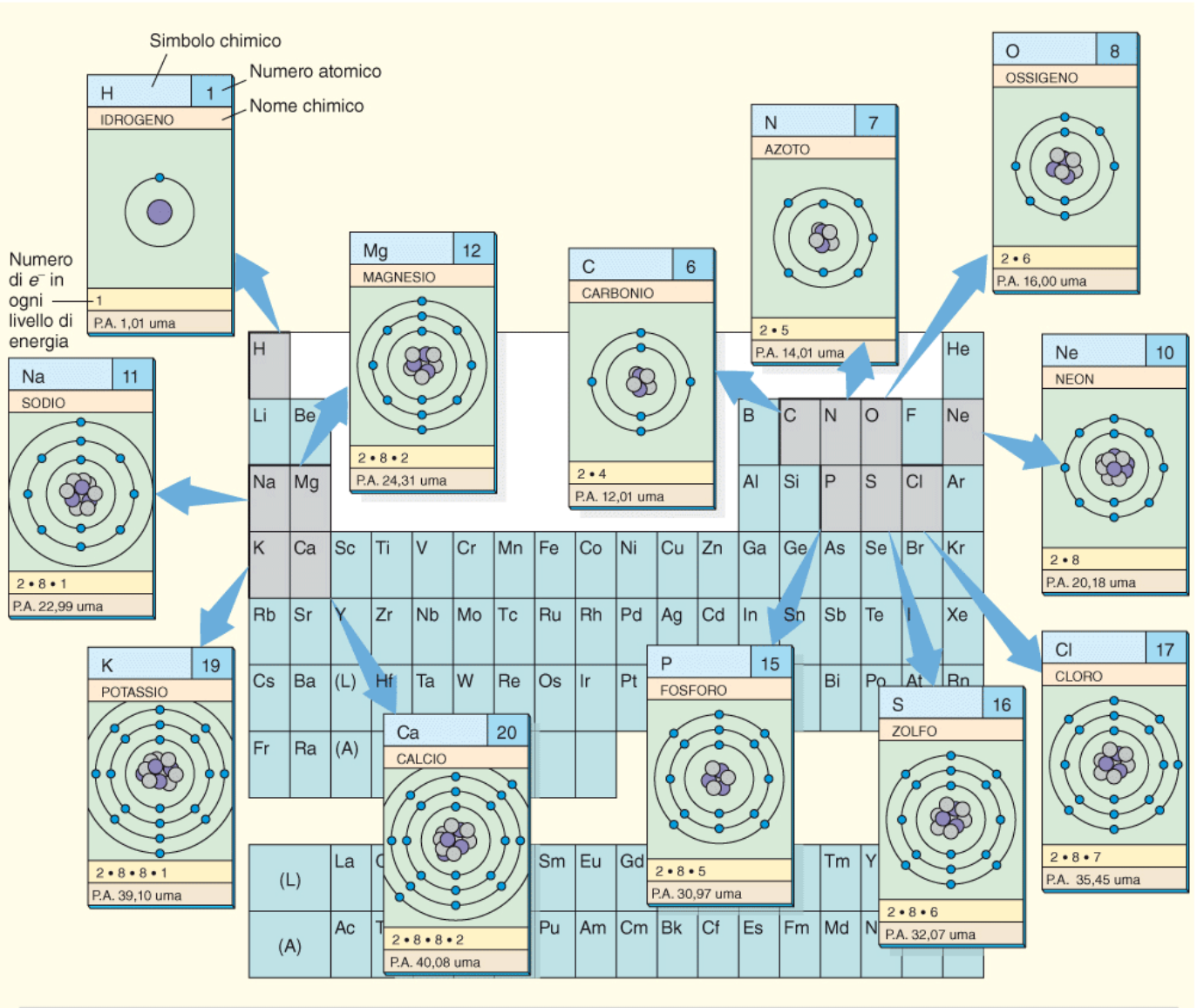


# **I componenti chimici delle cellule**

# La tavola periodica



## Composizione chimica del corpo umano

- Il 96,3% della massa degli esseri viventi è composto da: C, H, N, O

Acqua di mare		Essere umano		Zucca		Crosta terrestre	
Ossigeno	88,3	Ossigeno	65,0	Ossigeno	85,0	Ossigeno	46,6
Idrogeno	11,0	Carbonio	18,5	Idrogeno	10,7	Silicio	27,7
Cloro	1,9	Idrogeno	9,5	Carbonio	3,3	Alluminio	8,1
Sodio	1,1	Azoto	3,3	Potassio	0,34	Ferro	5,0
Magnesio	0,1	Calcio	2,0	Azoto	0,16	Calcio	3,6
Zolfo	0,09	Fosforo	1,1	Fosforo	0,05	Sodio	2,8
Potassio	0,04	Potassio	0,35	Calcio	0,02	Potassio	2,6
Calcio	0,04	Zolfo	0,25	Magnesio	0,01	Magnesio	2,1
Carbonio	0,003	Sodio	0,15	Ferro	0,008	Altri elementi	1,5
Silicio	0,0029	Cloro	0,15	Sodio	0,001		
Azoto	0,0015	Magnesio	0,05	Zinco	0,0002		
Stronzio	0,0008	Ferro	0,004	Rame	0,0001		
		Iodio	0,0004				

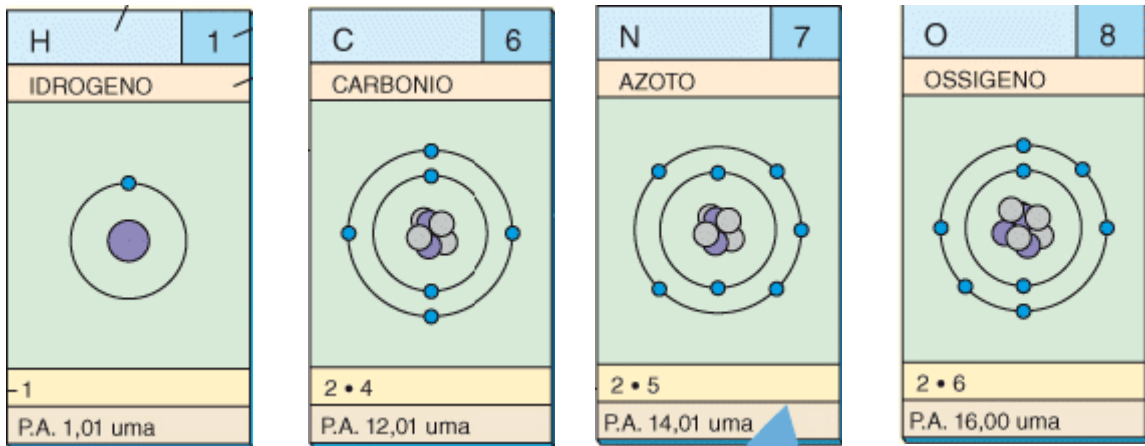
- Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg: formano il rimanente 3,7%
- Gli altri elementi si trovano in tracce (< 0.01%), es. lo iodio

- **OSSIGENO:** respirazione cellulare, composti organici, componente dell' $H_2O$
- **CARBONIO:** scheletro molecole organiche (4 legami),  $CO_2$
- **IDROGENO:** composti organici, componente dell' $H_2O$ , trasferimenti di energia ( $H^+$ )
- **AZOTO:** componente di proteine ed acidi nucleici

- **CALCIO:** componente strutturale di ossa e denti, importante per contrazione muscolare, trasmissione sinaptica, secrezione ormonale
- **FOSFORO:** componente acidi nucleici e fosfolipidi di membrana, importante nel trasferimento di energia (ATP, ADP)
- **POTASSIO:** regola funzione nervosa e contrazione muscolare
- **ZOLFO:** presente nelle proteine (ponti disolfuro)
- **SODIO:** regola la funzione nervosa, trasporto attraverso le membrane

# Cosa rende H, O, N e C adatti alla vita cellulare?

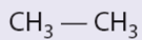
- **H, O, N e C** sono capaci di stabilire legami covalenti forti
- mettono in comune 1, 2, 3 o 4 elettroni per **completare** il livello elettronico esterno



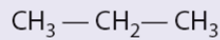
## La cellula è formata da composti del carbonio

