了各種神秘的符號。他們嚴謹而辛勤地在工作。有些他們所用的器皿至今人們仍在使用着。

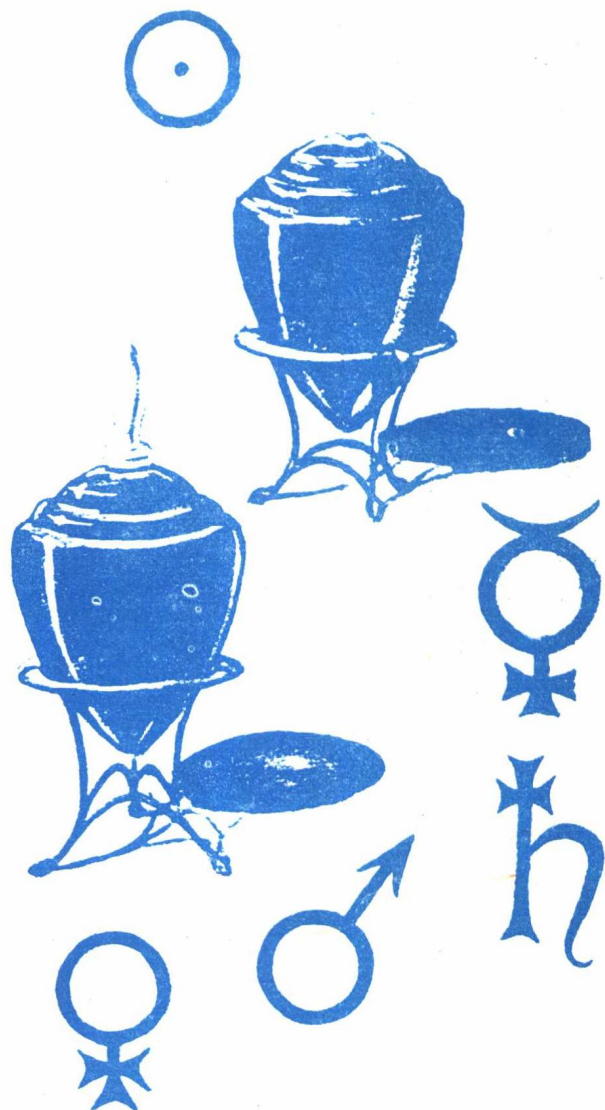
船上的貴族們，不論男的或女的，都穿着美麗彩色的衣服。這些都證明了古埃及人知道怎樣運用化學的知識來做許多事情。

羅馬人知道如何製造水泥，他們能製造出非常好的水泥，有些二千年前他們建造的道路和溝渠，現在仍然可以使用。水泥的硬化也是一種化學程序，這證明了羅馬人也知道應用化學的原理來製成有用的東西。

從前有一個聰明的古希臘人，名叫顏彼得可利斯，他說任何物質都由四種東西，叫做元素所合成的，它們是土地、空氣、水和火。在顏彼得可利

斯之後二千年中，一些人嘗試着用不同的方法來合併這四種元素，以得到不同的新物質。幸好，爲了化學的將來，那時所認爲的土地原來包括了一切固體，如礦物、金屬，鹽類、玻璃或是木材等。同時他們也認爲一切氣體都是空氣，所有液體都是水。





一瓶瓶有顏色的液體，還有鍊金術士們所用的具有代表性的彩色，在今天的藥劑界仍然是一種專用記號。

「化學」一詞是怎樣來的？

以上所說的這些人最感興趣的還是怎樣把便宜的金屬，如鐵、錫、鉛等變成黃金。他們這種觀念是怎樣來的呢？原來另有一個古希臘人，名叫亞里斯多德，在他的著作中曾經說過：任何東西都有它變為完美的可能性。而當時黃金被認為是唯一完美的金屬，所以許多人推

斷不完美的金屬都可能變為黃金——如果有人知道怎樣去變的話。如果真有人知道怎樣去變，這是一個多好的變為富有的方法！知道這個秘法的人立刻就會比誰都富有。要得到數百磅的鉛並不難，可是有多少人能擁有一盎司的黃金呢！

