



# Chimia și igiena mediului

## Obiectivele chimiei și igienei mediului

- prezentarea claselor de compuși din mediu cu impact asupra sănătății și calității vieții omului pe termen scurt, mediu și lung;
- prezentarea limitelor admise pentru parametrii de calitate ai componentelor mediului;
- descrierea metodelor chimice analitice cantitative de control a parametrilor de calitate;
- descrierea modalităților posibile de intervenție în cazurile în care parametrii de calitate nu corespund limitelor admise;
- prezentarea acțiunii substanțelor dăunătoare (“noxelor”) asupra sănătății omului și a simptomelor de manifestare ale acestor acțiuni;
- descrierea și aprecierea factorilor și implicit a valorilor nutritive ce influențează valoarea totală a trofinelor din alimente, precum și aprecierea cantităților zilnice minime necesare de trofine pentru buna funcționare a proceselor biochimice din organismul uman;
- prezentarea noțiunilor legate de salubritatea alimentelor precum și a celor mai des întâlnite îmbolnăviri de origine alimentară: toxinfecții, micotoxicoze, parazitoze;
- prezentarea unor elemente de dietoterapie, conduită alimentară în cele mai frecvente patologii și intoleranțe alimentare.



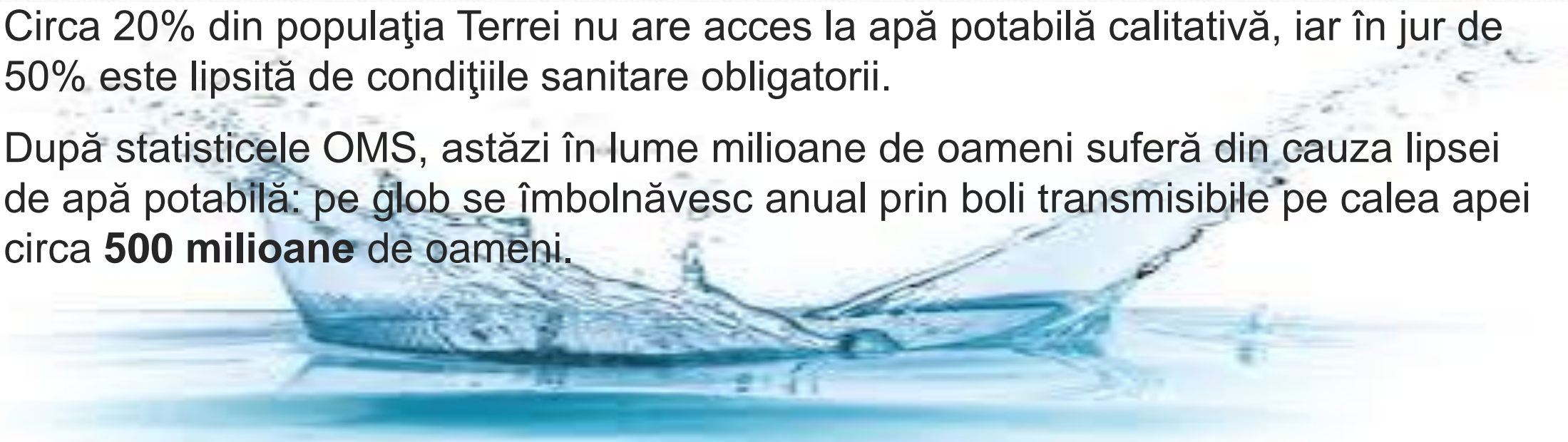
# Chimia și igiena apei

**APA – FACTOR ESENȚIAL  
AL ÎNTREȚINERII VIEȚII**



## APA – aspecte generale

- Creșterea rapidă a numărului populației pe Terra, necesitățile mari de apă pentru industrie, agricultură, pentru serviciile comunale contribuie la apariția crizei acvatică mondiale.
- Rezervele de apă potabilă nu se măresc, dar consumul ei crește în permanență...
- Actualmente, deficitul de apă potabilă este unul dintre factorii principali ce rețin dezvoltarea social-economică a multor țări.
- Circa 20% din populația Terrei nu are acces la apă potabilă calitativă, iar în jur de 50% este lipsită de condițiile sanitare obligatorii.
- După statisticele OMS, astăzi în lume milioane de oameni suferă din cauza lipsei de apă potabilă: pe glob se îmbolnăvesc anual prin boli transmisibile pe calea apei circa **500 milioane** de oameni.





