Mihaela CHIRIȚĂ

# Fizică

## CULEGERE DE PROBLEME propuse și rezolvate

pentru clasele XI-XII

si examenul de

BACALAUREAT

Editura Tamar
2017

Lucrare realizată de Mihaela Chiriță

profesor/profesoară la Colegiul Național Sf. SAVA București

ISBN: 978-606-8010-54-0

Comenzile se pot face:

- telefon mobil: 0742.014.405
- tel/fax: 021/ 411.33.93
- e-mail: tamarprint@gmail.com

**În memoria tatălui meu**

# Recomandări

Această culegere de probleme se adresează elevilor de clasa a XI-a și a XII-a și celor care vor să se pregătească pentru examenul de bacalaureat. La sfârșitul culegerii veți găsi patru teste date la examenul de bacalaureat în ultimii ani la proba D, Optică, cu rezolvările detaliate.

Ca să puteți să rezolvați problemele trebuie să cunoașteți teoria din manualul de clasa a XI-a și a XII-a. Încercați să rezolvați problemele în ordinea propusă (gradual). Pentru a obține o pregătire minimă este necesar să rezolvați prima treime a problemelor din fiecare capitol. Pentru a obține o pregătire medie trebuie să rezolvați și a doua treime din problemele propuse. Dacă veți reuși să rezolvați toate problemele înseamnă că această disciplină nu are secrete pentru voi. În cazul în care nu reușiți să rezolvați o problemă, amânați o zi sau două și apoi încercați din nou. Dacă nici în acest caz nu reușiți, citiți rezolvarea, încercați să înțelegeți această rezolvare și după un timp (câteva zile) încercați să rezolvați singuri problema.

În general problemele de la sfârșitul fiecărui capitol au un grad mai mare de dificultate și se adresează elevilor care doresc să cunoasă foarte bine această disciplină. Este bine ca fiecare elev să fie capabil să rezolve cel puțin problemele din materia obligatorie.

Constantele utilizate sunt accelerația gravitațională la suprafața Pământului $g \approx 9,81$ m/s$^2$, permitivitatea electrică a vidului $\varepsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m, permeabilitatea magnetică a vidului $\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m, viteza luminii în vid $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta lui Planck $h \approx 6,62 \cdot 10^{-34}$ Js, sarcina elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. În calcule se consideră $\sqrt{2} \approx 1,41$, $\sqrt{3} \approx 1,73$ și $\pi \approx 3,14$ și $\pi^2 \approx 10$.

În speranța că v-am venit în ajutor, vă urez baftă!

Mihaela Chiriță

# Clasa a XI-a

## Cuprins

# Clasa a XII-a

## Cuprins

# Clasa a XI-a

## 1. OSCILAŢII ŞI UNDE MECANICE

### 1.1. Oscilaţii mecanice

**1.** Un oscilator execută o mişcare ocilatorie liniar armonică descrisă de ecuaţia $x=2\sin(\pi t/8+\pi/6)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea şi faza iniţială a mişcării
**b.** perioada şi frecvenţa oscilaţiei
**c.** elongaţia şi viteza oscilatorului la momentul iniţial de timp $t_0=0$

**2.** Un corp cu masa $m=2$ kg oscilează armonic după legea $x=10\sin(31,4t)$ (cm). Să se afle:
**a.** elongaţia mişcării la momentul $t_1=1/40$ s de la începerea mişcării
**b.** acceleraţia corpului după un sfert de perioadă de la începerea mişcării
**c.** viteza corpului la momentul $t_2=1/30$ s de la începerea mişcării

**3.** Un oscilator efectuează $N=180$ oscilaţii pe minut şi are o amplitudine $A=2$ cm. Să se afle:
**a.** frecvenţa şi pulsaţia oscilaţiilor
**b.** ecuaţia oscilaţiilor, dacă faza iniţială este $\alpha_0=\pi/12$
**c.** viteza şi acceleraţia maximă a oscilatorului

**4.** Un punct material cu masa $m=10$ g oscilează după legea $x=5\sin(\pi t/6)$ (cm). Să se afle:
**a.** momentele de timp $t_1$ după care este atinsă viteza maximă
**b.** momentele de timp $t_2$ după care este atinsă acceleraţia maximă
**c.** forţa care se exercită asupra oscilatorului la momentul $t_3=1$ s

**5.** Un corp cu masa $m=100$ g este fixat de un resort vertical cu constanta elastică $k=100$ N/m. Asupra corpului acţionează o forţă verticală $F=2$ N orientată în jos. Corpul se lasă liber şi începe să oscileze. Să se afle:
**a.** pulsaţia mişcării oscilatorii
**b.** amplitudinea mişcării oscilatorii
**c.** viteza maximă a oscilatorului

**6.** Un pendul elastic orizontal este format dintr-un corp cu masa $m=100$ g care se poate mişca fără frecare pe un plan orizontal ca în figura 1.1.1. Resortul de care este legat corpul este ideal şi are constanta elastică $k=10$ N/m. La momentul iniţial de timp $t_0=0$ pendulul elastic are elongaţia $x_0=2$ cm şi viteza $v_0=0,2$ m/s. Să se afle:

Fig. 1.1.1

**a.** perioada şi frecvenţa pendulului
**b.** ecuaţia de mişcare a pendulului
**c.** elongaţia şi viteza pendulului la momentul $t_1=6\pi$ s

**7.** Un oscilator liniar armonic are accelerația $a=-32\sin(4t)$ (cm/s$^2$). Să se afle:
**a.** amplitudinea oscilațiilor
**b.** viteza oscilatorului la momentul $t_1=\pi/16$ s
**c.** intervalul de timp minim care separă trecerea oscilatorului prin pozițiile $x_1=A/2$ și $x_2=A\sqrt{3}/2$, unde $A$ reprezintă amplitudinea mișcării oscilatorii

**8.** Ecuația oscilației unui corp cu masa $m=50$ g este dată de

$$x=5\sqrt{3}\left(\sin(10\pi\cdot t)-\frac{1}{\sqrt{3}}\cos(10\pi\cdot t)\right)\text{(cm)}.$$ Să se afle:

**a.** faza inițială și amplitudinea oscilației corpului
**b.** viteza maximă a oscilatorului
**c.** momentele de timp la care oscilatorul se află în punctele în care distanța față de punctul de echilibru este egală cu jumătate din valoarea amplitudinii

**9.** Un oscilator liniar armonic cu masa $m=500$ g execută o mișcare după legea $x=2\sin(\pi t/6+\pi/8)$ (cm). Să se afle:
**a.** viteza maximă a oscilatorului
**b.** forța maximă care se exercită asupra oscilatorului
**c.** dependența de timp a energiilor cinetică și potențială ale oscilatorului

**10.** Un corp cu masa $m=2$ kg, suspendat de un resort oscilează fără frecare în jurul poziției de echilibru. Resortul se alungește cu $x=2$ cm sub acțiunea unei forțe $F=10$ N. Să se afle:
**a.** perioada oscilației corpului
**b.** amplitudinea oscilațiilor
**c.** viteza corpului cu care acesta trece prin poziția de echilibru

**11.** Un corp cu masa $m=300$ g oscilează armonic după legea $x=4\sin(\pi t/16+\pi/5)$ (cm). Să se afle:
**a.** perioada și frecvența oscilatorului
**b.** dependențele vitezei și accelerației de timp
**c.** energia totală a oscilatorului liniar armonic

**12.** Un punct material cu masa $m=5$ g suspendat de un arc oscilează rectiliniu cu frecvența $\nu=0,5$ Hz și cu amplitudinea $A=3$ cm. Să se afle:
**a.** viteza oscilatorului în momentul când elongația sa este $x=1,5$ cm
**b.** forța elastică maximă care acționează asupra punctului material
**c.** energia totală a oscilatorului

**13.** Un oscilator liniar armonic oscilează cu amplitudinea $A=4$ cm. Acest oscilator se află la momentul $t_1=0,02$ s de la începutul mișcării în poziția $x_1=2\sqrt{2}$ cm față de poziția de echilibru. Faza inițială este nulă. Să se afle:
**a.** perioada micilor oscilații
**b.** viteza oscilatorului în poziția dată
**c.** accelerația maximă a oscilatorului
**d.** energia totală a oscilatorului liniar armonic, dacă oscilatorul are masa $m=2$ g

**14.** Un corp cu masa $m$=200 g oscilează în jurul poziției de echilibru sub acțiunea unei forțe elastice $F=8\sin(4t-\pi/3)$ (mN). Să se afle:
**a.** amplitudinea oscilațiilor
**b.** energia potențială maximă
**c.** valoarea maximă a vitezei oscilatorului

**15.** Legea de mişcare a unui oscillator liniar armonic cu masa $m$=50 g este $x=6\sin(2t+\pi/6)$ (cm). Să se afle:
**a.** viteza maximă a oscilatorului
**b.** forța care se exercită asupra oscilatorului la momentul inițial de timp $t$=0
**c.** energiile cinetică, potențială şi totală când $x_1$=4 cm

**16.** Un oscilator este format dintr-un corp aflat pe o suprafață orizontală pe care se poate mişca fără frecări şi este prins de un resort cu constanta elastică $k$=20 N/m. O extremitate a resortului este fixă. Energia sistemului este $E$=16 mJ. Se pune corpul în mişcare de oscilație. Să se afle:
**a.** amplitudinea oscilațiilor
**b.** reprezentarea grafică a energiei potențiale în funcție de elongația $x$
**c.** raportul dintre energia cinetică și energia potențială a oscilatorului în momentul în care elongația este jumătate din amplitudine

**17.** În graficul din figura 1.1.2 sunt reprezentate energiile cinetică şi potențială. Dacă masa oscilatorului este $m$=100 g, să se afle:
**a.** perioada şi frecvența oscilațiilor
**b.** constanta elastică
**c.** valoarea elongației când cele două curbe se intersectează

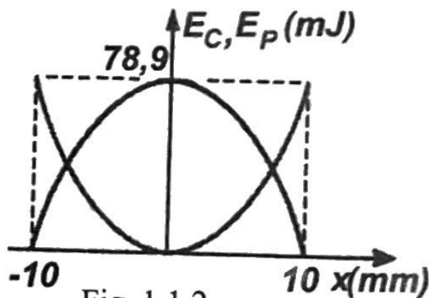

Fig. 1.1.2

**18.** Viteza unui oscilator este dată de legea $v=32\pi\cos(16\pi t+\pi/3)$(cm/s). Oscilatorul are masa $m$=100 g. Să se afle:
**a.** legea de mişcare a oscilatorului liniar armonic
**b.** forța care se exercită asupra oscilatorului când $x$=2 cm
**c.** energia cinetică când $E_C=3E_P$

**19.** Un corp cu masa $m$=5 g legat de un resort poate oscila fără frecări pe o masa orizontală. Inițial corpul se află în poziția de echilibru. Se îndepărtează corpul din această poziție până într-un punct situat la distanța maximă de această poziție, efectuându-se un lucru mecanic $L$=40 mJ și apoi se lasă liber corpul. Forța elastică maximă este $F_{max}$=2 N. Să se afle:
**a.** constanta elastică a resortului
**b.** ecuația de mişcare a corpului din poziția în care este lăsat liber
**c.** perioada mişcării
**d.** energia cinetică şi energia potențială când corpul trece prin punctul aflat la distanța $x$=2 cm de poziția de echilibru

