

科學圖書大庫

食 物 化 學

譯者 吳 常 豪

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

食 物 化 學

譯者 吳 常 豪

徐氏基金會出版

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 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年五月十六日初版

食 物 化 學

基本定價 3.00

譯者 吳常豪 輔仁大學理學士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，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，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

原 序

作者欲於本書中將生物化學及那些與食物化學關係最密切的各種原料及事實介紹給讀者。本書主要重點放在維持生命之食物的組成與食物的美學性質上。作者準備概述各種養料的化學與物理本性，這些養料在生物細胞中的生物性功能，及它們的中間代謝。對於生活細胞的成分與它們生物合成中所用之前驅物質等化合物，我們也予以簡略的說明。除了上述這些包括蛋白質、醣類、脂類與無機物外，食物還能供給許多生命所必須的有機化合物。後者包括維他命、必需胺基酸、與多不飽和脂肪酸等等。作者希望讀者們能了解生活細胞將食物之勢能轉變成細胞的各種活動及其生長與繁殖所需之能的各種分子機構。我們除了討論中間代謝與代謝調節的各節外，在書末將告訴讀者生物化學與食物之香味、顏色及可接受性之間的密切關係。

本書主要是為大學部的學生所寫的。然而，作者也儘量使本書對於那些從事食品工業的人士在基礎方面有用，或至少能做為他們的參考書。

在寫本書時，作者利用了許多教科書、文獻及其他參考資料。在書後列有每一章的參考文獻，以便那些希望能更進一步了解有關知識的讀者能找尋他們所希望看到的資料。

對那些給本書忠告與支助的人士，作者要致以最大的謝意。特別是 M. Bender, M. Wells, R. Horton, S.B. Tove, G.H. Wise 等博士與 T. Bell 教授，他們予以作者許多科學性的指導與合作。也要感謝為我們製圖的 F. Wiles 先生及 M. Emory 夫人與 J. Manasco 小姐的幫助。更感謝 J. E. Wiser 博士為我們準備手稿。也要感謝為我們校對各章的：P. Bates, F. J. Francis, N. F. Haard, G. E. Inglett, G. Mackinney, S. A. Matz, N. Poffer, G. Reed 等博士。另外也感謝 Ari 出版公司 D. K. Tressler 博士與 J. J. O'Neil 先生的指導。

最後，作者們要向他們的夫人表示深誠的謝意，因為她們，Eleanor 與 Sandra，在作者們寫本書時給與多方的支持與鼓勵。

L.W. Aurand

A.E. Woods

一九七三年三月

目 錄

譯者序

原 序

第一章 水

概 論	1
分子水	1
水之物理性質	4
生物化合物之溶解度	5
水所居間的化學反應	6
水——一種營養物	7

第二章 溶 液

表示濃度的方法	9
溶液之特性	10
溶液之物理性質	11
溶液的化學性質	16

第三章 膠 態

膠體的一些性質	26
膠體溶液的製備方法	27
膠體粒子上之電荷	27
膠體粒子的雙層	28
電 泳	29
膠體之沉澱	30

保護性膠體	32
凝膠體	32
乳狀液	34
泡 沫	36
黏 度	36

第四章 醣 類

分 類	40
單醣類	41
醣類之反應	48
醣之羟基的反應	57
醣類之顏色反應	59
醣類各論	59
具有生物重要性的醣類衍生物	61
雙醣類	63
三醣類	65
多醣類	66
同多醣類	66
異多醣類	70
多醣類之酶性分解	74
醣之生物合成	79
結構與甜味之關係	84

第五章 脂 類

脂類之類型	88
-------	----

甘油三酸酯的變質	104
脂類的代謝	109
脂肪酸的合成	116

第六章 蛋白質

胺基酸與肽鍵	122
胺基酸的分類	124
胺基酸之化學	124
蛋白質分類	129
蛋白質的構造	131
蛋白質的物理與化學性質	135
蛋白水解酶類	137
胺基酸代謝	139
DNA, RNA 與蛋白質合成	140
蛋白質的合成	149
胺基酸其他的代謝任務	151
氮平衡	151
氮之代謝命運	151
蛋白質的營養價值	154