## APA – conținutul în organism

- Conținutul apei în organismul uman, vegetal și animal în general este peste 50% astfel:
  - la om este de circa 70%,
  - la pești – 75%,
  - la meduze – 99%,
  - în tomate – 90%,
  - în mere – 85%.
- Conținutul de apă în diferite părți ale organismului uman este:
  - 22% în oase,
  - 83% în sânge și rinichi
  - 75% în creier și mușchi, (mușchii conțin apă în cantitate asemănătoare cu celelalte țesuturi moi, dar din cauza masei musculare mari, apa din mușchi reprezintă jumătate din conținutul de apă al organismului)



## APA – conținutul în organism

- În primele zile de viață, organismul uman (embrionul uman) conține peste 90% apă, iar la naștere organismul poate să cuprindă numai 70% apă.
- Ulterior, odată cu creșterea organismului, conținutul de apă continuă să scadă, dar se va menține între anumite limite (55 - 66%).
- Sexul influențează conținutul de apă din organism:
  - femeile au un conținut cu 10% mai redus de apă decât bărbații datorită masei crescute de mușchi la bărbați și dispoziției caracteristice a țesutului adipos la femei.



Corpul unui  
sugar conține  
90% apă



Corpu unui  
adult conține  
65% apă

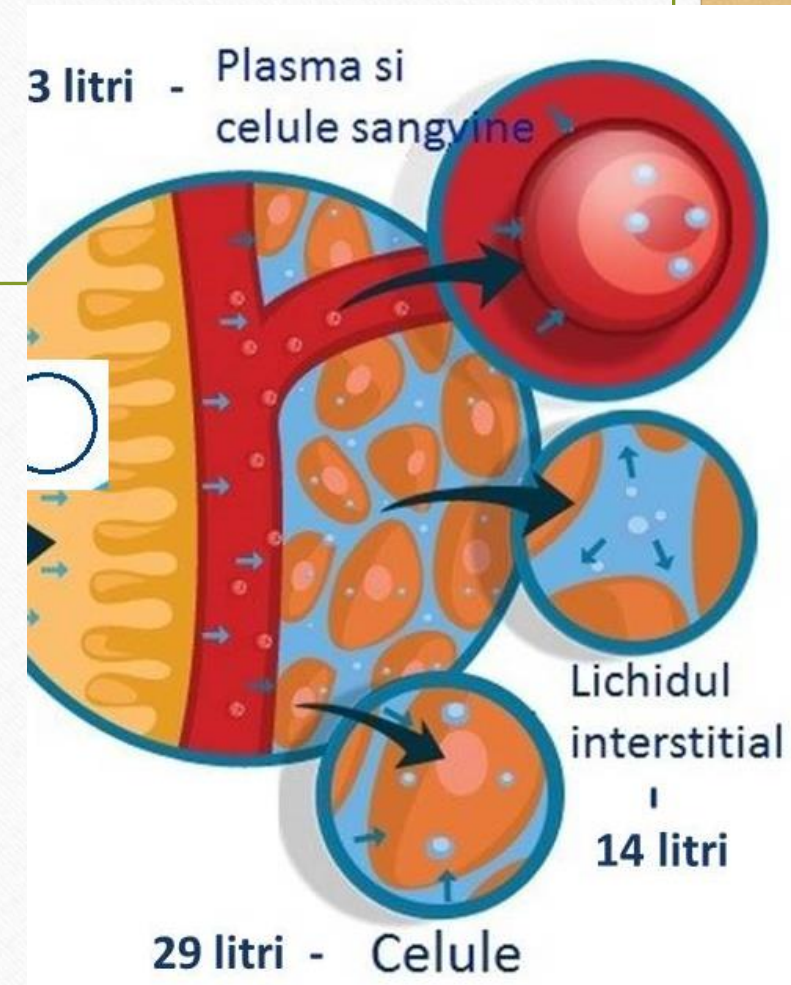


Corpul celor  
batrani conține  
55% apă



# APA – conținutul în organismul uman

- În organismul uman apa este repartizată diferit în vasele de sânge și limfatice, în spațiile intercelulare și în celule.
  - Compartimentele diferă atât prin localizare cât și prin funcție, fiind clasificate în două mari sectoare:
    - sectorul intracelular aprox 50% din masa corpului
    - sectorul extracelular aprox 20% din masa corpului
  - Cele două sectoare sunt separate de către **membrana celulară** care menține homeostazia prin permeabilitatea selectivă:
    - este permisă trecerea cationului  $K^+$  și a anionilor mici
    - este impermeabilă pentru ionul  $Na^+$  și pentru anionii mari
- ⇒ compoziția mediului intracelular diferă de cea a mediului extracelular,
- ⇒ lichidul **extracelular** conține **cantități mari de  $Na^+$  și  $Cl^-$**
  - ⇒ lichidul **intracelular** conține **cantități mari de ion  $K^+$  și proteine**



