EDITURA FUNDAȚIEI
„MOISE NICOARĂ”

ARSENOV BRANCO ARSENOV SIMONA
MAJOR CSABA ŞTEFAN ALEXANDRU

PROBLEME DE FIZICĂ

PENTRU CLASELE XI-XII

ARAD

2013

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Probleme de fizică pentru clasele a XI-XII / Arsenov Branco, Arsenov Simona, Major Csaba, Ştefan

Alexandru. - Arad :
Editura Fundației "Moise Nicoară", 2013
ISBN 978-973-1721-06-4

I. Arsenov, Branco
II. Arsenov, Simona
III. Major, Csaba
IV. Ştefan, Alexandru

53(075.33)(076)

Cuprins

1. OSCILAȚII MECANICE

1.1 Legile de mişcare ale oscilatorului liniar armonic

1.1.1. Legea de mişcare a unui oscilator liniar armonic este **$y=2\sin(100\pi t+\pi/3)$ cm**. În cât timp realizează o oscilație completă? Care este frecvența mişcării?

R: $T=0{,}02s$; $\nu=50Hz$.

1.1.2. Amplitudinea unui oscilator liniar armonic este de **5mm** iar perioada de oscilație este de **0,4s**. Cunoscând că la momentul inițial **$t_0=0$** elongația este de **5mm** scrieți legea lui de mişcare.

R: $y=5\sin(5\pi t+\pi/2)$ mm.

1.1.3. Amplitudinea unui oscilator liniar armonic este de **4cm** iar frecvența mişcării este de **0,5Hz**. Cunoscând că la momentul inițial $\mathbf{t_0=0}$ elongația este de **2cm** scrieți legea lui de mişcare.

R: $y=4\sin(\pi t+\pi/6)$ cm.

1.1.4. Legea de mişcare a unui oscilator liniar armonic este $\mathbf{y=10\sin(20t+\pi/6)}$ **cm**. Stabiliți expresia legii vitezei şi a accelerației.

R: $v=2\cos(20t+\pi/6)$ m/s; $a=-40\sin(20t+\pi/6)$ m/s^2.

1.1.5. Viteza unui oscilator liniar armonic depinde de timp conform ecuației $\mathbf{v=0,04\cos(10t+\pi/4)}$ m/s. Stabiliți dependența de timp a elongației şi a accelerației. R: $y=4\sin(10t+\pi/4)$ mm; $a=-0,4\sin(10t+\pi/4)$ m/s^2.

1.1.6. Legea de mişcare a unui oscilator liniar armonic este $\mathbf{y=2\sin 10t}$ **cm**. Determinați elongația, viteza şi accelerația lui la momentul $\mathbf{t_1=T/12}$ (T este perioada mişcării). R: $y_1=1$cm; $v_1=103$cm/s; $a_1=-1$m/s^2.

1.1.7. Frecvența mişcării unui oscilator liniar armonic este $\mathbf{\nu=5/\pi}$ **Hz**. Cunoscând că la momentul inițial elongația este jumătate din amplitudine şi că viteza inițială este 3**/50 m/s** scrieți legea de mişcare.

R: $y=4\sin(10t+\pi/6)$ mm.

1.1.8. Un oscilator liniar armonic se găseşte la momentul inițial în poziția de echilibru şi are viteza $\mathbf{v_0=0,0314}$**m/s**. Cunoscând că el face o oscilație completă în timp de **o secundă** scrieți legea lui de mişcare.

R: $y=5\sin(2\pi t)$ mm.

1.1.9. Un oscilator liniar armonic are la elongația $\mathbf{y_1=1}$**cm** viteza $\mathbf{v_1=2}$**cm/s** iar la elongația $\mathbf{y_2=3}$**cm** viteza $\mathbf{v_2=1}$ **cm/s**. Determinați pulsația şi amplitudinea mişcării.

R: ω=0,61rad/s; A=3,41cm.

1.1.10. Un oscilator armonic are viteza $\mathbf{v_1=5cm/s}$ la elongaţia $\mathbf{y_1=2cm}$ şi $\mathbf{v_2=4cm/s}$ la $\mathbf{y_2=3cm}$. Calculaţi amplitudinea şi frecvenţa oscilaţiilor libere.

R: ω=1,34rad/s; A=4,22cm.

1.1.11. Legea de mişcare a unui oscilator liniar armonic este **y=20sin(20πt+π/12) cm**. Determinaţi intervalul de timp necesar oscilatorului pentru a parcurge distanţa de la $\mathbf{y_1=10cm}$ la $\mathbf{y_2=10}$3**cm**.

R: Δt=8,33ms.

1.2 Pendulul elastic

1.2.1. Un corp suspendat de un resort îl alungeşte cu **Δl=1cm**. Determinaţi perioada oscilaţiilor libere ale acestui sistem.

R: T=0,2s.

1.2.2. Un corp suspendat de un resort oscilează cu frecvenţa **ν=1Hz**. Determinaţi deformarea resortului după încetarea oscilaţiilor.

R: Δl=25cm.

1.2.3. Un corp cu masa **m=100g** este agăţat de un resort vertical care are constanta elastică **k=40N/m**. Din poziţia de echilibru i se imprimă corpului o viteză verticală $\mathbf{v_0=4cm/s}$.
a) Scrieţi legea de mişcare a oscilatorului;
b) Calculaţi acceleraţia în momentul în care elongaţia este jumătate din amplitudine.

R: a) y=2sin20t (mm); b) $a=-0,4m/s^2$.

1.2.4. Un corp cu masa **m=200g** este agățat de un resort vertical căruia îi provoacă o alungire statică de **10cm**. Din poziția de echilibru se trage corpul în jos pe distanța **y_0=8cm** după care se lasă liber.

a) Scrieți legea de mişcare a oscilatorului;

b) Calculați viteza maximă a oscilatorului.

R: a) $y=8\sin(10t+\pi/2)$ cm; b) v_{max}=0,8m/s.

1.2.5. Sistemul din figură este în stare de repaus. Se cunosc **k=20N/m**, **m_1=200g** şi **m_2=300g**. Să se scrie legea de mişcare a corpului cu masa m_1 dacă se taie firul ce leagă cele două corpuri.

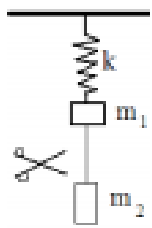


Figura 1.2.5

R: $y=0,15\sin(10t+\pi/2)$ m.

1.2.6. Un corp cu masa **m=100g** este atârnat de un resort cu **k=60N/m** şi oscilează pe o direcție verticală cu **A=10cm**. Cât devine amplitudinea oscilațiilor dacă se lipeşte de m, fără viteză inițială, un al doilea corp cu masa **M=300g** în momentul în care viteza lui m se anulează în poziția:

a) superioară;

b) inferioară.

R: a) 15cm; b) 5cm.

1.2.7. La capătul unui resort vertical, nedeformat, cu constanta elastică **k=40N/m** se agață un corp cu masa **m=100g**. Scrieți legea de mişcare a corpului dacă acesta se eliberează brusc. Calculați viteza maximă atinsă de corp în timpul mişcării.

R: $y=2,5\sin(20t+\pi/2)$ cm; $v_{max}=50$cm/s.

1.2.8. Un corp de masă **m=0,1kg** suspendat de un resort cu constanta elastică **k=10N/m** este lăsat liber. Să se calculeze:
a) alungirea maximă a resortului dacă în momentul inițial resortul este nedeformat;

b) viteza corpului la jumătatea elongației maxime. R: a) $\Delta l_{max}=0,2$m; b) v=0,86m/s.

1.2.9. Un corp cu masa **M=200g** este suspendat de un resort care se alungeşte cu **Δl=2cm**. Corpul este ridicat cu **1cm** şi lăsat liber. Se cere:

a) ecuația de mişcare a oscilatorului;

b) viteza maximă a corpului;

c) elongația în momentul în care viteza este jumătate din valoarea maximă.

R: a) $y=\sin(22,3t+\pi/2)$ cm; b) 22,3cm/s; c) 0,86cm.

1.2.10. Un taler cu masă neglijabilă este agățat de un resort cu constanta **k=20N/m**. De la înălțimea **h=0,18m** cade liber pe taler un corp cu masa **m=200g**. Scrieți legea de mişcare a

corpului după ce acesta se lipeşte de taler. Care este viteza maximă atinsă?

R: $y=0,214\sin(10t-27^{0}51')$ m; $v_{max}=2,14$m/s.

1.2.11. Un corp cu masa **M=2kg** se aşează pe un resort pe care îl comprimă cu **Δl=40cm**. De la înălțimea **h=0,2m** deasupra corpului cu masa M se lasă să cadă un al doilea corp cu masa **m=500g**. Scrieți legea de mişcare a sistemului format prin ciocnirea plastică a celor două

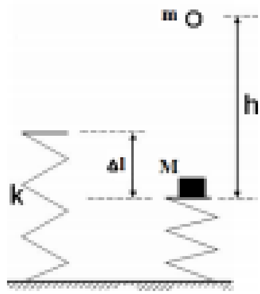
corpuri. 

Figura 1.2.11.

R: $y=13,4\sin(4,47t-48^0 16')$ cm.

1.2.12. Dacă un corp de masă **m** este suspendat de un resort cu constanta elastică **k,** perioada oscilațiilor este **T=1s**. Ce perioadă are sistemul obținut prin legarea a două resorturi identice:

a) în serie;

b) în paralel.

R: a) 1,414s; b) 0,707s.

1.2.13. Un corp suspendat de un resort oscilează cu perioada **T_1=0,4s**. Acelaşi corp suspendat de un alt resort oscilează cu perioada **T_2=0,3s**. Determinați perioada de oscilație a corpului dacă este suspendat de cele două resorturi legate în:

a) serie;

b) paralel.

