

BARBARA BECKER

WODA

Cz. 1

WASSER

WATER

ВОДА

AGUA

AQUA

EAU

Water is H₂O, hydrogen two parts, oxygen one, but there is also a third thing that makes it water and nobody knows what it is.

D.H. Lawrence (1885-1930)

Woda, religie i filozofia

- Bogini mórz imieniem Nammu (Mezopotamia) była „matką rodzącą niebo i ziemię.”
- Na początku Biblii, w Księdze Rodzaju, czytamy o „Duchu Bożym unoszącym się nad wodami”.
- Jan Chrzciciel udzielał chrztu z wody.
- Żywa jest w wielu religiach legenda o Potopie.

Tales z Miletu (ok. 585 r. pne) :

„To woda, przyjmując różnorodne formy, tworzy ziemię, powietrze, niebo, góry, bogów i ludzi, bydło i ptaki, trawę i drzewa, i zwierzęta aż do robaków, much i mrówek. Wszystko to jest niczym innym jak różnymi formami wody. Rozmyślajcie o wodzie ! ”

Woda, religie i filozofia

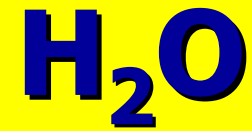
Czy **Tales** miał się z prawdą? Oczywiście tak, chociaż:

- W niektórych bezkręgowcach morskich zawartość wody dochodzi do 96-97 % !
- Embrion ludzki przez pierwszy miesiąc zawiera 93 % wody.
- Mózg ludzki zawiera ok. 90 % wody...

Arystoteles wyliczał cztery „pierwiastki” :

- ziemię,
- powietrze
- ogień
- wodę – pogląd utrzymał się aż do II poł. XVIII w., do czasu doświadczeń Cavendisha (tlen i wodór dają wodę).

Związek chemiczny



- **Naj**obficiej występujący
- **Naj**łatwiej dostępny (?)
- **Naj**częściej używany
- **Naj**więcej badany ...
- **Naj**lepiej poznany ?

Gdzie jest woda?

(I gdzie jej nie ma...)



- Woda pokrywa ok. 70 % obszaru Ziemi, głównie na półkuli południowej
- Tylko ok. 2,7 % wody powierzchniowej to woda słodka – większość z niej tworzy lody Antarktydy (w mniejszym stopniu Arktyki).

Zawartość wody w lodach Antarktydy wystarczyłaby do zasilenia wszystkich rzek ziemskich przez okres 800 lat !!!

Figure 2 *Major stocks of water on earth (thousand cubic kilometers)*

	Volume (1000 km ³)	Percentage of total water	Percentage of total fresh water
SALT WATER STOCKS			
1. Oceans	1 338 000	96.54	
2. Saline/brackish groundwater	12 870	0.93	
3. Saltwater lakes	85	0.006	
Total salt water stocks	1 350 955	97.476	
FRESHWATER STOCKS			
4. Glaciers, permanent snowcover	24 064	1.74	68.7
5. Fresh groundwater	10 530	0.76	30.06
6. Ground ice, permafrost	300	0.022	0.86
<i>Total frozen and underground freshwater stocks</i>	<i>34 894</i>	<i>2.522</i>	<i>99.62</i>
7. Freshwater lakes	81	0.007	0.26
8. Soil moisture	16.5	0.001	0.05
9. Atmospheric water vapor	12.9	0.001	0.04
10. Marshes, wetlands*	11.5	0.001	0.03
11. Rivers	2.12	0.0002	0.006
12. Incorporated in biota*	1.12	0.0001	0.003
<i>Total not frozen or underground freshwater stocks</i>	<i>135</i>	<i>0.0103</i>	<i>0.389</i>
Total freshwater stocks	35 029	2.5323	100
TOTAL WATER ON EARTH (1000 km³)	1 385 984	100	

Source: Adapted from Peter H. Gleick. *The World's Water 2000-2001*. Washington, DC: Island Press, 2000.

Note: Totals may not add due to rounding.

* Marshes, wetlands and water incorporated in biota are often mixed salt and fresh water.

Figure 3 *World's largest rivers*

Rank	Based on drainage area		Based on length		Based on average annual total discharge	
	Name	Drainage area (1000 km ²)	Name	Length (km)	Name	Average annual total discharge (km ³ /yr)
1	Amazon	6 915	Nile	6 670	Amazon	6 923
2	Congo	3 680	Mississippi*	6 420	Ganges	1 386
3	Murray	3 520	Amazon	6 280	Congo	1 320
4	La Plata	3 100	Yangtze	5 520	Orinoco	1 007
5	Ob	2 990	Mackenzie*	5 472	Yangtze	1 006
6	Mississippi*	2 980	La Plata	4 700	La Plata	811
7	Nile	2 870	Hwang Ho	4 670	Yenisei	618
8	Yenisei	2 580	Mekong	4 500	Lena	539
9	Lena	2 490	Lena	4 400	Mississippi*	510
10	Niger	2 080	Congo	4 370	Mekong	505
11	Amur	1 855	Niger	4 160	Chutsyan	430
12	Yangtze	1 800	Ob	3 650	Ob	404
13	Mackenzie*	1 790	Yenisei	3 490	Amur	360
14	Ganges	1 730	Murray	3 490	Mackenzie*	325
15	Volga	1 380	Volga	3 350	St. Lawrence*	318
16	Zambezi	1 330	Indus	3 180	Niger	302
17	St. Lawrence*	1 030	St. Lawrence*	3 060	Volga	255
			Ganges	3 000		
			Yukon*	3 000		

Source: Adapted from *World Water Resources and Their Uses*, Joint SHI/UNESCO Product, prepared by Prof. Igor A. Shiklomanov, 1999.

* Partly or entirely in Canada.

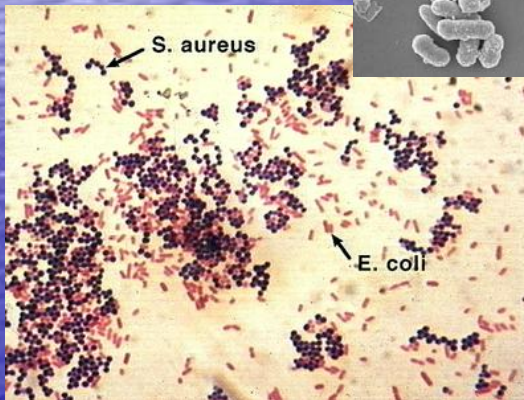
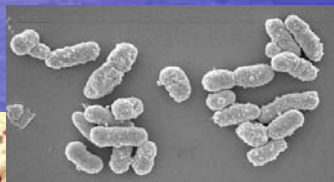
Woda matrycą życia

Albert
Szent-Györgyi



Na Ziemi **żaden** organizm nie może żyć bez wody.