- ad eccezione dell' $\text{H}_2\text{O}$ , quasi tutte le molecole cellulari sono a base di **carbonio**
- il **carbonio** (valenza 4) può legare fino a 4 atomi con legami covalenti, creando composti di carbonio di tipo lineare, ciclico e ramificato
- il **carbonio** può formare una varietà enorme di molecole, **molto stabili**
- **stabilità** e **ripetibilità** sono fondamentali nella replicazione di molecole fondamentali per vita, come il DNA, RNA e proteine (enzimi)

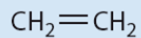
# Esempi di composti idrocarburici



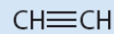
Etano



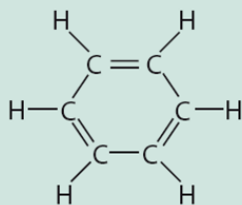
Propano



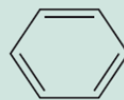
Etilene



Acetilene

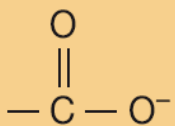


OR

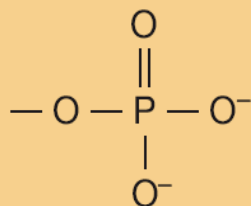


Benzene

# Gruppi funzionali in molecole organiche

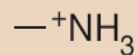


Carbossilico



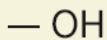
Fosforico

**(a)** Gruppi carichi negativamente

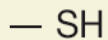


Amminico

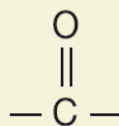
**(b)** Gruppi carichi positivamente



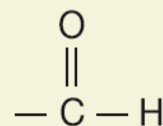
Ossidrilico



Sulfidrilico



Carbonilico

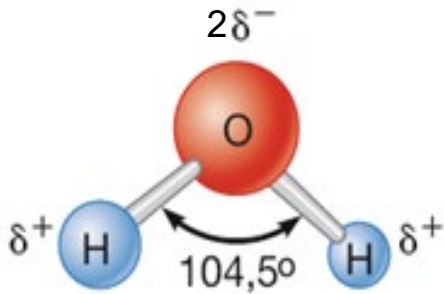


Aldeidico

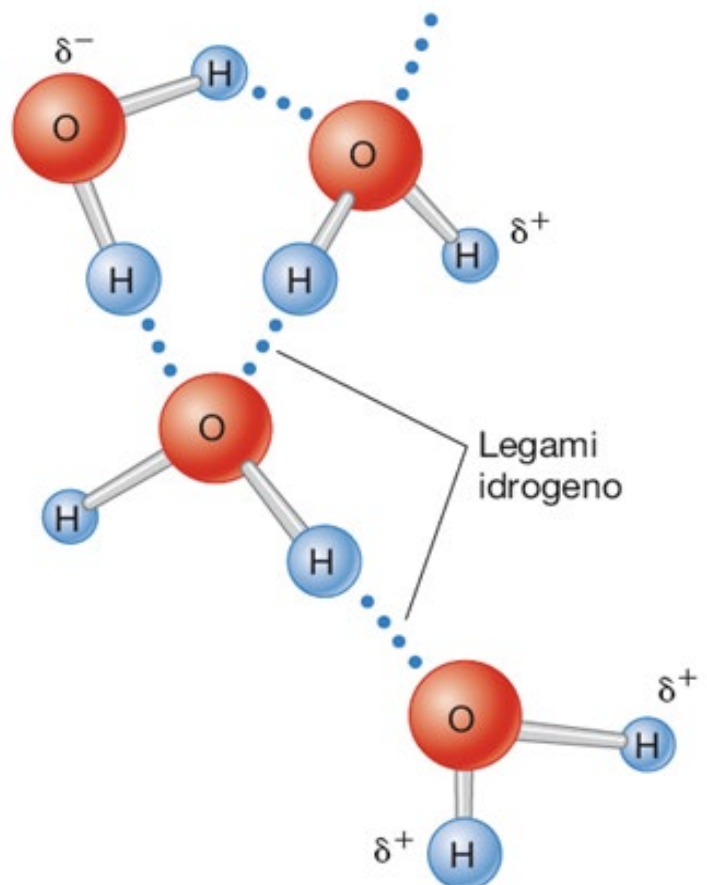
**(c)** Gruppi neutri, ma polari

# L'H<sub>2</sub>O

- L'H<sub>2</sub>O è il composto più abbondante nelle cellule (in alcune può essere il 75-85% del peso)

