

# Înghetarea și fierberea



**Înghetarea este transformarea materiei lichide sau topite în materie solidă.**

**Fierberea este transformarea unui lichid în gaz sau vapori. Acești termeni sunt valabili pentru toate substanțele, nu doar pentru apă.**

**F**ierul topit se solidifică, sau îngheață, la aproximativ 1535 °C, astfel încât la orice temperatură mai mică decât aceasta, fierul, corect spus, este înghețat. Deci "înghețat" nu înseamnă neapărat și "rece".

Punctele de înghețare și de fierbere ale unei substanțe variază în funcție de presiune. Astfel, chiar dacă vorbim despre apă, termenii "înghețare" și "fierbere" pot să nu aibă sensurile obișnuite. De exemplu, apa fierbe la temperatura camerei dacă presiunea aerului din jur este foarte redusă. Astfel este evident că "fier" nu înseamnă întotdeauna și "fierbinte".

Chiar și în condiții normale de presiune, multe substanțe fierb la temperaturi extrem de joase. Acestea sunt substanțele pe care în mod normal le considerăm gaze. Azotul și oxigenul, de exemplu, sunt principalele gaze din aer. Motivul pentru care în condiții normale sunt gaze, este că ele au temperatura de fierbere cu mult sub zero – aproximativ -196°C (azotul) și -183°C (oxigenul). Astfel, chiar și în cele mai reci regiuni ale Pământului aceste substanțe se află la o temperatură peste punctul lor de fierbere și de aceea ele apar în stare gazoasă.

## Stările de agregare

Pentru a înțelege fierberea și topirea, trebuie întâi să știm de ce o substanță este un solid, un

lichid sau un gaz. Aceste stări sunt cunoscute sub numele de stări de agregare. În general, la o temperatură constantă, solidul are o mărime și o formă fixă. Lichidul își schimbă forma prin curgere, deși volumul său rămâne constant. Însă la gaz nu este fixă nici mărimea, nici forma. Gazul se împrășteie sau se restrânge, umplând recipiente de orice mărime sau formă în care este pus.

Aproape întreaga materie este formată din atomi, care sunt grupați în molecule. Aceste

**☉ Fierul topit se toarnă într-o formă în turnătorie. Când se răcește la aproximativ 1535°C, fierul se solidifică, adică îngheață. Aceasta este și temperatura la care fierul solid se topește la încălzire.**



**☉** Antarctica este un continent îngropat sub aproape 30 de milioane de km<sup>3</sup> de gheață. Numai în mijlocul verii temperatura crește uneori peste punctul de înghețare, și acestea se întâmplă doar de-a lungul coastei.

molecule se află în mișcare continuă, și energia acestei mișcări, adică energia cinetică, determină o stare de agregare solidă, lichidă sau gazoasă. La un solid, moleculele au o energie cinetică mică și vibrează în puncte fixe. La un lichid, moleculele au destulă energie cinetică pentru a învinge forța de atracție pe care o au unele față de altele; astfel ele se pot mișca, schimbând și forma lichidului. La un gaz, moleculele au o energie cinetică mare și se pot mișca aproape liber.

## Transformarea lichidului în gaz

Moleculele unui lichid nu se mișcă toate cu aceeași viteză. Unde se mișcă atât de repede încât pot să treacă prin suprafața lichidului și să iasă în aer formând gaze sau vapori. De exemplu, dacă lăsăm neacoperit un pahar cu apă într-o cameră caldă timp de mai multe zile, nivelul apei va scădea treptat până ce paharul se golește. Acest proces de evaporare apare la suprafața lichidului, și nu trebuie confundat cu fierberea, în care transformarea în vapori are loc în toată masa lichidului.

Deoarece starea de agregare a unei substanțe – indiferent că este solidă, lichidă sau gazoasă – depinde de mișcarea moleculelor sale, ea poate fi schimbată prin modificarea energiei cinetice. Adesea noi schimbăm starea



P. H. Cornish/Tony Stone Worldwide

Un tip de iglu tradițional, folosit în regiunea arctică a Canadei, constă din blocuri de zăpadă compactată, aranjate în formă de dom. Dacă temperatura crește peste punctul de înghețare a apei, această locuință se va topi.

