

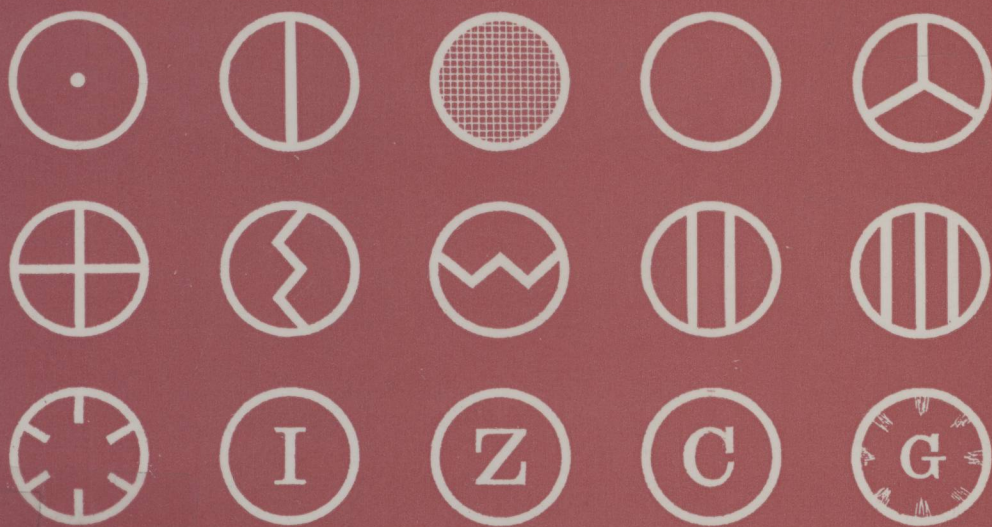
依據最新課程標準編輯

高中化學原理

(含實驗指導)

第一冊

黃明隆 賴文雄
編 著



東華書局印行



版權所有·翻印必究

中華民國七十四年九月初版

中華民國七十五年八月三版

高中化學原理(一)(全四冊)

第一冊 定價新臺幣壹佰壹拾元整

編著者 賴文雄 黃明隆

發行人 卓 鑫 森

出版者 臺灣東華書局股份有限公司

臺北市博愛路一〇五號

郵撥：00064813

印刷者 合興印刷廠

行政院新聞局登記證 局版臺業字第〇七二五號

(74059)

目 錄

第一章 緒 論	1
1-0 學習目標	1
1-1 化學簡史	1
1-2 物質的性質與種類	7
1-3 我們周圍的化學過程	12
1-4 化學技術的影響	13
綜合問題 (附詳解)	16
第二章 化學計量	21
2-0 學習目標	21
2-1 假說, 理論 (學說) 與定律	21
2-2 化學之基本定律與原子學說	21
2-3 原子與分子	30
2-4 化學上基本量的討論	40
2-5 氣體的莫耳體積	59
2-6 元素與化合物	64
2-7 化學式	67
2-8 化學反應	75
2-9 化學計量	82
2-10 化學反應與能量關係	95
綜合問題 (附詳解)	118

第三章 大 氣	149
3-0 學習目標	149
3-1 大氣的起源及其組成	149
3-2 大氣在物質中轉移的任務	155
3-3 氮	160
3-4 氧	164
3-5 二氧化碳 (CO ₂)	169
3-6 液態空氣與惰性氣體	171
3-7 空氣污染及其防治	173
3-8 理想氣體方程式	177
3-9 氣體的分壓和擴散	206
3-10 氣體分子動力論	228
綜合問題 (附詳解)	238
第四章 水	279
4-0 學習目標	279
4-1 水的性質	279
4-2 水的重要性	297
4-3 自然水與其處理法	299
4-4 水的污染及其防治	309
4-5 水的電解和氫	313
4-6 海水資源	321
綜合問題 (附詳解)	331
第五章 溶 液	343
5-0 學習目標	343
5-1 溶液的重要性	343
5-2 溶液濃度的表示法	352
5-3 純質相的變化	371

5-4	理想的溶液	387
5-5	理想溶液之沸點上升與凝固點下降⇒拉午耳定律之應用	399
5-6	滲透壓	408
5-7	溶解度	412
5-8	電解質的溶液	419
	綜合問題 (附詳解)	430
	實驗指導	472