R: a) 0,5s; b) 0,24s.

1.3 Energia oscilatorului liniar armonic

1.3.1. Un corp cu masa **m=100g** oscilează conform legii **$y=10\sin(4\pi t+\pi/12)$ cm**. Determinați energia totală a oscilatorului şi primul moment de timp la care energia cinetică devine egală cu energia potențială.

R: $E=80mJ$; $t_1=1/24$ s.

1.3.2. Legea de mişcare a unui oscilator liniar armonic este $\mathbf{y=5\sin(\pi t+\pi/8)\ cm}$. Determinaţi elongaţia stării în care energia cinetică este **de 3 ori** mai mare decât energia potenţială. Care este primul moment de timp la care se întâmplă acest lucru?

R: $y=2,5cm$; $t_1=1/24s$.

1.3.3. Un corp de masă **m=25g** efectuează o mişcare oscila torie, având ecuaţia de mişcare $\mathbf{y=2.10^{-2}\sin(20t+\pi/4)m}$. Se cere:

a) viteza maximă a corpului;
b) energia cinetică maximă;
c) viteza corpului la elongaţia $\mathbf{y_1=1cm}$.

R: a) 0,4m/s; b) 2mJ; c) 0,34m/s.

1.3.4. Energia cinetică maximă a unui oscilator liniar armonic cu masa de **50g** este de **0,1J**. Cunoscând că în momentul în care elongaţia este maximă asupra corpului acţionează o forţă rezultantă de **5N,** determinaţi amplitudinea şi perioada mişcării.

R: A=4cm; T=0,125s.

1.3.5. Un corp cu masa **m=3kg** suspendat de un resort cu constanta **k=100N/m** oscilează cu amplitudinea **A=4cm**. Determinaţi energia cinetică şi viteza oscilatorului în momentul în care elongaţia este de **2cm**.

R: $E_c=0,06J$; $v=0,2m/s$.

1.3.6. Un corp cu masa **m=50g** oscilează cu perioada **T=2s** şi amplitudinea **A=6cm**. Determinaţi energia cinetică şi energia potenţială a corpului în punctul în care elongaţia este **x=4cm**.

R: E_c=0,5mJ; E_p=0,4mJ.

1.3.7. Un pendul elastic are energia cinetică **E_c=0,32J** în momentul în care elongaţia este **y=6cm**. Cunoscând constanta resortului **k=100N/m**, determinaţi amplitudinea mişcării.

R: A=10cm.

1.3.8. Un corp de masă **m=2g** efectuează oscilaţii armonice. Ştiind că în momentul iniţial elongaţia este maximă, şi că în această poziţie forţa de revenire este **F=1,15N** iar energia potenţială **$E_p=23\cdot10^{-3}$J**, determinaţi:

a) perioada oscilaţiilor;

b) ecuaţia de mişcare;

c) energia cinetică şi potenţială în momentul în care elongaţia este **y=2cm.**

R: a) 52ms;

b) y=4sin(119,8t+π/2) cm;

c) E_c=17,25mJ; E_p=5,75mJ.

1.3.9. Un corp cu masa **m=0,1kg** este fixat de un resort suspendat. Din poziţia de echilibru corpul este ridicat cu **x=2cm**, acţionând cu o forţă **F=2N**, şi este lăsat liber. Se cere:

a) perioada şi frecvenţa oscilaţiilor;

b) ecuaţia de mişcare a corpului;

c) raportul dintre energia potenţială şi energia cinetică la o elongaţie egală cu jumătatea amplitudinii.

R: a) T=0,2s; ν=5Hz; b) y=2sin(10πt+π/2) cm; c) E_p/E_c=1/3.

1.4. Pendulul gravitaţional.

1.4.1. Raportul perioadelor a două pendule gravitaționale este **2**. Care este raportul lungimilor.

R: 4.

1.4.2. Care este lungimea unui pendul gravitațional care are perioada de **2s**?

R: 1m.

1.4.3. Două pendule gravitaționale oscilează în acelaşi loc. Cunoscând că în acelaşi interval de timp unul efectuează 100 de oscilații iar celălalt 80 de oscilații şi că diferența de lungime dintre ele este de 72cm, determinați lungimile celor două pendule.

R: l_1=1,28m; l_2=2m.

1.4.4. Un corp de dimensiuni mici este suspendat de un fir inextensibil de lungime **l_1=1m.** Firul este deviat până când formează un unghi de **30**° cu verticala şi este lăsat liber. a) Care este viteza maximă a corpului.

b) Firul întâlneşte un cui aflat la **d=50cm** sub punctul de fixare al firului. La ce înălțime maximă se ridică corpul de partea cealaltă a cuiului?

c) Calculați perioada pendulului în cazului punctului b) dacă presupunem că oscilațiile sunt izocrone.

R: a) 1,63m/s; b) 0,13m; c) 1,4s.

1.4.5. Un ceas cu pendul indică ora corect într-un punct A în care accelerația gravitațională are valoarea **g_A=9,796m/s^2**. Deplasat într-un punct B întârzie cu **Δt=40s** în **t=24h**. Determinați accelerația gravitațională în punctul B. R:

9,791m/s^2.

1.4.6. Un ceas cu pendul merge corect la nivelul mării (**g_0=9,8m/s^2**). Cu câte secunde se va modifica mersul ceasului în **t=24h** dacă este transportat într-o localitate aflată la altitudinea **h=1km** (raza Pământului **R=6400km**).

R: rămâne în urmă cu 13,49s.

1.4.7. Un ceas cu pendul aflat la nivelul mării (**g_0=9,8m/s^2**) grăbeşte cu **Δt=20s** în **t=20h**. La ce altitudine ceasul va funcționa corect.

R: 1777,8m.

1.4.8. Un pendul cu lungimea **l=1m** se găseşte într-un ascensor. Determinați perioada pendulului atunci când ascensorul:

a) este în repaus (considerați **g=10m/s^2**);

b) urcă cu accelerația **a=2m/s^2**;

c) coboară cu accelerația **a=2m/s^2**.

R: a) 2s; b) 1,81s; c) 2,22s.

1.4.9. Un ceas cu pendul care funcționează corect la suprafața Pământului este plasat într-o rachetă care urcă cu accelerația **a=4g**. Care va fi timpul indicat de ceasul cu pendul după **t=10s** de la plecarea rachetei.

R: 22,3s.

1.4.10. Un pendul gravitațional indică timpul corect la temperatura **θ_0=0^{0}C**. La temperatura **θ=40^{0}C** rămâne în urmă cu **Δt=10s** în **t=24h**. Determinați coeficientul de dilatare liniară **α** al materialului din care este confecționat firul pendulului. *Indicație: dependența de temperatură a lungimii firului este $l=l_0(1+\alpha\theta)$ unde l_0 este lungimea la* *temperatura $\theta_0=0^0C$.*

R: $5,78\cdot10^{-6}grd^{-1}$.

1.4.11. O sferă de dimensiuni mici, aşezată pe o suprafaţă perfect orizontală ar trebui să efectueze mişcări oscilatorii în jurul punctului care se găseşte în mijlocul suprafeţei. Cauza acestei mişcări este îndepărtarea sferei de centrul Pământului atunci când ea se rostogoleşte către margine. Să se calculeze perioada acestor oscilaţii ipotetice. (R_p=6400km, g=10m/s^2).

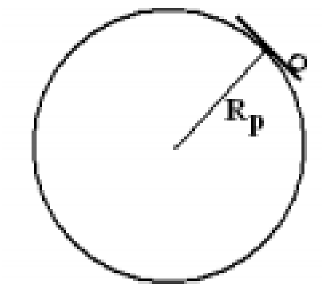


Fig. 1.4.11

R: 1h23min44s.

1.5 Compunerea oscilaţiilor.

1.5.1. Un punct material este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice paralele, de ecuaţii:

a) $\mathbf{y_1=4\sin100\pi t}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=4\sin(100\pi t+\pi/2)}$ **cm**; b) $\mathbf{y_1=}$ $2\mathbf{\sin(30t+\pi/4)}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=\sin(30t+\pi/2)}$ **cm**; c) $\mathbf{y_1=\cos(\pi t+\pi)}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=3\cos\pi t}$ **cm**;

d) $\mathbf{y_1=2\sin\pi(t+1)}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=3\sin\pi t}$ **cm**;

e) $\mathbf{y_1=2\cos(100\pi t+\pi/6)}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=2\cos(100\pi t+\pi/2)}$

cm. Determinaţi ecuaţiile mişcărilor oscilatoriii rezultante.

R: a) $y=42\sin(100\pi t+\pi/4)$ cm;
b) $y=5\sin(100\pi t+\mathrm{arctg}2)$ cm; c) $y=2\cos(\pi t)$ cm;
d) $y=\sin(\pi t)$ cm; e) $y=23\cos(100\pi t+\pi/3)$ cm.

1.5.2**.** Un punct material este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice paralele, de ecuaţii: $\mathbf{y_1=6\sin(20t)}$ **cm** şi $\mathbf{y_2=8\cos(20t)}$ **cm**. Determinaţi ecuaţia mişcării oscilatorii rezultante şi calculaţi viteza maximă a oscilatorului. R:
$y=10\sin(20t+\mathrm{arctg}(4/3))$ cm; $v_{max}=2$m/s.

1.5.3. Un punct material este supus simultan la trei mişcări oscilatorii armonice paralele, de ecuaţii: $\mathbf{y_1=10\sin(4\pi t)}$ **cm**, $\mathbf{y_2=7\sin(4\pi t+\pi)}$ **cm** şi $\mathbf{y_3=4\sin(4\pi t+\pi/2)}$ **cm**. Determinaţi ecuaţia mişcării oscilatorii rezultante şi calculaţi viteza maximă a oscilatorului.

