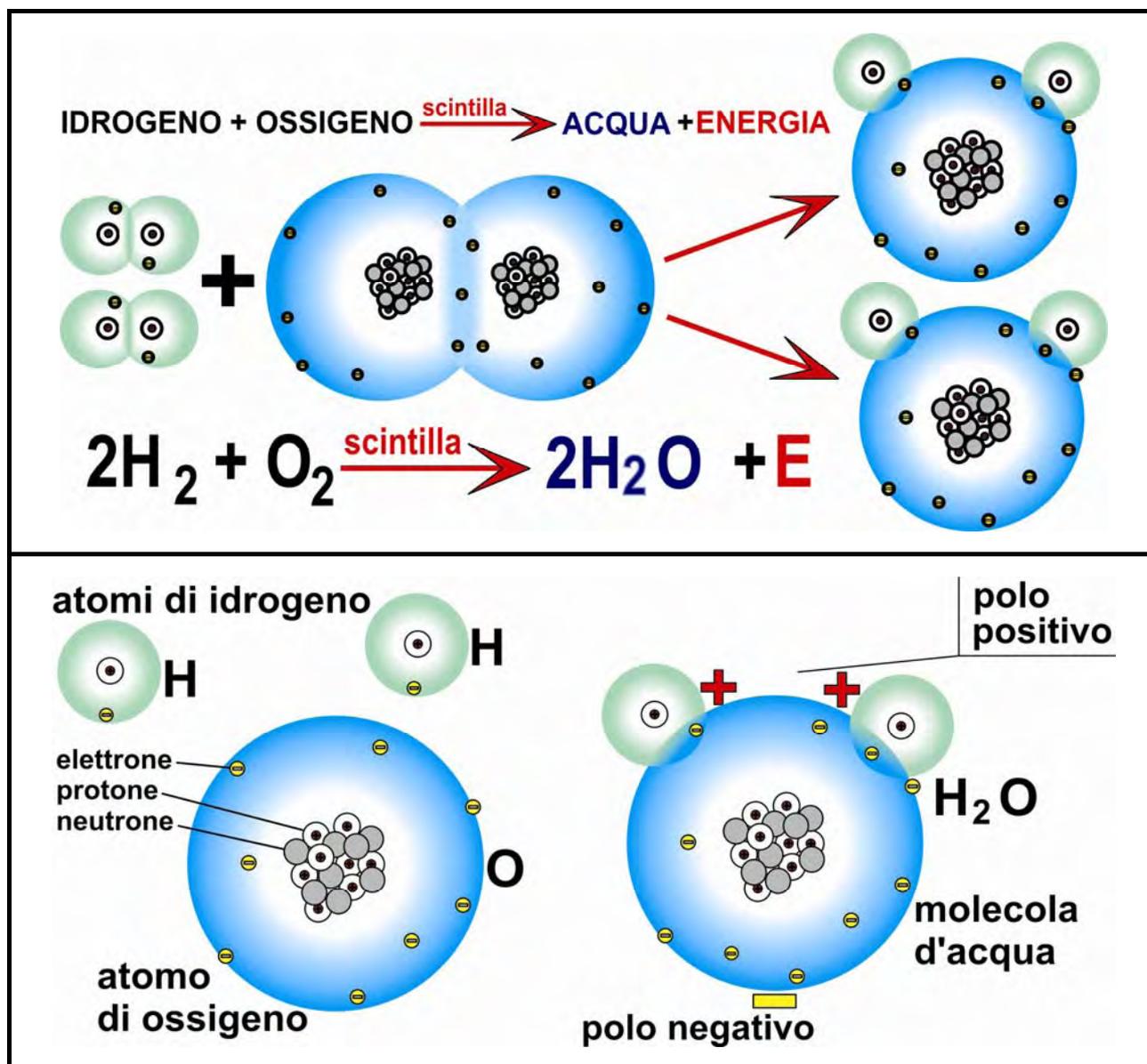


### 3 - L'ACQUA

I due gas, idrogeno e ossigeno, sotto lo stimolo di una scintilla, reagiscono tra loro con un processo molto rapido che libera energia. Si tratta di una reazione nella quale il combustibile idrogeno viene “bruciato” grazie al comburente ossigeno, con conseguente formazione di **acqua**.