## APA – conținutul în organismul uman

- **Sectorul extracelular**, împărțit la rândul său în alte 2 compartimente separate prin vasele capilare, ale căror pereți sunt permeabili pentru electroliți și molecule mici, dar nu sunt permeabili pentru toate proteinele => apar diferențe în compoziția lichidului dintre cele 2 compartimente ale sectorului extracelular

---
- **lichidul interstițial**
  - ocupă spațiul dintre celule (aprox 16% din greutatea corpului)
  - conține mai puține proteine,
  - concentrația de ioni este asemănătoare cu cea a plasmei sanguine.
- **plasma sangvină**
  - cca 4% din greutatea corpului
  - conține cantități mari de  $\text{Na}^+$  și  $\text{Cl}^-$ , cantități mai reduse de ioni  $\text{K}^+$
  - este bogată în proteine
- Tot din sectorul extracelular fac parte **limfa, lichidele din țesutul conjunctiv și fluidele transcelulare** (în ultima categorie intră lichidele din tractul digestiv, urina, bila și LCR-ul).



## APA – rolul în organismul uman

- Rolul apei:
  - solvent și vehicul de transport pentru substanțele nutritive pătrunse în organismul viu
  - participă la procesele metabolice
  - resturile formate în urma reacțiilor metabolice sunt evacuate cu participarea apei, prin rinichi, piele, plămâni, tractul digestiv
  - contribuie la menținerea constantă a temperaturii corpului, eliminând surplusul de căldură prin transpirație și evaporare
- Apa pătrunde în organism cu alimentele și băuturile ce conțin un procent variabil precum:
  - fructele și legumele până la 90%,
  - carnea 70%,
  - pâinea albă 36%,
  - brânza 63,2 – 77,5%.

## APA – rolul în organismul uman

- APA METABOLICĂ
  - se formează în organism la arderea proteinelor, lipidelor, glucidelor
    - La arderea a 100 g **lipide** se formează **107 g apă**,
    - la arderea a 100 g **glucide** rezultă **55 g apă**,
    - la arderea a 100 g **proteine** se formează **41 g apă**
  - este utilizată pentru necesitățile hidrice
  - Surplusul se elimină prin:
    - transpirație,
    - respirație,
    - excreție – urina prin aparatul excretor și masele fecale prin intestin.



