Traian Anghel

PROBLEME DE FIZICĂ TIP GRILĂ

- Mecanică
- Termodinamică
- Curent continuu

STUDIU LA CLASĂ

BACALAUREAT

ADMITERE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL SUPERIOR

CORINT BOOKS

Cuvânt-înainte

Un număr mare de elevi aleg să susţină examenul de bacalaureat la fizică. Motivele sunt multiple, începând cu frumuseţea şi coerenţa internă a acestei ştiinţe exacte, care îi transformă pe mulţi dintre elevi în cursul anilor de studiu din gimnaziu şi din liceu în adevăraţi pasionaţi ai fizicii, şi ajungând la altele mai pragmatice, ca de pildă susţinerea examenului de admitere în învăţământul superior la această disciplină.

Învăţământul superior tehnic românesc este încă în dezvoltare, iar oferta universităţilor şi a academiilor tehnice, atât civile, cât şi militare, este din ce în ce mai diversă şi mai atractivă, posibilităţile de evoluţie în carieră după finalizarea studiilor fiind multiple. Din acest motiv, un număr important de absolvenţi de liceu se îndreaptă către astfel de instituţii de învăţământ, în care, adesea, admiterea este o adevărată piatră de încercare întrucât concurenţa este foarte strânsă. Reiese de aici necesitatea unei pregătiri temeinice a candidaţilor la disciplinele de concurs, inclusiv la fizică.

Programa de fizică pentru concursul de admitere în învăţământul superior tehnic este aceeaşi cu programa de fizică pentru examenul de bacalaureat (care poate fi găsită în partea finală a lucrării), existând diferenţe — avute în vedere la elaborarea lucrării de faţă — în ceea ce priveşte nivelurile de dificultate ale problemelor incluse în subiectele administrate în cadrul acestora.

Cartea include 600 de probleme-grilă de fizică (de tip complement simplu, cu un singur răspuns corect din şase propuse pentru alegere) şi se adresează elevilor din clasele a XI-a şi a XII-a care se pregătesc pentru susţinerea examenului de bacalaureat și a concursului de admitere în învăţământul superior tehnic, precum şi profesorilor care îi îndrumă în aceste demersuri. Problemele propuse în carte sunt similare celor incluse în subiectele de examen[1] și de concurs, astfel încât se constituie într-un ghid util tuturor celor care au în vedere susţinerea succesivă a acestora.

Cele 600 de probleme incluse în carte sunt grupate în seturi de câte 200, alocate fiecăruia dintre cele trei module care fac parte din programa de fizică pentru admitere în învăţământul superior tehnic: *Mecanică*, *Elemente de termodinamică* şi *Producerea şi utilizarea curentului continuu*. Cele trei module, alături de *Optică,* sunt incluse în programa de fizică pentru bacalaureat, elevul având obligaţia de a opta pentru două dintre cele patru (majoritatea elevilor alegând să susţină examenul la modulele de *Mecanică* şi *Producerea şi utilizarea curentului continuu*).

[1] După cum se ştie, variantele de examen pentru proba de fizică a bacalaureatului conţin trei subiecte, dintre care subiectul I include cinci probleme tip grilă, subiectele II şi III fiind probleme cu răspuns deschis. De asemenea, subiectele de fizică pentru examenul de admitere în instituţiile de învăţământ superior tehnic conţin, fără excepţie, numai probleme de tip grilă.

Lucrarea de faţă este alcătuită din trei capitole: în primul sunt incluse enunţurile problemelor, în cel de-al doilea sunt oferite răspunsurile, iar al treilea conţine rezolvările complete şi detaliate ale tuturor problemelor.

Pentru scrierea acestei cărţi au fost selectate probleme având patru niveluri de dificultate, numerotate cu 1, 2, 3 şi 4[2]. Rezolvarea problemelor având nivelul 1 (elementar) se bazează numai pe însuşirea corectă şi completă a noţiunilor fundamentale, conform programei de fizică. În schimb, pentru rezolvarea problemelor cu nivel de dificultate 2 (mediu) este necesară utilizarea cunoştinţelor teoretice, dar şi a deprinderilor caracteristice rezolvitorilor de probleme (ca de exemplu realizarea conexiunilor între concepte). Dacă acestea nu există, ele se pot dobândi chiar prin rezolvarea problemelor incluse în lucrarea de faţă. În acest scop este necesar să se ţină seama că fizica este o ştiinţă exactă, iar rezolvarea unei probleme necesită de fiecare dată parcurgerea obligatorie a unor etape, începând cu înţelegerea fenomenului fizic şi continuând cu exprimarea matematică a acestuia, pe baza noţiunilor, principiilor şi legilor însuşite anterior. Rezolvarea problemelor având nivelurile de dificultate 3 (peste medie) şi 4 (mare) necesită un efort intelectual ridicat şi presupune o pregătire intensivă.

Recomandăm elevilor să consulte ultimul capitol al cărţii numai după ce au depus eforturi susţinute pentru rezolvarea problemelor, deoarece nivelul de dificultate al celor mai multe dintre ele coincide cu nivelul majorităţii problemelor incluse în subiectele administrate la examene și concursuri (adică 1 şi 2).

Lucrarea conţine şi probleme cu nivel de dificultate peste cel mediu (adică 3 şi 4), deoarece concursul de admitere în învăţământul superior include acest tip de probleme (în proporţie de aproximativ 20% din numărul total al itemilor) pentru a-i departaja pe concurenţii cel mai bine pregătiţi.