第 1 章

緒 論

§ 1-0 學習目標

化學 (chemistry) 是研究物質的性質，組成，結構及物質相互間變化關係的科學。化學是人類在漫長的歷史過程中，從反覆觀察，歸納和實驗中逐步發展出來的。人類從環境中獲取物質，製造所需物品改善生活，但能源與資源的消耗，環境的污染是我們目前要面對的一件極為重要的課題。

§ 1-1 化學簡史

1. 火的使用：是人類走向文明途徑上的首件大事。
 - (1) 人類開創了使用火的歷史。
 - (a) 中國古代傳說中有「燧人氏鑽木取火」。
 - (b) 古希臘神話中，巨人波羅米修斯 (Prometheus) 冒生命的危險，從天庭為人類盜取火種。
 - (2) 人類開始擺脫了生食的原始習性，知道如何取暖和照明。
 - (3) 利用火力提煉物質和鑄造器具的技巧，大幅提高生產力，改善生活品質。
2. 人類文明進化史：
 - (1) 歷史學家通常按照人類使用工具的能力區分為石器，銅器及鐵器時代。
 - (2) 人類利用火煨燒陶瓷，提煉藥物，學會冶金。

3. 「原始的化學」：

- (1) 「原始的化學」是人類從製造東西，提煉和精製物質的過程以及不斷的嘗試中，一點一滴的堆積起來的。
- (2) 在中國歷朝帝王想求「長生不老」，遂方士們「煉丹術」大行其道。
- (3) 十七世紀，西方術士們，大搞「煉金術」夢想「點石成金」，但煉金雖然失敗，却學會了實驗的技巧和觀察事物變化的能力，現代化學的雛形就在此基礎上逐漸形成。
- (4) 希臘人，主要以亞里士多德 (Aristotle, 384-322 B.C.) 及柏拉圖 (Plato, 427-347 B.C.) 為首，曾謂自然界之一切均由四種元素：火、土、空氣及水所組成。
- (5) 古代中國方士亦有陰陽（宇宙二元論），五行（金、木、水、火、土為元素論）之說。

註 五行之說：

金生水，水生木，木生火，火生土，土生金。
金剋木，木剋土，土剋水，水剋火，火剋金。

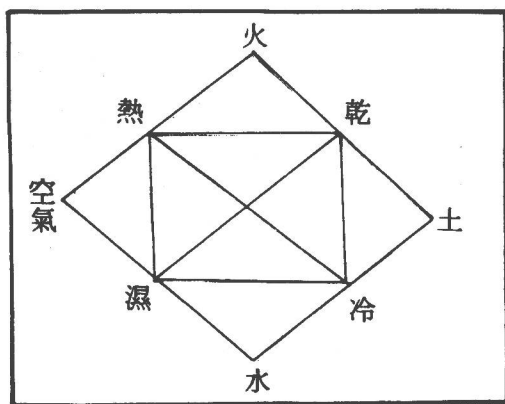


圖 1 - 1 希臘人的四種元素及此等元素所組成之四種性質圖解。

(6) 關於燃素說：（錯誤的）

- (a) 中世紀西洋煉金術士認為燃燒現象的發生是物質與「燃素」 (phlogiston) 結合的結果，當金屬在高溫加熱後，重量的增加表示金屬與燃素的結合而增加的重量就是燃素的重量。但這種說法，對於木材的燃燒就難以說明了。因為木材燃燒後的灰燼一般都比原來的重量輕，因此就有「負燃素」的說法，表示燃素結合後逃逸了。
- (b) 1774 年普里斯萊 (Josoph Priestley) (1733 ~ 1804) 用凸透鏡聚

光將水銀的紅色金屬灰（氧化汞，三仙丹）加熱，產生水銀及一種氣體（氧氣），他發現物件在該氣體中燃燒比在空氣中更為猛烈。他稱這種氣體為“脫燃素的空氣（dephlogisticated air）”。



圖 1 - 2 普里斯萊(1733-1804) 在 39 歲時對化學發生興趣。因為他與一釀酒廠比鄰而居，所以能拿到二氧化碳，起初研究這種氣體，以後又擴展至其他氣體。於 1794 年移民至美國賓州。