第七章 酶

做為催化劑的酶	156
酶所催化之反應的性質	157
命名與分類	165
食品酶類	166
酶之應用	169
酶性褐變	172
酶之不溶性化	175

第八章 維他命

噻胺 (Thiamine, 維他命 B ₁)	178
核黃素 (Riboflavin, 維他命 B ₂)	183

菸鹼酸 [Niacin (Nicotinic Acid)]	186
吡哆素群 (Pyridoxine Group, 維他命 B ₆)	188
泛多酸 (Pantothenic Acid)	190
生物素 (Biotin)	192
葉精 (Folacin)	195
維他命 B ₁₂ (氰基鈷胺素, Cyanocobalamin)	198
膽鹼 (Choline)	199
抗壞血酸 [Ascorbic Acid (維他命 C)]	200
維他命 A	203
維他命 D	207
維他命 E [α -生育醇 (α -Tocopherol)]	209
維他命 K	211

第九章 食物中的礦物質

金屬離子——配合基相互作用及其在生化營養中的任務	215
金屬在營養上的面面觀	218
陰離子性礦物質在營養上的面面觀	226
金屬與陰離子之分析方法	229
分析法	229
低於微量的微量元素	231
微量礦物質之特殊面	231

第十章 光合作用

葉綠體	233
葉綠素	233
類胡蘿蔔素	235

光合作用·····	235	來自食物的能量·····	273
第十一章 發酵與醱解		第十四章 食物苷類	
厭氧性醱解與發酵之途徑·····	239	花青苷類·····	276
厭氧性發酵作用的生成物·····	243	類黃酮〔Flavonids (花黃質 Anthoxanthins)〕·····	278
第十二章 呼吸作用		苷類的生物合成·····	281
檸檬酸環·····	249	某些苷類的突出特性·····	282
檸檬酸環的調節·····	255	影響花青苷類安定性的因子·····	284
有機酸的聚積·····	257	花青苷類與類黃酮類的分析技術·····	284
醱類代謝及其他途徑·····	258	丹寧質·····	286
有機酸在食物中的分布·····	262	第十五章 調味化合物	
關於有機酸的其他變化·····	264	一般種類芳香種子與植物·····	289
第十三章 食物與能量		必需油脂·····	289
太陽能與光合作用·····	268	含油樹脂類·····	294
光合與化合自營性細胞反應·····	268	其他調味料·····	295
動物對食物的利用·····	269	參考文獻	
食物轉變為能量·····	270		
電子轉移及氧化性磷酸酯化作用·····	271		

第一章 水

概 論

水在食物中的角色首先見於經光合作用合成醣類的始點。水合 (Hydrations)，脫水 (Dehydrations)，與水解 (Hydrolysis) 反應及水之溶劑性質在植物與動物體中將基本食物轉變成更特定之代謝物所需的分解與再同化 (reassimilation) 過程中也佔很重要的任務。檢視冰、液態水及其蒸氣態中的水分子是了解水之獨特性的最佳途徑。

分子水

天然水中主要是 H_2^{16}O 與少量的 H_2^{18}O ， H_2^{17}O 與 HDO ；故而，幾乎所有關於水之實驗數據都集中於自然產生的同位素上。可是，在此我們討論水時都將其定為 H_2O 。

水分子是含有兩個氫原子以單鍵結合至氧上的非線性、極性共價結合的化合物。水之三向構造是氧之第二能階上之 s 與 p 層混成之結果。氧之第一能階中有兩個電子。氧之 $2s$ 層也有兩個電子。三個啞鈴型的 $2p$ 是互以直角對立。每一個都能保有兩個電子。三個電子分別進入 $2p_x$ ， $2p_y$ ， $2p_z$ 層，最後一個電子填入 $2p_x$ 層而成對。這使 $2p_y$ 與 $2p_z$ 仍有空位而與兩個氫原子結合。若有適當的活化能 (Activation Energy)，則 $2s$ 與 $2p$ 電子混合且扭曲成四個梨形 (Pear-shaped) 電子雲。其中仍有兩個電子雲有空缺可供之與氫結合。水分子之鍵角接近 104.52° ，而鍵長是 $0.9572 \text{ \AA}$ (圖1.1)。