L'acqua è una sostanza composta da **idrogeno (H)** e **ossigeno (O)**. Gli atomi di idrogeno sono i più piccoli tra tutti gli elementi, formati da un solo protone ( $1 e^+$ ) che costituisce il nucleo, intorno al quale è presente un solo elettrone ( $1 e^-$ ). Gli atomi di ossigeno sono più grandi; schematizzando molto il nucleo è costituito da 8 protoni ( $8 e^+$ ) e 8 neutroni, mentre 8 elettroni ( $8 e^-$ ) formano il guscio esterno. L'unione di un atomo di ossigeno con due atomi di idrogeno forma la **molecola d'acqua**, in cui i due tipi di elementi sono fra loro legati da una forza detta *legame covalente*. La carica complessiva della molecola è:  $[(8e^+ + 8e^-) + 2(1e^+ + 1e^-)] = 0$ ; il che vuol dire che essa è elettricamente neutra. Il legame covalente caratterizza molti altri composti. Per esempio il metano ( $\text{CH}_4$ ) è costituito da molecole con un atomo di carbonio legato a quattro atomi di idrogeno. L'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) è costituita da molecole nelle quali un atomo di carbonio è strettamente connesso con due atomi di ossigeno. L'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) è costituita da molecole con al centro un atomo di azoto, legato a tre atomi di idrogeno.

Le formule chimiche riproducono le proporzioni numeriche con le quali stanno fra loro i diversi elementi nelle molecole. Infatti si indica con **H<sub>2</sub>O** la formula dell'acqua, in quanto il numero doppio degli atomi di idrogeno rispetto a quelli di ossigeno è una conseguenza del tipo di molecola che abbiamo descritto. Tutte le

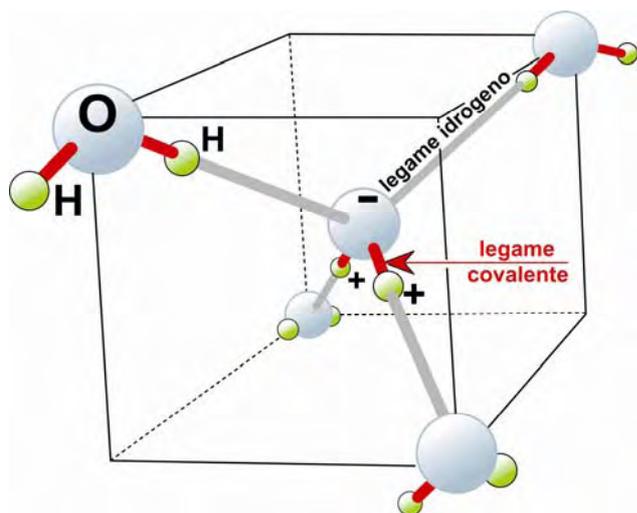
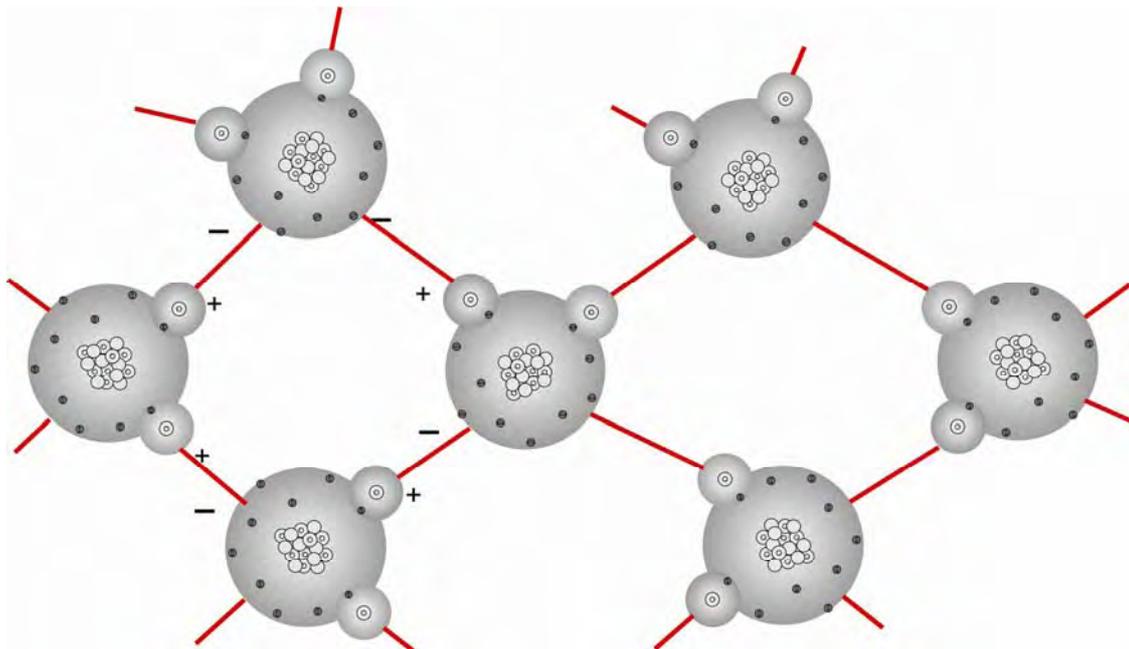
sostanze che sono costituite da molecole (gruppi uguali di atomi legati con forza tra loro da legami di tipo covalente) si dicono **sostanze molecolari**.