**20.** Un resort elastic cu constanta elastică $k$ este fixat la un capăt de un perete vertical. Axul resortului liniar este paralel cu un plan orizontal şi este

menținut astfel. Pe acest plan se lansează spre capătul liber, chiar spre axul resortului, un corp cu masa $m$ și viteza $v_{max}$. Neglijând frecările, să se afle:
**a.** amplitudinea cu care oscilează sitemul corp-resort
**b.** ecuația mișcării ansamblului corp-resort
**c.** viteza oscilatorului în funcție de coordonata corpului și viteza maximă

**21.** Un corp cu masa $m$=25 g execută o mișcare oscilatorie liniar armonică cu amplitudinea $A$=12 cm pornind din poziția de echilibru. Știind că în momentul trecerii prin poziția de echilibru, viteza corpului este $v_0$=2 m/s, să se afle:
**a.** perioada oscilatorului $T$
**b.** elongația la momentul de timp $t=7T/6$
**c.** elongația la momentul când viteza corpului este un sfert din $v_0$

**22.** Un corp cu masa $m$=100 g prins de un resort cu constanta elastică $k$=90 N/m începe să oscileze pornind din poziția de echilibru. În poziția $x_1$=1 cm de poziția de echilibru viteza corpului este $v_1=0{,}3\sqrt{3}$ m/s. Să se afle:
**a.** amplitudinea oscilațiilor corpului
**b.** ecuația de mișcare a corpului
**c.** forța maximă care acționează asupra corpului
**d.** energia totală a oscilatorului liniar armonic

**23.** Un corp cu masa $m$=100 g efectuează o mișcare oscilatorie liniar armonică și la un moment dat când $x_1$=10 cm viteza este $v_1$=0,4 m/s și accelerația este $a_1=-0{,}8$ m/s$^2$. Știind că la momentul inițial de timp elongația este $x_0=A\sqrt{3}/2$, să se afle:
**a.** ecuația mișcării oscilatorii liniar armonice
**b.** forța maximă care acționează asupra oscilatorului
**c.** energia cinetică maximă a oscilatorului

**24.** Un corp legat de un resort cu masa $m$=200 g execută o mișcare oscilatorie liniar armonică sub acțiunea unei forțe elastice orizontale. Dacă la momentul inițial corpul se află în poziția de echilibru, iar la distanța $x_1$=3 cm viteza corpului este $v_1$=0,8 m/s, iar forța elastică este $F_1$=2,4 N să se afle:
**a.** constanta elastică a resortului
**b.** ecuația de mișcare a corpului
**c.** valoarea elongației când energia cinetică este un sfert din valoarea energiei totale a oscilatorului

**25.** Un corp cu masa $m$=100 g se deplasează sub acțiunea unei forțe cvasielastice. La distanța $x_1$=4 cm viteza corpului este $v_1$=0,12 m/s, iar forța care acționează asupra corpului este $F_1$=36 mN. Să se afle:
**a.** ecuația de mișcare a corpului, dacă la momentul inițial acesta se află în poziția de echilibru
**b.** energia totală a oscilatorului
**c.** accelerația maximă a oscilatorului în timpul mișcării

**26.** Un oscilator liniar armonic cu masa $m$=100 g are în poziția de echilibru viteza $v_0$=0,6 m/s. La distanța $x_1$=0,1 m față de poziția de echilibru viteza oscilatorului este $v_1=0,3\sqrt{3}$ m/s. Să se afle:

**a.** ecuația oscilatorului liniar armonic, dacă faza inițială este $\alpha_0=\pi/6$

**b.** elongația $x_2$ la care viteza este $v_2$=0,3 m/s

**c.** forța maximă care acționează asupra oscilatorului

**27.** Un corp cu masa $m$=1 kg legat de un resort elastic efectuează o mişcare oscilatorie liniar armonică cu amplitudinea $A=\sqrt{2}$ m, energia totală a oscilatorului fiind $E$=4 J. Să se afle:

**a.** pulsația mişcării oscilatorii

**b.** elongația şi viteza oscilatorului în momentele în care $E_C=fE_p$, $f$=0,44

**c.** forța elastică în condițiile punctului **b.**

**28.** De un resort elastic a cărui constantă elastică este $k=10^3$ N/m, este suspendat un corp cu masa $m$=0,1 kg. Se produc oscilații ale corpului suspendat astfel încât la distanța $x_1$=3 cm de poziția de echilibru impulsul corpului este $p_1=0,3\sqrt{3}$ kgm/s. Să se afle:

**a.** ecuația de oscilație a corpului, dacă la momentul $t$=0, $x_0=A\sqrt{2}/2$

**b.** valoarea maximă a forței care acționează asupra oscilatorului

**c.** valoarea elongației în momentul când energia cinetică este dublul energiei potențiale în punctul respectiv

**29.** Un corp cu masa $m$=20 g aflat pe o suprafață orizontală este prins cu un resort cu constanta elastică $k$=200 N/m de un perete vertical. În poziția de echilibru în care resortul nu este deformat, corpului i se imprimă viteza $v_0$=2 m/s. Să se afle:

**a.** ecuația mişcării oscilatorii a corpului

**b.** primul moment de timp după care viteza corpului devine nulă

**c.** momentul de timp după care energia potențială a sistemului este de 3 ori mai mare decât energia cinetică a acestuia

**30.** Un oscilator liniar armonic are viteza $v_1$=3 dm/s când se află la distanța $x_1$=6 cm de poziția de echilibru şi are viteza $v_2$=5 dm/s când se află la distanța $x_2$=4 cm de poziția de echilibru. Să se afle:

**a.** amplitudinea oscilațiilor

**b.** perioada oscilațiilor

**c.** energia totală a oscilatorului, dacă oscilatorul are masa $m$=100 g

**31.** Un corp cu masa $m$=200 g este agățat de un resort pe care-l va alungi cu $x_1$=1 cm. Din poziția de echilibru se trage corpul până la $x_2$=9 cm şi apoi se lasă liber. Să se afle:

**a.** ecuația de mişcare a corpului din momentul lăsării libere

**b.** viteza corpului când $x_3$=6 cm

**c.** lucul mecanic efectuat de forța elastică între $x_4$=4 cm şi $x_5$=8 cm

**32.** Un corp cu masa $m$=0,2 kg este suspendat de un resort elastic şi efectuează oscilaţii liniar armonice cu perioada $T_1$=0,2 s. Se utilizează apoi şi un alt resort cu constanta elastică $k_2=2k_1$. Să se afle:

**a.** constanta elastică $k_1$ a primului resort

**b.** perioada de oscilaţie a corpului, dacă cele două resorturi se leagă în serie

**c.** perioada de oscilaţie a corpului, dacă cele două resorturi se leagă în paralel

**33.** Două resorturi cu constantele elastice $k_1$=400 N/m şi $k_2$=486 N/m se află suspendate în plan vertical ca în figura 1.1.3. Iniţial resorturile sunt nedeformate, iar corpurile prinse de acestea au masele $m_1$=1 kg şi $m_2$=1,5 kg. Se deplasează corpurile pe distanţa $A$=5 cm şi se lasă libere. Să se afle:

**a.** ecuaţiile de mişcare ale celor două corpuri

**b.** momentele de timp la care cele două corpuri trec prin punctul $M$ simultan

**c.** vitezele cu care corpurile trec prin poziţia de echilibru $O$

**d.** raportul energiilor de oscilaţie ale corpurilor

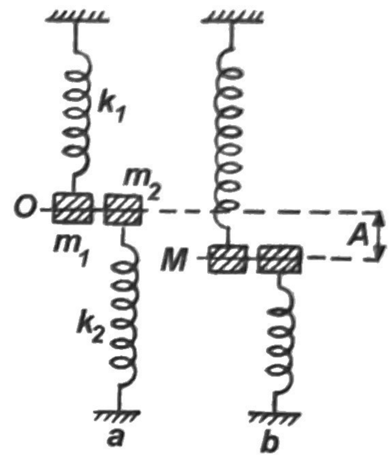

Fig. 1.1.3

**34.** De un resort elastic orizontal cu constanta elastică $k=90\pi^2$ N/m fixat la un capăt este prins un corp cu masa $m$=450 g. Spre corpul cu masă $m$ se deplasează pe direcţia resortului un corp identic. Corpurile se ciocnesc plastic şi oscilează împreună fără frecare cu amplitudinea $A$=6 cm. Să se afle:

**a.** pulsaţia mişcării oscilatorii

**b.** ecuaţia de mişcare a corpurilor

**c.** viteza corpului care a produs ciocnirea

**d.** energia totală a sistemului de corpuri

**35.** Peste un corp cu masa $m_1$=800 g este aşezat un corp cu masa $m_2$=200 g. Corpul cu masa $m_1$ este legat de un resort cu constanta elastică $k$=100 N/m ca în figura 1.1.4. Se neglijează frecarea dintre suprafaţa orizontală şi corpul cu masa $m_1$. Se imprimă sistemului viteza iniţială $v_0$=0,2 m/s. Să se afle:

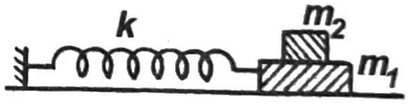

Fig. 1.1.4

**a.** amplitudinea oscilaţiilor sistemului

**b.** energia totală a sistemului

**c.** valoarea minimă a coeficientului de frecare dintre corpul superior şi cel inferior pentru ca $m_2$ să nu alunece pe $m_1$ ($g$=10 m/s$^2$)

**36.** Un corp cu masa $m$=10 g este legat de un resort elastic orizontal, oscilează fără frecare pe un plan orizontal conform ecuaţiei $x=0{,}2\left(\sqrt{3}\cos 2t+\sin 2t\right)$ (m). Să se afle:

**a.** frecvenţa oscilaţiei

**b.** primul moment de timp când elongaţia este de $\sqrt{2}$ mai mică decât amplitudinea oscilaţiei

**c.** energia potenţială elastică maximă pe care o poate atinge corpul care pornind din poziţia dată de ecuaţia oscilaţiei liniar armonice la momentul $t$=0, cu viteza corespunzătoare aceluiaşi moment, se deplasează cu frecare, coeficientul de frecare fiind $\mu$=0,1

**37.** Un resort cu constanta elastică $k$=10 N/m are capătul superior fixat, iar la capătul inferior este prins un corp cu masa $m$=50 g. Iniţial resortul este ţinut vertical nealungit. Se alungeşte resortul cu $x$=10 cm şi apoi se lasă liber să oscileze pe verticală. Să se afle:

**a.** amplitudinea oscilaţiilor

**b.** amplitudinea oscilaţiilor dacă la un moment dat, când corpul trece prin poziţia extremă inferioară, de corp se lipeşte un alt corp cu masa $m_1$=100 g având o viteză verticală $v_0$=1,2 m/s

