

Sound of Science

(理聲)

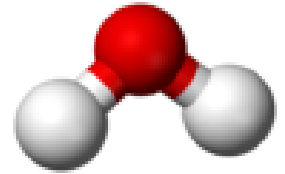
Newsletter of Science Society

March, 2014

二零一四年三月號

~~水之威力 *Powerful WATER*~~

在地球上，水是無處不在的。而我們每一天都需要用到水，但你卻是否知道水跟科學的關連呢，今期我們會探討在物理，化學及生物中水之威力。



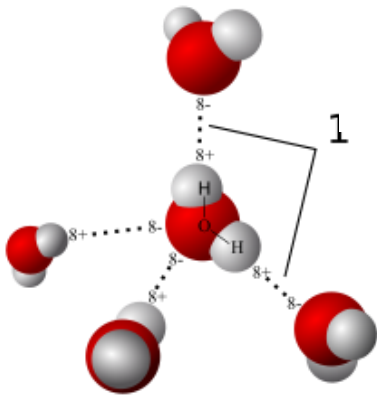
水以多種形態存在，固態的水即我們熟知的冰，氣態的水即我們所說的水蒸氣（無色，我們看到的白色水氣是水蒸氣冷凝後的液態小水滴），而一般只有液態的水才被視為水。在其臨界溫度及壓力（647K 及 22.064MPa）時，水分子會變為一種「超臨界」狀態，液態般的水滴漂浮於氣態之中。固態、液態和氣態水能同時存在的溫度和壓力就被稱為水的三相點。這點用於制定溫度單位（開氏度，間接攝氏度，甚至華氏度都是）。約定俗成的三相點溫度為 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，而壓力則為 611.73 Pa 。這個壓力是頗低的，約為海平面大氣壓力（ $101,325\text{ Pa}$ ）的 $1/166$ 。火星這行星上的表面大氣壓力跟三相點壓力非常地相近，故火星的零海拔或「海平面」被規定為大氣壓力跟三相點壓力一致的高度。

由於水具有所有非金屬液體中最大的表面張力值，使水滴保持相對穩定。當少量水滴滴在玻璃板上，即可觀察到水的表面張力：水滴繼續保持液滴狀態。另一個常見的例子是，向一杯注滿水的玻璃杯中緩緩投放硬幣，水不會立刻溢出，而是向上凸起。水的這一特性對生物來說非常重要。例如，植物吸水時，水通過莖里的木質部向上運輸。強大的分子間作用力維持維管束中水的柱狀形態，粘接性使水柱聚集，粘性是水緊貼維管束壁，而張力則能防止葉面蒸騰作用導致水柱斷裂。其他低張力的液體則會導致液柱裂開，形成真空，使蒸騰作用失效。



不包含任何離子的水是優良的絕緣體，可即使是去離子水也不是完全沒有離子的。水在絕對零度以上的任何溫度下都會發生自偶電離。由於水是優良的溶劑，所以其中總會含有微量的溶質，多數情況下為無機鹽。即使很少量的雜質也會使水導電，因為溶於水中的鹽會電離為自由離子。水可由通電而分解為氫氣和氧氣兩種物質，此過程被稱為電解。此時水分子電離出的 H^+ 及 OH^- 離子，分別被拉向陰極及陽極。兩個 H^+ 在陰極獲得兩電子形成氣體 H_2 ，而四個 OH^- 則於陽極結合並釋放出氧氣、分子水及四個電子。氣體生成氣泡升上水面，可被收集。已知水電阻率的最大理論值於 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 時約為 $182\text{ k}\Omega\cdot\text{m}^2/\text{m}$ 。此數字與超純水系統逆滲透時觀測到的相當一致，該系統的水經超過濾及去電離處理，半導體製造廠等會用到。鹽或酸等污染物水平即使超過一萬億分之一，都會使電阻率水平大幅下降達好幾個 $\text{k}\Omega\cdot\text{m}^2/\text{m}$ （相等於電導上升幾百 nS/m ）。

水的一項重要特性就是它的極性。水分子呈角狀，當中氫原子位於末端而氧原子則在頂點。由於氧的電負性比氫高，所以分子中有氧原子的一邊電荷會偏負。帶這樣一個電荷差的分子被稱為偶極子。電荷差使得水分子互相吸引（偏正電的區域會被偏負電的區域吸引），同時亦使它們和其他極性分子互相吸引。這種吸引力