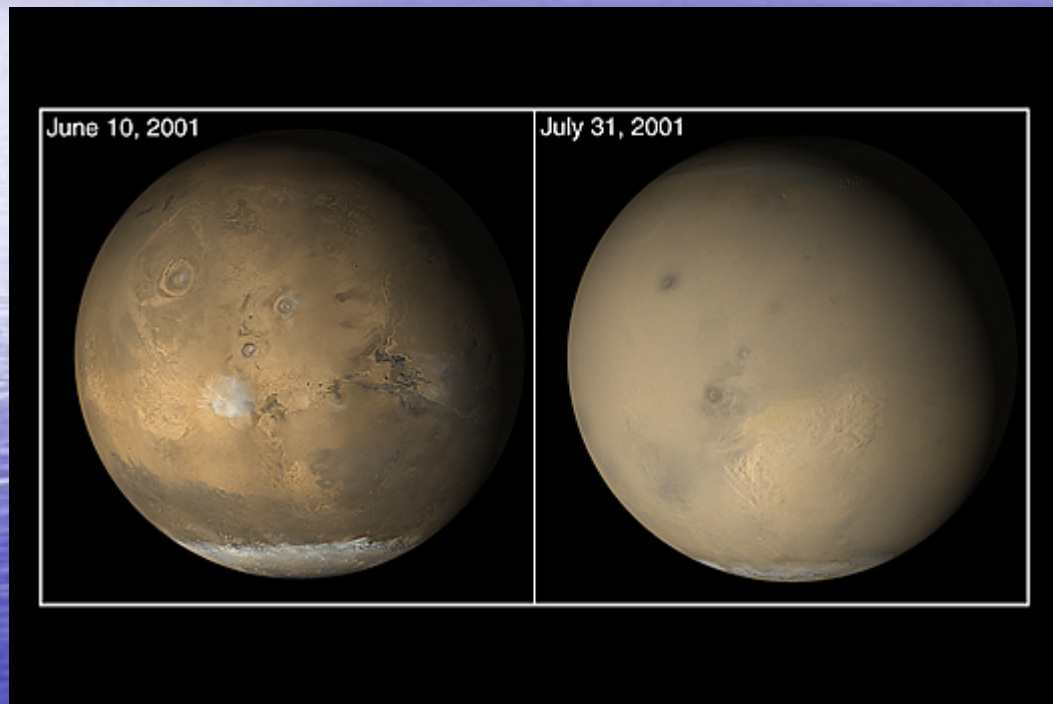
Podobno nikt bez wody żyć nie może. A mnie tylko tyle dali...



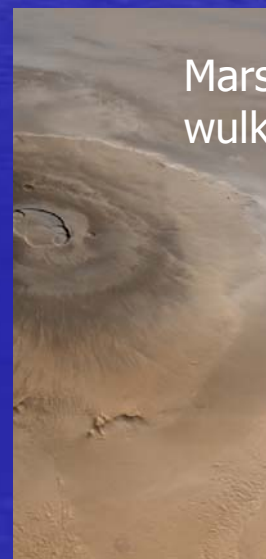
Albert Szent-Györgyi (1893-1986) – Nagroda Nobla w 1937r. (Fizjologia i Medycyna)
<http://www.nobel.se/medicine/laureates/1937/szent-gyorgyi-bio.html>

To discover the possibilities for life on Mars - past, present or our own in the future - the Mars Program has developed an exploration strategy known as

Follow the Water !

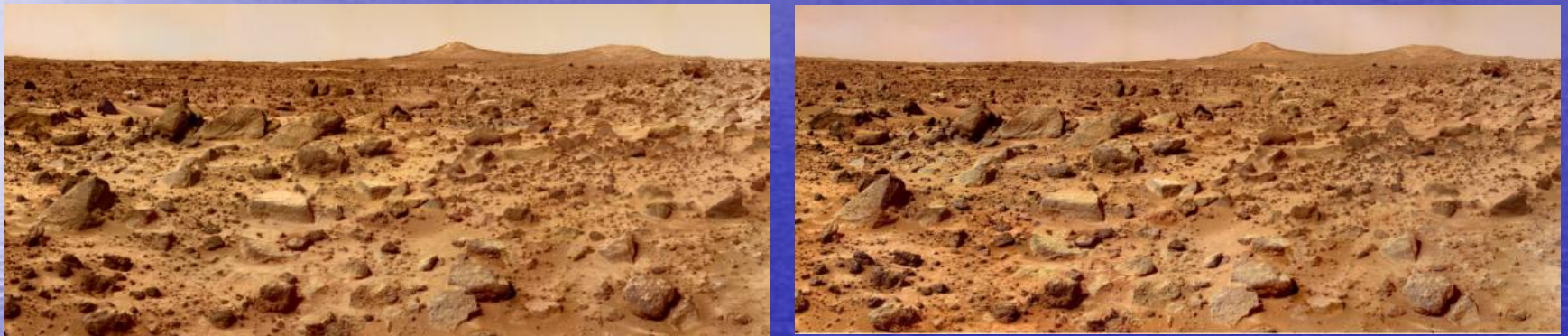


A poza
Ziemią ?



Mars – tak go widział Pathfinder w 1997 r.

PIA02406: Twin Peaks in Super Resolution (stereo)



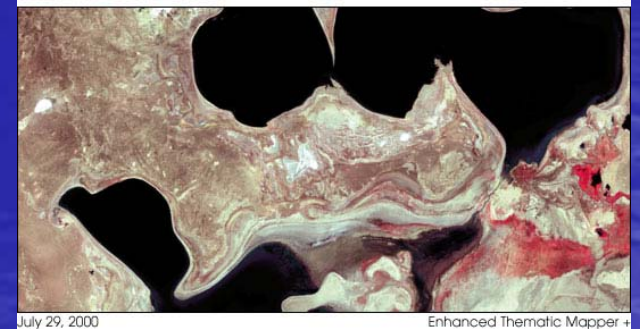
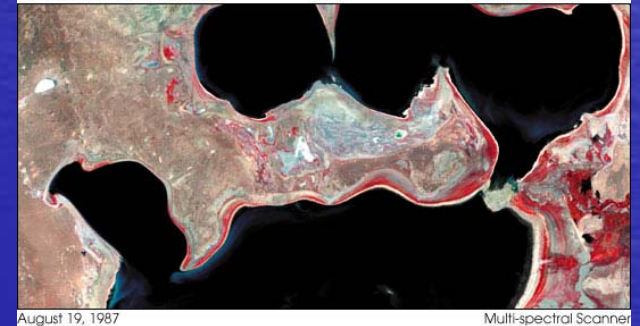
The Twin Peaks are modest-size hills to the southwest of the Mars Pathfinder landing site. They were discovered on the first panoramas taken by the IMP camera on the 4th of July, 1997, and subsequently identified in Viking Orbiter images taken over 20 years ago. The peaks are approximately 30-35 meters (-100 feet) tall. North Twin is approximately 860 meters (2800 feet) from the lander, and South Twin is about a kilometer away (3300 feet). The scene includes bouldery ridges and swales or 'hummocks' of flood debris that range from a few tens of meters away from the lander to the distance of the South Twin Peak. The composite color frames that make up this 'right-eye' image consist of 7 frames, taken with different color filters that were enlarged by 500% and then co-added using Adobe Photoshop to produce, in effect, a super-resolution panchromatic frame that is sharper than an individual frame would be. This panchromatic frame was then colorized with the red, green, and blue filtered images from the same sequence. The color balance was adjusted to approximate the true color of Mars.

