

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Carmen Gabriela Bostan  
Rodica Perjoiu

Ioana Stoica  
Mihaela Mariana Țura

# FIZICĂ

Clasa a VIII-a



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ S.A.

# CUPRINS

Reguli de protecție a muncii în laboratorul de fizică .....	9
---	---

## CAPITOLUL I. Fenomene termice ..... 10

I.1. Mișcarea browniană (experimental). Agitația termică. Difuzia .....	10
I.1.1. Mișcarea browniană .....	10
I.1.2. Agitația termică .....	10
I.1.3. Difuzia .....	11
I.2. Stare de încălzire. Echilibru termic. Temperatura empirică .....	13
I.3. Căldura, mărime de proces .....	19
I.4. Transmiterea căldurii (prin conducție, convecție, radiație) .....	20
I.5. Extindere în tehnologie: motorul termic (calitativ) .....	21
I.6. Coeficienți calorici. Calorimetrie .....	21
I.7. Stări de agregare, caracteristici .....	25
I.8. <i>Extindere</i> : Transformări de stare .....	26
I.9. <i>Extindere interdisciplinară</i> : studiul schimburilor de căldură implicate de topirea gheții (călduri latente) .....	28
I.10. <i>Extindere în tehnologie</i> : stabilirea temperaturii de echilibru în sisteme neomogene .....	31
I.11. <i>Extindere</i> : Combustibili .....	32

## CAPITOLUL II. Fenomene electrice și magnetice ..... 40

II.1. Electrostatica .....	40
II.1.1. Electrizarea, sarcina electrică. Interacțiunea dintre corpurile electrizate .....	40
Electrizarea prin frecare .....	42
Electrizarea prin influență sau inducție .....	44
Interacțiunea dintre corpurile electrizate .....	44
II.1.2. Legea lui Coulomb (identificarea experimentală a mărimilor care influențează forța electrică) .....	45
II.2. Electrocinetica .....	47
II.2.1. Circuite electrice. Componentele unui circuit. Generatoare electrice .....	47
II.2.2. Tensiunea electrică. Intensitatea curentului electric .....	49
II.2.3. Instrumente de măsură – ampermetru, voltmetru, ohmmetrul, wattmetrul, multimetrul .....	52
II.2.4. Tensiunea electromotoare. ....	55
II.2.5. Rezistență electrică .....	56
Dependența rezistenței electrice de temperatură .....	59
II.2.6. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit .....	61
II.2.7. Legea lui Ohm pentru întregul circuit .....	62
Funcționarea în scurtcircuit a generatorului .....	63
Funcționarea în gol a generatorului .....	64
II.2.8. Gruparea rezistoarelor .....	65
Gruparea în serie .....	65
Gruparea în paralel .....	66
II.2.9. <i>Extindere</i> : Teoremele lui Kirchhoff .....	67
Reguli de aplicare a regulilor lui Kirchhoff .....	70
II.2.10. Gruparea generatoarelor identice (studiu experimental) .....	71
Gruparea în serie .....	71
Gruparea în paralel .....	72
II.2.11. Energia și puterea electrică. Legea lui Joule .....	73
Energia electrică .....	73
Puterea electrică .....	76
Randamentul circuitului electric simplu .....	77
II.2.12. <i>Extindere</i> : efectul chimic al curentului electric. Electroliza .....	78
Aplicații ale fenomenului de electroliză .....	79