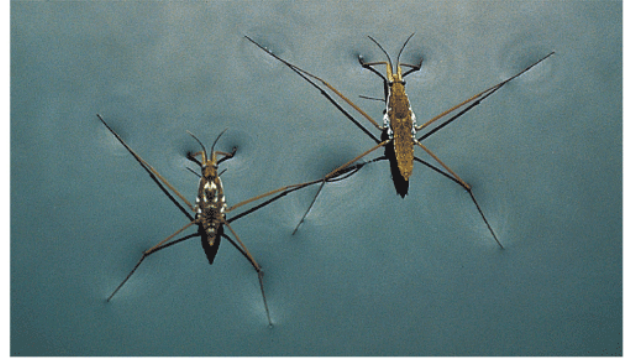


- è una molecola polare (distribuzione disomogenea di cariche)
- forma legami idrogeno (legame non covalente)



# Proprietà dell'H<sub>2</sub>O

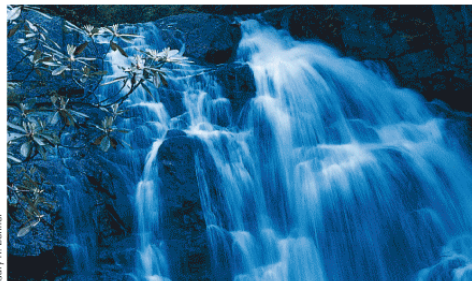
- I legami idrogeno tra le molecole di H<sub>2</sub>O sono responsabili della *tensione superficiale*



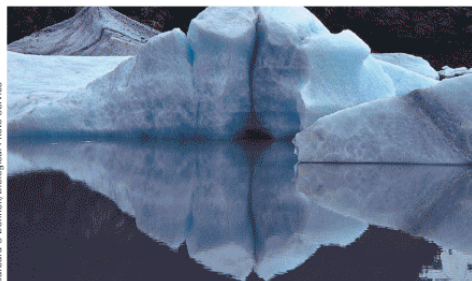
- Il legame idrogeno determina le proprietà delle tre forme dell' H<sub>2</sub>O a diverse temperature: *vapore* (gas), *acqua* (liquido), *ghiaccio* (solido)



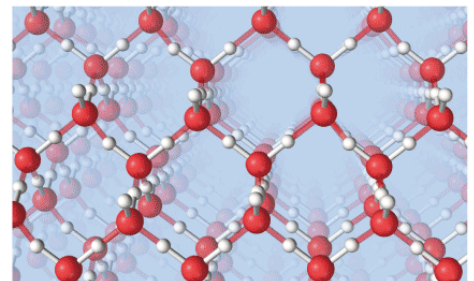
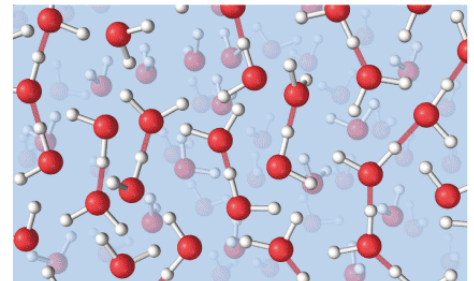
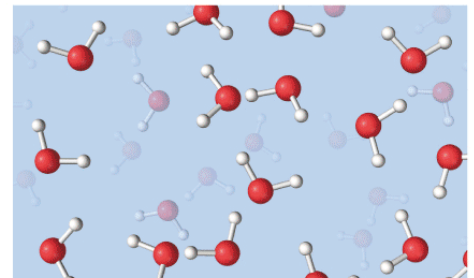
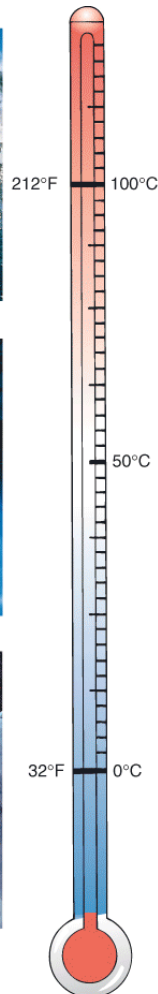
(a) Vapore d'acqua (gas)



