

DOINA TURCITU

DAN ONICIUC

ADRIAN CERNAȚEANU

GABRIELA OLARU

FIZICĂ

manual pentru clasa a X-a



SIGMA

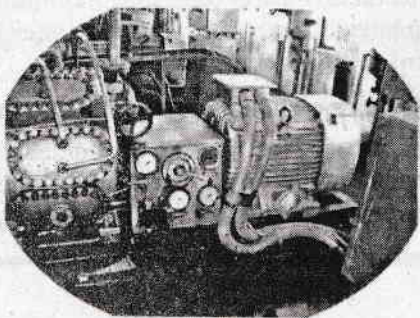
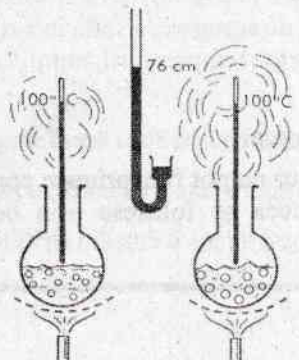
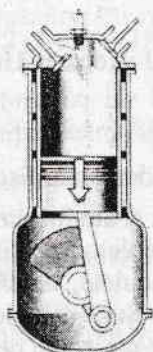
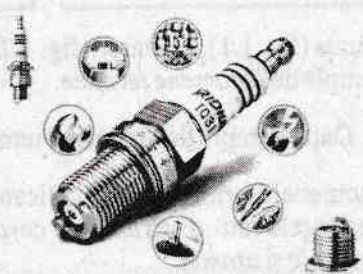
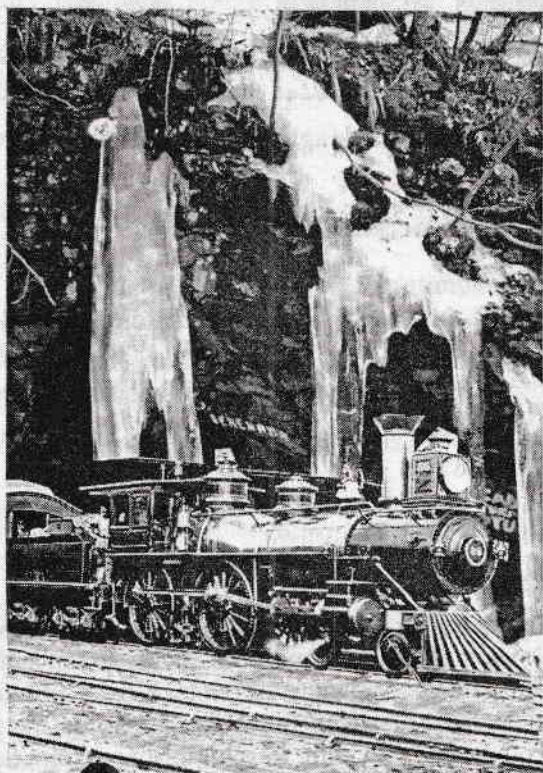
București, 2022

1. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ.....	3
Noțiuni despre structura substanței - recapitulare	4
1.1. Noțiuni termodinamice de bază.....	9
Sistem termodinamic.....	9
Procese termodinamice.....	14
Probleme propuse.....	22
1.2. Principiul I al termodinamicii.....	23
Energia internă.....	25
Căldura.....	26
Consecințe ale principiului I.....	27
Probleme propuse.....	32
1.3. Aplicarea principiului I al termodinamicii la transformările gazului ideal.....	33
Coeficienți calorici ai gazelor ideale - Extindere.....	34
Energia internă a gazului ideal - Extindere.....	35
Transformări simple ale gazului ideal - Extindere.....	35
Relația Robert - Mayer - Extindere.....	38
Probleme propuse.....	40
Test.....	41
1.4. Calorimetrie.....	42
Lucrare de laborator.....	43
Probleme propuse.....	45
1.5. Transformări de stare de agregare.....	47
Topirea și solidificarea.....	48
Vaporizarea.....	51
Probleme propuse.....	60
1.6. Motoare termice.....	62
Tipuri de motoare termice.....	64
Probleme propuse.....	71
Test.....	72
1.7. Principiul al II-lea al termodinamicii.....	73
Test recapitulativ.....	80
2. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU.....	81
2.1. Curentul electric.....	82
Intensitatea curentului electric.....	85
Test. Probleme.....	89
Tensiunea electrică.....	92
2.2. Legea lui Ohm.....	99
Probleme.....	107

