

Mihaela Garabet

Raluca-Ioana  
Constantineanu

Gabriela Alexandru

# Fizică

Manual pentru clasa a VIII-a

# 8

# CUPRINS

Introducere .....	5
Structura manualului .....	6



## Unitatea 1. FENOMENE TERMICE

9

1.1. Fenomene termice .....	10
Mișcarea browniană. Agitația termică. Difuzia. Stare de încălzire. Echilibru termic. Temperatura empirică ...	10
Căldura, mărime de proces .....	13
Transmiterea energiei sub formă de căldură prin conducție, convecție, radiație .....	14
Extindere în tehnologie: Motorul termic .....	18
Coeficienți calorici. Calorimetrie .....	20
Stări de agregare. Caracteristici .....	24
<i>Extindere: Transformări de stare de agregare</i> .....	27
<i>Extindere interdisciplinară: Studiul schimburilor de căldură implicate de topirea gheții – călduri latente</i> .....	31
<i>Extindere în tehnologie: Stabilirea temperaturii de echilibru în sisteme neomogene</i> .....	33
<i>Extindere: Combustibili</i> .....	34
Probleme rezolvate .....	35
Recapitulare. Activități de evaluare .....	36
Test pentru autoevaluare .....	38
Jurnal de învățare .....	38



## Unitatea 2. FENOMENE ELECTRICE ȘI MAGNETICE

39

2.1. Electrostatica .....	40
Electrizarea și sarcina electrică. Interacțiunea dintre corpurile electrizate .....	41
Legea lui Coulomb .....	44
Probleme rezolvate .....	49
Recapitulare. Activități de evaluare .....	50
Test pentru autoevaluare .....	52
Jurnal de învățare .....	52
2.2. Electrocinetica .....	53
Circuite electrice. Componentele unui circuit. Generatoare electrice .....	53
Tensiunea electrică. Tensiunea electromotoare .....	56
Intensitatea curentului electric .....	57
Măsurarea intensității curentului și a tensiunii electrice .....	58
Rezistență electrică .....	60
Legea lui Ohm .....	63
Gruparea rezistoarelor .....	65
<i>Extindere: Legile lui Kirchhoff</i> .....	66
Gruparea generatoarelor identice .....	67
Energia și puterea electrică. Legea lui Joule .....	69
<i>Extindere: Efectul chimic al curentului electric. Electroliza</i> .....	73
<i>Extindere: Transferul de putere într-un circuit electric simplu de curent continuu</i> .....	74
Probleme rezolvate .....	75
Recapitulare. Activități de evaluare .....	77
Test pentru autoevaluare .....	80
Jurnal de învățare .....	80

2.3. Efectul magnetic al curentului electric .....	81
Studiul experimental al efectului magnetic al curentului electric. Electromagneți .....	81
Forța exercitată de către un electromagnet asupra corpurilor care conțin fier .....	83
Probleme rezolvate .....	86
Recapitulare. Activități de evaluare .....	86
Test pentru autoevaluare .....	88
Jurnal de învățare .....	88



## Unitatea 3. FENOMENE OPTICE

89

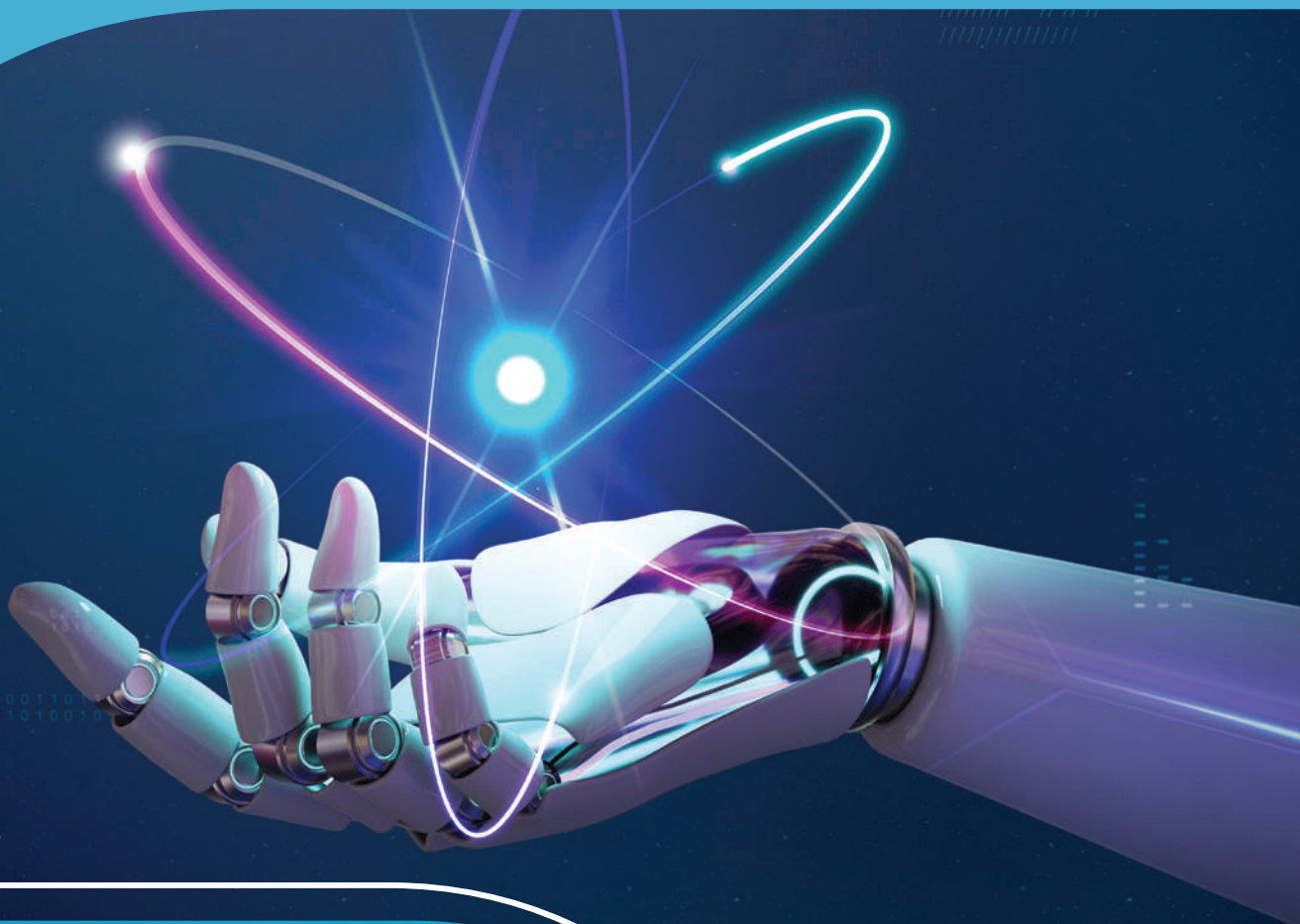
3.1. Introducere în optică .....	90
Surse de lumină .....	90
Propagarea luminii în diverse medii .....	92
Principiile propagării luminii. Raza de lumină. Fasciculul de lumină .....	94
3.2. Reflexia .....	95
Reflexia luminii .....	95
Legile reflexiei – aplicație experimentală – oglinzi plane .....	97
<i>Extindere: Aplicații ale legilor reflexiei în tehnologie</i> .....	99
3.3. Refracția .....	101
Indicele de refracție .....	101
Refracția luminii – evidențierea experimentală a fenomenului .....	102
Reflexia totală .....	104
<i>Extindere: Legile refracției. Indicele de refracție</i> .....	106
Aplicații practice: fibra optică, prisma cu reflexie totală .....	107
3.4. Lentile subțiri .....	109
Identificarea experimentală a tipurilor de lentile .....	109
Identificarea experimentală a caracteristicilor fizice ale lentilelor subțiri – focar, poziție imagine .....	111
Construcția geometrică a imaginilor prin lentile subțiri .....	115
<i>Extindere: Determinarea formulelor lentilelor subțiri</i> .....	118
3.5. Instrumente optice .....	121
Ochiul uman .....	121
Lupa .....	125
Probleme rezolvate .....	126
Recapitulare. Activități de evaluare .....	128
Test pentru autoevaluare .....	132
Jurnal de învățare .....	132



## Unitatea 4. EXTINDERE: ENERGIA ȘI VIAȚA

133

4.1. Forme de energie. Surse de energie .....	134
4.2. Energia și viața .....	138
4.3. Sistemul de întreținere a vieții pe o stație spațială .....	139
4.4. Sistemul de întreținere a vieții pe un submarin .....	140
Recapitulare. Activități de evaluare .....	141
Test pentru autoevaluare .....	142
Jurnal de învățare .....	142
Răspunsuri .....	143



*Dragi elevi,  
Aventura cunoașterii continuă!*

*Vă propunem noi provocări care sperăm să vă stârnească din nou  
curiozitatea.*

*Vom începe cu explorarea tainelor lumii microscopice, unde veți întâlni  
diferite gaze, lichide, solide și particule purtătoare de sarcină electrică.  
Drumul către Univers va continua cu studiul tainelor electromagnetismului  
și ale luminii. Ne vom pune problema să utilizăm cu grijă sursele de căldură,  
sursele de tensiune electrică și sursele de lumină pentru obținerea energiei, astfel  
încât viața pe Pământ să fie posibilă pe termen lung.*

*Pe parcursul lecțiilor, vă veți pune întrebări cărora le veți găsi răspunsuri descoperind,  
explorând și analizând noi fenomene, noi legi și aplicații ale acestora. Asemeni copiilor  
care își pun și vă pun întrebări la fiecare început de lecție, veți căuta răspunsuri uneori  
singuri, alteori împreună cu prietenii voștri, colegi de bancă sau de clasă, devenind, pe rând,  
observatori, experimenter, cercetători, descoperitori, inventatori.*

*Nu priviți niciodată învățătura ca pe o datorie, ci ca pe un prilej de a cunoaște! Aveți încredere  
și nu vă lăsați învinși de nicio problemă mai dificilă! Nu este important dacă nu știți vreun răspuns,  
important este să doriți să-l aflați!*

*Vă vom însoți cu drag pe parcursul acestor aventuri minunate pe care le oferă FIZICA și vă dorim mult  
succes în ultimul an de gimnaziu!*

# STRUCTURA MANUALULUI

Pagina de prezentare a unității



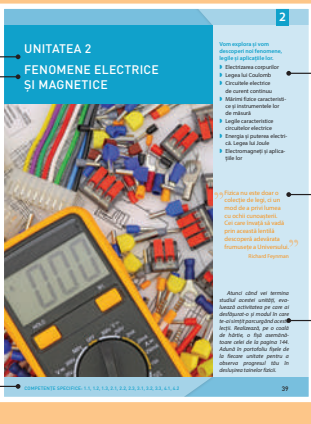
Manualul de *Fizică* pentru clasa a VIII-a cuprinde patru unități de învățare care respectă modelul de proiectare centrat pe construirea de competențe și conținuturile din program. Lecțiile sunt însoțite de activități de învățare-evaluare interactive, cu caracter practic-aplicativ, care determină formarea competențelor specifice cu care acestea sunt corelate.



