

Epica!

Anul III Nr. 2 (26)
Octombrie
1992



EDITURA
Epica!
Braila

FIZICA
pentru toate vârstele

BACALAUREAT, ADMITERE FACULTATE

CONCURSURI ȘCOLARE,

REZOLVITORI DE PROBLEME

Liceu Iași: Liceul "Național": Hoțman Adina IX (15 probleme). Brăila: Liceul "N. Iorga": Răghină Viorica XII (16).

Gimnaziu: Școala generală nr.7 Brăila: Clasa a VI- a A. Baicu Florina(20), Butea Simionescu Alexandru(15), caruz Romana(17), Cuciș Mihaila(24), Dragomir Adrian(12), Dragomir Cătălin(20), Drăghinescu Anca(20), Dumitrescu Ecaterina(12), Ghiușea Arion(21), Grosu Bogdan(12), Ilahiu Anca(19), Hangu Octavian(20), Ionescu Cristina(17), Lazăr Andrei(12), Mihailă Constantin(12), Mihăilescu Cristina(14), Nicolae Veronica(12), Lurja Mihaila(15), Prodescu Florin(14), Semergiu Monica(18), Spulber Alina(16), Stoica Cristina(17), Tăifas Alexandra(18), Tândău Aurelian(915), Voiculescu Daniel(20), Murgoci Andreea(20). Clasa a VI- a C. Bălan Gabriela(17), Bordan Cătălina(18), Bucur Veronica(15), Chirali Simona(17), Coman Ionuț(18), Dragomir Otilia(12), Drăghici Marian(15), Dumitrescu Paula(17), Glăscu Mihaila(15), Ioanides Cristian(15), Ion Cristian(12), Matei Aura(17), Popescu Iulian(17), Puchiu Simona(14), Toader Mirela(17), Trifu Rahele(15), Vanghele Gabriela(12). Clasa a VI- a D. Bădălan Valentin(14), Belivacă Ana Maria(15), Bichescu Cezar(15), Bran Mihai(15), Burghelă Isabella(15), Butuc Elisabeta(17), Cărbunaru Angelica(15), Cioarămiștră Doinița(15), Ciupercă Andreea(15), Ciupitu Iaura(15), ăsfinei Roxana(22), Ecnegean Eduard(15), Enache Emilia(15), Istrate Marius(15), Ivanov Alexandra(20), Mustăță Angelica(15), Naumol Simona(15), Olteanu Maria(18), Popa Emanuela(15), Pricop Mihai(16), Rădulescu Teodora(13), Roman Alina(15), Silvin Ștefan(15), Stan Anisoara(15), Vlad Gheorghe(15). Clasa a VII- a A. Ciocărian Gabriela(40), Mihalcea Silvia Claudia(25), bălănescu Andrei(45), Dorobăț Ciprian(15), Cîrte Andreea Luiza(10), Preda Daniel Florin(10), Pora Ileana(16).

Clasa a VII- a B. Anton Florin(27), Ar...ire Cristian(26) Braicovici gigel(13), Călinolu Livia (26), Cîmpeanu Sorin(26), Coman Manolă Ramona(20), Măgeanu Mihai(26), Mihailă Raluca(26), Movileanu Bogdan(26), Ochiroș Oana(26), Panait Raluca(26), Petrache Loredana(26), Popa Oana(19), Rusu Paula(19), Săpun Mădălina(26), Stătescu Oana(12), Țigănuș Georgiana Andra(26), Zăpodeanu Emilia(26). Clasa a VII- a C. Baicu Veronica(20), Barbu Mihai(27), Bădicăanu Geanina(21), Băjenici Nicolae(26), Braicovici Marieta(48), Colibanschi Benjamin(12), Cuju Nicolae(16), Doagă Rodica(28), Inocențiu Dan(12), Ion Cristiana(25), Ivan Cosmin(16+aritmogri), Ivan Lelia(26), Ivanov Andrei(20), Leacu George(19), Marin Cristiana(45), Nicoi Diana(36), Palade Cosmin(21), Răduță Camelia(17), Săghin Ionuț(24), Stoica Iolanda(41), Toma Alina(49), Țigănuș Ionuț(18). Clasa a VII- A. Volcică Lucia Tatiana(28), Sanchi Maria(9), Popa Raluca(17), Barbu Ana(13), Năstase Laura(10), Ionijă Rotana(11), Vasile Monica Luiza(38+aritmogri). Clasa a VII- a E. Lupa Cătălina(10), Toader Crenguța Anca(12), Dinu Geanina(8), Zălănescu Cristina(11), Iliescu Monica(10+aritmogri), Cucuringu Maria(15), Dumitru Daniela(5). Clasa a VIII- a A. Albu Ana Maria(30), Boteș Magdalena(330), Brebenei Cristi(44), Brezcan Marius(30), Buzoianu Simona(40), Chiriac Mara(20), Chiriță Arion(44), Chiriță Rodica(46), Chiurtu Cristina(44), Ciortan Dorina(45), Crivăț Andrei(50), Dragomir Gabriel(66), Dumitracu Comina(30), Dumitracu Iulia(62), Enache George(50), Gancev Valentin(50), Gheorghijă Ciprian(44), Gîrleanu Raluca(52), Luca-Gherasim Veronica(52), Lungu Alina(35), Negoescu Simona(58), Negraru Alexandru(40), Niță Cristian(44), Pascu Mădălin(44), Paulopol Sandra(50), Pricop Simona(50), Scarlat Andreea(50), Scandru Cristian(39), Stănculescu Dragomir(50), Ștefan Radu(60), Vălcioiu Oana(49), Vița Sorin(44), Voiculescu Angela(60).

Clasa a VIII- a C. Lupa Iaura(30), Năneș Claudia(50), Mihailă Cătălin(26).

Școala generală nr.23 Brăila: Clasa a VII- a C. Sica Veronica(23), Marinică Ana Nicoleta(10), Nodelcu Adina(27), Vieru Mădălina(22), Zugrăvescu Teodora(16), Săleanu Roxana(51), Boca Ionuț(13), Criștorescu Irina(9), Mușat Raluca(23). Clasa a VII- a D. Barbu Adina(28), Len Florentina Camelia(16), Bogiu Elena Rotana(24), Găman Alexandru(18), Stoianescu Cristian Dorin(35), Iorga Cosmin(38), Constantinescu Bogdan(18), dan Cristina(19), Luca Bogdan(18), Vasilescu Claudiu(20), Apostol Mario-Dan(10).

COLECTIVUL DE REDACȚIE

Prof. ARICI LIVIU
Prof. BORȘ IOAN
Prof. DAN RUXANDRA

Insp. școlar prof. ENACHE DIDINA
Prof. NISTOR MARIA

ISSN 1228 - 4935

Toate drepturile de tipărire și multiplicare sînt rezervate
Editorul EVRIKA Brăila

MARI FIZICIENI

MIHAIL VASILIEVICI LOMONOSOV (1711 - 1765)

Locul de naștere și adolescență a lui Lomonosov este gubernia Arhanghelsk, o regiune nordică cu un climat aspru și condiții grele de viață. Condițiile geografice neprielnice au determinat ca zona să nu fie atinsă de năvălirile cotropitoare ale tătarilor, ceea ce a adus-o la un nivel de dezvoltare oarecum ridicat, mai ales din punct de vedere cultural. Locuitorii, în majoritate pescari și navigatori îndrăzneți, au străbătut pînă la mari depărtări apele oceanului pentru a-și câștiga existența, dar în același timp au izbutit să-și lărgască orizontul cunoștințelor.

Lomonosov a participat și el alături de tatăl său la asemenea călătorii pentru a pescui în Oceanul Arctic și Marea Albă.

O astfel de viață dusă în anii copilăriei și adolescenței sale l-a călit, imprimînd caracterului său dîrzenia și puterea de luptă cu forțele naturii. Pasiunea de a cunoaște a avut-o din tinerețe.

La 19 ani el a plecat pe jos din nordul îndepărtat al Rusiei spre Moscova, unde a studiat în condiții dintre cele mai grele, nemîncînd zile de-a rîndul decît pîine. Limbile vechi și în special latina, care pe atunci era folosită în lumea științifică, au constituit inițial obiectul studiului său. Remarcîndu-se ca cel mai bun student, a fost trimis la Petersburg pentru a-și continua studiile, iar apoi în străinătate la

Universitatea din Magdeburg, unde a studiat științele naturii și disciplinele umaniste. Ulterior la Freiburg a studiat chimia și mineralul.

La vîrsta de 30 ani s-a înapoiat în Rusia fiind numit adjunct pentru fizică la Academia de științe din Petersburg. După patru ani a fost numit profesor de chimie la aceeași academie. El a combătut cu hotărîre concepțiile răspîndite în acea vreme despre "fluidele imponderabile", considerate drept cauze ale forțelor electrice și magnetice, precum și ale fenomenelor calorice. El este un precursor al teoriei moderne (atomo-moleculară) a materiei.

Împreună cu Richman el a efectuat cercetări interesante în domeniul electricității atmosferice și al meteorologiei. Lomonosov explica electrizarea norilor prin frecarea datorită curenților ascendenți și descendenți din atmosferă. El susținea ideea naturii electrice a aurorei boreale. Încă din anul 1760 întrevede posibilitatea transmiterii energiei electrice prin curenți izolați. În domeniul opticii a construit o serie de aparate interesante.

A depus o muncă uriașă abordînd domenii diferite. A fost fizician, chimist, mineralog, poet și chiar istoric în același timp. El a deschis căi noi în foarte multe domenii ale științei.

ADMITEREA ÎN ÎNVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI FACULTATEA DE FIZICĂ

SEPTEMBRIE 1992

FIZICĂ I

1. Un cub este legat în centrul feței anterioare cu un fir și este tras cu o forță de modul constant pe o suprafață orizontală, având coeficientul de frecare μ . Care este accelerația cubului dacă firul este orizontal? Care este accelerația cubului dacă firul face unghiul α cu orizontala? Între ce limite este cuprinsă accelerația cubului dacă unghiul dintre fir și orizontală variază, astfel încât cubul să albească baza în neregime în contact cu suprafața de sprijin?

2. Un pendul matematic de masă m și lungime l , deviază inițial cu un unghi $\alpha < \pi/2$ de la verticală, este lăsat liber. Să se determine:

a) Tensiunea în firul de suspenzie la trecerea prin poziția de echilibru.

b) Dacă atunci când corpul trece prin poziția de echilibru firul se rupe, să se afle după cât timp corpul atinge un plan orizontal plasat la distanța $2l$ sub punctul de suspenzie.

c) La ce distanță de verticală punctului de suspenzie corpul atinge planul.

3. O cantitate de $\nu = 2$ kmol de dioxid de carbon ($\mu = 44$ kg/kmol) este încălzită la presiune constantă cu $\Delta T = 50$ K. Să se determine:

a) Variația internă a gazului;

b) Lucrul mecanic efectuat de gaz;

c) Căldura absorbită de gaz.

Se cunoaște: $C_p = 7R/2$, unde $R = 8310$ J/kmol.K.

4. Un mol de gaz ideal suferă o transformare



ciclică formată din două izobare și două izocore (vezi figura). Cunoșcând temperaturile, $T_1 = 300$ K, $T_2 = 400$ K și $T_3 = 700$ K să se calculeze:

a) Temperatura T_4 în starea 4;

b) Lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul ciclului;

c) Randamentul ciclului.

Se cunoaște: exponentul adiabatic al gazului $\gamma = 1,40$; $R = 8310$ J/kmol.K.

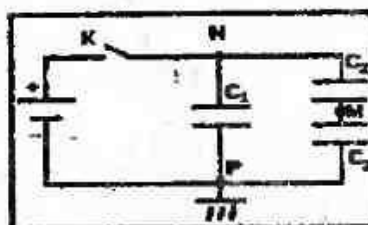
5. A) să se enunțe principiile dinamicii;

B) Să se scrie expresia vitezei termice a moleculelor unui gaz ideal, indicând semnificația mărimilor fizice care intervin.

C) Să se deducă dependența de temperatură a densității unui gaz ideal.

FIZICĂ II

1. La închiderea întrerupătorului K sursa de tensiune în rețeauă din figura de mai jos sarcină electrică $q = 44 \mu\text{C}$, iar condensatorul C_3 se încarcă



la tensiunea $U_3 = 1,2$ kV. Știind că $C_1 = 10$ nF și $2C_2 = 3C_3$ să se determine:

a) Potențialele punctelor M și N, considerând potențialul punctului P egal cu 0;

b) Capacitățile C_2 , C_3 și capacitatea echivalentă a rețelei între bornele N și P;

c) Energia preluată de rețea de la sursă.

2. Se dau două lentile subțiri convergente L_1 și L_2 centrate pe același ax optic având distanțele fo-

cale $f_1 = 5 \text{ mm}$ și $f_2 = 20 \text{ mm}$. Un obiect este așezat la $5,2 \text{ mm}$ în fața lentilei L_1 . Se cere:

- Poziția imaginii reale date de lentila L_1 ;
- Raportul între dimensiunea lineară a acestei imagini și cea a obiectului;
- La ce distanță de lentila L_1 trebuie așezată lentila L_2 pentru ca imaginea virtuală dată de aceasta să fie situată la 25 cm de ea.

3. Se dă un dispozitiv Young cu următoarele caracteristici: distanța dintre fante $3,3 \text{ mm}$; distanța de la planul fantelor la ecran 3 m ; lungimea de undă a radiației care interferează $\lambda = 550 \text{ nm}$.

- Să se calculeze interfranja;
- Se introduce în calea uneia din razele interferente (perpendicular pe rază) o lamă plan paralelă transparentă de grosime e și indice de refracție n . Care este diferența de drum suplimentară introdusă de această lamă?
- În condițiile punctului b, știind că grosimea

lamel este $0,01 \text{ mm}$ și deplasarea sistemului de franjă este $4,73 \text{ mm}$, să se afle indicele de refracție al lamel.

4. Energia de ionizare a atomului de hidrogen este $13,70 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

- Să se calculeze (în eV) și să se reprezinte primele 4 nivele energetice E_n ;
- Pe schema de nivele astfel obținută să se reprezinte tranzițiile ce dau linii spectrale în seria Balmer și să se calculeze lungimile de undă ale acestor linii. Să se precizeze la ce culori corespund. Se dau: constanta lui Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; viteza luminii $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

5. a) Să se determine impedanța unui circuit serie RLC folosind diagrama fazorială;

- Să se enunțe legea efectului fotoelectric extern;
- Să se scrie legea dezintegrării radioactive și să se deducă expresia timpului de înjumătățire.

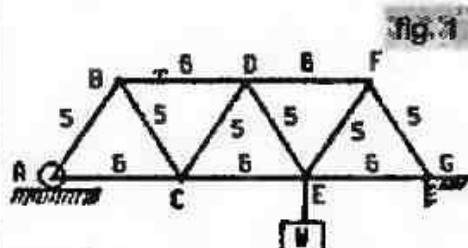
PROBLEME ALESE DIN PUBLICAȚII STRĂINE

Vă prezentăm în acest număr rezolvarea problemelor propuse în "Evrika" nr 9-10, 1992. Problemele propuse în acest număr sînt din cele date la olimpiade în alte țări. Menționăm că problemele care apar la această rubrică se adresează elevilor care se pregătesc pentru olimpiade.

CLASA a IX-a

Lungimile tijelor articulate în punctele A, B, ..., G sînt date în figura 1.

- care dintre tije în poziția dată a greutatei W pot fi înlocuite cu legături elastice?



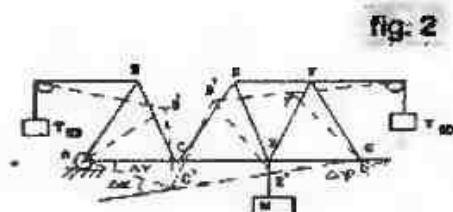
- Calculați tensiunea din tija BD.

(Observație: Pot fi înlocuite cu legături elastice numai tijele care sînt întinse)

Rezolvare:

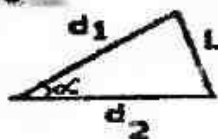
a) Pentru a ne da seama dacă o tijă este întinsă sau comprimată se poate folosi următoarea metodă simplă. Să ne imaginăm că tija AB este îndepărtată. În aceste condiții, greutatea W se va mișca în jos, iar punctul B va începe să se miște spre A. Tija AB împiedică o astfel de mișcare, deci ea este comprimată. Îndepărtăm tija AC. Greutatea W se va mișca iar în jos, iar articulațiile A și C se vor îndepărta. Deci tija AC este întinsă. Îndepărtînd pe rînd fiecare tijă, ne putem convinge că tijele BC, AC, CE, EG, ED și EF sînt întinse, deci pot fi înlocuite prin legături elastice. Toate celelalte tije sînt comprimate.

- Îndepărtăm tija BD. Pentru ca sistemul de tije



articulate să rămână în echilibru, trebuie aplicate ca în figura 2, două greutăți trecute cu ajutorul unor fire peste doi scripeți. (Tg₀ este tângulul din tija BD). Vom presupune următoarea deplasare virtuală. Ne imaginăm că sistemul de tije se rupe în articulația C și ca urmare proiecția GFDC se rotește în jurul articulației G, cu un unghi $\Delta\varphi$, iar proiecția ABC, în jurul articulației A, cu unghiul $\Delta\varphi$. Unghiurile $\Delta\varphi$ și $\Delta\varphi$ se consideră mici astfel încât să putem neglija deplasarea punctului A (figura 2). În aceste condiții, greutatea W se va mișca în jos pe distanța $EE' = EG \cdot \Delta\varphi$, iar corpurile suspendate pe scripeți se vor mișca în sus. După cum se vede din figura 2 suma înălțimilor la care se ridică aceste corpuri este $BD - B'D' = \Delta BD$. Pentru a găsi cât este ΔBD , vom demonstra mai întâi următoarea

fig. 3



proprietate geometrică: Fie un triunghi cu laturile d_1 și d_2 constante ca lungime (figura 3). Dacă unghiul dintre ele se modifică cu

$\Delta\alpha$ ($\Delta\alpha$ mic), atunci lungimea laturii opuse acestui unghi se modifică cu:

$$\Delta L = \frac{d_1 d_2}{L} (\sin \alpha) \Delta\alpha$$

L fiind lungimea înălții a laturii opuse unghiului α din teorema cosinusului, rezultă $L^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \cos \alpha$. Mărim unghiul α cu $\Delta\alpha$ ($\Delta\alpha$ mic). Atunci latura opusă va căpăta lungimea L_1 , adică se va mări cu $\Delta L = L_1 - L$. Conform aceluiași teoreme a cosinusului $L_1^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \cos(\alpha + \Delta\alpha)$. Având în vedere că $\cos(\alpha + \Delta\alpha) = \cos \alpha \cdot \cos \Delta\alpha - \sin \alpha \cdot \sin \Delta\alpha$ și că pentru unghiuri mici $\cos \Delta\alpha \approx 1$, $\sin \Delta\alpha \approx \Delta\alpha$, rezultă

$$L_1^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2 \cdot d_1 \cdot d_2 (\cos \alpha - \Delta\alpha \cdot \sin \alpha)$$

Din diferența celor două relații, rezultă

$$L_1^2 - L^2 = 2 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \Delta\alpha \cdot \sin \alpha$$

Însă $L_1^2 - L^2 = (L_1 - L)(L_1 + L) = 2 \cdot L \cdot \Delta L$, unde

$$L_1 + L = 2L$$

Deci $2 \cdot L \cdot \Delta L = 2 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \Delta\alpha \cdot \sin \alpha$, de unde rezultă formula cerută. Răsturnând la problema noastră, rezultă că trebuie să aflăm cu cât s-a modificat unghiul BCD. Folosind figura 2 ne convingem ușor că

$$\Delta\alpha = \angle BCD - \angle B'CD'$$

Dei $\Delta\alpha = \Delta\varphi + \Delta\varphi$ însă $\angle CC' = CG \cdot \Delta\varphi = AC \cdot \Delta\varphi$, astfel încât:

$$\Delta\varphi = \frac{CG}{AC} \Delta\varphi = 2 \Delta\varphi$$

De aceea $\Delta\alpha = 3 \Delta\varphi$. Astfel,

$$\Delta BD = \frac{(BC)^2}{BD} \cdot 3 \cdot \angle BCD \cdot \Delta\alpha = \frac{12}{5} BC \Delta\varphi$$

deoarece $\sin \angle BCD = 24/25$ (toate laturile triunghiului BCD sînt cunoscute, de aceea valoarea

sinusului se găsește ușor).