Când temperatura apei dintr-un eleșteu sau un lac scade sub 4°C, apa își mărește volumul și densitatea ei scade. Aceasta înseamnă că apa rece se ridică la suprafață. Dacă răcirea continuă, în cele din urmă se va forma un strat de gheață pe suprafața apei.

s-a răcit încă suficient pentru a se condensa la starea sa lichidă.

### Transformarea lichidului în solid

Putem transforma un lichid într-un solid prin reducerea temperaturii. Aceasta se poate face prin înconjurarea lichidului cu o substanță mai rece. Reducerea temperaturii determină încetinirea moleculelelor lichidului. În cele din urmă ele nu se mai pot mișca în interiorul substanței și vibrează doar în poziții fixe. Când ajunge în acest stadiu, lichidul a devenit solid, și spunem că a înghețat. De exemplu, apa îngheață în condiții normale la 0°C și se transformă în gheață.

Majoritatea substanțelor formează cristale când trec din stare lichidă în stare solidă. Clorura de sodiu (sarea de bucătărie), de exemplu, formează cristale de formă cubică.

Solidele pot reveni în stare lichidă prin creșterea temperaturii, care face viteza moleculelor să crească din nou.

Când încălzim un solid pentru a-l transforma în lichid, substanța absoarbe căldură și temperatura sa începe să crească. Dar când își atinge punctul de topire, temperatura sa rămâne constantă chiar dacă substanța continuă să absoarbă căldură. Această căldură folosită pentru transformarea, la punctul său de topire, a solidului în lichid la aceeași temperatură se numește căldură latentă de fuziune (topire).

de agregare a unei substanțe supunând-o la căldură, care este o formă de energie. De exemplu, când fierbem apa, ea se transformă într-un gaz numit abur, deoarece căldura face moleculele apei să se miște mai repede. În cele din urmă toate moleculele se mișcă îndeajuns de repede încât forța de atracție pe care o exercită unele asupra altora să nu mai fie suficient de puternică pentru a le ține laolaltă. Astfel moleculele se eliberează sub formă de abur, și spunem că apa fierbe. Acest fapt are loc în condiții normale la 100°C.

### Transformarea gazului în lichid

Aburul revine în forma de apă lichidă dacă se răcește îndeajuns. Acest efect se poate observa adesea dacă se lasă să fiarbă apa într-un ceainic. Suprafețele reci din încăperea devin umede pentru că o parte din aburii produși scad în temperatură când intră în contact cu ele. Astfel moleculele aburilor se mișcă mai încet și aburii se transformă din nou în apă lichidă. Se spune că aburii se condensează revenind în stare lichidă, iar efectul se numește condensare.

Deși uneori folosim cuvântul "aburi" când ne referim la norișorii albi formați deasupra ceainicului, aburii sunt de fapt invizibili. Norișorii albi pe care îi vedem sunt formați din picături minuscule de apă lichidă. Acestea se formează prin condensarea aburilor care ies din ceainic și intră în contact cu aerul relativ rece din jur. Dacă privim orificiul ceainicului când apa din el fierbe, vom vedea că norișorii albi se formează la o distanță mică de acesta. Însă chiar lângă orificiu există o porțiune transparentă unde apa este încă în stare gazoasă, deoarece nu

Greutatea unui patinator apasă gheața prin lame de oțel înguste. Presiunea mare produsă formează instantaneu un strat de apă lichidă, pe care patinele alunecă cu ușurință.