液態水的介電常數 (dielectric constant, $78.5 @ 25^\circ\text{C}$) 之所以那麼大可能是因為個別分子之極性與其排列方向。介電常數是以二相對電板互相吸引之力所量度之介質的相對效應。數字上，介電常數等於電荷之比例，

$D = \frac{C_{\text{液體}}}{C_{\text{空氣}}}$ ，其中 $C_{\text{液體}}$ 與 $C_{\text{空氣}}$ 是充滿液體與空氣之電容器的電容。

水之永久電雙極距 (Electric Dipole Moment) 約為 1.84×10^{-18}



圖 1.1 水分子之模型 a. 幾何圖型 b. 混成電子軌道

esu cm。雙極距一詞是在一電場中分子將其本身定向之類向的一種量度。水分子之電子有一不對稱的分佈，故而其一邊相對於另一邊是稍帶正電。這種分子無淨電荷，但其在電場中其帶電的一邊趨向正極，反之亦然。

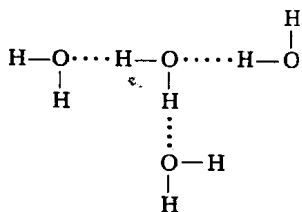
水是溶解鹽類的良好溶劑，因其具有一頗高的介電常數；即，水抗拒帶電離子間之靜電吸引力的傾向很大。介電常數之關係可以數學式表示如下：

$$F = \frac{e_1 e_2}{Dr^2}$$

其中 F 是帶有相反電荷之二離子間的吸引力， e_1 與 e_2 是離子之電荷， r 是其二者間的距離。

當鹽類溶於水中時，物質解離成正離子與負離子，電荷吸引水膜包圍你們自己而形成安定的水合殼，就是這些保護物將水溶液中的帶電離子彼此分隔。水合的程度視該離子之電荷密度而定，故具有等量電荷之較小離子比較大離子的水合度大，這種調節效應在生物系統中是很重要的。例如，鉀離子比鈉離子有較大的直徑，但水合鉀離子比水合鈉離子為小。

氫鍵是水分子之最特殊性質之一。雖然我們不易給氫鍵下個很精確的定義，但某些特性却很明顯。由於水分子為一非直線性共價分子，故而可推測其具一 δ^- 端（氧）與一 δ^+ 端（氫）。氧之陰電性比氫者為大（v. Pauling 的陰電性表其分別為 3.5 與 2.1）。水之二端吸引電子力之差異使分子間產生很強的交互作用，就是因為氫鍵。

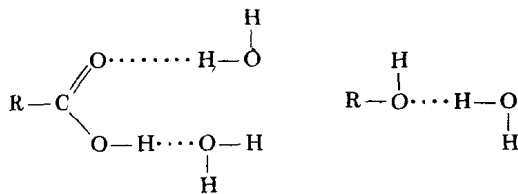


上述構造只顯示水分子的二向關連；然而，整個液體均為這種組合，形成共存的三向排列。液體水被認為是一種非常類似於冰結構（其中分子群量四向體配位且開口大得足以容納游離的、未配位水分子）的結晶系統，但仍保持三向結構。冰結構與水結構間的最大區別是液態結構開口中有未配位分子的存在而具較高的比重。

液態水的另一種模型是高度氫鍵結合的水分子團與水分子團間之非氫鍵結合的分子層混合在一起。整個系統是以強 van der Waals-London 力結合在一起。此模型可很方便地解釋水在結晶前的過冷（Supercooling）。