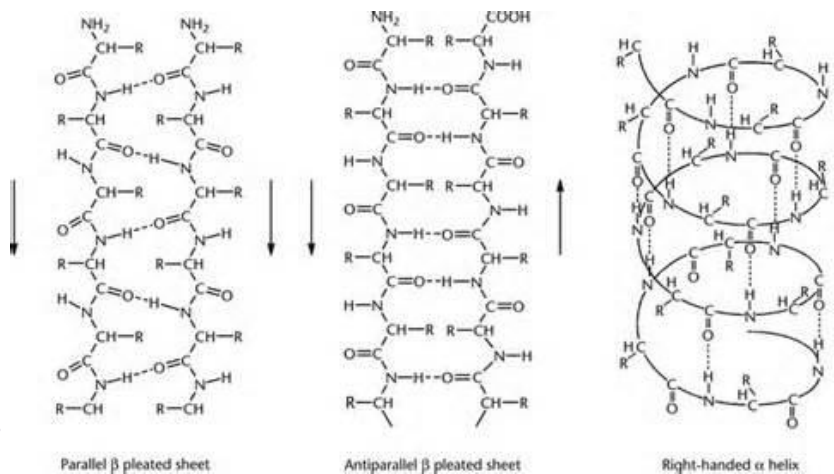
被稱為氫鍵，它解釋了許多水的特性。某些分子，如二氧化碳，原子間負電性亦有差異，但不同之處在於二氧化碳分子形狀成對稱排列，因此對立電荷會被相互抵消。如果將電源靠近小水柱時亦可觀察到水的此一現象，這現象會使水向電源方向彎曲。儘管氫鍵是一種相對較弱的引力（跟連接水分子內原子的共價鍵比較時），但是它造就了水的多個特性。其中一個特性就是水相對較高的熔點及沸點溫度，因為需要更多熱能才能夠克服分子間的氫鍵。相近的化合物硫化氫（ H_2S ）的氫鍵較水的弱，即使它的質量是水的兩倍，在室溫下還是氣體。水分子間額外的鍵為液態水帶來了高比熱容。這種高比熱容使水成爲一種

較佳的熱量儲存媒介。氫鍵也爲水帶來了結冰時不尋常的表現。當被冷凍至冰點附近時，由於它們能透過重組來使能量最小化的關係，所以氫鍵的存在意味著分子可以形成帶六角形晶體結構的冰，這種冰的密度實際上較低：因此於固態時（冰）會浮水上。亦即是說，水結冰時會膨脹，而差不多其他全部物質凝固時都會沉下。

由於水的極性，水是一種良好溶劑。當離子或極性化合物進入水中，就會被水分子立刻包圍。水的相對分子質量使一個溶質分子可以被多個水分子包圍。偶極中偏負電的部分受溶質中的正電部份吸引，而偶極中的正電部分則反之亦然。一般來說，離子分子和極性分子諸如酸，酒精，和鹽類比較容易溶解在水中，而非極性分子如脂類，油，等有機物在水中由於凡得瓦力作用而聚集。一個離子化合物溶質的典型例子是食鹽（ $NaCl$ ），它會在水中分離爲 Na^+ 陽離子和 Cl^- 陰離子，每個被水分子包圍的離子會從晶格上移走，進入溶液。一個非離子溶質的例子是蔗糖，水中的氫離子與蔗糖的-OH基結合，從而將蔗糖分子帶入溶液。

一個水分子最多能形成四條氫鍵，因為它能夠在接受兩個電子的同時也可以提供兩個電子。其他分子，如氟化氫、氨及甲醇，都能形成氫鍵，但它們的熱力學、動能及結構方面都沒有像水那樣的異常表現。水跟其他氫鍵液體的顯然不同之處在於，水是惟一能形成四條氫鍵的分子，其他分子不能這樣做的原因有二：一是由於它們不能再提供或接受氫，二是由於這樣做會形成引起立體效應的殘餘物。由水的四條氫鍵所形成的正四面體序列，產生了開放結構以及三維結合網路，跟簡單液體內部的緊密結構截然不同。儘管水是有氫鍵結合網路的液體，而二氧化矽則有高熔點的電價網路，但兩者的異常表現仍有相近之處。水適用於生命體，而且被牠們採用，原因在於它在各生物程序適應的一系列溫度狀況下展示出獨有的性質，包括水合作用。

水在生物學中的重要性主要是因爲生物在維持生理機能時需要仰賴水的物理及化學性質^[10]。比如植物在運送水分時，是利用水的氫鍵互相牽引所形成如水鏈狀結構，在植物專門運送水分的導管中形成氫鍵使水分子不會受到引力作用而掉落至導管管壁，再利用蒸散作用帶動水分向上運輸。在植物水分的運輸過程中充分的解釋了水的運輸牽涉於水的物理性質。



另外在生物體中，水是一種緩衝的溶液，利用

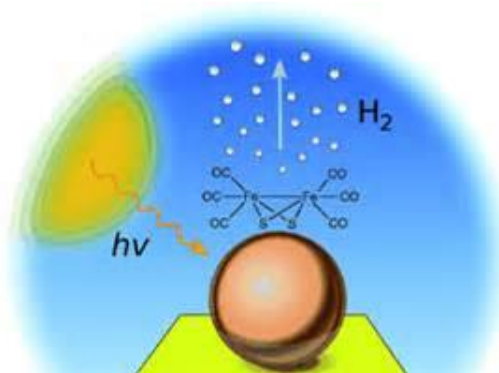
解離出的氫氧基(OH-)以及質子(H⁺)可以將外來少量的強酸或強鹼中和，如此可確保細胞中的蛋白質結構的完整性，而對酵素而言，在酵素的結構上需要維持一定的結構才具有活性。而經由上述案例可說明在生物體內需要利用水的化學及物理性質才可維持生物體結構(細胞型狀)及機能(如酵素活性)上的穩定。