The Image Bank



Zefa

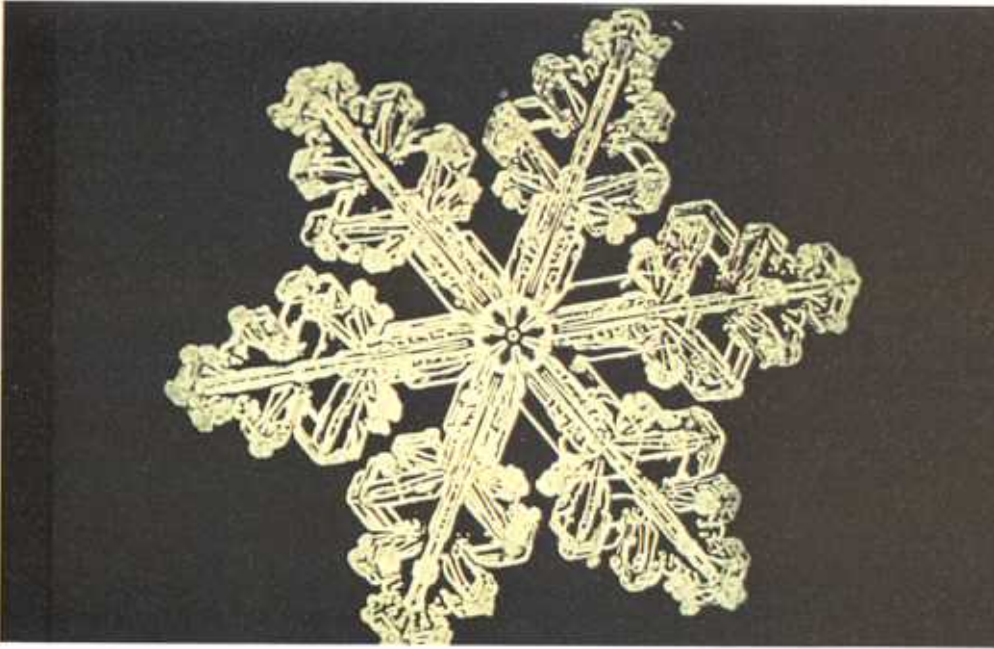


Numai după ce întregul solid s-a transformat în lichid temperatura va începe să crească din nou.

### Vaporizarea

Dacă încălzim lichidul în continuare, temperatura sa crește până el își atinge punctul de fierbere. Apoi temperatura rămâne constantă, în timp ce tot mai multă căldură este absorbită pentru transformarea lichidului la punctul său de fierbere în gaz la aceeași temperatură. Căldura absorbită care face posibilă această transformare se numește căldură latentă de vaporizare. Odată ce substanța s-a transformat în gaz, temperatura sa va începe din nou să crească doar dacă i se furnizează mai multă căldură.

Dacă se răcește un gaz, la început temperatura sa va scădea. Apoi, când el atinge punctul de topire al substanței, gazul își pierde căldura latentă de vaporizare și se transformă în lichid la aceeași temperatură. Numai după ce întregul gaz s-a transformat în lichid temperatura va începe să scadă din nou.



Răcirea continuă pentru a determina temperatura să scadă până ce lichidul își atinge punctul de înghețare. Apoi lichidul își pierde căldura latentă de fuziune și se transformă în solid la aceeași temperatură. Când întregul lichid s-a solidificat, temperatura substanței începe din nou să scadă.

### Presiunea

Deși de obicei se spune că apa îngheață la 0°C și fierbe la 100°C, acest fapt este adevărat numai în condiții normale de presiune atmosferică. Schimbarea presiunii modifică temperaturile la care ea își schimbă starea de agregare. De exemplu, la presiune mai mare scade temperatura de topire a gheții și temperatura de înghețare a apei lichide. Acest fapt le permite patinatorilor să alunece pe gheață la patinoar

sau pe un lac înghețat. Greutatea corpului este concentrată în lamele înguste de oțel ale patinelor și exercită o presiune imensă asupra gheții. Aceasta îi scade punctul de topire, astfel încât temperatura sa nu mai este îndeajuns de redusă pentru ca ea să rămână în stare solidă. Prin urmare, gheata de sub lamele patinelor se transformă instantaneu în apă lichidă. Aceasta formează un strat subțire pe care patinele pot să alunece. După aceasta, apa, care nu se mai află sub presiune mare, se transformă repede din nou în gheață.

Schimbarea presiunii modifică și temperatura de fierbere a apei. De exemplu, la o presiune redusă asupra apei, moleculele pot ieși cu mai multă ușurință în aer, astfel încât apa fierbe la o temperatură mai scăzută decât în condiții normale.