Formula di struttura dell'acqua.

I due atomi di idrogeno sono sistemati in modo tale da formare un angolo di circa  $105^\circ$  fra le direzioni di allineamento fra i nuclei; essi sono quindi da un lato della molecola. Gli elettroni messi in compartecipazione si trovano fra il nucleo dell'idrogeno con una piccola carica positiva ( $1 e^+$ ) e quello dell'ossigeno con una più forte carica positiva ( $8 e^+$ ). Gli elettroni (negativi) sono attratti da una maggiore forza elettrostatica verso il nucleo di ossigeno.

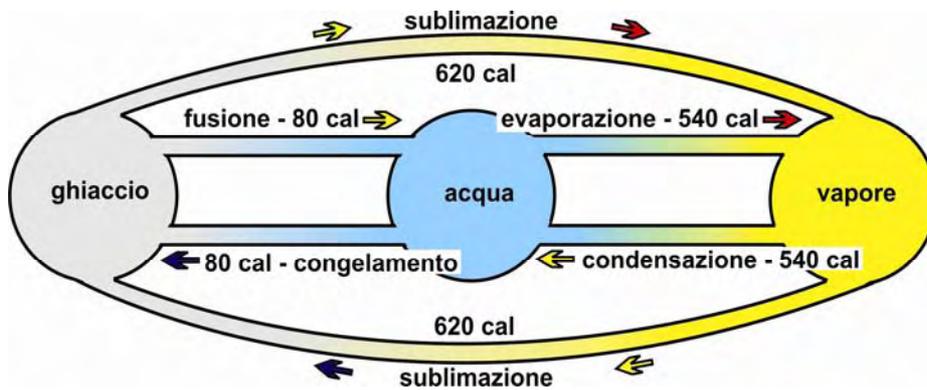
Complessivamente, quindi, l'insieme di tutte le cariche non sono distribuite uniformemente; la molecola si comporta come un *dipolo elettrico*, con una estremità, o polo, negativa da una parte (ossigeno) e positiva dall'altra (idrogeni). Fra i poli positivi e negativi di molecole d'acqua diverse e vicine si manifestano forze di attrazione di natura elettrostatica; esse sono all'origine di quasi tutti i fenomeni naturali legati all'acqua.



Le considerazioni e le immagini fin qui proposte danno l'idea della molecola d'acqua come una figura piana; in realtà essa presenta una struttura tridimensionale tetraedrica. Soprattutto nel ghiaccio tale forma impone precise posizioni delle molecole grazie alle forze elettrostatiche di attrazione. Si osserva che ogni atomo di idrogeno fa da "ponte" tra l'atomo di ossigeno della molecola di appartenenza con un altro ossigeno della molecola adiacente. Per tale motivo le forze di attrazione tra le molecole vengono denominate "*legami idrogeno*".

L'**acqua** pura è costituita dall'89 % in peso di **ossigeno** e dell'11 % in peso di **idrogeno**, ma nell'acqua sono presenti tanti altri elementi, comunque in percentuali quasi sempre molto piccole.

La maggior parte della superficie della Terra ( $3/4$ ) è coperta dall'acqua. La temperatura dell'aria, a livello del suolo, è tale da consentire l'esistenza dell'acqua contemporaneamente nei tre stati: *solido* (il ghiaccio e la neve sulle montagne e sui poli), *liquido* (mari, laghi e fiumi) e *gassoso* (l'umidità contenuta nell'atmosfera). Avvengono continui passaggi da uno stato all'altro, consentendo così il **ciclo dell'acqua**. Questa speciale condizione di privilegio, rispetto agli altri pianeti del sistema solare (e forse rispetto ad altri satelliti di altri sistemi stellari dell'Universo), è la ragione della vita.