2.3. Legile lui Kirchhoff.....	109
Probleme.....	112
2.4. Gruparea rezistoarelor și generatoarelor electrice.....	113
Algoritmi de rezolvare a rețelelor electrice - Extindere.....	119
Probleme.....	121
2.5. Energia și puterea electrică.....	124
Randamentul electric.....	126
Probleme - Extindere.....	128
2.6. Efectele curentului electric.....	130
Efectul termic. Legea lui Joule.....	130
Lucrare de laborator.....	131
Aplicații ale efectului Joule.....	133
Efectul magnetic al curentului electric.....	134
Aplicațiile efectului magnetic.....	137
Probleme.....	140
Test recapitulativ.....	142
3. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI ALTERNATIV.....	145
Inducția electromagnetică - recapitulare.....	148
3.1. Curentul alternativ.....	148
Probleme.....	155
3.2. Elemente de circuit.....	156
Rezistor în curent alternativ.....	157
Bobină ideală în curent alternativ.....	158
Condensator ideal în curent alternativ.....	159
Circuite serie RLC.....	161
Alte circuite serie.....	163
Rezonanța tensiunilor în circuitul serie RLC.....	165
Circuite paralel RLC.....	166
Rezonanța circuitului paralel RLC.....	168
Probleme.....	169
Test.....	170
3.3. Energia și puterea în curent alternativ.....	172
Probleme.....	176
Test recapitulativ.....	178
3.4. Transformatorul.....	180
Probleme.....	186
3.5. Motoare electrice.....	187
3.6. Aparate electrocasnice.....	192
Probleme.....	199
Test de recapitulare finală.....	202
Răspunsuri.....	204

1

ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ



Analizați imaginile de mai jos și formulați ipoteze referitoare la explicarea fenomenelor observate.

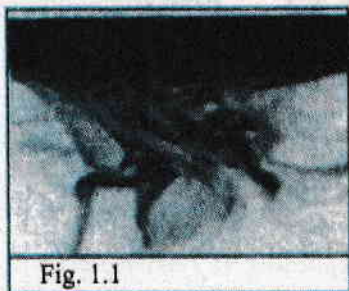


Fig. 1.1

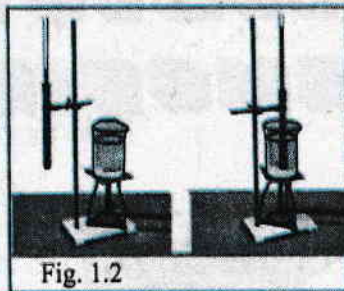


Fig. 1.2

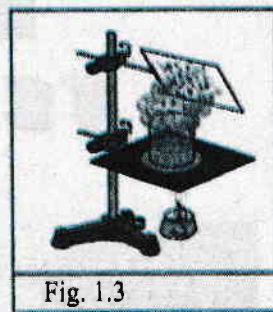


Fig. 1.3

Difuzia (fig. 1.1), dilatarea (fig. 1.2), schimbarea stării de agregare (fig. 1.3) sunt câteva exemple de *fenomene termice*.

Dați exemple de fenomene termice studiate în clasele anterioare.

Fenomenele termice pot fi explicate dacă se admite că:

Substanțele au o *structură corpusculară* (discretă) fiind formate din particule (*molecule și atomi*).

Molecula este particula cea mai mică dintr-o substanță care poate exista în stare liberă și care păstrează proprietățile chimice ale substanței din care provine.