這種想將比較不值錢的金屬變為黃金的工作就稱為鍊金術，做這種工作的人則稱為鍊金術士。從這

二個古希臘字我們得到了今天所用的二個英文字，化學和化學家。由於他們這種工作，鍊金術士有個綽號叫做「金厨子」。在許多國王和貴族的宮庭中，這些金厨子都有很崇高的地位。有一位國王在他宮殿附近建有六個小石室，裡面有很大的鎔爐，專供皇宮裡面的鍊金術士們使用。

除了黃金之外，還有另外二種東西，鍊金術士企圖能在他們的實驗室中製出來；一種是能溶解任何東西的液體，但他們從沒有想到這種東西也同樣會溶解儲存液體本身的瓶子或容器。另外一種他們所要尋找的東西是一種飲料，可使老人喝了以後變得年青，也會使每個喝了它的人長生不老。

這些鍊金術士白費了幾百年的工夫，始終沒有發現他們所要找的東西，他們在被煙燻黑的實驗室中工作，裡面充滿了由於沸騰液體和燃燒粉末所產生的臭氣和怪味，屋子的石壁上寫滿了神奇的被認為有奇效和魔力的記號。鍊金術士的鎔爐中火燄的紅光投出了奇異的暗影



，也產生了怪誕的閃光跳躍在各式各樣的玻璃器皿上，好像鍊金術士們正在加熱他們的佳釀哩。

什麼是鍊金符號？

鍊金術士們找到了一些材料對他們的工作有特殊的用途，同時也發現了一些新的材料。他們想把这些知識對鍊金術士以外的人保持秘密，所以他們發明了許多記號或符號，這些符號代表了他們工作中的金屬和其他物質的名字。

下面便是鍊金術士們塗在他們實驗室牆壁上的一些符號，鍊金術士們想以符號使外行人覺得他們的神秘和重要。除了鍊金符號之外，下面表中也說明了這些符號所代表的東西。



金



銀



銅



鐵



錫



鉛



汞



硫



鋅



砷



銻



水



火



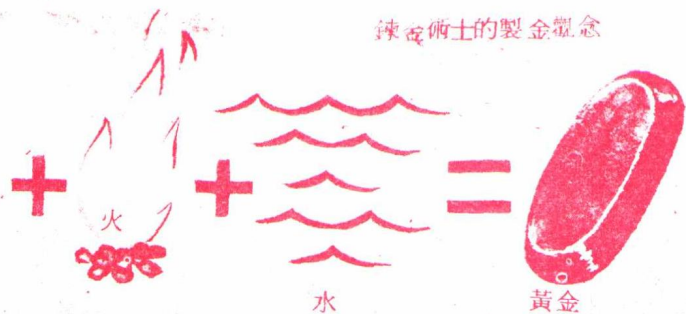
鹽



樟腦



尿



鍊金術的結局怎樣？

有些鍊金術士不大誠實，他們很狡猾地放了些小金塊在他們的鎔爐中，然後在那些投資人面前，這些鍊金術士就妄稱說在他們某次實驗中「發現」了金塊，於是他們就要求更多的錢做更多的實驗。他們宣稱如能做更多的實驗，他們一定可以找到一個由爐灰中得出大塊黃

金的方法。

另外一些鍊金術士是誠實的，在他們好幾百年沒有結果的實驗中，他們蒐集了很多關於他們工作方面有用的資料，他們記下了很多物質在混合時、加熱時、或震盪時的反應，他們也知道了某些液體可以把金屬或其他物質溶解，而另一些液體可以溶於其他東西中。他們記下了物質的重量、顏色、和其他許多事實。

從最後一個鍊金術士放棄了他無望的實驗一直到現在，也不過只有二百多年的時間。但是他和更早的鍊金術士們所蒐集的資料構成了一門大學問，其中有些知識更變成了今天化學這門真實科學的基礎。

化學的語言

任何科學都有它本身的語詞，以討論有關的事物和觀念。當化學家討論到他們的工作時，他們所用的語詞稱為「化學名詞」，如果想要瞭解化學這門科學，則必須先知道這些化學名詞。