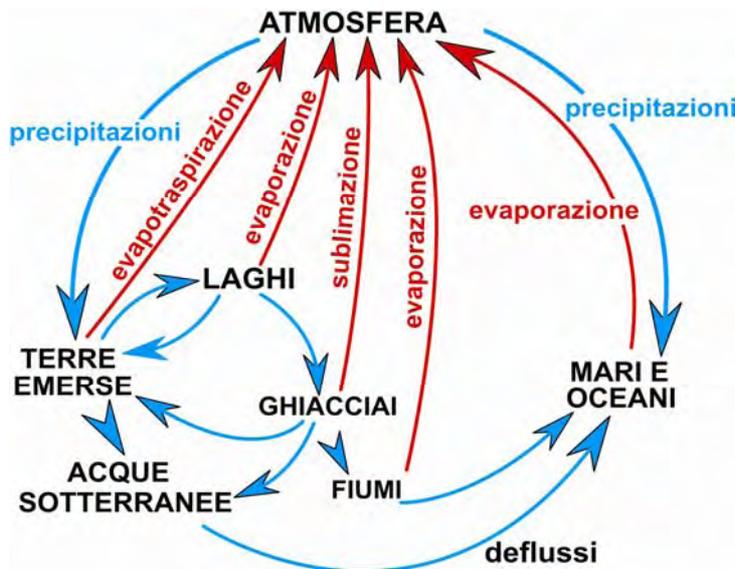
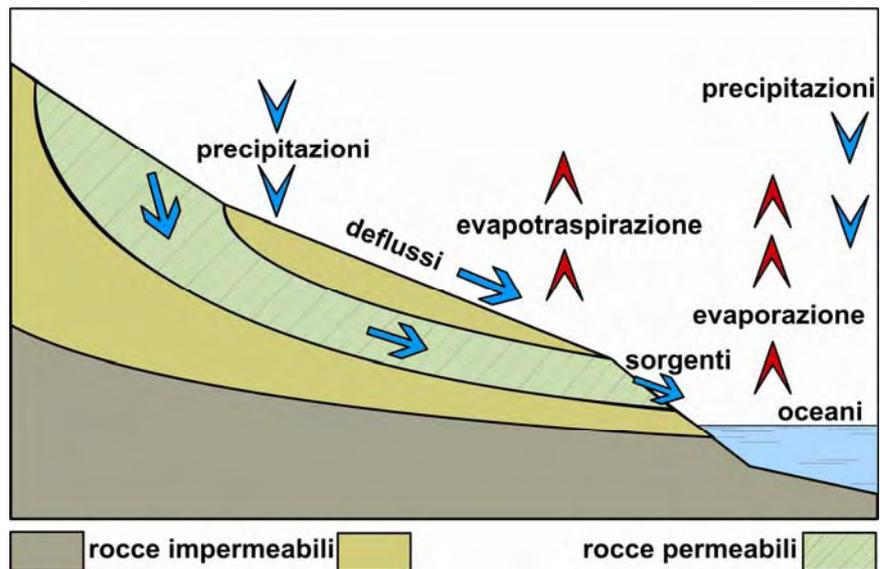
I passaggi di stato dell'acqua comportano elevati scambi di energia. Valori espressi in calorie per grammo d'acqua.

### Ciclo dell'acqua.

L'acqua passa sotto forma di gas dal serbatoio del mare all'atmosfera;

L'atmosfera trasporta il gas sulle terre emerse dove può trasformarsi in acqua (nubi) e cadere sotto forma di precipitazioni (pioggia, neve, grandine); le precipitazioni avvengono anche direttamente sul mare;

le precipitazioni sulle terre emerse danno origine a fiumi e a correnti sotterranee che riportano l'acqua nel mare per ricominciare il ciclo.