II.2.13. <i>Extindere</i> : transferul de putere într-un circuit electric simplu de curent continuu .....	80
II.3. Efectul magnetic al curentului electric .....	82
II.3.1. Studiul experimental (calitativ) al efectului magnetic. Electromagneți .....	86
II.3.2. Forța exercitată de un electromagnet în funcție de intensitatea curentului (mărime și sens, parametrii constructivi ai bobinei: secțiune, număr de spire, tipul miezului) .....	87
Forța de interacțiune dintre doi conductori paraleli parcurși de curentul electric .....	89
II.3.3. Aplicații .....	90
Motorul electric .....	91
<b>CAPITOLUL III. Fenomene optice .....</b>	<b>94</b>
III.1. Introducere .....	94
III.1.1. Surse de lumină .....	94
III.1.2. Propagarea luminii în diverse medii (absorbție, dispersie, culoarea corpurilor etc.) .....	95
III.1.3. Raze de lumină/fascicul de lumină .....	97
III.1.4. Principiile propagării luminii .....	98
III.2. Reflexie .....	99
III.2.1. Reflexia luminii .....	99
III.2.2. Legile reflexiei – aplicație experimentală – oglinzi plane .....	99
III.2.3. <i>Extindere</i> : aplicații ale legilor reflexiei în tehnologie .....	103
III.3. Refracția .....	106
III.3.1. Indicele de refracție .....	106
III.3.2. Refracția luminii – evidențierea experimentală a fenomenului .....	106
III.3.3. Reflexia totală .....	109
III.3.4. <i>Extindere</i> : legile refracției, indicele de refracție .....	112
III.3.5. Aplicații practice: fibra optică, prisma cu reflexie totală .....	115
Fibra optică .....	115
Prisma cu reflexie totală .....	116
III.4. Lentile subțiri .....	117
III.4.1. Identificarea experimentală a tipurilor de lentile (convergente, divergente) .....	117
III.4.2. Identificarea experimentală a caracteristicilor fizice ale lentilelor subțiri, focar, poziție imagine .....	118
III.4.3. Construcția geometrică a imaginilor prin lentile subțiri .....	121
III.4.4. <i>Extindere</i> : determinarea formulelor lentilelor subțiri – puncte conjugate, mărire liniară transversală folosind elemente de geometrie plană .....	123
III.5. Instrumente optice .....	127
Ochiul .....	127
Lupa .....	128
Ochelarii .....	128
<b>CAPITOLUL IV. <i>Extindere</i>: Energia și viața .....</b>	<b>134</b>
IV.1. Forme de energie – temă integratoare .....	134
IV.4.1. Transformarea și conservarea energiei în diferite sisteme (de exemplu, sistemul de întreținere a vieții pe o stație spațială, alte sisteme identificate și studiate la biologie, geografie etc.) .....	135
Generatorul electric .....	135
Dinamul .....	135
Hidrocentrala .....	136
Centrale eoliene .....	136
Centrale geotermale .....	136
Centrale solare .....	137
Bilanțul energetic al solului și al atmosferei .....	137
Randamentul unui lanț energetic .....	138
Sistemul de întreținere al vieții pe o stație spațială. Creșterea plantelor pe o colonie spațială .....	139
Probleme recapitulative .....	141
Soluții la probleme .....	143

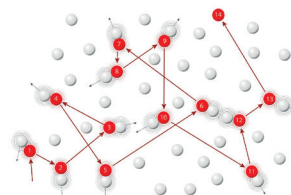
# I.

## FENOMENE TERMICE

### I.1. Mișcarea browniană (experimental). Agitația termică. Difuzia

#### I.1.1. Mișcarea browniană

Ai observat, probabil, într-o cameră întunecată în care pătrunde un fascicul îngust de lumină, fire de praf ce se mișcă haotic, fără a cădea pe Pământ. Un fenomen asemănător a fost observat în 1827 de botanistul scoțian Robert Brown. Studiind la microscop o suspensie de polen în apă, el a observat că particulele de polen au o mișcare complet dezordonată, permanentă, în zigzag.



Mișcarea browniană

Figura I.1



#### Activitate experimentală

Poți reface experimentul lui Brown folosind „pulbere” de polistiren expandat sau grăunțe de polen:

- din polistiren expandat, cu ajutorul unui cuțit, separă particule foarte fine (ca o pulbere);
- pune o picătură de apă pe lamela de sticlă a unui microscop;
- presară particule foarte fine de polistiren în picătura de apă de pe lamelă;
- acoperă amestecul obținut cu o a doua lamelă de sticlă;
- studiază la microscop mișcarea particulelor de polistiren;
- refă experimentul folosind apă fierbinte.



#### Concluzie

Particulele de polistiren au o mișcare haotică. Cu cât temperatura apei este mai ridicată, cu atât mișcarea particulelor este mai rapidă.

Deși a descris în amănunt mișcarea, numită *mișcare browniană*, botanistul scoțian nu a putut explica fenomenul.