就另一種液態水結構模型而言，認為水分子形成具有冰之鍵角與分子間距離的構造，但具較大的空隙。此結構因氫鍵而安定。最後，液態水可被視為冰結構的撓性擴張（Flexible extension），只是與冰比較起來水中之氫鍵的撓度較大。

溫度改變可引起各種三向結構之比例的變化。這可由我們無法確定水蒸氣中是否存有氫鍵而得到證明。水蒸氣以紅外線光譜研究顯示其中的確沒有存於冰水液態水中的氫鍵。液態水中氫鍵強度之約略值可由估計在各溫度氫鍵斷裂的百分率而推算出來。據估計，溫度在 37°C （人體溫度）時保持完整的氫鍵有 35% 到 47%，這顯示氫鍵在生理過程中的水-溶質交互反應中擔任重要的角色，因為水不但可與其本身產生氫鍵還可與其他極性分子如羧酸（carboxylic acids），醇類（alcohols），醣類（carbohydrates），等等，如下所示。



另外，可想而知陽離子與陰離子均將與水發生水合作用，因水分子之負端會包圍正離子而水分子之正端會吸離負離子。

氫鍵並不僅限於水。另如蛋白質等含有大量的氫、氮與氧原子的分子，也是以氫鍵連結。

水中溶液之最簡視圖可以觀察蔗糖（一種極性共價化合物，sucrose）與氯化鈉（一種離子鍵化合物，sodium chloride）。當糖溶解時，氫鍵就在水分子與糖分子之極性群間形成而支持溶液中的糖。鹽則以另一種方式溶

解。極性水分子對正鈉離子的電性吸引大於離子互相吸引的力量。水分子對正端牽引鹽之負離子而水分子之負端牽引鹽之正離子。晶體結構崩潰，離子間的結合被破壞而使離子進入溶液。

水之物理性質

水之性質可區分成兩類；即化學變化與物理變化。前者的變化是H與O原子間鍵的斷裂，而後者水分子仍保持原樣。蔗糖在胃中之水解與甘油三酸酯（Triglycerides）在腸中的水解都是化學變化的例子。

由於水是一種非常普遍的物質，故其物理性質被視為當然。但是與其他液體比較而言，水是一種特殊化合物。例如：與分子量相似的其他物質比較起來，水具有較高的熔點與沸點（表1.1）。水之熔點與沸點比預測值高出很多。此差異主要是因為各水分子間的氫鍵；故而水在大部份的環境溫度下都是以液態存在。

表1.1 水及其他低分子量物質之物理性質

物	質	分子式	分子量	溶 點 (°C)	沸 點 (°C)
甲烷 (Methane)		CH ₄	16	-184	-161
氨 (Ammonia)		NH ₃	17	-78	+33
水 (Water)		H ₂ O	18	0	+100
氟化氫 (Hydrogen fluoride)		HF	20	-83	+20
硫化氫 (Hydrogen Sulfide)		H ₂ S	34	-86	-61
氯化氫 (Hydrogen chloride)		HCl	36	-115	-85
氧 (Oxygen)		O ₂	36		-183
氮 (Nitrogen)		N ₂	28		-196

水的另一異常性質是其比熱很高，這表示它能吸收或釋放大量的熱而溫度只有很小的變化。此一性質在組織中吸收或儲存熱時非常重要。

同樣，水之熔解潛熱與蒸發熱也很高。這些性質都是水分子間氫鍵強度的直接結果。當水之溫度低時，鍵變得很強而以冰的型式將分子把持在一起。熔解潛熱可用1克冰在0°C時轉變成同溫度之液體所需的卡數（80 cal/gm）表示。