Cartea poate fi utilizată şi ca auxiliar didactic de către profesorii care predau fizica la clasele a IX-a şi a X-a de liceu, filiera teoretică (profilul real, specializările matematică-informatică şi ştiinţele naturii), filiera vocaţională (profilul militar) şi filiera tehnologică (profilul tehnic), pentru pregătirea fişelor de lucru, a testelor de evaluare formativă şi sumativă, dar şi ca instrument de lucru la clasă, inclusiv în orele dedicate recapitulării pentru teză, precum şi pregătirii olimpiadelor şi concursurilor şcolare.

Nu în ultimul rând, lucrarea de faţă le poate fi utilă tuturor elevilor, atât celor din ciclul inferior al liceului, cât şi celor din ciclul superior, din cele trei filiere educaţionale, care doresc să aprofundeze studiul fizicii în perspectiva unui traseu educaţional în domeniul tehnic.

AUTORUL

[2] Nivelul de dificultate al unei probleme este precizat între paranteze drepte, după numărul acesteia; de exemplu, 1.**28**[2] înseamnă că problema cu numărul **1.28** are nivelul de dificultate 2.

I. Enunţuri

În primul capitol al lucrării sunt incluse enunţurile celor 600 de probleme de tip grilă, câte 200 din modulele *Mecanică*, *Elemente de termodinamică* şi *Producerea şi utilizarea curentului continuu*, în această ordine.

Trebuie precizat că problemele propuse pot fi rezolvate corect şi eficient din punct de vedere al timpului de lucru numai după însuşirea completă a teoriei, conform programei de fizică pentru bacalaureat şi folosind manualele în vigoare[3] sau alte surse recomandate de persoane cu pregătire în domeniu.

1. Mecanică

În subcapitolul de faţă sunt incluse 200 de probleme de mecanică, împărţite în două secţiuni. Prima dintre acestea include probleme care verifică nivelul de însuşire şi capacitatea de aplicare a cunoştinţelor referitoare la cinematica punctului material şi tipuri de mişcări ale acestuia, precum şi la principiile mecanicii şi tipuri de forţe. A doua secţiune a acestui prim subcapitol include probleme pentru a căror rezolvare sunt utilizate cunoştinţe referitoare la lucrul mecanic, puterea şi randamentul mecanic, energia mecanică şi impulsul mecanic.

1.1. Principii şi legi în mecanica clasică

Rezolvarea problemelor incluse în această secţiune necesită cunoaşterea unor noţiuni legate de viteză, acceleraţie, tipuri de mişcări (mişcarea rectilinie uniformă, mişcarea rectilinie uniform variată), principiile mecanicii newtoniene, tipuri de forţe (greutatea, forţa de frecare, forţa elastică) şi mişcări în câmp gravitaţional uniform (căderea liberă, aruncarea în sus pe verticală, aruncarea pe orizontală, aruncarea pe oblică). Pentru acceleraţia gravitaţională se va lua $g = 10\ m/s^2$*, valoare utilizată atât în subiectele pentru examenul de bacalaureat, cât şi în cele pentru concursul de admitere în învăţământul superior.*

1.1[2] Legea mişcării unui corp este $x(t) = 4 - 6t + 2t^2$. Dacă masa corpului este $m = 3\ kg$, forţa care acţionează asupra acestuia este:

A) $10N$ B) $12N$ C) $14N$ D) $8,5N$ E) $8N$ F) $11N$

---

[3] Un catalog al manualelor şcolare aprobate se găseşte la adresa *https://www.manuale.edu.ro/*.

1.2[2] Legea mişcării unui corp este $x(t)=1+2t+3t^2$. Viteza acestuia la momentul $t_1=2s$ are valoarea:

A) $2m/s$ B) $10m/s$ C) $7{,}5m/s$ D) $14m/s$ E) $11m/s$ F) $7{,}8m/s$

1.3[2] Un camion s-a deplasat rectiliniu între oraşele A şi B, parcurgând prima jumătate a distanţei dintre acestea cu viteza constantă $v_1=60\,km/h$, iar cea de-a doua jumătate cu viteza constantă $v_2=40\,km/h$. Viteza medie a camionului a fost:

A) $48\frac{km}{h}$ B) $50\frac{km}{h}$ C) $46\frac{km}{h}$ D) $47\frac{km}{h}$ E) $42\frac{km}{h}$ F) $44\frac{km}{h}$

1.4[2] Un corp se deplasează orizontal, fără frecare, plecând din repaus, sub acţiunea unei forţe constante, $F=10N$, orientată orizontal. Dacă masa corpului este $m=5kg$, distanţa parcursă de acesta în primele 10 secunde ale mişcării este:

A) $50m$ B) $75m$ C) $80m$ D) $90m$ E) $100m$ F) $85m$

1.5[2] Legea de mişcare a unui corp este $x(t)=3+2t+3t^2$. Viteza corpului în momentul în care acesta se află în punctul de coordonată $x_1=19m$ este:

A) $14m/s$ B) $12m/s$ C) $0m/s$ D) $15m/s$ E) $18{,}5m/s$ F) $3m/s$

1.6[1] Legea vitezei în mişcarea rectilinie uniform accelerată este:

A) $v(t)=v_0+at^2$ B) $v(t)=v_0+a/t^2$ C) $v(t)=v_0+at$
D) $v(t)=x_0+at$ E) $v(t)=at^2$ F) $v(t)=x_0+(at^2)/2$