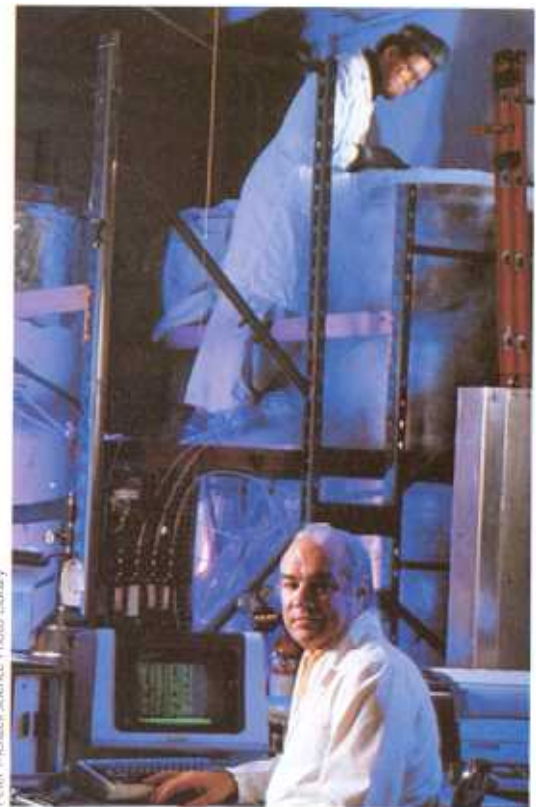
Uneori alpinștii se plâng că nu pot face un ceai bun când sunt pe un munte înalt. Aceasta se întâmplă datorită faptului că, cu cât suntem la o înălțime mai mare, cu atât mai puțin aer este deasupra noastră. Astfel presiunea atmosferică este redusă, determinând apa să fiarbă la o temperatură care este prea joasă pentru a extrage întreaga aromă din frunzele de ceai. Continuarea încălzirii va întezi fierberea, dar aceasta nu va determina creșterea temperaturii apei.

Efectul opus apare când apa este fiartă într-o oală sub presiune. Aceasta este un recipient care poate fi etanșat, astfel încât aburii produși prin fierberea apei nu pot să iasă. Drept rezultat, presiunea din oală crește. Această creștere a presiunii îngreunează vaporizarea apei, mărind astfel punctul de fierbere a apei, și apa rămâne în stare lichidă până când trece de temperatura la care fierbe în condiții normale.

Efectele schimbărilor de presiune asupra

❶ Fulgii de zăpadă se formează când îngheață norii. Zăpada are o structură cristalină cu șase secțiuni. Nu există doi fulgi de zăpadă identici.

❷ Cadavrele se pot păstra în azot lichid la temperatură joasă, în caz că în viitor se va găsi un mijloc de a le reda viața.



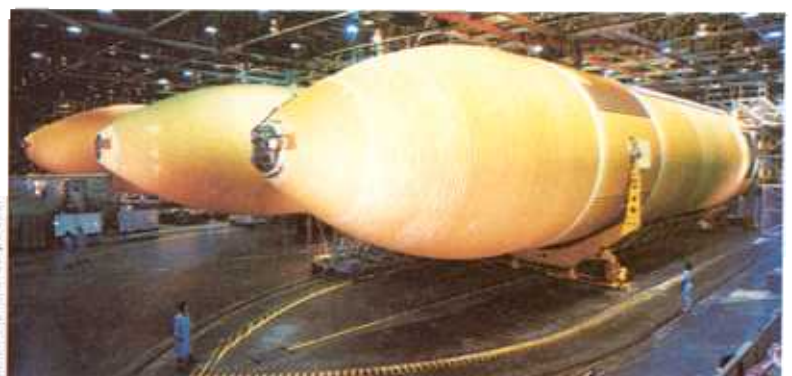
❸ Refrigerarea depinde de absorbția căldurii latente de către un refrigerent în timp ce se transformă din lichid în gaz.

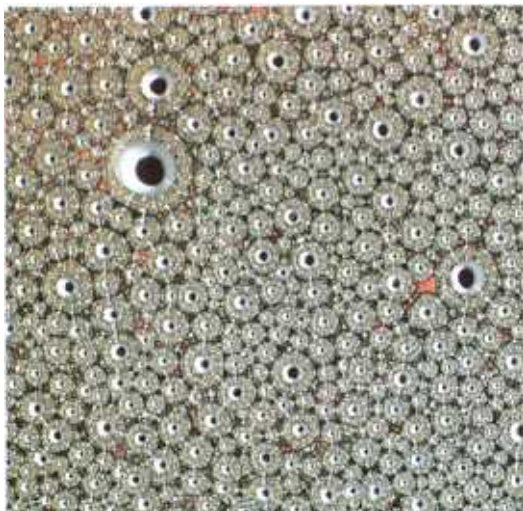
❹ Oxigenul este purtat de navele spațiale pentru a arde combustibilii. El este păstrat sub punctul său de fierbere, astfel încât rămâne în stare lichidă.