R: $y=5\sin(4\pi t+\mathrm{arctg}(4/3))$ cm; $v_{max}=20\pi$cm/s.

1.5.4. Prin compunerea a două mişcări oscilatorii paralele cu amplitudinile $\mathbf{A_1=1cm}$ şi $\mathbf{A_2=2cm}$ se obţine o oscilaţie armonică cu amplitudinea **A=**3**cm**. Să se calculeze diferenţa de fază dintre cele două mişcări oscilatorii care se compun.

R: 120^0.

1.5.5. Ecuaţia de mişcare a unui oscilator armonic este $\mathbf{y=5}3 \cdot \mathbf{10^{-2}(\sin 5\pi t\ {}_{3}^{3}\cos 5\pi t)}$ **m.** Se cere:

a) faza iniţială şi amplitudinea oscilaţiilor;
b) viteza şi acceleraţia maximă.

R: a) $\theta=-\pi/6$ rad; A=10cm;
b) $v_{max}=1{,}57$cm/s; $a_{max}=-25$m/s^2.

1.5.6. Un punct material este solicitat simultan la două mişcări oscilatorii armonice paralele, de aceeaşi amplitudine, cu frecvențele $\boldsymbol{\upsilon_1}$**=28Hz**, respectiv, $\boldsymbol{\upsilon_2}$**=32Hz**. Determinați frecvența oscilației rezultante şi frecvența bătăilor.

R: ν=30Hz; ν_b=4Hz.

1.5.7. Un punct material este solicitat simultan la două mişcări oscilatorii armonice paralele, de aceeaşi amplitudine, cu perioadele $\mathbf{T_1}$**=0,4s**, respectiv, $\mathbf{T_2}$**=0,6s**. Determinați perioada oscilației rezultante şi perioada bătăilor.

R: T=0,48s; T_b=1,2s.

1.5.8. Un punct material este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice perpendiculare, de ecuații: a) **x=2sin(100πt) cm** şi **y=4sin(100πt) cm**;

b) **x=sin(30t) cm** şi **y=cos(30t) cm**;

c) **x=sin(πt+π/2) cm** şi **y=3sin(πt) cm**;

d) **x=2cosπ(t+1) cm** şi **y=3cos(πt) cm**.

Determinați în fiecare caz ecuația traiectoriei punctului material.

R: a) y=2x; b) $x^2+y^2=1$;
c) $x^2+y^2/9=1$; d) y=-3/2x.

1.5.9. Un punct material este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice perpendiculare, de ecuații: **x=sin(30t) cm** şi **y=3cos(60t) cm**. Determinați ecuația traiectoriei punctului material.

R: $y=3-6x^2$.

1.5.10. Un punct material este supus simultan la două mişcări oscilatorii armonice perpendiculare, de ecuații:

x=cos(10t) cm şi **y=sin(20t) cm**. Determinaţi ecuaţia traiectoriei punctului material.

R: $y=2x^2$
$1-x$.

2. UNDE MECANICE
2.1 Ecuaţia undei plane.

2.1.1. Într-un mediu elastic cu modulul de elasticitate $\mathbf{E=7{,}05\cdot10^{10}N/m^2}$ şi densitatea $\mathbf{\rho=2700kg/m^3}$ se propagă o undă longitudinală care are frecvenţa **υ=511Hz**. Calculaţi viteza undei şi lungimea de undă.

R: 5109m/s; ≈10m.

2.1.2. Determinaţi viteza de propagare sunetului într-un mediu în care un sunet cu perioada **T=5ms** produce o undă cu **λ=35m**.

R: 7000m/s.

2.1.3. O undă sonoră cu **λ=32cm** în aer ($\mathbf{c_{aer}=320m/s}$) trece în apă ($\mathbf{c_{apă}=1407m/s}$). Calculaţi frecvenţa undei şi lungimea de undă în apă.

R**:** 1000Hz; 1,407m.

2.1.4. Într-o coardă cu masa **m=100g** şi lungimea **l=10m** se propagă o undă transversală cu frecvenţa **υ=5Hz** şi **λ=2m**. Calculaţi forţa de tensiune din coardă.

R: 1N.

2.1.5. O sursă, având ecuația de oscilație **$y=0,25\sin(100\pi t)$ mm**, emite unde plane cu viteza **$v=400m/s$**.

a) După cât timp începe să oscileze un punct aflat la **$x_1=8m$** de sursă?

b) Care este distanța dintre două puncte care oscilează cu o diferență de fază **$\Delta\theta=\pi/6$**?

R: a) 20ms; b) 2/3 m.

2.1.6. O sursă care oscilează conform ecuației **$y=0,5\sin(10\pi t)$ cm** emite unde plane care se propagă cu viteza **$c=600m/s$**. Determinați:

a) lungimea de undă;

b) ecuația undei într-un punct A aflat la distanța **$x=5m$** de sursă;

c) momentul de timp la care elongația punctului A devine prima data egală cu **0,25cm**;

d) viteza maximă de oscilație a punctelor mediului; e) defazajul dintre două puncte aflate la distanța **$\Delta x=20m$**.

R: a) 120m; b) $y_A=0,5\sin(10\pi t-\pi/12)$ cm; c) 25ms; d) $(\pi/20)$m/s; e) $\pi/3$.

2.1.7. O sursă care oscilează conform ecuației **$y=4\sin(\pi t)$ cm** emite unde plane cu lungimea de undă **$\lambda=3m$**. Determinați: a) viteza undei;

b) ecuația undei într-un punct A aflat la distanța **$x=50cm$** de sursă;

c) momentul de timp la care elongația punctului A devine prima dată egală cu **4cm**;

d) viteza maximă de oscilație a punctelor mediului; e) distanța dintre două puncte ale mediului între care defazajul este **$\Delta\theta=2\pi/3$ rad.**

R: a) 1,5m/s; b) $y_A=4\sin(\pi t-\pi/3)$ cm;

c) 0,83s; d) (π/25)m/s; e) 1m.

2.1.8. O sursă sonoră are perioada **T=2ms** şi emite unde plane cu amplitudinea **A=0,1mm** care se propagă cu viteza **c=320m/s**. Presupunând faza inițială a sursei nulă determinați:

a) ecuația de oscilație a unui punct A aflat la distanța **x=8cm** de sursă;

b) viteza de oscilație a punctului A la momentul **t_1=0,5ms**.

R: a) y_A=0,1sin(1000πt-π/4) mm; b) ≈0,22m/s.

2.1.9. O sursă care oscilează conform ecuației **y=1,6sin(500πt) cm** emite unde plane într-un mediu cu densitatea **ρ=7800kg/m^3**. Ştiind că între două puncte aflate la distanța **Δx=6,918m** diferența de fază este **$\Delta\theta$=2π/3 rad**, determinați:

a) lungimea de undă;

b) modulul de elasticitate al mediului.

R: a) 20,754m; b) ≈21·10^{10}N/m^2.

2.1.10. O sursă care oscilează conform ecuației **y=2sin(1000πt) mm** emite unde plane într-un mediu care are modulul de elasticitate **E=12,3·10^{10}N/m^2**. Ştiind că la distanța **x=3,72m** de sursă ecuația undei este **y'=2sin2π(500t-0,5) mm** determinați:

a) lungimea de undă;

b) densitatea mediului.

R: a) 7,44m; b) 8888kg/m^3.

2.1.11. Pe o bară cu densitatea **ρ=2700kg/m^3** şi modulul de elasticitate **E=6,75·10^{10}N/m^2** este aşezată o sursă a cărei lege de oscilație este **$y=2,3\sin(500\pi t)$ mm**. Cunoscând că ecuațiile de oscilație ale capetelor barei sunt **$y_A=2,3\sin(500\pi t-\pi/2)$ mm** şi **$y_B=2,3\sin(1570t-\pi/4)$ mm**, determinați:

a) viteza undei;

b) lungimea barei.

R: a) 5000m/s; b) 7,5m.

2.2 Interferența undelor

2.2.1. Două surse care oscilează în fază cu perioada **$T=0,3$s** şi amplitudinile **$A_1=1$cm**, respectiv **$A_2=2$cm**, emit unde care se propagă cu viteza **$c=1$m/s**. Determinați amplitudinea de

oscilație a unui punct aflat la distanța **$x_1=11$cm** de prima sursă şi **$x_2=12$cm** de cea de a doua.

R: 2,98cm.

2.2.2. Două surse oscilează cu amplitudinile **$A_1=2$mm**, respectiv **$A_2=1$mm**, având aceeaşi fază inițială. Frecvența oscilațiilor este **$\nu=2$Hz**, iar viteza de propagare a undei **$c=0,3$m/s**. Ce amplitudine au oscilațiile în punctul care se află la distanțele **$x_1=0,5$m** şi respectiv la **$x_2=0,4$m** de cele două surse?

R: A=1,73cm.

2.2.3. Două surse S_1 şi S_2 oscilează în fază cu frecvența **$\upsilon=2750$Hz** şi amplitudini **$A_1=1$mm**, respectiv **$A_2=3$mm**. Viteza de propagare a undelor emise este **$c=330$m/s**. Cunoscând distanța dintre cele două surse **$d=3$cm**, determinați amplitudinea de oscilație a unui punct aflat la distanța x_1**=4cm** de sursa S_1 pe perpendiculara dusă din S_1 pe dreapta care uneşte cele două surse.

R: 3,89mm.

2.2.4. Două surse oscilează conform ecuațiilor $\mathbf{y_{S1}=y_{S2}=4\sin(\pi t)}$ **cm**. Viteza de propagare a undelor emise este **c=3m/s**. Determinați ecuația de oscilație a unui punct aflat la distanța $\mathbf{x_1=1m}$ de prima sursă şi $\mathbf{x_2=3m}$ de cea de a doua.