Monthly Element—H₂ (Hydrogen)



Hydrogen is a chemical element with chemical symbol **H** and atomic number 1. With an atomic weight of 1.00794 u, hydrogen is the lightest element on the periodic table. Its monatomic form (H) is the most abundant chemical substance in the universe, constituting roughly 75% of all baryonic mass. Non-remnant stars are mainly composed of hydrogen in its plasma state. The most common isotope of hydrogen, termed *protium* (name rarely used, symbol ¹H), has a single proton and zero neutrons.

The energy levels of hydrogen can be calculated fairly accurately using the Bohr model of the atom, which conceptualizes the electron as "orbiting" the proton in analogy to the Earth's orbit of the Sun. However, the electromagnetic force attracts electrons and protons to one another, while planets and celestial objects are attracted to each other by gravity. Because of the discretization of angular momentum postulated in early quantum mechanics by Bohr, the electron in the Bohr model can only occupy certain allowed distances from the proton, and therefore only certain allowed energies.



Compounds of hydrogen are often called hydrides, a term that is used fairly loosely. The term "hydride" suggests that the H atom has acquired a negative or anionic character, denoted H⁻, and is used when hydrogen forms a compound with a more electropositive element. The existence of the hydride anion, suggested by Gilbert N. Lewis in 1916 for group I and II salt-like hydrides, was demonstrated by Moers in 1920 by the electrolysis of molten lithium hydride (LiH), producing a stoichiometry quantity of hydrogen at the anode. For hydrides other than group I and II metals, the term is quite misleading, considering the low electronegativity of hydrogen. An exception in group II hydrides is BeH₂, which is polymeric. In lithium aluminium hydride, the AlH₄⁻ anion carries hydridic centers firmly attached to the Al(III).

Hydrogen, as atomic H, is the most abundant chemical element in the universe, making up 75% of normal matter by mass and over 90% by number of atoms (most of the mass of the universe, however, is not in the form of chemical-element type matter, but rather is postulated to occur as yet-undetected forms of mass such as dark matter and dark energy). This element is found in great abundance in stars and gas giant planets. Molecular clouds of H₂ are associated with star formation. Hydrogen plays a vital role in powering stars through the proton-proton reaction and the CNO cycle nuclear fusion.

Hydrogen is commonly used in power stations as a coolant in generators due to a number of favorable properties that are a direct result of its light diatomic molecules. These include low density, low viscosity, and the highest specific heat and thermal conductivity of all gases.

Hydrogen is not an energy resource, except in the hypothetical context of commercial nuclear fusion power plants using deuterium or tritium, a technology presently far from development. The Sun's energy comes from nuclear fusion of hydrogen, but this process is difficult to achieve controllably on Earth. Elemental hydrogen from solar, biological, or electrical sources require more energy to make it than is obtained by burning it, so in these cases hydrogen functions as an energy carrier, like a battery. Hydrogen may be obtained from fossil sources (such as methane), but these sources are unsustainable.

H₂ is a product of some types of anaerobic metabolism and is produced by several microorganisms, usually via reactions catalyzed by iron- or nickel-containing enzymes called hydrogenases. These enzymes catalyze the reversible redox reaction between H₂ and its component two protons and two electrons. Creation of hydrogen gas occurs in the transfer of reducing equivalents produced during pyruvate fermentation to water.

RELAXING TIME!!!

Mr. Challenger

6			5	3	4			7
	4	7		8		5	6	
1								8
	3		4		6		8	
	5		9		8		2	
2								6
	8	4		9		3	7	
9			1	4	3			2

Previous answer:

6	3	2	5	8	7	1	4	9
5	4	1	3	2	9	7	6	8
9	7	8	4	6	1	5	2	3
8	6	7	9	4	5	2	3	1
2	1	5	6	3	8	9	7	4
4	9	3	7	1	2	8	5	6
7	5	6	1	9	4	3	8	2
1	2	4	8	5	3	6	9	7
3	8	9	2	7	6	4	1	5

Comic Corner



SCIENCE SOCIETY 2013-14

CHAIRMAN: WAN CHI YEUNG 溫智揚 5E
 VICE-CHAIRMAN: LAM HO TING 林浩珽 5D
 Committee Member: NG TSZ YING 吳紫瑩 5C, CHE YUI HO 謝銳浩 5D, CHIU CHUN HUNG 趙晉鴻 4C, WAN WING SZE 尹咏詩 4C, YUEN LAM LIN 袁藍蓮 4D, LAU MEI SZE 劉美施 4E, LUI KAM SHING 呂錦晟 4E