#### I.1.2. Agitația termică

Mișcarea browniană poate fi explicată dacă ținem cont că atomii și moleculele substanțelor, indiferent de starea de agregare, se găsesc într-o mișcare haotică, permanentă, numită *agitație termică*. În mișcarea lor haotică, moleculele/atomii substanțelor se vor ciocni între ele, schimbându-și permanent traiectoriile. Agitația termică depinde de temperatură. Cu cât crește temperatura, cu atât agitația termică devine mai intensă.



#### Reține!

*Agitația termică* este mișcarea haotică, permanentă, în care se găsesc atomii și moleculele substanțelor, indiferent de starea de agregare. Mișcarea este cu atât mai intensă, cu cât temperatura este mai mare.

Cel care a explicat mișcarea particulelor de polen a fost Albert Einstein: moleculele de apă, în mișcarea lor haotică, ciocnesc particulele de polen, determinând mișcarea dezordonată observată de Brown.

Explicația oferită de Einstein este o dovadă indirectă a existenței atomilor și a moleculelor.

### I.1.3. Difuzia

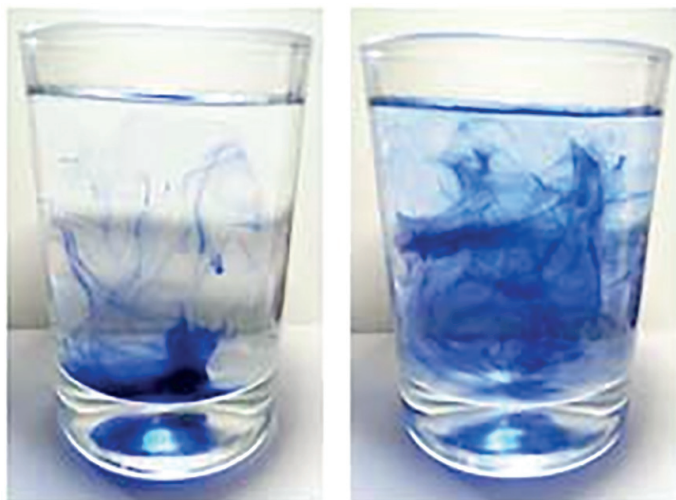
Se poate să fi observat că dacă scapi o picătură de cerneală albastră într-un pahar cu apă, după un timp oarecare, mai scurt sau mai lung, culoarea lichidului se uniformizează, devenind albastruie.

Realizează următorul experiment, pentru a studia care este cauza care produce acest fenomen.



#### Activitate experimentală

- Toarnă în două pahare transparente apă rece și respectiv apă fierbinte.
- Cu ajutorul unei pipete, picură în fiecare dintre vase două sau trei picături de cerneală albastră.
- Așteaptă un timp suficient de lung pentru ca amestecul să se omogenizeze. Vei constata că în ambele vase culoarea se uniformizează, doar că în vasul în care a fost inițial apă fierbinte, culoarea s-a uniformizat mai repede.



*Difuzia în două vase cu temperatură mai mică (stânga) și respectiv mai mare (dreapta)*

**Figura I.2**



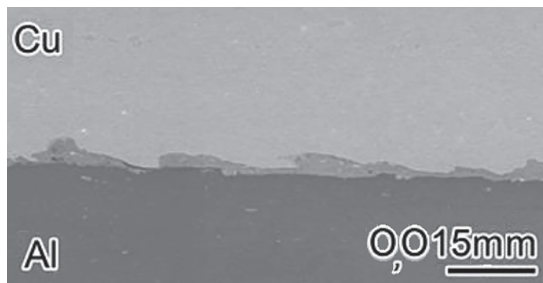
#### Concluzie

Moleculele de cerneală și moleculele de apă s-au întrepătruns în mod spontan. Acest fenomen de pătrundere a moleculelor unui corp printre moleculele altui corp, fără intervenția unor forțe exterioare, se numește **difuzie**. Difuzia apare în toate stările de agregare. În afară de temperatură, difuzia depinde, printre altele, și de densitatea substanțelor care difuzează.