În figura 1.1 se observă împrăștierea cernelii în apă.

Fenomenul de pătrundere a moleculelor unei substanțe printre moleculele altei substanțe fără intervenția unei forțe exterioare îl numim difuzie.

Difuzia evidențiază mișcarea moleculelor.

Moleculele și atomii sunt foarte mici: diametrul atomilor este aproximativ de 10^{-10} m, iar al moleculelor cam de 10^{-9} m. Există și molecule mai mari (de 10^{-8} m), cum sunt macromoleculele, adică moleculele substanțelor organice de sinteză (ex.: fibrele artificiale). Sunt atât de mici moleculele încât ar trebui puse una lângă alta circa 1 milion de molecule pentru a acoperi o lungime de 1 mm. În schimb sunt extrem de numeroase: într-un cm^3 de aer obișnuit se găsesc $2,7 \cdot 10^{19}$ molecule, adică 27 miliarde de miliarde de molecule.

Moleculele oricărei substanțe, indiferent de starea ei de agregare, se află într-o mișcare permanentă, dezordonată, care se intensifică la creșterea temperaturii, numită mișcare termică (sau agitație termică).

Mișcarea moleculelor se supune legilor mecanicii clasice.

Fiind atât de mici, masele moleculelor și ale atomilor nu pot fi exprimate convenabil folosind unitățile de masă convenționale. De aceea se folosesc prin convenție internațională alte mărimi.

Mărimi caracteristice structurii discrete a substanței

◆ **Masa moleculară relativă (m_r)** este numărul care arată de câte ori masa unei molecule (m_0) este mai mare decât a 12-a parte din masa izotopului de carbon $^{12}_6\text{C}$ (m_C).

$$m_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_C} = 12 \frac{m_0}{m_C} \quad (1.1)$$

Masa moleculară relativă este o mărime adimensională.

Masele moleculare fiind foarte mici s-a convenit definirea unei unități de măsură comparabilă cu masele moleculelor, numită *unitate atomică de masă* (u).

A 12-a parte din masa atomică a izotopului de carbon $^{12}_6\text{C}$ (m_C) reprezintă o unitate atomică de masă.

$$1 u = \frac{1}{12} m_C \quad (1.2)$$

Valoarea aproximativă a unității atomice de masă este: $1 u \cong 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Demonstrați că:

$$m_0 = u \cdot m_r \quad (1.3)$$

Observație:

► Masa moleculară relativă a unei substanțe compuse se află însumând masele relative ale atomilor ce compun molecula respectivă.

Exemplu: masa moleculară relativă a apei (H_2O) este: $m_{r\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 + 16 = 18$

◆ **Cantitatea de substanță (ν)** este mărime fizică fundamentală în S.I. fiind o măsură a numărului de particule aflate într-un sistem fizic.

Unitatea de măsură pentru cantitatea de substanță în S.I. este: $[\nu]_{\text{S.I.}} = \text{mol}$

Molul este cantitatea de substanță a unui sistem care conține atâtea entități elementare câți atomi există în 0,012 kg de carbon 12.

Când se utilizează molul *entitățile elementare* trebuie specificate. Ele pot fi: atomi, ioni, molecule, electroni, alte particule sau grupări specifice de asemenea particule.

◆ **Masa molară (μ)** reprezintă masa unui mol.

$$\mu = \frac{m}{\nu} \quad (1.4)$$

unde m este masa cantității de substanță ν .

Unitatea de măsură a masei molare în S.I. este: $[\mu]_{\text{S.I.}} = \text{kg/mol}$

Alte unități de măsură folosite frecvent sunt: kg/kmol și g/mol

Observație:

➤ Masa unui mol de substanță exprimată în grame este numeric egală cu masa moleculară relativă a substanței respective.

Exemplu: $\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ kg/kmol}$ sau $\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$

În general: $\mu = m_r \text{ kg/kmol}$ sau $\mu = m_r \text{ g/mol}$ (1.4')

! Care este diferența între cantitatea de substanță a unui sistem fizic și masa sistemului (m)?