R: $y=4\sin(\pi t-2\pi/3)$ cm.

2.2.5. Două surse aflate la distanța **d=4,8m** emit unde conform ecuațiilor $\mathbf{y_{S1}=y_{S2}=2\sin(100\pi t)}$ **mm**. Viteza de propagare a undelor emise este **c=320m/s**. Determinați ecuația de oscilație a unui punct aflat între cele două surse, pe dreapta ce le uneşte, la distanța $\mathbf{x_1=1,6m}$ de una din ele.

R: $y=22\sin(100\pi t-3\pi/4)$ mm.

2.2.6. Ecuațiile de oscilație a două surse care emit unde ce se propagă cu viteza **c=5000m/s** sunt $\mathbf{y_{S1}=4\sin(1000\pi t)}$ **mm** şi $\mathbf{y_{S2}=3\sin(1000\pi t)}$ **mm**. Scrieți ecuația de oscilație a unui punct aflat la distanța $\mathbf{x_1=2,5m}$ de prima sursă şi $\mathbf{x_2=5m}$ de cea de a doua.

R: $y=5\sin(1000\pi t+\mathrm{arctg}4/3) =5\sin(1000\pi t-126^0 52')$ mm.

2.2.7. Ecuațiile de oscilație a două surse care emit unde ce se propagă cu viteza **c=3000m/s** sunt $\mathbf{y_{S1}=2\sin(2000\pi t)}$ **mm** şi $\mathbf{y_{S2}=3\sin(2000\pi t)}$ **mm**. Scrieți ecuația de oscilație a unui punct aflat la distanța $\mathbf{x_1=75cm}$ de prima sursă şi $\mathbf{x_2=50cm}$ de cea de a doua.

R: $y\approx 4,83\sin(2000\pi t-71^0 55')$ mm.

2.2.8. Ecuațiile de oscilație a două surse care emit unde ce se propagă cu viteza **c=6m/s** sunt **y_{S1}=6sin(10π t-π/4) mm** şi **y_{S2}=8sin(10πt) mm**. Scrieți ecuația de oscilație a unui punct aflat la distanța **x_1=0,15m** de prima sursă şi **x_2=0,6m** de cea de a doua.

R: $y=\sin(10\pi t+\mathrm{arctg}3/4)=\sin(10\pi t-143^{0}07')$ cm.

2.2.9. Două difuzoare, conectate la acelaşi generator, sunt aşezate la distanța **D=4m** între ele. Dacă se deplasează lent un microfon de la un difuzor la celălalt, se constată că intensitatea sunetului se anulează de zece ori (**c=340m/s**).

a) Să se determine frecvența şi lungimea de undă a sunetului emis.

b) Microfonul este deplasat într-o direcție perpendiculară pe segmentul ce uneşte cele două difuzoare, la **1m** de unul din difuzoare. La ce distanța **h** de segment scade intensitatea sunetului la o valoare minimă

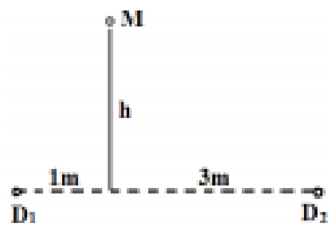


Figura 2.2.9.

prima dată? R: a) 425Hz; 0,8m; b) 9,74m.

2.3 Unde staționare

2.3.1. O coardă AB este fixată la capătul B. Capătul A oscilează transversal cu amplitudinea **A=3cm** şi frecvența **υ=200Hz**. Se cunoaşte masa unității de lungime a corzii **$\mu=10^{-3}$kg/m** şi forța de tensiune **T=10N**. Determinați:

a) viteza undei;

b) poziția nodurilor şi a ventrelor față de capătul fix; c) amplitudinea oscilației a unui punct P aflat la distanța

x=6,25cm de capătul fix.

R: a) 100m/s; b) x_k^{min}=k·0,25m, x_k^{MAX}=(2k+1)·0,1 25m, k∈N; c) ≈4,24cm.

2.3.2. O sursă de unde sonore cu frecvența **υ=1000Hz** se găseşte la distanța **d=1,32m** de un perete reflectător. Amplitudinea de oscilație a particulelor mediului este **A=1,2mm** iar viteza sunetului **c=330m/s**. Determinați ecuația de oscilație a unui punct aflat la distanța **x=11cm** de perete.

R: y=-1,23sin(2000πt-π/2) mm.

2.3.3. O sfoară cu lungimea totală masa **m=2g** este legată ca în figura alăturată de una din ramurile unui diapazon. Lungimea părții orizontale a firului este **L=2m**, mult mai mare decât partea verticală de care este atârnat corpul cum masa **M=40g**. Ştiind că pe lungimea **L** apar unde staționare cu aspectul a **n=5** fusuri determinați frecvența diapazonului.

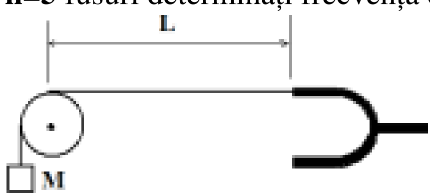


Figura 2.3.3

R: 25Hz.

2.3.4. Pe normala dusă la un perete reflectător se găsesc o sursă sonoră şi un receptor. Distanța de la sursă la perete este **d** iar de la receptor la perete **l**. Viteza de propagare a sunetelor este **c=320m/s**. Calculați primele trei frecvențe ale sursei pentru care în receptor se produc minime, dacă:

a) **d=4m** şi **l=6m**;
b) **d=4m** şi **l=2m**.

R: a) 40Hz; 80Hz; 120Hz; b) 80Hz; 160Hz; 240Hz.

2.3.5. O lamă din oțel cu lungimea **l=3,5m**, secțiunea **S=4mm^2** şi densitatea **ρ=7800kg/m^3** este fixată la un capăt, iar celălalt este pus în vibrație cu frecvența **υ=20Hz**. La ce forță de tensiune apar unde staționare cu un ventru în dreptul sursei şi **trei** noduri intermediare.

R: 49,92N.

2.3.6. Să se determine frecvențele proprii unui tub deschis cu lungimea **l=1,7m**. Viteza sunetului în aer este **c=340m/s**.

R: $n\cdot 100$Hz, unde $n\in N$.

2.3.7. Să se determine frecvențele proprii unui tub închis la un capăt cu lungimea **l=1,7m**. Viteza sunetului în aer este **c=340m/s**.

R: $(2n+1)\cdot 50$Hz, unde $n\in N$.

2.3.8. Un tub sonor închis la un capăt emite un sunet fundamental cu frecvența **ν=500Hz**. Cunoscând viteza sunetului în aer **c=320m/s** determinați lungimea tubului şi frecvența sunetului fundamental emis de acelaşi tub dacă îl deschidem.

R: 16cm; 1000Hz.

2.3.9. Lungimea unui tub sonor deschis este **l_1=1,2m**. Determinați lungimea **l_2** a unui tub sonor închis la un capăt

ştiind că armonica a cincea a tubului închis coincide cu armonica a treia a tubului deschis.

R: 1,8m.

2.3.10. O coarda vibrantă cu densitatea **ρ=7800kg/m^3**, modulul de elasticitate **E=2·10^{11}N/m^2**şi aria secțiunii transversale **S=1mm^2**oscilează transversal emițând un sunet cu frecvența **ν=100Hz** sub acțiunea tensiunii **T=312N**. Care este lungimea corzii? Ce frecvență fundamentală vor avea oscilațiile longitudinale ale corzii?

R: 1m; 2531,8Hz.

2.3.11. Capătul unei corzi de pian se înfăşoară pe un butuc cilindric cu raza **R=5mm**. Ştiind că inițial coarda este nedeformată, având lungimea **l_0=1,2m**, să se calculeze frecvența sunetului fundamental emis de coardă după o răsucire completă a butucului. Ce valoare are această frecvență după a doua răsucire? Se presupune că diametrul corzii nu se modifică în timpul întinderii. Se dau: **E=2,1·10^{11}N/m^2**, **r=0,2mm**, **ρ=8·10^{3}kg/m^3**.

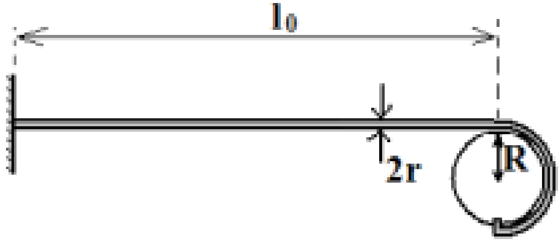


Fig. 2.3.11

R: 348,8Hz; 493,3Hz.

2.3.12. Sunetul fundamental produs de o coardă produce fenomenul de bătăi cu sunetul emis de un diapazon, frecvența acestora fiind **ν_b=8,8Hz**. Dacă se scurtează coarda cu o fracțiune **f=2%** din lungimea ei, ea intră în rezonanță cu diapazonul. Determinați frecvența diapazonului.

R: 440Hz.

2.4. Efectul Doppler

2.4.1. O maşină se deplasează cu viteza **v=108km/h**. Claxonul emite un sunet cu frecvenţa **ν=300Hz**. Care este frecvenţa recepţionată de un observator aflat în stare de repaus pe marginea drumului (c=330m/s):

a) la apropierea maşinii;

b) la îndepărtarea ei.

R: 330Hz; 275Hz.

2.4.2. Două trenuri care se deplasează cu viteze egale **v_1=v_2=72km/h**. Unul din trenuri emite un semnal cu frecvenţa **ν=400Hz** (**c=320m/s**). Care va fi frecvenţa sunetului recepţionat de un observator aflat în celălalt tren dacă:

a) trenurile se îndepărtează;

b) trenurile se apropie.