## BILANȚUL HIDRIC

- Este necesar să existe echilibru între aportul și eliminarea apei
- **Aportul** reprezintă în general un total de aprox 2500 g și este alcătuit din
  - băuturi (2000 – 2100 g),
  - apa din alimente (aproximativ 100 g),
  - apa metabolică (300 g),
- **Eliminarea** reprezintă în general tot un total de aprox 2500 g la care contribuie:
  - urina aprox 1300 g,
  - pielea aprox 750 g,
  - fecalele aprox 150 g,
  - plămânii aprox 300 g apă,



# APA – rolul în organismul uman

## BILANȚUL HIDRIC

- În condițiile temperaturii moderate a aerului și lucrului fizic ușor, omul trebuie să consume în 24 ore aproximativ 2 litri de apă.
- **Surplusul** acestei cantități intensifică procesul descompunerii proteinelor și îngreunează activitatea inimii.
- Sărurile de sodiu rețin apa în organism, acesta fiind motivul pentru care consumul lor se limitează la bolnavii cu boli renale și cardiace.
- Sărurile de calciu și potasiu măresc diureza și eliminarea apei din organism.
- Pierderea a 5% apă din organism provoacă setea;
- Pierderea unui procent de 15 – 20% apă din organism provoacă moartea organismului.
- **Fără hrană omul poate trăi mai mult de 30 zile, dar fără apă maxim 6 zile.**



## APA – funcții biologice de bază

În organism apa îndeplinește următoarele **funcții biologice**:

- este componentă structurală a macromoleculelor;
- este dizolvant pentru substanțele cu masă moleculară mică;
- este transportor de energie;
- este substrat și produs al reacțiilor enzimatice;
- participă la termoreglare;
- este agent de regenerare a vieții ( pe planeta noastră).



## APA – rolul în organismul uman

Apa are **roluri** multiple în organism, cele mai importante fiind:

- rolul structural, ca și component principal al organismului;
- rolul de mediu de reacție pentru procesele metabolice și pentru menținerea homeostaziei (fiind esențială pentru diverse procese, ca absorbția, transportul, difuzia, osmoza, excreția etc.);
- rol în metabolismul macronutrienților (din a căror degradare rezultă apă);
- sursă de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  și alte substanțe utile pentru organism, dar uneori și de elemente nedorite (toxice, agenți patogeni etc.).





# PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

- Apa prezintă valori mai mari decât ale celor mai multe lichide obișnuite pentru următoarele constante fizice:
  - punctul de topire,
  - punctul de fierbere,
  - căldura de vaporizare,
  - căldura de topire și
  - tensiunea superficială.
- Acest lucru se datorează faptului că forțele de atracție dintre moleculele sale sunt relativ mari. Forțele intermoleculare puternice din apa lichidă generează **legături de hidrogen puternice** care se datorează distribuției specifice a electronilor din molecula de apă.



# PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

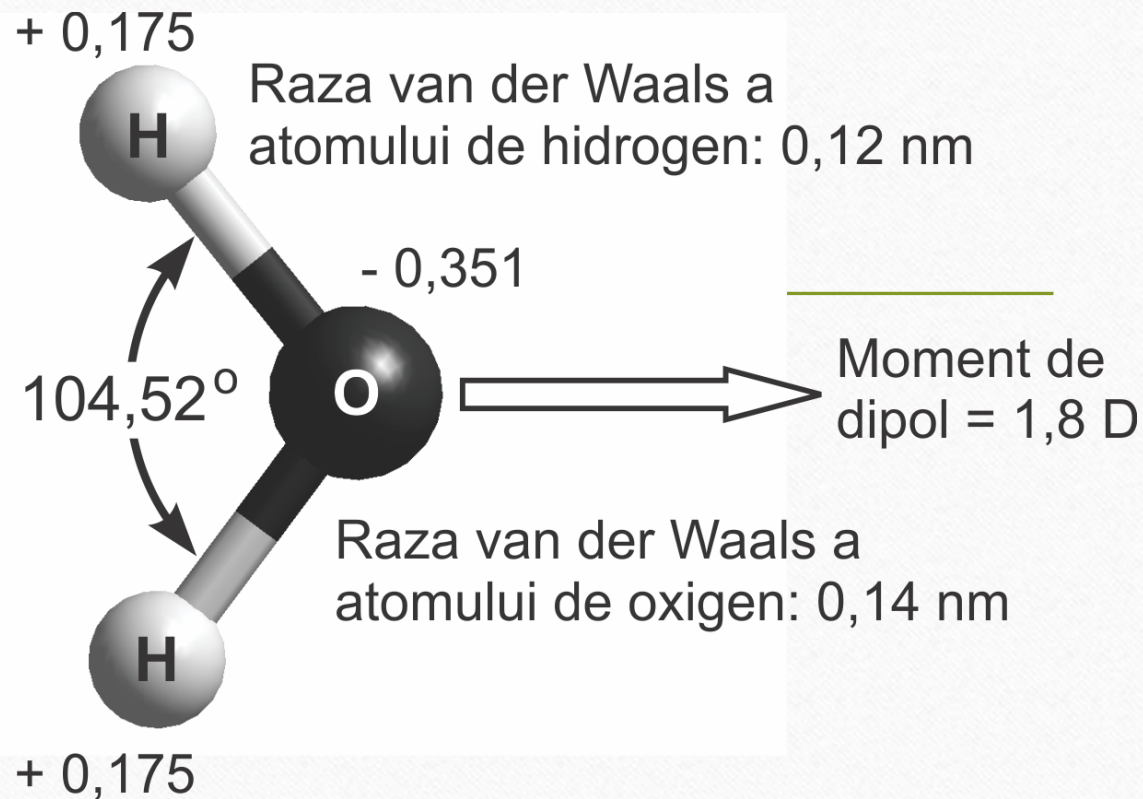
## Structura moleculei de apă

- Fiecare dintre cei doi atomi de hidrogen pune în comun cu atomul de oxigen o pereche de electroni prin suprapunerea orbitalilor 1s ai atomilor de hidrogen cu doi orbitali hibridi  $sp^3$  ai atomului de oxigen.
- Unghiul legăturii H–O–H este de  $104,52^\circ$ , iar media distanței interatomice H–O este de 0,0965 nm.
- Aranjamentul electronilor din molecula de apă îi conferă acesteia **asimetrie electrică**. Atomul de oxigen, puternic electronegativ, tinde să atragă electronul atomilor de hidrogen, lăsând nucleul de hidrogen parțial dezecranat din punct de vedere electric.
- Ca urmare, fiecare dintre cei doi atomi de hidrogen are o încărcare locală parțial pozitivă (+0,175 ). Atomul de oxigen are sarcină locală parțial negativă (-0,351).
- Molecula de apă, cu toate că nu are sarcină electrică netă, **posedă dipolmoment electric**.



## PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

Caracteristicile structurale ale  
moleculii de apă și  
momentul de dipol electric