♦ **Numărul lui Avogadro (N_A) reprezintă numărul de molecule (atomi) dintr-un mol de substanță.**

$$N_A = \frac{N}{\nu} \quad (1.5)$$

unde N este numărul de molecule din cantitatea de substanță ν .

Deși este numit *numărul lui Avogadro*, acesta nu este o mărime adimensională:

$$[N_A]_{\text{S.I.}} = \frac{1}{\text{mol}} = \text{mol}^{-1}$$

sau $[N_A] = \frac{\text{molecule}}{\text{kmol}}$ sau $[N_A] = \frac{\text{atomi}}{\text{mol}}$

<p>Chimistul italian Amedeo Avogadro a elaborat metoda de determinare a maseilor moleculare, și respectiv atomice ale substanțelor. În 1811 a introdus noțiunea de moleculă.</p>	
---	---

Numărul lui Avogadro are valoarea: $N_A = 6,02214199 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cong 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Acestă valoare poate fi determinată.

! Utilizând relațiile (1.5), (1.3), (1.2) și (1.4) calculați valoarea numărului lui Avogadro:

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad (1.6)$$

♦ **Volumul molar (V_μ) reprezintă volumul unui mol.**

$$V_\mu = \frac{V}{\nu} \quad (1.7)$$

unde V este volumul cantității de substanță ν .

Unitatea de măsură a volumului molar în S.I. este: $[V_\mu]_{\text{S.I.}} = \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$

! Deduceți că între volumul molar și densitatea (ρ) a unei substanțe există relația:

$$\rho = \frac{\mu}{V_\mu} \quad (1.8)$$

Observații:

➤ Volumul molar al lichidelor și solidelor depinde de natura substanței și foarte puțin de presiune și temperatură.

➤ Volumul molar al gazelor depinde foarte puțin de natura substanței (în condiții normale de presiune și temperatură este neglijabilă dependența de natura substanței) și depinde de presiune și temperatură.

În condiții normale de presiune și temperatură ($1,01325 \cdot 10^5$ Pa și 273,15 K) volumul molar al gazelor este: $V_{\mu_0} = 22,413996 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$ sau aproximativ:

$$V_{\mu_0} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} \quad (1.9)$$

sau: $V_{\mu_0} = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$

◆ Numărul volumic (n) reprezintă numărul de molecule (atomi) dintr-un m^3 de substanță.

$$n = \frac{N}{V} \quad (1.10)$$

sau: $n = \frac{N_A}{V_{\mu}}$

Unitatea de măsură a numărului volumic în S.I.: $[n]_{\text{S.I.}} = \text{m}^{-3}$

Observație:

➤ Numărul lui Avogadro nu trebuie confundat cu numărul (constanta) lui Loschmidt (n_0) care reprezintă numărul de molecule dintr-un m^3 de gaz, în condiții normale de presiune și temperatură. $n_0 = 2,6867775 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3} \cong 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

Problemă rezolvată

Un amestec conține n componente având masele molare μ_i ($i = \overline{1, n}$). Să se determine masa molară medie μ a amestecului dacă:

a) componentele au concentrațiile masice $a_i = \frac{m_i}{m}$ (m_i - masa componentei i , m = masa amestecului).

b) componentele au concentrațiile molare $b_i = \frac{v_i}{v}$ (v_i - cantitatea de substanță a componentei i ; v - cantitatea de substanță a amestecului).

c) componentele au concentrațiile volumice $c_i = \frac{V_i}{V}$ (V_i - volumul componentei i ; V - volumul amestecului) și densitățile ρ_i ($i = \overline{1, n}$).

Dar dacă în cazul c) componentele ar fi gaze?

