

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ULIU, FLOREA

Fizică moleculară, probleme captivante (cu soluții complete) /

Florea S. Uliu, Florin Măceșanu - Ed. a 6-a. - Deva : Editura Emia, 2019

Conține bibliografie

Index

ISBN 978-973-753-452-1

I. Măceșanu, Florin

53

Referenți Științifici:

Prof. univ. dr. Spiridon Dumitru, Universitatea "Transilvania" din Brașov

Prof. univ. dr. Nicolae Avram, Universitatea de Vest din Timișoara

Corectura: Florea Uliu, Teodora Elena Radu

Tehnoredactare computerizată: Florea Uliu, Florin Măceșanu

Coperta: ing. Titu Radu

© 2019 Editura EMIA

© 2019 Florea Uliu, Florin Măceșanu

EDITURA EMIA

Str. Mareșal Averescu, bl. 20, cod 330011

Deva, Hunedoara, România

telefon: +40 254 230 246

email: office@emia.ro

www.emia.ro

FLOREA ULIU - FLORIN MĂCEȘANU

**FIZICĂ MOLECULARĂ
PROBLEME... CAPTIVANTE**
(cu soluții complete)
Ediția a 6-a

**Editura EMIA
2019**

CUPRINS

Prefață	5
Cap.I: Legile gazelor. Enunțuri	7
Cap.II: Termometrie.Calorimetrie Stări de agregare. Enunțuri	27
Cap.III: Principiile termodinamicii fenomenologice. Enunțuri	47
Cap.IV: Probleme diverse, mai dificile. Enunțuri	69
Cap.V: Probleme practice și experimentale. Enunțuri	89
Cap.VI: Soluții și comentarii I. Legile gazelor	99
II.Termometrie.Calorimetrie Stări de agregare	129
III.Principiile termodinamicii fenomenologice	163
IV. Probleme diverse, mai dificile	201
V. Probleme practice și experimentale	245
Bibliografie	265
Cuprins	270

PREFAȚĂ

Culegerea de probleme de fizică, pe care tocmai ați luat-o în mână și ați deschis-o, conține un număr de 354 probleme de **Fizică moleculară**, de nivel liceal, grupate în șase capitole, după cum urmează:

- 1). *Legile gazelor-86 probleme;*
- 2). *Termometrie.Calorimetrie.Stări de agregare-82 probleme;*
- 3).*Principiile termodinamicii fenomenologice- 91 probleme;*
- 4). *Probleme diverse, mai dificile- 63 probleme;*
- 5). *Probleme practice și experimentale-32 probleme;*
- 6). *Soluții și comentarii-pentru toate problemele.*

Lucrarea a fost concepută ca un manual auxiliar pentru elevii de liceu care apreciază că, prin obiectul său și prin metodele pe care le fundamentează, Fizica este o disciplină școlară importantă . căreia trebuie să îi acorde o atenție specială deoarece ca le va fi necesară în timpul studiilor universitare ulterioare și utilă pentru viitoarea lor carieră profesională. În același timp, lucrarea poate fi considerată și ca un ghid metodic al profesorilor de fizică ce desfășoară activități de predare-învățare la nivel liceal - mai ales (dar nu numai) al acelora aflați în primii ani de activitate didactică și care urmează să susțină examene de titularizare, de definitivare sau de obținerea gradului didactic II.

Participarea noastră, pe parcursul mai multor ani, la alcătuirea subiectelor pentru fazele județene și/sau naționale ale olimpiadelor (sau altor concursuri) de fizică, ne-a arătat că deși, în ultima vreme, au apărut numeroase culegeri de probleme (mai ales pe plan local), există încă destul spațiu profesional pentru publicarea unor astfel de lucrări și în continuare, cu condiția ca ele să aibă un nivel științific ridicat și să aducă suficiente elemente de noutate, să fie în pas cu nivelul cunoașterii de la începutul acestui nou mileniu. În desăvârșirea lucrării de față ne-am străduit să ne apropiem cât mai mult de atingerea acestor deziderate.

Cartea conține multe probleme inedite, cu un grad de dificultate mai ridicat decât cel mediu, unele originale, inspirate de realitatea în care trăim, altele traduse din lucrările de specialitate menționate în lista bibliografică finală, completate, prelucrate și adaptate programei liceale de la noi.