Woda – czynnik kształtowania środowiska

Aral Sea Loss and Cotton
(<http://www.american.edu/ted/aryl.htm>)



W czasie ostatnich 30 lat **zniknęło ponad 60 %** Jez. Aralskiego !
Zdjęcia po prawej, zebrane przez satelity Landsat, pokazują dramatyczne zmiany Jez. Aralskiego w latach **1973/1987/2000**.



Woda niszczycielska (?)



Erozja gleby



Wodospady Wiktorii/Zimbabwe



Wybrzeże klifowe – Pacyfik(Oregon, USA)

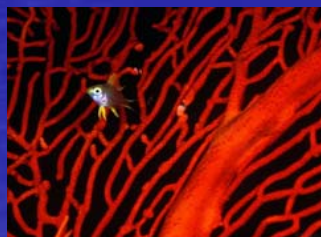


Denali Park - Alaska

Woda w procesie tworzenia...



Gorące źródła -
Yellowstone



Formy wody

- para
- woda
- **lód**



Katastrofa Titanica



Każdego roku ok. 5000 gór lodowych ($\sim 10^{12}$ ton wody) odrywa się tylko od wybrzeży Antarktydy.

A Arktyka też ich dostarcza...

Titanic zderzył się z górą lodową pochodzącą z Arktyki.

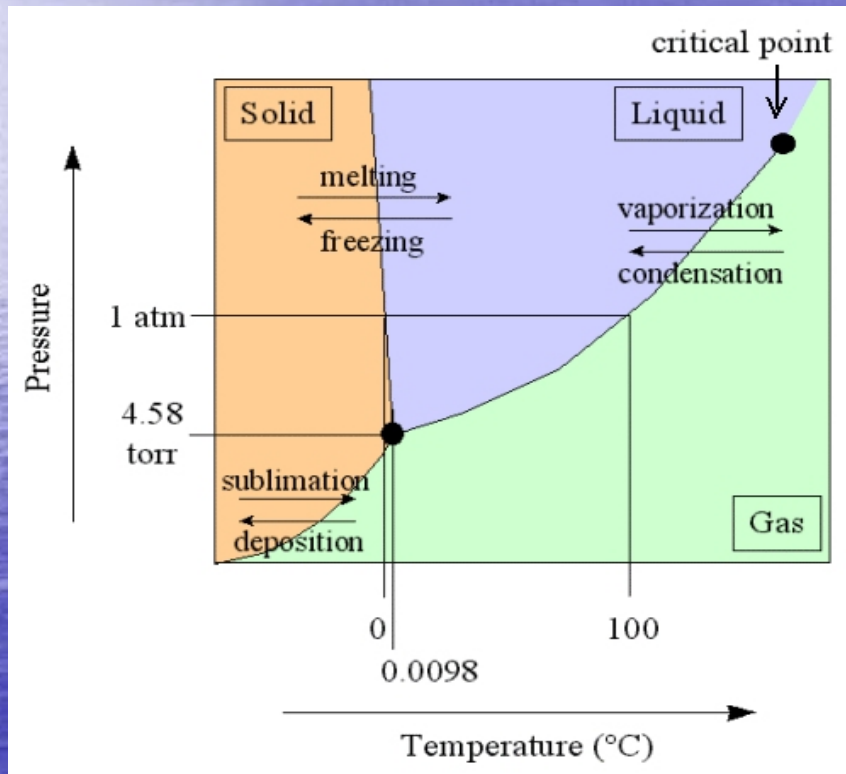
Lód jest lżejszy od wody i pływa na jej powierzchni. Około 6/7 masy góry lodowej znajduje się **pod** wodą.

**DLACZEGO TAK
SIĘ DZIEJE?**

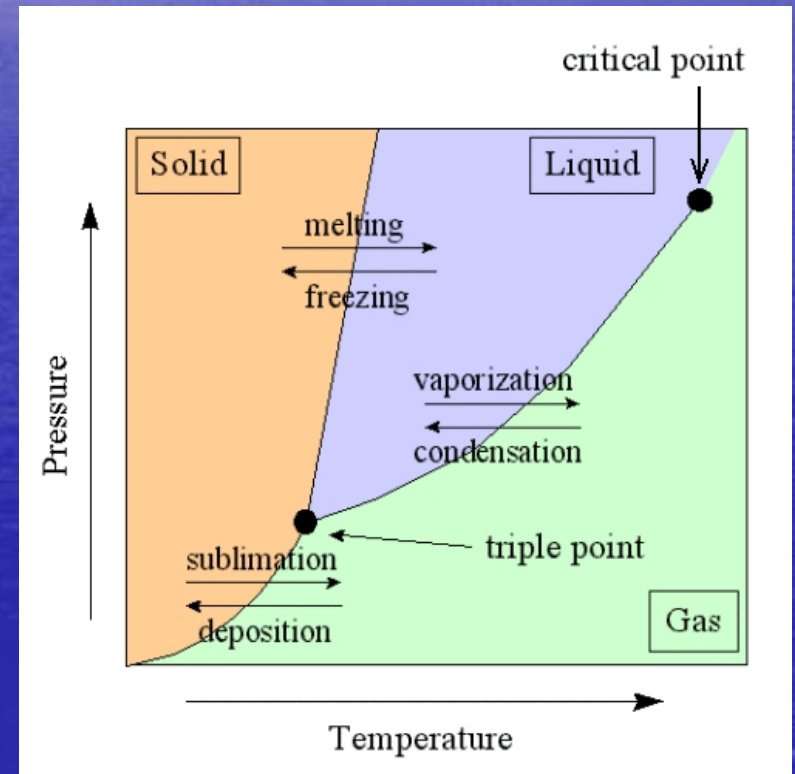


Woda w trzech postaciach

DIAGRAMY FAZOWE



WODA



ZAZWYCZAJ

Wyjątkowy związek

- Jest (poza rtęcią) jedyną nieorganiczną cieczą występującą na Ziemi. Dzięki sprzyjającej temperaturze i ciśnieniu jest jedyną substancją w biosferze występującą jednocześnie w trzech stanach skupienia !!! Odpowiada za wietrzenie skał i tworzenie gleby, podstawę życia na lądzie. Przenosi substancje odżywcze w organizmach żywych. Rozpuszczając CO_2 wychwytuje ze środowiska węgiel i włącza go w naturalny łańcuch pokarmowy roślin lądowych i morskich oraz alg.
- Woda stanowi 2/3 masy naszego ciała i odpowiada za dostarczenie pozostałej 1/3. Typowa dieta dorosłego człowieka to 1 kg suchego pożywienia i ok. 2,5 kg wody.
Bez jedzenia można żyć miesiąc, ale bez wody nie dłużej niż 10 dni ...