Numărul unității de învățare

Titlul unității de învățare

Competențe specifice



Conținuturile din unitate

Citat

Observarea sistematică a activității și a comportamentului elevilor

Titlul lecției

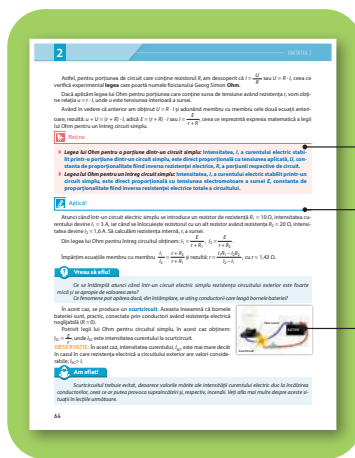
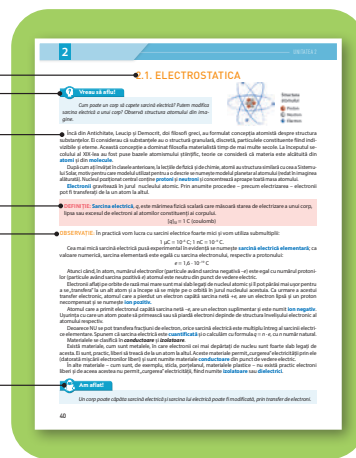
Rubrică *Vreau să aflu!*

Textul lecției

Definiție

Observații

Rubrică *Am aflat!*



Rubrică *Reține!*

Rubrică *Aplică!*

Imagini corelate cu informațiile din text

Mini Lab – proiect

Aplicații în tehnică

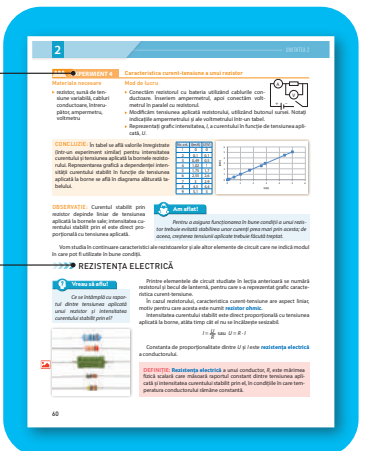
Acces spre Laboratorul virtual

Experiment

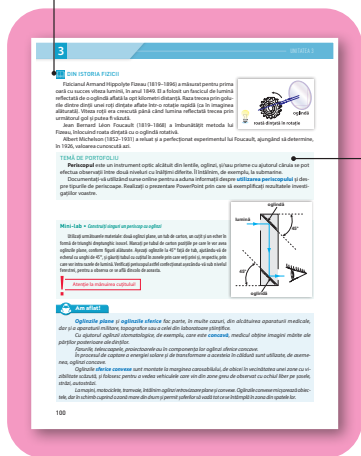
Modul de organizare a activității elevilor:

- individual
- în perechi
- în grup
- demonstrativ

Subtitlu



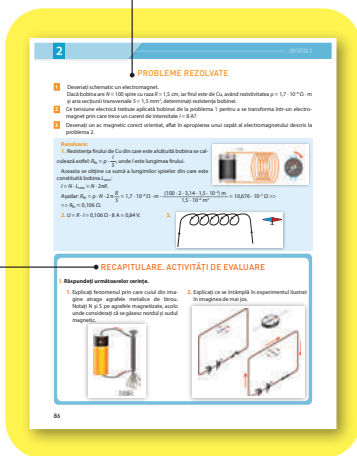
Rubrică *Din istoria fizicii*



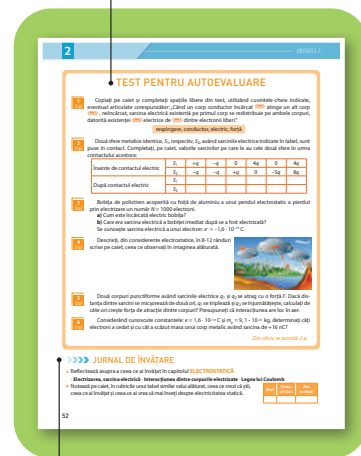
Temă de  
portofoliu

Recapitulare.  
Activități de  
evaluare

Probleme rezolvate



Test pentru autoevaluare



Jurnal de învățare






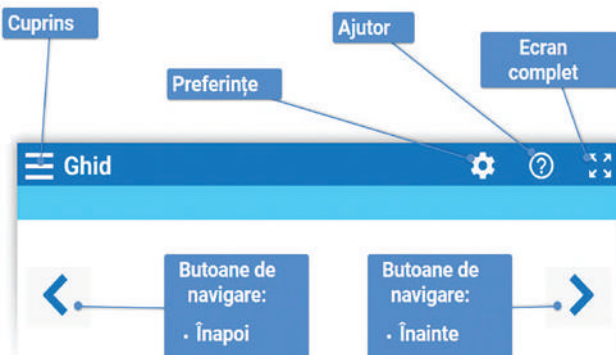
Varianta digitală cuprinde integral conținutul manualului în varianta tipărită, având în plus o serie de activități multimedia interactive de învățare (AMII): animate, statice, interactive. Paginile din manual pot fi vizionate pe diverse dispozitive (desktop, laptop, tabletă, telefon), oferind o excelentă experiență de navigare.



Activitățile multimedia interactive de învățare încurajează elevii să-și dezvolte gândirea critică și să-și sporească interesul și cunoștințele.

Descoperiți informații utile pentru utilizarea manualului digital examinând schema de mai jos.

-  **AMII statice**  
galerii de imagini, informații suplimentare, diagrame și hărți conceptuale
-  **AMII animate**  
filmulețe sau animații
-  **AMII interactive**  
jocuri sau exerciții, la finalul cărora elevul poate verifica corectitudinea răspunsurilor oferite



# Competențele generale și competențele specifice conform programei școlare pentru disciplina FIZICĂ, clasa a VIII-a, aprobată prin OMEN nr. 3393/28.02.2017

- 1. Investigarea științifică structurată, în principal experimentală, a unor fenomene fizice**
  - 1.1. Explorarea proprietăților și fenomenelor fizice în cadrul unor investigații științifice diverse (experimentale/teoretice)
  - 1.2. Folosirea unor metode și instrumente pentru înregistrarea, organizarea și prelucrarea datelor experimentale și teoretice
  - 1.3. Sintetizarea dovezilor obținute din investigații științifice în vederea susținerii cu argumente a unei explicații/generalizări
- 2. Explicarea științifică a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnice ale acestora**
  - 2.1. Încadrarea în clasele de fenomene fizice studiate a fenomenelor fizice complexe identificate în natură și în diferite aplicații tehnice
  - 2.2. Explicarea de tip cauză-efect, utilizând un limbaj științific adecvat, a unor fenomene fizice simple identificate în natură și în diferite aplicații tehnice
  - 2.3. Prevenirea unor posibile efecte negative asupra oamenilor și/sau asupra mediului ale unor fenomene fizice și/sau aplicații în tehnică ale acestora
- 3. Interpretarea unor date și informații, obținute experimental sau din alte surse, privind fenomene fizice simple și aplicații tehnice ale acestora**
  - 3.1. Extragerea de date științifice relevante din observații proprii și/sau din diverse surse
  - 3.2. Organizarea datelor experimentale, științifice în diferite forme de prezentare
  - 3.3. Evaluarea critică autonomă a datelor obținute și a evoluției propriei experiențe de învățare
- 4. Rezolvarea de probleme/situații-problemă prin metode specifice fizicii**
  - 4.1. Utilizarea unor mărimi și a unor principii, teoreme, legi, modele fizice pentru a răspunde argumentat la probleme/situații-problemă de aplicare și/sau de raționament
  - 4.2. Folosirea unor modele simple din diferite domenii ale fizicii în rezolvarea de probleme simple/situații-problemă



# UNITATEA 1

## FENOMENE TERMICE

Vom explora și vom descoperi noi fenomene, legile și aplicațiile lor.

- ▶ Agitația termică
- ▶ Echilibrul termic
- ▶ Căldura
- ▶ Transmiterea energiei sub formă de căldură
- ▶ Calorimetrie
- ▶ Stările de agregare

”Nu există nimic mai profund și mai captivant decât misterul Universului. Dar pentru a-l înțelege, trebuie să învățăm limbajul său: știința.”

Carl Sagan

*Atunci când vei termina studiul acestei unități, evaluează activitatea pe care ai desfășurat-o și modul în care te-ai simțit parcurgând aceste lecții. Realizează, pe o coală de hârtie, o fișă asemănătoare celei de la pagina 144. Adună în portofoliu fișele de la fiecare unitate pentru a observa progresul tău în deslușirea tainelor fizicii.*

## 1.1. FENOMENE TERMICE

### MIȘCAREA BROWNIANĂ. AGITAȚIA TERMICĂ. DIFUZIA. STAREA DE ÎNCĂLZIRE. ECHILIBRUL TERMIC. TEMPERATURA EMPIRICĂ



#### Vreau să aflu!

Oare cum ajunge mirosul de la corpul care îl emană până la persoana care îl simte? Și cât de repede?



Dacă într-o încăpere sunt aduse diverse corpuri, mirosul acestora se răspândește în toate direcțiile, indiferent de starea lor de agregare. Este necesar să treacă un timp oarecare până când mirosul ajunge de la un obiect la persoana care percepe mirosul.



#### EXPERIMENT 1

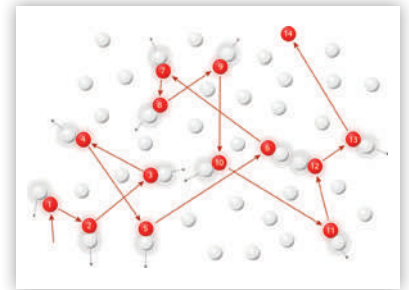
#### Studiul mișcării browniene

##### Materiale necesare

- ▶ o mină de creion colorat, un microscop, apă

##### Mod de lucru

- ▶ Pisează vârful creionului colorat pentru a obține un praf foarte fin. Amestecă-l cu foarte puțină apă.
- ▶ la o picătură din amestecul de apă cu praf colorat și pune-o pe lamela unui microscop. Studiază la microscop ce se întâmplă cu particulele de praf colorat.
- ▶ Observă, în imaginea alăturată, traiectoria unei particule de praf văzută la microscop.