4. 化學的進展

- (1) 1775 年法國化學家拉瓦錫 (Antoine Laurent Lavoisier 1743 ~ 1794) 從燃燒 (combustion) 實驗中，推定燃燒是物質與「氧」結合之反應，進而推翻「燃素說」。
- (a) 他把「氧」稱為「酸素」（錯誤的）。
- (b) 1789 年他提出質量守恒定律。
- (c) 他被人尊稱為近代化學之父。
- (2) 現代物質科學的基礎——道耳吞原子說

道耳吞 (John Dalton 1766-1844) 從一系列的實驗結果（研究氣體在水中溶解度），認為質量守恒，定組成定律只有利用原子才能加以說明，因此將古代原子說加以略加修改而於 1803 年發表了舉世聞名的原子說。

〔註〕約 400 B.C. 古希臘哲學家德莫克列特士 (Democritus) 認為物質不是連續的，物質是由微小的，不可分割的原子 (atoms 希文意即不可分割) 所組成。在這二千年間並無突破，主要是受亞里士多德觀念所埋沒。



圖 1-3 拉瓦錫(Antoine Lavoisier) (1743-1794) 領導的研究推翻燃素學說而誕生現代化學。不幸他的一生斷送在法國大革命中。他是一位法國貴族，在 1794 年被處斬。他現在被推崇為現代化學之父，因為他信賴於他的仔細控制的實驗上，而且使用定量的測定。

- (3) 十九、二十世紀科學家的實驗，研究，發明使得物質科學得到了很大的突破。
- (4) 量子力學：1920 年代科學家逐漸了解到既有的理論無法敘述原子或更小粒子的運動，因而創立了量子力學（其間 de Broglie；Schrodinger；Heisenberg 貢獻良多。）
5. 歷史的回顧：列舉有重要創見之人物及事蹟。
- (1) 1774 年（英）普里斯萊（Priestley）：加熱氧化汞得氧。
 - (2) 1789 年（法）拉瓦錫（Lavoisier）：提出質量守恒定律。
 - (3) 1803 年（法）普魯斯特（Proust）：提出定組成定律。
 - (4) 1803 年（英）道耳吞（Dalton）：提出原子論。
 - (5) 1808 年（英）道耳吞（Dalton）：提出倍比定律。
 - (6) 1808 年（法）給呂薩克（Gay-Lussac）：提出氣體化合物體積定律。
 - (7) 1811 年（義）亞佛加厥（Avogadro）：提出亞佛加厥定律（假說）。
 - (8) 1869 年（俄）門得烈夫（Mendeleev）：提出元素週期表。
 - (9) 1896 年（英）貝克勒（Becquerel）：發現鈾礦放射性。
 - (10) 1897 年（美）湯姆遜（J.J. Thomson）：確認氣體放電管中之電子流。



圖 1-4 約翰道耳吞(1766-1844)是一位貧苦的英國織工之子。道耳吞在十二歲開始做教師，他的歲月大多數是在 Manchester 渡過的，同時在學校及學院中教授文法。他畢生興趣在氣象學使他研究氣體以及化學，1803年提出原子論。



圖 1-4 門特烈夫。門氏由非常貧困開始至位躋十九世紀科學界的崇高地位。誕生於西伯利亞。門氏在科學與數學方面證實是一位優秀的學生而且終於能在法國及德國研究。他在聖彼得堡大學做化學教授多年，於 1869 年提出元素週期表。

(1) 1907 年 H. N. McCoy 及 W.H. Ross ; 發現同位素。

(1913 年 Frederick Soddy 提出同位素 Isotope 之名稱。)

(2) 1911 年 (美) 拉塞福 (Rutherford) ; 證實原子核存在 (α 粒子散射) 。

(3) 1913 年 (丹麥) 波耳 (Bohr) : 應用量子理論解釋原子模型。

(4) 1919 年 (美) 拉塞福 (Rutherford) : 確認質子, ${}^1_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$

105 1932 年 (英) 查兌克 (Chadwick) : 發現中子。

106 1934 年 Joliot-Curie : 製造第一個人造放射性磷同位素。

範例 1

從人類文明的原始化學觀點，下列何項正確？

- (A) 火是啓開人類文明，引導化學反應之鑰。
 (B) 用火加熱使人類進入熟食，用火提煉物質，使文明從石器時代進入銅器，鐵器時代，甚至陶瓷之製作步向現代化。
 (C) 煉丹術與煉金術是化學的神秘時代，雖然沒有成功，却學會許多的化學反應技巧。
 (D) 拉瓦錫從鑽石燃燒中，推定物質與氧結合的化學反應，推翻燃燒需要「燃素」的存在。
 (E) 今日的核反應實現了煉金術士的夢想。