**c.** căldura disipată prin stingerea oscilaţiilor în cazul punctului **b.**

**38.** Pe o tijă liniară orizontală foarte subţire, cu lungimea 2ℓ, pot aluneca fără frecare două sfere de mici dimensiuni cu masele $m$ și $2m$, legate de două suporturi laterale verticale prin două resorturi cu constantele $2k$ şi respectiv $k$ (Fig 1.1.5),. Lungimile resorturilor în stare nedeformată sunt aceleaşi, egale cu ℓ. La momentul iniţial corpurile sunt menţinute în repaus, comprimate fiecare cu ℓ/2. Se lasă sistemul liber și neglijând frecările, să se afle:

**a.** viteza ansamblului format de cele două corpuri după ciocnirea perfect plastică a lor

**b.** legea de mişcare a sistemului format în urma ciocnirii

**c.** energia corpului nou format

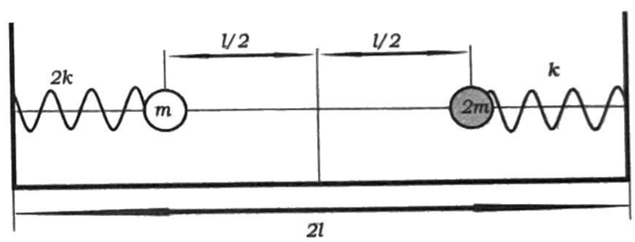

Fig. 1.1.5

**39.** Un platan cu masa $M$=150 g este atârnat de un resort cu constanta elastică $k$=100 N/m. Se aşază pe platan, fără şoc, un corp cu masa $m$=50 g şi sistemul începe să oscileze. Să se afle:

**a.** amplitudinea oscilaţiilor

**b.** ecuaţia oscilaţiilor

**c.** forţele de apăsare maximă şi minimă exercitate de corpul cu masă $m$ asupra platanului

**40.** Pe o scândură orizontală se află un corp cu masa $m$=1 kg. Scândura efectuează oscilaţii armonice în plan vertical, cu perioada $T$=0,5 s şi amplitudinea $A$=2 cm. Să se afle:

**a.** forţa de apăsare a corpului pe scândură şi valoarea maximă a acesteia

**b.** valoarea amplitudinii maxime $A_1$ pe care trebuie să o aibă oscilaţiile scândurii pentru ca să nu se desprindă corpul de scândură

**c.** valoarea coeficientului de frecare, dacă scândura oscilează într-un plan orizontal cu perioada $T_2$=5 s, iar corpul începe să alunece la o amplitudine $A_2$=0,6 m

**41.** Un cilindru omogen cu lungimea $\ell$=10 cm şi densitatea $\rho$=800 kg/m$^3$ pluteşte într-un lichid cu densitatea $\rho_0$=1000 kg/m$^3$ ca în figura 1.1.6. Apăsând cilindrul pe capătul superior cu $\Delta\ell$=2 cm şi apoi eliberându-l, acesta va oscila.

**a.** să se arate că mişcarea cilindrului este oscilatorie armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii

**c.** să se scrie ecuaţia oscilaţiilor din momentul lăsării libere a cilindrului

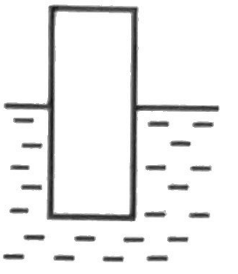

Fig. 1.1.6

**42.** De o tijă din lemn verticală cu secţiunea $S$ şi masă $m$, este prins un corp mic cu masa $m_1$. Ansamblul pluteşte în echilibru într-un lichid de densitate ρ ca în figura 1.1.7. Se apasă tija vertical şi apoi se lasă liberă.

**a.** să se arate că ansamblul execută oscilaţii liniar armonice

**b.** să se afle perioada oscilaţiilor verticale ale ansamblului

**c.** să se afle variaţia relativă a frecvenţei de oscilaţie faţă de situaţia de la punctul **a.**, dacă sistemul este plasat într-un lift care urcă cu acceleraţia a

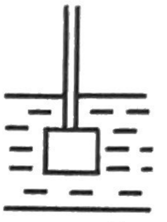

Fig. 1.1.7

**43.** Un tub în formă de $U$ cu secţiunea $S$=1 cm$^2$ ca în figura 1.1.8 conţine o coloană de lichid cu densitatea $\rho$=1200 kg/m$^3$ şi lungimea $\ell$=1 m aflată în echilibru. Dacă se dezechilibrează coloana se constată că aceasta va începe să oscileze. Amplitudinea oscilaţiilor este $A$=2 cm.

**a.** să se arate că mişcarea coloanei de lichid este oscilatorie liniar armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii

**c.** să se afle energia totală a coloanei de lichid

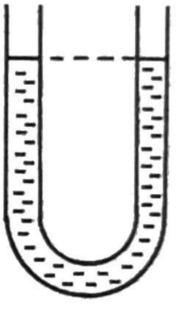

Fig. 1.1.8

**44.** Într-un tub în formă de $U$ prevăzut cu robinete la ambele capete se află mercur cu densitatea $\rho$=13600 kg/m$^3$ ca în figura 1.1.9. Lungimea totală a coloanei de mercur este $\ell$=1 m. Încintele închise conţin aer la presiunea $p_0$=10$^5$ N/m$^2$ şi au lungimile $h$=10 cm. Se înclină puţin tubul şi apoi se aduce în poziţia iniţială. Să se afle:

**a.** constanta cvasielastică

**b.** perioada micilor oscilaţii

**c.** legea de oscilaţie a coloanei de lichid, dacă amplitudinea este $A$=2 mm, iar momentul iniţial de timp se consideră momentul
imediat după dezechilibrarea coloanei, când aceasta începe să oscileze

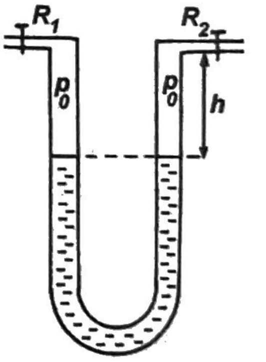


Fig. 1.1.9

**45.** Un cilindru orizontal (fig 1.1.10) cu lungimea $2L$=1 m şi secţiunea $S$=1 cm$^2$ este împărţit în două compartimente egale cu ajutorul unui piston mobil cu masa $m$=200 g şi cu grosimea neglijabilă. În ambele compartimente se află câte un gaz la presiunea $p$=10$^5$ Pa. Considerând temperatura

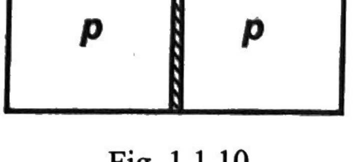


Fig. 1.1.10

constantă şi neglijând frecările dintre piston şi cilindru, să se afle:
**a.** perioada micilor oscilaţii
**b.** energia pistonului dacă amplitudinea micilor oscilaţii este $A$=2 cm
**c.** viteza şi acceleraţia pistonului la trecerea prin poziţia de echilibru în condiţiile punctului **b.**
**d.** perioada micilor oscilaţii, dacă în poziţia iniţială pistonul este legat de fiecare parte cu câte un resort, iar resorturile sunt iniţial nedeformate (lungimea $L$) şi au constanta elastică $k$=140 N/m

**46.** Un corp cu masa $m$=100 g este suspendat prin două resorturi cu constantele elastice $k_1$=600 N/m şi $k_2$=400 N/m şi cu lungimile nedeformate $\ell_1$=50 cm şi $\ell_2$=40 cm ca în figura 1.1.11. Distanţa dintre punctele se prindere ale celor două resorturi este $b$=90 cm. Să se afle:
**a.** deformaţia resorturilor în poziţia de echilibru
**b.** perioada micilor oscilaţii ale corpului
**c.** ecuaţia de mişcare a corpului, dacă la momentul $t$=0, corpului aflat în poziţia de echilibru i se imprimă viteza $v_0$=0,8 m/s

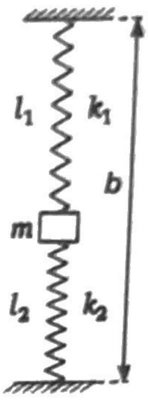

Fig. 1.1.11

**47.** Un vas cilindric este fixat simetric pe un ax vertical ca în figura 1.1.12. Asupra axului acţionează un motor electric care asigură întregului sistem o frecvenţă constantă $\nu_r$. În interiorul vasului este plasat diametral opus un al doilea ax, pe care poate aluneca fără frecare un disc cu masa $m$. Discul este legat de pereţii vasului prin două resorturi elastice având fiecare constanta elastică $k$. Se imprimă discului, printr-un procedeu oarecare, o mişcare de oscilaţie în lungul axului diametral. Neglijând toate frecările şi considerând resorturile ideale, să se afle:
**a.** expresia frecvenţei de oscilaţie $\nu_0$ a discului în condiţiile în care sistemul nu este rotit

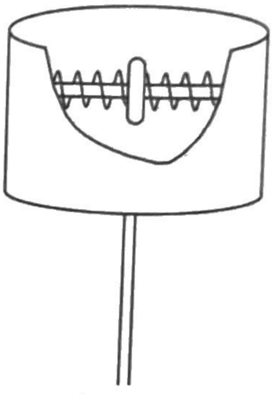
Fig. 1.1.12

**b.** expresia frecvenţei de oscilaţie $\nu$ a discului în condiţiile în care sistemul este rotit cu frecvenţa $\nu_r$
**c.** reprezentarea grafică a frecvenţei de oscilaţie a discului $\nu$ în funcţie de frecvenţa $\nu_r$ cu care este rotit sistemul

**48.** O incintă verticală este separată în două părţi de un piston mobil cu masa $m$ şi secţiunea $S$ ca în figura 1.1.13. Pistonul este prins de un resort iniţial nedeformat cu constanta elastică $k$ şi se lasă liber. La echilibru în partea inferioară se află un gaz la presiunea $p_0$, iar partea superioară a incintei este vidată. Lungimea coloanei de gaz este $\ell$. Se deplasează puţin pistonul din poziţia de echilibru şi se lasă să oscileze. Să se afle:
**a.** deformarea resortului la echilibru, dacă $mg>p_0S$
**b.** constanta cvasielastică a micilor oscilaţii
**c.** perioada micilor oscilaţii

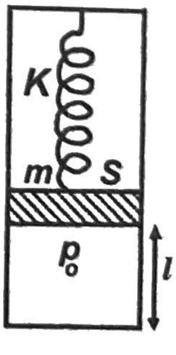

Fig. 1.1.13

**49.** Într-un cilindru vertical se închide gaz la presiunea atmosferică $p_0$ cu ajutorul unui piston mobil cu masa $m$ şi secţiunea $S$, care se poate mişca fără frecări. Pistonul se lasă liber din poziţia iniţială în care volumul de aer închis în cilindru este $V_0$. Se consideră procesul izoterm, iar deplasarea pistonului pe verticală foarte mică.