Poți observa fenomenul de difuzie ori de câte ori deschizi o sticlă de parfum: mirosul se împrăștie în toată camera deoarece moleculele de parfum difuzează printre atomii și moleculele care formează aerul. (În general, fenomenul de difuzie este responsabil pentru răspândirea mirosurilor.) Atunci când dizolvi zahărul în apă, moleculele de zahăr difuzează printre moleculele de apă.

La solide, datorită densității mari, fenomenul se observă mai greu (este nevoie de ani ca acest fenomen să poată fi observat).

În practică (industria electrotehnică, aeronavelor, spațială etc.) se obțin suduri (reci) prin difuzia diferitelor metale, cum ar fi Cu-Fe, Al-Ag, Au-Pt etc.



Exemple de difuzie  
**Figura 1.3**



### Reține!

Numim **difuzie** fenomenul de pătrundere a moleculelor/atomilor unui corp printre moleculele/atomii altui corp, fără intervenția unor forțe exterioare. Difuzia apare în toate stările de agregare.

Difuzia este o consecință a fenomenului de **agitație termică**. În mișcarea lor haotică, moleculele/atomii substanțelor puse în contact se vor ciocni între ele, schimbându-și permanent traiectoriile, astfel încât moleculele/atomii unei substanțe vor pătrunde în domeniul în care se află moleculele/atomii celeilalte substanțe.

Așa cum ai observat din experiment, difuzia este accelerată de creșterea temperaturii.



### Curiozități

- Brown nu a fost primul care a observat mișcarea haotică a unor particule. Poetul roman Lucretius a folosit, în jurul anului 60 î.Hr, mișcarea haotică a particulelor de praf ca pe o dovadă a existenței atomilor.

- În 1908, Jean Perrin a verificat experimental ipoteza lui Einstein referitoare la mișcarea termică a moleculelor de apă. Perrin a câștigat, în 1926, Premiul Nobel pentru studiile referitoare la structura discontinuă a substanței.

- Așa cum ai aflat deja, difuzia depinde de densitatea substanței și de temperatură. Difuzia în gaze se face foarte rapid, cel mai adesea în secunde. Datorită rapidității cu care se produce, difuzia gazelor poate fi extrem de periculoasă; otrăvirea cu monoxid de carbon sau cu alte gaze este un proces care se produce foarte rapid.

- În viața de zi cu zi există multe exemple în care difuzia este foarte folositoare: dizolvarea zaharului și a sării, a pulberii detergenților în apă, folosirea pulverizatoarelor etc.

- Datorită difuziei, oxigenul din plămâni pătrunde în sânge și din sânge în țesuturi; la rândul său, dioxidul de carbon difuzează din capilarele sistemului circulator în alveolele plămânilor.

- Nutrienții eliberați din alimente difuzează în celule.

- Pădurile purifică aerul datorită fenomenului de difuzie.
- Păturile inferioare ale atmosferei sunt amestecuri omogene de azot, oxigen, vapori de apă, dioxid de carbon, hidrogen, argon, heliu etc.

Dacă nu ar exista difuzia, câmpul gravitațional al Pământului ar „stratifica” atmosfera în pături distincte. Stratul cel mai de jos ar fi de dioxid de carbon, stratul următor ar fi de oxigen, următorul de azot, apoi vaporii de apă, iar cel mai sus ar trebui să fie heliul și hidrogenul.

- Pe Stația Spațială Internațională, astronauții au „paturile” (sacii de dormit) fixate pe pereți în imediata apropiere a ventilatoarelor. În acest fel, li se asigură un flux constant de aer curat în timpul somnului; în caz contrar, ei ar putea suferi de migrene din cauza lipsei de oxigen.



### Activități de învățare și de autoevaluare

1. Peștii respiră oxigenul dizolvat în apa râurilor, a lacurilor și a mărilor. Numește procesul fizic ce permite oxigenului din atmosferă să intre în apă.