現在我們將考慮水的一些特異性質。水凍結時會膨脹；相反地，當它熔

解時會收縮。水是少量具有此種性質的物質之一。在熔點時，溫度沒有改變但却從固態變成液態（圖 1.2）。固態吸收 80 cal/gm 的熱，以破壞晶體格子中維持水分子的氫鍵。水分子的排列變得較不規則但仍保持一定數目的氫鍵。隨能量的加入，鍵數越來越少但仍保持液相，直到 100°C 時為止。在此溫度需破壞更多的氫鍵水才能進入氣態而不改變溫度。這種液體到蒸氣的轉變需大量的蒸發熱（ $\Delta H_v = 540 \text{ cal/gm}$ ）定義為在沸點時 1 克液體轉變為蒸氣所需的卡數。

雖然無一理論可完全地解釋水的這種異常性質，但凍結時的膨脹顯然是由於水分子由較不規則的液態進入較為規則的固形晶態之故。於是，一定量的分子佔據了較大的容積。一般而言，冰（冰 I）熔解時其結構崩潰形成較大比重（冰 III）的結構且游離水分子的數目較少。溫度從 0°C 增到 4°C 時，水變得較緻密或以冰 III 的結構性質增至最大。4°C 以上時，游離水分子的數目增加但密度却降低。

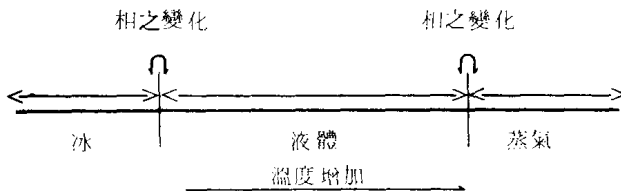


圖 1.2 溫度對水之物理態的影響。

生物化合物之溶解度

非離子極性化合物如糖類、醇類、醛類（aldehydes）、酮類（ketones）、有機酸、及許多其他化合物均可以氫鍵而溶於水中。在生物系統中高度極性的水分子會降低溶質間的氫鍵結合而使其易於在水中結合（溶解度）。蛋白質、脂肪酸、DNA 與 RNA 之旁鏈上的未游離團是生物體液、組織與薄膜中的極性物質。水乃可鑲入蛋白分子之凹陷、溝槽、或裂縫中的小分子。球型蛋白與 DNA 鏈似乎不會容許水進入其內部結構中，因 DNA 螺旋與蛋白之內部均為非極性（apolar）。球型蛋白之次級與三級結構有利於非極性環境，分子內氫鍵超過這些分子與水的交互作用。然而，球型蛋白與 DNA 之表面均是高度水合態。

在展開的球型蛋白，或如成膠質（collagen）之蛋白中，蛋白分子與水間的交互作用很強。

有人建議，Watson-Crick 雙螺旋可併入水之三向結構中，即 DNA 分子填入水結構的一些空隙中。水亦可鑲入生物薄膜之脂—蛋白界面中而有助於營養物（nutrients）與代謝物（metabolites）進出水液環境。

巨型分子之性質與水結構間的關係對巨型分子之物理性質有顯著影響。若巨型分子對水之氫鍵容力很高則巨型分子會有高溶解度；例如，DNA 從其螺旋軸伸出具有高極性的磷酸二酯團（phosphodiester groups）另外，DNA 溶液的黏度很高。若由氫鍵所產生之水—溶質交互作用足夠，則水分子不能游移，因而發生膠凝（gelation）。相反地，若溶質具較高度度的氫鍵（在分子間或分子內）則其與水之結合就很低而巨型分子成不溶性。

水所居間的化學反應

水是具有重要生化反應的活躍參加者。由水所居間的一些化學反應列於表 1.2 及 $\Delta G^{\circ'}$ （ $pH 7$ 與 $25^{\circ}C$ ）的約略值。