(b) Acqua (liquido)

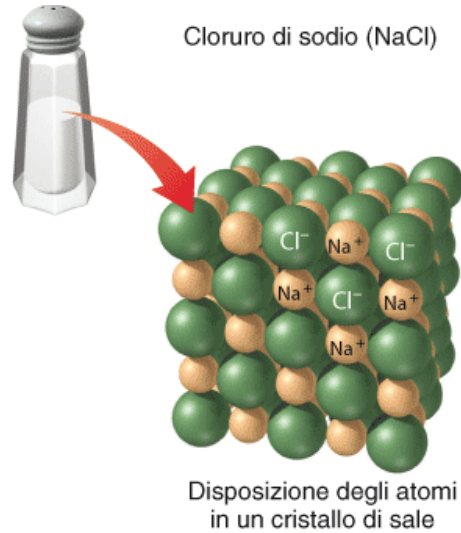


(c) Ghiaccio (solido)



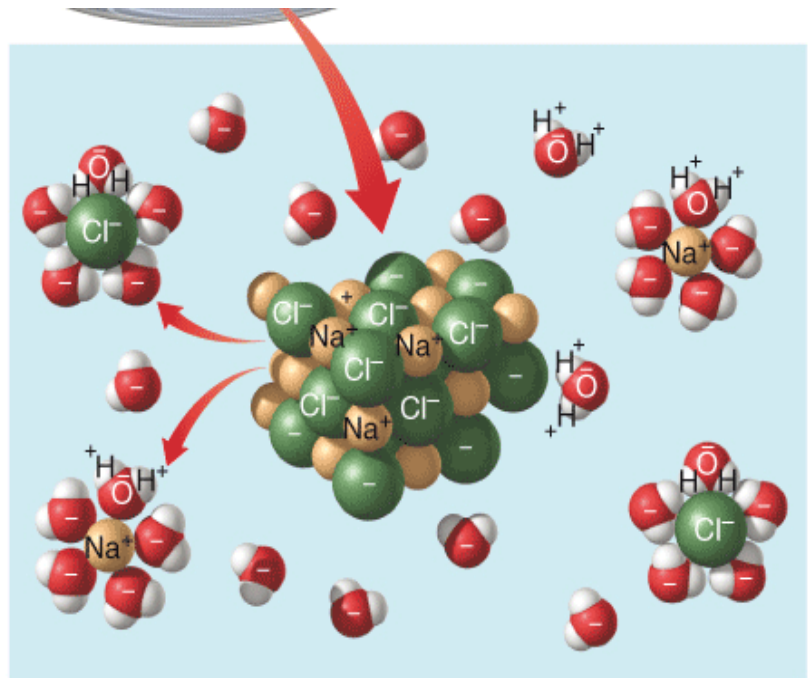


# L'H<sub>2</sub>O è un eccellente solvente



- in soluzione gli ioni sono **idratati**, ovvero circondati da molecole di H<sub>2</sub>O attratte dalla carica ionica

I composti idrofobici non interagiscono con l'acqua (come gli idrocarburi) perchè sono apolari ma interagiscono tra loro dando luogo alle più importanti strutture cellulari



# Dissociazione dell'H<sub>2</sub>O e pH di una soluzione

L' H<sub>2</sub>O si dissocia in ioni H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> secondo la seguente relazione:



Il prodotto [H<sup>+</sup>] [OH<sup>-</sup>] è costante e a 25° C vale:

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol/l}$$

In una soluzione neutra [H<sup>+</sup>]=[OH<sup>-</sup>] quindi  $K_w = 10^{-14} = [\text{H}^+]^2$