Din legea conservării energiei:

$$T_{BD} \Delta BD = W \cdot EG \cdot \Delta\varphi, \text{ găsim,}$$

$$T_{BD} = \frac{EG \Delta\varphi}{\Delta BD} W = \frac{1}{2} W$$

CLASA a X-a

a) Folosind considerații termodinamice, arătați că dacă o substanță la solidificare se dilată, atunci temperatura ei de solidificare trebuie să scadă odată cu creșterea presiunii. b) calculați temperatura cea mai scăzută a gheții de la un patinoar la care încă patinajul este posibil.

Răspuns:

a) Solidificarea este o transformare de fază de a doua ordine, descrisă de ecuația lui Clapeyron:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T(v_2 - v_1)}$$

În care λ este căldura latentă molară, v_1 și v_2 volumul molar corespunzător celor două faze, dp și dT - variații foarte mici ale presiunii și temperaturii. În cazul nostru, v_2 este volumul molar al lichidului, iar v_1 - volumul molar al stării solide. Deoarece $\lambda > 0$ și $v_1 > v_2$ (substanța se dilată la solidificare), rezultă $dp/dT < 0$, deci dacă p crește, T trebuie să scadă.

b) Dacă se neglijează dependența căldurii latente molare λ de temperatură și compresibilitatea mică a lichidelor și solidelor (adică se consideră că v_1 și v_2 nu depind de presiune), atunci ecuația lui Clapeyron poate fi scrisă:

$$\frac{dT}{T} = \frac{v_2 - v_1}{\lambda} dp$$

care prin integrare imediată dă

$$T = T_0 e^{\frac{p(v_1 - v_2)}{\lambda}}$$

T_0 - fiind constanta de integrare. Vom determina T_0 din condiția că la presiunea atmosferică normală $p_0 = 1$ atm, temperatura de topire a gheții este 0°C , adică 273 K:

$$T = 273 e^{\frac{(p - p_0)(v_1 - v_2)}{\lambda}}$$

Mai departe vom evalua aproximativ presiunea p pe care o exercită patina asupra gheții. Lungimea patinei este aproximativ 40 cm, iar lățimea 2 mm. În aceste condiții suprafața de contact cu gheața este aproximativ 8 cm^2 . Considerînd mase medii a omului 80 kg și că se patinează pe o patină, găsim $\Delta p = p - p_0 \approx 8.8 \text{ N/m}^2$. Deoarece $\Delta v = v_2 - v_1 = -2.10^{-6} \text{ m}^3$ și $\lambda = 334 \text{ J/kg}$, rezultă:

$$T = 273 \left(1 + \frac{(p - p_0)(v_2 - v_1)}{\lambda} \right)$$

sau

$$T = -273 \frac{\Delta p \Delta v}{\lambda} = -57^\circ\text{C}$$

CLASA a XI-a

La momentul $t=0$, o particulă de masă m și sarcină q este în repaus în originea axelor. Asupra particulei se aplică un câmp electric omogen E de-a lungul axei Oy și un câmp magnetic omogen B de-a lungul axei Oz .

a) Determinați mișcarea particulei, adică coordonatele $x(t)$, $y(t)$ și $z(t)$ presupunând particula nerelativistă. Ce condiții trebuie impuse în acest sens pentru E și B ?

b) Ce caracter va avea mișcarea în cazul în care $E/B > c$? Să presupunem că diferența de potențial dintre două plăci plane și paralele, dintre care una coincide cu planul xOz ($y=0$), iar cealaltă se află la distanța d ($y=d$), este $U_0 = Ed$, iar între plăci există un câmp magnetic paralel cu plăcile. Energia cinetică cu care ies electronii din placa negativă este zero. Pentru ce valoare a inducției magnetice B , electronii emiși nu vor atinge cealaltă placă?

Rezolvare

a) Deoarece se consideră că mișcarea este nerelativistă, atunci relația pentru impuls este $\vec{p} = m\vec{v}$. Ecuația mișcării și condițiile inițiale sînt:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$x(0) = y(0) = z(0) = 0$$

$$v_x(0) = v_y(0) = v_z(0) = 0$$

Pe componente, ecuația de mișcare este:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{qB}{m} \frac{dy}{dt}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{qE}{m} - \frac{qB}{m} \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 0$$

Din ultima ecuație, avînd în vedere și condițiile inițiale, rezultă că $z(t)=0$, adică mișcarea are loc în spațiul xOy . Înmulțim ecuația a doua cu i ($i=\sqrt{-1}$) și o adunăm cu prima. Notînd $\omega = qB/m$ și $x+iy=\eta$, obținem:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + i\omega \frac{d\eta}{dt} = \frac{iqE}{m}$$

Soluția acestei ecuații diferențiale va fi suma dintre soluția ecuației omogene respective și oricare din soluțiile particulare a ecuației neomogene. Soluția ecuației omogene

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + i\omega \frac{d\eta}{dt} = 0$$

se poate scrie sub forma $\eta_0 = C \exp(-i\omega t)$, unde constanta complexă C poate fi scrisă ca un produs dintre modulul său și factorul de fază: $C = a \exp(i\varphi)$. Ce soluție particulară a ecuației neomogene se poate lua $\eta_1 = qEt/m\omega$. Deci:

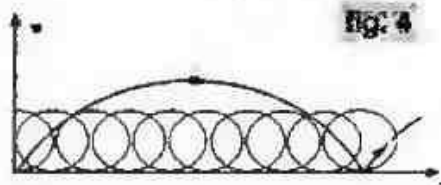
$$\eta = ae^{-i\omega t} + b + \frac{qE}{m\omega} t = x + iy$$

Identificînd părțile reale și imaginare și neluînd în considerare condițiile inițiale, găsim în final

$$x = \frac{qE}{m\omega^2} (\omega t - \sin \omega t)$$

$$y = \frac{qE}{m\omega^2} (1 - \cos \omega t)$$

adică, traiectoria în planul xOy este o cicloidă (figura 4). Observăm că din expresia



$$\frac{dx}{dt} = \frac{qE}{m\omega} (1 - \cos \omega t)$$

rezultă că presupunerea referitoare la caracterul nerelativist al mișcării este corectă, dacă $qE/m\omega < c$, adică $E/B < c < 1$.

b) Vom analiza soluția

$$y(t) = \frac{qE}{m\omega^2} (1 - \cos \omega t)$$

găsită la primul punct al problemei. Condiția ca electronul să nu ajungă la anod este ca $y_{\max} < d$. De aici rezultă că trebuie îndeplinită condiția

$$\frac{2qE}{m\omega^2} < d \text{ sau } B > \sqrt{\frac{2mc^2E}{qd}}$$

CLASA a XII-a

PROBLEME

PROPUSE

Un fascicul de electroni cu energia 20 keV trece printr-o foaie subțire policristalină de aur. Zonele înegrite de pe placa fotografică au forma unor inele concentrice cu centrul pe axul fascicului. De ce? Calculezi diametrele inelelor, dacă distanța de la foaie la placa fotografică este 10 cm.

Rezolvare

Electronii trecând prin cristal suferă fenomenul de difracție la fel, ca de exemplu, razele X. La studiul difracției razeilor x pe cristale s-a subliniat că este comod să se folosească ideea interferenței razeilor X reflectate pe planurile rețiculare paralele ale cristallului. În aceste condiții se obține cunoscuta relație a lui Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (n=0,1,2,3,\dots)$$

unde d - distanța dintre două plane rețiculare vecine, λ - lungimea de undă, 2θ - unghiul dintre raza incidentă și direcția maximului de difracție respectiv. Într-un cristal se pot alege diferite familii de plane rețiculare paralele cu d de diferite valori. Pentru cristallul de aur (rețea cubică cu fețe centrate), d maxim este egal cu constanta rețelei cristalline $a = 2,88 \cdot 10^{-10}$ m, următoarea valoare este $a/\sqrt{2}$, e.a.m.d.

Să vedem acum la ce va duce orientarea haotică a diferite microcristalite în foaie policristalină de aur. Dacă $2\theta < 2d$, atunci între microcristalitele din foaie se vor găsi obligatoriu unele pentru care condiția de maxim (relația lui Bragg) are loc. Mai departe, imaginea de difracție va fi simetrică față de direcția fascicului incident. Prin urmare pe placa fotografică, zonele înegrite vor lua forma unor inele concentrice cu centrul pe axul fascicului și cu raza

$$R_n = L \tan 2\theta = \frac{n\lambda L}{2}$$

unde L este distanța de la foaie la placa fotografică. Primul inel îi corespunde $n=1$ și valoarea maximă a lui d . Să calculăm acum razele primelor inele. Lungimea de undă pentru electroni cu energia cinetică W este

$$\lambda = \frac{2\pi\hbar}{p} = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2mW}} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ cm}$$

să zicem că raza primului inel este

$$R_1 = \frac{\lambda L}{2} = \frac{2\pi\hbar L}{2\sqrt{2mW}} = 0,3 \text{ cm}$$

Celălalt doi inele însă îi corespund $n=1$ și $d=a/\sqrt{2}$, deci $R_2 = R_1/\sqrt{2} \approx 0,4 \text{ cm}$.

La calcularea razei următoare trebuie avut în vedere că noile maxime corespund nu numai unor noi valori ale distanței d , ci și valorilor $n > 1$.

1. O bilă mică se mișcă cu viteză v pe o suprafață orizontală și intră în punctul A într-o fină cilindrică

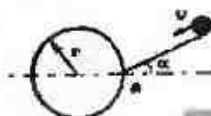


fig. 5

verticală de adâncime h și rază r . Viteza v a bilei face unghiul α cu diametrul finții, dus în punctul A (figura 5, vedere de sus).

Se poate să se găsească în v , h , r și α pentru ce bilă după ciocniri elastice cu pereții finții să eșueze înapoi afară? Pierderile datorate frecărilor se neglijează.

2. Pereții unui vas în care se află un gaz cu temperatura T , au temperatura T_p . În ce caz presiunea gazului asupra pereților vasului este mai mare: cînd pereții sînt mai reci ca gazul ($T_p < T$) sau cînd sînt mai calzi ($T_p > T$)?

3. Două bobine cilindrice lungi cu bobinaj uniform de aceeași lungime și aproximativ aceeași rază, au inductanțele L_1 și L_2 . Bobinele sînt introduse



fig. 6

una în alta, coaxial și conectate la un circuit ca în figura 6. Sensul curenților este de asemenea indicat pe figură. Așteți in-

ductanța L a unei asemenea bobine compuse.

4. În 1923, A. Compton a arătat că fotonii împrăștiați pe electroni liberi au după împrăștiere o energie mai mică decât înainte de împrăștiere. (A.H. Compton, Physical Review, 22, 411 (1923)). Această experiență se consideră că realizează cea mai prețioasă a fizicii experimentale a anilor 20.

Fie ciocnirea unui foton cu energia E cu un electron aflat în repaus. Să se determine energia fotonului după împrăștierea sa sub un unghi ϕ mic față de direcția inițială de mișcare (unghiul ϕ se numește unghi de împrăștiere). Se vor folosi următoarele notații:

	înainte de împrăștiere	după împrăștiere
electronul	E, p	E', p'
fotonul	E, p	E', p'

Nu se vor folosi în demonstrație h , v sau λ ci numai legile de conservare a energiei și impulsului și relația relativistă dintre energie și impuls.

Desenați graficul energiei fotonului împrăștiat (considerând ca unitate de măsură, energia de repaus a electronului) în funcție de unghiul de împrăștiere φ pentru cazul în care energia fotonului incident este de două ori mai mare decât energia de repaus a electronului.

Arătați că pentru fotonii care se împrășteie pe electroni puternic legați în atomi aflați pe la mijlocul sistemului periodic (de exemplu cu masă egală cu 10.000 mase electronului), variația energiei lor este neglijabilă.

**Prof. LIVIU ARICI
BRĂILA**

PROBLEME PROPUSE PENTRU LICEU

CLASA a IX-a

CAPITOLUL 2 PRINCIPIILE DINAMICII

1. Care este masa unui corp a cărui densitate relativă este 7,8, dacă acesta are forma:

- sferică cu raza $R=5$ cm;
 - cub cu latura $l=10$ cm;
 - paralelipipedic cu cele trei dimensiuni: 12 cm, 15 cm, 20 cm;
 - cilindru cu raza bazei 8 cm și înălțimea 20 cm;
 - con cu raza bazei 10 cm și înălțimea 20 cm.
- (14,082 kg; 7,8 kg; 28,08 kg; 39,2 kg; 16,32 kg).

2. Un corp cu masa de 100 kg este acționat cu frecare $\mu=0,1$ pe o suprafață orizontală cu accelerație $a=2$ m/s². Se cere forța de tracțiune în cazurile:

- forța este orizontală;
 - forța face unghiul $\alpha=30^\circ$ cu orizontala;
 - forța acționează pe verticală.
- (300 N; 327,86 N; 1200 N)

3. Un corp cu masa de 20 kg este deplasat pe o suprafață orizontală cu frecare. Când corpul este tras, forța formând unghiul $\alpha=45^\circ$ cu orizontala, accelerația lui este $a_1=2$ m/s², iar când este împins de aceeași forță sub același unghi, accelerația lui este $a_2=1,44$ m/s². Se cere valoarea forței și coeficientul de frecare.

(77 N, 0,1)

4. Două corpuri de masă $m_1=20$ kg și $m_2=30$ kg legate printr-un fir ce poate rezista pînă la o tensiune de rupere $T_r=150$ N pot fi deplasate pe o suprafață orizontală de către o forță F orizontală. Mișcarea se face cu frecare. Când forța acționează asupra cor-

pului m_1 , tensiunea din fir este 80 N; când acționează asupra corpului m_2 , tensiunea din fir este 60 N. Se cere:

- valoarea forței ce acționează, accelerația mișcării și coeficientul de frecare;
- care este valoarea forței și tensiunea din fir dacă sistemul se mișcă cu accelerația $a'=3$ m/s². (150 N; 2 m/s²; 0,1; 200 N; 120 N; 80 N; 4 m/s²; 250 N)
- cu ce accelerație se mișcă sistemul și ce valoare are forța pentru ca firul să se rupă.

5. Două corpuri de masă $m_1=12$ kg și $m_2=18$ kg legate printr-un fir se pot deplasa cu frecare $\mu=0,1$ pe o suprafață orizontală. Când asupra corpului m_1 acționează F ce face unghiul $\alpha_1=30^\circ$ cu orizontala, tensiunea din fir este $T_1=54$ N; când aceeași forță acționează asupra celui de-al doilea corp sub unghiul $\alpha_2=45^\circ$, tensiunea din fir este $T_2=45,72$ N. Se cere:

- accelerația sistemului în cele două cazuri și valoarea forței F ;
- ce accelerație și tensiune din fir va imprima forța F dacă acționează asupra corpului m_2 sub unghi $\alpha_3=60^\circ$. (2 m/s²; 1,54 m/s²; 96,36 N; 0,92 m/s²; 23 N)

6. Două corpuri de masă $m_1=4$ kg și $m_2=6$ kg sînt legate printr-un fir trecut peste un scripete ideal. Care este accelerația sistemului și tensiunea din fir când sistemul este lăsat liber? Care este forța din axul scripetelui?

(2 m/s², 48 N; 96 N)

7. Două corpuri de masă $m_1=4$ kg și $m_2=4,8$ kg sînt legate printr-un fir trecut peste un scripete ideal. Corpul m_1 antrenază după un timp un disc de masă $m_3=1$ kg fixat pe un suport înclinat. Se cere:

- accelerația sistemului și tensiunea din fir cînd sistemul este lăsat liber;
- accelerația sistemului și tensiunea din fir după antrenarea discului;
- forța cu care discul apasă asupra corpului de

masă m_1 .

(0,9 m/s², 43,6 N; -0,2 m/s², 49 N; 10,2 N)

8. Două corpuri de masă $m_1=6$ kg și masă $m_2=4$ kg sînt legate printr-un fir. Corpul de masă m_1 se mișcă cu frecare pe o suprafață orizontală, corpul m_2 atîrnă pe verticală, firul fiind trecut peste un scripete în planul suprafeței orizontale. Dacă tensiunea din fir este 26,4 N se cere:

- coeficientul de frecare;
 - forța ce acționează în axul scripetelui.
- (0,1; 37,22 N)

9. Trei corpuri de mase m_1 , m_2 , m_3 sînt legate între ele și se pot mișca astfel: două din ele cu frecare pe o suprafață orizontală $\mu=0,1$, iar al treilea atîrnă pe verticală, firul fiind trecut peste un scripete. Cînd m_1 atîrnă pe verticală sistemul se mișcă cu accelerația $a_1=7/4$ m/s², corespunzător pentru m_2 accelerația $a_2=8/3$ m/s² și pentru m_3 , $a_3=43/12$ m/s². Se cere:

- maselor celor trei corpuri;
- tensiunile din fire și forța din scripete în fiecare caz.

($m_1=3$ kg, $m_2=4$ kg, $m_3=5$ kg; 99/4 N, 55/4 N, 33/4 N; 55/3, 55/3, 42; 32, 18,3, 45)

10. Corpurile de mase $m_1=10$ kg și $m_2=12$ kg sînt legate printr-un fir trecut peste un scripete. Se cere accelerația de mișcare a corpurilor și tensiunea din fir în cazurile:

- scripetele urcă vertical cu accelerația $a_0=2$ m/s²;
- scripetele coboară vertical cu aceeași accelerație.