表 1.2 水所居間的一些化學反應

反	應	$-\Delta G^{\circ'}(pH 7)^*$ kcal/mole
$H_2O + \text{雙胜 (dipeptide)}$	$\rightarrow \text{胺基酸 (amino acids)}$	3
$H_2O + \text{三甘油酯 (triglyceride)}$		3
	$\rightarrow \text{脂肪酸 (fatty acids)} + \text{甘油 (glycerol)}$	
$H_2O + \text{乙醯-S CoA (Acetyl-S CoA)}$	$\rightarrow \text{醋酸} + \text{CoASH}$	7
$H_2O + \text{葡萄糖-6-P (glucose-6-PO}_4\text{)}$		3
	$\rightarrow \text{葡萄糖} + \text{磷酸 (Phosphoric acid)}$	
$H_2O + \text{乙醯磷酸鹽 (Acetylphosphate)}$	$\rightarrow \text{醋酸} + \text{磷酸}$	10
$H_2O + \text{ATP}$	$\rightarrow \text{ADP} + \text{磷酸}$	7
$H_2O + \text{蔗糖 (Sucrose)}$	$\rightarrow \text{葡萄糖} + \text{果糖 (fructose)}$	7

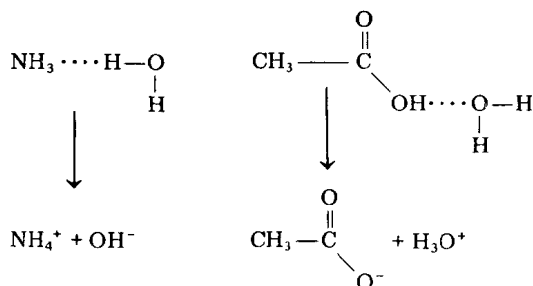
* $\Delta G^{\circ'}$ = 除氫離子外所有的成分均為 1 M 時之標準自由能（free energy）。水之活性定為 1.0。

不含氧化還原之生物反應的能量視平衡常數之大小而定。由於水在這些反應中常是一反應物或生成物，故其濃度做為游離反應物與生成物之角色必須列入考慮。從乙酸乙酯（ethylacetate）水解之平衡式

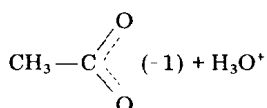
$$K_{eq} = \frac{[CH_3COOH][CH_3CH_2OH]}{[Ethylacetate][HOH]}$$

很顯然地，反應物與生成物濃度的任何變化都會改變 K_{eq} 的數值。因此亦可反映出系統之化學能的變化（ $\Delta G^{\circ'}$ ）。

水乃具有生物重要性且在其中可發生解離反應的唯一介質。酸及鹼與水或其離子（ H_3O^+ ）反應時，水作為 H^+ 的供應者或接受者。



當水與酸（如醋酸）之羧基氫間形成氫鍵時，則水之氧與酸之羧基氧會爭奪此氫。至於氫是進入水中形成 H_3O^+ 或仍附於醋酸鹽上則決定於醋酸鹽離子之安定。共振（resonance）可安定醋酸鹽而使 1.3 % 的醋酸進行解離而成



水——一種營養物

水是細胞的正常功能所必需的。進入體內的水大部份是含於飲入的液體中，少部份是含於吃入的食物中。有些水在體內形成，即代謝過程的終產物。一平均個體之每日水平衡（water balance）列於表 1.3。水平衡可定義為水之攝入與水之排出間的平衡。以水之攝入而言，固態食物供給每日水需要的重要部份。大部分的食物很少含 70 % 以下的水而且經常都是更多。

例如，玉米有 70 % 的水，蘋果含約 80 % 的水，蕃茄有 95 % 的水。對代謝的水而言，各種食品營養物代謝所產生之水量如下：每克醣類 0.6 克的水，每克脂類 1.1 克的水，每克蛋白質 0.4 克的水。對水之排出而言，由肺與皮膚所排出的約相當於由尿中所排泄者。

水之過量損失或獲得表示體內水之分布的改變。在這些情況下就必須進

行營養性治療法。

表 1.3 水平衡

水	容 積 (ml)
攝入	
液態食物 (湯、咖啡、牛奶、 H_2O)	1100
固態食物 (水分)	500 — 900
代謝作用之水	400
排出	
氣化： (400 ml 由肺之濕氣排出) (600 ml 是流汗)	920 — 1000
糞便	80 — 100
尿液	1000 — 1300