物質

什麼是物質？

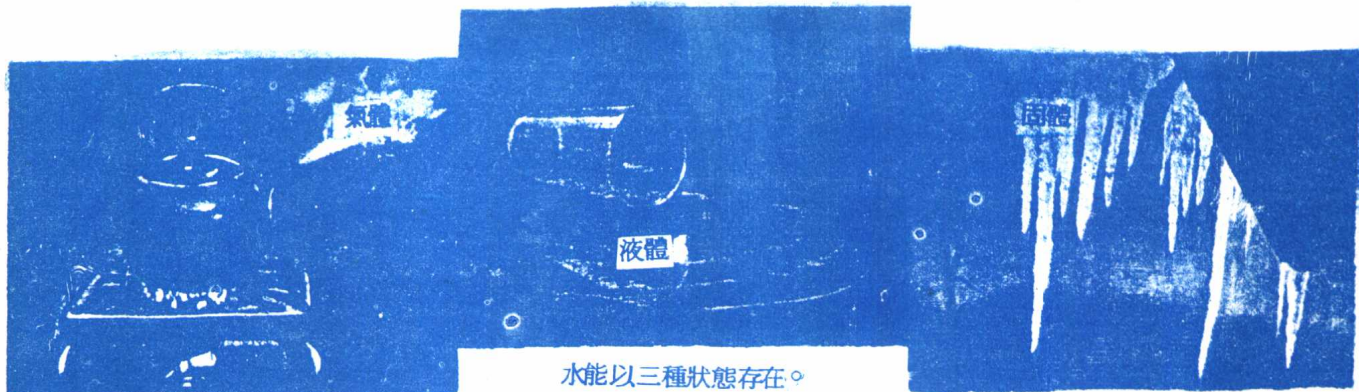
第一個我們要知道的字就是「物質」。當一個化學家談到物質時，他指的是任何有重量的東西，他所能看到的或觸到的東西都是物

任何有重量的東西都是物質。



質，這本書、你的鼻子、冰淇淋、一塊石頭、水、牛奶、空氣、太陽、日光和星星等都是物質的實例。

有沒有什麼東西不是物質呢？有的，無線電波、電視波和熱都是沒有重量的東西，所以它們都不是物質。同時，觀念和感覺也都不是物質，愛國心、愛情、哀傷、記憶力和白日夢等都沒有重量，所以都不是物質。



什麼是物質的三態？

這個世界上的物體似乎都是由無窮盡而不同種類的物質所構成的，其中有木材、紙張、金屬、橡膠、布料、塑膠和其他很多材料。我們有粗糙和光滑的物質，亦有堅硬和柔軟的物質，而且所有的物質都有它不同的顏色和形狀。我們有幾百萬種不同的物質，但是，化學家把所有的物質分成了三大類：固體的物質，液體的物質和氣體的物質。每一類物質均稱之為一種「物態」。一塊岩石和一隻棒球是固態物質的例子。水、牛奶和汽油代表了液態的物質。空氣則是氣態的物質。

怎樣將物質從一種物態變為另一種物態？

將二、三塊冰塊放到一個空茶壺中，然後將這茶壺放在微火上，並將壺蓋拿掉；在茶壺裡面有什麼

發生呢？原來冰溶化了，冰塊變成了水，這是一種固體變成液體的實例。

再把壺蓋放回茶壺上，然後用火加熱，當水在茶壺中沸騰時，可以看到一股白氣從壺嘴中冒出來，這股白氣就是水蒸氣，也就是水在氣體時的狀態。（不要讓手去碰這水蒸氣！它會燙傷你的手）。

水蒸氣是由很多極小的水滴組成的，當水蒸氣離開壺嘴與外界比較冷的空氣接觸時，氣體（水蒸氣）就變成了液體（水），如果你要證明冷却中的水蒸氣可以變成水，可將一條毛巾纏住一支湯匙的把手，然後將湯匙的底部放到水蒸氣中（小心！），一滴滴的水便在湯匙上形成。