Rezolvare:

a) Cantitatea de substanță din amestec reprezintă suma cantităților de substanță ale componentelor: $v = \sum_{i=1}^n v_i$; dar: $v_i = \frac{m_i}{\mu_i}$ pentru componenta i din amestec iar pentru

amestec: $v = \frac{m}{\mu}$

Deci: $\frac{m}{\mu} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\mu_i} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m} \cdot \frac{m}{\mu_i} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \frac{m}{\mu_i} = m \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{\mu_i}$; rezultă: $\frac{1}{\mu} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{\mu_i}$

b) Masa amestecului reprezintă suma maselor componentelor: $m = \sum_{i=1}^n m_i$

Dar $m_i = v_i \cdot \mu_i$ pentru componenta i din amestec și $m = v \cdot \mu$ pentru amestec.

$$v \cdot \mu = \sum_{i=1}^n v_i \cdot \mu_i \Rightarrow \mu = \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{v} \cdot \mu_i = \sum_{i=1}^n b_i \cdot \mu_i$$

c) Folosind relațiile de conservare a masei și respectiv a cantității de substanță:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot V_i = V \sum_{i=1}^n \rho_i \frac{V_i}{V} = V \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot c_i;$$

$$v = \sum_{i=1}^n v_i = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V \mu_i} = \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i V_i}{\mu_i} = V \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i}{\mu_i} \cdot \frac{V_i}{V} = V \sum_{i=1}^n c_i \cdot \frac{\rho_i}{\mu_i}; \quad \mu = \frac{m}{v} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i c_i}{\sum_{i=1}^n \frac{\rho_i c_i}{\mu_i}}$$

Pentru orice gaz, volumul molar în aceleași condiții de presiune și temperatură este același, și atunci:

$$v = \sum_{i=1}^n v_i = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V \mu_i} = \frac{V}{V \mu}; \quad \text{Deci: } \mu = \frac{m}{v} = V \mu \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot c_i = \sum_{i=1}^n c_i \cdot \mu_i$$

În cazul gazelor dintr-un amestec concentrațiile molare sunt aceleași cu concentrațiile volumice (legea lui Avogadro).

PROBLEME

1

Masa molară medie a unui amestec de azot și oxigen este $\mu = 30 \text{ kg/kmol}$. Știind că în amestec sunt $m_1 = 7 \text{ g}$ azot aflați masa de oxigen din amestec. Se cunosc:

$$\mu_{N_2} = 28 \text{ kg/kmol}; \quad \mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}.$$

2

Evaluează: a) masa molară medie a aerului știind masele molare și concentrațiile molare ale N_2 ($\mu_{N_2} = 28 \text{ kg/kmol}$; $b_{N_2} = 78 \%$); O_2 ($\mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$; $b_{O_2} = 21 \%$) și Ar ($\mu_{Ar} = 40 \text{ kg/kmol}$; $b_{Ar} = 1 \%$); b) densitatea aerului în condiții normale de temperatură și presiune.

3

Calculați numărul de kilomoli conținuți:

a) într-un kilogram de apă;

b) într-un corp care are $n = 6,625 \cdot 10^{24}$ molecule;

c) într-un volum $V = 1 \text{ m}^3$ de apă.

Se cunosc:

$$(\mu_{H_2O} = 18 \text{ kg/kmol}) \quad (\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3).$$

4

Care ar fi lungimea unui „lanț” din aur ($\rho_{Au} = 19\,300 \text{ kg/m}^3$; $\mu_{Au} = 197 \text{ kg/kmol}$) cu masa $m = 2 \text{ g}$ dacă grosimea sa ar fi de o moleculă (se presupune că moleculele au formă sferică și sunt în contact).

Precizare: volumul total se împarte în cubulețe corespunzătoare moleculelor, care reprezintă sfere înscrise în cubulețe.

5

17 picături dintr-o soluție de trioleină benzină de concentrație 0,1 % ocupă 1 cm^3 . Lăsând să cadă o picătură din această soluție pe suprafața apei dintr-un vas, presărată cu lycopodium, se formează un cerc cu diametrul de 31 cm.

Aflați: a) grosimea stratului de aer;

b) volumul unei molecule de ulei presupusă de forma cubică;

c) numărul lui Avogadro.