R: 353,94Hz; 453,33Hz.

2.4.3. Un automobil care se deplasează cu viteza **v_1=10m/s** este depăşit de o maşină de poliţie care are viteza **v_2=30m/s**. În momentul depăşirii maşina de poliţie începe să emită un semnal sonor. Frecvenţa iniţială a semnalului este **ν=300Hz** şi creşte cu **10Hz** în fiecare secundă. Ce înălţime va avea sunetul auzit de pasagerii din autoturism după **zece secunde**? (Viteza sunetului în aer **c=330m/s**.)

R: 377,7Hz.

2.4.4. O sursă care emite un sunet cu frecvenţa **ν_0=10kHz** se deplasează cu viteza **v** faţă de un observator aflat în stare de repaus. Care ar trebui să fie valorile vitezei **v** pentru ca observatorul să nu audă sunetul? Viteza sunetului în aer **c=320m/s**. *Indicaţie: urechea umană percepe ca sunete undele care au frecvenţa cuprinsă între 20Hz şi 20kHz.*

R: $v_{apropiere}$>160m/s; $v_{\hat{i}ndep\breve{a}rtare}$>160km/s.

2.4.5. Un motociclist care se apropie cu viteza **v** de un perete reflectător claxonează. Cunoscând frecvenţa claxonului **ν_0=320Hz**, viteza sunetului în aer **c=325m/s** şi că motociclistul percepe variaţii ale intensităţii sunetului cu perioada **T=0,1s**, determinaţi viteza **v**.

R: 18km/h.

3. CURENTUL ALTERNATIV

3.1 Producerea curentului alternativ. Caracteristici.

3.1.1. O spiră plană cu aria **S=100cm^2** se roteşte uniform într-un câmp magnetic cu inducţia **B=1,2T**, astfel încât o rotaţie completă se efectuează în **0,02s.** Aflaţi: a) fluxul magnetic maxim prin spiră;

b) t.e.m. indusă în spiră.

R: a) $\Phi_{max}=1,2\cdot10^{-2}$Wb; b) $e=1,2\pi\sin(100\pi t)$ V.

3.1.2. O bobină cadru cu **N=100** spire care are laturile **a=20cm**, respectiv **b=10cm**, se află într-un câmp magnetic cu inducţia **B=1,5T** şi se roteşte cu turaţia **ν=600rot/min**, în jurul unei axe perpendiculare pe liniile de câmp magnetic. Determinaţi t.e.m indusă.

R: $e=60\pi\sin(20\pi t)$ V.

3.1.3. O spiră care se roteşte uniform în câmp magnetic are rezistenţa **R=8Ω** şi inductanţa neglijabilă. La capetele ei apare t.e.m. **$e=28,2\sin(400\pi t)$ V**. Aflaţi:

a) frecvenţa şi perioada de rotaţie;

b) valoarea efectivă a intensităţii curentului prin spiră.

R: a) ν=200Hz, T=5ms; b) I=2,5A.

3.1.4. Curentul alternativ de la rețeaua electrică are frecvența **ν=50Hz** şi tensiunea efectivă **U=220V**. Aflați:

a) perioada şi pulsația curentului;
b) tensiunea maximă.

R: a) T=0,02s; ω=100π rad/s; b) U_{max}=310V.

3.1.5. Pentru nodul de rețea din figură se cunosc expresiile intensităților **i_2=102sinωt A** şi **i_3=102sin(ωt+2π/3) A**. Determinați expresia intensității **i_1**.

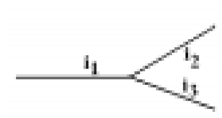


Fig. 3.1.5.

R: i_1= 210sin(ωt+π/3) A.

3.1.6. Determinați expresia căderii de tensiune la bornele circuitului din figură dacă se cunosc expresiile căderilor de tensiune pe fiecare element de circuit: **u_1= 2sin(ωt+π/6)V**, **u_2= 2sin(ωt-π/3) V** şi **u_3=2sin(ωt-π/12) V**.

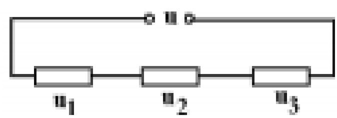


Fig. 3.1.6.

R: u=4sin(ωt-π/12) V.

3.2. Circuite serie.

3.2.1. Calculați reactanța şi impedanța unei bobine cu rezistența **R=3Ω** şi inductanța **L=1/(25π)H** atunci când la bornele ei se aplică tensiunea **u=42sin(100πt) V**. Determinați expresia intensității instantanee a curentului electric care străbate bobina.

R: $X_L=4\Omega$; $Z=5\Omega$; $i=0{,}82\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}\frac{4}{3})$ A.

3.2.2. Tensiunea aplicată unui transformator care are rezistența **R=600Ω** şi inductanța **L=(8/π)H** are expresia **u=2202sin(100πt) V**. Determinați expresia intensității instantanee a curentului electric.

R: $i=0{,}222\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}\frac{4}{3})$ A.

3.2.3. Un condensator are capacitatea **C=1/(12π)nF** şi rezistența **R=8Ω.** Calculați reactanța şi impedanța condensatorului atunci când este conectat la o tensiune alternativă cu tensiunea **u=32sin(2·10⁹πt) V**.

R: $X_C=6\Omega$; $Z=10\Omega$; $i=0{,}32\sin(2\cdot 10^9\pi t+\mathrm{arctg}\frac{3}{4})$ A.

3.2.4. O bobină cu inductanța **L=(30/π)H** şi rezistența **$R=10^3\Omega$** este conectată în serie cu un condensator de capacitate **C=(2,5/π)μF** la bornele unei surse de tensiune alternativă **u=2202sin(100πt)V**. Determinați: impedanța circuitului şi expresia intensității instantanee a curentului electric.

R: $Z=10^3 2\Omega$; $i=0{,}22\sin(100\pi t+\pi/4)$ A.

3.2.5. O bobină reală căreia i se aplică tensiunea **u=102sin(100πt)V** este parcursă de intensitatea **i=0,12sin(100πt-π/6)A**. Calculați rezistența şi inductanța bobinei.

R: $R=503\Omega$; $L=1/(2\pi)$H.

3.2.6. Un rezistor şi un condensator sunt legate în serie la bornele unei surse cu tensiunea **u=2sin(400πt)V**. Cunoscând intensitatea **i=102sin(400πt+π/3)mA**, deter minați rezistența rezistorului şi capacitatea condensatorului.

R: R=50Ω; C=9,2μF.

3.2.7. O bobină reală este legată la bornele unei surse cu tensiunea **u=102sin(ωt+π/8)V**. Cunoscând expresia intensității curentului **i=52sin(ωt-π/8)A** determinați rezistența şi reactanța bobinei.

R: R=2Ω; X_L= 2Ω.

3.2.8. Într-un circuit de curent alternativ cu frecvența **ν=50Hz** se găseşte un reostat legat în serie cu o bobină ideală cu inductanța **L=0,1H**. Defazajul dintre tensiunea generatorului şi intensitatea curentului este **ϕ=30^0**. a) Determinați rezistența reostatului.

b) Ce capacitate trebuie să aibă un condensator conectat în serie cu elementele date pentru a se obține rezonanța tensiunilor?

R: a) 54,38Ω; b) 100μF.

3.2.9. Rezistența şi reactanța unei bobine la frecvența de **50Hz** sunt **R=20Ω** şi **X_L=170Ω**. Bobina este legată în serie cu un condensator cu reactanța **X_C=105Ω** şi alimentate la tensiunea de **U=110V**. Să se determine impedanța circuitului şi intensitatea efectivă a curentului.

R: Z=68Ω; I=1,6A.

3.2.10. Într-un circuit RLC serie se măsoară următoarele tensiuni: **U=50V**, **U_L=40V**, **U_R=40V**. Calculați inductanța bobinei şi valorile posibile ale capacității condensatorului dacă rezistența circuitului este **R=80Ω** iar **ν=100Hz**.

R: L=0,4/π H; C_1=250/π μF; C_2=500/(7π) μF.

3.2.11. Identificați schema circuitului serie pentru care se cunoaşte diagrama fazorială din figura alăturată. Calculați valoarea efectivă a tensiunii la bornele circuitului,

impedanța circuitului şi defazajul dintre tensiune şi intensitate pentru valorile următoare: **I=2A**, **U_1=20V**, **U_2=15V**, **U_3=25V**.

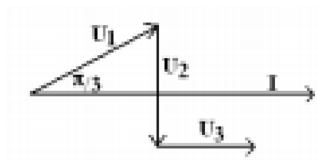


Fig. 3.2.21.

R: U=42,6V; Z=21,3Ω; tgϕ=-0,118.

3.2.12. Dacă se aplică unei bobine reale o tensiune continuă **U_0=0,9V**, aceasta este parcursă de un curent cu intensitatea **I_0=100mA**. Dacă bobina se conectează la o tensiune altenativă **U=3V** cu frecvența **ν=50Hz** intensitatea curentului este **I=0,2A**. Să se calculeze inductanța bobinei şi defazajul circuitului de curent alternativ.

R: L=120/π mH; θ=arctg(4/3).

3.2.13. O bobină alimentată în curent continuu cu tensiunea **U=120V**, este parcursă de curentul **I=10A**. În regim de curent alternativ, pentru tensiunea efectivă **U_1=120V** şi frecvența **ν=50Hz**, intensitatea devine **I_1=6A**. Aflați:

a) rezistența şi inductanța bobinei ;

b) reactanța şi impedanța circuitului la frecvențele **ν_1=50Hz**, respectiv **ν_2=100Hz**.