**a.** să se arate că mişcarea pistonului este liniar armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii

**c.** să se scrie ecuaţia de mişcare a pistonului, considerând momentul iniţial de timp momentul când se lasă liber pistonul

**50.** Într-un cilindru vertical se închide gaz la presiunea atmosferică $p_0$ cu ajutorul unui piston mobil cu masa $m$ şi secţiunea $S$, care se poate mişca fără frecări. Pistonul se lasă liber din poziţia iniţială în care volumul de aer închis în cilindru este $V_0$. Se consideră procesul adiabatic, iar deplasarea pistonului pe verticală foarte mică.

**a.** să se arate că mişcarea pistonului este liniar armonică

**b.** să se afle frecvenţa micilor oscilaţii

**c.** să se scrie ecuaţia de mişcare a pistonului, considerând momentul iniţial de timp momentul când se lasă liber pistonul

**51.** O culisă mică cu masa $m$=20 g, este lăsată liber, fără frecare, să execute mici oscilaţii pe o porţiune circulară cu raza $R$=10 cm aflată în plan vertical ca în figura 1.1.14.

**a.** să se arate că mişcarea culisei este liniar armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii ale culisei

**c.** să se scrie ecuaţia de mişcare a culisei, considerând momentul iniţial de timp momentul când se lasă liberă, dacă culisa trece prin poziţia de echilibru cu viteza $v_0$=0,05 m/s

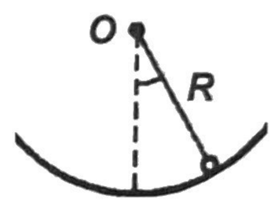

Fig. 1.1.14

**52.** Pe un inel izolator cu raza $R$ se fixează în punctul aflat la extremitatea superioară a diametrului vertical un corp punctiform cu sarcina electrică $Q$. În punctul aflat la extremitatea inferioară a diametrului vertical se află un corp de dimensiuni mici cu masa $m$ şi cu sarcina electrică cu acelaşi semn $q$ care se poate mişca fără frecare pe inel.

**a.** să se arate că sarcina $q$ execute, în urma scoaterii din poziţia de echilibru pe o distanţă foarte mica, oscilaţii liniar armonice

**b.** perioada micilor oscilaţii executate de corpul cu sarcina electrică $q$

**c.** forţa maximă cu care corpul cu sarcina electrică $q$ apasă asupra inelului

**53.** Corpul cu masa $m$=100 g se află în echilibru sub acţiunea maselor $M$=1kg ca în figura 1.1.15. Lungimea firului este $\ell$=1 m iar corpul este deplasat puţin din poziţia de echilibru aflată la jumătatea firului şi se lasă liber să oscileze.

**a.** să se arate că mişcarea micilor oscilaţii ale corpului este liniar armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii pe care le poate efectua corpul $m$

**c.** să se afle energia totală a corpului, dacă amplitudinea oscilaţiilor este $A$=2mm

**54.** O bară rigidă $OA$ cu masa neglijabilă şi cu lungimea $\ell=1$ m este articulată fără frecare în punctul $O$, iar de celălalt capăt $A$ este prins un corp puntiform greu cu masa $m$=100 g. Iniţial bara se află în poziţie orizontală fiind prinsă cu ajutorul unui resort în punctul $B$ ca în figura 1.1.16. Dacă de resort ar fi atârnat corpul cu masa $m$, corpul ar oscila cu frecvenţa $\nu_0$=10 Hz. Dacă $OB=a$=10 cm, să se afle:

**a.** constanta elastică a resortului

**b.** constanta cvasielastică în cazul micilor oscilaţii ale sistemului

**c.** frecvenţa micilor oscilaţii ale sistemului

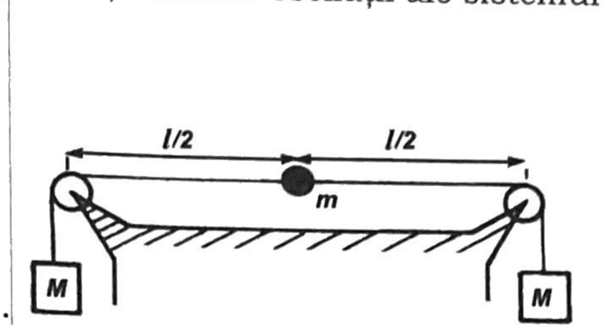


Fig. 1.1.15

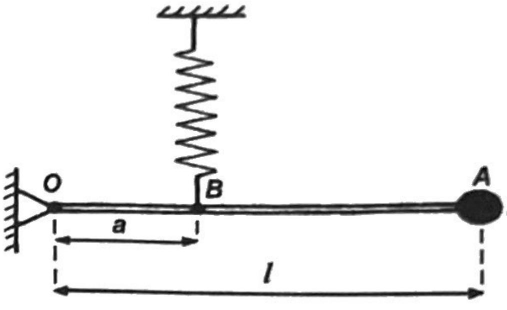


Fig. 1.1.16

**55.** O bară omogenă se află în echilibru pe doi tamburi care efectuează rotaţii rapide de sens invers ca în figura 1.1.17. Distanţa dintre tamburi este $2a$=2 m iar coeficientul de frecare între bară şi tamburi este $\mu$=0,1. Bara efectuează mici oscilaţii stânga-dreapta.

**a.** să se arate că mişcarea barei este liniar armonică

**b.** să se afle perioada micilor oscilaţii.

**c.** acceleraţia maximă a barei dacă amplitudinea micilor oscilaţii este $A$=1 cm

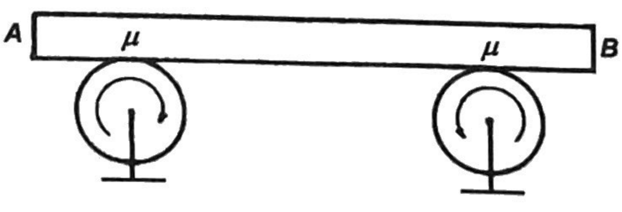


Fig. 1.1.17

**56.** Doi cilindrii omogeni cu masele $m_1$=300 g şi $m_2$=200 g cu aceeaşi înălţime $h$=5 cm sunt legaţi de un fir ideal care trece peste un scripete. Când cilindrul 2 este pe plan orizontal sub cilindrul 1 se introduce un vas cu lichid ca în figura 1.1.18, astfel că marginea inferioară a corpului 1 este la suprafaţa lichidului. Lichidul are densitatea $\rho=2\rho_0/3$, unde $\rho_0$ este densitatea cilindrului 1. Se lasă liber sistemul. Să se afle:

**a.** acceleraţia mişcării sistemului de corpuri în funcţie de adâncimea $x$ de scufundare a corpului 1 în lichid, măsurată faţă poziţia de echilibru a acestui corp în lichid

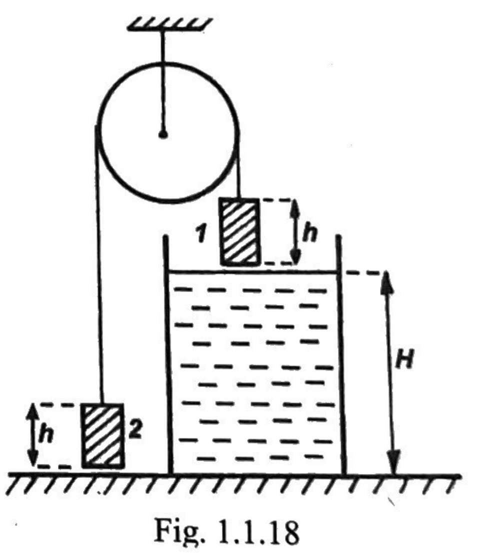


Fig. 1.1.18

**b.** tensiunea maximă din fir, dacă amplitudinea oscilațiilor este $A$=5 mm
**c.** perioada micilor oscilațiilor ale sistemului de corpuri
**d.** perioada micilor oscilații ale sistemului de corpuri, dacă cele două corpuri au mase egale

**57.** Un corp cu masa $m$=100 g cade de la înălțimea $h$=2 cm pe un platan cu masa neglijabilă atârnat de un resort cu constanta elastică $k$=40 N/m. Știind că după ciocnire corpul rămâne pe platan, să se afle:
**a.** amplitudinea mișcării efectuată de sistemul corp-platan
**b.** viteza maximă a sistemului corp-platan
**c.** energia totală a sistemului corp-platan

**58.** Un taler cu masa $m_1$=30 g este suspendat de un resort cu constanta elastică $k$=100 N/m. Un corp cu masa $m_2$=10 g este lăsat liber de la o înălțime $h$=20 cm deasupra talerului aflat initial în repaus ca în figura 1.1.19. Corpul $m_2$ ciocnește plastic talerul și în urma ciocnirii, sistemul începe să oscileze. Să se afle:
**a.** perioada de oscilație a sistemului
**b.** amplitudinea oscilațiilor sistemului
**c.** ecuația de mișcare a sistemului de corpuri

Fig. 1.1.19

**59.** Un bloc cu masa $M$=3,62 kg este suspendat de un resort cu constanta elastică $k$=520 N/m. Un corp cu masa $m$=4,5 g este lansat de jos în sus cu o viteză v=15 m/s și se oprește în bloc. Să se afle:
**a.** pulsația mișcării oscilatorii
**b.** amplitudinea mișcării efectuată de sistemul bloc-glonte
**c.** accelerația maximă a sistemului

**60.** Un oscilator liniar armonic cu masa $m$=10 g execută o mișcare oscilatorie cu frecvența $\nu=1/\pi$ Hz, având faza inițială $\varphi_0=\pi/6$ și energia totală $E$=8 mJ. Să se afle:
**a.** ecuația oscilațiilor
**b.** viteza oscilatorului când $E_C=E_P$
**c.** ecuația oscilatorului supus simultan oscilației $x_1$ precedente și la oscilația descrisă de legea $x_2=3\sin(2t+\pi/3)$ (cm), dacă oscilațiile sunt paralele

**61.** Un oscilator liniar armonic cu masa $m$=10 g execută o mișcare oscilatorie descrisă de ecuația $x=\sqrt{3}\cos(10\pi t)+\sin(10\pi t)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea oscilatorului
**b.** faza inițială a oscilatorului
**c.** energia totală a oscilatorului

**62.** Un corp cu masa $m$=100 g este supus simultan oscilațiilor paralele $x_1=4\sin(4\pi t+\pi/6)$ (cm) și $x_2=6\sin(4\pi t+\pi/4)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea mișcării oscilatorii rezultante
**b.** ecuația mișcării oscilatorii rezultante
**c.** energia oscilatorului resultant

**63.** Un corp este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice paralele $x_1=3\sin(10t)$ (cm) şi $x_2=6\sin(10t+\pi/3)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea şi faza iniţială a mişcării oscilatorii rezultante
**b.** ecuaţia mişcării oscilatorii rezultante
**c.** legea vitezei oscilatorului rezultant

**64.** Prin compunerea a două mişcări oscilatorii paralele cu frecvenţa $\nu=100$ Hz şi amplitudinile $A_1=3$ cm şi $A_2=3\sqrt{3}$ cm se obţine o oscilaţie armonică cu amplitudinea $A=3\sqrt{7}$ cm. Să se afle:
**a.** diferenţa de fază dintre cele două mişcări oscilatorii care se compun
**b.** faza iniţială a celei de-a doua mişcări oscilatorii dacă faza iniţială a primei mişcări este $\varphi_1=\pi/4$
**c.** energia totală a oscilatorului rezultant, dacă masa acestuia este $m=80$ g