(12/11 m/s², 131 N; 4/3 m/s², 83,9 N)

11. Două corpuri de mase m_1 și m_2 sînt legate printr-un fir trecut peste un scripete. Cînd scripetele urcă pe verticală cu aceeași accelerație $a_0=2$ m/s² forța din axul scripetelui este $F_1=262$ N, iar cînd coboară cu aceeași accelerație este $F_2=174$ N. Se cere masele celor două corpuri. (10 kg; 12 kg)

12. Corpurile de masă $m_1=6$ kg și $m_2=4$ kg sînt legate printr-un fir trecut peste un scripete atîrnat în vîrfurile unui plan înclinat de unghi $\alpha=30^\circ$. Corpul atîrnat pe plan se mișcă cu frecare $\mu=0,1$, celelalte atîrnînd pe verticală. Se cere accelerația sistemului și tensiunea din fir cînd:

- corpul m_1 este pe planul înclinat;
 - corpul m_2 este pe planul înclinat.
- (2,2 m/s², 31,2 N; 2,94 m/s², 35,3 N)

13. Pe un plan înclinat de unghi $\alpha=30^\circ$ se află un corp de masă $m=5$ kg. Se cere:

a) componentele greutății corpului pe planul înclinat;

b) accelerația cu care corpul coboară lăsat liber.

c) accelerația cu care urcă corpul pe plan dacă ar fi aruncat de jos în sus. Mișcarea se face cu frecare, $\mu=0,1$.

(25 N, 43,25 N; 4,135 m/s²; 5,865 m/s²)

14. Un corp de masă $m_1=8$ kg atîrnă pe un plan înclinat de unghi $\alpha=30^\circ$ este legat printr-un fir trecut peste un scripete atîrnat în vîrfurile planului de un alt corp de masă m_2 . Corpul din pe plan se mișcă cu frecare $\mu=0,1$. Se cere:

a) limitele între care poate fi cuprinsă masa m_2 pentru ca sistemul să rămînă în repaus;

b) ce valori trebuie să aibă masa m_2 pentru ca sistemul să se miște cu accelerația $a=1$ m/s²;

c) care este tensiunea din fir, corespunzător punctului b.

(4,692 kg; 3,308 kg; 8,1 kg; 2,78 kg; 64,9 N; 30,58 N)

15. Un plan orizontal are la capete doi scripeti peste care sînt trecute fire ce au la capete corpuri de mase $m_1=5$ kg și $m_2=4$ kg. Firele sînt legate de corpul $m_1=5$ kg atîrnat pe planul orizontal. Se cere:

a) coeficientul de frecare dintre corpul de masă m_1 și plan pentru ca sistemul să rămînă în repaus;

b) coeficientul de frecare dintre corp și plan pentru ca sistemul să se miște cu accelerația $a=0,26$ m/s²

(0,188; 0,1)

Prof. BORȘ IOAN
SRĂILA

CAPITOLUL 3

MIȘCAREA PUNCTULUI MATERIAL SUB ACȚIUNEA UNOR TIPURI DE FORȚE

* BREVIAR *

Prof. FLORIN ANTON
IASI

3.1. MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORMĂ

În mișcarea rectilinie uniformă, vectorul vitezei este constant: $\vec{v} = \text{const.}$

Legea mișcării:

$$v_m = v = d/t, \text{ deci } d = v \cdot t \text{ și } t = d/v$$

Dacă mobilul parcurge distanța d în etapa cu viteză constantă dar dîrîșe cu modul vitezei medii nu este necesar să scriem că vitezele el este numeric

egală cu raportul dintre distanța parcursă și timpul în care o parcurge.

3.2. MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORM VARIATĂ

În mișcarea rectilinie uniform variată, vectorul accelerației este constant: $\vec{a} = \text{const}$.

A. Mișcarea rectilinie uniform accelerată fără viteză inițială: accelerația constantă are direcția și sensul vitezei mobilului și, la momentul inițial $t_0=0$, viteza inițială a mobilului este zero, $v_0=0$.

Legea vitezei: $v = at$

Legea mișcării: $d = at^2/2$

Formula lui Galilei: $v^2 = 2ad$

B. Mișcarea rectilinie uniform accelerată cu viteză inițială: accelerația constantă are direcția și sensul vitezei mobilului și, la momentul inițial $t_0=0$, viteza inițială a mobilului este diferită de zero, $v_0 \neq 0$.

Legea vitezei: $v = v_0 + at$

Legea mișcării: $d = v_0t + at^2/2$

Formula lui Galilei: $v^2 = v_0^2 + 2ad$

C. Mișcarea rectilinie uniform încetinită: accelerația constantă are aceeași direcție, dar sens opus vitezei mobilului.

Legea vitezei: $v = v_0 + at$

Legea mișcării: $d = v_0t - \frac{1}{2}at^2$

Formula lui Galilei: $v^2 = v_0^2 - 2ad$

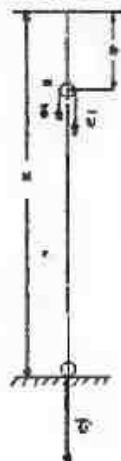
Timpul de oprire: $t_0 = \frac{v_0}{|a|}$

Distanța de oprire: $d_0 = \frac{v_0^2}{2|a|}$

3.3. MIȘCAREA CORPURILOR SUB ACȚIUNEA GREUTĂȚII

În imediata apropiere a suprafeței Pământului, în vid, mișcarea corpurilor sub acțiunea gravitației este uniform variată, forța de atracție a Pământului imprimând tuturor corpurilor aceeași accelerație constantă $\vec{g} = 9.8 \text{ m/s}^2$, accelerația gravitațională.

Accelerația gravitațională are direcția verticalei, sensul spre Pământ și valoarea $g=9.8 \text{ m/s}^2$ la nivelul mării și la paralela 45° .



A. Căderea liberă: viteza mobilului avînd direcția și sensul accelerației gravitaționale și, la momentul inițial $t_0=0$, viteza inițială a mobilului fiind $v_0=0$, mișcarea este rectilinie uniform accelerată, fără viteză inițială, unde $a=g$ și $d=h$.

Legea vitezei: $v = gt$

Legea mișcării: $h = gt^2/2$

Formula lui Galilei: $v^2 = 2gh$

Viteza finală: $v = \sqrt{2gh}$

Timpul de coborîre: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$



B. Aruncarea pe verticală în jos: viteza mobilului avînd direcția și sensul accelerației gravitaționale și, la momentul inițial $t_0=0$, viteza inițială a mobilului fiind diferită de zero $v_0 \neq 0$, mișcarea este rectilinie, uniform accelerată cu viteză inițială, unde $a=g$ și $d=h$.

Legea vitezei: $v = v_0 + gt$

Legea mișcării: $h = v_0t + gt^2/2$

Formula lui Galilei:

$v^2 = v_0^2 + 2gh$

Viteza finală: $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

Timpul de coborîre: $t_0 = (v - v_0)/g$

C. Aruncarea pe verticală în sus: viteza mobilului avînd aceeași direcție, dar sens opus accelerației gravitaționale, mișcarea este rectilinie, uniform încetinită, unde $a=g$ și $d=h$, $t_0=t_u$ și $d_0=h_m$.

Legea vitezei: $v = v_0 - gt$

Legea mișcării: $h = v_0t - gt^2/2$

Formula lui Galilei:

$v^2 = v_0^2 - 2gh$

Timpul de urcare: $t_u = v_0/g$

Înălțimea maximă: $h_m = v_0^2/2g$



Ajunsa la înălțimea maximă, mobilul revine spre Pământ în cădere liberă, cu o viteză finală v' egală în modul cu viteza inițială v_0 , timpul de coborâre fiind egal cu timpul de urcare.

3.3. FORȚELE DE FRECARE

A. Forța de frecare la alunecare între corpuri nu depinde de aria suprafeței de contact dintre corpuri.

B. Forța de frecare la alunecare este direct proporțională cu forța de apăsare normală exercitată pe suprafața de contact.

$$F_f = m \cdot N$$

C. Coeficientul de frecare la alunecare m este numeric egal cu tangenta unghiului de frecare φ , unghi egal cu al planului înclinat pe care corpul se mișcă uniform.

$$\mu = \tan \varphi$$

* PROBLEME PROPUSE *

MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORMĂ

3.1.1. O luminare și un creion, având aceeași lungime, se află pe aceeași perpendiculară la un perete, la distanțele $D=18$ cm, respectiv $d=3$ cm de perete. Dacă fiecare lumină coboară cu viteză $v=1,5$ mm/min, cu ce viteză urcă pe perete umbra creionului?

3.1.2. Pe sub bacul din holul casei, aflat la înălțimea $H=3$ m, un elev trece cu viteză constantă $v=0,5$ m/s, extremitatea umbrăi elevului deplasându-se cu viteză $v'=1$ m/s. Cât de înalt este elevul?

3.1.3. Cu o minge de tenis un finăr lovește perpendicular un perete aflat la distanța $d=15$ m. Din momentul în care finărul se deplasează spre perete cu o viteză de $n=10$ ori mai mică decât a mingii, ce drum total a parcurs mingea până când distanța dintre finăr și perete se reduce la fracțiunea $K=0,8$ din distanța inițială?

3.1.4. Un lilac, se zboară perpendicular spre un obstacol, cu o viteză $v=20$ m/s, emite un semnal sonor, ce se propagă în aer cu viteză $v_s=340$ m/s. Ce fracțiune K din distanța dintre el și obstacol la momentul emiterii semnalului parcurge lilacul până la recepționarea semnalului?

3.1.5. Pista de alergări a unui școal are lungimea $L=50$ m. Pe două culoare alergă, dintr-o dată, doi elevi, cu vitezele $v_1=6$ m/s, respectiv $v_2=4$ m/s. La ce distanță de start se întâlnesc prima oară? De câte ori a parcurs lungimea unui culoar primul alergător până când îl reîntâlnește pe al doilea în start?

3.1.6. Pista de alergări are lungimea $L=100$ m. Din start pleacă un elev cu viteză $v_1=4$ m/s. După cît timp trebuie să plece din start un alt elev cu viteză $v_2=5$ m/s pentru să ajungă pe primul la capătul culoarului?

3.1.7. De la capetele aceluiași culoar de alergare, cu lungimea $L=100$ m, pornesc doi elevi cu vitezele $v_1=4$ m/s, respectiv $v_2=6$ m/s. Primul pleacă din start cu $t'=5$ s înaintea celui de-al doilea. La ce distanță față de start se vor întâlni?

3.1.8. De la capetele aceluiași culoar de alergare, cu lungimea $L=100$ m, pornesc doi elevi, unul din start, iar celălalt, cu $t'=5$ s mai devreme, de la capătul culoarului, cu viteză $v_2=4$ m/s. Ei se întâlnesc la $d=48$ m de start. Ce viteză a avut elevul care a plecat din start?

3.1.9. Un elev pleacă din start cu viteză $v_1=7$ m/s. De la distanța $d'=10$ m față de start, pe distanța și în sensul alergării, un alt elev a plecat cu t' secunde mai devreme și viteză $v_2=4$ m/s. Ei se întâlnesc la $d=42$ m de start. Ce valoare are t' ?

3.1.10. Două mobile pornesc la același moment, din același loc, în aceeași direcție și sens, cu vitezele $v_1=60$ km/h, respectiv $v_2=46$ km/h. Din același loc și în același moment pornesc un al treilea mobil, care se află tot timpul la mijlocul distanței dintre primele două mobile. Ce viteză are al treilea mobil?

3.1.11. Două autoturisme pornesc în același moment, din același loc, în aceeași direcție și sens, cu vitezele $v_1=36$ km/h, respectiv $v_2=54$ km/h. După o jumătate de oră, din același loc pleacă un al treilea autoturism, care la o oră de la momentul depășirii unui autoturism, îl depășește și pe celălalt. Ce viteză are cel de-al treilea autoturism?

3.1.12. Pe trei culoare paralele, trei bicicliști se află în start la distanțele $AB=4$ m, respectiv BC , unul de celălalt. Toți se deplasează paralel și în același sens, cu vitezele $v_1=8$ m/s, $v_2=7$ m/s, respectiv $v_3=4$ m/s. Cât este BC , dacă biciclistul se află permanent în linie dreaptă?

3.1.13. În același moment pleacă din Iași un autocamion și din Botoșani un motociclist. Ei se întâlnesc la distanța $d_1=45$ km de Botoșani. Continuându-și drumul, ajung la Botoșani, respectiv Iași și se întorc fără oprire, întâlnindu-se după $t=3$ h de la prima întâlnire, la distanța $d_2=15$ km de Iași. Care sînt modulele vitezelor și distanța Iași-Botoșani?

3.1.14. O șalupă face drumul dus-întors între două porturi fluviale. Viteza apei fiind 5 km/h și a șalupei față de apă de 25 km/h, ce viteză a avut șalupei?

Miscarea rectilinie uniform variată

3.2.1. Un sportiv aleargă 100 m plat. Plecînd din start, el ajunge după 8 m la viteză de 8 m/s. Cu această viteză aleargă pînă la "ecelir", dar mai parcurge încă 10 m pentru a se opri. Cît timp a alergat sportivul?

3.2.2. Într-o mină, un ascensor, cu masa $M=500$ kg, coboară cu accelerație constantă, parcurgînd $h_1=10$ m în $t_1=2$ s, după care, cu viteză constantă, coboară $t_2=8$ s, sistemul de frînare imprimînd apoi accelerația de frînare $a'=-10$ m/s². La ce adîncime a coborît ascensorul? Care au fost tensiunile din cablul ascensorului în cele trei trepte ale mișcării? ($g=10$ m/s²)

3.2.3. Într-un lift se află un copil cu masa $m=50$ kg. Plecînd de la parter, liftul atinge în $t_1=4$ s viteză $v=2$ m/s, după care în $t_2=6$ s urcă cu aceeași viteză, sistemul de frînare oprind liftul în $t_3=5$ s. Înălțimea unui etaj fiind $h=3$ m, la ce etaj s-a oprit liftul? ce apăsare exercită copilul asupra liftului în cele trei etape ale mișcării?

3.2.4. Doi cilindri cu aceeași masă, $m_1=m_2=55$ g, sînt legați printr-un fir, trecut peste un scripete ideal. Deasupra cilindrului m_1 află la diviziunea zero a riglei verticale se află o suprasarcină cu arpioare de masă $m=15$ g. Sistemul fiind lăsat liber, după $t_1=0,5$ s suprasarcina este oprită de cursorul inelar și după încă $t_2=3$ s cilindrul m_1 este oprit de cursorul plin. În dreptul căror diviziuni au fost fixate cele două cursoare? Care au fost tensiunile din fir în cele două etape ale mișcării? ($g=10$ m/s²)

3.2.5. Doi cilindri cu aceeași masă, $m_1=m_2=60$ g, sînt legați printr-un fir, trecut peste un scripete ideal. Deasupra cilindrului m_1 află la diviziunea zero a riglei verticale se află o suprasarcină cu arpioare

de masă m . Sistemul fiind lăsat liber, după $t_1=1$ s suprasarcina este oprită de cursorul inelar și după $t_2=2$ s cilindrul m_1 este oprit de cursorul plin fixat la diviziunea $x_2=1$ m. Ce masă are suprasarcina și ce apăsare exercită m_1 în prima etapă a mișcării? ($g=10$ m/s²)

3.2.6. Doi cilindri cu aceeași masă, $m_1=m_2=60$ g, sînt legați printr-un fir, trecut peste un scripete ideal. Deasupra cilindrului m_1 , află la diviziunea zero a riglei verticale, se află o suprasarcină inelară, de masă $m'=5$ g și o suprasarcină cu arpioare este oprită de cursorul inelar și după încă $t_2=1$ s cilindrul m_1 este oprit de cursorul plin. În dreptul căror diviziuni au fost fixate cele două cursoare? Care au fost tensiunile din fir în cele două etape ale mișcării? ($g=10$ m/s²)

3.2.7. Doi cilindri cu aceeași masă, $m_1=m_2=45$ g, sînt legați printr-un fir, trecut peste un scripete ideal. Deasupra cilindrului m_1 , află la diviziunea zero a riglei verticale, se află o suprasarcină inelară de masă $m'=8$ g și o suprasarcină cu arpioare de masă $m=2$ g. Cursorul inelar, ce reține numai suprasarcina cu arpioare, se află în dreptul diviziunii $x_1=0,5$ m, iar cursorul plin, ce oprește cilindrul m_1 , se află în dreptul diviziunii $x_2=1,4$ m. Sistemul fiind lăsat liber, după ce interval de timp cilindrul m_1 este oprit de cursorul plin? Care au fost apăsările exercitate de suprasarcina m' asupra cilindrului m_1 în cele două etape ale mișcării? ($g=10$ m/s²)

3.2.8. Cilindrul cu masă $m_1=55$ g este legat printr-un fir, trecut peste un scripete ideal, de cilindrul cu masă $m_2=45$ g. Cilindrul m_1 se află la diviziunea zero a riglei verticale. Sistemul este lăsat liber. După $t_1=1$ s cilindrul m_2 , trecînd prin cursorul inelar, se încarcă cu suprasarcina cu arpioare de masă $m'=20$ g. Pînă în dreptul cărei diviziuni de pe rigla verticală coboară cilindrul m_1 și în ce interval de timp? Care au fost tensiunile din fir în cele două etape ale mișcării?

3.2.9. Cilindrul cu masă $m_1=65$ g este legat printr-un fir, trecut peste un scripete ideal, de cilindrul cu masă $m_2=60$ g. Cilindrul m_1 se află la diviziunea zero a riglei verticale. Sistemul este lăsat liber. După $t_1=2$ s cilindrul m_2 , trecînd prin cursorul inelar, se încarcă cu suprasarcina cu arpioare $m'=15$ g, după care cursorul este înălțat. Cu ce viteză și după ce interval de timp revine cilindrul m_1 în dreptul diviziunii x_1 a riglei verticale? Care au fost apăsările exercitate de suprasarcina m' asupra cilindrului m_2 în ultimele două etape ale mișcării? ($g=10$ m/s²)

Mișcarea corpurilor sub acțiunea gravitației

3.3.1. Care este raportul dintre spațiul parcurs în a doua și-n prima jumătate a timpului de cădere liberă a unui corp?

3.3.2. De la aceeași înălțime, cad liber succesiv, două corpuri, la un interval de timp $t=2$ s.

a) Cu ce viteză relativă se deplasează un corp față de altul?

b) După ce interval de timp, din momentul căderii primului corp, viteză acestuia este $n=3$ ori mai mare decât viteză corpului al doilea?

c) Care este distanța dintre corpuri în acel moment?

3.3.3. Cabina unui ascensor, cu masa $M=500$ kg, cade liber. Când atinge viteză $v=9,8$ m/s, intrând în funcțiune sistemul de frinare, cabina se oprește după $t=2$ s.

a) Pe ce distanță s-a deplasat cabina ascensorului?

b) Care au fost tensiunile din cablul ascensorului în cele două etape ale mișcării?

3.3.4. Un corp este aruncat vertical în sus cu viteză inițială $v_0=9,8$ m/s. Ce interval de timp separă momentele, când viteză corpului are valoarea egală cu jumătate din valoarea inițială?