1.7[1] Legea lui Hooke, scrisă în funcţie de ε (alungirea relativă), σ (efortul unitar) şi E (modulul de elasticitate longitudinal), este:

A) $\sigma=\frac{E}{\varepsilon}$ B) $\sigma=\frac{\varepsilon}{E}$ C) $\sigma=\varepsilon\cdot E^2$
D) $\varepsilon=E\sigma^2$ E) $\sigma=\varepsilon\cdot E$ F) $\varepsilon^2=\sigma^2 E$

1.8[1] Forţa de frecare la alunecare, scrisă în funcţie de μ(coeficientul de frecare la alunecare) şi $\vec{N}$ (forţa de reacţiune normală), are expresia:

A) $\vec{F}_f=\mu\vec{N}$ B) $F_f=\mu/N$ C) $F_f=\mu\vec{N}$ D) $F_f=\mu N$ E) $\vec{F}_f=\mu N$ F) $F_f=N/\mu$

1.9[2] Două automobile pleacă unul către celălalt, în acelaşi moment, din două localităţi situate la distanţa d = 225 km una de cealaltă. Cele două automobile se mişcă rectiliniu uniform, cu vitezele $v_1=70\,km/h$ şi, respectiv, $v_2=80\,km/h$. Acestea se vor întâlni după:

A) $1{,}5h$ B) $1{,}2h$ C) $2h$ D) $80\min$ E) $67\min$ F) $1{,}6h$

2. Elemente de termodinamică

Al doilea subcapitol conţine enunţurile a 200 de probleme de termodinamică, împărţite în două secţiuni. Prima secţiune include probleme care verifică nivelul de însuşire şi capacitatea de aplicare a unor noţiuni de bază dobândite în studiul termodinamicii, referitoare la structura discretă a substanţei, teoria cinetică-moleculară şi transformările gazului ideal. A doua secţiune conţine probleme pentru a căror rezolvare sunt utilizate principiile termodinamicii, precum şi cunoştinţe referitoare la motoare termice şi randament.

2.1. Noţiuni termodinamice de bază. Transformările gazului ideal

Prima secţiune include probleme pentru a căror rezolvare sunt necesare cunoştinţe referitoare la noţiunile de masă moleculară, masă moleculară relativă, cantitate de substanţă, numărul lui Avogadro, volum molar, număr volumic, densitate, viteză termică, precum şi la legile transformărilor gazului ideal (izotermă, izobară, izocoră, adiabatică, generală şi politropă).

2.1[2] Pentru aer se cunosc concentraţiile molare $x_1 = 21\%$ (oxigen), $x_2 = 78\%$ (azot) şi $x_3 = 1\%$ (argon) şi masele molare $\mu_1 = 32\, g/mol$ (oxigen), $\mu_2 = 28\, g/mol$ (azot) şi $\mu_3 = 40\, g/mol$ (argon) ale celor trei componente principale ale acestuia. Masa molară a aerului este:

A) $27\, g/mol$ B) $28 \cdot 10^{-3}\, kg/mol$ C) $29\, g/mol$
D) $31 \cdot 10^{-3}\, kg/mol$ E) $24\, g/mol$ F) $32\, g/mol$

2.2[2] Într-un vas se găseşte un amestec format din 60 *g* de H_2, cu masa molară $\mu_1 = 2\, g/mol$ şi 120 *g* de CO_2, cu masa molară $\mu_2 = 44\, g/mol$. Masa unui mol al amestecului respectiv este:

A) $5{,}4\, g/mol$ B) $5{,}5 \cdot 10^{-3}\, kg/mol$ C) $5{,}6\, g/mol$
D) $6{,}7 \cdot 10^{-3}\, kg/mol$ E) $6{,}5\, g/mol$ F) $6{,}4\, g/mol$

2.3[2] Calculaţi numărul de molecule dintr-un volum $V = 1\ m^3$ de apă aflată în stare lichidă. Se cunoaşte numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}\ molecule/mol$.

A) $4{,}35 \cdot 10^{28}$ B) $3{,}35 \cdot 10^{27}$ C) $3{,}35 \cdot 10^{28}$
D) $3{,}45 \cdot 10^{29}$ F) $3{,}45 \cdot 10^{28}$ E) $4{,}45 \cdot 10^{27}$

2.4[2] Calculaţi volumul molar al apei aflate în stare lichidă, în condiţii normale. Se cunoaşte numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}\ molecule/mol$.

A) $1{,}8 \cdot 10^{-5}\ m^3/mol$ B) $2{,}8 \cdot 10^{-5}\ m^3/mol$ C) $1{,}8 \cdot 10^{-6}\ m^3/mol$
D) $1{,}7 \cdot 10^{-5}\ m^3/mol$ E) $2{,}7 \cdot 10^{-5}\ m^3/mol$ F) $1{,}6 \cdot 10^{-5}\ m^3/mol$

2.5[2] Calculaţi densitatea oxigenului aflat în condiţii normale de presiune şi temperatură. Se cunoaşte $V_{\mu 0} = 22{,}41 \cdot 10^{-3}\ m^3/mol$.

A) $1{,}40 kg/m^3$ B) $2{,}40 kg/m^3$ C) $2{,}43 kg/m^3$
D) $1{,}23 kg/m^3$ E) $2{,}23 kg/m^3$ F) $1{,}43 kg/m^3$

2.6[2] Evaluaţi diametrul unei molecule de apă în stare lichidă, în condiţii normale de temperatură şi presiune. Se cunoaşte numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}\ molecule/mol$.