2. Explică dacă mirosurile se vor răspândi într-o incintă închisă ermetic, unde nu există absolut niciun curent de aer.

3. Procesul de difuzie poate înceta? Dar agitația termică?

4. Fenomenul de difuzie poate avea efecte devastatoare în cazul poluării: s-a constatat că aerul din orașe, din cauza activităților industriale, a transportului mecanizat și a activităților utilitare, conține particule de nisip, praf de cărbune, praf de ciment, cadmiu, mercur, plumb, oxid de fier, oxid de cupru etc. Realizează un scurt eseu în care să descrii, în termeni științifici, modalități de rezolvare a problemelor de mediu asociate cu purificarea aerului.

5. Pentru a observa fenomenul de difuzie, realizează următorul experiment: toarnă ceară topită peste cristalele de permanganat de potasiu dintr-un vas transparent. Plasează vasul într-un loc ferit din laboratorul de fizică.

Înarmează-te cu răbdare! Acest proces de difuzie este lent, rezultatul experimentului putând fi observat abia după 2 luni.

## I.2. Starea de încălzire. Echilibrul termic. Temperatura empirică

În spațiul cosmic este rece sau cald?

Sunt suficiente noțiunile de cald și rece pentru a caracteriza starea de încălzire a unui corp? Să răspundem împreună la aceste întrebări.



### Activitate experimentală

Așa cum probabil știi deja, în 1790, filosoful englez John Locke (1632 – 1704) a efectuat un experiment prin care a evidențiat subiectivitatea noțiunilor de cald și rece. Îți propunem să refaci și tu acest experiment.

- Pregătește în trei vase suficient de largi apă călduță, apă foarte caldă și respectiv, apă cu gheață.
- Introdu, simultan, o mână în vasul cu apă foarte caldă și pe cealaltă în vasul cu apă foarte rece și așteaptă câteva secunde.
- Scoate simultan mâinile din cele două vase și introdu-le imediat în al treilea vas.



## Concluzie

Informațiile transmise de cele două mâini vor fi diferite: mâna care a stat în apă foarte caldă îți va da senzația că apa din al treilea vas este rece, iar cea care a stat în apa rece îți va da senzația că apa respectivă este caldă. Senzațiile de cald sau de rece sunt senzații subiective. Gradul de încălzire a corpurilor este o proprietate măsurabilă, deci poate fi determinat în mod obiectiv. Unele corpuri sunt mai reci decât altele din cauza **gradului de încălzire diferit**.

Două sau mai multe corpuri care au stări diferite de încălzire, puse în contact, interacționează termic. După un timp oarecare, suficient de lung, corpurile aflate în contact termic vor ajunge la **echilibru termic, adică vor avea aceeași stare de încălzire**. Sistemul nu poate ieși de la sine din starea de echilibru termic.

Așa cum știi deja, pentru a măsura starea de încălzire a corpurilor, avem nevoie de o mărime fizică numită **temperatură**. Temperatura empirică este o mărime fizică ce poate fi măsurată, asociind o valoare numerică fiecărei stări de încălzire a corpurilor.



## Reține!

**Temperatura empirică** este o mărime fizică scalară, necesară și suficientă pentru a caracteriza echilibrul termic. Corpurile aflate în echilibru termic au aceeași temperatură. **Principiul tranzitivității echilibrului termic** spune că dacă un corp A este în echilibru termic cu un corp B, iar corpul B este în echilibru termic cu corpul C, atunci corpul A este în echilibru termic cu corpul C.



## Curiozități

- La scară microscopică, temperatura este o măsură a intensității agitației termice a atomilor și a moleculelor substanțelor. Cu cât mișcarea termică este mai intensă, cu atât temperatura este mai mare. De aceea, în spațiul cosmic, unde concentrația de particule este foarte mică (aproximativ un atom pe metru cub), temperatura atinge valori de aproximativ  $-270,42^{\circ}\text{C}$ .



## Reține!

**Unitatea de măsură** pentru temperatură în Sistemul Internațional de Unități se numește **kelvin**:

$$[T]_{SI} = \text{K}$$

Kelvinul este o **unitate de măsură fundamentală**, la fel ca metrul, secunda, kilogramul, molul etc.

Există și alte unități de măsură pentru temperatură: gradul Celsius, gradul Fahrenheit, gradul Rankine etc.



## Reține!

Dispozitivul cu care se măsoară temperatura se numește **termometru**.