Da cui in soluzioni neutre [H<sup>+</sup>]=10<sup>-7</sup> mol/litro

Questa relazione è la base della scala del pH, definito come:

$$\text{pH} = \log_{10} \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

oppure:

$$\text{pH} = - \log_{10} [\text{H}^+]$$

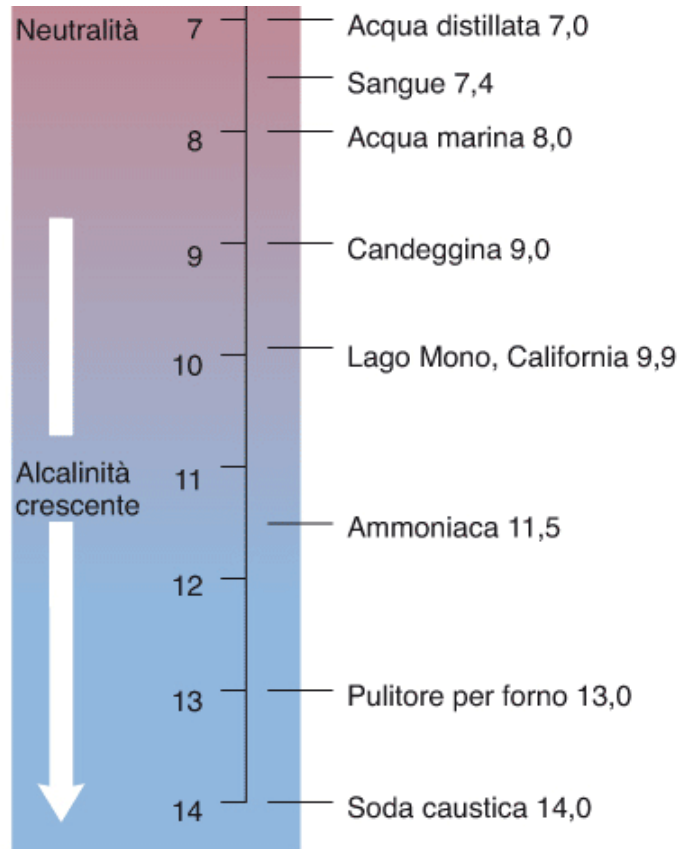
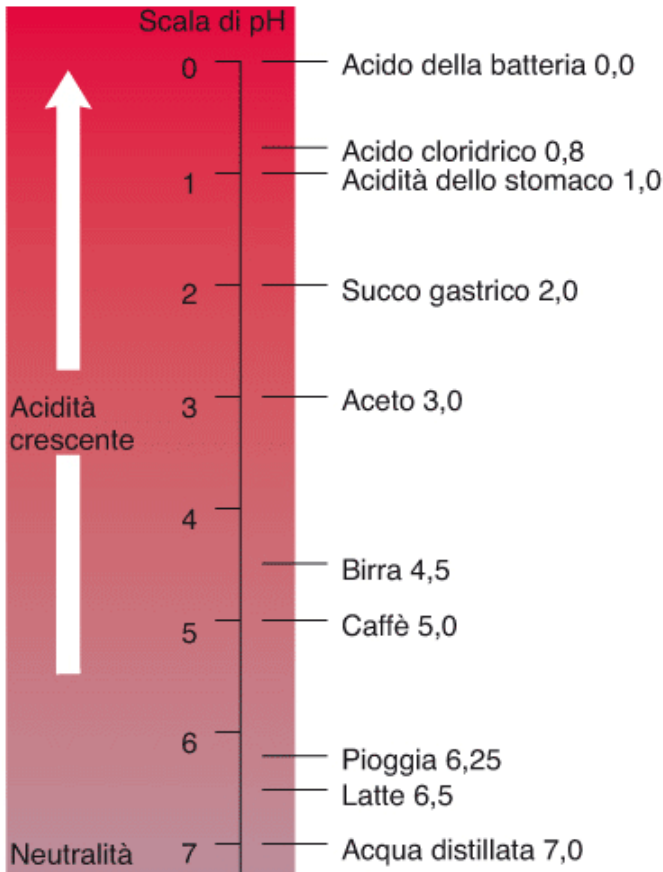
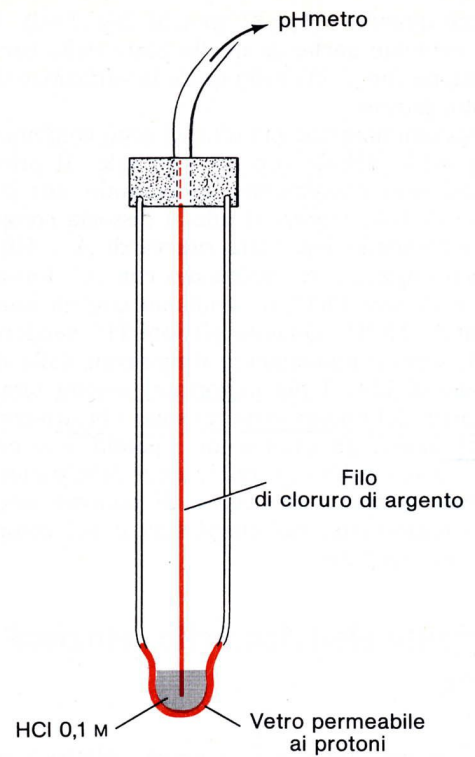
1