A) $4 \cdot 10^{-10} m$ B) $3 \cdot 10^{-9} m$ C) $4 \cdot 10^{-11} m$
D) $3 \cdot 10^{-11} m$ E) $3 \cdot 10^{-10} m$ F) $4 \cdot 10^{-9} m$

2.7[2] Într-un vas se află $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$ molecule de azot şi $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen. Masa molară medie a amestecului este:

A) $28 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ B) $29 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ C) $30 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$
D) $39 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ E) $36 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ F) $40 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$.

2.8[2] Un volum V = 200 cm^3 de apă s-a evaporat în $\Delta t = 15$ zile. Viteza medie de evaporare a apei, exprimată în număr de molecule evaporate într-o secundă, a fost:

A) $5{,}16 \cdot 10^{18} s^{-1}$ B) $5{,}28 \cdot 10^{17} s^{-1}$ C) $4{,}16 \cdot 10^{18} s^{-1}$
D) $4{,}26 \cdot 10^{16} s^{-1}$ E) $5{,}16 \cdot 10^{17} s^{-1}$ F) $5{,}18 \cdot 10^{19} s^{-1}$

2.9[2] Se cunosc concentraţiile masice ale celor trei componente principale ale aerului, $g_1 = 23{,}2\%$ (oxigen molecular), $g_2 = 75{,}5\%$ (azot molecular) şi $g_3 = 1{,}3\%$ (argon) şi masele molare ale acestora, $\mu_1 = 32\, g/mol$, $\mu_2 = 28\, g/mol$ şi $\mu_3 = 40\, g/mol$. Masa molară a aerului este:

A) $27\, g/mol$ B) $28 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ C) $29\, g/mol$
D) $31 \cdot 10^{-3}\ kg/mol$ E) $24\, g/mol$ F) $32\, g/mol$

2.10[3] Compoziţia procentuală masică a aerului este: $g_1 = 23{,}2\%$ oxigen molecular, $g_2 = 75{,}5\%$ azot molecular şi $g_3 = 1{,}3\%$ argon. Compoziţia procentuală volumică a aerului este:

A) $r_1 = 21{,}7\%; r_2 = 77{,}3\%; r_3 = 1\%$ B) $r_1 = 22\%; r_2 = 76\%; r_3 = 2\%$
C) $r_1 = 22\%; r_2 = 76{,}3\%; r_3 = 1{,}7\%$ D) $r_1 = 21\%; r_2 = 78\%; r_3 = 1\%$
E) $r_1 = 21{,}5\%; r_2 = 77{,}5\%; r_3 = 1\%$ F) $r_1 = 22\%; r_2 = 76{,}5\%; r_3 = 1{,}5\%$

3. Producerea şi utilizarea curentului continuu

În subcapitolul de faţă sunt incluse enunţurile a 200 de probleme de curent continuu, împărţite în două secţiuni. Prima secţiune conţine probleme a căror rezolvare necesită cunoştinţe referitoare la legile circuitelor electrice, precum şi la gruparea rezistoarelor şi a generatoarelor electrice. A doua secţiune include probleme pentru rezolvarea cărora sunt necesare cunoştinţe referitoare la energia electrică, puterea electrică şi randament.

3.1. Legile circuitelor electrice

Pentru rezolvarea problemelor incluse în această primă secţiune sunt necesare cunoştinţe referitoare la elemente de circuit (surse şi rezistori), instrumente de măsură (ampermetru şi voltmetru, ideale şi reale), elemente de topologie a circuitelor electrice, intensitatea curentului electric, tensiunea şi rezistenţa electrică, dependenţa rezistivităţii de temperatură, rezistenţa unui conductor electric filiform, legile circuitelor electrice (Ohm şi Kirchhoff), precum şi la gruparea rezistoarelor şi a generatoarelor electrice. Pentru sarcina electrică elementară se va utiliza $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$.

3.1[1] Simbolurile unităţilor de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru rezistenţa electrică este:

A) $\Omega \cdot m$ B) $V \cdot A$ C) $\dfrac{J}{C \cdot A}$ D) $\Omega \cdot m^{-1}$ E) $\dfrac{J \cdot m}{C}$ F) $\dfrac{J}{A \cdot m}$

3.2[1] Numărul de ecuaţii independente care se pot obţine prin aplicarea legii I a lui Kirchhoff într-o reţea cu n noduri este:

A) n B) $n+1$ C) n^2 D) $n-1$ E) $n-2$ F) $2n-1$

3.3[1] Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia rezistenţei electrice a unui fir conductor este:

A) $\rho\dfrac{S}{l}$ B) $\rho\dfrac{l}{S}$ C) $U \cdot I$ D) $\rho l S$ E) $\dfrac{I}{U}$ F) $\dfrac{1}{\rho l S}$

3.4[1] Pentru o reţea electrică având incluse f ochiuri fundamentale, aplicarea legii a II-a a lui Kirchhoff permite obţinerea unui număr de ecuaţii independente egal cu:

A) f B) $f-1$ C) $f+1$ D) f^2 E) $2f-1$ F) $f+2$

3.5[1] Rezistivitatea electrică a unui material conductor depinde de temperatură, conform relaţiei:

A) $\rho = \rho_0 \cdot \alpha \cdot t$ B) $\rho = \rho_0 (1 + \alpha \cdot t)$ C) $\rho = \dfrac{\rho_0}{1 + \alpha \cdot t}$

D) $\rho = \dfrac{\rho_0}{\alpha \cdot t}$ E) $\rho = \dfrac{\rho_0 \cdot \alpha}{t}$ F) $\rho = const.$