Experiența didactică acumulată de-a lungul anilor ne-a arătat că, dacă majoritatea elevilor (participanți la competiții de tipul celor menționate, la examenele de bacalaureat sau la concursurile de admitere în învățământul superior-care vor trebui reinventate !), stăpânesc mulțumitor calculul matematic, nu sunt tot atât de mulți cei ce dovedesc

abilități notabile și în rezolvarea - până la capăt - a problemelor de fizică. Motivul principal este acela că, în mod obiectiv, rezolvarea problemelor de fizică comportă un număr mai mare de etape de gândire decât rezolvarea unor probleme de matematică. Cel mai adesea, rezolvătorul este pus în situația de a izola, printr-un raționament compus din mai multe secvențe, o problemă idealizată (de matematică), dintr-o problemă reală (de fizică), al cărei conținut trebuie a fi, mai întâi, bine înțeles și, apoi, corect corelat cu principiile și legile ce urmează a fi utilizate pentru găsirea soluției. Apoi, dacă matematica se pretează excelent la aprofundare prin rezolvarea de multe „probleme-exerciții”, cu ajutorul unor reguli sau algoritmi, în fizică rezolvarea unor astfel de probleme este aproape absentă. În sfârșit, mai observăm că, cel mai adesea, în timpul orelor de fizică, profesorii acordă o mai mică atenție rezolvării de probleme, preferând să insiste suplimentar, pentru fixare, asupra unor aspecte teoretice mai dificile.

Tocmai de aceea, pentru a oferi celor interesați posibilitatea de a-și perfecționa cunoștințele de **Fizică moleculară** prin studiu individual, toate problemele din culegerea pe care o propunem au rezolvări detaliate, cu comentarea pertinentă a soluțiilor obținute. Sugerăm însă cititorilor să nu apeleze la rezolvările oferite de noi decât în ultimă instanță, după ce eforturile proprii de a găsi soluțiile problemelor s-au dovedit a fi infructuoase.

Dorim să mulțumim colegilor din comisiile concursurilor naționale sau interjudețene de Fizică și Științe (Olimpiade, Concursurile „Top-Fiz”, „Eureka”, „Vranceanu-Procopiu”, „Liviu Tătar”, „Mircea Călușariu”) cu care, nu de puține ori, am purtat discuții aprinse, dar constructive - uneori până noaptea, târziu - referitoare la căile simple și la metodica cea mai adecvată de rezolvare a unor probleme similare cu cele existente acum în această carte.

Rămânem îndatorați tuturor cititorilor care ne vor semnala posibile scăpări (*errare humanum est*) și/sau care, prin observațiile și sugestiile pe care le vor face, vor contribui la îmbunătățirea lucrării.

Adresăm mulțumirile noastre distinsei doamne Paulina Popa, director general al Editurii EMIA, pentru interesul manifestat față de lucrarea pe care i-am propus-o, precum și colaboratorilor Domniei sale pentru finalizarea proiectului nostru comun.

Craiova,
12 noiembrie 2010

Autorii

CAPITOLUL I LEGILE GAZELOR Enunțuri

1.1. Utilizând formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare a gazelor ideale, $p = nkT$, estimați temperatura și presiunea din interiorul Soarelui. Se va admite că steaua noastră este o sferă gazoasă cu raza $R = 7,10^8 \text{ m}$ și cu masa $M = 2,10^{30} \text{ kg}$, conținând doar hidrogen atomic.

1.2. În urma exploziei unei bombe (atomice) cu plutoniu (^{242}Pu), substanța „activă” având masa $M = 1 \text{ kg}$, rezultă câte o particulă radioactivă la fiecare nucleu de plutoniu. Presupunând că vântul împrășteie în mod uniform aceste particule în toată atmosfera terestră, estimați numărul de particule radioactive din fiecare decimetru cub de aer de la suprafața Pământului. Raza sferei terestre este $R = 6400 \text{ km}$. În estimări se va considera $\mu_{\text{aer}} = 29 \text{ kg / kmol}$ și $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$.

1.3. Să admitem că am înconjura Ecuatorul terestru cu un lanț ale cărui zale sunt molecule de apă. Cunoscând raza Pământului $R = 6400 \text{ km}$, numărul lui Avogadro ($N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ molecule / mol}$), densitatea apei ($\rho = 1 \text{ g / cm}^3$), precum și masa kilomolară a apei ($\mu = 18 \text{ g / mol}$) să se estimeze volumul necesar de apă.