Se cunosc: densitatea trioleinei:

$$\rho = 0,90 \text{ g/cm}^3 \text{ și masa ei molară:}$$

$$\mu = 282 \text{ kg/kmol}.$$

Orice fenomen fizic datorat mișcării complet dezordonate a moleculelor (agitație termică) este un *fenomen termic*.

Fenomenele termice sunt studiate cu ajutorul *teoriei cinetico-moleculare* sau al *termodinamicii*.

Termodinamica studiază, pe cale experimentală, fenomenele termice la care participă *sistemele macroscopice* (corpuri formate dintr-un număr foarte mare, dar finit, de molecule sau atomi).

Observații:

➤ Termodinamica utilizează numai mărimi care pot fi măsurate experimental (direct): masă, volum, presiune, temperatură etc. sau care pot fi calculate cu ajutorul altor mărimi determinate pe cale experimentală. În acest mod concluziile termodinamicii sunt independente de reprezentările pe care le avem cu privire la structura discretă a substanței.

➤ În termodinamică se ia în considerație și interacțiunea dintre sistemul macroscopic analizat și corpurile înconjurătoare (*mediu exterior*).

1.1 NOȚIUNI TERMODINAMICE DE BAZĂ

În studiul oricărui capitol al fizicii utilizăm noțiunea de *sistem*. În termodinamică folosim termenul de *sistem termodinamic*.

1.1.1 SISTEM TERMODINAMIC

Sistemul termodinamic este un sistem fizic finit, format dintr-un număr foarte mare de particule, care poate interacționa cu mediul exterior schimbând substanță și energie.

Exemple de sisteme termodinamice:

apa dintr-un vas (fig. 1.4); o locomotivă (fig. 1.5); un organism viu (fig. 1.6); gazul din cilindrul unui motor de autovehicul; o bară metalică; un amestec de apă cu gheață; sistemul solar etc.



Fig. 1.4



Fig. 1.5



Fig. 1.6

Observații:

➤ Nu orice sistem fizic este un sistem termodinamic: un sistem infinit, cum este Universul sau un sistem format dintr-un număr foarte mic de particule, cum este atomul, nu pot fi considerate sisteme termodinamice.

► Un sistem studiat frecvent în termodinamică este gazul aflat într-un cilindru cu piston (fig 1.7)

O bună reprezentare a unui cilindru cu piston este pompa de bicicletă.

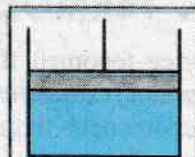


Fig. 1.7

Clasificarea sistemelor termodinamice

Sistemele termodinamice pot fi:

omogene (au aceeași compoziție chimică și aceleași proprietăți fizice în toate punctele)

Exemplu: gazul dintr-un cilindru

neomogene (conțin mai multe substanțe numite componente și/sau sunt alcătuite din mai multe părți parțial distincte)

Exemplu: un amestec de apă și ulei

izolate (nu interacționează cu mediul exterior, adică nu schimbă energie și nici substanță)

Exemplu: lichidul dintr-un termos

neizolate (interacționează cu mediul exterior)

Exemplu: o ceașcă cu cafea

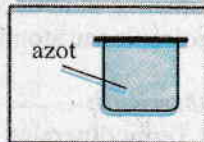
închise (schimbă cu exteriorul energie dar nu schimbă substanță)

Exemplu: ceaiul din ceainicul cu capac

deschise (schimbă cu exteriorul energie și substanță)

Exemplu: corpul omenesc

Dați exemple de sisteme termodinamice, întâlnite în practică, pentru fiecare din clasificările menționate.



1.1.2 STAREA SISTEMULUI TERMODINAMIC PARAMETRI DE STARE

Un sistem termodinamic este caracterizat, la un moment dat, de anumite proprietăți.

Totalitatea proprietăților sistemului termodinamic, la un moment dat, o numim **starea sistemului termodinamic**.