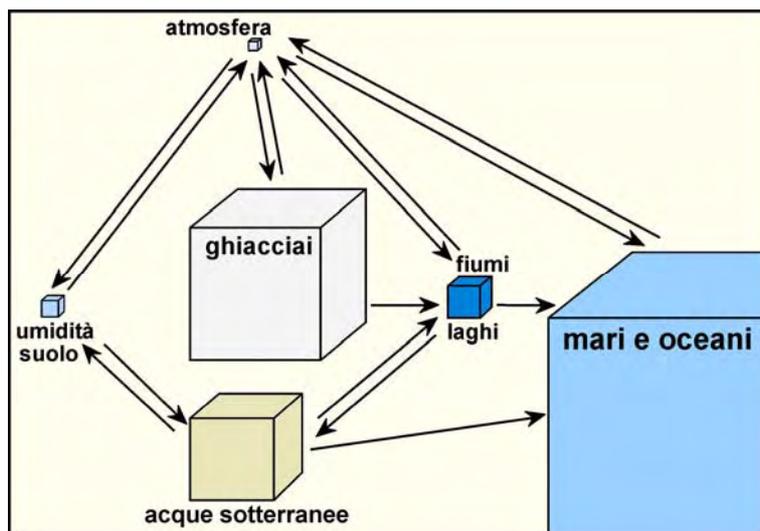


**Complessità del ciclo dell'acqua.** Talvolta si sollevano leggere nebbie (goccioline d'acqua) da campi appena arati o da una strada appena bagnata dalla pioggia con la ricomparsa del sole; si tratta di acqua che ritorna all'atmosfera senza passare dal serbatoio mare. L'acqua di una pozzanghera può evaporare e tornare dopo poco tempo con un temporale che si scatena nella stessa zona. La neve che cade oggi sulle Alpi può essere acqua evaporata due settimane prima dall'Atlantico e trasportata da venti occidentali. Il ciclo dell'acqua, in realtà, è piuttosto un insieme di sottocicli con continui scambi di umidità fra terra, mari e atmosfera. Per esempio l'acqua può passare dall'oceano all'aria e ritornarvi senza passare attraverso la terra. Durante una pioggia molte gocce non riescono a raggiungere il suolo ma evaporano ritornando direttamente all'atmosfera. Anche le acque dei fiumi o dei laghi possono tornare

all'atmosfera senza passare attraverso i mari. In-fine si può avere evaporazione direttamente dal terreno umido.

Il diverso irraggiamento solare, maggiore all'equatore e minore ai poli, determina squilibri termici tali da provocare grandi spostamenti di masse d'aria che sono all'origine della successione dei vari eventi meteorologici nel tempo e nello spazio. In questi processi è ancora protagonista l'acqua, coinvolta in un grande ciclo che ne permette la distribuzione sulle terre emerse, consentendo l'alimentazione dei ghiacciai, dei fiumi, dei laghi.

	Volumi 10 <sup>3</sup> ·km <sup>3</sup>	%
oceani e mari	1.370.000	<b>96,960</b>
ghiacciai	34.000	<b>2,410</b>
acque sotterranee	8.400	<b>0,580</b>
laghi e fiumi	510	<b>0,044</b>
umidità del suolo	66	<b>0,005</b>
atmosfera	13	<b>0,001</b>
totale	1.412.989	<b>100</b>



**Distribuzione dei volumi delle acque terrestri** nei diversi ambienti. I valori sono raffigurati con cubi di volumi proporzionali, assimilabili a “serbatoi” entro i quali è distribuita l’acqua terrestre. Il cubo dell’acqua dei mari e oceani compare nella figura solo per 1/8 del suo volume. Il cubo dell’acqua dell’atmosfera è stato leggermente ingrandito rispetto alle dimensioni reali affinché risultasse distinguibile.

L’acqua costituisce la frazione principale degli organismi e costituisce il mezzo fondamentale dei liquidi di trasporto in natura (il sangue, la linfa delle piante, le soluzioni nutritive presenti nel suolo a disposizione delle radici). L’acqua è il solvente per eccellenza (col tempo quasi tutte le sostanze presenti in natura si sciolgono in essa).

vegetali		animali		uomo	
seme di girasole	5	ratto	65	corpo umano	65
chicco di granoturco	70	aringa	67	ossa	22
frutto di ananas	87	gallina	74	cervello	74
pomodoro	95	rana	78	muscolo	77
		aragosta	79	rene	81
		lombrico	80	sangue	84
		medusa	96		

Percentuali dell’acqua rispetto al peso di alcuni organismi o di parti di essi.

Un grammo d’acqua, che occupa il volume di un millesimo di litro (1 cm<sup>3</sup>), contiene circa 30.000 miliardi di miliardi di molecole, un numero costituito dalla prima cifra “3” seguito da 22 zeri.

angolo fra i legami H-O nella molecola	104,5	gradi
distanza H-O nella molecola	1·10 <sup>-8</sup>	cm
carica elettrica media polare	0,44	e <sup>+/-</sup>
massa molecolare	18,0153	
calore specifico (per T = 25 °C)	1,0	cal/g/ °C
calore latente di fusione	80	cal/g
calore latente di evaporazione	540	cal/g
calore latente di sublimazione	540	cal/g
tensione superficiale	72	10 <sup>-5</sup> N/cm
densità a 4 °C	1,0	g/l
punto crioscopico (per P = 1 atm)	0	°C
punto ebullioscopico (per P = 1 atm)	100	°C
conducibilità termica	1,4·10 <sup>-3</sup>	cal/sec/cm/°C
prodotto ionico [H <sup>+</sup> ]·[OH <sup>-</sup> ] - T=25 °C	1·10 <sup>-14</sup>	(acqua pura)

Caratteristiche fisiche e chimiche dell’acqua.