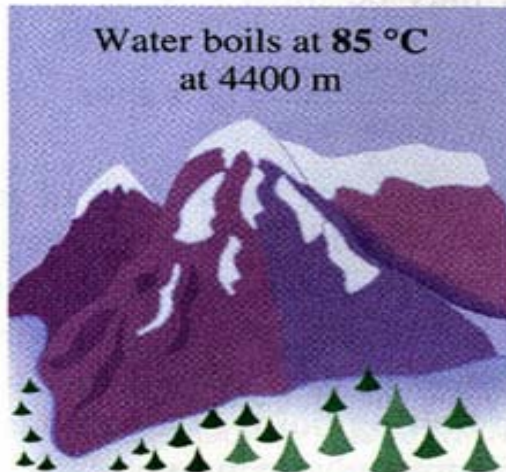
Woda jest cieczą !

**Śniadanie nad morzem, nieco wyżej
i w Himalajach**

Water boils at **100 °C**
at sea level



Water boils at **85 °C**
at 4400 m



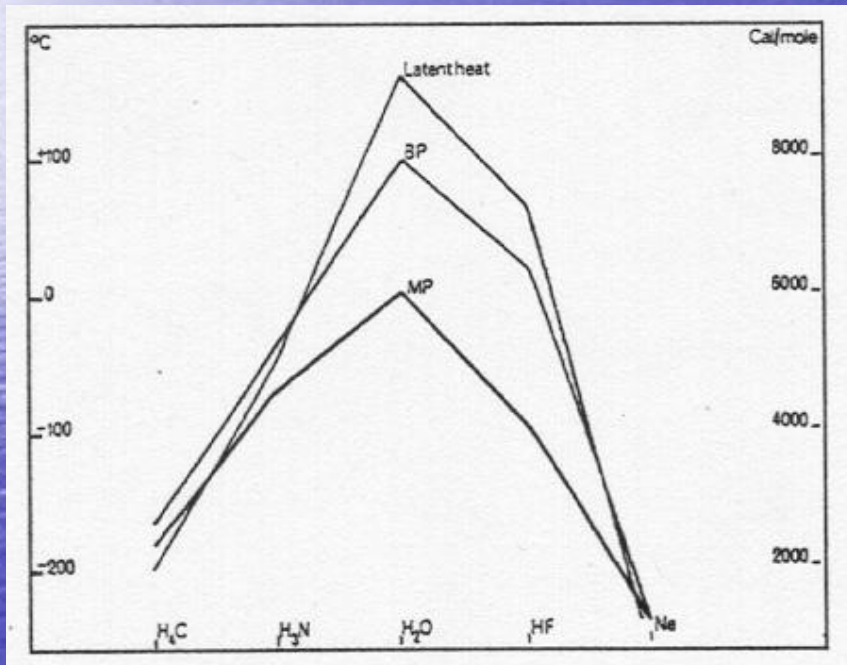
Pike's Peak, Colorado

Water boils at **71 °C**
at 8800 m

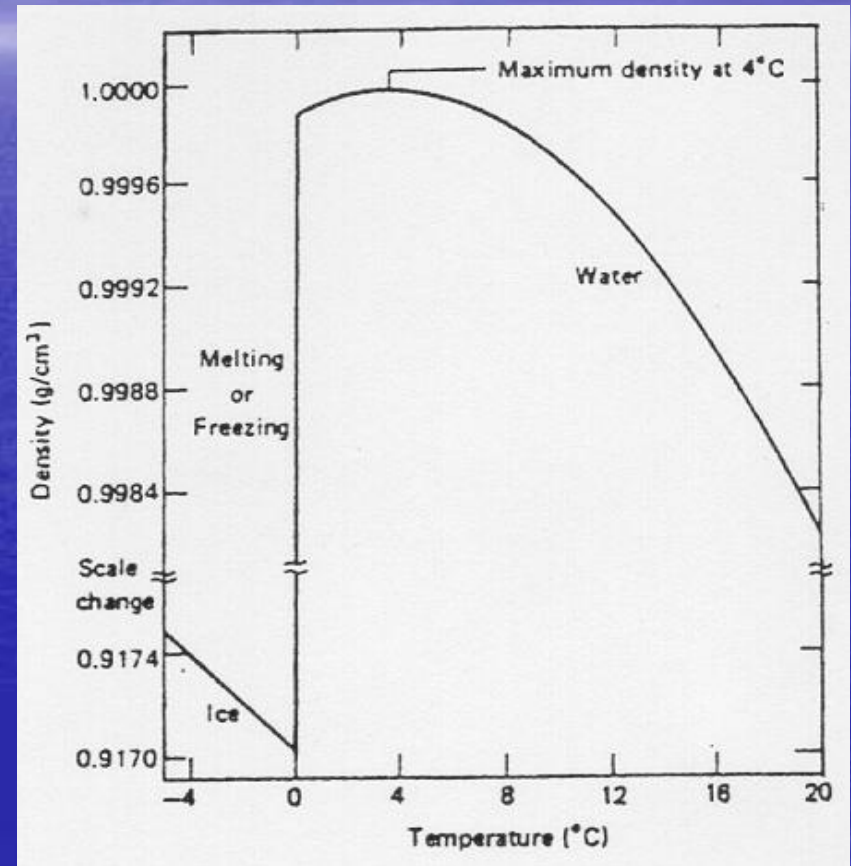


Mount Everest, Tibet

Woda jest cieczą !