1.4. O plăcuță metalică este așezată orizontal pe fundul unui vas în care există oxigen molecular ($\mu = 32 \text{ g / mol}$) la temperatura $T = 300 \text{ K}$ și presiunea $p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Presupunând că toate moleculele de oxigen ce se ciocnesc cu plăcuța se lipesc pe ea, să se estimeze timpul necesar depunerii unui strat monomolecular, știind că diametrul unei molecule de oxigen este $d \approx 3,10^{-8} \text{ cm}$.

1.5. Într-o incintă de volum constant, conținând un număr însemnat de molecule de gaz, se pompează molecule de același tip din exterior, până când numărul celor din incintă se dublează. În acest fel presiunea gazului a crescut de $n = 3$ ori. Ce s-a întâmplat cu viteza termică a moleculelor?

1.6. Determinați numărul de atomi dintr-o moleculă de gaz știind că atunci când gradele de libertate de vibrație „îngheață”, indicele adiabatic γ crește de $\eta = 1,2$ ori.

1.7. Pe suprafața unei planete a cărei atmosferă are masa molară medie $\mu = 43 \text{ g/mol}$ și este formată doar dintr-un amestec de argon ($\mu_1 = 40 \text{ g/mol}$) și dioxid de carbon gazos ($\mu_2 = 44 \text{ g/mol}$), a coborât un aparat cosmic în care există o cavitate cu vid. Din cauza șocului produs la impactul cu planeta, în peretele exterior al cavității a apărut o microfisură ale cărei dimensiuni liniare sunt inferioare drumului liber al moleculelor de gaz. Astfel, prin fisură încep să pătrundă în cavitate molecule de gaz din atmosfera planetei. Determinați raportul α al concentrațiilor celor două gaze (Ar/CO_2) din cavitate, la puțin timp după apariția fisurii. Pentru simplitatea calculelor considerați că moleculele gazelor au toate aceeași energie cinetică.

1.8. Estimați viteza termică a moleculelor de heliu gazos, aflat la presiunea $p = 1 \text{ atm}$, când densitatea sa este $\rho = 0,18 \text{ kg/m}^3$.

1.9. Într-un vas cu volumul V se află un amestec format, în părți egale, din două feluri de gaze ideale nobile: atomi de argon și atomi de heliu, în total N_0 atomi. Pentru a ușura calculele, se va presupune că toți atomii au aceeași energie w . La un moment dat, în peretele vasului a apărut un mic orificiu cu aria ΔS și a început o curgere de gaze spre exterior, fără ca acest proces să afecteze omogeneitatea internă a sistemului. Altfel spus, nu este vorba despre un curent (gazodinamic) de molecule cu sensul interior $\rightarrow$ exterior, ci părăsesc vasul doar acele molecule care se mișcă spre respectivul orificiu. Determinați energia moleculelor ce au rămas în vas după τ secunde de la apariția orificiului.

1.10. Într-un vas cu volumul V se află un gaz ideal, numărul total de molecule, cvasi-punctiforme, fiind N_0 . La momentul inițial ($t=0$), distribuția moleculelor după modulul vitezelor are forma :

$n(v) = av$, pentru $0 \leq v \leq 0,5v_m$; $n(v) = -av + av_m$, pentru $0,5v_m \leq v \leq v_m$; $n(v) = 0$, pentru $v > v_m$. Aici $n(v)$ este numărul de molecule din unitatea de volum cu modulul vitezei egal cu v . Numărul celor cu viteza cuprinsă în intervalul $(v, v+dv)$ este $dn = n(v)dv$. La un

moment dat, în peretele vasului a apărut un mic orificiu cu aria ΔS și a început o curgere de gaze spre exterior, ca în problema precedentă. Părăsesc vasul doar acele molecule care se mișcă spre respectivul orificiu, celelalte molecule „nu simt” existența orificiului. Aflați distribuția moleculelor după modulul vitezelor la momentul $t = \tau$, știind că ea păstrează mereu forma inițială (se modifică doar factorul a al distribuției).

1.11. Într-un vas se află un gaz ideal rarefiat, numărul total de molecule fiind N . Jumătate din molecule au energia w_1 , cealaltă jumătate au energia w_2 . La un moment dat, în peretele vasului a apărut un mic orificiu cu aria ΔS și a început o curgere de gaz, spre exterior, ca în cele două probleme anterioare. Presupunând că moleculele din vas nu schimbă energie între ele și nici cu pereții vasului, determinați energia medie a moleculelor din vas în momentul în care numărul celor cu energia w_1 s-a redus la jumătate.