Din punct de vedere fizic starea unui sistem este descrisă de mărimi fizice.

Mărimile fizice ce caracterizează sistemul termodinamic considerat se numesc parametri de stare.

Căutați într-un dicționar etimologia cuvântului *parametru*.

Clasificarea parametrilor de stare

Există numeroase criterii de clasificare a parametrilor de stare.

♦ În funcție de *modul de descriere a sistemului termodinamic* (într-un punct sau în ansamblu), parametri de stare pot fi:

Parametrii intensivi caracterizează starea sistemului termodinamic într-un punct al acestuia. Ei pot avea valori diferite în puncte diferite ale sistemului și nu depind de numărul de particule ale sistemului.

Exemple: presiunea, temperatura, densitatea.

Parametrii extensivi caracterizează întregul sistem termodinamic. Ei sunt proporționali cu numărul de particule din sistem.

Exemple: masa, volumul, cantitatea de substanță

Observație:

➤ Parametrii extensivi sunt *aditivi*.

Exemplu: masa unui sistem termodinamic format din mai multe sisteme termodinamice este egală cu suma maselor sistemelor componente.

♦ În funcție de *structura sistemului termodinamic* există un anumit număr de parametri de stare, a căror cunoaștere permite calcularea altor parametri:

Parametrii independenți (grade de libertate ale sistemului termodinamic) sunt parametri care pot lua valori arbitrare și care sunt necesari și suficienți pentru descrierea stării sistemului termodinamic.

Exemple: masa, volumul, temperatura.

Parametrii dependenți pot fi exprimați în funcție de parametri independenți.

Exemplu: densitatea: $\rho = m/V$.

Observații:

➤ Nu există relație care să conțină doar parametri independenți; orice relație cuprinde cel puțin un parametru dependent.

➤ Printre parametri aleși pentru descrierea stării sistemului trebuie să fie cel puțin un parametru extensiv (în caz contrar nu ar exista informații referitoare la "cât de mare" este sistemul termodinamic).

Stările sistemului termodinamic pot fi:

- *staționare* – parametri de stare nu variază în timp;
- *nestaționare* – parametri de stare variază în timp.

Dacă se izolează aerul dintr-o încăpere, în care nu există sursă de încălzire, se constată că starea acestuia *evoluează* până când se uniformizează caracteristicile lui (de exemplu: temperatura aerului devine aceeași în toate punctele încăperii), după care sistemul *nu mai evoluează*. Spunem că sistemul a atins *starea de echilibru termodinamic*.

Starea de echilibru termodinamic este starea în care toți parametrii ce caracterizează sistemul rămân constanți în timp.

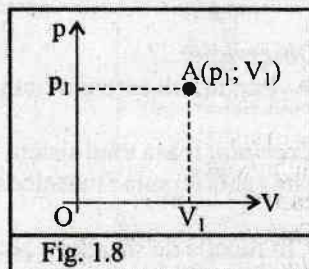
Generalizând rezultatele a numeroase observații experimentale s-a enunțat **principiul echilibrului termodinamic**:

Un sistem termodinamic izolat evoluează spontan spre o stare de echilibru termodinamic pe care nu o mai părăsește de la sine.

Starea unui sistem termodinamic poate fi reprezentată *printr-un punct* într-o diagramă bidimensională ale cărei axe de coordonate constituie doi dintre parametri de stare ai sistemului.

De exemplu, în figura 1.8, punctul A corespunde stării de echilibru termodinamic caracterizată de parametrii p_1, V_1 .

O stare de echilibru poate fi reprezentată grafic într-o diagramă VT? Exemplificați și justificați.

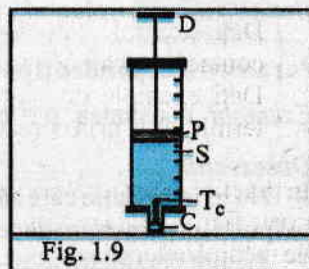


Ce condiții ar trebui să îndeplinească un sistem pentru a-și păstra starea de echilibru termodinamic? Dar pentru a ieși din această stare? Exemplificați.