Așa cum deja ai învățat, orice termometru are un **corp termometric**, caracterizat de o mărime fizică ce variază cu temperatura.

Corpul termometric poate fi un lichid (de exemplu alcool, iar mărimea fizică ce variază cu temperatura este lungimea coloanei de lichid), un gaz (hidrogen, azot; volumul gazului este cel care variază cu temperatura) sau un metal în stare lichidă (mercur; lungimea coloanei de mercur variază cu temperatura).



**Reține!**

**Mărimea fizică** ce caracterizează corpul termometric **trebuie să varieze cu temperatura. Această variație este de preferat să fie liniară**; o variație liniară asigură ca, unui anume grad de încălzire, să îi corespundă o unică valoare a temperaturii.

De exemplu, dacă termometrul cu alcool este pus în contact cu corpuri ce au diverse stări termice, lungimea coloanei de alcool va avea lungimi diferite, bine determinate, pentru stări termice diferite. Când termometrul este pus în contact cu un corp cu o anumită stare termică, la echilibru termic, temperatura corpului termometric va fi egală cu temperatura corpului respectiv.

Pentru a stabili unitatea de măsură pentru temperatură (oricare ar fi gradul la care ne referim) avem nevoie de o **scară de temperatură**, adică trebuie să stabilim o corespondență între temperatura termometrului și valoarea măsurată a mărimii fizice ce caracterizează corpul termometric.



Termometru cu mercur

Figura I.4

**Reține!**

Pentru a stabili o scară de temperatură (Celsius, Fahrenheit etc.), avem nevoie de două stări de încălzire distincte, ușor de reprodus, numite repere, cărora le asociem, în mod convențional, două valori numerice pentru temperatură.

Se notează, pe o scară, valorile pe care le atribuim mărimii termometrice la cele două temperaturi. Obținem în acest fel un **interval de temperatură**. Pentru a obține unitatea de temperatură în scara respectivă, vom împărți intervalul de temperatură obținut într-un număr întreg, arbitrar, de intervale egale. Temperatura măsurată cu un termometru având o scară stabilită în modul arătat mai sus se numește **temperatură empirică**.

De exemplu, pentru **scara Celsius**, cele două repere sunt **apa pură în echilibru cu gheața și starea de fierbere a apei pure**, în ambele cazuri, presiunea atmosferică fiind cea normală.

În **scara Fahrenheit**, cele două repere sunt **punctul de îngheț** al unui amestec salin, format din apă pură, gheață și clorură de amoniu ( $0^{\circ}\text{F}$ ), și **temperatura corpului uman** ( $96^{\circ}\text{F}$ ); astfel, temperaturii de îngheț a apei pure i se atribuie valoarea de  $32^{\circ}\text{F}$ , iar temperaturii la care fierbe apa pură la presiune atmosferică normală i se atribuie valoarea de  $212^{\circ}\text{F}$ . Cele două repere sunt separate de 180 de diviziuni, numite grade Fahrenheit.

**Scara Kelvin**, inventată de **Lord William Thomson Kelvin** (1824 – 1907), în anul 1848, este o scară de temperatură care are doar temperaturi pozitive. Această scară este independentă de proprietățile oricărei substanțe (nu necesită două repere din natură). Temperaturii de zero grade Celsius îi corespunde o temperatură  $T_0 = 273,15\text{ K}$  (uneori, în aplicații, se folosește valoarea  $T_0 = 273\text{ K}$ ).

O diviziune pe scara Kelvin este egală cu o diviziune pe scara Celsius.

Deci, relația de transformare între o temperatură oarecare exprimată în grade Celsius și aceeași temperatură în scara Kelvin este:

$$t (^{\circ}\text{C}) = T - T_0$$

Fie două temperaturi oarecare,  $t_1$  și  $t_2$ , exprimate în grade Celsius. Celor două temperaturi, pe scara Kelvin, le vor corespunde temperaturile  $T_1$  și  $T_2$ . Folosind relația de transformare de mai sus, vom obține:

$$t_2 - t_1 = (T_2 - T_0) - (T_1 - T_0) \Rightarrow t_2 - t_1 = T_2 - T_0 - T_1 + T_0 \Rightarrow t_2 - t_1 = T_2 - T_1$$

$$\Delta t = \Delta T$$



### Reține!

Variația de temperatură exprimată în grade Celsius este egală cu variația de temperatură exprimată în kelvin:  $\Delta t = \Delta T$

Temperatura *corpurilor incandescente* nu poate fi măsurată cu termometrul. În acest caz, temperatura se măsoară în funcție de culoarea emisă de corpul respectiv. Dispozitivul care măsoară temperatura în funcție de valoarea energiei emise de corp sub formă de radiație termică se numește pirometru.