1.12. În teoria cinetico-moleculară a gazelor se presupune că fiecare moleculă, ciocnindu-se elastic cu un perete rigid (asimilat unei suprafețe perfect plane), se reflectă cu aceeași viteză (în modul), sub același unghi față de normala locală. Putem vorbi oare despre așa ceva când este știut că dimensiunile moleculelor sunt foarte mici și că, pentru orice moleculă, peretele apare ca o suprafață cu asperități numeroase și cu adâncituri atât de mari precum fiordurile Norvegiei ? În aceste „caverne” molecula rămâne un timp îndelungat, după care iese printr-o ciocnire arbitrară, după o direcție ce nu mai are nimic comun cu direcția inițială. Și, totuși, concluzia la care ajunge teoria cinetico-moleculară este corectă. Cum puteți explica acest lucru ?

1.13. La comprimarea izotermă a unui gaz ideal temperatura lui nu se modifică, adică energiile cinetice ale moleculelor rămân nemodificate. Însă, crescând presiunea, în mod virtual (dacă i s-ar da posibilitatea să se destindă), gazul ar fi capabil să efectueze lucru mecanic. Se poate trage concluzia că gazul a primit energie în comprimarea izotermă ?

1.14. Presiunea dintre pereții dubli ai unui vas Dewar (de termos) cu capacitatea de un litru este de 10^{-5} atm . Știind că suprafața interioară a vasului este de 320 cm^2 , să se determine în cât timp scade temperatura ceaiului din vas de la 90°C la 70°C . Se cunosc: masa molară a aerului $\mu = 29 \text{ g/mol}$ și căldura specifică a ceaiului $c = 4200 \text{ J/kgK}$.

1.15. Dacă, în condiții izoterme, presiunea unui gaz se modifică cu 200 kPa , volumul său variază cu 3 litri iar dacă variația presiunii este de 500 kPa , variația de volum este de 5 litri . Ce valori au avut presiunea și volumul inițial?

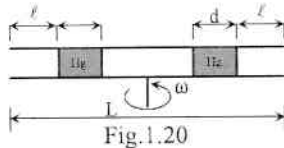
1.16. Într-un vas cilindric, în două compartimente separate de un piston termoconductor, există dioxid de carbon și heliu la o aceeași temperatură. Volumul inițial al compartimentului cu heliu este de 5 ori mai mare decât cel al compartimentului cu dioxid de carbon. Prin încălzire până la o aceeași temperatură în ambele compartimente, o parte din dioxidul de carbon disociază conform reacției $2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$. De aceea, volumul compartimentului cu heliu este acum doar de 4 ori mai mare decât cel cu „gazul carbonic”. Ce procent din moleculele de CO_2 au disociat?

1.17. Un gaz biatomic, aflat la o anumită temperatură, are energia internă U . Prin mărirea temperaturii absolute de trei ori, toate moleculele (se) disociază. Cât este acum energia internă a gazului?

1.18. Din neatenție, într-o sală de clasă, un elev a vărsat pe podea o găleată plină cu apă. Estimați ce volum de aer a fost eliminat din încăpere când s-a evaporat toată apa.

1.19. Un tub cilindric de sticlă, cu lungimea h , este introdus, în poziție verticală, până la jumătate, într-un vas adânc cu mercur. Capătul superior al tubului este astupat după care tubul se scoate afară din vasul cu mercur, rămânând mereu în poziție verticală. Care este lungimea coloanei de mercur ce rămâne în tub? Temperatura a rămas constantă. Presiunea atmosferică exprimată în lungime coloană de mercur este H .

1.20. Într-un tub de lungime $L = 26 \text{ cm}$ dispus orizontal (vezi figura 1.20), se află două dopuri de mercur cu lungimea $d = 1 \text{ cm}$ fiecare la distanța $\ell = 6 \text{ cm}$ față de capetele deschise ale tubului. Tubul se pune în mișcare de rotație (în plan orizontal) în jurul unei axe verticale ce trece prin mijlocul său. Pentru ce viteză unghiulară ω dopurile de mercur ajung la capetele tubului (rămânând în interiorul lui)? Presiunea atmosferică este $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ iar densitatea mercurului are valoarea $\rho = 13,55 \text{ g/cm}^3$.