3.6[2] Un circuit electric simplu este format dintr-o sursă cu tensiunea electromotoare E şi rezistenţa internă r, care alimentează un consumator cu rezistenţa R. Căderea de tensiune pe rezistenţa interioară a sursei este:

A) $\dfrac{RE}{r+R}$ B) $\dfrac{E}{r+R}$ C) $\dfrac{Er^2}{r+R}$ D) $\dfrac{Er}{R}$ E) $\dfrac{rE}{r+R}$ F) $\dfrac{Er^2}{(r+R)^2}$

3.7[2] Un voltmetru ideal este conectat la bornele unei surse electrice având tensiunea electromotoarea E şi rezistenţa internă r. Voltmetrul indică:

A) E B) $E/2$ C) $2E$ D) 0 E) E/r F) rE

3.8[2] Numărul de electroni care trec prin secţiunea transversală a unui conductor în intervalul de timp $\Delta t = 2\,\text{min}$ este $N = 7{,}5 \cdot 10^{21}$. Intensitatea curentului prin conductor este:

A) $5A$ B) $7A$ C) $10A$ D) $4A$ E) $6{,}5A$ F) $12A$

3.9[2] Două fire conductoare sunt realizate din acelaşi material. Dacă raportul lungimilor celor două fire este $l_1/l_2 = 2$, iar raportul diametrelor secţiunilor transversale este $d_1/d_2 = 2$, raportul rezistenţelor electrice ale firelor R_1/R_2 este:

A) 2 B) $\dfrac{1}{2}$ C) $\dfrac{1}{4}$ D) 1 E) 4 F) 3

3.10[1] Ştiind că unităţile de măsură ale mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a coeficientului termic al rezistivităţii este:

A) Ω B) $\Omega \cdot m$ C) s D) $grad^{-1}$ E) $grad$ F) s^{-1}

3.11[2] Printr-un conductor trece un curent electric a cărui intensitate variază în timp după legea: $I(t) = 0{,}2 + 0{,}01 \cdot t$, în care I este exprimat în amperi şi t în secunde. Sarcina electrică transportată prin secţiunea transversală a conductorului în timpul $t \in [50s, 150s]$ este:

A) $100C$ B) $150C$ C) $120C$ D) $110C$ E) $70C$ F) $130C$

III. Rezolvări

1. Mecanică

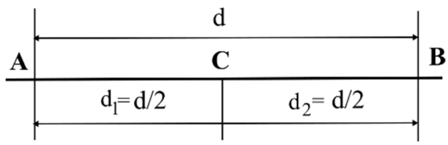
1.1. Forţa care acţionează asupra corpului se determină utilizând ecuaţia principiului al II-lea al mecanicii: $F = ma$. Accelerația corpului se determină observând că legea mişcării este o funcţie de gradul al II-lea, ceea ce înseamnă că mişcarea corpului este rectilinie uniform variată. Forma generală a legii mişcării este $x(t) = x_0 + v_0 t + (a/2) \cdot t^2$. În urma identificării coeficienţilor, se obţine $a = 4 m/s^2$. Rezultă $F = 3kg \cdot 4 m/s^2 = 12N$.

Determinarea acceleraţiei corpului se mai poate face prin derivarea succesivă (de două ori) a legii mişcării: $a = \dfrac{d^2 x}{dt^2} = 4 m/s^2$.

1.2. Pentru a calcula viteza la un anumit moment, trebuie cunoscută legea vitezei. În acest scop, se observă că mişcarea corpului este rectilinie uniform variată, deoarece legea mişcării este o funcţie de gradul al II-lea în timp. Se compară legea mişcării cu forma generală a acesteia şi, prin identificare, se obţin $x_0 = 1m$, $v_0 = 2 m/s$ şi $a = 6 m/s^2$. Legea vitezei în mişcarea rectilinie uniform variată este $v(t) = v_0 + at$, ceea ce înseamnă că viteza corpului în problemă variază în timp astfel: $v(t) = 2 + 6t$. Viteza corpului la momentul $t_1 = 2s$ va fi $v(2) = (2 + 6 \cdot 2) m/s = 14 m/s$.

Legea vitezei se mai poate determina şi prin derivarea legii mişcării:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(1 + 2t + 3t^2\right) = 2 + 6t$$



1.3. În figura alăturată, punctul C se află la jumătatea distanţei dintre punctele A şi B, $d_1 = d_2 = d/2$. Viteza medie a camionului va fi $v_m = \dfrac{d}{\Delta t} = \dfrac{d}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$, în care Δt_1 şi Δt_2 sunt duratele în care camionul străbate cele două jumătăţi ale drumului, cu vitezele v_1 şi, respectiv, v_2: $d_1 = v_1 \Delta t_1$, $d_2 = v_2 \Delta t_2$. Se obţine $\Delta t_1 = d_1 / v_1$ şi $\Delta t_2 = d_2 / v_2$, adică $\Delta t_1 = d/(2v_1)$ şi $\Delta t_2 = d/(2v_2)$. Viteza medie se va scrie: $v_m = \dfrac{d}{d/(2v_1) + d/(2v_2)} = \dfrac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$. Numeric, rezultă $v_m = \dfrac{2 \cdot 60 \cdot 40}{60 + 40} \dfrac{km}{h} = 48 \dfrac{km}{h}$.