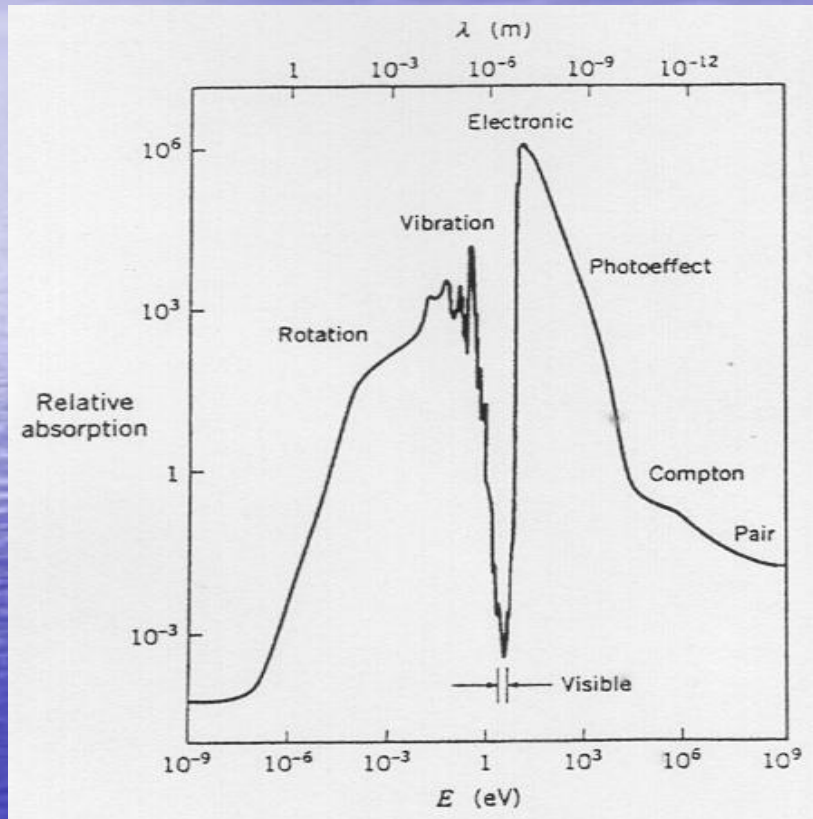


Unikatowa pozycja wody w serii związków izoelektronowych



Niewielka zmiana gęstości H₂O przy chłodzeniu od 4 do 0°C i gwałtowna ok. 0°C

Woda pełna innych tajemnic ...



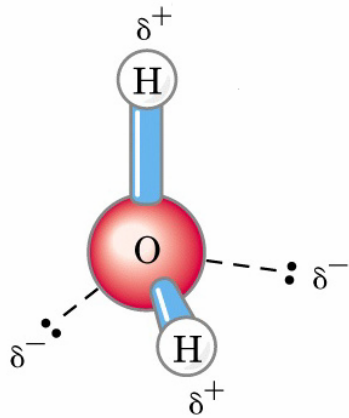
Absorbuje promieniowania w bardzo szerokim zakresie widma, ale jest przezroczysta w zakresie widzialnym.

Nie utrudnia fotosyntezy !

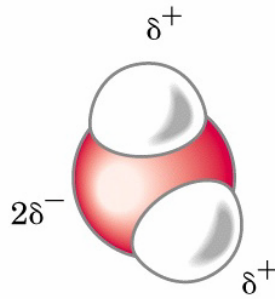
Wyjątkowe właściwości wody (20°C)

Właściwość	Wartość dla H ₂ O	Wartość dla EtOH	Uwagi dla wody
Gęstość (kg/dm ³)	998	789	Ciecz ma nienormalną rozszerzalność: max. gęstość w temp. 4°C (11.2°C D ₂ O). Anomalna rozszerzalność nie wyst. W wodzie morskiej.
Wzrost objętości przy zamarzaniu	9%*	-	Efekt duży. Lód pływa po wodzie, woda inicjuje wietrzenie skał i gleby.
Pojemność cieplna (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	4182*	2440	Wyższa niż dla innych cieczy (wyjątkiem jest NH ₃). Efekt termoregulacji – zbiorniki wodne oraz tkanki miękkie.
Przewodnictwo cieplne (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0.598*	0.168	Wyższe niż większości zwykłych cieczy (ale niższe niż większości ciał stałych – wzmacnianie efektu termoregulacyjnego wody).
Ciepło (MJ kg ⁻¹) parowania	2.45*	0.92	Najwyższe wśród pospolitych cieczy. Para wodna jest efektywnym przenośnikiem energii. (Chłodzenie przez odparowanie.)
Ciepło topnienia	0.334*	0.109	Najwyższe wśród znanych cieczy. Krzepnięcie jest wolne i stabilizuje się w 0°C
Stała dielektryczna	80.2*	24.3	Bardzo wysoka. Woda jest doskonałym rozpuszczalnikiem.
Napięcie powierzchniowe (nM m ⁻¹)	72.8*	22.4	Najwyższe wśród znanych cieczy. Silny efekt kapilarny. (Rola surfaktantów – obniżanie napięcia powierzchniowego.) 'adjuvants' używane w opryskach rolniczych.

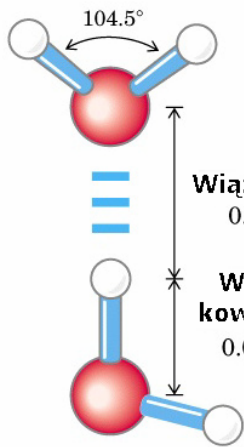
Struktura Wody



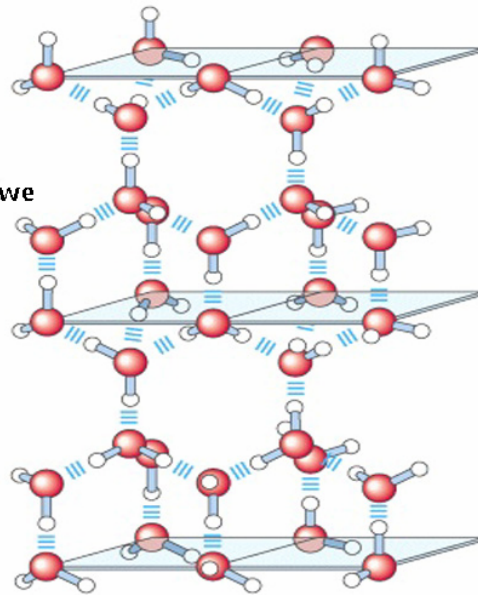
(a)



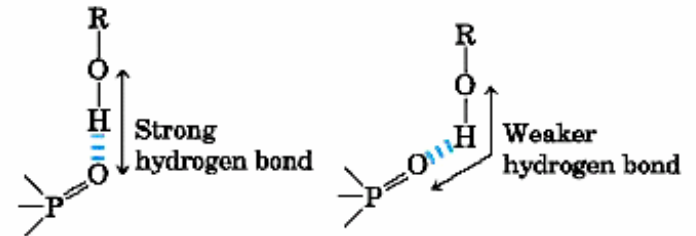
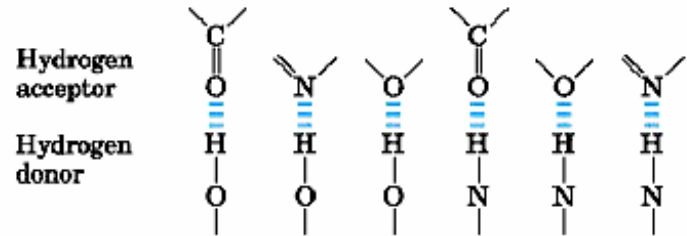
(b)