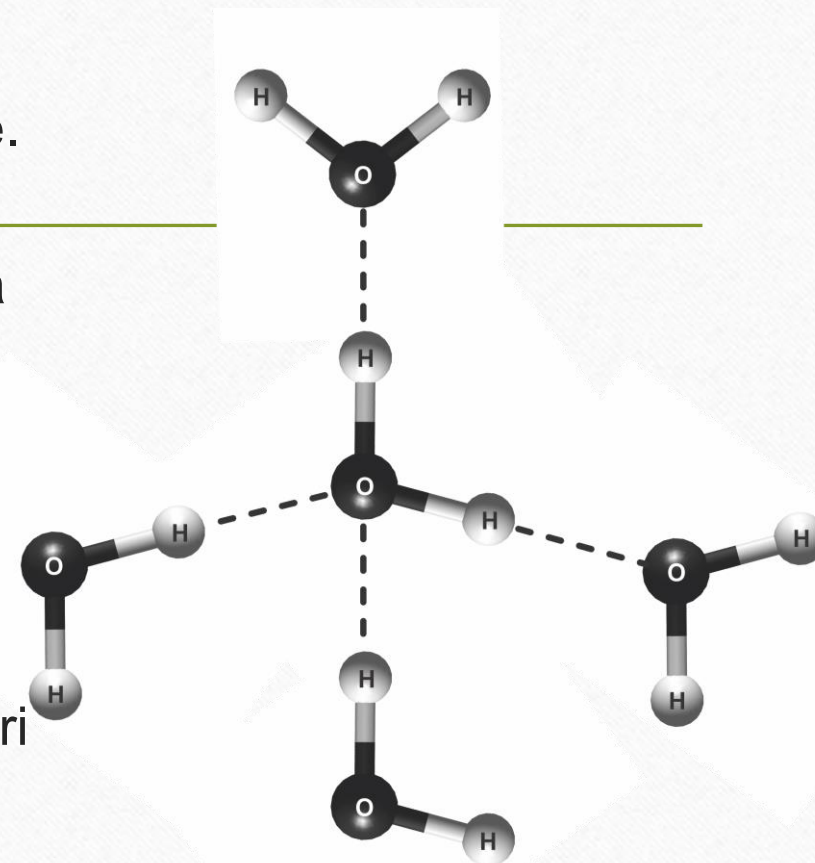
- Legăturile de hidrogen din apa lichidă au energia de legătură de **4,5 kcal/mol**

## PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

- La 0°C, apa se solidifică mărimdu-și volumul cu 9%, gheața fiind mai ușoară decât apa lichidă pe care plutește.
- Densitatea gheții este egală cu 0,9186 g/cm<sup>3</sup>, mai mică decât cea a apei (aproximativ egală cu 1 g/cm<sup>3</sup>). Valoarea mică a densității gheții este atribuită **structurii afânate a rețelei cristaline**.

=>sub 4°C, apa răcită înghețată, se ridică la suprafață sub forma unui strat protector față de temperatura exterioară, făcând posibilă viața acvatică.

- În gheață, fiecare moleculă de apă este legată prin legături de hidrogen cu patru dintre cele mai apropiate molecule vecine

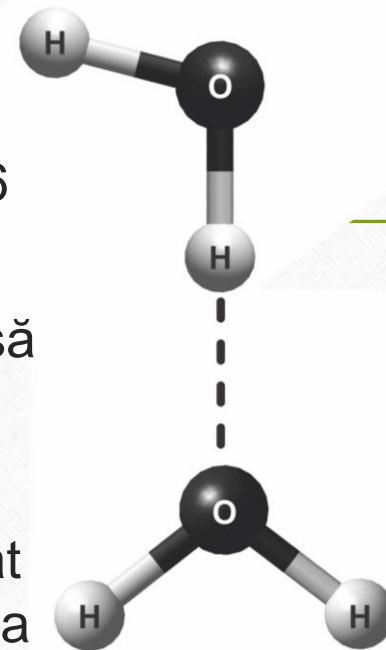




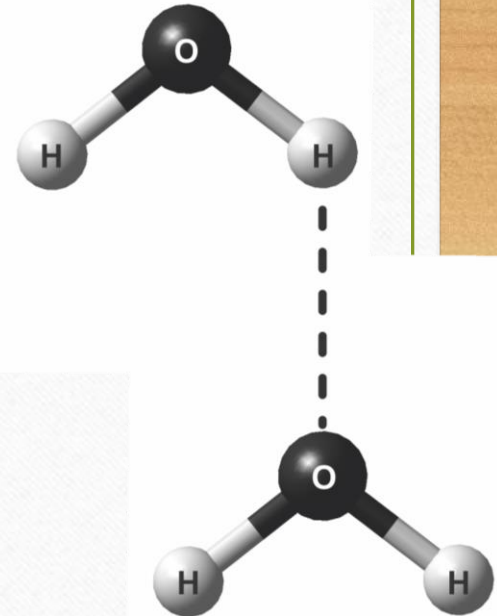
# PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