**65.** Un corp cu masa $m=200$ g este supus simultan la trei oscilaţii paralele: $x_1=4\sin(8\pi t+3\pi/4)$ (cm), $x_2=6\sin(8\pi t+\pi/3)$ (cm) şi $x_3=2\sin(8\pi t+\pi/6)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea mişcării oscilatorii rezultante
**b.** faza iniţială a mişcării oscilatorii rezultante
**c.** energia oscilatorului liniar armonic

**66.** Un punct material efectuează concomitent două mişcări oscilatorii armonice pe direcţii perpendicular între ele $Ox$ şi $Oy$. Să se afle traiectoria punctului material în planul $xoy$ şi să se reprezinte grafic în cazurile următoare:
**a.** $x=\cos(\pi t)$ şi $y=2\cos(\pi t/2)$ (cm)
**b.** $x=\sin(\pi t)$ şi $y=2\cos(\pi t)$ (cm)
**c.** $x=2\sin(\pi t)$ şi $y=4\sin(\pi t+\pi)$ (cm)

**67.** Un corp execută o mişcare oscilatorie descrisă de ecuaţia $x=4\sin^2(10t+\pi/6)$ (cm).
**a.** să se arate că mişcarea descrisă este oscilatorie liniar armonică
**b.** să se afle amplitudinea şi perioada mişcării
**c.** să se scrie dependenţa vitezei şi acceleraţiei corpului de timp

**68.** Un corp cu masa $m=20$ g este supus la două mişcări oscilatorii paralele şi simultane descrise de ecuaţiile $x_1(t)=4\cos(36t)$(cm) şi respectiv $x_2(t)=3\cos(35t)$ (cm). Să se afle:
**a.** amplitudinea mişcării oscilatorii
**b.** ecuaţia de mişcare a corpului
**c.** energia corpului la momentul $t_1=2\pi$ s

**69.** Un punct material cu masa $m=1$ g este supus acţiunii a două forţe astfel încât coordonatele sale, într-un sistem $XOY$, sunt $x=3\sin(5\pi t)$ (cm) şi $y=8\sin(10\pi t+\pi/2)$ (cm). Să se afle:
**a.** energia cinetică a punctului material în momentul $t_0=0$

**b.** forța rezultantă care acționează asupra punctului material în momentul $t_1$=0,05 s
**c.** reprezentarea grafică a traiectoriei punctului material

**70.** În figura 1.1.20 este reprezentată legea mişcării unui oscilator armonic amortizat.

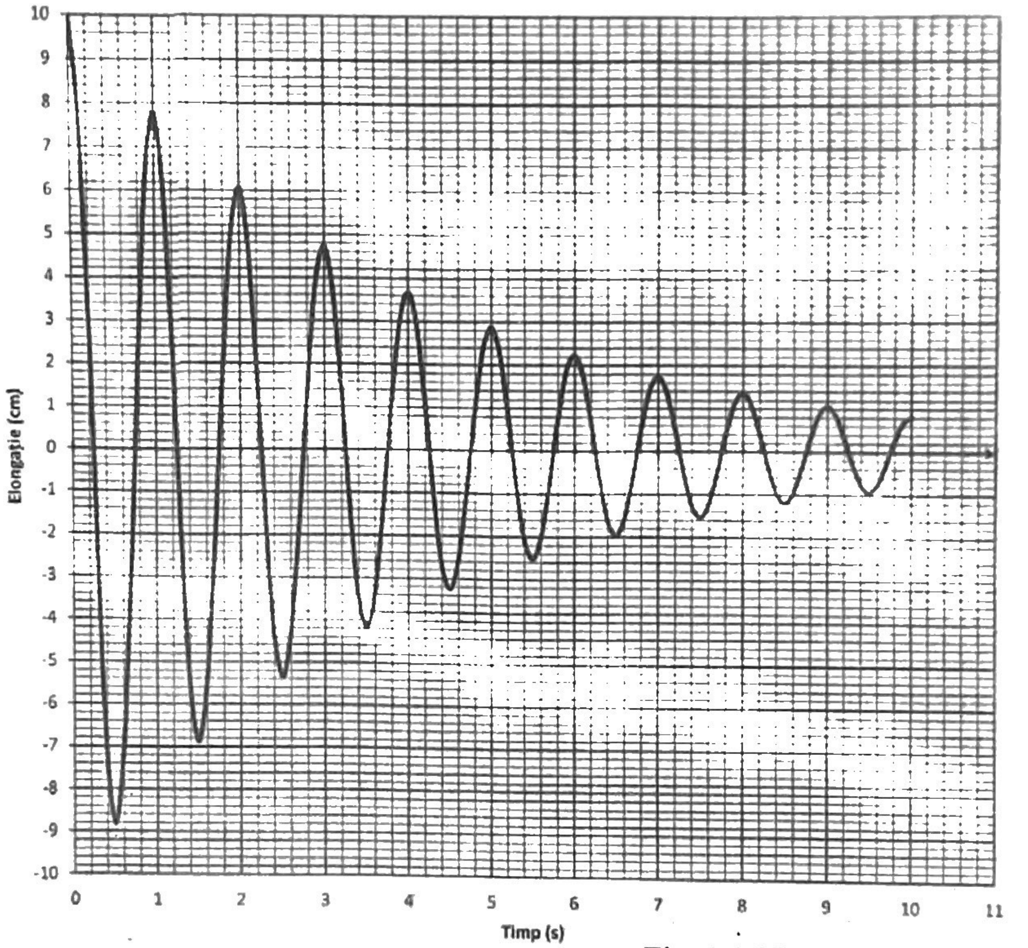


Fig. 1.1.20

Să se afle:
**a.** frecvența şi faza inițială a mişcării
**b.** coeficientul de amortizare şi legea de mişcare a acestui oscilator
**c.** raportul dintre energia înmagazinată şi pierderea de energie dintr-o perioadă şi să se arate ca acest raport este constant

**71.** Un pendul matematic cu lungimea $\ell$=25 cm execută $N$=10 mici oscilații complete într-un interval de timp $t$=10 s la suprafața Pământului. Să se afle:
**a.** frecvența oscilatorului
**b.** accelerația gravitațională în imediata vecinătate a Pământului
**c.** lungimea altui pendul care plasat în acelaşi loc să aibă perioada jumătate din perioada primului pendul

**72.** Un ceas cu pendul gravitațional bate secunda la suprafața Pământului. Se cunosc raza Pământului $R_P$=6370 km şi accelerația gravitațională în imediata vecinătate a Pământului $g_0$=9,81 m/s$^2$. Să se afle:
**a.** lungimea pendulului gravitațional
**b.** cu câte secunde se va modifica indicația ceasului în $t$=24 h şi în ce fel, dacă ceasul este ridicat pe verticala locului la altitudinea $h$=30 km

**c.** cu cât la sută trebuie modificată lungimea pendulului la altitudinea $h$, astfel ca pendulul să bată din nou secunda?

**73.** Un pendul matematic cu lungimea $\ell$=50 cm se fixează pe un cadru aşezat pe un cărucior. Dacă accelerația gravitațională este $g$=10 m/s$^2$, să se afle perioada micilor oscilații ale pendulului când căruciorul se mişcă:
**a.** vertical în sus cu accelerația $a_1$=6 m/s$^2$
**b.** vertical în jos cu accelerația $a_2$=2 m/s$^2$
**c.** orizontal cu accelerația $a_3$=4 m/s$^2$

**74.** Un pendul gravitațional cu lungimea $\ell$=0,5 m, execută mici oscilații. În tabelul de mai jos un elev a trecut măsurătorile efectuate de el. Elevul a măsurat timpul $t$ în care se realizează un număr $N$ de oscilații complete.

| Nr crt | $N$ (numărul oscilațiilor complete) | $t$(s)(timpul cât durează cele $N$ oscilații complete) |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 7 |
| 2 | 10 | 15 |
| 3 | 15 | 20 |
| 4 | 20 | 30 |
| 5 | 25 | 34 |

Pe baza datelor din tabel elevul a calculat:
**a.** perioada medie a micilor oscilații
**b.** accelerația gravitațională
**c.** perioada micilor oscilații, dacă pendulul este prins de un suport care se mişcă cu accelerația a=2 m/s$^2$, deasupra orizontalei şi formează cu aceasta un unghi $\alpha$=30$^0$

**75.** La suprafața Pământului un pendul gravitațional cu lungimea $\ell$=1 m şi densitatea corpului suspendat de pendul $\rho$=2700 kg/m$^3$ execută mici oscilații. Se consideră $g$=10 m/s$^2$. Să se afle:
**a.** perioada pendulului gravitațional
**b.** perioada pendulului gravitațional, dacă acesta se introduce în apă cu densitatea $\rho_0$=1000 kg/m$^3$ şi se neglijează frecarea cu apa
**c.** perioada pendulului dacă acesta se prinde de un cărucior care se roteşte în plan orizontal pe un cerc cu raza $R$=20 m cu viteza v=72 km/h

**76.** Un pendul gravitațional bate secunda la suprafața Pământului ($R_P$=6370 km) unde accelerația gravitațională este $g_0$=10 m/s$^2$. Firul susține un corp cu masa $m$=400 g şi încărcat cu sarcina electrică pozitivă $q$=1 mC. Se introduce pendulul într-un câmp electric vertical în sus cu intensitatea $E$=10$^3$ V/m. Să se afle:
**a.** perioada pendulului
**b.** înălțimea măsurată față de suprafața Pământului la care trebuie plasat pendulul gravitațional în lipsa câmpului electric pentru ca să bată secunda
**c.** perioada pendulului la suprafața Pământului dacă se inversează sensul câmpului electric

**77.** Un pendul simplu este îndepărtat din poziția de echilibru cu un unghi $\alpha_0$=45⁰ ca în figura 1.1.21. Corpul suspendat de fir are masa $m$=200 g, iar firul are lungimea $\ell$=80 cm. Se consideră $g$=10 m/s². Să se afle:

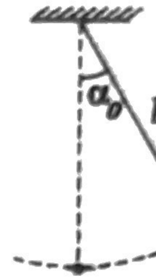

Fig. 1.1.21

**a.** dependența energiei cinetice a pendulului în funcție de unghiul $\alpha$

**b.** perioada micilor oscilații ale pendulului, dacă amplitudinea unghiulară este $\alpha_0 = 5^0$

**c.** dependența energiei cinetice și potențiale de timp, dacă la momentul inițial $t$=0, pendulul se află în punctul în care amplitudinea unghiulară este $\alpha_0 = 5^0$

**78.** Un pendul gravitațional cu lungimea $\ell = \dfrac{g}{\pi^2}$ m, începe să oscileze la momentul $t_0$=0, când firul face unghiul $\alpha_0 = 5^0$ cu verticala. Să se afle:

**a.** legea de mișcare a oscilatorului

**b.** legea de mișcare a sistemului format la momentul $t_1=T/4$, când din sens contrar deplasării pendulului, se deplasează orizontal un corp identic cu viteza $v_0 = 2\alpha_0 g/\pi$, care ciocnește perfect plastic corpul pendulului

**c.** perioada oscilațiilor pendulului de la punctul **a.** dacă acesta oscilează într-un cărucior care coboară liber pe un plan înclinat fără frecare, dacă unghiul planului este $\beta$=30⁰

**79.** Un corp cu masa $m$=200 g este suspendat la capătul unui fir cu lungimea $\ell$=64 cm ca în figura 1.1.20. Se scoate firul din poziția de echilibru astfel încât acesta să formeze cu verticala un unghi egal cu $\alpha$ =60⁰. Se consideră $g$=10 m/s². Să se afle:

**a.** perioada micilor oscilații

**b.** viteza și tensiunea din fir când acesta trece prin poziția verticală

**c.** tensiunea din fir în poziția în care firul formează cu verticala un unghi $\beta$ =30⁰

**80.** O tijă subțire, rigidă și ușoară cu lungimea $\ell$=1 m este articulată în punctul $O$ și are suspendat la capătul liber un corp punctiform cu masa $m$=100 g (fig 1.1.22). Pendulul astfel format poate efectua mici oscilații și întâmpină din partea aerului o forță de rezistență proporțională cu viteza, $\vec{F}_r = -c\vec{v}$, unde $c$=0,5 Ns/m. La momentul inițial $t_0$=0 pendulul formează unghiul $\alpha_0=\pi/100$ rad cu verticala, iar viteza unghiulară a acestuia este $\pi$ rad/s. Să se afle:

Fig. 1.1.22

**a.** ecuația diferențială a mișcării oscilatorii

**b.** legea de mișcare a pendulului

**c.** pulsația mișcării oscilatorii a pendulului, dacă se neglijează forța de rezistență din partea aerului, și se ține cont, în condițiile micilor oscilații, de masa tijei $M$

## 1.2. Unde mecanice

**1.** O sursă de oscilații aflată într-un mediu elastic produce unde plane de forma $y=50\sin(4\pi t)$ (mm). Lungimea de undă a undelor longitudinale produse este $\lambda=2$ m. Să se afle:
**a.** după cât timp va începe să oscileze un punct situat la distanța $x=6$ m față de sursă?
**b.** defazajul între sursă și punctul de la **a.**
**c.** distanța dintre două puncte dacă oscilațiile sunt defazate între ele cu $\pi/6$

**2.** O undă transversală se propagă de-a lungul unei coarde elastice cu viteza $v=40$ m/s. Frecvența punctelor coardei este $\nu=5$ Hz, iar amplitudinea este $A=4$ cm. Să se afle:
**a.** lungimea de undă
**b.** faza, elongația, viteza și accelerația unui punct al coardei aflat la distanța $x=1$ m de sursa de oscilații și la momentul de timp $t=1$ s
**c.** diferența de fază dintre două puncte de pe coardă aflate la distanțele $x_1=3$ m și respectiv $x_2=5$ m de sursa de oscilație
**d.** diferența de fază într-un punct de pe coardă situat la $x_3=7$ m de sursa de oscilație la momentele de timp $t_1=0{,}01$ s și $t_2=0{,}03$ s

**3.** Extremitatea unei corzi elastice oscilează după legea $x=2\sin(10\pi t)$ (cm). Undele propagate în coardă sunt longitudinale și au viteza de propagare $v=40$ m/s. Să se afle:
**a.** lungimea de undă a undelor care se propagă în lungul corzii
**b.** diferența de fază ce corespunde oscilațiilor a două puncte de pe coardă situate la distanța $\Delta x=5$ m unul de celălalt
**c.** valoarea modului de elasticitate al lui Young, dacă densitatea corzii este $\rho=4000$ kg/m$^3$

**4.** Un diapazon oscilează cu frecvența $\nu=50$ Hz și produce unde transversale la suprafața unui lichid. Amplitudinea oscilațiilor este $A=1$ mm și viteza de propagare a undelor superficiale este $v=6$ m/s. Să se afle într-un punct situat la distanța $x=24$ cm și la momentul de timp $t=42{,}5$ ms:
**a.** faza cu care oscilează punctul
**b.** elongația punctului
**c.** distanța minimă dintre punctul considerat și un punct care oscilează în opoziție de fază

**5.** Punctele unui mediu în care s-au format unde mecanice execută oscilații descrise de ecuația $x=3\sin(\pi t/3+\alpha_0)$ (cm). Undele mecanice au lungimea de undă $\lambda=60$ cm. Să se afle:
**a.** viteza de propagare a undei
**b.** diferența de fază corespunzătoare pentru două poziții ocupate de același punct după un interval de timp $\Delta t=2$ s
**c.** diferența de fază la un moment dat între mișcările oscilatorii a două puncte aflate pe aceeași direcție de propagare la distanța $\Delta x=45$ cm unul de celălalt

**6.** O sursă oscilează după legea $y_S=2\sin(1000\pi t)$ (mm) printr-un mediu elastic cu modulul de elasticitate al lui Young $E=7,5\cdot10^{10}$ N/m$^2$. La distanţa $x=5$ m de sursă unda longitudinală are ecuaţia $y=2\sin[2\pi(500t-0,5)]$ (mm). Să se afle:

**a.** frecvenţa şi perioada undei

**b.** lungimea de undă

**c.** densitatea mediului

**d.** ecuaţia undei la distanţa $x_1=1$ m de sursă şi diferenţa de fază dintre această undă şi unda la distanţa $x_2=5$ m de sursă

**7.** Punctele unui mediu în care s-au format unde execută mişcări periodice descrise de legea $y=2\sin(120\pi t-0,25x)$ (mm). Să se afle:

**a.** frecvenţa oscilaţiilor punctelor mediului

**b.** viteza maximă a oscilaţiilor punctelor mediului

**c.** viteza de propagare a undei

**8.** Extremitatea unei coarde elastice oscilează după legea $y=4\sin(5\pi t)$ (mm). Undele longitudinale se propagă pe coardă cu viteza v=8 m/s. Să se afle:

**a.** lungimea de undă

**b.** legea de oscilaţie a unui punct situat la distanţa $x_1=1,2$ m de extremitate, dacă coarda se consideră infinită

**c.** viteza punctului la o optime de perioadă, măsurată din momentul în acesta a început să oscileze

**9.** O coardă are densitatea $\rho=7800$ kg/m$^3$ şi secţiunea $S=2$ mm$^2$. Coarda oscilează transversal cu perioada $T_1=50$ ms fiind întinsă de o tensiune $T=78$ N. Să se afle:

**a.** lungimea de undă cu care oscilează coarda

**b.** lungimea de undă a corzii dacă aceasta va oscila longitudinal cu aceeaşi perioadă, iar modulul de elasticitate al corzii este $E=10^{11}$ N/m$^2$

**c.** raportul vitezelor undelor transversale şi a celor longitudinale care se propagă prin coardă în condiţiile punctului **b.**

**10.** Sub acţiunea unui corp cu masa $m=4,8$ kg un resort elastic se alungeşte cu $x=2$ cm. Corpul oscilează şi emite un sunet cu frecvenţa ν=500 Hz. Viteza cu care se propagă sunetul în aer este $c=340$ m/s. Să se afle:

**a.** constanta elastică a resortului

**b.** lungimea de undă a sunetului emis

**c.** viteza maximă şi acceleraţia maximă a unei molecule de aer pusă în oscilaţie, dacă unda se propagă fără amortizare

**11.** O undă longitudinală are frecvenţa ν=500 Hz. Unda se propagă într-un mediu cu densitatea $\rho=7850$ kg/m$^3$ şi cu modulul de elasticitate al lui Young $E=1,9625\cdot10^{11}$ N/m$^2$. Să se afle:

**a.** viteza de propagare a undei

**b.** lungimea de undă

**c.** energia maximă de oscilaţie a unităţii de volum a mediului dacă amplitudinea oscilaţiilor este $A=2$ mm

**12.** Un oscilator liniar are amplitudinea $A$=2 mm se află după $t$=0,1$\pi$/12 s de la începerea oscilației la distanța $x$=1 mm față de poziția de echilibru. Masa oscilatorului este $m$=1 g iar energia sa maximă $E$=5 μJ. Să se afle:
**a.** ecuația de mișcare a oscilatorului
**b.** lungimea de undă a undelor elastice longitudinale care se propagă știind că la distanța $x_1$=10 m de sursă diferența de fază dintre sursă și punct este $\Delta\varphi=\pi/2$
**c.** modulul de elasticitate al mediului de la **b.**, dacă densitatea lui este $\rho$=1,3 kg/m$^3$

**13.** O undă se propagă într-un mediu cu modulul de elasticitate $E_1=10^{11}$ N/m$^2$ și densitate $\rho_1$=7000 kg/m$^3$. Unda cade pe suprafața de separație cu alt mediu cu cu modulul de elasticitate $E_2=1,7\cdot10^{10}$ N/m$^2$ și densitate $\rho_2$=11300 kg/m$^3$ sub unghiul de incidență $i=30^0$. Să se afle:
**a.** vitezele undelor în cele două medii
**b.** unghiul sub care se refractă unda
**c.** unghiul sub care se reflectă unda

**14.** Printr-o bară de aluminiu cu cu densitatea $\rho$=2700 kg/m$^3$ și cu modulul de elasticitate al lui Young $E=6,75\cdot10^{10}$ N/m$^2$ se propagă unde longitudinale. Sursa de oscilații este așezată pe bară și emite oscilații având ecuația $x=4\sin(785t)$ (mm). Ecuațiile oscilațiilor care ajung la capetele barei sunt $y_1=4\sin(785t-\pi/4)$ (mm) și $y_2=4\sin(785t-\pi/3)$ (mm). Să se afle:
**a.** viteza maximă de oscilație a unui punct de pe bară
**b.** viteza cu care se propagă unda
**c.** lungimea barei

**15.** Capetele $A$ și $B$ ale unei bare oscilează conform ecuațiilor $y_1=\sin(100\pi t)$(cm) și $y_2=2\sin(100\pi t)$ (cm). Oscilațiile se propagă prin bară sub forma unor unde longitudinale. Într-un punct $C$ al barei sosesc undele plane având ecuațiile $y_{1C}=\sin(100\pi t-\pi/6)$ (cm) și $y_{2C}=2\sin(100\pi t-\pi/3)$ (cm). Bara are densitatea $\rho$=8000 kg/m$^3$ și modulul de elasticitate al lui Young $E=9,248\cdot10^{10}$ N/m$^2$. Să se afle:
**a.** lungimea de undă a undelor care se propagă prin bară
**b.** lungimea barei
**c.** amplitudinea cu care oscilează punctul $C$