Temperatura °C (°F)	Culoarea (subiectivă)
580°C (1 076°F)	Roșu întunecat
730°C (1 350°F)	Roșu strălucitor
930°C (1 710°F)	Portocaliu strălucitor
1 300°C (2 370°F)	Galben foarte deschis

Deși inițial pirometrul se folosea doar pentru măsurarea temperaturii corpurilor incandescente, în zilele noastre pirometrul se folosește și pentru măsurarea unor temperaturi mai joase. Această metodă de măsurare a temperaturii nu necesită contact între pirometru și corpul a cărui temperatură se măsoară, de aceea pirometrul poate fi folosit pentru corpurile a căror temperatură vrem să o măsurăm, dar, din diferite motive, nu le putem atinge.

În cazul în care vrem să înregistrăm variații foarte fine ale temperaturii, este nevoie să folosim *senzori de temperatură*. De asemenea, în spațiul cosmic (de pildă, pe Stația Spațială Internațională), termometrele cu lichid nu funcționează, iar temperatura se măsoară tot cu *senzori de temperatură*.

La adresa: <https://astro-pi.org/> găsești un proiect foarte interesant despre măsurarea temperaturii la bordul Stației Spațiale Internaționale cu ajutorul senzorilor de temperatură. Succes!



Termometru, pirometru și senzor de temperatură

Figura I.5





### Activitate experimentală

#### Etalonarea în grade Fahrenheit a unui termometru etalonat în grade Celsius

##### • Materiale necesare:

- ▶ vas cu apă și cuburi de gheață;
- ▶ vas cu apă care începe să fiarbă;
- ▶ termometru etalonat în grade Celsius;
- ▶ marker permanent.

##### • Mod de lucru:

- ▶ Introdu rezervorul termometrului într-un amestec de apă pură în echilibru cu gheață; așteaptă realizarea echilibrului termic. Atribuie nivelului superior al coloanei de lichid valoarea 32.
- ▶ Pune apoi termometrul în contact cu apa care fierbe, așteaptă realizarea echilibrului termic și atribuie nivelului superior al coloanei de lichid valoarea 212. Notează cele două valori, cu un marker, pe termometru (evident, lungimea coloanei de lichid nu va fi mai mare decât în primul caz).
- ▶ Divide intervalul de pe scala termometrului, cuprins între cele două repere, în 180 de părți egale. Atribuie valori numerice crescătoare, de la 32 la 212, fiecărei diviziuni. Fiecare astfel de diviziune este un grad Fahrenheit, iar temperatura unui corp, măsurată cu acest termometru, va fi egală cu cifra indicată pe scala termometrului.

##### • Sarcini de lucru și concluzii:

- ▶ Temperaturii de îngheț a apei pure i se atribuie valoarea de 32°F, iar temperaturii la care fierbe apa pură la presiune atmosferică normală i se atribuie valoarea de 212°F. Știind că diviziunile (numite grade Fahrenheit) sunt egale și că ambele scări sunt liniare, stabilește *pe cale teoretică* relația dintre un grad Celsius și un grad Fahrenheit.
- ▶ Stabilește *pe cale teoretică* relația dintre temperaturile exprimate în grade Celsius și în grade Fahrenheit.
- ▶ Utilizând această relație, verifică dacă ai etalonat corect scara.
- ▶ Identifică cel puțin trei surse de erori pentru care etalonarea nu este perfectă.
- ▶ Identifică valoarea temperaturii care este aceeași pe cele două scale.
- ▶ Identifică, pe scara astfel etalonată, ce valoare ar avea temperatura corpului uman, exprimată în grade Celsius (amintește-ți că temperatura corpului uman a fost punct de reper pentru scara Fahrenheit).
- ▶ Calculează eroarea relativă cu care ai determinat temperatura de 37°C a corpului uman.