3.3.5. Un corp este aruncat vertical în sus cu viteză inițială $v_0=19,8$ m/s. După cât timp corpul parcurge 24,5 m?

3.3.6. Un corp cade liber. Simultan este aruncat pe verticală în sus un al doilea corp, cu o viteză inițială care permite să atingă înălțimea maximă egală cu înălțimea de la care cade primul corp. În momentul întâlnirii, viteză celui de-al doilea corp are valoarea $v_2=9,8$ m/s.

a) Cu ce viteză relativă se deplasează unul pe lângă altul?

b) De la ce înălțime cade primul corp?

c) La ce înălțime deasupra solului se întâlnesc corpurile?

3.3.7. Într-un aerostat, se coboară vertical, cu viteză constantă $w=5$ m/s, un al doilea corp, legat printr-un fir inextensibil de lungime $l=19,7$ m. Corpurile sînt lăsați să cadă liber, unul după altul, la un interval de timp t_1 s.

a) După cât timp din momentul lăsarării primului corp, firul se va întinde?

b) Care este distanța dintre aerostat și primul corp, cînd firul este întins?

3.3.8. Un parașutist coboară vertical, cu viteză constantă. De la suprafața Pămîntului se aruncă vertical în sus un corp cu viteză inițială $v_0=58,8$ m/s, care, după $t_1=5$ s, trece prin fața parașutistului. Corpul trece din nou prin fața parașutistului după $t_2=2,5$ s de la prima trecere. Cu ce viteză și la ce înălțime se află parașutistul cînd corpul revine la suprafața Pămîntului?

3.3.9. La aceeași înălțime $h=4,9$ m se află două corpuri, la distanța de 9,8 m. Un corp cade liber. Cu ce viteză minimă trebuie aruncat al doilea corp pe orizontală, pentru ca ele să se întâlnească în aer?

3.3.10. Un corp este aruncat vertical în sus, cu viteză $v_1=9,8$ m/s. Simultan, dintr-un turn se aruncă orizontal spre primul corp un al doilea corp, cu viteză $v_2=15$ m/s. Care sînt înălțimea turnului și distanța pe orizontală dintre locul aruncării primului corp și baza turnului, corpurile înșirîndu-se la suprafața Pămîntului?

3.3.11. Un corp este aruncat de la suprafața Pămîntului, sub unghiul α față de orizontală, cu viteză inițială v_0 . Ce interval de timp separă momentele cînd viteză corpului este de n ori mai mică decât viteză sa inițială?

3.3.12. Un corp este aruncat de la suprafața Pămîntului, sub unghiul α față de orizontală. În timp ce urcă, după ce a parcurs distanța d , pe orizontală, viteză corpului formează unghiul β cu orizontala. Cu ce viteză inițială a fost aruncat corpul?

3.3.13. Dintr-un turn de înălțime $h=19,6$ m, cade liber un corp. Simultan, de la suprafața Pămîntului se aruncă oblic spre primul corp un alt corp, sub unghiul $\alpha=30^\circ$ față de orizontală. Care este distanța maximă pe orizontală dintre locul aruncării primului corp și baza turnului, pentru ca cele două corpuri să se întâlnească în aer?

3.3.14. Un corp este aruncat, de la suprafața Pămîntului, sub unghiul $\alpha=30^\circ$ față de orizontală, cu viteză inițială $v_0=19,8$ m/s. Față de locul aruncării primului corp, la o distanță egală cu înălțimea acestuia, simultan, dintr-un turn se aruncă orizontal spre primul corp un al doilea corp. Care sînt înălțimea turnului și viteză celui de-al doilea corp, pentru al întâlni pe primul corp la înălțimea maximă la care ajunge?

Forțele de frecare

3.4.1. Pe un plan înclinat, care formează unghiul $\alpha=30^\circ$ cu orizontala, urcă cu viteză constantă un corp cu masa $m=10$ kg, fiind tras de o forță $F=98$ N, paralelă cu planul înclinat. Ce valoare are coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat?

3.4.2. Un corp este lansat în sus de-a lungul unui plan înclinat, care formează unghiul $\alpha=30^\circ$ cu orizontala. Viteza inițială a corpului este $v_0=14,7$ m/s, lungimea planului înclinat $l=6,125$ m și coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat $\mu=0,27$. Cu ce viteză părăsește corpul planul înclinat?

3.4.3. Forța $F=20$ N trage corpul de masă $m=5$ kg, aflat pe un plan orizontal, cu care direcția forței formează unghiul $\alpha=30^\circ$. Corpul deplasându-se cu accelerația $a=1,354$ m/s², ce valoare are coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul orizontal?

3.4.4. Un corp, lansat în sus de-a lungul unui plan înclinat, care formează unghiul $\alpha=30^\circ$ cu orizontala, revine la baza planului cu o viteză de $v=3$ ori mai mică decât viteza sa inițială. Ce valoare are coeficientul de frecare la alunecarea corpului pe planul înclinat?

3.4.5. Pe un plan orizontal se află un corp de masă $m_1=2$ kg, legat printr-un fir trecut peste un scripete ideal de un alt corp de masă $m_2=4$ kg, care coboară pe verticală cu accelerația $a=4,9$ m/s². Sa se afle valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corpul m_1 și planul orizontal, tensiunea din fir și reacțiunea din axul scripetelui?

3.4.6. Două corpuri de mase m_1 , respectiv m_2 , aflate pe un plan orizontal, sînt legate printr-un fir. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corpuri și planul orizontal fiind μ , care este raportul tensiunilor din fir, dacă se trage cu o forță orizontală, constantă, de corpul m_1 sau de corpul m_2 ?

3.4.7. Pe un plan orizontal se află două cărămizi suprapuse de masă $m=4$ kg fiecare. Se neglijează frecările dintre prima cărămidă și planul orizontal, a doua cărămidă este fixată de un suport vertical printr-un fir ce formează unghiul $\alpha=45^\circ$ cu ecuatoarea. Coeficientul de frecare la alunecare dintre cărămizi fiind $\mu=0,25$, ce valoare minimă are forța orizontală ce pune în mișcare prima cărămidă?

3.4.8. Un cărucior cu platformă, de masă M , se deplasează fără frecare, rectiliniu și uniform, cu viteza v_0 , pe un plan orizontal. Pe marginea din față a platformei se pune un corp de masă m , fără viteză inițială și de dimensiuni neglijabile față de lungimea l a platformei. Care este valoarea minimă a coeficientului de frecare la alunecare dintre corp și platformă, pentru a rămîne corpul pe platformă?

3.4.9. Un cărucior cu platformă, de masă M , se află pe un plan înclinat de unghiul α , coeficientul de frecare la alunecare dintre roțile platformei și planul înclinat fiind μ_1 . Pe platformă se află un observator, de masă m , care coborînd pe platformă, o determină să urce pe planul înclinat cu viteză constantă. Ce valoare are coeficientul de frecare μ_2 dintre tălpile observatorului și platformă?

3.4.10. Un cărucior cu platformă, de masă M , se află în repaus pe un plan orizontal, pe care se poate deplasa cu frecări neglijabile. De-a lungul platformei, tangent la suprafața ei, se așază un corp de masă m și dimensiuni neglijabile față de lungimea l a platformei. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și platformă fiind μ , care este valoarea maximă a vitezei cu care poate sosi corpul m pe platformă pentru a nu o părăsi?

3.4.11. Pe un plan înclinat care formează unghiul $\alpha=30^\circ$ cu orizontala, se află un corp cu masa $m_1=3$ kg, legat printr-un fir trecut peste un scripete ideal, aflat în vîrtul planului înclinat, de corpul cu masa $m_2=2$ kg, suspendat pe verticală. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corpul m_1 și planul înclinat este $\mu=0,5$. Ce valoare are coeficientul de frecare static dintre m_1 și planul înclinat?

SOLUȚII

Capitolul 3. MIȘCAREA PUNCTULUI MATERIAL SUB ACȚIUNEA UNOR TIPURI DE FORȚE

3.1. Mișcarea rectilinie uniformă

$$3.1.1. \quad v = v_0 + at = 0,3 \text{ mm/min}$$

$$3.1.2. \quad h = H \frac{v - v_0}{v} = 1,5 \text{ m}$$

$$3.1.3. \quad D = nd(1 - k) = 60 \text{ m}$$

$$3.1.4. \quad K = 2 \frac{v}{v_0 + v} = \frac{1}{9}$$

$$3.1.5. d_1 = 2L \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 40 \text{ m}$$

$$d_1' - d_2' = 2L : n = 2 \frac{V_1}{V_1 - V_2} = 6$$

$$3.1.6. t' = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \cdot \frac{L}{V_1} = 5 \text{ s}$$

$$3.1.7. d_1 = V_1 \frac{L + V_2 t'}{V_1 + V_2} = 52 \text{ m}$$

$$3.1.8. V_1 = \frac{d V_2}{L - d - V_2 t'} = 6 \text{ m/s}$$

$$3.1.8. t' = \frac{d(V_1 - V_2) - V_1 d'}{V_1 V_2} = 2 \text{ s}$$

$$3.1.10. V_2 = \frac{V_1 - V_2}{2} = 7 \text{ km/h}$$

$$3.1.11. t_2 = \frac{V_1 t_0}{V_2 - V_1} : t_0 = \frac{V_0 t_0}{V_2 - V_2} : t_2 - t_1 = t$$

$$V_2 = 72 \text{ km/h}$$

3.1.12. Similară problemei rezolvate

$$BC = \frac{AB(V_2 - V_3)}{V_1 - V_2} = 6 \text{ m}$$

3.1.13. Similară problemei rezolvate

$$V_2 = \frac{2d_1}{t} = 30 \text{ km/h}$$

$$V_2 t' = D - d_1 + d_2 : D = 120 \text{ km}$$

$$V_1 t' = d_1 + D - d_2 : V_1 = 50 \text{ km/h}$$

$$3.1.14. V_2 = \frac{2D}{t_1 + t_2} = 24 \text{ km/h}$$

3.2. Mișcarea rectilinie uniform variată

$$3.2.1. t_1 = \frac{2d_1}{V_1} = 2 \text{ s} : t_2 = \frac{d_2}{V_1} = 11,5 \text{ s}$$

$$t_3 = \frac{2d_3}{V_1} = 2,5 \text{ s} : t = 16 \text{ s}$$

$$3.2.2. a = 6 \text{ m/s}^2 : V = 10 \text{ m/s} : t_0 = 90 \text{ m} : h_0 = 5 \text{ m} : H = 105 \text{ m}$$

$$T_1 = M(g - a) = 2,5 \text{ kN} : T_2 = Mg = 5 \text{ kN}$$

$$T_3 = Mg(g + a) = 10 \text{ kN}$$

$$3.2.3. a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2 : h_1 = 4 \text{ m} : a_2 = 0 : h_2 = 12 \text{ m}$$

$$a_3 = 0,4 \text{ m/s}^2 : h_3 = 5 \text{ m} : H = 21 \text{ m} : \text{seal } V_0$$

$$T_1 = m(g + a_1) = 525 \text{ N} : T_2 = mg = 500 \text{ N}$$

$$T_3 = m(g - a_3) = 460 \text{ N}$$

$$3.2.4. a_1 = g \frac{m}{m_1 + m_2 + m} = 1,2 \text{ m/s}^2 :$$

$$h_1 = x_1 = 0,15 \text{ m}$$

$$v_1 = 0,5 \text{ m/s}$$

$$a_2 = 0 : h_2 = 1,6 \text{ m} : x_2 = h_1 + h_2 = 1,65 \text{ m}$$

$$T_1 = m(g + a_1) = 815 \text{ N} : T_2 = mg = 550 \text{ mN}$$

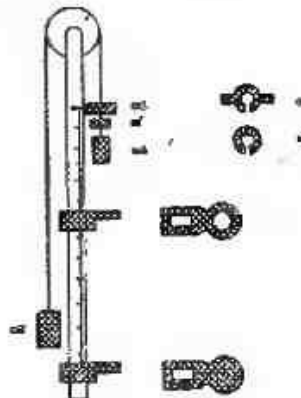
$$3.2.5. a = g \frac{m}{m_1 + m_2 + m}$$

$$h_1 = x_1 : x_2 = h_1 + h_2$$

$$m = \frac{2x_2(m_1 + m_2)}{g t_1(t_1 + 2t_2) - 2x_2} = 5 \text{ gr}$$

$$A = m(g - a) = m \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_2 + m} g = 48 \text{ mN}$$

$$3.2.6. a_1 = g \frac{m + M'}{m_1 + m_2 + m + M'} = 0,625 \text{ m/s}^2 :$$



$$v_1 = 1,25 \text{ m/s} : h_1 = x_1 = 1,25 \text{ m}$$

$$a_2 = g \frac{m'}{m_1 + m_2 + m} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$h_2 = 1,45 \text{ m} : x_2 = h_1 + h_2 = 2,7 \text{ m}$$

$$T_1 = m_2(g + a_1) = 637,5 \text{ mN}$$

$$T_2 = m_2(g + a_2) = 624 \text{ mN}$$

$$3.2.7. a_1 = g \frac{m + m'}{m_1 + m_2 + m + m'} = 1 \text{ m/s}^2 :$$

$$x_1 = h_1 : t_1 = 1 \text{ s} : V_1 = 1 \text{ m/s}$$

$$a_2 = g \frac{m'}{m_1 + m_2 + m} = \frac{80}{86} \text{ m/s}^2 :$$

$$h_2 = h_1 - x_1 : t_2 = 0,7 \text{ s} : t = 1,7 \text{ s}$$

$$A_1 = (m + m')(g - a_1) = 90 \text{ mN}$$

$$A_2 = m'(g - a_2) = 73,469 \text{ mN}$$

$$3.2.8. a_1 = g \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = 1 \text{ m/s}^2 :$$

$$V_1 = 1 \text{ m/s} : h_1 = x_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$a_2 = g \frac{m_1 - (m_2 + m)}{m_1 + m_2 + m} = -\frac{5}{6} \text{ m/s}^2 :$$

$$h_2 = 0,5 \text{ m} : x_2 = h_1 + h_2 = 1,1 \text{ m} : t_2 = 1,2 \text{ s} : t = 2,2 \text{ s}$$

$$T_1 = m_1(g - a_1) = 495 \text{ mN}$$

$$T_2 = m_2(g - |a_2|) = 505,833 \text{ mN}$$

$$3.2.9. a_1 = g \frac{m - m_2}{m_1 + m_2} = 0,4 \text{ m/s}^2 : V_1 = 0,8 \text{ m/s} :$$

$$a_2 = g \frac{m_1 - (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} = -\frac{5}{7} m/s^2; t_2 = 1,12 s;$$

$$a_3 = g \frac{m_2 + m_3 - m_1}{m_2 + m_3 + m_1} = \frac{5}{7} m/s^2; V_3 = 0,8 m/s$$

$$t_2 = 1,12 s; t = 4,24 s; A_1 = m'(g + |a_2|) = 160,714 mN; A_2 = m'(g + a_3) = 160,714 mN$$

3.3. Mișcarea corpurilor sub acțiunea gravitației

$$3.3.1. h_1 = \frac{gt^2}{2}; h_2 = gt_1 + \frac{gt_1^2}{2};$$

$$t_1 = t_2 = \frac{t}{2}; \frac{h_2}{h_1} = 3$$

$$3.3.2. a) V_1 = V_2 = V_3 = g \cdot t = 19,6 m/s;$$

$$b) V_1 = n \cdot V_2; t = n \cdot t/2 = 3 s;$$

$$c) \Delta h = 39,2 m$$

$$3.3.3. a) h_1 = 4,8 m; t_0 = v \cdot t/2 = 9,8 m; h = 14,7 m;$$

$$b) T_1 = 0; T_2 = g + a = 7350 N$$

$$3.3.4. \Delta t = t_0 + t_0 - 2V_0/2g = 1 s$$

$$3.3.5. h_m = 19,6 m; t_0 = 2 s; t = 3 s;$$

$$t' = \sqrt{\frac{2(h - h_m)}{g}} = 1 s$$

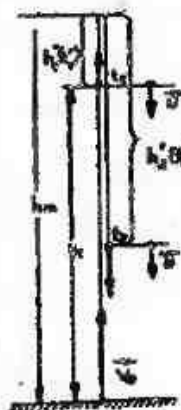
$$3.3.6. a) V_1 = 9,8 m/s; V_2 = V_1 + V_2 = 19,6 m/s;$$

$$b) h_1 + h_2 = h_m; V_0 = 19,6 m/s; h_m = 19,6 m$$

$$c) t = 1 s; h_2 = 14,7 m$$

$$3.3.7. a) h_1 - h_2 = l; t = \frac{2l + gt' - 2at'}{2gt'} = 2 s;$$

$$b) \Delta h = h_1 - u \cdot t = 19,6 m$$



$$3.3.8. h_m = 171,5 m;$$

$$h_a = 176,4 m;$$

$$t_0 = 6 s; t_1 = t_0 - t_1 = 1 s;$$

$$t_1'' = t_0 - t_1' = 1,5 s;$$

$$h_1'' = 11,025 m;$$

$$h_1' = h_m - h_1 = 4,9 m;$$

$$u \cdot t_2 + h_1'; u = 2,45 m/s;$$

$$h = h_1 - u(t_1' + t_2) =$$

$$= 154,35 m$$

$$3.3.9. t_1 = t_2; V_0 = 9,8 m/s$$

$$3.3.10. t_0 + t_2 = t; h = 19,6 m$$

$$d = \frac{2V_1V_2}{g} = 30 m;$$

$$3.3.11. V_2^2 + V_1^2 = \frac{V_0^2}{n^2}$$

$$V_2 = \pm \sqrt{\frac{V_0^2}{n^2} - V_1^2};$$

$$t = \frac{V_0}{2} \sin \alpha \pm \frac{V_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2} - \cos^2 \alpha}$$

$$\Delta t = 2 \frac{V_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2} - \cos^2 \alpha} \text{ cind } \frac{1}{n^2} > \cos^2 \alpha$$

Corpurile decă este aruncat pe verticală în sus, $\alpha = 90^\circ$

$$q) \Delta t = 2 \frac{V_0}{g} = \frac{1}{n}.$$

Pentru $n=2$ se obține rezultatul de la problema 3.3.4.

$$3.3.12. \tan \alpha - \tan \beta = \frac{gd}{V_{0k}^2};$$

$$V_{0k} = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{gd}{\tan \alpha - \tan \beta}}$$

$$3.3.13. t_2 = t_0 + t_2; V_0 = 19,6 m/s; b = 33,908 m$$

$$3.3.14. H = h_0 + g \frac{t_0^2}{2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 9,8 m.$$

$$b/2 = V_{0k} t_0; V_{0k} = 2V_{01} \cos \alpha = 16,954 m$$

3.4. Forțele de frecare

$$3.4.1. \mu = \frac{F - mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = 0,27$$

$$3.4.2. V = \sqrt{V_0^2 - 2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)l} = 9,8 m/s$$

$$3.4.3. \mu = \frac{F \cos \alpha - ma}{mg - F \sin \alpha} = 0,27$$

$$3.4.4. \mu = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} \tan \alpha = 0,46$$

$$3.4.5. \mu = \frac{m_2 g - (m_1 + m_2) a}{m_1 g} = 0,5$$

$$T = m_2(g - a) = 19,6 N; R_2 = T \cdot \sqrt{2} = 27,036 N$$

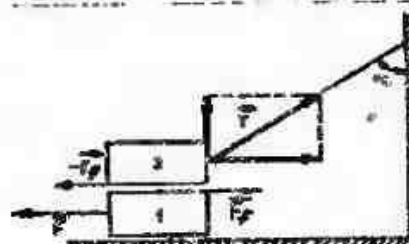
$$3.4.6. a = \frac{F}{m_1 + m_2} - \mu g$$

$$m_1 a = F - T_1 - m_1 g;$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$m_2 a = F - T_2 - m_2 g;$$

$$3.4.7. F_1 = \mu N = T \sin \alpha$$



$$T = \frac{\mu mg}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}; F = \frac{\mu mg}{1 + \mu \cos \alpha} = 7,84 N$$