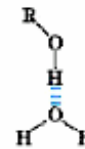
(c)



WIAZANIA WODOROWE



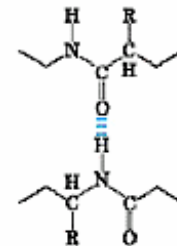
Between the hydroxyl group of an alcohol and water



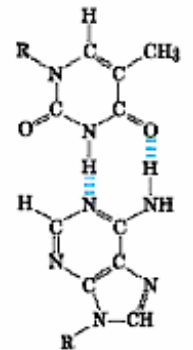
Between the carbonyl group of a ketone and water



Between peptide groups in polypeptides



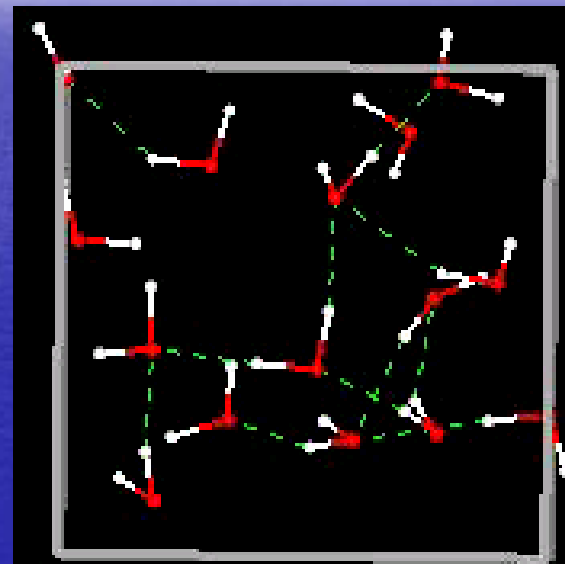
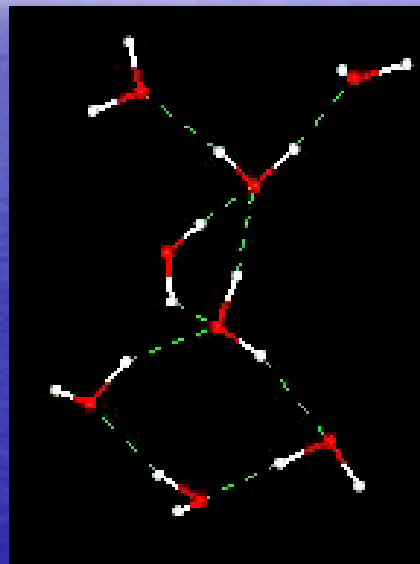
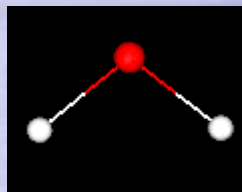
Between complementary bases of DNA



Thymine

Adenine

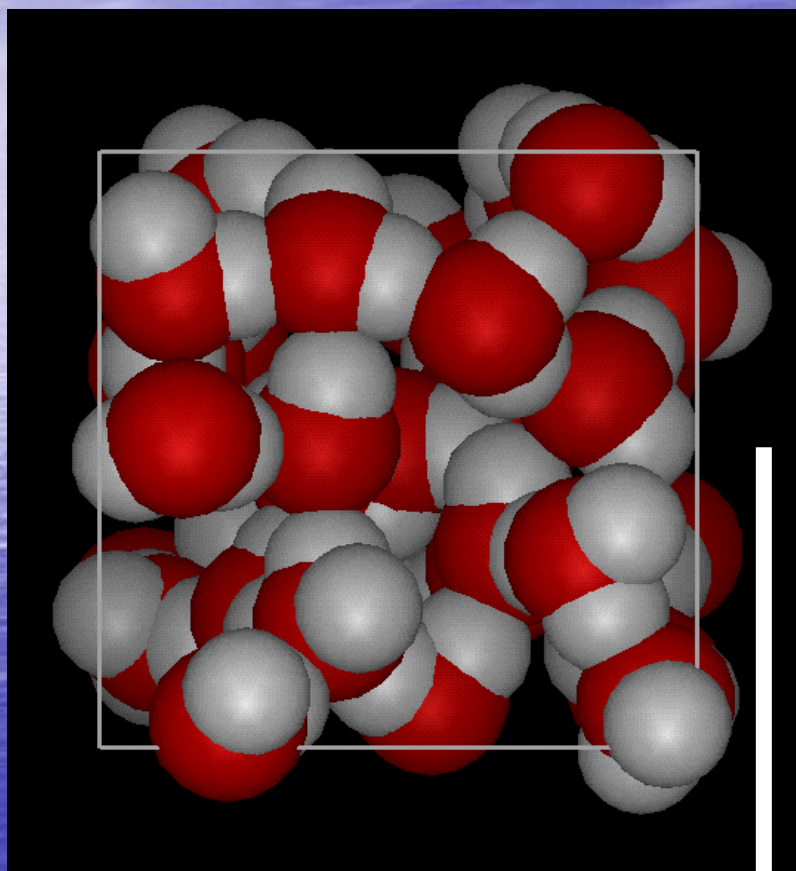
Wiązania wodorowe w wodzie



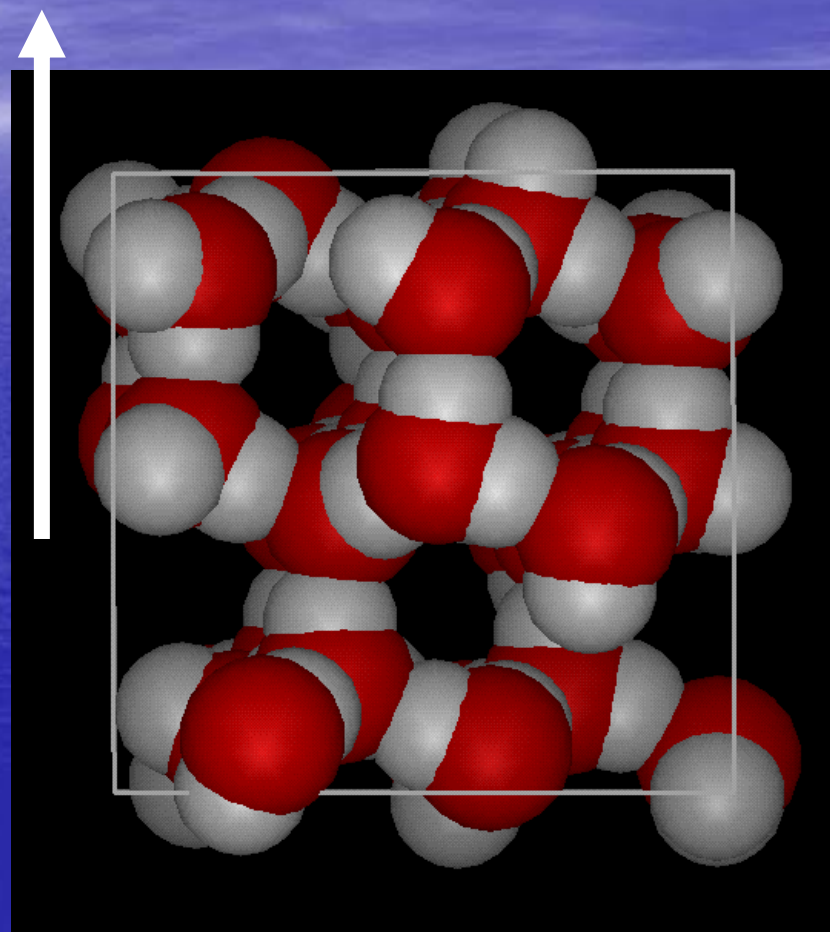
Sieć cząsteczek wody powiązanych wiązaniami wodorowymi nie jest tworem sztywnym. W temperaturze pokojowej drgania termiczne cząsteczek wody prowadzą do ciągłego zrywania i tworzenia na nowo „kontaktów sieciowych”. Średnio, każda cząsteczka wody bierze udział w tworzeniu 3.4 wiązań wodorowych (lód tworzy 4).