**CONCLUZII:** Mișcarea particulelor de praf colorat indică faptul că apa este alcătuită din particule minuscule aflate în permanentă mișcare.

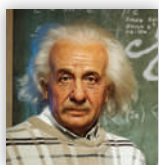


Forma fracturată a traiectoriei unui grăunte de praf este determinată de ciocniri succesive între particula de praf și particulele de apă. Aceasta arată că mișcarea particulelor din care este alcătuită apa este haotică (fără o direcție privilegiată).



#### DIN ISTORIA FIZICII

În 1827, botanistul britanic **Robert Brown** a evidențiat pentru prima dată experimental faptul că materia este formată din particule minuscule aflate în mișcare. El a văzut cum particulele fine de polen aflate în suspensie pe lama unui microscop se mișcă ușor și haotic, iar vitezele acestor molecule cresc odată cu creșterea temperaturii. În onoarea marelui botanist, mișcarea particulelor vizibile la microscop poartă denumirea de **mișcare browniană**.



Particulele de polen sunt lovite de particule minuscule de apă, care sunt de sute de ori mai mici decât particulele de polen și, de aceea, ele nu sunt vizibile la microscop. Particulele de apă se numesc **molecule** și, pentru că mișcarea lor haotică depinde de temperatură, aceasta se numește **agitație termică**.

În 1905, **Albert Einstein** a descris matematic mișcarea browniană.

## Să ne amintim!

Dacă analizăm starea unui corp, spunem despre acesta că este **cald** sau **rece**. Astfel, ne referim la **starea de încălzire** a acelui corp.

Starea de încălzire a unui corp este descrisă cantitativ de mărimea fizică scalară fundamentală numită **temperatură**. Instrumentul de măsură folosit pentru măsurarea temperaturii este **termometrul**.

### EXPERIMENT 2

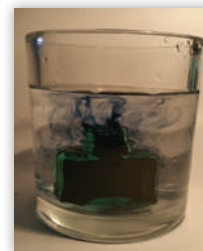
#### Difuzia

##### A. Materiale necesare

- ▶ un vas transparent, un recipient mic (sticluță, pahar mic), cerneală, apă

##### Mod de lucru

- ▶ Pune cerneală în recipientul mic și așază-l în interiorul vasului.
- ▶ Pune apă în vas până când nivelul apei depășește marginea superioară a recipientului mic. (Indicație: dacă vrei ca experimentul să dureze mai puțin timp, ai grijă ca apa pe care o torni în vas să fie caldă.)



##### B. Materiale necesare

- ▶ două vase transparente, apă rece și apă caldă, cerneală

##### Mod de lucru

- ▶ Pune într-un vas apă rece (de la frigider) și în celălalt apă caldă.
- ▶ Pune cantități aproximativ egale de cerneală în cele două vase.



**CONCLUZIE:** Moleculele de cerneală pătrund printre moleculele de apă fără să se acționeze din exterior. Acest fenomen este numit **difuzie** și poate fi explicat ținând cont de agitația termică moleculară.

Experimente realizate de-a lungul timpului de către fizicieni au arătat că difuzia apare în toate stările de agregare ale corpurilor și că se realizează mai rapid atunci când temperatura este mai mare.

#### Laborator virtual



### EXPERIMENT 3

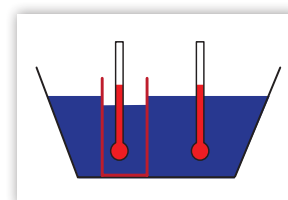
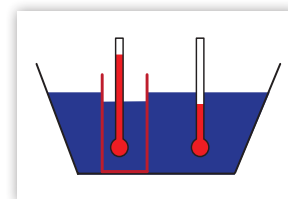
#### Măsurarea temperaturii. Echilibrul termic

##### Materiale necesare

- ▶ un vas transparent, un pahar transparent, apă caldă, apă rece, două termometre

##### Mod de lucru

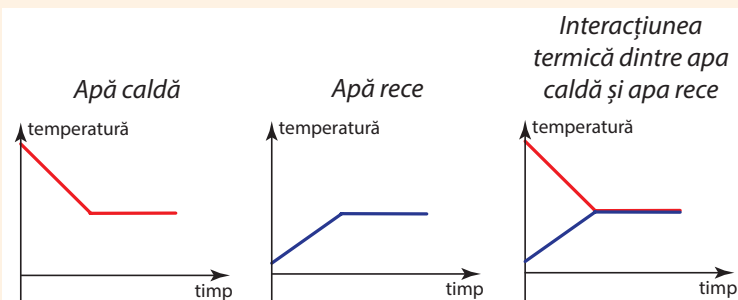
- ▶ Pune apă rece în vas și apă caldă în pahar.
- ▶ Pune termometrele în apa din cele două recipiente pentru a monitoriza ce se întâmplă cu temperatura apei pe durata experimentului.
- ▶ Introdu paharul cu apă caldă în vas astfel încât apa caldă și apa rece să nu se amestece, dar să poată interacționa termic prin intermediul paharului.
- ▶ Așteaptă câteva minute.
- ▶ Observă indicațiile inițiale ale termometrelor.
- ▶ Ce se întâmplă cu indicațiile termometrelor la câteva minute după ce ai pus paharul cu apă caldă în vasul cu apă rece?



**CONCLUZII:** Atunci când un corp cald este pus în contact cu un corp rece, temperatura corpului cald începe să scadă și cea a corpului rece începe să crească. Acest tip de variație se sfârșește după un timp, atunci când cele două corpuri ajung să aibă aceeași temperatură.

Această stare finală, în care temperatura corpurilor nu mai variază, se numește stare de **echilibru termic**.

Spunem că apa din vas este în echilibru termic cu apa din pahar, iar temperatura lor, comună, se numește **temperatură de echilibru**.



## DIN ISTORIA FIZICII

În 1742, fizicianul suedez **Anders Celsius** propunea măsurarea temperaturii cu ajutorul unui **termometru** a cărui funcționare se bazează pe dilatarea mercurului. El alege ca repere **temperatura de fierbere a apei** (100 °C) la presiune atmosferică normală și **temperatura de topire a gheții** (0 °C) la presiune atmosferică normală. Deoarece această scară de temperatură are ca repere valorile determinate experimental ale unei mărimi, ea se numește **temperatură empirică** și se notează cu **t**.



În 1848, fizicianul britanic **William Thomson** (devenit ulterior Lord Kelvin) afirma că se poate realiza o scară de măsurare a temperaturii care să nu depindă de nicio substanță, cu alte cuvinte, o **scară absolută**. Această observație are la bază legătura biunivocă între temperatura unui corp și nivelul de agitație termică a moleculelor sau a atomilor acestuia. Valoarea zero a temperaturii absolute corespunde stării în care agitația termică încetează complet; a fost ulterior determinată și corespunde unei temperaturi de  $-273,15$  °C. De aceea, în SI, unitatea de măsură a temperaturii este **Kelvin**, iar temperatura măsurată în Kelvin se numește **temperatură absolută** și se notează cu **T**.

În aplicații, vom utiliza relația  $T = t + 273$ ;  $t = T - 273$ , unde  $t$  este temperatura în grade Celsius.

## Reține!

### Mișcarea browniană

- ▶ Poartă numele botanistului care a descoperit-o, Robert Brown.
- ▶ Reprezintă mișcarea unor particule fine de solid aflate în suspensie în lichide sau în gaze.
- ▶ Este cu atât mai intensă, cu cât:
  - particulele în suspensie sunt mai mici;
  - lichidul e mai puțin vâscos;
  - temperatura e mai ridicată.

### Agitația termică

- ▶ Reprezintă mișcarea moleculelor unui corp.
- ▶ Este prezentă la toate corpurile, indiferent de starea de agregare.
- ▶ Este spontană și neîncetată.
- ▶ Este haotică.
- ▶ Este mai intensă (vitezele moleculelor sunt mai mari) la temperaturi mai ridicate.

### Difuzia

- ▶ Reprezintă pătrunderea moleculelor unui corp printre moleculele altui corp, fără intervenție din exterior.
- ▶ Se realizează mai rapid dacă temperatura corpurilor este mai mare.
- ▶ Apare în toate stările de agregare.



## Am aflat!

Mirosul unui corp poate fi simțit datorită difuziei în aer a moleculelor purtătoare de miros provenite de la acel corp. Difuzia se realizează mai rapid dacă temperatura la care are loc este mai mare.

## APLICAȚII ÎN TEHNICĂ - Motorul cu aburi

Una dintre cele mai spectaculoase aplicații tehnice ale studiului agitației termice a fost **motorul cu aburi**. La construcția acestuia au contribuit, în timp, mai mulți oameni de știință, ultimul fiind **James Watt** (1736-1819), matematician, inventator, inginer mecanic și chimist scoțian. Astfel, a fost posibilă construirea locomotivelor și a vapoarelor cu aburi.



## CĂLDURA, MĂRIME DE PROCES

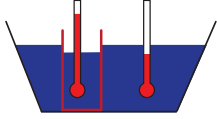
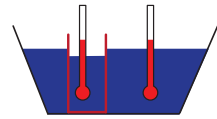


Vreau să aflu!

Ce fel de mărime fizică este căldura? Ce măsoară ea?

Dacă aducem un corp cald în contact cu un corp rece, temperatura corpului cald scade – și spunem despre el că *se răcește* –, iar temperatura corpului rece crește – și spunem despre el că *se încălzește*. Putem observa că schimbarea stării de încălzire a unuia dintre corpuri se face pe seama schimbării stării de încălzire a celuilalt și spunem că are loc un schimb de energie între cele două corpuri, pe care îl numim **căldură**.



	
Momentul $t_1$ Stare inițială	Momentul $t_2$ Stare finală
$\Delta t = t_2 - t_1 =$ intervalul de timp în care are loc procesul fizic	



### EXPERIMENT

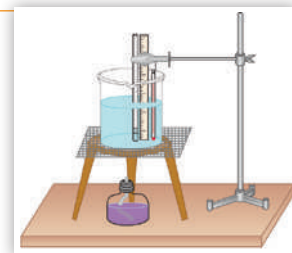
### Transferul de energie sub formă de căldură

#### Materiale necesare

- ▶ o spirtieră, un cronometru, un termometru, un vas cu apă

#### Mod de lucru

- ▶ Pune apă în vas. Măsoară temperatura inițială a apei. Încălzește apa cu ajutorul spirtierei.
- ▶ Cronometrează procesul de încălzire și observă cât timp este necesar pentru creșterea temperaturii apei cu 5 °C. Dar pentru creșterea cu 15 °C?