3.4.8. Forțele de frecare dintre corp și platformă imprimă platformei o mișcare uniform încetinită cu accelerația $a_1 = -\mu \cdot m \cdot g / M$, iar corpului o mișcare uniform accelerată, fără viteză inițială, cu accelerația $a_2 = \mu \cdot g$. Depășirea corpului față de platformă încetează când ambele au aceeași viteză față de

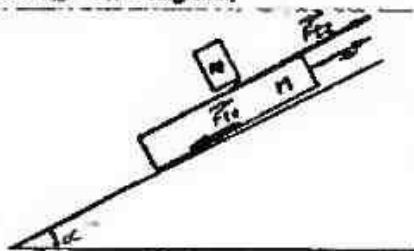
Pământ, $V_0 - \lambda_1 t_1 = \lambda_2 t_1$, deci după

$$t = \frac{MV_0}{\mu g(M+m)} \text{ (s)}$$

Corpus rămâne pe platformă dacă în acest interval de timp distanțele parcurse de cele două corpuri față de Pământ îndeplinesc condiția: $d_1 - d_2 = l$, înlocuind expresia matematică a intervalului de timp t în legislația mișcării corpurilor se obține:

$$\mu = \frac{MV_0^2}{2g(M+m)}$$

$$3.4.8. F_2 = F_1 + M \cdot g \cdot \sin \alpha,$$



$$\mu_2 = \mu_1 + M(\mu_1 + \tan \alpha)/m$$

3.4.10. Se revăd indicațiile de la problema 3.4.8. numai că acum forțele de frecare imprimă platformei o mișcare uniform accelerată, fără viteză inițială, cu accelerația $a_2 = \mu \cdot m \cdot g / M$, iar corpul o mișcare uniform încetinită, cu accelerația $a_1 = -\mu \cdot g$.

$$V_0 = \sqrt{2\mu g \frac{M+m}{M}}$$

3.4.11a) Corpul de masă m_2 coboară pe verticală cu

$$a_0 = g \frac{m_2 - m_1(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m_1 + m_2} = -1,6 \text{ m/s}^2$$

accelerație negativă, ceea ce nu este posibil.

b) Corpul de masă m_2 urcă pe verticală cu

$$a_u = \frac{m_1(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) - m_2}{m_1 + m_2} = -3,8 \text{ m/s}^2$$

accelerație negativă, ceea ce nu este posibil. Deci ansamblul celor două corpuri este în repaus.

$$G_1 + F_f = T = G_2$$

$$\mu = \frac{m_2 - m_1 \sin \alpha}{m_1 \cos \alpha} = 0,182$$

CLASA a X-a

Capitolul 2

Noțiuni termodinamice de bază

1. În practica internațională se folosesc diferite scări termometrice. Dintre acestea amintim: scara Celsius, Kelvin, Fahrenheit, Romer, Rankine. Graficele de mai jos stabilesc punctele termometrice corespunzătoare. Din aceste grafice stabiliți relații de trecere dintr-o scară în altă scară.

	Celsius	Kelvin	Fahrenheit	Romer	Rankine
punct fierbere apă	100°C	373 K	212 F	80 R	672 Rk
punct solidificare apă	0°C	273 K	32 F	0 R	492 Rk

2. Pe baza relațiilor stabilite la problema 1 faceți treceri din scara dată în celelalte scări: a) 15°C; b) 165° K; c) 124° F; d) 118° R; e) 560° Rk.

3. Dacă temperaturile normale sînt: a) unei camere este 20° C; b) a corpului omenesc este 36,5° C; c) de fierbere a alcoolului este 78° C; d) de topire a plumbului este 327° C; care sînt corespundențele acestora în celelalte scări?

4. Pe baza relațiilor dintre scări stabiliți la ce temperatură coîncid: a) scara Celsius cu scara Fahrenheit; b) scara Celsius cu scara Romer; c) scara Romer cu scara Fahrenheit.

5. Un termometru etalonat greșit indică +102° C la introducerea în apa care fierbe la presiune normală și -3° C la introducerea în apa în care se află gheață ce se topește la presiune normală. Care este temperatura reală cînd termometrul indică 41,5° C. La ce temperatură indicația lui coîncide cu a unui termometru etalonat corect (42,38°; 1,024°).

6. Un cilindru vertical prevăzut cu un piston mobil de masă $m=1,8 \text{ kg}$ conține aer. Cunoșcînd diametrul pistonului 5 cm și $p_0=10^5 \text{ N/m}^2$, se cere:

- presiunea aerului din cilindru;
- ce masă trebuie adăugată pe piston pentru ca volumul aerului să scadă cu 10 %;
- cu cît reduce volumul dacă cilindru corespunzător punctului b) este ridicat vertical cu accelerația $a=g/2$. Se neglijează frecările. ($1,09 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; 20 kg; 33 %)

7. Un tub închis la un capăt conține aer separat printr-o coloană de mercur lungă de 5 cm. Când tubul este orizontal lungimea coloanei de aer este $l_1=40$ cm, iar când este vertical cu partea deschisă în sus este $l_2=37$ cm. Se cere:

- presiunea atmosferică;
- lungimea coloanei de aer când tubul este cu partea deschisă în jos; (10^5 N/m²; 43 cm)

8. Un cilindru vertical prevăzut cu un piston mobil de masă $m=1$ kg închide o coloană de aer lungă de 50 cm la 0° C. Cilindrul este încălzit pînă la o temperatură, astfel încît energia potențială a pistonului să varieze cu $\Delta E_p=1$ J. Care este temperatura? (327° C)

9. Volumul unui gaz se mărește cu 1/30 din valoarea inițială dacă temperatura sa se ridică cu 120 la presiune constantă. Care este temperatura inițială? (360° K)

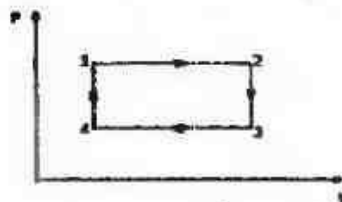
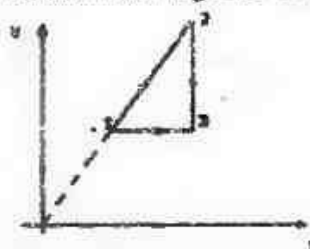
10. Creștînd temperatura unui gaz cu 15° C la presiune constantă, volumul său crește cu 0,04 din valoarea inițială. Care a fost temperatura inițială? (375° K)

11. Un cilindru vertical este prevăzut cu un piston mobil de masă $m=1$ kg și secțiune $S=10$ cm². Cunoșcînd presiunea atmosferică $p_0=10^5$ N/m² și temperatura aerului închis de piston $T_1=300^\circ$ K se cere temperatura la care a fost încălzit aerul (cînd să pentru a menține volumul constant pe piston masa suplimentară $m=3,66$ kg. ($T_2=400^\circ$ K)

12. O masă de gaz afișă în condiții normale la volumul $V_1=1$ m³ a suferit următoarea succesiune de transformări: a) izobară pînă la $p_2=2p_1$; b) izobară pînă la $V_3=3V_1$; c) izotermă pînă la $V_4=4V_1$; d) izobară la presiunea p_1 cu revenire la starea inițială. Se cere:

- d'agrama transformărilor în $PVAT$;
- parametrii stărilor 2, 3 și 4. ($T_2=2T_1$; $T_3=6T_1$)

13. În desenele de mai jos sînt reprezentate două transformări ciclice ale unui gaz ideal. Să se reprezinte aceste cicluri în diagrame PV , PT și VT .



14. Într-o încălă de volum $V_1=0,2$ m³ se află hidrogen la presiunea $p_1=2 \cdot 10^5$ Pa și temperatură $t_1=27^\circ$ C. Gazul este încălzit pînă la temperatura $t_2=57^\circ$ C, cînd presiunea crește cu 25%. Se cere:

- masa gazului din încălă;
- cu cît s-a modificat volumul. (32 g; 0,024 m³)

15. Un cilindru orizontal de volum $V=4$ dm³ este împărțit în două părți de un piston subțire ce se poate deplasa fără frecare. În partea stîngă se află $n_1=5$ moli de gaz la temperatura $T_1=300$ K, iar în dreapta $n_2=4$ moli de gaz la temperatura $T_2=400$ K. Se cere volumele ocupate de fiecare gaz. (1,935 dm³; 2,065 dm³).

Prof. BORȘ IOAN
BRĂILA

Capitolul 3 Principiile termodinamicii

Prof. FLORIN ANTON
IAȘI

Brevi

3.1. Primul principiu al termodinamicii

În orice transformare termodinamică, variația energiei interne a sistemului termodinamic depinde numai de starea finală și inițială ale acestuia: $\Delta U = U_f - U_i$.

Expresia energiei interne a gazului ideal reprezintă ecuația calorică de stare: $U = \mu \cdot C_v \cdot T$, unde C_v notează căldura molară la volum constant a gazului ideal. Pentru gazul ideal monoatomic, $C_v=3R/2$; pentru gazul ideal diatomic $C_v=5R/2$ și pentru gazul ideal poliatomic $C_v=6R/2$.

Deci $\Delta U = \mu \cdot C_v \cdot T_f - \mu \cdot C_v \cdot T_i$ sau $\Delta U = C_v(p_f V_f - p_i V_i)$.

a) Dacă masa gazului se menține constantă (monoatomic, $V=\text{const.}$), $\Delta U = \mu \cdot C_v(T_f - T_i) = \mu \cdot C_v \Delta T$;

b) Dacă se modifică masa gazului dintr-o încălă menținută la o temperatură constantă ($p=\text{const.}$, $T=\text{const.}$), $\Delta U = T \cdot C_v(p_f - p_i) = T \cdot C_v \Delta p$.

Principiul I al termodinamicii se enunță și sub

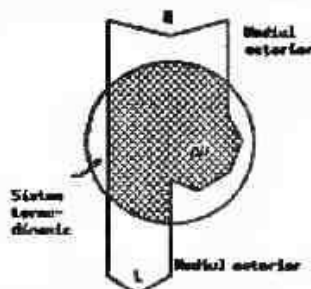
forma legii transformării și conservării energiei în procesele mecanice și termice:

"Variația energiei interne a unui sistem termodinamic este egală cu suma algebrică dintre lucrul mecanic și căldura schimbate cu mediul exterior: $\pm \Delta U = \pm L \pm Q$."

Convențional, $\Delta U > 0$, $L > 0$, $Q > 0$ dacă energia internă a sistemului termodinamic crește, respectiv, efectuează lucru mecanic și primește căldură din exterior și $\Delta U < 0$, $L < 0$, $Q < 0$ când energia internă a sistemului termodinamic scade, respectiv, exteriorul efectuând lucru mecanic asupra sistemului termodinamic care cedează căldură acestuia.

Respectând convențiile, $Q = L + \Delta U$.

"Căldura primită de la un sistem termodinamic este egală cu suma dintre lucrul mecanic efectuat și variația energiei sale interne."



Expresia căldurii schimbate de sistemul termodinamic cu exteriorul este $Q = \nu \cdot C \cdot \Delta T$, unde C este căldura molară, la volum constant, C_V , într-o transformare izocoră sau la presiune constantă, C_P , într-o transformare izobară.

Cunoscând C_V pentru gazul ideal, se determină C_P cu ajutorul ecuației Robert-Mayer, $C_P = C_V + R$ sau cu ajutorul exponentului adiabatic $\gamma = C_P/C_V$; $C_V = R/(\gamma - 1)$ și $C_P = \gamma R/(\gamma - 1)$.

3.2. Aplicații ale primului principiu al termodinamicii

Deducerea expresiilor variației energiei interne ΔU , ale lucrului mecanic L și căldurii Q schimbate de gazul ideal cu mediul exterior.

3.2.1. Transformarea izocoră

Legea transformării izocore (la volum constant, $V = \text{const.}$ și pentru o masă de gaz constantă, $m = \text{const.}$) are expresia matematică $p/T = \text{const.}$, iar ecuația Clapeyron-Mendeleev are forma $V \cdot \Delta p = \nu \cdot R \cdot \Delta T$.

a) $\Delta U = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T = C_V \cdot V \cdot \Delta p / R = V \cdot \Delta p / (\gamma - 1)$;

b) $L = 0$, $\Delta V = 0$;

c) $Q = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T = V \cdot \Delta p / (\gamma - 1)$.

La volum constant, dacă:

a) presiunea gazului crește, $\Delta p > 0$, atunci $\Delta U > 0$ și $Q > 0$, deci energia internă a gazului crește, primind căldură din interior;

b) presiunea gazului scade, $\Delta p < 0$, atunci $\Delta U < 0$ și $Q < 0$, deci energia internă a gazului scade, cedând căldură exteriorului.

3.2.2. Transformarea izobară

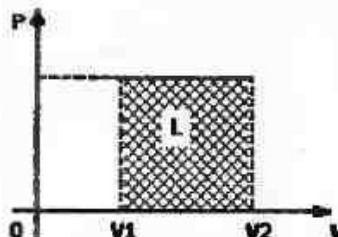
Legea transformării izobare (la presiune constantă, $p = \text{const.}$) a aceleiași mase de gaz $m = \text{const.}$, are expresia matematică $V/T = \text{const.}$, iar ecuația Clapeyron-Mendeleev are forma $p \cdot \Delta V = \nu \cdot R \cdot \Delta T$.

a) $\Delta U = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T = C_V \cdot p \cdot \Delta V / R = p \cdot \Delta V / (\gamma - 1)$;

b) $L = p \cdot \Delta V = \nu \cdot R \cdot \Delta T$;

c) $Q = \nu \cdot C_P \cdot \Delta T = C_P \cdot p \cdot \Delta V / R = \gamma \cdot p \cdot \Delta V / (\gamma - 1)$;

La presiune constantă, dacă:



a) volumul gazului crește, $\Delta V > 0$; atunci $\Delta U > 0$, $L > 0$ și $Q > 0$, deci energia internă a gazului crește, acesta efectuând lucru mecanic și primind căldură din exterior;

b) volumul gazului scade, $\Delta V < 0$, atunci $\Delta U < 0$, $L < 0$ și $Q < 0$, deci energia internă a gazului scade, exteriorul efectuând lucru mecanic asupra gazului care cedează căldură acestuia.

3.2.3. Transformarea izotermă

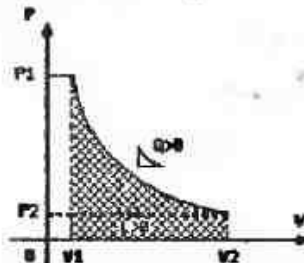
Legea transformării izoterme, la temperatură constantă, $T = \text{const.}$, aceleiași mase de gaz, $m = \text{const.}$, are expresia $p \cdot V = \text{const.}$

a) $\Delta U = 0$, $\Delta T = 0$;

b) $L = p_1 \cdot V_1 \cdot \ln V_2/V_1 = 2,3 \cdot p_2 \cdot V_2 \cdot \lg p_1/p_2 = R \cdot T \cdot \ln V_2/V_1$;

c) $Q = \nu \cdot R \cdot T \cdot \ln V_2/V_1 = p_1 \cdot V_1 \cdot \ln V_2/V_1 = 2,3 \cdot p_2 \cdot V_2 \cdot \lg p_1/p_2$.

La temperatură constantă, dacă:



a) volumul gazului crește, $V_2 > V_1$ și $p_2 < p_1$, atunci $L > 0$ și $Q > 0$, deci gazul efectuează lucru mecanic, primind căldură din exterior.

b) volumul gazului scade, $V_2 < V_1$, și $p_2 > p_1$, deci $L < 0$ și $Q < 0$, deci exteriorul efectuează lucru mecanic asupra gazului care cedează căldură acestuia.

3.2.4. Transformarea adiabatică

Legea transformării adiabatică, a aceleiași mase de gaz, $m = \text{const.}$, care nu schimbă căldură cu mediul exterior, are expresiile: $p \cdot V^\gamma = \text{const.}$, $T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const.}$, $T \cdot p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const.}$, iar ecuația Clapeyron-Mendeleev: $p_1 \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1$ și $p_2 \cdot V_2 = \nu \cdot R \cdot T_2$, deci $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \nu \cdot R \cdot (T_1 - T_2) = \nu \cdot R \cdot \Delta T$.

a) $\Delta U = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T = C_v(p_1 \cdot V_1 - p_2 \cdot V_2) / R = (p_1 \cdot V_1 - p_2 \cdot V_2) / (\gamma - 1)$;

b) $L = -\Delta U$;

c) $Q = 0$.

Într-o transformare adiabatică, dacă:

a) volumul gazului crește, $V_2 > V_1$, atunci $\Delta U < 0$ și $L > 0$, deci energia internă a gazului scade, aceasta efectuând lucru mecanic.

b) volumul gazului scade, $V_2 < V_1$, atunci $\Delta U > 0$ și $L < 0$, deci energia internă a gazului crește, exteriorul

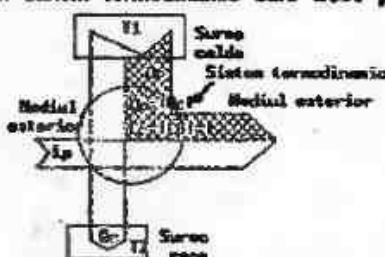
mic primește din exterior o cantitate de energie, mică sub formă de lucru mecanic, dar mare sub formă de căldură și cedează exteriorului o cantitate de energie, mare sub formă de lucru mecanic, dar mică sub formă de căldură. Deci, o parte a energiei primite din exterior sub formă de căldură, motorul termic o restituie acestuia sub formă de lucru mecanic.

Sistemul termodinamic al motorului termic, parcurgând o transformare ciclică ovasiastică, primește o cantitate mare de energie sub formă de căldură Q_p de la sursa caldă și cedează o cantitate mai mică de energie sub formă de căldură, Q_r , sursei reci. Diferența de energie o regăsim sub forma plusului de lucru mecanic L efectuat de motorul termic, egal cu diferența dintre lucrul mecanic L_c efectuat de motorul termic și lucrul mecanic L_p efectuat de mediul exterior către acesta: $Q_p - |Q_r| = L_c - |L_p| = L$.

Nu mai detonăm schimburi continue, în ambele sensuri, de energie, ați sub formă de căldură, ci și sub formă de lucru mecanic, între sistemul termodinamic al motorului termic și mediul exterior este posibilă reluarea transformării ciclice ovasiastice și funcționarea continuă a motorului termic.