如果你再將匙中所收集的水滴放到冰箱中的凍箱部份，水又變成了冰，這就是物質由液態變成固態的一個例子。

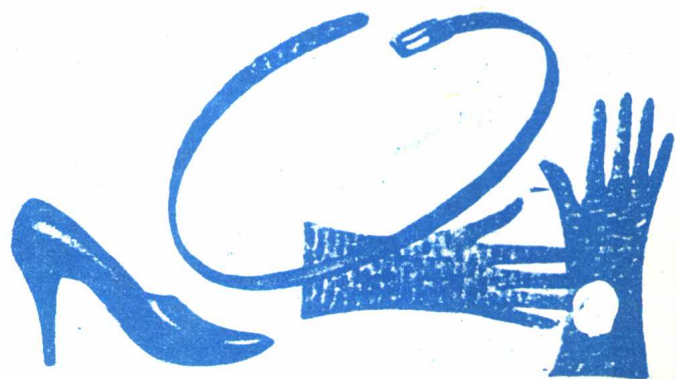
大部份的物質可以三態中的任一態存在。鐵可以被溶化，由固態變為液態。把鐵加熱到華氏 2800 度時（通常室溫只有華氏 70 度！）鐵就溶化成為液體，再將液態的鐵

加熱至華氏 5400 度，鐵便沸騰變為氣體了。

你也許見過在汽水裡的氣泡，這些氣泡是由一種無害的氣體，二氧化碳所組成的。如果你能夠把這種氣體放到一個密閉的容器中，然後將溫度降至華氏零下 69 度，氣體的二氧化碳就會變成液體的二氧化碳。如果你再將溫度降至華氏零下 110 度，液體的二氧化碳又會變成固體的二氧化碳。也許你已經見過固體的二氧化碳，它又被稱為「乾冰」，街上的冰淇淋小販常常利用它冰凍的效果以使冰淇淋在熱天中也不容易溶化。

也許你已經猜到了使物質由一種狀態變為另一種狀態，只要改變物質的溫度即可，這是對的。加熱和冷卻是化學家們所最常用的方法以使物質由一種狀態變為另一種狀態。

獸皮經過鞣皮的步驟便可製成皮革。從前的鞣皮人首先將獸皮浸在鹽水中以去掉血和髒物，然後搓以石灰將獸毛去掉，再把獸毛洗淨掛在盛有鞣皮溶液的大桶裏。鞣皮溶液是用樹皮、樹葉、木頭和堅果浸在水中而製成。最後再以油類搓皮使之柔軟。現在這些老步驟已經被一些新的方法取代了（右圖）



化學元素

什麼是化學元素？

我們記得古希臘人顏彼得可利斯曾經說過，世界上所有的東西都由四種元素所組成，這四種元素就是土地，空氣，水和火。現在元素的定義則是：任何不能分為更單純的東西。鍊金術士們當時曾用過很多種固體物質，這些固體物質他們相信都是屬於土地這一元素的不同形式，但不久他們便知道很多這些固體物質都能夠被再分為更簡單的東西。這證明了土地並不是真正的元素。相反地，鍊金術士們已經知道元素有金、銀、銅、鋁、錫、水銀、銻、硫、砷、磷和碳等。也許你已知道上面很多元素古埃及人已早有所瞭解，他們同時也知道硫和碳。水銀可能在公元後三百年左右由希臘人史猶扶拉斯發現，至於砷

和銻則是在中世紀時期發現的。

在十八世紀時，當化學已正式成為一門科學的時候，化學家們開始發現新的化學元素。新元素的發現一直在繼續着直到化學家們在土地和空氣中找到了九十二種不同的元素。最近，化學家更知道怎樣以人工方法製造新的元素，到目前為止，元素的種類已增到了一〇三種，在十五頁的表中可以找到迄今為止所有元素的名字。

化學符號

什麼是化學符號？

在十五頁的表中，每種元素名字的後面有一個或兩個英文字母。例如，在鈣後面有Ca 兩個字母。這兩個字母就是鈣元素全名的縮寫

如果你的體重是一百磅，你的身體大概是由 65 磅的氧，18 磅的碳，10 磅的氫，3 磅的氮，2 磅的鈣，和 1 磅的磷所組成的。剩下的磅數包括了鐵、鋅、鉀、鈉、氯、氟、溴、碘、鎂、錳、銅、鉻、鉬、鈦、鋁、鎳、硫、磷、硼、鎳、砷、鈷、矽、鋰、鋁、錫和鋇。一起算起來，你的身體中有 33 種元素。