**CONCLUZIE:** Cu cât timpul de încălzire a apei crește, crește și temperatura apei, deci pentru timpi de încălzire mai mari, apa primește mai multă căldură.



### Reține!

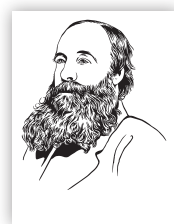
- ▶ În procesele de încălzire sau de răcire, corpurile își transferă unul altuia energie termică numită căldură. **Căldura** este o mărime fizică scalară și se notează cu simbolul **Q**. Unitatea de măsură în Sistemul Internațional de Unități este Joule (J).

$$[Q]_{SI} = 1 \text{ J}$$



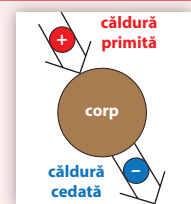
### DIN ISTORIA FIZICII

**James Prescott Joule** (1818-1889) a realizat o serie de experimente de natură să clarifice conceptul de energie, tipurile de energie (mecanică, calorică, electrică etc.) și relațiile dintre ele. Joule s-a ocupat și cu studiul căldurii. În onoarea sa, unitatea de măsură pentru energie se numește **Joule** și de notează cu simbolul J.



**Reține!**

- ▶ Căldura **primită** de un corp într-un proces de încălzire este considerată **pozitivă**, iar cea **cedată** de un corp într-un proces de răcire este considerată **negativă**.
- ▶ Căldura nu reprezintă o caracteristică a unui corp, deci nu este o mărime fizică de stare, ci o caracteristică a unui proces, deci este o **mărime fizică de proces**.

**Să ne amintim!****TEMPERATURĂ – STARE – MOMENT DE TIMP**

**Temperatura** este **mărimea fizică de stare** care descrie starea termică sau de încălzire a unui corp. La fiecare **moment** de timp, corpul are o temperatură. În cazul unui **proces** termic de încălzire sau de răcire, temperatura variază; astfel, pentru un interval de timp  $\Delta t = t_2 - t_1$ , putem calcula o variație corespunzătoare a temperaturii:  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ , unde cu  $\theta_1$  am notat temperatura corpului la momentul  $t_1$  și cu  $\theta_2$ , temperatura corpului la momentul  $t_2$ .

**CĂLDURĂ – PROCES – INTERVAL DE TIMP**

**Căldura** este **mărimea fizică de proces** care măsoară energia termică transmisă de un corp altui corp într-un proces.

În cazul unui **proces** termic de încălzire sau de răcire care are loc într-un interval de timp  $\Delta t = t_2 - t_1$ , căldura transferată între corpuri se calculează pentru tot intervalul. Ea poate fi notată, de exemplu,  $Q_{12}$ .

**Am aflat!**

*Căldura este o mărime fizică scalară, de proces, care se notează cu simbolul  $Q$ , se măsoară în joule și reprezintă energia termică transferată de la un corp la altul.*

## TRANSMITEREA ENERGIEI SUB FORMĂ DE CĂLDURĂ PRIN CONDUȚIE, CONVECȚIE, RADIAȚIE



În timp ce fierbem apă într-un ceainic, mânerul acestuia, acoperit cu material nemetalic, nu frige, dar vasul metalic este foarte fierbinte. Aburul care iese din ceainic se ridică.

Modul în care energia trece de la un corp la altul sub formă de căldură respectă anumite reguli și depinde de stările de agregare ale corpurilor.

**Vreau să aflu!**

*Cum se transmite energia sub formă de căldură de la un corp la altul? Este aceasta influențată de starea de agregare a corpurilor între care are loc transferul de energie?*

**EXPERIMENT 1****Conducția****A. Materiale necesare**

- ▶ o tijă metalică, un suport de prindere, o lumânare, piuneze

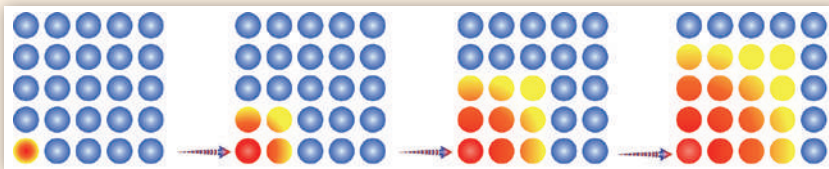
**Mod de lucru**

- ▶ Fixați tija în poziție orizontală cu ajutorul suportului și lipiți din loc în loc piuneze cu ceară picurată din lumânarea aprinsă.
- ▶ Încălziți capătul liber al tijei cu flacăra lumânării și observați ce se întâmplă.
- ▶ Observați în ce ordine cad piunezele.



**CONCLUZII:** Piunezele cad atunci când ceara cu care sunt lipite preia suficientă căldură de la tijă pentru a se topi. Ele se desprind una câte una, începând cu cea mai apropiată de capătul încălzit al tijei.

În cazul unui corp solid – cum este tija metalică din experiment –, particulele din care este alcătuită substanța nu se deplasează unele printre altele în mod vizibil, ci își transferă energia din aproape în aproape, de la una la alta, ca în imaginea alăturată.



Acest tip de transfer de energie sub formă de căldură se numește **conducție**.

### B. Materiale necesare

- ▶ spirtieră, tije de aceeași lungime, din materiale diferite (aluminiu, cupru, sticlă, ceramică sau alt material neinflamabil), ceară de la o lumânare aprinsă, suport de lemn, piuneze

### Mod de lucru

- ▶ Lipiți câte o piuneză pe un capăt al fiecărei tije cu ceară topită de la lumânare.
- ▶ Fixați tijele pe suport ca în imagine, astfel încât celălalt capăt al lor să se încălzească de la spirtieră.
- ▶ Observați dacă piunezele cad deodată.



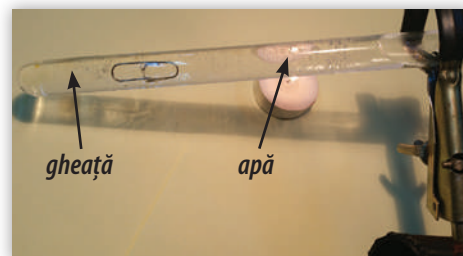
**CONCLUZIE:** Piunezele nu cad deodată, pentru că tijele transmit în mod diferit căldura. Unele substanțe permit mai ușor conducția căldurii și de aceea le numim **conductoare termice**; prin alte materiale căldura este transmisă mai greu, de aceea le numim **izolatoare termice**.

### C. Materiale necesare

- ▶ lumânare aprinsă, agrafă de birou, eprubetă, suport, gheață, apă

### Mod de lucru

- ▶ Introduceți în eprubetă câteva bucăți de gheață. Utilizați o agrafă pe care o blocați în eprubetă pentru a fixa gheața la baza acesteia.
- ▶ Țineți eprubeta într-o poziție înclinată cu ajutorul suportului, astfel încât partea sa superioară să fie încălzită de la flacăra lumânării.
- ▶ Observați ce se întâmplă cu apa din eprubetă.



**CONCLUZII:** Apa fierbe în partea superioară a eprubetei, în timp ce gheața rămâne netopită. Apa nu este un bun conductor termic.



### Reține!

- ▶ **Conducția în solide** – se realizează din aproape în aproape, cu viteză mai mare la materiale conductoare termice (metale) și mai lent la materialele numite izolatoare termice (lemn, material textil, cauciuc etc.).
- ▶ **Conducția în lichide** – în majoritatea lichidelor, conducția se realizează mult mai lent decât la solidele conductoare termice. Una dintre cauze este faptul că densitatea lichidelor e în general mai mică decât a solidelor.
- ▶ **Conducția în gaze** – se realizează cu dificultate și mai mare decât la lichide. De aceea, gazele sunt considerate bune izolatoare termice. Acesta este motivul pentru care o fereastră dublă izolează termic mai bine decât una simplă.
- ▶ **Conducția în vid** – propagarea căldurii prin conducție în vid este imposibilă, deoarece conducția este transferul căldurii de la o particulă la alta, iar vidul înseamnă lipsa particulelor.

## EXPERIMENT 2

### Convecția

#### A. Materiale necesare

- ▶ lumânare, suport, coală de hârtie

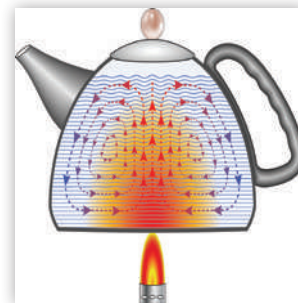
#### Mod de lucru

- ▶ Decupați coala de hârtie după modelul alăturat.
- ▶ Sprijiniți spirala rezultată și plasați-o deasupra lumânării aprinse astfel încât distanța dintre flacără și baza ei să fie de aproximativ 10 cm.
- ▶ Observați ce se întâmplă. Cine rotește spirala?

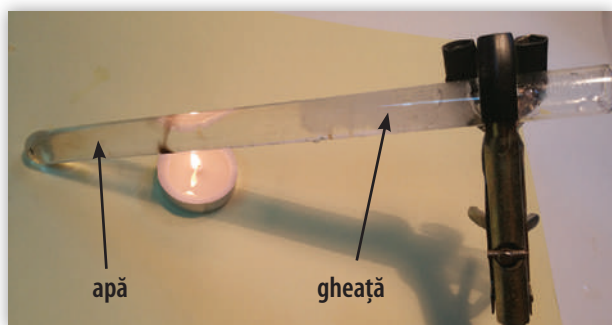


**CONCLUZIE:** Aerul de deasupra flăcării se încălzește și se ridică. În cazul gazelor sau al lichidelor, energia nu se transmite doar de la o particulă la alta, învecinată cu ea, ci se transmite și prin crearea unor curenți de fluid. Acest mod de transmitere a energiei sub formă de căldură se numește **convecție**.

Dacă în experimentul 1 C, gheața ar fi fost lăsată să plutească, iar flacăra ar fi încălzit partea de jos a eprubetei, gheața s-ar fi topit înainte ca apa să înceapă să fiarbă pentru că transmiterea energiei sub formă de căldură s-ar fi făcut prin **convecție** și nu prin **conducție**. Cum însă, prin convecție fluidul cald se ridică, în cazul în care gheața a fost ținută în partea de jos a eprubetei, căldura nu putea ajunge la ea decât prin conducție.



Acesta este motivul pentru care sursa de căldură cu care încălzim apa sau aerul este cu atât mai eficientă cu cât este poziționată mai jos.



