

DOINA TURCITU

DAN ONICIUC

ADRIAN CERNĂUȚEANU

GABRIELA OLARU

FIZICĂ

manual pentru clasa a X-a

EDITURA **RADICAL**

CRAIOVA

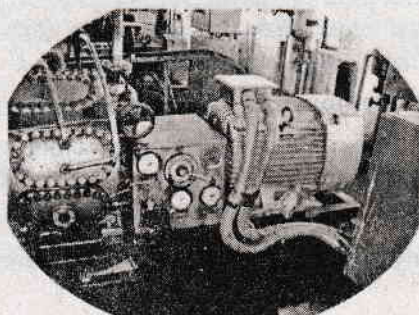
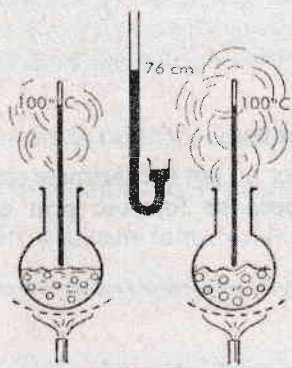
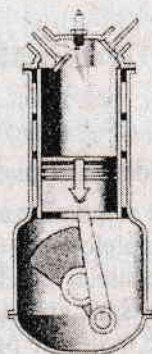
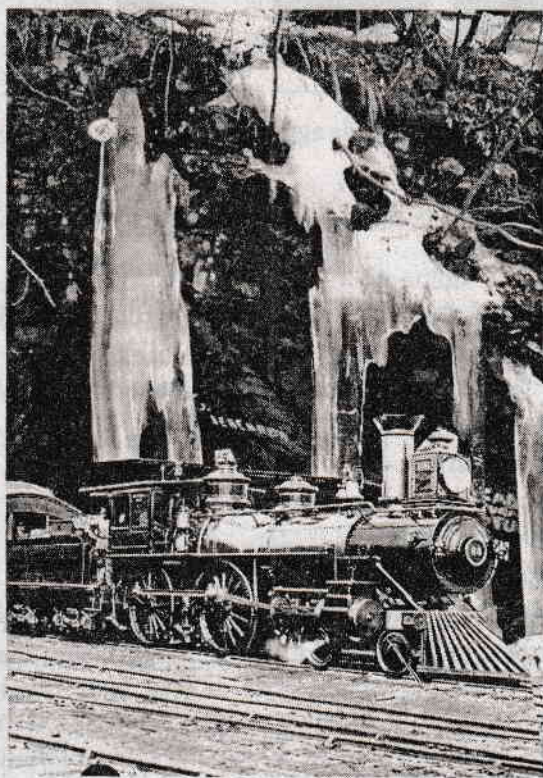
2014

CUPRINS

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
Coefficienți 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

ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ



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

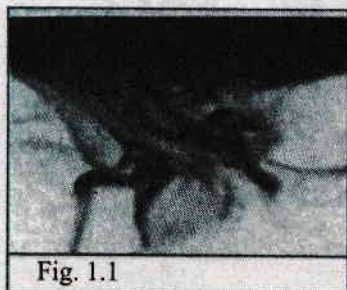


Fig. 1.1

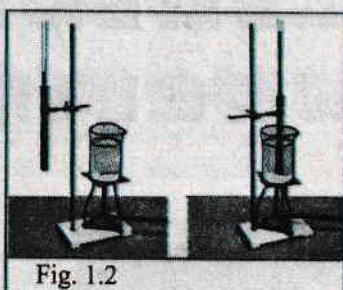


Fig. 1.2

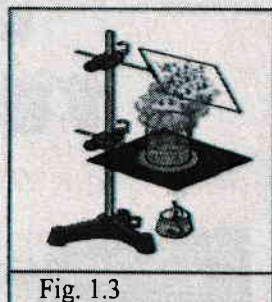


Fig. 1.3

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.

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

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

■ 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 molară 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:

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

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

Chimistul italian Amedeo Avogadro a elaborat metoda de determinare a masei moleculare, și respectiv atomice ale substanțelor. În 1811 a introdus noțiunea de moleculă.



Numărul lui Avogadro are valoarea: $N_A = 6,02214199 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cong 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Această 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:

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

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

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

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

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:

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

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