1.21. La adâncimea $h_1 = 10 \text{ m}$ sub nivelul apei, un scafandru poate lucra timp de o oră. Cât timp poate lucra scafandru la o adâncime $h_2 = 30 \text{ m}$? Se știe că, în cele două situații, el este echipat la fel și că aerul inspirat, preluat de la rezervorul pe care îl poartă în spate, are presiunea egală cu cea hidrostatică ce corespunde adâncimii la care se află. Considerați că variația temperaturii apei cu adâncimea este neglijabilă și presupuneți că frecvența inspirațiilor rămâne constantă, ca și volumul de aer „absorbit” la o singură inspirație. Presiunea atmosferică, normală, se presupune cunoscută.

1.22. Într-un vas cu volumul constant $V = 30 \text{ litri}$, se află o cantitate de gaz ideal la temperatura $t = 0^\circ \text{C}$. După ce, în condiții izoterme, o cantitate de gaz a ieșit afară din vas, presiunea gazului - ce a rămas în interior - s-a micșorat cu $\Delta p = 0,78 \text{ atm}$. Aflați masa de gaz ce a ieșit din vas. În condiții normale (de presiune și temperatură) densitatea gazului ideal este $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$. Se cunoaște $p_n = 1 \text{ atm}$.

1.23. Un vas cilindric vertical, închis la ambele capete, are în interior două compartimente separate printr-un piston mobil termoconductor. În fiecare compartiment se află câte ν moli de aer. Când temperatura aerului din cele două compartimente este T_1 , raportul volumelor lor (sus/jos) este n_1 . La ce valoare T_2 a temperaturii gazelor raportul volumelor este n_2 ? Crește sau scade raportul volumelor când temperatura crește?

1.24. În interiorul unui vas cilindric orizontal, închis la ambele capete, se află un piston mobil ce se poate deplasa fără frecare. La început, pistonul se află la mijlocul vasului iar temperatura gazelor din cele două compartimente este aceeași. Presiunea inițială din interiorul vasului este p_0 . La un moment dat, temperatura gazului de la stânga pistonului se ridică de n ori iar cea a gazului din dreapta pistonului se micșorează de n ori. Ce valoare are presiunea gazelor în starea finală de echilibru? Aplicație numerică $n = 3$.

1.25. Într-un vas cilindric vertical, deschis în partea superioară, sub un piston orizontal etanș, se află o anumită cantitate de gaz ideal. Dacă pe piston se așează un corp cu masa m , volumul gazului se micșorează de $n = 3$ ori. Ce masă suplimentară m_x trebuie așezată pe piston pentru ca

Respect pentru oameni și cărți

volumul gazului să se micșoreze de încă $q = 5$ ori, considerând că temperatura a rămas mereu aceeași (constantă) ?

1.26. Un tub de sticlă având forma literei L , este dispus inițial (fig.a) într-un plan vertical, brațul închis, de lungime H , conținând aer pe lungimea $H - h$. La colțul inferior, în interiorul tubului, se află o coloană de apă. Brațul deschis este orizontal și este în contact cu aerul atmosferic. Se înclină încet brațul vertical, până când ambele brațe ajung în plan orizontal (fig.b) și se constată că coloana de aer din brațul închis s-a scurtat cu d milimetri. Cunoscând densitatea apei (ρ) și accelerația gravitațională (g), să se determine presiunea atmosferică exterioară.

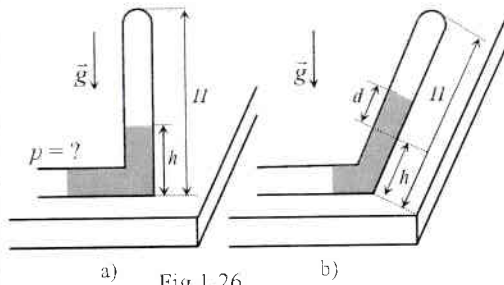


Fig.1.26

1.27. Într-un vas cilindric vertical, cu înălțimea $h = 40\text{cm}$ și secțiunea interioară $S = 10\text{cm}^2$, închis la ambele capete, se află un piston greu. Inițial, pistonul se află în echilibru mecanic la jumătatea vasului, deasupra aflându-se heliu la presiunea $p_0 = 10^4\text{Pa}$, iar sub piston numai oxigen. Pistonul este permeabil pentru heliu, nu însă și pentru oxigen. În starea finală de echilibru pistonul ocupă o altă poziție, 75% din masa de heliu aflându-se acum sub piston. Temperatura s-a menținut permanent constantă. Să se determine masa pistonului și deplasarea sa.