#### B. Materiale necesare

- ▶ fir de ață, fâșii de hârtie subțire, bandă adezivă

#### Mod de lucru

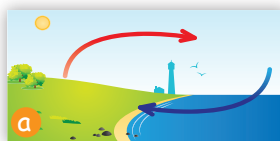
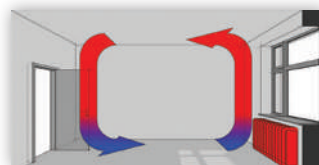
- ▶ Lipiți pe firul de ață fâșiile de hârtie.
- ▶ Fixați firul de ață pe marginile unei ferestre deschise, întâi în partea inferioară, apoi la mijloc și ulterior în partea superioară a acesteia, ca în imaginile de mai jos.
- ▶ Ce puteți observa?



**CONCLUZIE:** Atunci când aerul atmosferic este mai rece decât aerul din încăpere, fâșiile de hârtie se orientează către interiorul încăperii dacă se află în partea de jos a ferestrei (*fig. a*) și, respectiv, către exteriorul ei atunci când se află în partea superioară (*fig. b*). Dacă se află la mijlocul ferestrei, vor rămâne în poziție verticală (*fig. c*).

Într-o încăpere, căldura se transmite în aer prin curenți de convecție, ca în imaginea alăturată. Aerul încălzit de calorifer se ridică și, fiind mai cald decât obiectele din jur, cedează căldură acestora; cedând căldură el se răcește și coboară, iar procesul se reia, ciclic.

Acest mod de transmitere a căldurii este ușor de sesizat la țărmul mării. În timpul zilei, pământul devine mai cald decât apa și încălzește aerul mai mult decât o face marea, astfel încât vântul bate dinspre mare (fig. a); noaptea, pământul se răcește mai rapid decât marea și vântul bate înspre mare (fig. b). De aceea, briza suflă ziua într-un sens și noaptea în sens invers.



### EXPERIMENT 3

#### Radiația

##### Materiale necesare

- ▶ sursă de căldură, două termometre (preferabil identice), hârtie neagră, staniol, vas cu apă, sursă de căldură

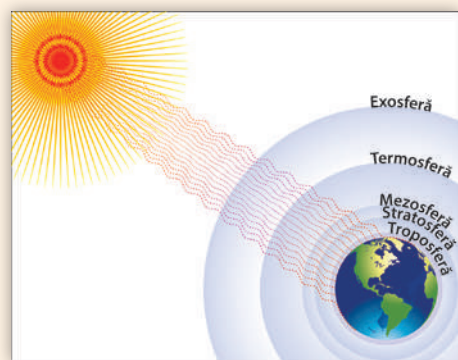
##### Mod de lucru

- ▶ Pune ambele termometre în același vas cu apă și asigură-te că ele indică aceeași temperatură.
- ▶ Învelește recipientul cu mercur al unui termometru cu hârtie neagră, iar recipientul cu mercur al celuilalt termometru, cu staniol.
- ▶ Apropie cele două termometre la o distanță de aproximativ 5-6 cm de o flacără sau de un radiator electric.
- ▶ Urmărește ce se întâmplă cu indicațiile termometrelor.



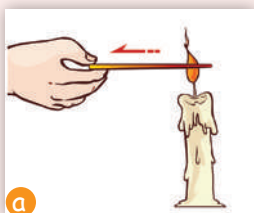
**CONCLUZIE:** Corpurile calde emit **radiație** electromagnetică. Aceasta poate trece prin orice mediu, chiar și prin vid. Radiația nu depinde de existența particulelor.

Căldura care ajunge pe Pământ de la Soare este transferată prin radiație. Toate corpurile absorb radiații și reflectă radiații. Cele care absorb mai mult decât reflectă, cum e hârtia neagră, preiau mai multă căldură. Cele care reflectă mai mult decât absorb, cum e staniolul, preiau mai puțină căldură. De aceea, este recomandat ca vara să ne îmbrăcăm cu haide de culori deschise.



### Reține!

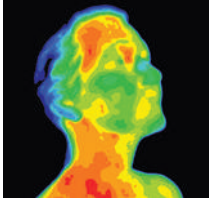
- ▶ **Transmiterea căldurii prin conducție** (fig. a) – predomină în cazul transferului căldurii în corpurile **solide**.
- ▶ **Transmiterea căldurii prin convecție** (fig. b) – predomină în cazul transferului căldurii în corpurile **fluide** (lichide și gaze).
- ▶ **Transmiterea căldurii prin radiație** (fig. c) – predomină atunci când corpurile nu sunt în contact, ci la distanță; acestea își transferă căldură și prin **vid**.



## APLICAȚII ÎN TEHNICĂ - Transmiterea căldurii

### Termosul

Termosul este un vas care păstrează lichidele fierbinți sau reci. El are pereți dubli de sticlă (material izolator termic); între pereți este vid. Vidul împiedică atât conducția, cât și convecția. Peretele exterior de sticlă este argintat și reflectă radiația. Pereții de sticlă sunt protejați cu o învelitoare de plastic rigid. Dopul este confecționat tot dintr-un material izolator termic și închide ermetic vasul.



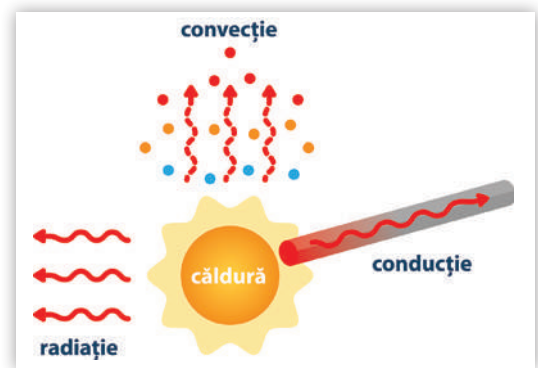
### Vizualizarea încălzirii corpurilor

O utilizare tehnică a radiației emise de corpuri este realizarea hărților prin transformarea radiației infraroșii în radiație vizibilă. Pe aceste hărți se pot observa: zonele mai calde colorate în roșu, iar cele mai reci colorate albastru.



### Am aflat!

Căldura se transmite prin trei modalități: **conducție**, **convecție** și **radiație**. Cel mai adesea, în procesele de transfer al căldurii sunt întâlnite toate trei. În multe situații predomină una dintre ele.



## EXTINDERE ÎN TEHNOLOGIE: MOTORUL TERMIC

Autoturismele fac parte din viața noastră. Faptul că putem să ne deplasăm cu ușurință în zilele noastre este datorat invenției **motorului termic**.

Cel mai simplu motor termic pe care îl putem realiza este bazat pe dispozitivul prezentat în lecția anterioară: lumânarea plasată sub o spirală de hârtie.



### Vreau să aflu!

Cum funcționează un motor termic?



### EXPERIMENT

#### Motorul termic

##### A. Materiale necesare

- ▶ lumânare, trepied, tijă, seringă, spirală de hârtie, apă fierbinte
- ▶ Astupă ermetic orificiul seringii (cu adeziv sau cu plastic topit).
- ▶ Încălzește aerul din seringă prin introducerea în apă fierbinte și lasă pistonul liber să se miște.
- ▶ Verifică poziția pistonului după câteva minute.

##### Mod de lucru

- ▶ Trage de pistonul unei seringi astfel încât să intre aer în aproximativ un sfert din volumul seringii.
- ▶ Citește pe gradaja seringii poziția pistonului.



**CONCLUZIE:**

În anumite situații, atunci când căldura trece de la un corp cu temperatură mai mare la unul cu temperatură mai mică, ea poate pune în mișcare anumite corpuri. În experimentul anterior, căldura degajată de flacără pune în mișcare spirala de hârtie sau pistonul seringii.

**DIN ISTORIA FIZICII**

**Nicolas Léonard Sadi Carnot** (1796–1832), fizician și inginer francez, a studiat posibilitatea transformării căldurii în mișcare mecanică. El a publicat aceste studii în 1824, într-o carte numită *Reflecții asupra puterii motrice a focului*.

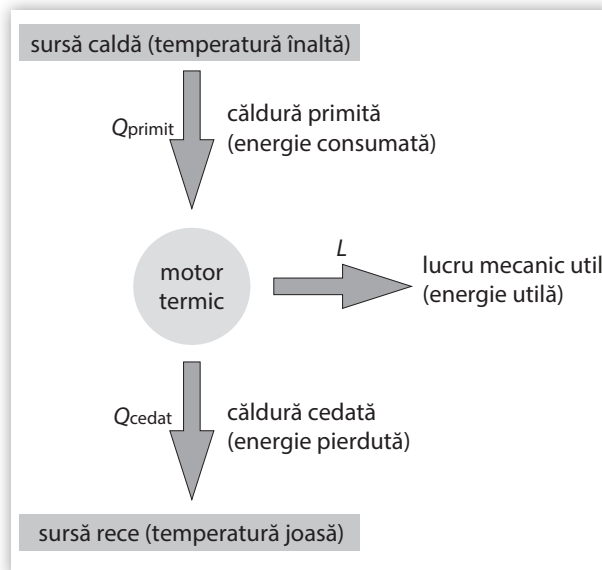
Desenul alăturat prezintă schema energetică de funcționare a unui motor termic, conform studiului lui Carnot.

Dispozitivul primește căldură de la o sursă de căldură numită „sursă caldă”. O parte din căldură este transformată în energie mecanică (lucru mecanic), iar cealaltă parte este cedată unui alt corp, numit „sursă rece”.

$$Q_{\text{primit}} - |Q_{\text{cedat}}| = L$$

După cedare, dispozitivul revine în starea inițială și reia aceleași procese.

Motorul termic funcționează parcurgând astfel de „cicluri de funcționare” în mod repetat.



**DEFINIȚIE: Randamentul motorului termic**,  $\eta$ , este mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic util furnizat de motor (energia utilă),  $L$ , și energia consumată (căldura primită de la sursa caldă),  $Q_{\text{primit}}$ .

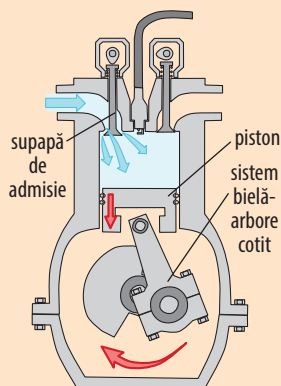
$$\eta = \frac{L}{Q_{\text{primit}}}$$

**Reține!**

- ▶ Căldura necesară funcționării motorului termic se obține, de obicei, prin arderea unor substanțe numite **combustibili**. Dacă arderea are loc în exteriorul motorului, acesta se numește **motor cu ardere externă**. Dacă, însă, arderea are loc în interiorul motorului, acesta se numește **motor cu ardere internă**.
- ▶ În cazul motoarelor cu ardere internă, aprinderea se poate face în mai multe moduri: prin scânteie, prin compresie etc.
- ▶ Ciclul de funcționare al motorului poate fi descompus în două etape – caz în care motorul se numește **motor în doi timpi** – sau în patru etape – cazul **motorului în patru timpi**.