W rezultacie gęstość wody jest nieco wyższa niż można by przewidywać dla idealnej sieci wiązań wodorowych. Gdy woda krzepnie sieć staje się bardziej uporządkowana i gęstość wody zmniejsza się.

Struktura H_2O – jezioro zamarza od góry !

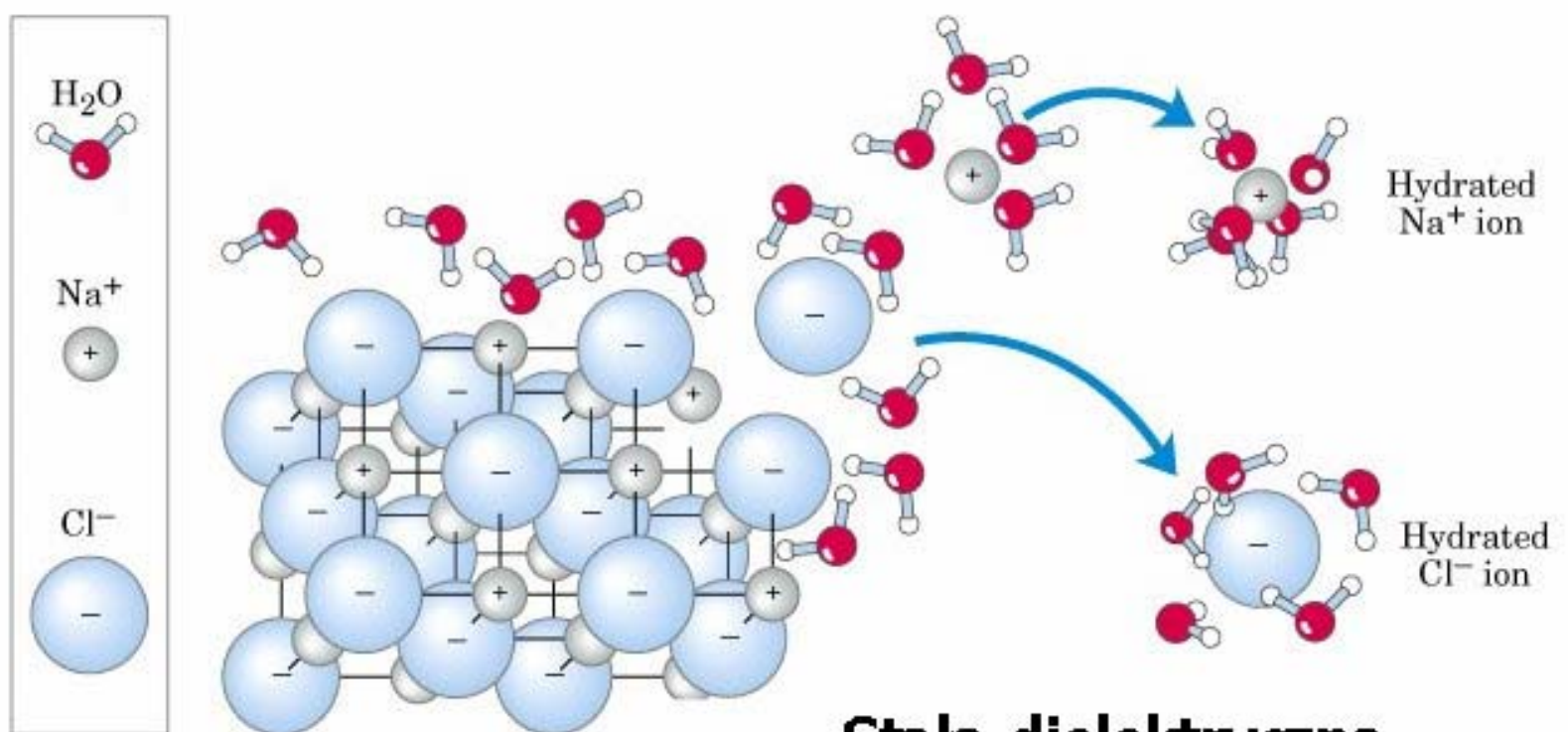


Woda (cięższa, struktura „w ruchu”)



Lód (lżejszy, struktura sztywna)

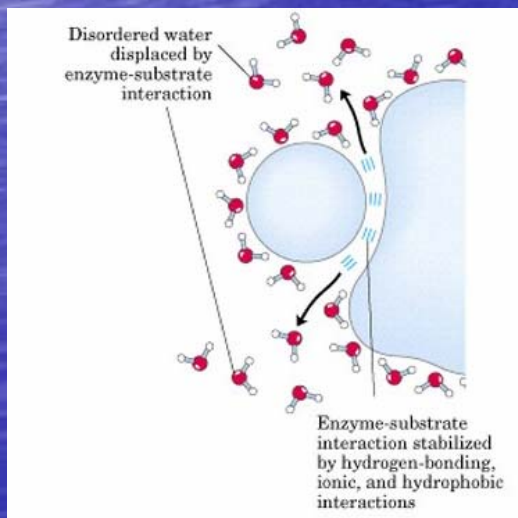
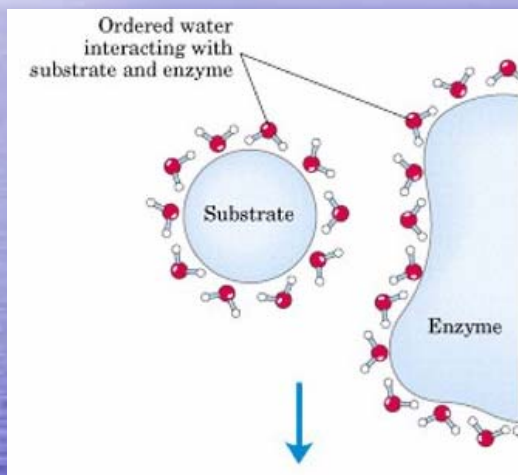
Rozpuszczanie soli w wodzie