1.28. Într-un vas de formă cubică, cu latura $H = 10\text{cm}$, plin până la jumătate cu apă, este introdus, ca în figura 1.28, un sifon, având capătul din interior chiar la fundul vasului. Celălalt capăt se află la distanța $h_0 = 1.7\text{m}$ sub nivelul inițial al apei din vas. Presiunea atmosferică (p_0) este cea normală, de o atmosferă. După introducerea sifonului, trecerea sa prin capacul vasului se ermetizează. Considerând că volumul (intern al) sifonului este neglijabil de mic, să se

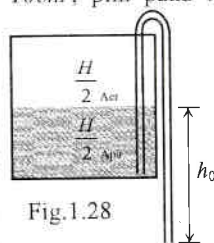


Fig.1.28

determine masa de apă ce poate ieși din vas prin sifon. Densitatea apei precum și accelerația gravitațională a locului sunt cunoscute.

1.29. O pompă cu volumul V_0 este conectată la un tub subțire (cu volum neglijabil) care face legătura între două recipiente mai mari, cu volumele constante V_1 și V_2 , în care se află gaze cu raportul presiunilor $p_2/p_1 = m$. Supapa de legătură cu vasul V_1 se deschide numai la coborârea pistonului pompei (la aspirație) iar supapa de legătură cu vasul V_2 se deschide numai la ridicarea pistonului pompei (la compresie). Să se determine: a). volumul V_0 al pompei știind că, după o singură cursă dus-întors (coborâre-ridicare) a pistonului, raportul presiunilor din cele două recipiente a devenit $p'_2/p'_1 = n$; b). raportul presiunilor gazelor din cele două recipiente după k curse dus-întors ale pistonului știind că volumul V_0 al pompei este cel determinat anterior. Veți admite că temperatura gazelor din cele două recipiente este aceeași și că ea rămâne mereu constantă.

1.30. Într-un cilindru vertical, un piston ce se poate mișca liber, separă două mase egale de gaz. Atunci când gazele au aceeași temperatură, volumul compartimentului inferior este de $k=3$ ori mai mic decât a celui superior. De câte ori trebuie modificată temperatura gazului din partea de jos pentru ca volumul respectivului compartiment să fie de $n=4$ ori mai mic decât a celui superior, în care gazul a păstrat temperatura inițială.

1.31. Un mol de gaz perfect monoatomic ($C_v = 3R/2$) se destinde din aceeași stare inițială, cu temperatura absolută T , odată izoterm și, apoi, adiabatic, volumul final fiind același în ambele cazuri. Determinați suma lucrurilor mecanice efectuate de gaz în cele două transformări știind că raportul presiunilor finale este $3/2$.

1.32. Un tub de sticlă cu secțiune transversală internă constantă este îndoit sub formă de inel circular și dispus în plan vertical (fig.1.32). Un obturator fix A și o coloană B foarte subțire de mercur, care se poate mișca liber, împart tubul în două părți. În partea cu volum mai mare se află un număr dublu de moli de gaz ideal față de partea cu volum mai mic. La început, temperatura gazului

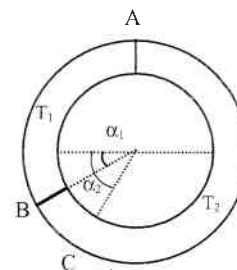


Fig.1.32

Respect pentru oameni și cărți

din partea cu volum mai mic este $T_1 = 260K$ iar în partea cu volum mai mare este $T_2 = 410K$, dopul de mercur fiind într-o poziție caracterizată prin unghiul $\alpha_1 = 30^\circ$. La ce temperatură T_x , aceeași în ambele compartimente, dopul de mercur ajunge în poziția C_x caracterizată prin unghiul $\alpha_2 = 60^\circ$? Masele de gaz sunt foarte mici în comparație cu masa dopului de mercur. Nu se va ține cont de presiunea vaporilor saturați de mercur. Lungimea (grosimea) dopului de mercur precum și diametrul secțiunii transversale a tubului sunt mult mai mici decât raza inelului circular.