1.4. Sub acţiunea forţei F, corpul se va deplasa rectiliniu uniform accelerat, având acceleraţia $a = \frac{F}{m} = \frac{10N}{5kg} = 2\,m/s^2$. Legea mişcării este $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$, distanţa parcursă fiind $d = x - x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$. Ținând cont că viteza iniţială este nulă, $v_0 = 0$, se obţine $d = \frac{at^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^2}{2} m = 100m$.

1.5. Corpul se află în punctul de coordonată $x_1 = 19m$ la momentul t_1, a cărui valoare se determină din ecuaţia $3 + 2t_1 + 3t_1^2 = 19$. Soluţia ecuaţiei este $t_1 = 2s$. Viteza corpului la momentul respectiv va fi $v(t_1) = v_0 + at_1$, în care coeficienţii au valorile $v_0 = 2\,m/s$ (viteza iniţială) şi $a = 6\,m/s^2$ (acceleraţia).
Se obţine $v(t_1) = v(2) = (2 + 6 \cdot 2)m/s = 14\,m/s$.

1.6. Mişcarea rectilinie uniform variată are loc cu acceleraţie constantă, egală cu acceleraţia medie: $a = a_m$. Dar $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, obţinându-se $a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$, din care rezultă $v = v_0 + a(t - t_0)$. În această relaţie, v_0 este viteza iniţială, iar t_0 este momentul iniţial al mişcării. Dacă acesta din urmă se alege $t_0 = 0$, se obţine legea vitezei $v = v_0 + at$.

1.7. Legea lui Hooke este $\Delta l = \frac{Fl_0}{ES}$. Aceasta se mai scrie $\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$. Notând $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ (alungirea relativă) şi $\sigma = \frac{F}{S}$ (efortul unitar), se obţine $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ sau $\sigma = \varepsilon E$.

1.8. Legea a doua a frecării permite determinarea cantitativă a forţei de frecare la alunecare: $F_f = \mu N$.

1.9. În momentul în care automobilele se întâlnesc, suma distanţelor străbătute de acestea va fi egală cu distanţa dintre oraşe (condiţia de întâlnire): $d_1 + d_2 = d$. Dar $d_1 = v_1 t$ şi $d_2 = v_2 t$, în care t este timpul scurs de la plecarea automobilelor până la întâlnirea acestora. Se obţine $d = (v_1 + v_2) \cdot t$, din care $t = \frac{d}{v_1 + v_2}$. Numeric, $t = \frac{225km}{150\,km/h} = 1{,}5h$.

2. Elemente de termodinamică

2.1. Pentru determinarea masei molare a amestecului se pleacă de la relaţia: $\mu = \frac{m}{\nu} = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k}$, unde am notat cu m_k şi ν_k masele şi, respectiv, cantităţile de substanţă ale celor n componente ale amestecului. Concentraţiile molare ale celor n componente se definesc astfel: $x_k = \frac{\nu_k}{\nu}$, unde $\nu = \frac{\sum_{k=1}^{n} N_k}{N_A} = \sum_{k=1}^{n} \frac{N_k}{N_A} = \sum_{k=1}^{n} \nu_k = \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k}{\mu_k}$. Masa molară a amestecului este $\mu = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\nu} = \frac{\sum_{k=1}^{n} \nu_k \mu_k}{\nu} = \sum_{k=1}^{n} \frac{\nu_k}{\nu} \mu_k = \sum_{k=1}^{n} x_k \mu_k$.

În cazul concret al aerului, numărul componentelor (principale) este 3, obţinându-se $\mu = x_1\mu_1 + x_2\mu_2 + x_3\mu_3$, adică $\mu = 0{,}21 \cdot 32 g/mol + 0{,}78 \cdot 28 g/mol + 0{,}01 \cdot 40 g/mol \cong$ $\cong 29 g/mol$.

2.2. Masa molară a unui amestec se scrie în funcţie de masele, respectiv masele molare ale componentelor sale astfel (am notat cu m_k şi μ_k masele şi, respectiv, masele molare ale celor n componente ale amestecului): $\mu = \frac{m}{\nu} = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k} = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\sum_{k=1}^{n} \frac{m_k}{\mu_k}}$.

În cazul concret al problemei care trebuie rezolvată, amestecul include două componente, obţinându-se: $\mu = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_1}} = \frac{60g + 120g}{\frac{60g}{2g/mol} + \frac{120g}{44g/mol}} = \frac{180}{32{,}72} g/mol = 5{,}5 g/mol$.

2.3. Pentru determinarea numărului moleculelor aflate într-un volum V de substanţă se procedează astfel: $N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A$; cum $m = \rho V$, se obţine: $N = \frac{\rho V}{\mu} N_A$.

Numeric, se obţine: $N = \frac{10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 1m^3}{18 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}} \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} mol^{-1} = 3{,}35 \cdot 10^{28}$ molecule.

2.4. Pentru calcularea volumului molar al unei substanţe în funcţie de densitatea acesteia se procedează astfel: $V_\mu = \dfrac{V}{\nu} = \dfrac{V}{\dfrac{m}{\mu}} = \dfrac{V}{\dfrac{\rho V}{\mu}} = \dfrac{\mu}{\rho}$.

Pentru apă în stare lichidă se obţine: $V_\mu = \dfrac{18 \cdot 10^{-3}\, kg/mol}{10^3\, kg/m^3} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}\, \dfrac{m^3}{mol}$.

2.5. Pentru determinarea densităţii unei substanţe în funcţie de volumul molar al acesteia se procedează astfel: $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{\nu\mu}{\nu V_\mu} = \dfrac{\mu}{V_\mu}$.