### Curiozități

• În 1592, Galileo Galilei a construit primul instrument cu care puteau fi observate variațiile de temperatură: mici baloane de sticlă ce se ridicau sau coborau în alcool odată cu modificarea temperaturii. Acest instrument, numit termoscop, nu avea scală pentru măsurarea valorii gradului de încălzire.

• Se crede că Santorio Santorio, în jurul anilor 1611 – 1613, a atașat pentru prima dată o scală unui instrument de măsurare a temperaturii.



Termoscop  
Figura I.6

- În 1701, Isaac Newton (1643 – 1727) a construit un termometru a cărui scală avea șase puncte fixe: punctul de îngheț al apei, temperatura corpului uman, punctul de topire a cerii, cel de fierbere a apei, cel de topire a unui anumit aliaj și cel de topire a plumbului.
- Primul termometru cu mercur și tub capilar închis a fost construit în 1714, de Gabriel Fahrenheit (1686 – 1736).



### Activități de învățare și de autoevaluare

1. Un termometru greșit etalonat indică în mod eronat, atunci când este introdus în apă aflată în echilibru cu gheață, temperatura de  $-6^{\circ}\text{C}$ , iar în apă aflată în echilibru cu vaporii săi,  $+109^{\circ}\text{C}$ . Experiența se desfășoară la presiune atmosferică normală. Care este temperatura reală atunci când acest termometru indică  $40^{\circ}\text{C}$ ?

2. Pe scara Rankine, stării termice în care se găsesc în echilibru apa pură și gheața la presiune atmosferică normală, i se atribuie valoarea de  $491,6^{\circ}\text{R}$ , iar stării termice în care apa pură începe să fiarbă la presiune normală, i se atribuie valoarea de  $671,6^{\circ}\text{R}$ .

- a) Care este relația între un grad Celsius și un grad Rankine?
- b) Care este relația de transformare a unei temperaturi din grade Rankine în grade Celsius?

3. Exprimă în unitatea din Sistemul Internațional următoarele temperaturi:  
 $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $17^{\circ}\text{F}$ ,  $-200^{\circ}\text{C}$ ,  $37^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{R}$ .

4. Sonda spațială Parker Solar Probe, lansată de NASA în 2018, are ca misiune principală investigarea coroanei solare. Apropiindu-se de Soare mai mult decât orice altă navă lansată de om, sonda va avea de înfruntat temperaturi extreme, de aproximativ  $2\,500^{\circ}\text{F}$ . De aceea, ea este prevăzută cu un scut de protecție termică. În scopul de a controla cât mai bine cu puțință temperatura sistemului de răcire (temperatura în interiorul sondei nu trebuie să depășească  $30^{\circ}\text{C}$ ), Parker Solar Probe este prevăzută cu senzori pentru măsurarea temperaturii.



Sonda spațială Parker Solar Probe  
**Figura 1.7**

a) Indică două motive pentru care nu se pot folosi termometre cu mercur sau cu alcool la bordul sondei.

b) Exprimă în grade Celsius temperatura maximă pe care o va avea de „înfruntat” sonda.

c) Exprimă în unitatea din Sistemul Internațional variația maximă de temperatură dintre exteriorul și interiorul sondei spațiale.

d) Calculează variația relativă de temperatură dintre exteriorul și interiorul sondei spațiale.

e) Știind distanța dintre centrul Pământului și cel al Soarelui,  $D_{PS} = 8,31$  minute-lumină, raza Pământului  $R_p = 6\,371$  km, raza Soarelui  $R_s = 696\,000$  km, distanța minimă față de centrul Soarelui la care se va apropia naveta  $R_s = 9,86$  raze solare și viteza navei (într-o bună aproximație)  $v = 690\,000$  km/h, calculează după cât timp va ajunge naveta la destinație (presupunând că traiectoria sa este rectilinie).

**Indicație:** Un an-lumină reprezintă distanța parcursă de lumină în timp de un an.