解：(A)(B)(C)(D)(E)

範例 2

從現代人眼光看古代煉金術與煉丹術，何者正確？

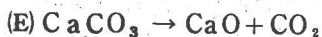
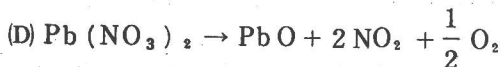
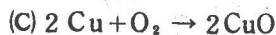
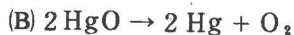
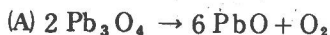
- (A) 煉丹術爲一般化學反應，對後來藥物化學的研究貢獻很大。
 (B) 煉金術是原子科學屬於核反應，古典技術無法達成。
 (C) 煉金術與煉丹術均對原子與分子的研究均有幫助。
 (D) 煉金術是致富的白日夢，永無實現的可能。
 (E) 煉丹術所進行的大多是 Hg, Pb, Cu, Ag 等物質之原始化學。

解：(A)(B)(C)(E)

範例 3

中世紀西洋的「燃素說」是錯誤的，試問下列物質，何者在空氣中強熱時其質量會減少？(A)鉛丹 (B)三仙丹 (C)銅箔 (D)硝酸鉛 (E)灰石。

解：(A)(B)(D)(E)



[註] 化學反應是質量守恆的，若強熱時有氣體之散失，所剩殘渣之質量就減少。

範例 4

拉瓦錫認為氧是構成酸之必要元素，故他把氧稱做「酸素」，此觀念是不正確的，現代科學家認為構成酸之必要元素是：(A) 碳 (B) 硫 (C) 氫 (D) 氫 (E) 氮。

解：(D)

例如： HCl ， HNO_3 ， H_2SO_4 ， CH_3COOH ， H_3PO_4 等。

§ 1-2 物質的性質與種類

1. 巨觀 (macroscopic) 性質與微觀 (microscopic) 性質

(1) 巨觀性質：

物質可以直接量度的各種現象，包括物質的顏色、質量、硬度、熔點、沸點、密度等性質，這些性質對單獨的一個原子或分子而言，沒有多大意義。

(2) 微觀性質：

無法直接量度到的性質，例如：原子，分子，電子組態，分子形狀，軌域，化學鍵等，需藉著「模型」的建立及賦予模型某些基本特性，利用數學處理方能把微觀模型的集體性質表現出來。

(3) 模型：

模型可以是虛構的，但是由於我們可以賦予這模型種種實際的性質，便可以以它為出發點，透過數學的幫助，從微觀性質推展到巨觀性質。

(a) 模型推論的結果若與我們量度到的巨觀性質相符合，這模型就是相當成功的模型。

(b) 模型無法解釋該現象或性質時，我們必須尋求修正，甚或重新建立新的模型。

2. 物質的變化：

(1) 我們對任何一件事的認識，都是建立在此一事物與其他事物的關係上，如果我們把一件事孤立起來，即無從獲取有關它的資料，也就無法了解它。

(2) 化學所研究的對象是物質，因此我們要了解某一物質的性質，就要設法知道它在其它事物的影響下所顯示出來的種種變化，也就是它

們彼此間的關係，我們探討的關係愈多，愈詳盡，對它的認識也就更加透徹。

(3) 物質的變化：物理變化、化學變化及核反應。

(a) 物理變化：

(i) 物質的組成未改變，亦即其粒子（分子）的種類和數量保持不變。

(ii) 粒子（分子）的位置，排列，互相之間的距離可能改變。

(iii) 物理變化中，物質與外界之間有能量的交流，此能量約最高不超過 100 仟焦耳 / 莫耳。

(b) 化學變化：

(i) 物質的組成發生了根本的改變，產生另一種新物質。

(ii) 分子的種類改變，但原子的種類和數量不變。

(iii) 原子的重新組合，舊的化學鍵被打斷，產生新的化學鍵。

(iv) 破壞化學鍵時吸收能量，形成化學鍵時放出能量。

(v) 化學變化之能量變化比物理變化大，但很少超過 1000 仟焦耳 / 莫耳。

[註] 一般而言，從一個原子（或分子）移去一個電子所需的能量就比化學變化大，如果移去的電子不是外圍的價電子而是內層的電子，則需要的能量可達 10^6 仟焦耳 / 莫耳。