### La scala del pH

pH	[H <sup>+</sup> ] (moli/litro)
0	10 <sup>0</sup>
1	10 <sup>-1</sup>
2	10 <sup>-2</sup>
3	10 <sup>-3</sup>
4	10 <sup>-4</sup>
5	10 <sup>-5</sup>
6	10 <sup>-6</sup>
7	10 <sup>-7</sup>
8	10 <sup>-8</sup>
9	10 <sup>-9</sup>
10	10 <sup>-10</sup>
11	10 <sup>-11</sup>
12	10 <sup>-12</sup>
13	10 <sup>-13</sup>
14	10 <sup>-14</sup>

# Misura del pH

- il pH si misura con **elettrodi di vetro** sensibili agli ioni  $H^+$
- immerso in una soluzione acquosa l'elettrodo misura una differenza di potenziale (di Nernst) proporzionale al  $\log[H^+]_{esterno} / [H^+]_{interno}$



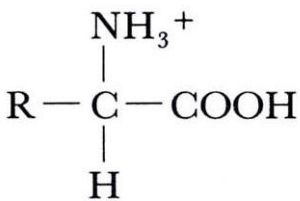
# Importanza del pH in biologia

- il pH determina la carica netta delle molecole biologiche in soluzione

## *Esempio:*

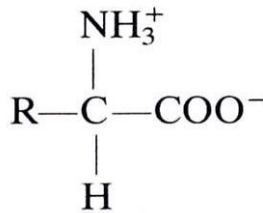
la carica netta di un aminoacido cambia in funzione del pH

**pH basso (4)**



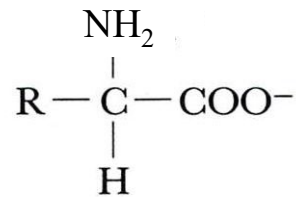
Carica netta: **(+1)**

**pH neutro (7)**



**(0)**

**pH alto (10)**

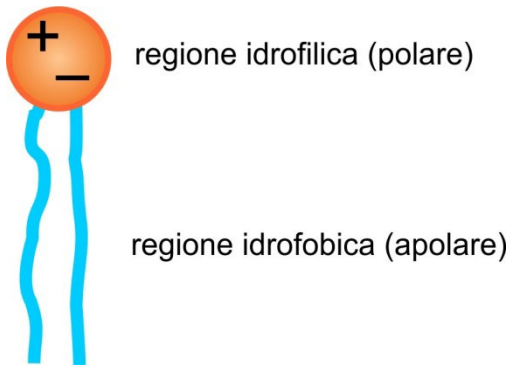


**(-1)**

- il pH intracellulare (7.2) ed extracellulare (7.4) sono parametri vitali per la funzione cellulare
- l'attività di canali ionici, pompe, trasportatori è pH-dipendente
- l'attività catalitica di un enzima è fortemente pH-dipendente

# L'H<sub>2</sub>O contribuisce alla formazione delle membrane cellulari

- molecole idrofiliche (zuccheri, acidi organici, proteine polari) si sciolgono facilmente nell'H<sub>2</sub>O
- molecole idrofobiche (lipidi, proteine di membrana, molecole apolari), al contrario non si sciolgono. Formano aggregati stabili e ben separati dall' H<sub>2</sub>O



- Molecole parzialmente idrofiliche ed idrofobiche danno origine a membrane stabili (self-assembled structures) che separano compartimenti acquosi intra- ed extracellulari