## În apă lichidă:

- la 0°C, fiecare moleculă de apă formează legături de hidrogen, la orice moment dat, cu o medie de aprox 3,6 alte molecule de apă
- legăturile de hidrogen rămân întregi ca și în gheață, însă sunt denaturate, înclinate la diferite unghiuri față de configurația liniară cea mai stabilă.
- cu cât temperatura apei lichide este mai ridicată, cu atât este mai mare gradul de denaturare și scade stabilitatea lor.
- în orice moment, majoritatea moleculelor de apă în stare lichidă prezintă legături de hidrogen.
- timpul de înjumătățire al fiecărei legături de hidrogen este în jur de  $10^{-11}$  secunde.



Legătura de hidrogen  
mai puternică



Legătura de hidrogen  
mai slabă

## PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

Apa fierbe la 100°C:

- În stare de vapori, are volumul **de 1700 ori mai mare decât în stare lichidă**.
- Intervalul de temperatură anormal de mare în care apa se află în stare lichidă (0°C – 100°C) este atribuit de asemenea asocierii moleculelor de apă prin legături de hidrogen.
- **Căldura specifică** mare a apei (4,18 J·g<sup>-1</sup>) are rol important de reglare a temperaturii, deoarece temperatura lacurilor și mărilor se modifică mai lent decât a solului.
- **Căldura latentă de vaporizare** este anormal de mare: 40,7 kJ·mol<sup>-1</sup>. Ca urmare a ionizării proprii extrem de reduse, apa are conductibilitate electrică mică.
- Disocierea apei poate fi reprezentată astfel:  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- Constanta de echilibru a procesului de disociere, la 25°C, este de  $1,04 \cdot 10^{-14}$  mol/litru => apa pură prezintă conductivitate electrică slabă.
- În schimb, constanta ei dielectrică este mare ( $\epsilon = 81$ ), fapt care îi conferă proprietăți ionizante și de dizolvare excelente, fiind unul din cei mai importanți dizolvanți pentru electroliți și chiar pentru combinații nepolare anorganice și organice.



## PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

---

- Solubilitatea substanțelor în apă se datorește fie existenței în molecula acestora a grupelor –OH, capabile să formeze legături de hidrogen cu moleculele de apă, fie caracterului polar al unor ioni înconjurați de molecule de apă prin forțe ion-dipolice.
- Cu toate că apa are conductivitatea termică mică, aproximativ de 100 ori mai mică decât a argintului, este totuși un conductor termic mai bun decât multe lichide organice. Pe această proprietate se bazează folosirea apei ca agent termic sub formă de apă caldă sub presiune sau sub formă de abur.
- Legăturile de hidrogen nu sunt specifice numai apei. Ele se formează și între o grupare hidroxil a unei molecule organice și apă, între o grupare carbonil și apă, între o grupare carbonil și una NH, *etc.*

## APA – SURSE DE PROVENIENȚĂ

- Din punct de vedere al provenienței apa poate fi:
  - apă de suprafață;
  - apă meteorică;
  - apă subterană.
- Apa se caracterizează prin următorii parametri:
  - existenți (dependenți de proveniență);
  - impuși (dependenți de utilizarea preconizată).
- După modul de măsurare și exprimare, parametrii de calitate ai apei sunt:
  - a)** parametrii subiectivi globali (apreciați prin metode subiective), de exemplu: gust, miros
  - b)** parametrii obiectivi globali (sunt măsurați prin metode fizice sau chimice), de exemplu: culoare, turbiditate, duritate totală / permanentă, reziduu fix la 105°C, suspensii totale, alcalinitate permanentă / totală, aciditate totală / reală, potențial redox, pH, compuși fenolici
  - c)** Parametrii obiectivi specifici: exprimă cantitativ prezența unor substanțe sau ioni cu identitate specificată, iar determinarea lor se execută prin metode obiective (fizice sau chimice).