(c) 核反應：

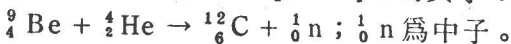
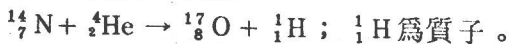
(i) 原子蛻變成別的原子，即原子的種類改變。

(ii) 原子核變化包括天然蛻變及人工核反應：

(a) 天然蛻變：例如



(b) 人工核反應：例如



[註] 一般言之，每莫耳物質之約略能量效應：

物理（相）變化：小於 100 仟焦耳。

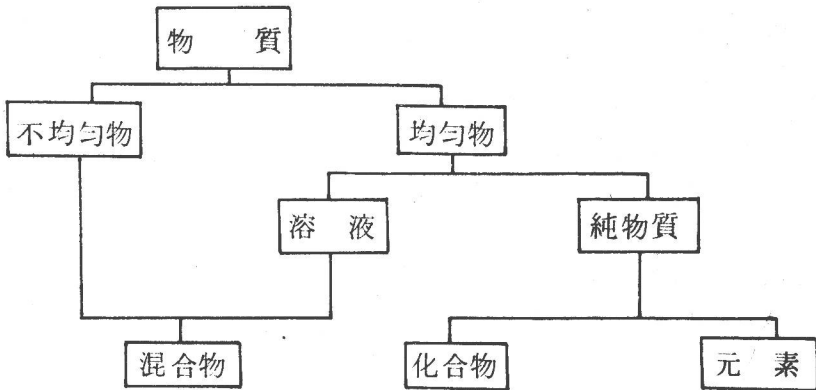
化學變化：100 ~ 1000 仟焦耳。

核反應： 10^8 仟焦耳。

表 1-1 鍵能 (kJ/mole)

元 素	單 鍵	雙 鍵	叁 鍵
O-O	140	400	
N-N	160	420	950
C-C	340	620	810
C-O	350	720	
C-N	290	620	890

3. 物質的種類：



(1) 物質的分類：純物質和混合物兩大類。

(a) 純物質 (pure substance)：

(i) 由一種原子 (atom) 或分子 (molecule) 所構成。

(ii) 組成均勻，有一定的物理和化學性質，例如純鐵，純鋁，純水等。

(b) 混合物 (mixture)：

(i) 含有兩種或兩種以上的純物質。

(ii) 通常組成不均勻，例如泥土，空氣等。

(iii) 溶液 (solution) 是混合很均勻的混合物，例如糖水，酒等，在巨觀上無法分辨其構成成分，但微觀上這些組成成分還是保有各自的特性。

[註] 廣義的溶液 (solution) 包括氣體溶液 (如空氣)，固體溶液 (如合金)。

(2)純物質：元素單質 (element) 與化合物 (compound) 兩類。

(a)元素：由一種原子所組成，不能用普通的理化方法再分解成別種物質 (核反應除外)，如金、銀、銅、氧、碳、硫等。

(i)同素異性體：由同一種 (只能一種) 元素所構成形態及性質不同之單質稱為同素異性體 (allotropy)。如碳元素形成金剛石與石墨，硫元素形成斜方硫，單斜硫，彈性硫等。

(ii)同位素：具有相同之原子序 (質子數相等) 但不同之質量數 (即中子數不等) 之元素。如 $^{12}_6\text{C}$ 與 $^{13}_6\text{C}$ ， $^{235}_{92}\text{U}$ 與 $^{238}_{92}\text{U}$ 等。同位數 (isotope) 具有相同之化學性質，不同之物理性質。