Principiul al doilea al termodinamicii poate fi formulat și astfel:

Un sistem termodinamic care trece printr-o



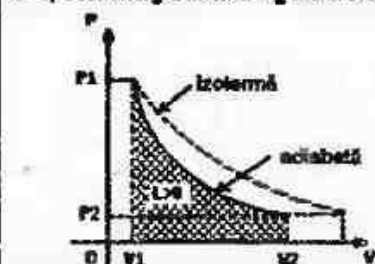
transformare ciclică ovasiastică poate efectua lucru mecanic numai dacă primește căldură de la o sursă caldă și cedează o parte din căldură primită sursei reci.

Grafic, în coordonate $V-p$, lucrul mecanic efectuat de un sistem termodinamic care trece printr-o transformare ciclică ovasiastică, este reprezentat de aria suprafeței delimitate de reprezentarea grafică a transformării ciclice.

Rendamentul unui motor termic va fi cu atât mai mare cu cât o parte mai mare din căldura primită de la sursa caldă este transformată în lucru mecanic, deci cu cât aria suprafeței delimitată de reprezentarea grafică a transformării ciclice prin care trece sistemul termodinamic al motorului este mai mare.

Prin definiție, randamentul unui motor termic este: $\eta = L/Q_p = (Q_p - |Q_r|)/Q_p = 1 - |Q_r|/Q_p$.

Ciclu Carnot este un ciclu teoretic, reversibil, format din două transformări izoterme și două transformări adiabatică.



efectuând lucru mecanic asupra noastră.

Grafic, în coordonate $V-p$, lucrul mecanic este reprezentat de aria suprafeței delimitată de reprezentarea transformării prin care trece gazul ideal, de abscisele și ordonatele corespunzătoare volumelor inițial și final.

3.3. Principiul al doilea al termodinamicii

Sistemul termodinamic al unei mașini termice trece printr-o transformare ciclică ovasiastică, schimbând cu mediul exterior energia sub formă de lucru mecanic și căldură.

Mașinile termice pot fi motoare termice sau mașini frigorifice.

La motorul termic, sensul de parcurgere a transformării ciclice ovasiastice este cel al mișcării acelor de ceasornic. Sistemul termodinamic al motorului ter-

Sistemul termodinamic al motorului termic ideal este o cantitate de gaz ideal, care urmând un ciclu Carnot, transformă o parte din căldura primită de la sursa caldă aflată la temperatura constantă T_c în lucru mecanic și cedează căldura rămasă sursei reci aflată la temperatura constantă T_r .

Teorema lui Carnot: Randamentul motorului termic al unui sistem termodinamic parcurge un ciclu Carnot nu depinde de temperatura sistemului termodinamic al acestuia, ci numai de temperatura sursei calde T_c și de temperatura sursei reci T_r : $\eta_c = (T_c - T_r)/T_c = 1 - T_r/T_c$.

Principiul al doilea al termodinamicii poate fi enunțat și astfel:

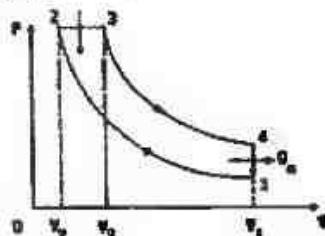
Randamentul unei mașini termice al cărei sistem termodinamic trece printr-o transformare ciclică cvasistatică, schimbând căldură cu două termostate, este mai mic decât randamentul mașinii termice ideale al cărei sistem termodinamic parcurge un ciclu Carnot reversibil, schimbând căldură cu aceleași două termostate, sursa caldă cu temperatura T_c , respectiv, sursa rece cu temperatura T_r : $\eta < \eta_c$; $\eta < (T_c - T_r)/T_c$.

La mașina frigorifică, senșul de parcurgere a transformării ciclice cvasistatice este cel trigonometric. Sistemul termodinamic al mașinii frigorifice primește din exterior o cantitate de energie mare sub formă de lucru mecanic, dar mică, sub formă de căldură și cedează exteriorului o cantitate de energie mică, sub formă de lucru mecanic, dar mare, sub formă de căldură. O parte, deci, a energiei primite din exterior sub formă de lucru mecanic, mașina frigorifică o restituie acestuia sub formă de căldură.

* Probleme rezolvate *

Un motor Diesel funcționează după un ciclu format din două adiabate, o izocoră și o izotermă. Substanța de lucru fiind gazul ideal, determinați expresia randamentului motorului Diesel în funcție de rapoartele de compresie $\epsilon = V_1/V_2$ și $\rho = V_3/V_2$.

Rezolvare



$$\eta = (Q_p - Q_r)/Q_p = 1 - Q_r/Q_p; Q_p = \nu \cdot C_p(T_3 - T_2);$$

$$Q_r = \nu \cdot C_v(T_4 - T_1); \eta = 1 - (T_4 - T_1)/\gamma(T_3 - T_2).$$

Din starea (1), în starea (2) gazul ideal trece printr-o transformare adiabatică: $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$, deci $T_2 = T_1 \epsilon^{\gamma-1}$.

Din starea (2), în starea (3) gazul ideal trece printr-o transformare izobară: $V_2/T_2 = V_3/T_3$, deci $T_3 = T_2 \rho = T_1 \epsilon^{\gamma-1} \rho$.

Din starea (3), în starea (4) gazul ideal trece printr-o transformare adiabatică: $T_3 V_3^{\gamma-1} = T_4 V_1^{\gamma-1}$, deci $T_4 = T_3 (\rho/\epsilon)^{\gamma-1} = T_1 \rho^{\gamma}$.

Randamentul motorului Diesel este $\eta = 1 - (T_4 - T_1)/\gamma(T_3 - T_2) = 1 - (\rho^{\gamma} - 1)/\gamma \epsilon^{\gamma-1} (\rho - 1)$.

* Probleme propuse *

3.1. Care sînt expresiile căldurii molare izocore și căldurii molare izobare ale unui amestec format din n gaze ideale, aflat în condiții fizice normale de presiune și temperatură, fiecare componentă a amestecului avînd căldura molară izocoră C_{v_i} , ocupînd volumul $V_i = k_i V_0$, unde V_0 este volumul amestecului de gaze?

3.2. Care sînt expresiile căldurii specifice izocore și căldurii specifice izobare ale unui amestec format din n gaze ideale, fiecare componentă a amestecului avînd μ_i kilomoli, masa molară μ_i și căldura molară izocoră C_{v_i} ?

3.3. Care sînt expresiile căldurii specifice izocore și căldurii specifice izobare ale unui amestec format din n gaze ideale, fiecare componentă a amestecului avînd masa molară μ_i , căldura molară izocoră C_{v_i} și mase $m_i = k_i m$, unde m este masa amestecului de gaze?

3.4. În două baloane de volum V_1 , respectiv V_2 se află un gaz ideal monoatomic la presiunea p_1 , respectiv p_2 și aceeași temperatură. Baloanele comunică printr-un tub subțire, de volum neglijabil, prevăzut cu un robinet. Se deschide robinetul. Temperatura se menține constantă, $C_v = 3R/2$.

- care va fi presiunea gazului în starea finală?
- care este variația energiei interne a gazului din fiecare balon?
- care este variația energiei interne a gazului?

3.5. Incinta de volum V_1 , conținînd aer la presiunea p_0 și temperatura T_0 comunică cu o incintă videtă de volum V_2 printr-un tub de volum neglijabil, dar cu o supapă de evacuare care permite trecerea aerului dintr-o incintă în alta, la o diferență de presiune $\Delta p = k p_0$. Cele două incinte se încălzesc pînă la temperatura $T = n T_0$, $C_v = 5R/2$.

- la ce temperatură T supapa se deschide?

b) care vor fi presiunile aerului din incintă, la temperatura T ?

c) cu cât s-a modificat energia internă a aerului din prima incintă?

3.6. Un motor termic funcționează după un ciclu Carnot, T_c fiind temperatura sursei calde, T_r temperatura sursei reci și substanța de lucru de masă m fiind gaz ideal cu exponentul adiabatic γ . Presiunea gazului la începutul comprimării adiabateice este egală cu presiunea gazului la sfârșitul destinderii izoterme. Durata efectuării unui ciclu Carnot fiind t , care este puterea utilă a motorului?

3.7. Un motor termic funcționează după un ciclu Carnot, T_c fiind temperatura sursei calde, T_r fiind temperatura sursei reci și substanța de lucru fiind gaz ideal cu masa m și cu exponentul adiabatic γ . Volumul gazului la începutul comprimării adiabateice este egal cu volumul gazului la sfârșitul destinderii izoterme. Durata efectuării unui ciclu Carnot fiind t , care este puterea utilă a motorului?

3.8. Un motor termic funcționează după un ciclu Carnot, T_c fiind temperatura sursei calde, T_r fiind

temperatura sursei reci și substanța de lucru fiind gazul ideal cu exponentul adiabatic γ . Dacă presiunea gazului la începutul comprimării adiabateice este egală cu presiunea gazului la sfârșitul destinderii izoterme, puterea utilă a motorului este $P_1 = 2100$ kW. Dacă volumul gazului la începutul comprimării adiabateice este egal cu volumul gazului la sfârșitul destinderii izoterme, puterea utilă a motorului este $P_2 = 1500$ kW. În ambele cazuri, durata efectuării unui ciclu Carnot fiind aceeași, ce valoare are γ ?

3.9. Un motor termic funcționează după un ciclu format din trei adiabate și trei izoterme, la temperaturile T_1 , T_2 , respectiv T_3 , substanța de lucru fiind gaz ideal. Dacă în destinderile izoterme ale gazului volumul acestuia crește de k ori, determinați expresia randamentului motorului termic.

3.10. Un motor termic funcționează după un ciclu format din trei adiabate și trei izoterme, la temperaturile T_1 , T_2 , respectiv T_3 , substanța de lucru fiind gaz ideal. Dacă în destinderile izoterme ale gazului presiunea acestuia scade de trei ori, determinați expresia randamentului motorului termic.

Soluții rezolvate

$$3.1. Q = \sum_{i=1}^n Q_i; \left(\sum_{i=1}^n \right) C_v \Delta T = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) \Delta T;$$

$$C_v = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right) \quad \text{și}$$

$$C_p = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{pi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right) = C_v + R$$

$$3.2. Q = \sum_{i=1}^n Q_i; \left(\sum_{i=1}^n \right) C_v \Delta T = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) \Delta T;$$

$$C_v = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right); \quad \text{și}$$

$$C_p = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{pi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right) = C_v + R. \text{ Dar } \nu = \sum_{i=1}^n \nu_i$$

$$\left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right) / \mu_a = \sum_{i=1}^n \nu_i; \quad \mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) / \sum_{i=1}^n \nu_i$$

$$\text{deci } C_v = C_v / \mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) \quad \text{și}$$

$$C_p = C_p / \mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{pi} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) = C_v + R / \mu_a$$

$$3.3. Q = \sum_{i=1}^n Q_i; \left(\sum_{i=1}^n \right) C_v \Delta T = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} \right) \Delta T;$$

$$C_v = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} / \mu_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i / \mu_i \right) \quad \text{și}$$

$$C_p = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{pi} / \mu_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i / \mu_i \right) = C_v + R. \text{ Dar}$$

$$\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i; \quad \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right) / \mu_a = \sum_{i=1}^n \nu_i;$$

$$\mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \right). \text{ deci}$$

$$C_v = C_v / \mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{vi} / \mu_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) \quad \text{și}$$

$$C_p = C_p / \mu_a = \left(\sum_{i=1}^n \nu_i C_{pi} / \mu_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n \nu_i \mu_i \right) = C_v + R / \mu_a$$

$$3.4. a) \nu = \nu_1 + \nu_2; \quad p = (p_1 V_1 + p_2 V_2) / (V_1 + V_2);$$

$$b) \Delta p_1 = p V_1 / RT - p_1 V_1 / RT;$$

$$\Delta U_1 = C_v T \Delta p_1 = 3 V_1 (p - p_1) / 2 =$$

$$= 3 V_1 V_2 (p_2 - p_1) / 2 (V_1 + V_2); \quad \Delta p_2 = p V_2 / RT - p_2 V_2 / RT;$$

$$\Delta U_2 = C_v T \Delta p_2 = 3 V_2 (p - p_2) / 2 =$$

$$= 3 V_1 V_2 (p_1 - p_2) / 2 (V_1 + V_2)$$

$$c) \Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$$

3.5 a) supapa se deschide cînd presiunea aerului din prima incintă este egală cu $k p_0$ la temperatura $T = k T_0$.

b) supapa se închide cînd $p_1' p_2' = \Delta p$. De:

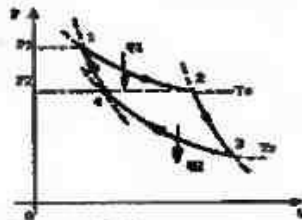
$$p_0 V_0 T_0 = p_1' V_1 T + (p_1 - \Delta p) V_2 / T;$$

$$p_1' = p_0 (V_0 + k V_2) / (V_1 + V_2) \quad \text{și} \quad p_2' =$$

$$= p_0 V_1 (n-k) / (V_1 + V_2);$$

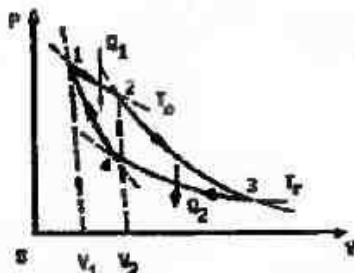
$$e) \Delta U_1 = C_v V_1 (p_1 - p_0) / R = 5 (p_0 V_1 (n-1) + p_0 V_2 (k-1)) / 2(V_1 + V_2).$$

3.6. Prin definiție, $P_c = Q_1 / t = \nu R T_c (\ln p_1 / p_2) / t$. Din starea (4) în starea (1) gazul ideal trece printr-o transformare adiabatică:



$T_c p_2^{(1-\gamma)/\gamma} = T_c p_1^{(1-\gamma)/\gamma}$; $p_1 / p_2 = (T_c / T_p)^{\gamma/(\gamma-1)}$, deci $P_c = \nu R T_c \gamma (\ln T_c / T_p) / (\gamma-1)$. Cum $\eta_c = (T_c - T_p) / T_c = P_c / P_u$, $P_u = \nu R \gamma (T_c - T_p) (\ln T_c / T_p) / (\gamma-1) t$.

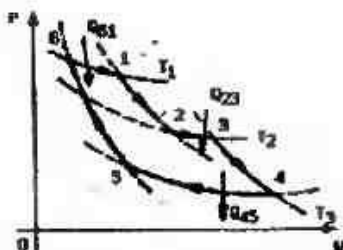
3.7. Prin definiție, $P_c = Q_1 / t = \nu R T_c (\ln V_2 / V_1) / t$. Din starea (4) în starea (1), gazul trece printr-o transformare adiabatică:



$T_c V_2^{\gamma-1} = T_c V_1^{\gamma-1}$; $V_2 / V_1 = (T_c / T_p)^{1/(\gamma-1)}$, deci $P_c = \nu R T_c (\ln T_c / T_p) / (\gamma-1)$. Cum $\eta_c = (T_c - T_p) / T_c = P_c / P_u$, $P_u = \nu R (T_c - T_p) (\ln T_c / T_p) / (\gamma-1) t$.

3.8. Revedeți problemele 3.6 și 3.7. $P_1 / P_2 = 1,4$

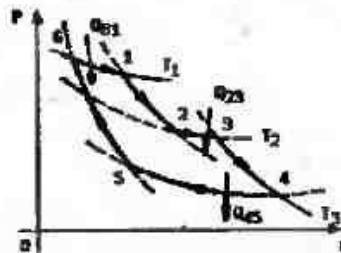
3.9. Prin definiție, $V_1 = k V_2$; $V_3 = k V_2$ și $\eta = 1 - Q_2 / Q_1$.



Dar $Q_p = Q_{21} + Q_{23} = \nu R (T_1 + T_2) \ln k$ și $Q_c = 2 \nu R T_2 \ln k$. Aplicând legea lui Poisson

transformărilor adiabetice, randamentul motorului termic are expresia $\eta = 1 - 2 T_2 / (T_1 + T_2)$.

3.10. Prin definiție, $p_2 = k p_1$ și $p_2 = k p_3$ și $\eta = 1 - Q_2 / Q_1$. Dar $Q_p = Q_{21} + Q_{23} = \nu R (T_1 + T_2) \ln k$ și



$Q_c = 2 \nu R T_2 \ln k$. Aplicând legea lui Poisson transformărilor adiabetice, randamentul motorului termic are expresia: $\eta = 1 - 2 T_2 / (T_1 + T_2)$.

CLASA a XI-a

Capitolul 2

1. Un cadru pătrat cu latură $l = 10$ cm și 80 spire se rotește cu 300 rot/mon într-un câmp magnetic de inducție $B = 0,5$ T în jurul unei axe perpendiculară pe liniile de câmp. La momentul inițial normala la cadru este paralelă cu inducția B. Se cere:

- t.e.m. maximă indusă în cadru;
 - valoarea efectivă a acestei mărimi;
 - expresia t.e.m. instantanee,
- (125,6 V; 88,54 V; $e = 125,6 \sin 100\pi t$)

2. Un circuit serie de curent alternativ format dintr-o rezistență $R = 20$ W și o inducție $L = 0,15$ H este alimentat la o tensiune alternativă de 220 V și 50 Hz. Se cere:

- impedanța circuitului;
 - intensitatea curentului din circuit;
 - tensiunea la bornele rezistenței și a inducției;
 - diagrama fazorială și defazajul la bornele circuitului.
- (51 W; 4,3 A; 88 V; 203 V; $\tan \phi = 2,35$)

3. Un circuit de curent alternativ format dintr-o R și o inducție L legată în serie este alimentat de o tensiune $U = 120$ V și $f = 50$ Hz. Cunoșcând tensiunile la bornele rezistenței 96 V și inducției 72 V și impedanța circuitului 50 W, se cere:

- rezistența și inducția L;
- intensitatea curentului;
- diagrama fazorială și defazajul la bornele circuitului.

(40 W; 95,5 mH; 2,4 A; $\text{tg}\varphi=0,75$)

4. Un circuit serie de curent alternativ format dintr-o rezistență R și o inductanță L alimentate la 120 V și 50 Hz, este parcurs de curentul $i=2\sqrt{2}\sin 2\pi(50t-1/6)$ A. Se cere:

- valorile rezistenței și inductanței;
- impedanța circuitului;
- tensiunile la bornele rezistenței și inductanței.

(62,3 W; 134,7 mH; 60 W; 84,8 V)

5. La tensiunea alternativă de 120 V și 50 Hz se leagă în serie un rezistor $R=12$ W și un condensator $C=159,2$ mF. Se cere:

- impedanța circuitului;
- intensitatea curentului din circuit;
- diagrama fazorială și defazajul la bornele circuitului.

(23,3 W; 5,15 A; 61,8 V; 103 V; $\text{tg}\varphi=1,86$)

6. La bornele unui circuit RC se aplică tensiunea alternativă $u=120\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V. Cunoșcând intensitatea curentului din circuit de 3 A și că tensiunea la bornele condensatorului este de 3 ori mai mare decât pe rezistență, se cere:

- impedanța circuitului;
- tensiunea la bornele rezistenței și condensatorului;
- rezistența și capacitatea.