În cazul oxigenului ($\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ *kg/mol*) aflat în condiţii normale se obţine: $\rho = \dfrac{32 \cdot 10^{-3}\, kg/mol}{22{,}41 \cdot 10^{-3}\, m^3/mol} = 1{,}43 kg/m^3$.

2.6. Se presupune că moleculele sunt strâns împachetate şi se neglijează spaţiul liber dintre ele. În aceste condiţii, fiecare moleculă ocupă un cub cu latura egală cu diametrul acesteia, iar volumul şi, respectiv, diametrul unei molecule vor fi date de relaţiile: $V_0 = \dfrac{V}{N} = \dfrac{m/\rho}{\nu N_A} = \dfrac{m/\rho}{(m/\mu)N_A} = \dfrac{\mu}{\rho N_A}$; $d = \sqrt[3]{\dfrac{\mu}{\rho N_A}}$.

În cazul apei, se obţine: $d = \sqrt[3]{\dfrac{18 \cdot 10^{-3}\, kg/mol}{10^3\, kg/m^3 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}\, mol^{-1}}} \cong 3 \cdot 10^{-10} m = 3$ Å.

2.7. Cunoscând numărul de particule al componentelor amestecului, masa molară medie (aparentă) a acestuia este: $\mu = \dfrac{m}{\nu} = \dfrac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k} = \dfrac{\sum_{k=1}^{n} \nu_k \mu_k}{\sum_{k=1}^{n} \dfrac{N_k}{N_A}} = \dfrac{\sum_{k=1}^{n} \dfrac{N_k}{N_A}\mu_k}{\sum_{k=1}^{n} \dfrac{N_k}{N_A}} = \dfrac{\sum_{k=1}^{n} N_k \mu_k}{\sum_{k=1}^{n} N_k}$.

În cazul amestecului cu două componente (n = 2) din problemă, pentru masa molară medie se obţine: $\mu = \dfrac{N_1\mu_1 + N_2\mu_2}{N_1 + N_2}$. Folosind datele problemei, masa molară medie va fi: $\mu = \dfrac{12 \cdot 10^{23} \cdot 28 \cdot 10^{-3} kg/mol + 4 \cdot 10^{23} \cdot 32 \cdot 10^{-3} kg/mol}{12 \cdot 10^{23} + 4 \cdot 10^{23}} = 29 \cdot 10^{-3} kg/mol$.

2.8. Viteza de evaporare v_e se determină împărţind numărul de molecule care se află în volumul V de apă la durata de evaporare, Δt: $v_e = \dfrac{N}{\Delta t} = \dfrac{\nu N_A}{\Delta t} = \dfrac{\dfrac{m}{\mu} N_A}{\Delta t} = \dfrac{\rho V N_A}{\mu \Delta t}$.

Se obţine: $$v_e = \frac{10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} m^3 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} mol^{-1}}{18 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol} \cdot 15 \cdot 24 \cdot 3600 s} = 5{,}16 \cdot 10^{28} molecule/s \cdot$$

2.9. Pentru determinarea masei molare a amestecului se foloseşte relaţia: $\mu = \frac{m}{\nu} = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k}$, unde m_k şi ν_k sunt masele şi, respectiv, cantităţile de substanţă ale celor n componente ale amestecului. Concentraţiile masice ale celor n componente se definesc astfel: $g_k = \frac{m_k}{m} = \frac{m_k}{\sum_{k=1}^{n} m_k}$. Se obţine: $\mu = \frac{\sum_{k=1}^{n} m g_k}{\sum_{k=1}^{n} \frac{m_k}{\mu_k}} = \frac{m \sum_{k=1}^{n} g_k}{\sum_{k=1}^{n} \frac{m g_k}{\mu_k}} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} \frac{g_k}{\mu_k}}$.

În cazul aerului, $n = 3$, folosind datele furnizate în enunţul problemei, se obţine:
$$\mu = \frac{1}{\frac{g_1}{\mu_1} + \frac{g_2}{\mu_2} + \frac{g_3}{\mu_3}} = \frac{1}{\frac{0{,}232}{32 g/mol} + \frac{0{,}755}{28 g/mol} + \frac{0{,}013}{40 g/mol}} \cong 29 g/mol \cdot$$

2.10. Concentraţia volumică și concentraţia masică a componentei k a unui amestec de n componente se definesc astfel: $r_k = \frac{V_k}{V} = \frac{V_k}{\sum_{k=1}^{n} V_k}$; $g_k = \frac{m_k}{m} = \frac{m_k}{\sum_{k=1}^{n} m_k}$. Se obţine:
$$r_k = \frac{\nu_k V_\mu}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k V_\mu} = \frac{\nu_k}{\sum_{k=1}^{n} \nu_k} = \frac{m_k / \mu_k}{\nu} = \frac{m g_k}{\mu_k \nu} = \mu \frac{g_k}{\mu_k}$$, unde μ este masa molară medie a amestecului.

Ţinând seama de problema anterioară, se determină masa molară medie a amestecului în funcţie de concentraţiile masice ale componentelor sale, obţinându-se μ = 29g/mol pentru aer. Folosindu-se această masă molară, se obţin următoarele valori pentru concentraţiile volumice ale celor trei componente ale aerului:

$r_1 = 29 \cdot \frac{0{,}232}{32} \cong 0{,}21 = 21\%$ (oxigen); $r_2 = 29 \cdot \frac{0{,}755}{28} \cong 0{,}78 = 78\%$ (azot);

$r_3 = 29 \cdot \frac{0{,}013}{40} \cong 0{,}01 = 1\%$ (argon).