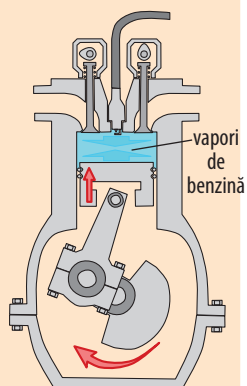
Pentru exemplificare, ilustrăm în imaginile de la pagina 20 modul de funcționare a unui **motor cu ardere internă cu aprindere prin scânteie**, care funcționează în **patru timpi**. Un „timp” înseamnă o cursă completă a pistonului, adică de la punctul mort superior (PMS) la punctul mort inferior (PMI) sau invers. Dispozitivul este alcătuit dintr-un cilindru care are în interior un piston (asemănător cu cel al seringii). Cilindrul are două orificii care se pot deschide sau închide cu ajutorul a două supape. Unul dintre orificii este legat printr-un canal de comunicare cu rezervorul în care se găsesc vapori de benzină (lichid care arde ușor), iar celălalt este conectat la țeava de eșapament. În capătul cilindrului este montată o bujie care, prin acționare electrică, produce scânteie. Pistonul este conectat la un sistem de bare și articulații numit „bielă-manivelă” care transformă mișcarea rectilinie a pistonului în mișcare de rotație a unui ax.

### Timpul 1: Admisia



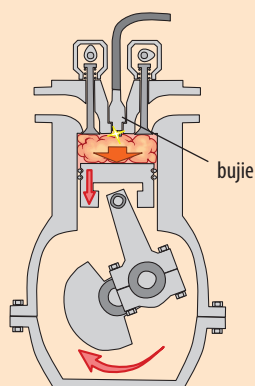
Se deschide supapa de admisie, vaporii de benzină pătrund în cilindru, pistonul coboară, articulația mecanismului bielă-manivelă coboară.

### Timpul 2: Compresia



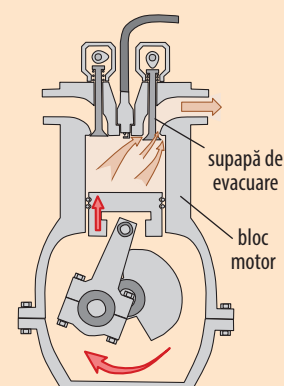
Cu ambele supape închise, pistonul urcă. Vaporii de benzină sunt comprimați, deci presiunea lor crește.

### Timpul 3: Arderea și detenta



Bujia produce o scânteie care aprinde brusc vaporii de benzină, a căror ardere produce căldură. Substanțele rezultate din ardere împing pistonul în jos, transformând o parte din căldură în lucru mecanic.

### Timpul 4: Evacuarea



Se deschide supapa de evacuare; pistonul, în mișcarea lui ascendentă (inertială) împinge afară din cilindru gazul ars, iar dispozitivul devine pregătit pentru o nouă admisie.



### Am aflat!

Un motor termic transformă căldura rezultată din arderea unui combustibil în lucru mecanic. În timpul funcționării, el cedează o parte din căldură – deci este necesară existența unui sistem de răcire a motorului.

## COEFICIENȚI CALORICI. CALORIMETRIE

Atunci când ating un obiect de lemn cu o mână și unul de metal cu cealaltă mână, cel din lemn mi se pare mai cald decât cel din metal, deși ele se află de mai mult timp în aceeași încăpere, la aceeași temperatură.

Dacă vreau să încălzesc apa dintr-un ibric, am nevoie de mai puțină căldură decât dacă vreau să încălzesc apa dintr-un vas mai mare.



### Vreau să aflu!

Cum poate fi calculată căldura primită sau cedată de un corp într-un proces de încălzire sau de răcire?



### EXPERIMENT 1

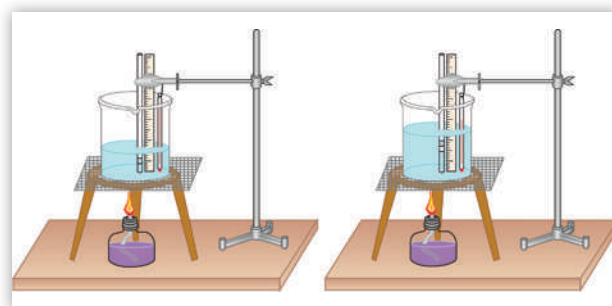
### Factorii care influențează căldura primită/cedată

#### A. Materiale necesare

- ▶ două spirtiere, cronometru, două termometre, două vase de sticlă, apă

#### Mod de lucru

- ▶ Pune cantități diferite de apă, având aceeași temperatură, în cele două vase (de exemplu, 100 g în primul și 200 g în al doilea).
- ▶ Încălzește vasele cu spirtiere.



- ▶ Cronometrează cât timp este necesar pentru ca temperatura apei din primul vas să crească cu 15 °C și cât timp este necesar pentru ca temperatura apei din al doilea vas să crească cu 15 °C. Ce observi?

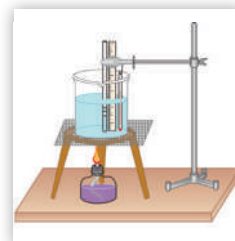
**CONCLUZIE:** Căldura primită/cedată de un corp într-un proces de încălzire/răcire depinde de masa corpului. Comparând două corpuri, alcătuite din aceeași substanță, dar cu mase diferite, fiecare aflat în proces de creștere a temperaturii cu același număr de grade, se constată că raportul căldurilor necesare pentru creșterea temperaturii corpurilor cu același număr de grade este același cu raportul maselor corpurilor. Putem, deci, afirma: **căldura**  $Q$  cedată/primită de un corp în procese de răcire/încălzire **este direct proporțională cu masa,  $m$** , a corpului care o cedază/primește.

### B. Materiale necesare

- ▶ spirtieră, cronometru, termometru, vas cu apă

### Mod de lucru

- ▶ Pune apă în vas. Măsoară temperatura inițială a apei. Încălzește apa cu ajutorul spirtierei.
- ▶ Cronometrează procesul de încălzire și observă cât timp este necesar pentru creșterea temperaturii apei cu 5 °C. Dar pentru creșterea cu 15 °C?



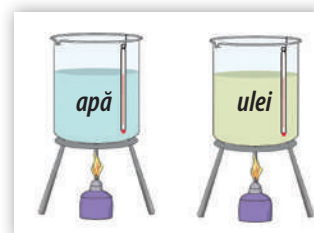
**CONCLUZIE:** Căldura primită de un corp într-un proces de încălzire depinde de variația temperaturii în acel proces. Putem afirma: **căldura este direct proporțională cu variația,  $\Delta t$ , a temperaturii** corpului în procesele de încălzire și de răcire.

### C. Materiale necesare

- ▶ spirtieră, cronometru, termometru, vase de sticlă, apă, ulei

### Mod de lucru

- ▶ Pune apă într-un vas și ulei în alt vas, în cantități egale.
- ▶ Ai grijă ca apa și uleiul să fie inițial la aceeași temperatură.
- ▶ Încălzește cele două vase. Cronometrează cât timp este necesar pentru ca temperatura apei să crească cu 15 °C.
- ▶ Cronometrează cât timp este necesar pentru ca temperatura uleiului să crească cu 15 °C. Ce observi?



**CONCLUZIE:** Într-un proces de încălzire, căldura primită de un corp pentru o anumită variație a temperaturii sale depinde de *natura substanței* din care este alcătuit corpul. Prin urmare, se poate defini o constantă de material numită *căldură specifică*.

### Reține!

- ▶ **Căldura specifică** se notează cu simbolul  $c$  și reprezintă căldura necesară încălzirii unui kilogram de substanță cu un grad Celsius. Expresia matematică a căldurii specifice a unei substanțe este

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t},$$

unde:  $Q$  = căldura primită/cedată,  $m$  = masa de substanță,  $\Delta t$  = variația temperaturii.

Unitatea de măsură a căldurii specifice a unei substanțe rezultă din formula de calcul și este:  $[c]_{SI} = \frac{J}{kg \cdot K}$ .

Exemple de călduri specifice:

Substanța	Căldura specifică (J/kgK)	Substanța	Căldura specifică (J/kgK)
Apă	4185	Argint	251
Gheață	2090	Fier	460
Alcool etilic	2482	Aluminiu	920
Benzină	1880	Plumb	125
Cupru	382		

### Aplică!

Care este valoarea căldurii necesare pentru a ridica temperatura unei cantități de 500 g de apă de la 20 °C la 60 °C?

Aplicăm expresia matematică a căldurii specifice:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 0,5 \text{ kg} \cdot 4185 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot (60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 83\,700 \text{ J}.$$

**OBSERVAȚIE:** Variația temperaturii unui corp este aceeași când este exprimată în grade Celsius și când este exprimată în Kelvin:  $\Delta T = [(60 + 273)\text{K} - (20 + 273)\text{K}] = 40 \text{ K}$ ;  
 $\Delta t = 60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$ .

### Reține!

- O unitate de măsură pentru căldură este **caloria**. O calorie reprezintă echivalentul energiei necesare pentru a ridica temperatura unui gram de apă distilată de la 14,5 °C la 15,5 °C:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

**OBSERVAȚIE:** Atunci când două corpuri diferite primesc aceeași căldură,  $Q$ , temperatura unuia variază cu  $\Delta t_1$ , dar a celuilalt variază cu  $\Delta t_2$ , diferit de  $\Delta t_1$ . Acest lucru se întâmplă din cauza maselor diferite și a substanțelor diferite din care este alcătuit fiecare dintre corpuri. Raportul dintre căldura primită și variația de temperatură corespunzătoare reprezintă o constantă de corp care descrie comportarea termică a acelui corp și se numește *capacitate calorică*.



### Reține!

- Capacitatea calorică** a unui corp se notează cu **C** și reprezintă căldura necesară pentru a modifica temperatura unui corp cu un grad. Expresia matematică a capacității calorice a unui corp este:

$$C = \frac{Q}{\Delta t},$$

unde  $Q$  = căldura primită/cedată, iar  $\Delta t$  = variația temperaturii.