1.33. Vasul cilindric din fig.1.33 are în interior un paravan intermediar și două pistoane, unul la stânga iar celălalt la dreapta acestuia. În fiecare

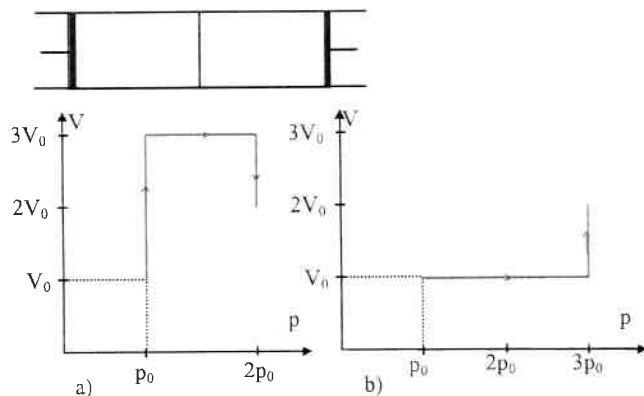


Fig.1.33

compartiment se află câte un kilomol de gaz ideal monoatomic, la presiunea p_0 și volumul V_0 . Gazul din compartimentul din stânga (dreapta) suferă procesul reprezentat în figura a) (b), după care cilindrul se termoizolează și se desființează paravanul intermediar. Cât va fi presiunea finală a gazului?

1.34. Într-un cilindru orizontal, cu piston etanș, se află ν moli de gaz ideal la temperatura absolută T și la o presiune de n ori mai mică decât cea atmosferică, p_0 , exterioară pistonului. Pistonul este blocat de un opritor care nu îi permite să se deplaseze în sensul comprimării gazului. Cunoscând căldura molară la volum constant (C_V), să se determine

cantitatea de căldură ce a fost transmisă gazului știind că volumul său a crescut de $k > 1$ ori. Pistonul se poate deplasa fără frecare. Aplicație: $C_V = 3R/2$, $\nu = 1 \text{ kmol}$, $T = 300K$, $n = k = 2$.

1.35. Un vas cilindric orizontal, închis la ambele capete și izolat termic față de exterior, conținând o anumită cantitate de gaz ideal monoatomic, este divizat în două compartimente de un piston mobil, bun conducător de căldură, cu masă neglijabilă. Temperatura inițială a gazului în compartimentul din partea dreaptă este $3T$. Cât este temperatura gazului în compartimentul din partea stângă, în starea inițială, dacă după ce temperaturile au devenit egale, la valoarea T , volumele compartimentelor s-au inversat? Pierderile de căldură se pot considera neglijabile.

1.36. Un recipient cu volumul $V_1 = 1 \text{ dm}^3$ conține $\nu_1 = 1 \text{ mol}$ de gaz ideal. Recipientul se află într-un vas cu volumul $V_2 = 10 \text{ dm}^3$ în care se află ν_2 moli din același gaz ideal. Gazele se încălzesc la volume constante și au în permanență aceeași temperatură. Pereții recipientului suportă presiuni mai mici decât $p = 10^5 \text{ Pa}$, iar cei ai vasului-presiuni mai mici decât $p' = 10^6 \text{ Pa}$. Să se determine: a). între ce valori poate fi cuprins numărul de moli (ν_2) pentru ca explozia recipientului să provoace explozia vasului? b). valoarea lui ν_2 pentru ca explozia recipientului să se producă simultan cu cea a vasului; c). valoarea lui ν_2 astfel ca, mai întâi, să se producă explozia vasului interior.

1.37. Pentru încălzirea izobară, de la $10^\circ C$ la $60^\circ C$, a unei anumite cantități de gaz ideal, este necesară cantitatea de căldură $Q_p = 5000J$ iar pentru încălzirea izocoră a aceleiași cantități de gaz, de la $27^\circ C$ la $77^\circ C$ este necesară cantitatea de căldură $Q_V = 3500J$. Ce volum ocupă respectivul gaz la $54^\circ C$ și la presiunea $p_0 = 100 \text{ kPa}$?

1.38. Aerul din pneurile unui automobil are temperatura $t_1 = 14^\circ C$ și presiunea $p_1 = 500 \text{ kPa}$. De câte ori se micșorează suprafața de contact cu drumul dacă, după o anumită călătorie, temperatura din pneuri a devenit $t_2 = 57^\circ C$? Se cunoaște presiunea atmosferică $p_a = 100 \text{ kPa}$. Modificarea volumului pneurilor se poate neglija.