Stała dielektryczna

H ₂ O	80
EtOH	24
Benzene	2

Oddziaływania H₂O/subst.rozp



Solubilities of Some Gases in Water

Gas	Structure*	Polarity	Solubility in water (g/L) [†]
Nitrogen	N≡N	Nonpolar	0.018 (40 °C)
Oxygen	O=O	Nonpolar	0.035 (50 °C)
Carbon dioxide	$\overset{\delta^-}{\text{O}}=\overset{\delta^+}{\text{C}}=\overset{\delta^-}{\text{O}}$	Nonpolar	0.97 (45 °C)
Ammonia	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \quad / \\ \text{N} \\ \diagup \quad \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Polar	900 (10 °C)
Hydrogen sulfide	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Polar	1,860 (40 °C)

*The arrows represent electric dipoles; there is a partial negative charge (δ^-) at the head of the arrow, a partial positive charge (δ^+ ; not shown here) at the tail.

[†]Note that polar molecules dissolve far better even at low temperatures than do nonpolar molecules at relatively high temperatures.

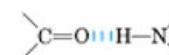
Four Types of Noncovalent ("Weak") Interactions among Biomolecules in Aqueous Solvent

Hydrogen bonds

Between neutral groups

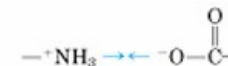


Between peptide bonds



Ionic interactions

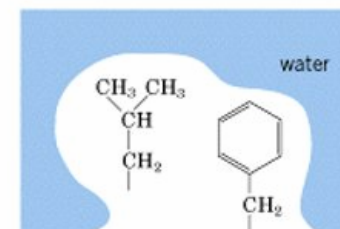
Attraction



Repulsion



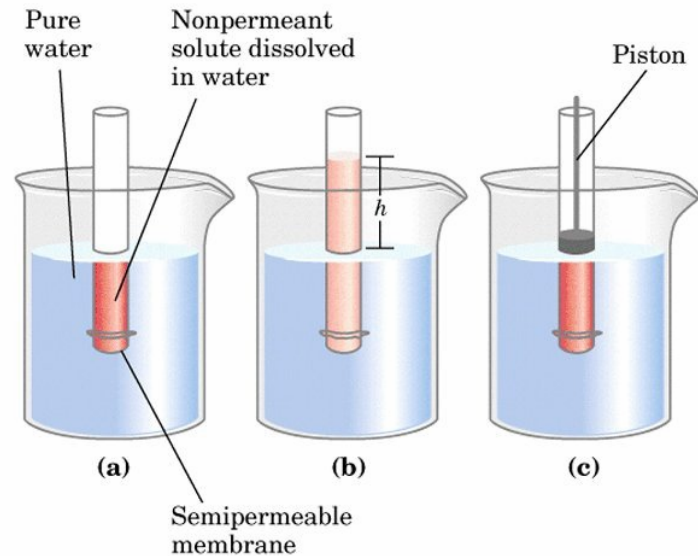
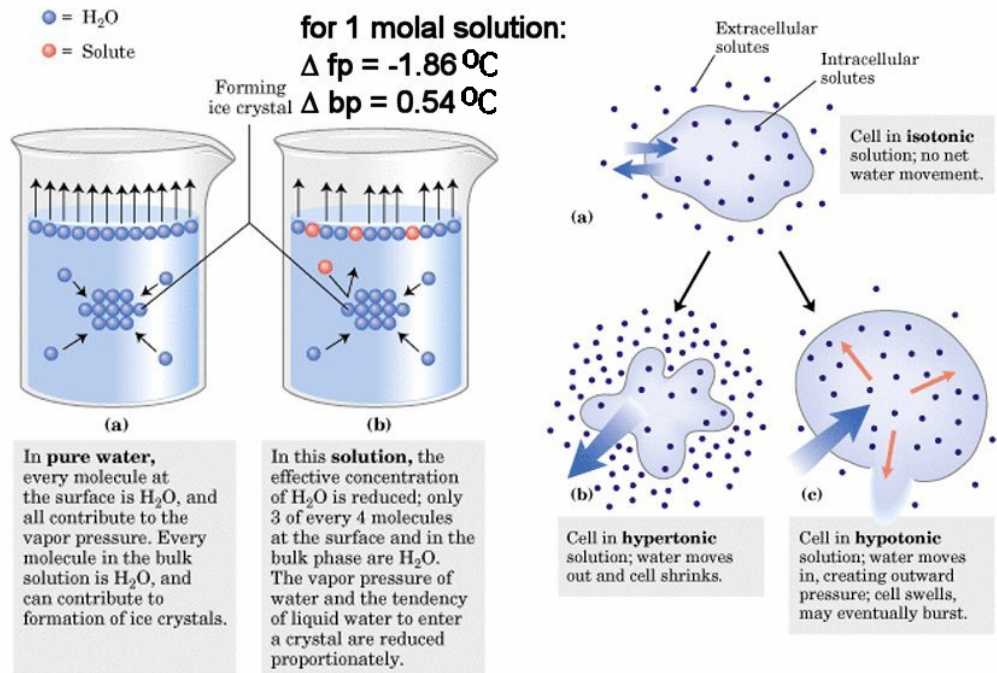
Hydrophobic interactions



Van der Waals interactions

Any two atoms in close proximity

Koligatywne właściwości roztworów



Bibliografia

- <http://www.lsbu.ac.uk/water/>
- <http://www.ldeo.columbia.edu/edu/dees/ees/climate/labs/water/>
- http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~kenkoga/nature2000/suntel/the_59.html
- http://www.digibio.com/archive/RedHerring_com-Why_water_is_weird.htm
- <http://www.gi.alaska.edu/ScienceForum/ASF3/330.html>
- <http://www.matchrockets.com/water/watermain.html>
- <http://www.princeton.edu/pr/news/01/q1/0117-water.htm>
- <http://www.farmweb.au.com/h2o/ozhs.html>
- <http://witcombe.sbc.edu/water/chemistryproperties.html>
- <http://www.cm.utexas.edu/academic/courses/Spring2002/CH339K/Robertus/>
- <http://fig.cox.miami.edu/~lfarmer/MS215/WATER.HTM>
- http://www.edinformatics.com/math_science/water_ice.htm
- <http://www.webshots.com>