(40 W; 36 V; 114 V; 12,6 W; 83,8 pF)

7. La tensiunea alternativă de 120 V și 50 Hz se leagă în serie un rezistor $R=50$ W și un grup de două condensatoare; cînd condensatoarele se leagă în serie intensitatea curentului din circuit este $i_1=0,85$ A, iar cînd se leagă în paralel este $i_2=2$ A. Se să calculeze capacitățile celor două condensatoare.

(40 mF; 60 mF)

8. Un circuit de curent alternativ RLC este format dintr-o rezistență $R=20$ W, o inductanță $L=159$ mH, și un condensator $C=106$ mF. Tensiunea la bornele circuitului este 120 V și $f=50$ Hz. Se cere:

- reactanța inductivă și capacivă;
- impedanța circuitului;
- intensitatea curentului din circuit;
- diagrama fazorială și defazajul;
- puterea din circuit.

(50 W; 30 W; 28,2 W; 4,25 A; 45° ; 300 W; 390 VAR; 510 VA)

9. O rezistență $R_1=18$ W este legată în serie cu o bobină de rezistență R și inductanță L și alimentată la o tensiune alternativă cu frecvența de 50 Hz. Cunoșcând tensiunea la bornele rezistenței R_1 , 93,8

V, tensiunea la bornele bobinei 166 V și tensiunea pe inductanța bobinei 156 V, se cere:

- intensitatea curentului din circuit;
- tensiunea la bornele circuitului;
- rezistența și inductanța bobinei.

(5,2 A; 220 V; 12 W; 95,5 mH)

10. Un condensator de 106 mF este legat în serie cu o bobină reală. Cunoșcând tensiunea de la bornele circuitului de 120 V și 50 Hz și că defazajele la bornele bobinei și a circuitului sînt egale cu 30° se cere:

- rezistența și inductanța bobinei;
- intensitatea curentului din circuit;
- puterea din circuit.

(10 W; 18,4 mH; 4,58 A; 210 W; 509 VAR; 550 VA)

11. O bobină reală cuplată la o tensiune continuă de 120 V este parcursă de un curent de 6 A, iar la o tensiune alternativă de 120 V și 50 Hz de un curent de 3,33 A. Se cere:

- rezistența și inductanța bobinei;
- capacitatea unui condensator care legat în serie cu bobina nu modifică intensitatea curentului;
- capacitatea unui condensator pentru care intensitatea devine maximă.

(20 W; 85,5 mH; 53 mF; 106,2 mF)

12. O rezistență de $R=30$ W se leagă în paralel cu o inductanță $L=127,4$ mH la o tensiune $U=100$ V și frecvența de 50 Hz. Se cere:

- impedanța circuitului;
- intensitatea curentului total;
- intensitatea prin rezistor și bobină;
- diagrama fazorială și defazajul la bornele circuitului.

(24 W; 4,16 A; 3,3 A; 2,2 A; $\text{tg}\varphi=0,75$)

13. Un condensator de capacitate $C=1,59$ mF este legat în paralel cu un rezistor de 1 KW la o tensiune alternativă de 100 V și 50 Hz. Se cere:

- impedanța circuitului;
- intensitatea totală și pe fiecare element de circuit;
- diagrama fazorială și defazajul;
- puterea activă.

(708 W; 0,141 A; 0,1 A; $\varphi=45^\circ$; 10 W)

14. Un condensator cu capacitatea $C=3,18$ mF legat în paralel cu o inductanță $L=31,8$ mH se află la rezonanță pentru o frecvență de 500 Hz. Cunoșcând tensiunea la bornele circuitului 100 V, se cere:

- curentul prin fiecare element și curentul total;
- curentul total din circuit dacă se menține aceeași tensiune dar se dublează frecvența.

(1 A; 0 A; 1,5 A)

15. Un circuit paralel RLC, cuprinde o rezistență $R=400\ \Omega$, o inductanță $L=1,59\ \text{H}$ și un condensator $C=3,9\ \text{mF}$, este alimentat la $120\ \text{V}$ și $50\ \text{Hz}$. Se cere:

- intensitatea curentului prin fiecare element și curentul total;
- diagrama fazorială și defazajul;
- puterea din circuit;
- frecvența pentru care apare rezonanța.

(0,3 A; 0,24 A; 0,15 A; 0,31 A; 36 W; $\varphi_{ij}=0,3$; 64 Hz).

Prof. BORS IOAN
BRĂILA

CLASA a XII-a

Capitolul 2 Electronul

1. Între electrozii unui tub Crookes se aplică o diferență de potențial $U=1200\ \text{V}$ pentru accelerarea unui fascicul de electroni care formează un curent de $5\ \text{mA}$ ce cade pe o plăcuță din zinc cu masa de $20\ \text{g}$. Cunoașterea constantelor de bază: $m_e=9,1\cdot 10^{-31}\ \text{kg}$; $e=1,6\cdot 10^{-19}\ \text{C}$; $C_m=400\ \text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ se cere:

- viteza la care au fost accelerați electronii;
 - cu câte grade variază temperatura plăcuței de zinc într-un minut dacă absoarbe integral fasciculul de electroni.
- ($4,2\cdot 10^7\ \text{m/s}$; 30°)

2. Electrozii unui tub Crookes sîntuși la distanța de $10\ \text{cm}$ unul de altul și sunt cuplați la o tensiune de $1\ \text{KV}$. Se cere:

- acelerația imprimată de câmp electronului;
 - viteza cu care electronii ating electrodul opus considerînd că ei pleacă din repaus;
 - împul în care electronii ajung la anod.
- ($17,5\cdot 10^{14}\ \text{m/s}^2$; $10\ \text{ns}$)

3. Într-un câmp electric uniform cu intensitatea de $910\ \text{V/m}$ pătrunde un electron cu viteză inițială $4\cdot 10^5\ \text{m/s}$ paralelă cu direcția câmpului. Se cere:

- care este accelerația electronului în câmp;
 - după cît timp viteză electronului devine $5,6\cdot 10^5\ \text{m/s}$, dacă ea are același sens cu intensitatea câmpului;
 - cît devine viteză electronului după $1\ \text{ns}$, dacă acesta intră în sens contrar câmpului.
- ($16\cdot 10^{13}\ \text{m/s}^2$; $1\ \text{ns}$; $2,4\cdot 10^5\ \text{m/s}$)

4. Un electron accelerat la o tensiune de $800\ \text{V}$ intră între armăturile unui condensator plan perpen-

dicular pe direcția câmpului. Condensatorul cuplat la o tensiune de $100\ \text{V}$, are distanța dintre armături $2\ \text{cm}$ și lungimea acestora $10\ \text{cm}$. La $20\ \text{cm}$ de condensator se află un ecran. Se cere:

- viteza cu care intră electronul între armăturile condensatorului;
 - deviația y ; a electronul la ieșire din condensator;
 - deviația totală pe ecran.
- ($16,77\cdot 10^6$; $1,58\ \text{cm}$; $7,61\ \text{cm}$)

5. Un câmp electric uniform orientat vertical în sus are intensitatea $E=10^4\ \text{V/m}$. Un electron cu viteză $v_0=10^7\ \text{m/s}$ intră în câmp sub un unghi $\alpha=30^\circ$ cu orizontala. Se cere:

- coordonatele electronului față de punctul de intrare după timpul $t=1\ \text{ns}$;
 - direcția vitezei în acest moment;
 - înălțimea maximă atinsă;
 - distanța maximă parcursă pe direcție orizontală.
- ($x=8,8\ \text{cm}$; $y=13,8\ \text{cm}$; $\tan\theta=2$; $h_{\text{max}}=7\ \text{mm}$; $x_{\text{max}}=4,9\ \text{cm}$)

6. Un condensator plan cu lungimea armăturilor de $8\ \text{cm}$ și distanța dintre ele $4\ \text{cm}$ este cuplat la o tensiune de $500\ \text{V}$. La mijlocul distanței dintre armături pătrunde un electron pe direcția câmpului. Cu ce viteză maximă poate intra electronul pentru a mai ieși dintre armături. ($8,8\cdot 10^5\ \text{m/s}$)

7. Un fascicul de electroni accelerați la tensiunea de $1\ \text{KV}$, pătrunde într-un câmp magnetic de inducție $B=10^{-3}\ \text{T}$ perpendicular pe liniile de câmp. Câmpul magnetic acționează pe o lărgime de $5\ \text{cm}$, iar $25\ \text{cm}$ de el se află un ecran. Se cere:

- raza traiectoriei;
 - deviația fasciculului la ieșire din câmp;
 - deviația totală la atingerea ecranului.
- ($0,1\ \text{m}$; $1,15\ \text{cm}$; $14,4\ \text{cm}$)

8. Un electron intră perpendicular pe liniile unui câmp magnetic de inducție $B=10^{-4}\ \text{T}$ cu viteză $v_0=10^6\ \text{m/s}$. Se cere:

- raza traiectoriei;
 - perioada și frecvența de rotație;
 - intensitatea și orientarea unui câmp electric pentru ca traiectoria electronului să fie rectilinie.
- ($5,68\ \text{cm}$; $35,7\cdot 10^6\ \text{s}$; $2,8\cdot 10^5\ \text{rotăți/s}$; $10^2\ \text{V/m}$ perpendicular pe B)

9. Un electron pătrunde într-un câmp magnetic uniform de inducție $B=10^{-3}\ \text{T}$ sub un unghi de 30° față de liniile de câmp cu viteză $v_0=4\cdot 10^7\ \text{m/s}$. Se cere:

- raza traiectoriei;
- perioada și frecvența de rotație;
- pasul elicoidal;

d) distanța parcursă de-a lungul liniilor de câmp în timp de 10^{-6} s.

(11,375 cm; $25,7 \cdot 10^{-6}$ s; $2,8 \cdot 10^7$ rot/s; 1,23 m; 3,43 cm)

10. Un condensator plan cu distanța dintre armături 4 cm și lungimea acestora 8 cm este cuplat la tensiunea de 100 V, condensatorul este plasat într-un câmp magnetic uniform de inducție $B=10^{-3}$ T orientat paralel și în același sens cu E. Un electron pătrunde perpendicular pe cele două plăci și ajunge pe un ecran situat la 20 cm de condensator. Câmpurile acționează independent. Când acționează numai câmpul electric deviația produsă pe ecran este $Y_E=10$ cm; când acționează numai unul din câmpurile magnetice deviația este $Y_M=118$ cm. Care este sarcina specifică a electronului.

($-1,75 \cdot 10^{11}$ C/kg)

11. Un electron intră perpendicular pe câmpul electric dintre armăturile unui condensator plan cu viteza $v_0=10^6$ m/s. Lungimea armăturilor este 5 cm și distanța dintre ele 2 cm. Pe un ecran situat la 10 cm de condensator se produce o deviație $Y_E=5,49$ cm. Se cere:

- tenunea dintre armăturile condensatorului;
- ca inducție ar trebui să aibă un câmp magnetic care ar acționa numai pe condensator în absența câmpului electric pentru a produce pe ecran aceeași deviație;
- ca orientare și ca inducție ar trebui să aibă un câmp magnetic, care acționând simultan cu cel electric ar anula deviația electronului.

(100 V; $0,49 \cdot 10^{-3}$ T; $0,5 \cdot 10^{-3}$ T)

12. Pe axa unei bobine cu 200 spire, lungă de 8 cm și cu diametrul de 2 cm, pătrunde un electron cu viteza $v_0=10^6$ m/s sub un unghi de 10° față de axa bobinei. Care este intensitatea maximă a curentului ca să răbata bobina pentru ca electronul să mai poată ieși din bobină. În cât timp electronul iese din bobină?

(38 mA; $8,9 \cdot 10^{-8}$ s)

13. Un electron și un proton intră cu aceeași viteză într-un câmp magnetic de inducție $B=10^{-4}$ T. Cunoșcând masa electronului $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg și masa protonului $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg se cere:

- raportul forțelor cu care câmpul acționează asupra celor două particule;
- care sînt perioadele și razele de rotație ale celor două particule dacă viteza este $v_0=10^6$ m/s.

($F_e/F_p=1$; 3,68 cm; $35,7 \cdot 10^{-8}$ s; 10^{-2} ; $6,55 \cdot 10^{-4}$)

14. Un electron accelerat la o tensiune de 11,375 V intră într-un filtru de viteze format dintr-un câmp electric cîmpus perpendicular pe un câmp magnetic de inducție $B=10^{-4}$ T. La ieșirea din filtru electronul descrie un arc de cerc sub acțiunea unui câmp magnetic de aceeași inducție. Se cere:

- intensitatea câmpului electric pentru ca traiectoria electronului în filtru să fie rectilinie;
- raza traiectoriei electronului în câmpul magnetic.

(200 V/m; 11,375 cm)

Prof. BORȘ IOAN
BRĂILA

Polaritatea legăturilor și polaritatea moleculelor

Prof. MARIA NISTOR

Licoul teoretic "Gh. Munteanu - Murgoc" Brăila

CHIMIE

Unele proprietăți ale substanțelor, cum ar fi: punctul de fierbere, punctul de topire, solubilitatea în diferiți solvenți, constantă dielectrică, posibilitatea unor rupeți heterolitice ale legăturilor covalente și altele se explică așezînd la polaritatea electrică.

C.D.Nenișescu a descris în "Chimie generală" astfel: "În orice moleculă electroneutră există un număr de sarcini pozitive, localizate în nucleele atomilor și un număr egal de sarcini negative în electroni. Așa precum în mecanică se poate considera masa concentrată într-un punct, centrul de greutate, se pot admite două centre ale sarcinilor electrice, unul în care sînt concentrate sarcinile pozitive, celălalt în care sînt concentrate sarcinile negative."

Dacă centrul sarcinilor negative nu coincide cu

centrul sarcinilor pozitive din moleculă, atunci aceasta este o moleculă polară, adică un dipol electric.

De aceea polaritatea moleculei se caracterizează prin mărimea numită **moment electric de dipol**, μ . Valoarea acesteia este dată de relația: $\mu=q \cdot r$, unde q este sarcina electrică (aceeași pentru ambele poli), iar r este distanța dintre centrele celor două feluri de sarcini, considerate poli electrice ai moleculei.

Unitatea de măsură folosită cel mai des este **debye (D)**, $1 \text{ D}=10^{-18} \text{ u.e.s. } 10^{-18} \text{ cm}=0,33 \cdot 10^{-29} \text{ C.m.}$ (în SI coulomb.metru)

Momentul electric de dipol se reprezintă printr-un vector avînd direcția dreptei ce trece prin cele două centre și sensul de la (+) la (-). De exemplu: $\text{H}-\text{Cl}$.

Valoarea momentului electric de dipol al moleculelor unei substanțe se poate determina prin

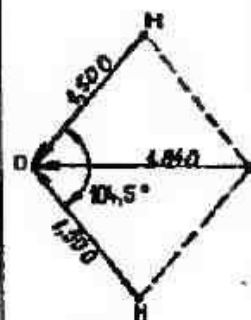
te pornind de la constanta dielectrică a substanței. Măsurătorile au dus la concluzia că momentul electric al unei molecule este suma vectorială a momentelor electrice ale tuturor legăturilor din moleculă. Deci fiecare legătură covalentă poate avea un moment de dipol, dacă molecula este diatomică, atunci momentul electric al moleculei coincide cu cel al singurei legături din moleculă (ca la H-Cl). Dacă în moleculă sînt două legături covalente, atunci există relația:

$$\mu_{\text{moleculă}} = (\mu_1^2 + \mu_2^2 + 2\mu_1\mu_2\cos\theta)^{1/2}, \text{ unde}$$

μ_1 și μ_2 sînt momentele electrice ale celor două legături și θ este unghiul dintre direcțiile acestora.

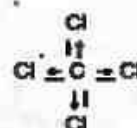
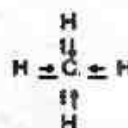
Iată de exemplu cum se prezintă cazul moleculei de apă, precum și valorile pentru unele molecule și legături:

Molecula	Momentul de dipol (D)
H-F	1,92
H-Cl	1,03
H-Br	0,78
H-I	0,38
H ₂ O	1,84
NH ₃	1,46
CH ₄	0
CO ₂	0
CS ₂	0
CH ₃ Cl	1,86
C ₂ H ₂ Cl ₂	1,56
CHCl ₃	1,02
CCl ₄	0
(C ₂ H ₅ O) ₂ O	1,18
C ₂ H ₅ OH	1,70



Legături chimice	Momente electrice de dipol
N-H	1,3
O-H	1,5
S-H	0,7
C-N	1,0
C-O	1,2
C-Cl	1,8
C-Br	1,8
C=O	2,7
H-H	0
Cl-Cl	0

Se observă din listă că legătura homotomică nu are moment de dipol, deci electronul de legătură se distribuie în mod egal între cele două nuclee. Dar și unele molecule heterotomice au moment electric nul. Aceasta este o dovadă că momentele legăturilor se compensează la însumare, deci moleculele respective au simetrie moleculară, ca în cazurile:



În cazul moleculelor diatomice, ca și al unei legături chimice heterotomice, sarcina electrică a polului depinde de diferența de electronegativitate între cei doi atomi și de razele atomice. Dar diferența de electronegativitate singură nu poate caracteriza complet polaritatea unei legături sau a unei molecule.

Electronegativitatea a fost definită pentru prima dată de Linus Pauling în 1931, ca atracție exercitată de un atom asupra dubletului electronic de legătură. Ulterior a fost definită și în alte moduri, cel mai exact fiind considerat modul propus de Albed și Rochow. Indiferent cum se definește, se admite că atomul cel mai electronegativ este fluorul, iar cel mai puțin electronegativ este cesiul. În manualul de chimie de clasă a IX-a sînt trecute valorile de electronegativitate ale atomilor, între 4 la F și 0,7 la Cs.

Electronegativitatea atomilor, χ , servește la aprecierea aproximativă a procentului de caracter ionic al unei legături diatomice.

În tabelul de mai jos sînt trecute valorile corespunzătoare:

$\chi_A - \chi_B$	$\% \text{ ionic}$
0,1	0,5
0,2	1,0
0,3	2,0
0,4	4,0
0,5	6,0
0,6	9,0
0,7	12
0,8	15
1,0	22
1,2	30
1,4	39
1,6	47
1,8	56
2,0	63
2,2	70
2,4	76
2,6	82
2,8	86
3,0	89

Concluzia, ce se desprinde din observarea acestor valori, este că procentul de caracter ionic nu ajunge niciodată la 100%. Se consideră convențional că legătura este ionică, dacă diferența de electronegativitate este mai mare decât 1,7.

În concluzie:

Se poate aprecia o polaritate a legăturii chimice și o polaritate a moleculei.

Nu se pot face aprecieri cantitative asupra polarității unei unei combinații, pentru că nu există mărimea aceasta.