(iii)元素能單獨存在於自然界者並不多，氣體有：氧、氮、氫、氦、氖、氬、氙、氡。液體有：汞。固體有：碳、硫、銅、金、銀、鉑。

(iv)氦 (He)、氖 (Ne) 和氬 (Ar) 尚未發現形成任何化合物。

(v)地殼中含量較多的元素依次是：氧、矽、鋁、鐵、鈣、鈉。

地心則以鐵、鈷、鎳含量最多。

太陽之組成依質量計：73 % 的 H，26 % 的 He。

(vi)到目前為止，已知元素有106種，其中約90種存在於自然界，其餘為人造元素。

(vii)人造元素：Tc (鎝43)，Pm (鉕61)。

(viii)超鈾元素：元素在92 (鈾) 以後之元素皆為人造，自然界均不存在。

(3)化合物

(a)由兩種或兩種以上的元素，依一定的比例化合形成的純物質。

(b)兩種或兩種以上的元素可能構成化合物，但並非必能構成化合物。

(c)化合物之種類已有數百萬種。

(d)二種元素可化合形成一種或二種以上不同的化合物，如 CO 與 CO₂；H₂O 與 H₂O₂；N₂O，NO，N₂O₃，NO₂，N₂O₅ 等 (以上可說明倍比定律)。

範例 1

試將下列各物質依元素，化合物，混合物區分之：空氣，天然瓦斯，墨水，水銀，葡萄糖，18k 金，金剛石，玻璃，汽水，去光水 (丙酮)，酒，十元硬幣，硫磺，牛奶，食醋。

解：元素：水銀、金剛石、硫磺。

化合物：葡萄糖，去光水（丙酮）。

混合物：空氣，天然瓦斯，墨水，18k金，玻璃，汽水，酒，十元硬幣，牛奶，食醋。

範例 2

下列何者屬於化學變化：

- (A) 火藥爆炸 (B) 底片曝光
(C) 藍色硫酸銅晶體受熱變白色粉末
(D) 劣等色布浸水而褪色。 (E) 石油之分餾。

解：(A)(B)(C)

(C) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ 為化學變化。

(D) 若色布穿著日久經日曬氧化作用而褪色則屬化學變化。

範例 3

下列敘述何者正確？

- (A) 對物質的熔點、沸點，延展性討論是屬於微觀的意義。
(B) 對單獨一個原子或限量原子，分子應注意到其微觀性質。
(C) 由單一種原子或分子組成的物體稱為純物質。
(D) 兩種以上的純物質混合在一起叫混合物。
(E) 均勻混合物稱為溶液。

解：(B)(C)(D)(E)

範例 4

物理變化與化學變化的區別為：

- (A) 物理變化為分子間引力改變能量變化較小約 100 kJ/mole 。
(B) 化學變化為原子重組化學鍵破壞能量變化較大約 $100 \sim 1000 \text{ kJ/mole}$
(C) 物理變化後組成改變很難恢復。
(D) 化學變化為內層電子的移去需 10^6°C 才可發生。
(E) 物理變化只是原子的重組，沒有能量變化。

解：(A)(B)

範例 5

下列何項變化的能量變化最大？

- (A) 冰熔化成水 (B) 水變成水蒸氣
 (C) 氫與氧作用變成水 (D) 移去鈉原子內層的電子
 (E) 碘昇華

解：(D)

範例 6

比較下列各組化學鍵之強度，何者正確？

- (A) $H - F > H - Cl > H - Br > HI$
 (B) $F - F > Cl - Cl > Br - Br > I - I$
 (C) $C \equiv C > C = C > C - C$
 (D) $N \equiv N > O = O > H - H$
 (E) $N \equiv N > N = N > N - N$

解：(A)(C)(D)(E)

鍵能： $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$

§ 1-3 我們周圍的化學過程

- 我們的民生事項——食、衣、住、行——無一離得開化學。
- 我們本身以及我們周圍的事物，處處都可以發覺到化學變化正在進行。
 - 反應迅速者：例如石油的燃燒，燃放爆竹。
 - 反應緩慢者：例如金屬的生鏽，混凝土的凝固，牛奶變酸。
- 人類利用自然界的化學變化來維持生活，並且進一步學會化學的原理，利用這些原理製造新的，有用的物品來提高生活的素質。
- 光合作用——地球上進行的最重要化學變化

(i) 反應方程式： $6CO_2 + 6H_2O + 2827 \text{ 仟焦耳} \xrightarrow[\text{葉綠素}]{\text{日光}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

- (b) 是以植物為媒介的化學反應，把太陽的輻射能轉變成可儲存的化學能（醣類及進而衍生的種種有機化合物）。
- (c) 提供全人類賴以為生的食物和燃料。
- (d) 化石燃料（煤，石油）就是古代的太陽能保存下來的東西。
- 大自然是千變萬化的，它不停的在變，而在這些變化中貫穿著物質的變