R: a) R=12Ω; L=(4/25π) H;

b) X_1=16Ω; Z_1=20Ω; X_2=32Ω; Z_2≈34Ω.

3.2.14. Un rezistor cu rezistența electrică **$R=10\Omega$** este legată în serie cu o bobină reală care are rezistența **$R_B=6\Omega$** şi inductanța **$L=(3/25\pi)H$**. Acestui circuit i se aplică tensiunea **$u=2\sin(100\pi t)V$**. Stabiliți expresiile intensității instantanee a curentului electric şi a tensiunii instantanee la bornele bobinei.

R: $i=0,052\sin(100\pi t-36^0 52')$ A;
$u=0,672\sin(100\pi t-26^0 34')$ V.

3.2.15. Un circuit RLC serie având **$R=30\Omega$**, **$L=60mH$** şi **$C=10\mu F$** este conectat la un generator cu tensiunea **$u=42\sin(1000t)V$**. Stabiliți expresiile intensității instantanee a curentului electric şi a tensiunii instantanee pe condensator.

R: $i=0,082\sin(1000t+\mathrm{arctg}(4/3))$ A;
$u_C=82\sin(1000t+\mathrm{arctg}(4/3)-\pi/2)$ V.

3.2.16. O bobină reală alimentată la un generator cu **$U=200V$** şi **$\nu=100Hz$** este parcursă de curentul **$I=2A$**. Legând în serie cu bobina un condensator cu **$C=20\mu F$**, curentul din circuit rămâne nemodificat. Determinați rezistența şi inductanța bobinei.

R: $R=60,5\Omega$; $L=0,125H$.

3.2.17. Un circuit RLC serie are rezistența **$R=5\Omega$** şi inductanța **$L=0,2H$**. Tensiunea de alimentare este **$u=102\sin(100t)$ V**. Determinați:

a) valoarea capacității condensatorului pentru ca circuitul să fie la rezonanță;

b) intensitatea instantanee a curentului în regim de rezonanță;

c) tensiunea electrică efectivă pe condensator în regim de rezonanță.

R: a) C=0,5mF; b) i=22sin(100t) A; c) U_C=40V.

3.2.18. Un circuit RLC serie alimentat la tensiunea **u=152sin(100πt) V** este alcătuit dintr-o bobină cu rezistența **R=100Ω**, o bobină cu reactanța **X_L=100Ω** şi un condensator cu reactanța **X_C=400Ω**. Determinați:

a) expresia intensității instantanee a curentului electric;

b) frecvența generatorului la care intensitatea curentului atinge valoarea maximă;

c) valoarea maximă a intensității efective (tensiunea efectivă a generatorului rămâne constantă);

d) factorul de calitate al circuitului.

R: a) i=0,0472sin(100πt+arctg3) A;
b) ν_0=20πkHz; c) I_m=0,15A; d) Q=2.

3.2.19. Un circuit serie format dintr-un rezistor cu rezistența **R=2Ω,** o bobină cu inductanța **L=0,16H** şi un condensator cu capacitatea **C=60μF** este alimentat cu tensiunea **u=2202sin(400πt) V**. Determinați:

a) intensitatea curentului prin circuit;

b) frecvența la care intensitatea atinge valoarea maximă;

c) tensiunea la bornele elementelor reactive în regim de rezonanță.

R: 1,18A; 50Hz; 5500V.

3.2.20. Unui circuit RLC serie i se aplică tensiunea efectivă **U=12V**. La frecvența de rezonanță tensiunea la bornele condensatorului este **U_C=4V**. Să se determine defazajul dintre intensitatea curentului şi tensiunea aplicată atunci când frecvența generatorului este de **n=2** ori mai mare decât frecvența de rezonanță.

R: $\theta=30^0$.

3.2.21. Un circuit RLC serie are **R=10Ω**. Frecvența de rezonanță este **ν_0=4kHz**. Calculați inductanța bobinei dacă la frecvența **ν=1kHz** impedanța circuitului este **Z=1kΩ**. R: 1,3H.

3.2.22. Pentru circuitul din figura alăturată se cunosc: **R_1=2Ω**, **R_2=5Ω**, **R_3=1Ω**, **L=(1/20π)H**, **C=(1/1100π)F** şi **u=202sin(100πt) V**. Determinați expresia intensității

instantanee a curentului electric şi expresia tensiunilor instantanee u', respectiv u''.

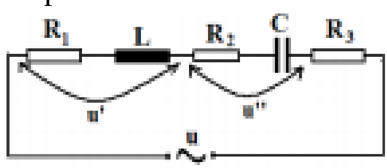


Figura 3.2.22

R: i=22sin(100πt+arctg0,75) A;

u'=10,72sin(100πt+arctg0,75+arctg2,5) V;

u''=122sin(100πt+arctg0,75-arctg2,2) V.

3.2.23. Pentru circuitul din figura alăturată se cunosc: **R_1=2Ω**, **R_2=6Ω**, **R_3=4Ω**, **L_1=(60/π)mH**, **L_2=(1/20π)H**, **C=(1/2π)mF şi u=302sin(100πt) V**. Determinați expresia intensității instantanee a curentului electric şi expresia tensiunilor instantanee u', respectiv u''.

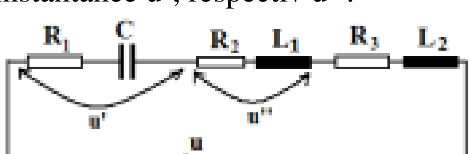


Figura 3.2.23

R: $i=22\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}0,75)$ A;
$u'=8\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}0,75-\pi/4)$ V;
$u''=24\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}0,75+\pi/4)$ V.

3.3 Puteri în curent alternativ.

3.3.1. O bobină, cu rezistența **R=30Ω** consumă **P=480W** când este conectată în circuit de curent alternativ. Ştiind factorul de putere **cosϕ=0,8,** aflați tensiunea rețelei. R: U=150V.

3.3.2. Un circuit are la borne tensiunea **u=1102sin(100πt)V** şi primeşte puterea activă **P=88W**, respectiv reactivă **P_r=66VAR**. Aflați:

a) intensitatea curentului;

b) impedanța, rezistența şi reactanța circuitului. R: a) I=1A; b) Z=110Ω; R=88Ω; X=66Ω.

3.3.3. Un circuit serie RLC are următorii parametri: **R=4Ω**, **L=(10/π)mH**, **C=(2,5/π)mF**. La bornele circuitului se conectează o sursă de curent alternativ având tensiunea **U=10V** şi frecvența **ν=50Hz**. Calculați puterile activă, reactivă şi aparentă ale circuitului.

R: P=16W; P_r=12VAR; S=20VA.

3.3.4. Un circuit serie are la borne tensiunea **u=122sin(ωt+π/6)V** fiind parcurs de curentul cu intensitatea **i=32sin(ωt-π/6)A**. Aflați:

a) impedanța, rezistența şi reactanța circuitului; b) factorul de putere şi puterile activă, reactivă şi aparentă.

R: a) Z=4Ω; R=2Ω; X=23Ω; b) cosϕ=0,5;

$P=18W$; $P_r=183VAR$; $S=36VA$.

3.3.5. Un circuit serie are la borne tensiunea **$u=2202\sin(\omega t)$ V** fiind parcurs de curentul cu intensitatea **$i=222\sin(\omega t-\pi/6)$ A**. Aflați:

a) impedanța, rezistența şi reactanța circuitului; b) factorul de putere şi puterile activă, reactivă şi aparentă.

R: a) $Z=10\Omega$; $R=53\Omega$; $X=5\Omega$; b) $\cos\theta=3/2$; $P=4191{,}5W$;$P_r=2420VAR$; $S=4840VA$.

3.3.6. Un circuit serie are la borne **$u=2202\cos(\omega t)$ V** fiind parcurs de curentul cu intensitatea **$i=222\sin(\omega t+\pi/6)$ A**. Aflați:

a) impedanța, rezistența şi reactanța circuitului; b) factorul de putere şi puterile activă, reactivă şi aparentă.

R: a) $Z=10\Omega$; $R=5\Omega$; $X=53\Omega$; b) $\cos\theta=1/2$; $P=2420W$; $P_r=4191{,}5VAR$; $S=4840VA$.

3.3.7. Un circuit serie este alimentat de la o sursă cu **$u=1002\sin(\omega t)$ V**. Impedanța circuitului este **$Z=20\Omega$**, iar factorul de putere **$\cos\phi=0{,}5$**. Aflați:

a) rezistența şi reactanța circuitului;
b) puterile activă, reactivă şi aparentă.

R: a)$R=10\Omega$; $X=103\Omega$;

b) $P=250W$; $P_r=2503var$; $S=500VA$.

3.3.8. Un circuit serie RLC este alimentat de la o sursă de tensiune **220V** şi frecvență **50Hz.** La frecvența dată reactanțele sunt **$X_L=160\Omega$**, **$X_C=120\Omega$**. Valoarea rezistenței

este **R=30Ω**. Să se determine:
a) intensitatea efectivă a curentului;
b) factorul de putere şi factorul de calitate;
c) puterea reactivă a circuitului.

R: a) I=4,4A; b) cosθ=0,6; Q=4,6; c) P_r=774,4VAR.

3.3.9. Un circuit serie cu factorul de calitate **Q=**2/ 3are impedanța **Z=100Ω** la frecvența **ν=50Hz**. Puterile activă a circuitului este **P=346,4W**, iar cea reactivă **P_r=200VAR**. Se cere:
a) defazajul dintre tensiune şi intensitate;
b) valorile efective ale intensității şi tensiunii; c) inductanța bobinei.

R: a) θ=30^0; b) I=2A; U=200V; c) L=0,23H.