Unitatea de măsură a capacității calorice a unui corp rezultă din formula de calcul:

$$[C]_{\text{SI}} = \frac{\text{J}}{\text{K}}.$$

Relația dintre capacitatea calorică a unui corp și căldura specifică a substanței din care este alcătuit acesta este:

$$C = m \cdot c.$$

- Căldura specifică și capacitatea calorică reprezintă doi **coeficienți calorici**.

### Aplică!

O cană conține 100 g apă. Capacitatea calorică a căzii este 550 J/K. Care este valoarea căldurii necesare pentru ridicarea temperaturii căzii cu apă de la 15 °C la 55 °C?

Căldura necesară va fi egală cu suma dintre căldura necesară încălzirii apei ( $Q_1$ ) și cea necesară încălzirii căzii ( $Q_2$ ):

$$Q = Q_1 + Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta t + C \cdot \Delta t$$

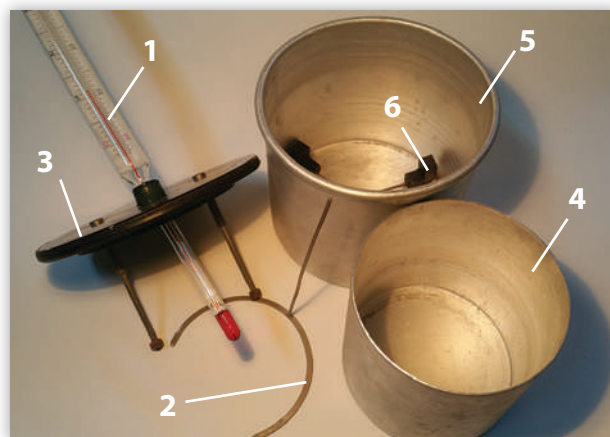
$$Q_1 = 0,1 \text{ kg} \cdot 4185 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot (55^\circ\text{C} -$$

$$- 15^\circ\text{C}) + 550 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot (55^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})$$

$$Q = 38740 \text{ J}.$$

## APLICAȚII ÎN TEHNICĂ

Calorimetrul prezentat în imagine este un dispozitiv experimental, care izolează termic corpurile din interiorul său față de cele din exterior. El este compus dintr-un vas (4) plasat în interiorul unui alt vas (5). Între cele două vase sunt montate suporturi din material izolator termic (6) care asigură un strat de aer (cu rol izolator termic) între cele două vase. Calorimetrul are un capac din material izolator termic (3), prevăzut cu două orificii prin care se introduc un termometru (1) și un agitator (2).



## EXPERIMENT 2

### Măsurarea căldurii utilizând calorimetrul

#### Materiale necesare

- ▶ calorimetru, două termometre, cântar, vas de sticlă, apă caldă, apă rece
- ▶ Turnăm apa caldă în calorimetru, peste cea rece și așteptăm stabilizarea temperaturii. Citiți indicația termometruului și notați în caiete datele, ca în tabelul alăturat.
- ▶ Calculați căldura primită de apa rece, apoi pe cea cedată de apa caldă.  

$$Q_{\text{primit}} = m_1 \cdot c \cdot (t - t_1)$$

$$Q_{\text{cedat}} = m_2 \cdot c \cdot (t - t_2)$$
- ▶ Ce observați?

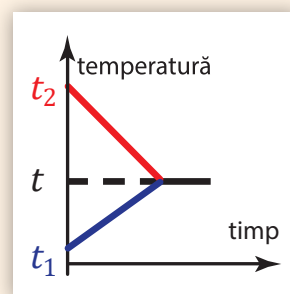
#### Mod de lucru

- ▶ Cântărim vasul de sticlă; punem apă rece în el și cântărim din nou; calculăm masa de apă rece, prin diferență.
- ▶ Punem apă rece în calorimetru. Așteptăm stabilizarea temperaturii termometruului introdus în calorimetru. Citiți și notați această temperatură.
- ▶ Punem apă caldă în vasul de sticlă. Determinați – ca mai sus – masa apei calde. Cu un alt termometru, măsurăm temperatura apei calde. Notați această temperatură.

Corp	Masa (g)	Temperatura inițială (°C)	Temperatura de echilibru (°C)
Apa rece	$m_1 =$	$t_1 =$	$t =$
Apa caldă	$m_2 =$	$t_2 =$	

**CONCLUZIE:** Valoarea determinată experimental a căldurii primite de apa rece este foarte apropiată de valoarea absolută determinată pentru căldura cedată de apa caldă. Diferența se datorează erorilor experimentale și faptului că am neglijat capacitatea calorică a calorimetrului.

Experimentul evidențiază faptul că, într-un proces de transfer de căldură de la un corp la altul, căldura cedată de un corp este egală cu căldura primită de celălalt corp. Reprezentând, într-o diagramă temperatură–timp, evoluțiile temperaturilor celor două cantități de apă, obținem graficul alăturat.



## Reține!

- ▶ **Calorimetria** este acea parte din fizică în cadrul căreia se studiază transferul căldurii și coeficienții calorici.
- ▶ **Ecuția calorimetrică** este dată de relația matematică:  $Q_{\text{primit}} = |Q_{\text{cedat}}|$ .



### Aplică!

Într-un calorimetru care conține o masă  $m_1 = 300$  g de apă, cu temperatura  $t_1 = 70$  °C și căldura specifică  $c_1 = 4185$  J/(kg · K) se toarnă o masă  $m_2 = 200$  g de alcool, cu temperatura  $t_2 = 20$  °C și căldura specifică  $c_2 = 2300$  J/(kg · K). Temperatura de echilibru care se stabilizează în interiorul calorimetrului este de  $t = 57$  °C. Ce capacitate calorică are calorimetru?

Aplicăm ecuația calorimetrică:  $Q_{\text{primit}} = |Q_{\text{cedat}}|$ .

Corpurile care cedează sunt calorimetru și apa:

$$Q_{\text{cedat}} = Q_1 + Q_C = m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) + C \cdot (t - t_1).$$

Corpul care primește este alcoolul:  $Q_{\text{primit}} = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)$ .

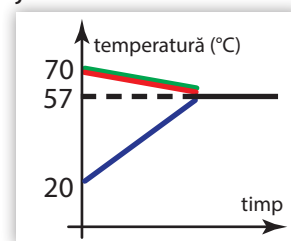
$$\text{Pentru că } t < t_1, |Q_{\text{cedat}}| = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) + C \cdot (t_1 - t).$$

Se va obține capacitatea calorică:

$$C = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) - m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t)}{t_1 - t}$$

$$C = 53,73 \text{ J/K.}$$

Diagrama temperatură-timp, în acest caz, este dată în figura de mai jos.



### EXPERIMENT 3

### Determinarea căldurii specifice a unui corp solid

#### Materiale necesare

- ▶ încălzitor, obiect mic metalic, calorimetru, cântar, apă, vas pentru fiert apa

#### Mod de lucru

- ▶ Pune în calorimetru o masă de apă cântărită în prealabil.
- ▶ Cântărește corpul metalic, apoi încălzește-l ținându-l câteva minute în apa care fierbe într-un vas separat.
- ▶ Introdu corpul încălzit în apa din calorimetru. Așteaptă obținerea echilibrului termic și notează temperatura de echilibru. Notează în caiet datele, ca în tabel.

- ▶ Folosește ecuația calorimetrică și vei obține:

$$c_2 = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1)}{m_2 \cdot (t_2 - t)}.$$

Corp	Masa (g)	Temperatura inițială (°C)	Temperatura de echilibru (°C)
Apă	$m_1 =$	$t_1 =$	$t =$
Corp metalic	$m_2 =$	$t_2 = 100$ °C	



### Am aflat!

Căldura schimbată de un corp cu alte corpuri în procese de încălzire și de răcire se poate calcula:

- cu ajutorul coeficienților calorici: căldură specifică,  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ ; capacitate calorică,  $Q = C \cdot \Delta t$ ;
- din ecuația calorimetrică:  $Q_{\text{primit}} = |Q_{\text{cedat}}|$ .

## STĂRI DE AGREGARE. CARACTERISTICI



Putem găsi în realitatea fizică înconjurătoare corpuri dure cum ar fi rocile, lemnul, sticla etc. – despre care spunem că sunt **solide** (a) –, corpuri care curg, cum ar fi apa, uleiul, laptele etc. – despre care spunem că sunt **lichide** (b) –, și altele care par să se descompună (de exemplu, aburul) sau despre care știm că există, le simțim, dar nu le vedem, cum sunt aerul, dioxidul de carbon etc. – despre care spunem că sunt **gazoase** (c).



## Vreau să aflu!

Care sunt caracteristicile corpurilor care țin de stările lor de agregare?



## EXPERIMENT 1

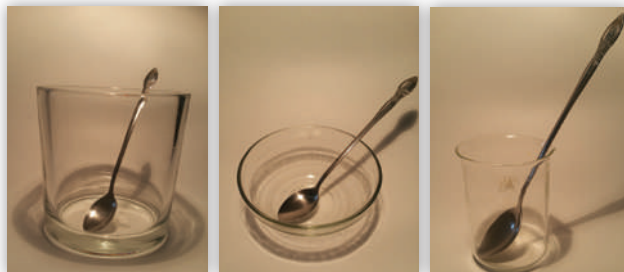
## Starea solidă

## Materiale necesare

- ▶ linguriță, vase cu forme diferite

## Mod de lucru

- ▶ Pune lingurița în vase diferite. Observă forma și volumul acesteia.
- ▶ Observă dacă acestea se modifică atunci când lingurița trece dintr-un vas în altul.

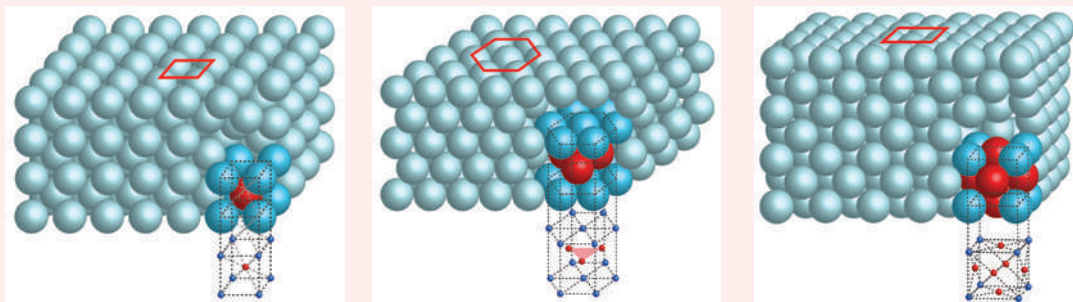


**CONCLUZIE:** Corpurile solide își păstrează forma și volumul în diverse situații și indiferent de vasul în care sunt puse. Spunem despre ele că au **formă proprie** și **volum propriu**.