1.1.4 INTERACȚIUNEA SISTEMELOR TERMODINAMICE CONTACT MECANIC. CONTACT TERMIC

Într-o seringă S cu volum mare (aprox. 60 cm^3) se introduce prin conul C un termocuplu T_c (dispozitiv alcătuit din două conductoare de natură diferită sudate la capete, utilizat pentru măsurarea temperaturii).

După introducerea termocuplului orificiul conului se astupă. Se închide în interiorul seringii o cantitate de aer prin introducerea pistonului P (fig. 1.9). Aerul din seringă este un sistem termodinamic. Se apasă brusc pe discul D al seringii și apoi se lasă liber pistonul termocuplului.



Care din propozițiile următoare sunt corecte? Reformulați corect propozițiile false.

- Apăsând brusc pe discul seringii aerul se destinde și temperatura lui crește.
- Lăsând liber pistonul, aerul din seringă se comprimă și termocuplul indică o scădere a temperaturii aerului.
- În urma interacțiunii mecanice a pistonului cu aerul din seringă starea de încălzire a acestuia se modifică.

Două sisteme termodinamice constau din două vase care conțin apă la temperaturi diferite $T_1 > T_2$ (fig. 1.10 a)

Lucrați în grup

Verificați printr-un experiment sugerat în figura 1.10 b că în urma interacțiunii termice dintre cele două sisteme termodinamice (fig. 1.10 a) starea de încălzire a apei din cele două vase se modifică.

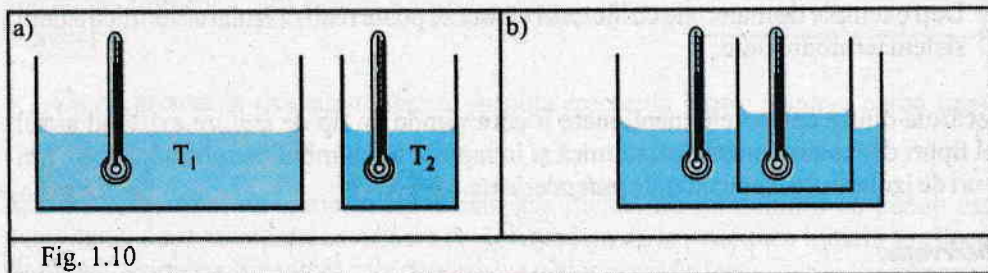


Fig. 1.10

Propuneți altă modalitate prin care să schimbați starea de încălzire a apei din cele două vase.

• Un sistem care nu schimbă substanță cu exteriorul este un **sistem închis**.

• Un sistem care nu schimbă energie cu exteriorul este un **sistem izolat**.

Schimbul de energie cu exteriorul se poate realiza prin **contact mecanic** respectiv prin **contact termic**

Starea unui sistem termodinamic aflat în echilibru termodinamic poate fi modificată, dacă se realizează între sistem și mediul exterior unul sau mai multe contacte (interacțiuni). Astfel de contacte pot fi:

- ◆ contact mecanic;
- ◆ contact termic;
- ◆ schimb de substanță.

Dați exemple, din viața curentă, de sisteme termodinamice între care există contacte mecanice sau contacte termice.

Dați exemple de sisteme termodinamice care interacționează atât prin contact termic cât și prin contact mecanic.

În practică, *contactele* se pot realiza astfel încât să fie *independente*: un sistem mecanic poate fi în *contact mecanic* cu mediul exterior dar, în același timp, poate fi *izolat termic* de mediul exterior.

În care din sistemele termodinamice a) sau b) din figura 1.11 starea de încălzire a apei se modifică mai repede?

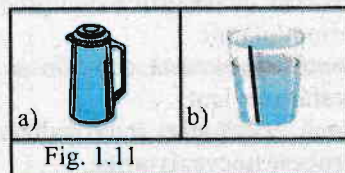


Fig. 1.11