3.3.10. Un circuit serie are la borne tensiunea **$u=U_m\sin(\omega t)$** fiind parcurs de curentul cu intensitatea **$i=I_m\sin(\omega t-\pi/3)$**. Rezistența circuitului este **R=60Ω** iar puterea activă absorbită de circuit este **P=1500W**. Determinați tensiunea maximă de la bornele circuitului, puterea reactivă şi puterea aparentă.

R: U_m=6002V; P_r=15003VAR; S=3000VA.

3.3.11. Un circuit RLC serie are impedanța **Z=800Ω**. Tensiunile efective pe elementele circuitului sunt **U_R=100V**, **U_L=200V** şi **U_C=373V**. Aflați puterile din circuit. R: 25W; -43,3VAR; 50VA.

3.3.12. La o sursă cu tensiunea constantă şi frecvență variabilă se conectează un circuit. La o anumită frecvență pentru care defazajul este **$\theta_1=30^0$**puterea dezvoltată în circuit este **P_1=200W**. Ce puterea va fi dezvoltată în circuit la o altă frecvență pentru care defazajul devine **$\theta_2=60^0$**?

R: $P_2=P_1/3=66,6W$.

3.3.13. La o sursă cu tensiunea constantă şi frecvenţă variabilă se conectează o bobină reală. La o anumită frecvenţă $\boldsymbol{\nu_1}$ pentru care defazajul este $\boldsymbol{\theta_1=30^0}$puterea dezvoltată în circuit este $\mathbf{P_1=300W}$. Ce puterea va fi dezvoltată în circuit la o altă frecvenţă $\boldsymbol{\nu_2=2\nu_1}$?

R: $P_2=4P_1/7=171,4W$.

3.3.14. Un circuit serie conţine un rezistor cu **R=10Ω**, o bobină ideală cu **L=10mH** şi un condensator cu **C=100μF** este conectat la un generator cu tensiune constantă şi frecvenţă variabilă. Determinaţi:

a) pulsaţia $\boldsymbol{\omega_0}$ pentru care puterea activă este maximă; b) pulsaţiile $\boldsymbol{\omega_1}$ şi $\boldsymbol{\omega_2}$ pentru care puterea activă este jumătate din puterea maximă;

R: a) $\omega_0=1000rad/s$; b) $\omega_1=618rad/s$; $\omega_2=1618rad/s$.

3.3.15. Un circuit serie este format dintr-o bobină reală şi un condensator. În regim de rezonanţă puterea activă a circuitului este **P=20W**, valoarea tensiunii la bornele condensatorului $\mathbf{U_C=100V}$, iar valoarea tensiunii la bornele circuitului **U=4V**. Determinaţi:

a) rezistenţa şi reactanţele circuitului la rezonanţă; b) factorul de putere al circuitului dacă frecvenţa se dublează.

R: a) $R=0,8\Omega$; $X_C=X_L=20\Omega$; b) $\cos\theta=0,026$.

3.3.16. Un circuit RLC serie cu **R=70Ω**, **L=0,1H** şi **C=100μF** este alimentat la un generator de tensiune alternativă cu frecvenţă variabilă. Să se calculeze valorile frecvenţei pentru care puterea activă este egală cu puterea reactivă.

R: $\nu_1=19,3Hz$; $\nu_2=130,8Hz$.

3.3.17. O sursă cu tensiunea **u=202sin(200πt)V** alimentează un circuit RLC serie pentru care puterea aparentă este egală cu dublul puterii reactive. Cunoscând intensitatea efectivă a curentului **I=0,01A** şi tensiunea efectivă la bornele condensatorului **U_C=24V** determinaţi valorile rezistenţei R, inductanţei L şi a capacităţii C.

R: R=10003Ω; C=0,66μF; L_1=17/π H; L_2=7/π H.

3.3.18. Pentru circuitul din figura alăturată se cunosc: **R_1=10Ω**, **R_2=6Ω**, **L=(1/25π)H**, **C=(1/1600π)F şi u=42sin(100πt)V**. Aflaţi puterile activă şi reactivă ale circuitului.

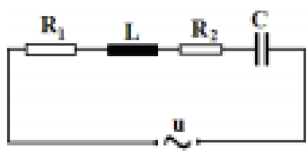


Figura 3.3.18

R: P=0,64W; P_r=0,48VAR.

3.4 Circuitul paralel.

3.4.1. Un rezistor cu **R=3Ω** se leagă în paralel cu o bobină ideală cu inductanţa **L=(1/25π)mH** la bornele unui generator cu tensiunea **u=1,22sin(100πt)V**. Stabiliţi expresia intensităţii instantanee a curentului electric prin generator şi calculaţi puterea activă absorbită de circuit.

R: i=0,52sin(100πt-arctg0,75) A; P=0,48W.

3.4.2. Un rezistor cu **R=8Ω** se leagă în paralel cu un condensator cu capacitatea **C=(1/600π)F** la bornele unui generator cu tensiunea **u=542sin(100πt)V**. Stabiliţi expresia intensităţii instantanee a curentului electric prin generator şi calculaţi puterea reactivă a circuitului.

R: $i=7{,}52\sin(100\pi t+\mathrm{arctg}\,0{,}5)$ A; $P_r=181$VAR.

3.4.3. Un circuit RLC paralel pentru care se cunosc **$R=9\Omega$**, **$X_L=6\Omega$** şi **$X_C=12\Omega$** este conectat la o sursă cu **$u=2162\sin(100\pi t)$ V**. Stabiliți expresia intensității instantanee a curentului electric prin generator şi calculați energia electrică consumată de circuit în timp de 2 minute.

R: $i=302\sin(100\pi t-\mathrm{arctg}\,0{,}75)$ A; $W=622{,}08$J.

3.4.4. Calculați pentru un circuit RLC paralel raportul **R/X_L** dacă se cunoaşte raportul puterilor **$P/P_r=-3/4$** şi raportul reactanțelor **$X_C/X_L=2$**.

R: 8/3.

3.4.5. Se conectează în paralel un condensator de capacitate **C** cu un rezistor de rezistență **$R=1k\Omega$**. Tensiunea sursei este **$U=75V$**, intensitatea curentului **$I=0{,}2A$** la frecvența de **$\nu=50Hz$**. Calculați intensitățile efective prin rezistor şi prin condensator. Ce valoare are capacitate condensatorului?

R: $I_R=0{,}075$A; $I_C=0{,}185$A; $C=7{,}8\mu$F.

3.4.6. Un circuit paralel este format dintr-o bobină ideală şi un condensator ideal. Cunoscând valoarea efectivă a curentului prin generator **$I=2A$**, inductanța bobinei **$L=(1/10\pi)H$** şi tensiunea aplicată **$u=42\sin(100\pi t)V$** determinați:

a) capacitatea condensatorului;

b) frecvența la care se atinge rezonanța curenților; c) intensitățile curenților din circuit în regim de rezonanță.

R: a) $C=6/\pi$ mF; b) $\nu_0=28{,}8$Hz; c) $I_L=I_C=0{,}69$A.

3.4.7. Tensiunea unei surse care alimentează un circuit RLC paralel este **$u=502\sin(100\pi t)V$**. Cunoscând intensitatea prin ramura principală este **$i=52\sin(100\pi t+\pi/4)A$** şi reactanța inductivă a bobinei $X_L=10\Omega$, determinați reactanța capacitivă a condensatorului.

R: $X_C=5{,}85\Omega$.

3.4.8. Un circuit RL serie are defazajul dintre tensiune şi intensitate $\theta_S=\pi/4$. Care va fi defazajul dintre tensiune şi intensitatea curentului prin ramura principală dacă rezistorul şi bobina ideală se conectează în paralel?

R: $\theta=45^0$.

3.4.9. Tensiunea unei surse care alimentează un circuit RLC paralel este $u=202\sin(100\pi t)V$. Cunoscând intensitatea curentului prin ramura principală este $i= 2\sin(100\pi t+\pi/6)A$ şi că reactanța inductivă a bobinei este de $n=2$ ori mai mare decât reactanța capacitivă a condensatorului, determinați rezistența şi reactanțele elementelor circuitului.

R: $X_C=20\Omega$; $X_L=40\Omega$.

3.4.10. Un circuit RLC paralel este alimentat de la un generator de curent constant $I=2A$. Cunoscând $R=100\Omega$,

$L=(2/9)H$ şi $C=10^{-4}F$, determinați:

a) pulsația generatorului pentru care tensiunea generatorului atinge valoarea maximă U_0;

b) valoarea tensiunii U_0;

c) diferența $\Delta\upsilon=\nu_2-\nu_1$ dintre frecvențele pentru care tensiunea la bornele circuitului este $U=U_0/2$. R: a) $\omega_0=212$rad/s; b) $U_0=200V$; $\Delta\nu=50/\pi$ Hz.

3.5 Circuite mixte

3.5.1. Pentru circuitul din figură se cunosc $R=8\Omega$, $X_L=4\Omega$,

X_C=10Ω şi **u=82sin(100πt)V**. Stabiliţi expresia intensităţii instantanee a curentului electric prin generator şi calculaţi puterea reactivă a circuitului.

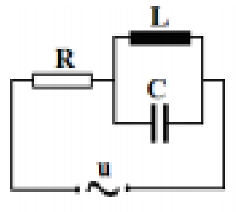


Figura 3.5.1

R: i=0,7682sin(100πt-arctg(5/6)) A; P_r=4,72VAR.

3.5.2. Pentru circuitul din figură se cunosc **R=1Ω**, **X_L=0,5Ω**, **X_C=2Ω** şi **u=2sin(100πt) V**. Stabiliţi expresia intensităţii instantanee a curentului electric prin generator.