Exerciții

În manualul de chimie pentru clasa a IX-a, la sfîrșitul capitolului 2, exercițiul 4 propune: 'Aranjați în ordinea creșterii polarității următorii compuși ai hidrogenului: H₂O, PH₃, CH₄, HF, HI, TeH₂'. Nu se precizează dacă se cere polaritatea legăturilor sau a moleculelor, iar elevii nu cunosc noțiunile de mo-

ment de dipol și procent de caracter ionic. În tabelul periodic tipărit la sfârșitul manualului sînt trecute valorile de electronegativitate, deci există doar o posibilitate de a răspunde:

Molecula	PH ₃	TeH ₂	CH ₄	HI	H ₂ O	HF
Diferența de electronegativitate	0	0	0,4	0,4	1,4	1,9
% caracter ionic	0	0	4	4	35	59

Consultînd tratatele găsim și momentele electrice de Dipol moleculare:

Molecula	CH ₄	TeH ₂	HI	PH ₃	H ₂ O	HF
μ (D)	0	<0,2	0,38	0,55	1,84	1,92

Se observă ușor că ordinea nu concordă în cele două liste, deci nu se poate cere o ierarhizare fără a se da măriri și valori exacte.

Exerciții propuse

1. Ținînd seama de polaritatea moleculelor de apă ($\mu=1,84$ D) și de H₂S ($\mu=0,83$) explicați de ce punctul de fierbere al apei este 100° C, iar al H₂S este -61,3° C, deși masa moleculară a H₂S este mai mare?

2. Cum se explică faptul că moleculele CO₂ este nepolară, deși legătura atomului de C cu cel de O are o diferență de electronegativitate de aproximativ 1,0?

3. Se dau momentele de dipol pentru seria omologă a unor compuși halogenați (în D):

H ₃ C-Cl	C ₂ H ₅ -Cl	n-C ₃ -H ₇ -Cl	n-C ₄ H ₉ -Cl	H ₃ C-Br	C ₂ H ₅ -Br	n-C ₃ -H ₇ -Br	n-C ₄ H ₉ -Br
1,08	2,02	2,06	2,08	1,90	2,05	2,09	2,23

Ce proprietate a radicalilor alkil se deduce de aici și care este ordinea crescătoare a acesteia?

4. Se dau momentele de dipol ale legăturii simple C-C în câteva hidrocarburi:

H ₃ C-C=CH ₂	H ₃ -C≡C-H	H ₃ C-C≡C-H
0,35	0,34	0,75

Precizați cum variază electronegativitatea atomilor de C hibridizați diferit.

5. Atribuiți valorile momentelor de dipol 1,97 D și 1,71 D celor doi izomeri geometrici al 1-cloropropenă.

6. Știînd că momentul de dipol molecular este suma vectorială a momentelor de legătură, propuneți ordinea crescătoare pentru $\mu_{molecular}$ la cei trei izomeri ai ditorobenzenului.

7. S-a determinat experimental $\mu_{molecular}$ pentru derivați pentru para-disubstituiți ai benzenului (în D):

p-xilen	0	2,4
para-fenilendiamină	1,8	2,3
para-dinitrobenzen	0	

Reprezentați în acris structurile acestor molecule, care ar justifica aceste valori.

8. Stabiliți o regulă pentru calcularea aproximativă a momentului de dipol molecular pentru derivați para-disubstituiți ai benzenului, cunoscîndu-le pe cele ale derivaților monosubstituiți, după ce analizați datele experimentale de mai jos:

Molecula	m (D)
p-cloro-nitrobenzen	2,36
nitrobenzen	4,03
clorobenzen	1,55
p-nitrotoluen	4,40
toluen	0,34
p-cloro-anilină	3,00
anilină	1,50

9. Folosiți regula stabilită anterior pentru a prezice ceea ce este momentul de dipol creat de grupurile: -Cl, -NO₂, -NH₂, -CH₃. Cum s-ar putea utiliza aceste observații?

Indicație bibliografică:

1. C.D. Nenitescu - Chimia generală, EDP Buc 1972
2. - Chimie Organică, EDP Buc 1973 vol. I + II
3. I. Haiduc - Chimie anorganică, EDP Buc 1983
4. G.C. Constantinescu, M. Negoitu, C. Constantinescu - Chimie anorganică Ed. Tehnică Buc. 1986
5. Gh. Marou, M. Brazeanu și alții - Chimie anorganică - EDP Buc 1981.

PROBLEME PROPUSE PENTRU GIMNAZIU

CLASA VI-a

1. Zborul păsărilor și al avioanelor cu elice este rezultatul interacțiunii cu un alt corp? Care este acesta?
2. Cum putem dovedi că acțiunea dintre un magnet și o bucată de fier este reciprocă?
3. Ce fenomene fizice cunoașteți al căror loc de desfășurare este Pământul?
4. Denumiți câteva acțiuni în care este implicat corpul omului și precizați care sînt efectele acestora asupra sa.
5. Faptul că paletele unei mori de vînt se mișcă înseamnă că asupra lor acționează o forță rezultată din interacțiunea a două corpuri?
a) care sînt acestea;
b) răspundeți la aceeași întrebare dacă este vorba de o moară de apă.
6. De ce atunci cînd un om se împiedică de un obstacol, cade în față?
7. Corpurile gazoase au inerție?
8. Inerția este o proprietate și a corpurilor de pe altă planetă?
9. Cum procedați pentru a pune mînerul la o păd?
10. De ce cade noroiul de pe ghete cînd lo scuturăm?
11. Cum determinăm grosimea unei stime înălțurată pe un creion?
12. Să considerăm următoarele obiecte: o bucată de sticlă, un diamant, o bucată de gips și una de cretă. Se constată că sticla zgîrie creta, creta zgîrie gipsul. Pe baza proprietății zgîrie se poate ordona mulțimea obiectelor mai sus menționate. Este posibil ca pe baza acestor proprietăți să se definească o mărime fizică?
(R. Nu, pentru că densitatea dă numai o reprorare și nu o măsurare)

CLASA VII-a

Cîteva cuvînte despre mișcare

Așezați pe masă o foale de salată verde proaspătă, iar la distanța de 10 cm de ea puneți la start, unul sau doi melci. Observați și calculați meroul și viteza melcului atunci cînd nu este atins de hrană, ci este plecat la ...pîmbere. Veți constata că el parcurge cam 1,5 mm pe secundă. Broasca țestoasă, simbolul longevității - nu se dovedește mult mai grăbită, deși merge mai repede decît melcul: viteza ei este de aproximativ 70 m pe oră.

Omii se mișcă atunci cînd merge pe jos, cam de o mie de ori mai repede ca melcul, adică parcurge aproximativ 5 km pe oră. Dar mersul omului nu este lin ci se prezintă ca un șir de căderi în față, urmate

de sprîngări rapide pe piciorul care rămîne în urmă. Pentru a vă convinge de aceasta urmăriți cum merge o persoană care face pasul mai mare de 50 cm. Rugați apoi să fugă și priviți cu atenție picioarele. Veți constata că acum corpul se desprinde complet de pămînt pentru unele fracțiuni de secundă, rămîind suspendat în aer, după care cade pe celălalt picior. Astfel, spre deosebire de mersul la pas, fuga omului este compusă dintr-o suită de salturi de pe un picior pe celălalt.

Iată și o întrebare din domeniul vitezelor:

Ați putea prinde cu mîna un corp care vine din direcția opusă cu viteza de 180 km pe oră și oîntărește cam 50 g? În caz afirmativ ce condiții trebuie îndeplinite?

2. Moleculele unei substanțe care se află în stare gazoasă se mișcă cu viteze uriașe: totuși mirosul unui parfum carecure, care se evaporă în aer, se răspîndește încet în cameră. Care este explicația acestui fapt?

3. Se știe că mișcarea este rezultatul interacțiunii dintre corpuri: Ce forță pune în mișcare bicicleta și care este forța care mișcă aripile unei mori de vînt? Ce corpuri interacționează în aceste cazuri? Reprezentați grafic forțele care acționează asupra unei săni care este împinsă orizontal și se deplasează pe un drum orizontal acoperit cu zăpadă.

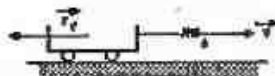
4. Care sînt deosebirile dintre masă și greutate?

5. Reprezentați grafic la aceeași scară două forțe concurente ale căror module au valorile 40 N și 30 N, care formează între ele un unghi de 30°, 45° și 90°. Determinați, prin măsurare, pentru fiecare caz valoarea rezultantei și ecărei forțe.

6. Credeți că este posibil ca prin compunerea a două forțe concurente egale să rezulte o forță a cărei valoare să fie egală cu valoarea uneia dintre forțele date?

7. Un parașutist cu masa 100 kg, după deschiderea parașutei începe să se miște uniform. Ce forță de rezistență împiedică din partea aerului? Reprezentați grafic forțele. (R. 980 N)

8. După cît timp va începe să se miște corpul A cu viteza constantă v , resortul fiind nedeformat?



9. O ladă cu masa de 10 kg este așezată pe o forță orizontală. Dacă forța de frecare dintre ladă și suprafață este 1/8 din suprafața de apăsare cînd lada este repaus și 1/10 din forța de apăsare cînd lada alunecă, să se afle:

- a) forța de frecare;
b) forța minimă ce pune lada în mișcare;
c) forța minimă ce ține lada în mișcare uniformă.

10. Suspendind de un resort un corp cu masa de 50 g acesta se alungește cu 20 cm. Suspendind același corp de un alt resort îl alungește cu 10 cm. Cu cât se va alungi ansamblul celor două resorturi, montate unul sub celălalt, atunci când suspendăm de ele un corp cu masa de 200 g? (R. 34 cm)

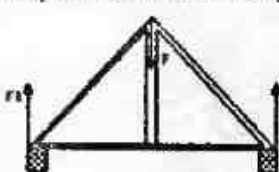
11. Pe o balanță scrie "maximum 6 kg". Cu ce forță maximă apasă brațul balanței pe cușite dacă balanța este de tipul cu brațe egale? Se neglijează greutatea brațului și a talerelor. ($G=F=120$ N)

12. Arătând că printr-o intersecție vizează unui automobil este de 30 km/oră, această mărime este determinată complet? Ce mai este necesar?

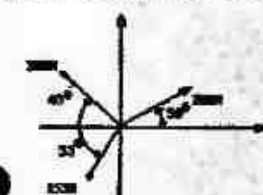
13. Care este rezultanta a trei forțe concurente de 100 N dacă unghiul dintre ele este 120° ? (R. R=0)

14. Asupra unui corp acționează două forțe perpendiculare de 800 N și 600 N. Calculează rezultanta pe cale analitică și grafică.

15. Care sînt reacțiunile barelor unei console care susține o sarcină de 2000 N, știind că punctul ei de aplicare se află în



(R. $F_1=2828,4$ N; $F_2=1000$ N)



16. Să se găsească pe cale grafică modulul și direcția celor trei forțe din figură. Să se utilizeze metoda poligonului.

17. Două adulți și un copil vor să împingă o ladă pe direcția x și în sensul dat de figură. Cel doi oameni împing cu forțele F_1 și F_2 ale căror module și orientări sînt indicate în figură. Să se găsească modulul și direcția celei mai mici forțe pe care



trebuie s-o exercite copilul.

18. Să se găsească grafic rezultanta a două forțe de 10 N aplicate în același punct, când unghiul dintre forțe este de 30° și apoi 130° .

CLASA VIII-a

1. Două sarcini punctiforme $Q=1,1 \cdot 10^{-8}$ C și $Q=3 \cdot 10^{-8}$ C cu distanța $r=15$ cm sînt așezate în vid.

Să se calculeze mărimea forței cu care se resping cele două sarcini. (R. 33/25)

2. La ce distanță trebuie așezate sarcinile punctiforme $Q=q=1$ C pentru ca forța care se exercită între ele să fie egală cu 1 N, în vid. (R. 94.800 m)

3. Se dau trei sarcini pozitive egale $Q_1=Q_2=Q_3=q$ situate în vîrfurile unui triunghi echilateral. Să se calculeze sarcina Q care trebuie așezată în centrul triunghiului pentru ca sistemul de sarcini Q_1, Q_2, Q_3 să fie în echilibru. (R. $Q=q/\sqrt{3}$)

4. Două sfere metalice identice, cu dimensiuni mici, astfel încît se poate neglija influența reciprocă asupra repartiției sarcinilor pe sfere, sînt așezate la distanța r, și, fiind încărcate cu sarcinile q și q, se resping cu o forță de 1 N. se aduc sferele în contact și apoi se depărtază la distanța r/2. În această situație, sferele se resping cu o forță de 6,25 N. să se determine raportul Q_1/Q_2 . (R. 1/4)

5. În punctele A și B cu $AB=10$ cm se găsesc sarcinile $Q_A=5,12 \cdot 10^{-2}$ C și $Q_B=-1,2 \cdot 10^{-2}$ C. Se consideră punctele C și D astfel încît $CA=8$ cm și $CB=6$ cm; $DA=9$ cm și $DB=1$ cm. Sarcinile sînt în vid. Să se calculeze:

- a) intensitatea cîmpului electric în punctele C și D;
b) diferența de potențial între aceste puncte;
c) energia produsă prin deplasarea sarcinii $q=5 \cdot 10^{-6}$ C din C și D.
(R. $E_C=7,8 \cdot 10^5$ V/m; $E_D=113,7$ V/m; $U_{CD}=0,64 \cdot 10^4$ V; $W=4,82$ J)

6. La ce distanță se trebui să se găsească unul de altul într-un mediu cu permittivitatea absolută ϵ_r , două corpuri punctiforme, cu sarcini egale, pentru a se respinge cu aceeași forță cu care se resping în vid, cînd sînt la distanța r unul de celălalt?
(R. $x=r/\epsilon_r$)

7. Două bile conductoare identice, A și B sînt legate de același punct de suspenzie, prin fire izolatoare de 0,2 m lungime. razele bilelor sînt de 2 mm și fiecare are masa de 0,1 g. Bila A este îndepărtată și încărcată electric și apoi este lăsată să vină în contact cu bila B. La echilibru, firele de suspenzie fac între ele un unghi de 60° . Cu ce sarcină a fost încărcată bila A? (R. $1,01 \cdot 10^{-7}$ C)

8. Două corpuri punctiforme electrizate în vid la distanța de 30 cm se resping cu o forță de $4 \cdot 10^{-5}$ N. Ce valoare va avea forța de interacțiune dacă se mărește distanța dintre corpuri cu 0,30 m? (R. $F=10^{-5}$ N)

9. La baza și la vîrfurile unui plan înclinat cu unghiul $\alpha=45^\circ$ se află câte o sarcină electrică de 10^{-7} C și respectiv $2 \cdot 10^{-7}$ C. Pe plan, la o distanță de $1/3$ față de baza planului se găsește o sarcină pozitivă de $\sqrt{2} \cdot 10^{-8}$ C și $m=0,25$ g. în echilibru. Să se afle lungimea planului în vid. (R. $l=18$ cm)

Prof. DAN RUXANDA
BRILA

Istoria unor mari descoperiri Graham Bell și inventarea telefonului.

Alexander Graham Bell, s-a născut în Scoția la 3 martie 1847 și a murit în Noua Scoție la 2 august 1922.

Studind lucrările clasice ale cunoscutului fizician Helmholtz asupra percepției sunetului, l-a venit ideea să experimenteze pentru a reuși să transmită un sunet prin fir. A reușit la început să transmită la început prin intermediul unor șocuri electrice sunetele produse de diapazoane aflate la un capăt al firului, împreună cu un capăt electromagnet, la un alt grup de diapazoane identice aflate la celălalt capăt al firului. Acesta a fost principiul "telegrafului sintonic" al lui Bell. În experiențele următoare a înlocuit diapazoanele prin plăcuțe de oțel (limbi din tuburi de orgă), fiecare având frecvența sa proprie. El a magnetizat lamelele pentru a mări atracția dintre ele și electromagnet. Atunci a înțeles faptul că potrivit legilor electromagnetismului, lamelele magnetice care oscilează, creează un curent de inducție proprie (autoinducție), care ar trebui să aibă aceeași frecvență cu aceea a lamelei. Astfel Bell a descoperit cheia viitoarei invenții. Din carnetul său de notițe și din echile asistentului său, reiese în mod clar aceste idei, dar el credea că curentul indus ar fi prea slab pentru aplicații practice. De aceea în anul 1875 a discutat cu Joseph Henry, marele fizician american. La întrebarea dacă descoperirea lui ar putea fi publicată, Henry l-a răspuns că ea trebuie mai întâi îmbunătățită. Bell l-a replicat că nu crede că are suficiente cunoștințe de electricitate, la care Henry l-a răspuns: "Atunci învețe!".

Bell s-a întors la Boston la telegraful său. În ziua de 2 iunie 1875, pe când lucra cu asistentul său Watson, în încăperi diferite, fiecare la capătul unui conductor, decodată una din lamelele aflate la capătul unde e a Watson a fost atrasă atât de puternic că a fost necesar un mic efort să o desprindă, după care a început să sune. Bell, care, la celălalt capăt ținea lamelele la ureche, a recunoscut imediat tonul, repezindu-se în celealtă cameră să vadă ce făcuse acolo asistentul său. În ziua următoare, după modificările aduse, se afla în situație de a transmite vocea umană, astfel încât să poată fi recunoscută, deși cuvintele erau încă neclare.

În anul următor, la 10 martie 1876, a transmis pentru prima oară, prin cablu, cuvinte clare. Între timp a înlocuit lamelele de transmisie și electromagnetul, printr-un transmițător ce era folosit în alte scopuri la telegraful său sintonic. El consta dintr-o membrană al cărei centru era prins de un fir, capătul firului era pus într-o soluție de acid sulfuric. Când membrana începea să vibreze, datorită vocii omului, ea ridica și cobora firul de fier și atunci rezistența electrică varia sincron cu oscilațiile membranei și odată cu ea oscila și intensitatea curentului din circuit.

Prima frază istorică ce a fost transmisă prin telefon nu a fost decât pregătire. Bell și-a pătat halna cu acid și de emoție a strigat: "Domnule Watson, vino aici! Am nevoie de dumneata!" Watson auzind chemarea prin telefon, a venit imediat. Așa s-a născut telefonul.

Printr-o înfăptuire fericită, l-a oferit prilejul, chiar în același an, să prezinte descoperirea sa cu ocazia expozițiilor organizate la Philadelpia pentru aniversarea centenarului independenței S.U.A. Marele fizician, lordul Kelvin, care era acolo, a numit telefonul "cea mai surprinzătoare treabă în America".

În anul 1880 Bell s-a retras din cercetări. Până în 1894 s-a luptat în procese pentru a-și apăra drepturile de descoperire. Ultimul său patent datează din 1894.

Este remarcabil avansul tehnologic al lui Bell, care a folosit chiar efectul luminii asupra celulei de esențiu, care își modifică rezistența electrică sincron cu intensitatea luminoasă, ceea ce era o senzațională experiență pentru anul 1880. Bell a fost de față la inaugurarea primei linii telefonice transoceanice.



Redacția: BRĂILA 6100, OL. P.T.T. 3, Căsuța poștală
309

Telefon: 94 / 646851

Editor: profesor EMILIAN MICU

Prețul 50 lei