**16.** Un punct material dintr-un mediu cu modulul de elasticitate al lui Young $E=2,7\cdot10^6$ N/m$^2$ și densitatea $\rho$=3000 kg/m$^3$ este supus simultan la două oscilați armonice descrise de ecuațiile $y_1=4\sin[2\pi(300t-5)]$ (mm) și $y_2=3\sin[2\pi(300t-4,5)]$ (mm). Să se afle:
**a.** dacă în locul unde se află acest punct material se obține un maxim sau un minim
**b.** amplitudinea oscilației rezultante
**c.** lungimea de undă a oscilațiilor longitudinale care interferă

**17.** Un punct dintr-un mediu având modulul de elasticitate al lui Young $E$=7,92·$10^4$ N/m$^2$ şi densitatea $\rho$=2200 kg/m$^3$ este supus simultan oscilaţiilor descrise de ecuaţiile $x_1$=sin(600$\pi t$−10$\pi$) (mm) şi $x_2$=2sin(600$\pi t$−8$\pi$) (mm). Să se afle:
**a.** dacă în punctul respectiv se obţine un maxim sau un minim
**b.** amplitudinea oscilaţiei rezultante
**c.** lungimea de undă a oscilaţiilor longitudinale care interferă

**18.** Două surse de oscilaţii produc oscilaţii transversale cu elongaţii paralele care se propagă cu viteza v=8 m/s. Legile de oscilaţie ale celor două surse sunt $x_1$=3sin(200$\pi t$) (mm) şi $x_2$=5sin(200$\pi t$+$\pi$/6) (mm). Să se afle:
**a.** diferenţa de fază între oscilaţiile care se suprapun într-un punct situat la distanţa $d_1$=5 cm de prima sursă şi distanţa $d_2$=19/3 cm de a doua sursă
**b.** amplitudinea oscilaţiei rezultante în punctul respectiv
**c.** diferenţa de drum dintre două puncte pentru care diferenţa de fază este un multiplu de $\pi$

**19.** Într-un mediu elastic se propagă o undă longitudinală a cărei ecuaţie la distanţa $x$=2 m de sursa de oscilaţii este y=2sin(100$\pi t$−$\pi$/6) (mm). Sursa oscilează după legea $y_S$=2sin(100$\pi t$) (mm). Să se afle:
**a.** perioada şi lungimea de undă
**b.** numărul de undă definit prin prin relaţia $k$=2$\pi$/λ
**c.** amplitudinea de oscilaţie a punctului aflat la distanţa $x$=2 m de sursă, dacă punctul respectiv oscila în momentul ajungerii undei după legea $y_1$=2sin(100$\pi t$+$\pi$/3) (mm).

**20.** Două surse de oscilaţii oscilează conform legilor $x_1$=3sin(50$\pi t$) (mm) şi $x_2$=4sin(50$\pi t$) (mm). Să se afle:
**a.** amplitudinea undei rezultante prin interferenţa celor două unde provenite de la cele două surse de oscilaţii, dacă diferenţa de drum este $d$=2,5 mm iar viteza de propagare a undelor este v=50 cm/s
**b.** amplitudinea undei rezultante când diferenţa de drum este un număr par de semilungimi de undă
**c.** amplitudinea undei rezultante când diferenţa de drum este un număr impar de semilungimi de undă

**21.** O lamă vibrantă cu frecvenţa ν=100 Hz emite pe suprafaţa unui lichid unde circulare sinusoidale. Distanţa dintre două creste succesive este de 8 mm. Diferenţa de nivel dintre o creastă şi o vale este mare în apropierea imediată a sursei şi numai de 2 mm la $r_1$=40 cm de aceasta. Lama începe să vibreze la momentul $t$=0. Se neglijează pierderile de energie datorată forţelor de frecare. Să se afle:
**a.** viteza de propagare a undei
**b.** elongaţia unui punct situat la distanţa $r_2$=10 cm de sursă la momentul $t_2$=126,25 ms
**c.** amplitudinea şi energia de vibraţie a unei bucăţi de plută cu masa $m$=0,1g aflată la distanţa $r_3$=20 cm de sursă

**22.** Distanţa dintre ramurile unui diapazon este $d$=5,5 cm. Diapazonul oscilează cu frecvenţa $\nu$=1000 Hz şi cu amplitudinea $A$=0,6 mm. La momentul iniţial cele două ramuri ale diapazonului sunt apropiate una de alta. cunoscând viteza de propagare a sunetului în aer $c$=330 m/s, să se afle:

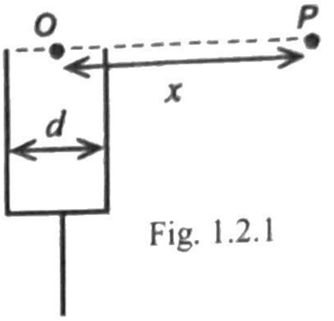

Fig. 1.2.1

**a.** amplitudinea de oscilaţie a punctului $O$ situat la mijlocul distanţei dintre ramurile diapazonului

**b.** amplitudinea de oscilaţie a punctului $P$ situat la distanţa $x$=0,22 m de punctul $O$ măsurată ca în figura 1.2.1

**c.** amplitudinea de oscilaţie a punctului $P$ situat la distanţa $x_1$=5,5 cm de punctul $O$

**23.** O camă are profilul unei sinusoide. Mărimile indicate în figura 1.2.2 sunt $d$=2 cm şi $d_1$=20,25 cm. Cama se deplasează pe orizontală cu viteza constantă $v_1$=0,4 m/s. De camă sunt prinse în punctele $M$ şi $N$ două ace cu ajutorul unor resorturi, astfel că pe suprafaţa unui lichid se produc unde transversale superficiale care se propagă cu viteza $v_2$=0,5 m/s. Dacă ar oscila numai un ac, undele produse au amplitudinea $A$=0,8 mm. Să se afle:

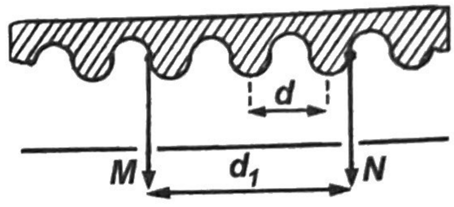

Fig. 1.2.2

**a.** perioada oscilaţiilor celor două ace

**b.** lungimea de undă a undelor superficiale produse

**c.** defazajul oscilaţiilor celor două ace

**d.** amplitudinea de oscilaţie a punctului aflat la mijlocul distanţei $MN$

**24.** Un dispozitiv König este utilizat pentru determinarea vitezei sunetului în aer utilizând fenomenul de interferenţă a undelor sonore (fig 1.2.3). În punctul $S$ se află o sursă de unde care emite unde cu frecvenţa $\nu$=10 kHz. Cele două ramuri ale dispozitivului au iniţial lungimile egale $SMR$=$SNR$. Să se afle:

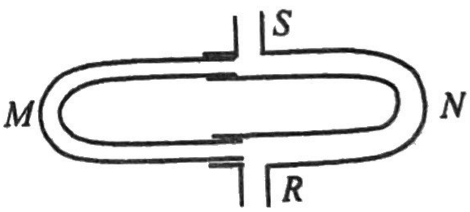

Fig. 1.2.3

**a.** amplitudinea oscilaţiilor din receptorul $R$, dacă amplitudinea sursei este $A$=0,5 mm

**b.** viteza sunetului, dacă în receptor se produce primul minim prin deplasarea tubului $M$ cu $d$=8,25 mm

**c.** distanţa pe care trebuie deplasat tubul $M$, pentru ca în receptorul $R$ să se producă următorul maxim de oscilaţie şi valoarea amplitudinii din receptorul $R$, dacă viteza sunetului este cea de la punctul **b.**

**d.** cu câte grade trebuie mărită temperatura gazului din tubul $M$ pentru ca în cazul în care lungimile tuburilor sunt egale cu $\ell$=31,65 cm, în $R$ să se producă primul minim, dacă tubul $N$ se află la temperatura $t_0$=0°C şi viteza sunetului în aerul din acesta este $c_0$=330 m/s (viteza undelor în gaze depinde de temperatură după legea $c = c_0\sqrt{1+\alpha\cdot t}$, unde $t$ este temperatura şi $\alpha = 1/273$ grad$^{-1}$)?

**25.** O coardă $BC$ cu lungimea $\ell$=1 m este fixată la ambele capete. Coarda oscilează transversal cu amplitudinea $A$=1 cm şi cu frecvenţa $\nu$=250 Hz. Cunoscând viteza de propagare a undei în coardă v=125 m/s, să se afle:
**a.** poziţiile ventrelor şi nodurilor pe coardă
**b.** distanţa dintre un nod şi un ventru
**c.** amplitudinea de oscilaţie a unui punct $P$ de pe coardă, dacă acest punct este situat la distanţa $x$=15,625 cm faţă de capătul $C$

**26.** O coardă cu lungimea $\ell$=15 m fixată la un capăt primeşte la celălalt capăt impulsuri tranversale de mică amplitudine cu frecvenţa $\nu$=2 Hz. Viteza de propagare a oscilaţiilor în coardă este v=20 m/s. Să se afle:
**a.** lungimea de undă
**b.** numărul de fuse care se formează în coardă
**c.** numărul de fuse care se formează în coardă dacă frecvenţa devine $\nu_1$=4 Hz
**d.** numărul de fuse care se formează în coardă dacă frecvenţa devine $\nu_2$=3 Hz
**e.** numărul de fuse care se formează în coardă dacă viteza de propagare se reduce de patru ori

**27.** O coardă cu lungimea $\ell$=$AB$=1 m este fixată la ambele capete. Într-un punct $P$ situat la distanţa $x$=20 cm de centrul de oscilaţie $A$, raportul dintre drumul undelor reflectate şi unda incidentă este un număr egal cu 8,5. Să se afle:
**a.** lungimea de undă care se propagă pe coardă
**b.** numărul de noduri şi ventre care se formează pe coardă
**c.** cum oscilează punctul $P$, dacă capătul $B$ este lăsat liber şi lungimea de undă este cea de la punctul **a.**?

**28.** O coardă $BC$ cu lungimea $\ell$=1,25 m este fixată la capătul $C$. Capătul $B$ oscilează transversal cu amplitudinea $A$=5 cm şi cu frecvenţa $\nu$=400 Hz. Cunoscând viteza de propagare a undei în coardă v=400 m/s, să se afle:
**a.** lungimea de undă cu care se propagă undele în coardă
**b.** numărul ventrelor şi nodurilor de pe coardă
**c.** poziţiile ventrelor şi nodurilor pe coardă
**d.** amplitudinea de oscilaţie a unui punct $P$ de pe coardă, dacă acest punct este situat la distanţa $x$=1/3 m faţă de capătul $C$

**29.** Un fir cu lungimea părţii orizontale $\ell$=4 m şi masa $m$=0,8 g este fixat cu o extremitate de braţul unui diapazon şi cu cealaltă de un corp cu masa $m_1$=200 g ca în figura 1.2.4. Ştiind că în timpul producerii oscilaţiilor partea orizontală prezintă aspectul a două fuse, să se afle:
**a.** viteza undelor transversale produse în fir

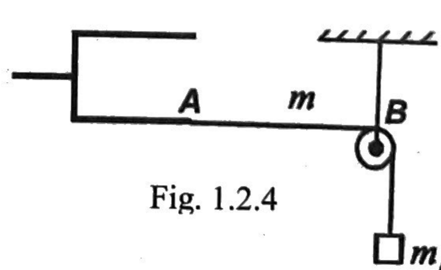

Fig. 1.2.4

**b.** frecvenţa cu care vibrează diapazonul
**c.** masa pe care trebuie să o aibă corpul suspendat de fir pentru ca firul orizontal să formeze un singur fus

**30.** O coardă de argint cu densitatea $\rho$=10500 kg/m$^3$ are lungimea $\ell$=2,2 m şi diametrul $d$=2 mm este fixată la un capăt iar la celălalt capăt este pusă în vibraţie cu frecvenţa $\nu$=450 Hz şi amplitudinea $A$=4 mm. Pe coardă se observă $N$=5 noduri intermediare. Să se afle:
**a.** lungimea undelor care se propagă prin coardă
**b.** tensiunea cu care trebuie întinsă coarda
**c.** de câte ori se modifică tensiunea cu care trebuie întinsă coarda dacă aceasta vibrează pe frecvenţa fundamentală?