Paul Van Riel/Robert Harding Picture Library

Martin Muenzler/Corporation





Mercurul îngheață abia la  $-39^{\circ}\text{C}$ , astfel că la temperatura camerei el este lichid. Mercurul prezentat aici se află în formă de picături suspendate în ulei.

Arzătoarele de butan alimentează baloanele cu aer cald. Butanul este păstrat sub presiune în stare lichidă. Presiunea sa scade când trece în aer, determinându-l să fiarbă și să se transforme în gaz. Acesta este ars pentru a încălzi aerul din interiorul balonului.



lichidelor și gazelor sunt folosite la frigider. Într-un tip de frigider, prima dată un lichid cu punct de topire redus se transformă în vapori, prin reducerea presiunii. Aceasta se întâmplă în tuburile care trec prin compartimentul de răcire al frigiderului. Când se transformă în vapori, refrigerentul absoarbe căldura latentă din interiorul frigiderului și din conținutul său, determinând astfel răcirea lor. Vaporii sunt apoi comprimați pentru a se transforma din nou în lichid. În acest proces, refrigerentul își pierde căldura latentă care este eliberată prin țevi aflate la spatelul frigiderului. Astfel, sistemul funcționează asemenea unei pompe care scoate căldura din interiorul frigiderului.

### Impurități

Punctele de înghețare și de fierbere ale produselor necunoscute rezultate din procese chimice și experimente sunt uneori folosite pentru identificarea lor. Totuși această metodă este valabilă numai pentru substanțe pure, deoarece prezența impurităților scade punctul de înghețare și crește punctul de fierbere. De exemplu, dacă adăugăm sare de bucătărie în apă, aceasta va face să îi scadă punctul de înghețare. Acesta este motivul pentru care iarna se împrăștie sare pe drumuri. Punctul de înghețare a apei sărate poate să fie în jur de  $-8^{\circ}\text{C}$  sau chiar mai redus, și prin umare înghețarea nu poate avea loc decât dacă temperatura este în acest punct sau sub el.

Uneori se folosește un amestec de gheață și sare ca 'amestec de înghețare' în experimentele la temperatură scăzută. Pe măsură ce se topește gheața din amestec, ea absoarbe căldura latentă necesară acestui proces din mediul său, determinându-l să se răcească. În acest fel se absoarbe căldură atât de multă încât temperatura poate să scadă sub  $-15^{\circ}\text{C}$ .

### De ce plutește gheața

Majoritatea substanțelor se dilată când sunt încălzite și se contractă când sunt răcite. Mercurul dintr-un termometru, de exemplu, se dilată și se extinde de-a lungul unui tub îngust indicând creșterea temperaturii. Deoarece mercurul îngheață la o temperatură de  $-39^{\circ}\text{C}$ , el nu este potrivit pentru termometre folosite în regiuni reci.

Multe substanțe formează cristale când se solidifică. Cristalele prezentate aici sunt de novachelit (dreapta) și cuarț alb învelit cu topaz (mai departe spre dreapta).



Vehiculele cu aburi, precum această locomotivă de tracțiune, produc energie prin arderea unui combustibil, cum ar fi cărbunele. Aceasta încălzește apa care, când atinge punctul de fierbere, se transformă într-un gaz numit abur. Aburii produc o creștere mare a presiunii în cilindri, determinând pistoanele să pună în mișcare locomotiva.

Și apa se dilată în general la încălzire și se contractă la răcire. Totuși, când se răcește până la  $4^{\circ} - 0^{\circ}\text{C}$ , apa își mărește volumul. O conductă de apă poate crăpa iarna, dacă îngheață apa din ea și formează un volum mare de gheață. Gheața exercită o forță asupra conductei, uneori suficientă pentru ca aceasta să crape.

### Dilatarea apei

Deoarece apa se dilată când este înghețată, gheața – forma solidă a apei – are o densitate

mai mică decât apa lichidă. Cu alte cuvinte, un volum dat de gheață cântărește mai puțin decât un volum egal de apă.

În jurul Polului Sud și al Polului Nord al Pământului, apa înghețată formează ghețari. Unele dintre aceste blocuri de gheață plutitoare au mărimi incredibile. În 1956, cel mai mare aisberg descoperit vreodată a fost localizat în Pacificul de Sud. Suprafața era mai mare de  $31.000\text{ km}^2$  – aproximativ de 1,5 ori mărimea Țării Galilor.