2.11. Numărul moleculelor care se găsesc într-o masă m este: $N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A$.

Efectuând calculele, se obţine: $N = \frac{2kg}{32 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}} \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} mol^{-1} = 3{,}765 \cdot 10^{25}$.

3. Producerea şi utilizarea curentului continuu

3.1. Deoarece $R=\frac{U}{I}$ şi $[U]_{SI}=V=\frac{J}{C}$, se obţine $[R]_{SI}=\frac{J}{C\cdot A}$.

3.2. Numărul de ecuaţii independente care se pot obţine prin scrierea legii I a lui Kirchhoff într-o reţea electrică având *n* noduri este *n* – 1.

3.3. Expresia rezistenţei electrice a unui fir conductor cu secţiune constantă este $R=\rho\frac{l}{S}$, în care ρ este rezistivitatea electrică a materialului din care este realizat firul conductor, iar l şi S sunt dimensiunile firului (lungimea şi, respectiv, aria secţiunii transversale a acestuia).

3.4. Aplicarea legii a II-a a lui Kirchhoff unei reţele electrice având *f* ochiuri fundamentale permite obţinerea a *f* ecuaţii independente.

3.5. Rezistivitatea electrică a unui material conductor depinde de temperatură conform relaţiei $\rho=\rho_0(1+\alpha\cdot t)$, în care ρ_0 este rezistivitatea materialului respectiv la $0^0 C$, α este coeficientul termic al rezistivităţii (constantă de material), iar *t* este temperatura.

3.6. Căderea de tensiune pe rezistenţa internă a sursei este $u=rI$, I fiind intensitatea curentului electric prin sursă. Într-un circuit electric simplu, intensitatea curentului are aceeaşi valoare prin toate elementele de circuit, $I=\frac{E}{r+R}$. Se obţine $u=r\frac{E}{r+R}$.

3.7. Voltmetrul conectat la bornele sursei indică tensiunea la borne, aceasta fiind $U=E-u=E-rI$. Dacă voltmetrul este conectat singur (nu mai sunt alte elemente de circuit) şi este ideal $(R_V\to\infty)$, intensitatea curentului prin sursă este nulă ($\frac{E}{r+R_V}\to 0$), astfel încât $u=0$ şi $U=E$.

3.8. Intensitatea curentului electric printr-un conductor este $I=\frac{Q}{\Delta t}$, în care $Q=Ne$.

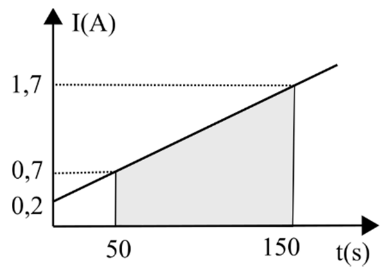
Se obţine $I=\frac{Ne}{\Delta t}$. Numeric, $I=\frac{7{,}5\cdot 10^{21}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}}{2\cdot 60}A=10A$.

3.9. Deoarece rezistoarele sunt realizate din acelaşi material, rezistenţele electrice ale acestora sunt date de relaţiile $R_1 = \rho\frac{l_1}{S_1}$ şi, respectiv, $R_2 = \rho\frac{l_2}{S_2}$. Raportul lor va fi $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho l_1}{S_1}\cdot\frac{S_2}{\rho l_2} = \frac{l_1}{l_2}\cdot\frac{S_2}{S_1}$. Dar $S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$ şi $S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$, deci $\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{1}{4}$. Se obţine $\frac{R_1}{R_2} = 2\cdot\frac{1}{4} = \frac{1}{2}$.

3.10. Deoarece coeficientul termic al rezistivităţii este definit prin relaţia $\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \Delta t}$, rezultă că unitatea de măsură a acestei mărimi fizice este $[\alpha] = grad^{-1}$.

3.11. În cazul curenţilor cu intensitate variabilă, sarcina electrică pe care aceştia o transportă într-un interval de timp $t \in [t_1, t_2]$ se determină plecând de la definiţia intensităţii curentului electric, $I = \frac{dQ}{dt}$, din care se obţine $dQ = Idt$, adică $Q = \int_{t_1}^{t2} I(t)dt$. Integrala reprezintă chiar aria delimitată de reprezentarea grafică a funcţiei $I(t)$ şi axa timpului, între momentele t_1 şi t_2, deci $Q = Aria[t_1, t_2]$.

În cazul problemei de faţă, aria se calculează direct, fără integrare, ţinând seama că este aria unui trapez: $Aria = \frac{[I(t_1) + I(t_2)]\cdot(t_2 - t_1)}{2}$ (vezi figura alăturată). Intensităţile curenţilor la cele două momente de timp sunt $I_1 = I(t_1) = I(50) =$ $= (0{,}2 + 0{,}01\cdot 50)A = 0{,}7A$ şi $I_2 = I(t_2) = I(150) =$ $= (0{,}2 + 0{,}01\cdot 150)A = 1{,}7A$.



Se obţine $Aria = \frac{(0{,}7 + 1{,}7)\cdot 100}{2}A = 120C$. Deci, sarcina este $Q = 120C$.

3.12. Valoarea medie a intensităţii curentului electric se defineşte prin relaţia $I_m = \frac{Q}{\Delta t}$. Deoarece $Q = \int_{t_1}^{t_2} I(t)dt$, se obţine $I_m = \frac{\int_{t_1}^{t_2} I(t)dt}{t_2 - t_1}$.