**31.** La capătul $A$ al ramurii unui diapazon se leagă vertical un fir de lungime $\ell$=2 m şi cu masa $m$=12 g. La celălalt capăt al firului se suspendă un corp cu masa $m_1$=960 g ca în figura 1.2.5. Se produc oscilaţii ale diapazonului. În firul $AB$ se produc unde staţionare, în punctele $A$ şi $B$ formându-se noduri. Să se afle:
**a.** viteza de propagare a undelor transversale în fir
**b.** frecvenţa oscilaţiilor diapazonului, dacă pe fir se formează $N$=10 ventre
**c.** numărul ventrelor ce se formează pe fir dacă masa finală atârnată de fir este $m_2$=4$m_1$

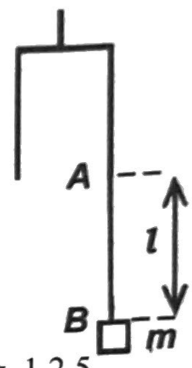

Fig. 1.2.5

**32.** Spre un perete reflectător se trimite perpendicular pe acesta o undă sonoră plană cu frecvenţa $\nu$=500 Hz. Distanţa dintre sursă şi perete este $\ell$=40 m. Punctele mediului oscilează cu amplitudinea $A$=2,4 mm. Cunoscând viteza de propagare a undelor sonore prin aer $c$=320 m/s, să se afle:
**a.** lungimea de undă a undelor sonore
**b.** distanţa faţă de perete unde se produc maxime şi minime
**c.** amplitudinea de oscilaţie a punctului aflat la distanţa $x_1$=5,2 m de perete
**d.** energia maximă de oscilaţie a unui volum de aer egal cu $V$=1 mm$^3$, dacă densitatea aerului este $\rho$=1,3 kg/m$^3$

**33.** Două surse încep să emită unde cu aceeaşi amplitudine $A$=1 cm şi frecvenţa $\nu$=100 Hz la acelaşi moment de timp. Lungimea de undă a undelor care se propagă prin acelaşi mediu este $\lambda$=1,2 m. Distanţa dintre sursele care încep să oscileze la acelaşi moment de timp este $d$=30 cm. Să se afle:
**a.** viteza de propagare a undelor
**b.** ecuaţia de oscilaţie a unui punct situat pe dreapta care uneşte cele două surse şi la distanţa $\ell_1$=5 cm de prima sursă
**c.** ecuaţia de oscilaţie a unui punct situat la distanţa $\ell$=1,2 m de cea de-a doua sursă în exteriorul acesteia

**34.** Într-un tub deschis la ambele capete cu lungimea $\ell$=50 cm se obţin unde staţionare cu lungimea de undă $\lambda$=1 m. Viteza sunetului în aer este $c$=340 m/s. Să se afle:

**a.** frecvenţa sunetului produs de tub
**b.** armonica produsă de tub
**c.** frecvenţa sunetului produs de tub, dacă tubul funcţionează pe armonica a treia
**d.** lungimea de undă a armonicii fundamentale şi frecvenţa acestei armonici a sunetului, dacă se astupă tubul la un capăt

**35.** Într-un tub deschis la un capăt şi închis la celălalt capăt cu lungimea $\ell$=90 cm se obţin unde staţionare. Viteza sunetului în aer este $c$=340 m/s. Să se afle:
**a.** lungimea de undă dacă tubul lucrează pe frecvenţa fundamentală
**b.** frecvenţa armonicii a doua
**c.** frecvenţa armonicii a doua, dacă tubul se închide şi la celălalt capăt

**36.** Două tuburi sonore $A$ şi $B$ au lungimile $\ell_A$=1 m şi respectiv $\ell_B$. Tubul $A$ este deschis la ambele capete, iar tubul $B$ este închis la un capăt. Armonica a doua a sunetului produs de tubul $A$ coincide cu armonica a treia a sunetului produs de tubul $B$. Să se afle:
**a.** lungimea tubului $B$
**b.** frecvenţele fundamentale ale sunetelor produse de cele două tuburi, dacă viteza sunetului în tuburi este $c$=340 m/s
**c.** dacă o armonică a sunetului produs de primul tub coincide cu vreo armonică a celui de-al doilea tub în situaţia în care tuburile au aceeaşi lungime

**37.** Într-un tub închis la un capăt se produc oscilaţii ale coloanei de aer. Prin aerul din tub sunetul se propagă cu viteza $c$=343 m/s. Dacă se produc unde pe frecvenţa fundamentală $\nu$=343 Hz, să se afle:
**a.** lungimea tubului
**b.** frecvenţa armonicii a doua
**c.** lungimea tubului, dacă tubul se deschide la ambele capete rămânând pe frecvenţa fundamentală
**d.** frecvenţa armonicii a doua în condiţiile punctului **c.**

**38.** Un tub sonor are lungimea $\ell$=68 cm şi este închis la ambele capete. O ancie aflată la jumătatea tubului produce vibraţii, astfel că în tub se formează unde staţionare şi acesta oscilează pe frecvenţa fundamentală. Aerul din tub se află la temperatura de $0^0$C. Să se afle:
**a.** frecvenţa de oscilaţie, dacă la $0^0$C sunetul se propagă cu viteza $c$=340 m/s
**b.** temperatura la care trebuie răcit aerul din tub pentru a se obţine următoarea armonică
**c.** modificare frecvenţei faţă de valoarea de la punctul **a.**, dacă tubul se deschide la ambele capete şi funcţionează pe frecvenţa cea mai mică posibilă

**39.** Într-un dispozitiv Kundt vergeaua de fier are lungimea $L$=0,5 m şi densitatea $\rho$=7800 Kg/m³. Aceasta este fixată la mijloc şi are un capăt prins într-un dop

Fig. 1.2.6

ca în figura 1.2.6. Dopul care închide tubul de sticlă poate oscila. În tubul de sticlă închis la ambele capete se află rumeguş. Sub acţiunea oscilaţiilor produse în vergeaua de fier rumeguşul se aşază sub forma unor maxime şi minime alternante. Distanţa dintre două maxime este $l=3$ cm. Se cunoaşte că viteza undelor care se propagă prin aer este $c=340$ m/s. Să se afle:
**a.** frecvenţa undelor care se propagă prin aer
**b.** viteza undelor prin fier
**c.** modulul de elasticitate al vergelei de fier

**40.** La capătul *A* al unui tub de sticlă orizontal se află un dop străbătut de o tijă metalică *MN* cu lungimea $l=0{,}8$ m, fixată la mijloc ca în figura 1.2.7. La capătul *B* se află un piston *P* care se poate deplasa în lungul tubului Kundt. În porţiunea *PM* a tubului se află rumeguş. În tija metalică se produc unde longitudinale care se propagă cu viteza v=4800 m/s. În tub în punctele *P* şi *M* rumeguşul arată că se produc minime. Să se afle:

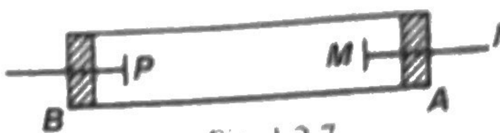

Fig. 1.2.7

**a.** frecvenţa sunetului în tija metalică
**b.** lungimea de undă a undelor din tubul *PM*, dacă rumeguşul indică formarea a $N=8$ ventre şi $PM=0{,}5$ m
**c.** viteza de propagare a sunetului în aer
**d.** temperatura la care se află aerul din tubul *PM*, dacă viteza sunetului în aerul aflat la $0^{0}$C este $c_0=330$ m/s

**41.** Un tren accelerat se apropie de o gară cu viteză constantă v=20 m/s. Locomotiva emite un sunet de avertizare prelung cu frecvenţa $\nu=392$ Hz. Apoi trenul se depărtează emiţând acelaşi sunet. Cunoscând viteza sunetului în aer $c=340$ m/s, să se afle valorile frecvenţelor sunetelor percepute de un observator care este pe peronul gării.

**42.** Dintr-o gară porneşte un tren în mişcare uniform accelerată. După timpul $t_1=12$ s de la pornire trenul emite un sunet iar după $t_2=30$ s un sunet identic cu primul. Raportul frecvenţelor recepţionate de un observator din gară este $n=25/24$. Viteza sunetului în aer este c=320 m/s. Să se afle:
**a.** acceleraţia de deplasare a trenului
**b.** spaţiul parcurs de tren între momentele $t_1$ şi $t_2$

**43.** Un automobil se deplasează cu viteza v=108 km/h. Claxonul automobilului emite un sunet cu frecvenţa $\nu=300$ Hz. Să se afle diferenţa frecvenţelor percepute de doi obsevatori situaţi pe şosea în faţa şi respectiv în spatele automobilului, dacă viteza sunetului în aer este $c=330$ m/s.

**44.** O sursă sonoră emite sunete cu frecvenţa ν=6000 Hz. Urechea umană normală percepe sunete cu frecvenţa cuprinsă în intervalul 16 Hz şi 20 kHz. Viteza sunetului în aer este $c=340$ m/s. Să se afle viteza cu care trebuie să se deplaseze sursa astfel ca un om să nu audă sunetul emis de sursă.

**45.** Pe dreapta care unește pozițiile surselor sonore $S_1$ și $S_2$ se deplasează un observator. Când se deplasează spre $S_1$ raportul frecvențelor emise de cele două surse este $n=5/4$, iar când se deplasează cu aceeași viteză spre $S_2$ raportul frecvențelor este $k=3/2$. Considerând $\nu_{02}>\nu_{01}$ și că sunetul se propagă prin aer cu viteza $c=330$ m/s să se afle:

**a.** viteza observatorului

**b.** raportul real al frecvențelor sunetelor emise de cele două surse

**46.** O salvare cu sirena în funcțiune este blocată într-o intersecție. Sunetul emis are frecvența $\nu=1$ kHz, iar sunetul se propagă prin aer cu viteza $c=340$ m/s. O mașină se apropie de salvare cu viteza v=54 km/h. Să se afle cu cât variază frecvența sunetului perceput de șoferul din mașină față de valoarea frecvenței sunetului emis de sirenă.