## Reține!

- ▶ Din punctul de vedere al structurii interioare, în corpurile solide atomii sunt situații în poziții organizate geometric numite noduri. Structura geometrică pe care ei o alcătuiesc se numește **rețea cristalină**. În cazul solidelor, agitația termică se manifestă prin mișcări de vibrație ale atomilor – care sunt cu atât mai intense cu cât temperatura este mai mare. Între atomi există forțe care îi mențin în rețeaua cristalină; de aceea nu putem să ne trecem mâna printr-un corp solid. Iată câteva exemple de rețele cristaline:



## EXPERIMENT 2

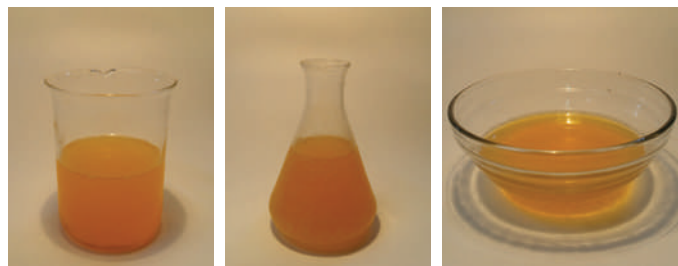
## Starea lichidă

## Materiale necesare

- ▶ un lichid colorat (de exemplu, suc de portocale), vase cu forme diferite

## Mod de lucru

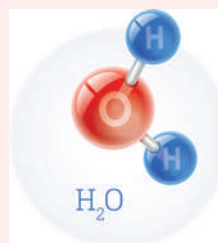
- ▶ Toarnă o cantitate de lichid dintr-un vas în altul.
- ▶ Observă ce se întâmplă cu forma și cu volumul lichidului în fiecare caz ilustrat în imagini.



**CONCLUZIE:** Lichidele sunt caracterizate de **volum propriu**, dar iau **forma vasului** în care sunt puse.

## Reține!

- În lichide, atomii se grupează câte doi, trei sau mai mulți formând molecule. Molecula de apă ( $H_2O$ ), de exemplu, conține doi atomi de hidrogen și unul de oxigen.
- Agitația termică este reprezentată de mișcarea haotică a moleculelor unele printre altele ciocnindu-se între ele și de pereții vasului, ca în figura alăturată. Creșterea temperaturii reprezintă creșterea vitezelor și, implicit, a energiilor cinetice ale moleculelor.
- Distanțele dintre moleculele de lichid sunt foarte mici. Se poate spune că lichidele sunt practic **incompresibile** (nu pot fi comprimate).



## EXPERIMENT 3

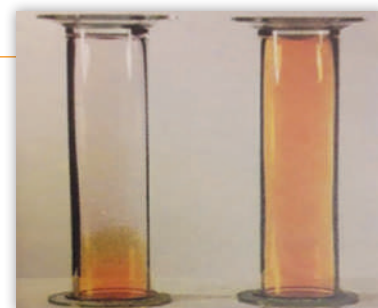
### Starea gazoasă

#### Materiale necesare

- un cilindru de sticlă transparentă (eprubetă), o picătură de brom

#### Mod de lucru

- Punem o picătură de brom lichid într-un cilindru de sticlă și acoperim cilindrul cu un capac. Bromul se va evapora în scurt timp.
- Observăm ce se întâmplă cu forma și volumul bromului gazos.



**CONCLUZIE:** Gazele se împrăștie în tot vasul care le este pus la dispoziție. Ele capătă **forma vasului** și ocupă tot **volumul vasului** în care sunt puse.

## Reține!

- Organizarea internă a gazelor nu diferă cu mult de cea a lichidelor. Și aici atomii sunt grupați în molecule care se mișcă unele printre altele, ciocnindu-se între ele și de pereții vasului – **agitație termică**.
- Spre deosebire de lichide, însă, în corpurile gazoase distanțele dintre molecule sunt mai mari. Acesta este motivul pentru care gazele pot fi comprimate – sunt **compresibile**.



## Am aflat!

Caracteristicile stărilor de agregare sunt centralizate în tabelul următor.

SOLID	LICHID	GAZ
Are formă proprie.	la forma vasului.	la forma vasului.
Are volum propriu.	Are volum propriu.	Ocupă volumul vasului.
-	Este incompresibil.	Este compresibil.

## EXTINDERE: TRANSFORMĂRI DE STARE DE AGREGARE

Putem vedea adesea în jurul nostru apă, atât în stare lichidă, cât și sub formă de gheață sau de vapori.

Totodată, observăm că aceasta poate trece cu ușurință dintr-o stare de agregare în alta.



### Vreau să aflu!

Cum poate o substanță să treacă dintr-o stare de agregare în alta?

### Vaporizare și condensare



#### EXPERIMENT 1

#### Vaporizare și condensare

##### A. Materiale necesare

- ▶ ceainic, capac metalic, încălzitor, apă

##### Mod de lucru

- ▶ Pune apă în ceainic și înfierbânt-o până când observi formarea vaporilor.
- ▶ Pune capacul deasupra vaporilor, ținându-l înclinat.
- ▶ Observă ce se întâmplă cu vaporii când ating capacul.



**CONCLUZIE:** Atunci când apa este încălzită, o parte din ea trece în stare gazoasă numită și stare de vapori. Procesul de trecere din stare lichidă în stare de vapori se numește **vaporizare**. Prin convecție, vaporii calzi se ridică. Capacul este rece și, în contact cu vaporii, preia din căldura acestora. Astfel, vaporii se răcesc și trec în stare lichidă. Spunem că vaporii **condensează**.

##### B. Materiale necesare

- ▶ pahar, apă

##### Mod de lucru

- ▶ Pune apă într-un pahar. Marchează, cu un instrument de scris, nivelul apei în pahar.
- ▶ Așază paharul într-un loc cald, în bătaia soarelui. Lasă-l un timp îndelungat (câteva ore).
- ▶ Observă ce s-a întâmplat cu nivelul apei.



**CONCLUZII:** Atunci când un lichid se află într-un vas neacoperit, chiar dacă temperatura este mai mică decât cea de fierbere, o parte din el se evaporă. În acest caz, vaporizarea are loc lent și se numește **evaporare**. Evaporarea are loc doar la suprafața lichidului.

Atunci când un lichid este încălzit până la o anumită temperatură, vaporizarea are loc în toată masa lui. Acest proces se numește **fierbere**, iar temperatura la care el are loc se numește **temperatură de fierbere** și depinde de natura substanței.

Substanța	eter	alcool	apă pură	ulei	mercur	aur	fier
Temperatura de fierbere (°C)	35	78	100	200	357	2660	3000

Trecerea din stare de vapori în stare lichidă este procesul invers vaporizării și se numește **condensare**.



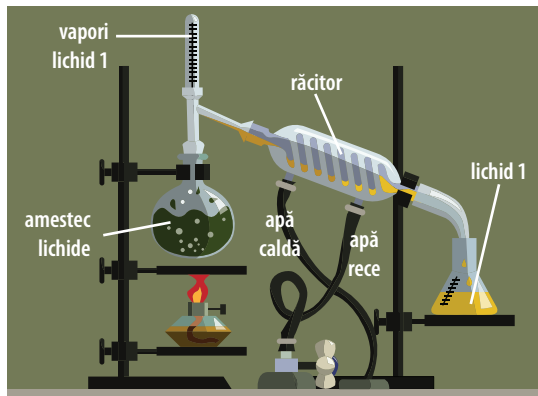
## APLICAȚII ÎN NATURĂ ȘI ÎN TEHNICĂ

Apa din lacuri, mări, râuri etc., fiind încălzită de soare, se evaporă. Vaporii, în cantități mari, se ridică în atmosferă formând nori. Ei sunt purtați de curenții de aer, în funcție de presiunea aerului și, când ajung într-o zonă rece, se condensează și cad pe pământ sub formă de ploaie.



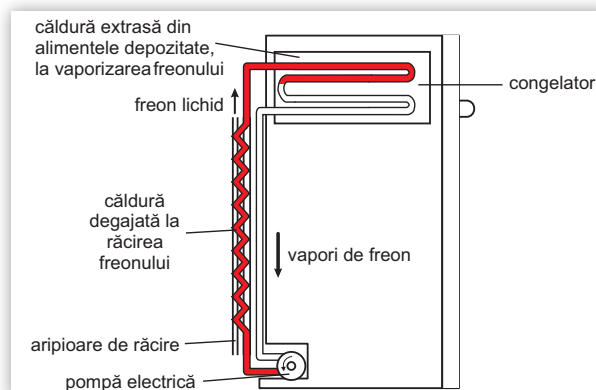
### Distilarea

Putem separa o substanță lichidă (notată cu 1) aflată într-un amestec cu altă substanță lichidă dacă temperaturile lor de fierbere diferă suficient de mult. Procedeele se numește **distilare** și constă în încălzirea amestecului până la cea mai scăzută dintre temperaturile de fierbere ale substanțelor aflate în amestec. Vaporii fierbinți ai substanței respective se ridică și ajung în răcitor – un dispozitiv unde tubul care poartă vaporii este răcit și aceștia condensează, iar lichidul este colectat la ieșirea din instalație (imaginea alăturată). Lichidul cu temperatura de fierbere mai mare rămâne în vasul în care se afla amestecul inițial.



### Instalația frigiderului

Freonul este o substanță gazoasă la temperatura camerei, care se transformă în lichid la presiuni mari. Când presiunea scade, acesta revine în stare gazoasă, cu absorbție de căldură. Freonul este folosit în instalația frigiderului. El este circulat prin sistemul de țevi și se vaporizează când trece prin congelator, preluând căldură de la alimentele din acesta, așa cum se poate vedea în imagine; după care, în compresor, este supus presiunii și forțat să se transforme în lichid, cedând căldura în dispozitivul din spatele frigiderului. Apoi întregul proces se reia.



## Topire și solidificare



### EXPERIMENT 2

#### Solidificarea apei

##### Materiale necesare

- ▶ borcan cu capac, apă, congelator

##### Mod de lucru

- ▶ Umple borcanul cu apă, complet. Pune capacul deasupra borcanului fără a-l roti (fără a închide borcanul).
- ▶ Pune borcanul cu apa și cu capacul în congelator și așteaptă până când apa va fi complet înghețată.
- ▶ Ce s-a întâmplat cu capacul borcanului?



**CONCLUZIE:** Atunci când apa este răcită și temperatura ei ajunge la valoarea de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ea trece în stare solidă, adică îngheață. La trecerea apei în stare solidă, se observă că volumul ei crește.