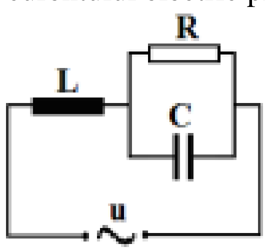


Figura 3.5.2

R: i=1,75sin(100πt-arctg(1/8)) A.

3.5.3. Pentru circuitul din figură stabiliţi expresia frecvenţei la care intensitatea curentului prin generator este în fază cu tensiunea. Se cunosc **R**, **L** şi **C**.

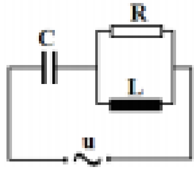


Figura 3.5.3

R

V .

=

π

R: 2 ( )

2

L R C L

−

3.5.4. Pentru circuitul din figură se cunosc **R=2Ω**, **X_L=1Ω, X_C=2Ω** şi **u=42sin(100πt)V**. Stabiliți expresia intensității instantanee a curentului electric prin generator şi calculați puterea activă absorbită de circuit.

Figura 3.5.4

R: i=22sin(100πt+arctg3/4) A; P=6,4W.

3.5.5. Pentru circuitul din figură stabiliți expresia frecvenței la care intensitatea curentului prin generator este în fază cu tensiunea. Se cunosc **R**, **L** şi **C**.

Figura 3.5.5

1

V .

$=$ π

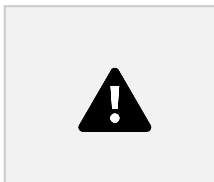
R: $2\,(\,)$

$2\;2$

$LC - R\,C$

3.5.6. Presupunând cunoscute valorile rezistenței **R**, inductanței **L** şi a capacității **C**, pentru elementele de circuit din figură, stabiliți expresia frecvenței la care intensitatea curentului prin generator este în fază cu tensiunea.

$=$.



ν

$2\,1$

Figura 3.5.6 R: $\pi\, LC$

3.5.7. Pentru circuitul din figură se cunosc **R=1Ω**, **X_L=2Ω**, **X_C=1Ω** şi **u=32sin(100πt)V**. Stabiliți expresia intensității instantanee a curentului electric prin generator şi calculați puterea reactivă a circuitului.

Figura 3.5.7

R: i=2sin(100πt-π/4) A; P=3VAR.

3.5.8. Pentru circuitul din figură se cunosc **$R=2\Omega$**, **$X_L=1\Omega$, $X_C=4\Omega$** şi **$u=2\sin(100\pi t)$ V**. Stabiliți expresia intensității instantanee a curentului electric prin generator şi calculați puterea activă absorbită de circuit.

Figura 3.5.8

R: $i=0,252\sin(100\pi t+\mathrm{arctg}4/3)$ A; $P=0,15$W.

3.5.9. În circuitul de mai jos se cunosc următoarele valori: **$U=60$V**, **$R_1=8\Omega$**, **$R_2=50\Omega$**, **$L=0,02$H**, **$C=30\mu$F**, **$\nu=50$Hz**. Să se determine intensitățile curenților din circuit şi defazajele dintre tensiunea aplicată şi intensități.

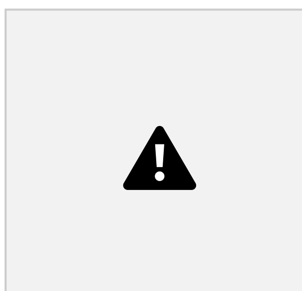


Figura 3.5.9

R: $I_1=5,88$A, $\theta_1=38^0 08'$;
$I_2=0,51$A, $\theta_2=64^0 46'$;
$I=10,79$A, $\theta=79^0 30'$.

3.5.10. Pentru circuitul din figură se cunosc: **$R=30\Omega$**, **$L=0,4/\pi$ H** şi **$\upsilon=50$Hz**. Să se determine valoarea capacității condensatorului C astfel încât la închiderea întrerupătorului K intensitatea efectivă a curentului prin generator să nu se modifice.

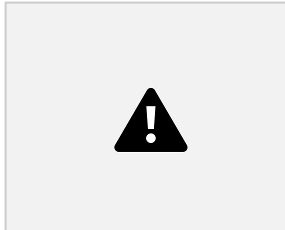


Figura 3.5.10

R: $C=2L/(R^2+\omega^2 L^2)\approx 102\mu F$.

4. OSCILAȚII ŞI UNDE ELECTROMAGNETICE

4.1 Circuitul oscilant.

4.1.1. Ce inductanță trebuie să aibă un circuit oscilant ideal care conține un condensator cu capacitatea **$C=1\mu F$** pentru a produce oscilații cu frecvența **$\upsilon=1000Hz$**.

R: $L=25{,}33mH$.

4.1.2. Care este variația relativă a perioadei unui circuit oscilant ideal dacă se măreşte distanța dintre armăturile condensatorului de patru ori?

R: $\delta T=-50\%$.

4.1.3. Care este variația relativă a frecvenței unui circuit oscilant ideal dacă se extrage miezul de fier din interiorul bobinei (**$\mu_r=900$**)?

R: $\delta\nu=2900\%$.

4.1.4. De câte ori creşte perioada unui circuit oscilant ideal dacă spațiul dintre armăturile condensatorului se umple cu un dielectric cu permitivitatea electrică relativă $\boldsymbol{\varepsilon_r=81}$? R: 9.

4.1.5. Două circuite oscilante L_1C_1 şi L_2C_2 au aceeaşi frecvență proprie $\boldsymbol{\nu_1=\nu_2=\nu}$. Care va fi frecvența proprie a circuitului oscilant obținut prin legarea în serie a celor patru elemente?

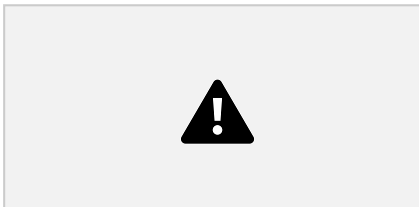


Figura 4.1.5.

R: $\nu_{serie}=\nu$.

4.1.6. Cum trebuie să fie rezistența unui circuit format dintr un condensator cu capacitatea **C=20μF** şi o bobină cu inductanța **L=32mH** pentru a putea deveni circuit oscilant?

R: $R<80\Omega$.

4.1.7. Din două condensatoare identice, fiecare cu capacitatea **C=2μF** şi o bobină reală cu inductanța **L=1mH** şi rezistența **R=50Ω**, se confecționează un circuit oscilant. Ce valoare va avea frecvența proprie dacă condensatoarele se leagă în:

a) serie;

b) paralel.

R: a) 63,24Hz; b) nu se produc oscilații elm.

4.1.8. Un condensator cu capacitatea **C=40μF** încărcat la tensiunea $\boldsymbol{U_m=5V}$ este conectat la bornele unei bobine cu inductanța **L=9mH**. Să se scrie expresiile instantanee ale tensiunii pe condensator şi intensității curentului după închiderea întrerupătorului K.

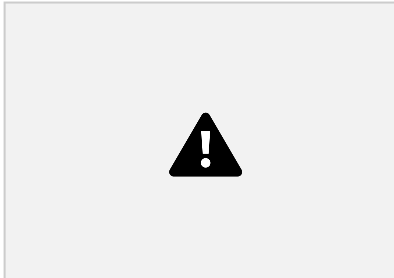


Figura 4.1.8.

R: $u=5\cos(\frac{5000}{3}t)$ V; $i=\frac{1}{3}\sin(\frac{5000}{3}t)$ A.

4.1.9. Pentru circuitul din figură se cunosc: **E=1,5V**, **r=0,5Ω**, **C=200μF** şi **L=5mH**. Să se scrie expresiile instantanee ale tensiunii pe condensator şi intensității curentului după deschiderea întrerupătorului K.

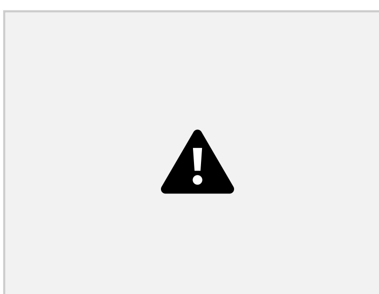


Figura 4.1.9.

R: u=15sin(1000t) V; i=3cos(1000t) A.

4.1.10. Intensitatea curentului într-un circuit oscilant ideal are expresia **i=0,1sin(2000t) A**. Cunoscând că inductanța bobinei este **L=0,01H** stabiliți:

a) valoarea capacității condensatorului;

b) expresia tensiunii instantanee pe condensator. R: a) 25μF; b) u=2cos(2000t) V.

4.1.11. Un circuit oscilant ideal este format dintr-un condensator cu capacitatea **C=100nF** şi o bobină cu inductanța **L=25mH**. Cunoscând că la momentul inițial condensatorul sarcina electrică pe condensator este maximă, se cere:

a) intervalul de timp în care tensiunea scade la jumătatea valorii maxime;

b) intervalul de timp în care energia câmpului electric scade la jumătatea valorii maxime.

R: a) t_1=52,3μs; b) t_2=39,2μs.

4.1.12. Un condensator cu capacitatea **C=2μF** încărcat la tensiunea **U_m=2V** este conectat la bornele unei bobine cu inductanța **L=5mH**. Să se calculeze:

a) intensitatea maximă;

b) după cât timp de la conectare energia câmpului magnetic al bobinei devine egală cu energia electrică înmagazinată în condensator.

R: a) I_m=0,04A; b) t=78,5μs.

4.1.13. Tensiunea maximă într-un circuit oscilant ideal cu **L=9μH** şi **C=16pF** este **U_m=6V**. Determinați:

a) valoarea maximă a intensității curentului electric; b) energia câmpului magnetic în momentul în care tensiunea pe condensator este **U=2V**.

R: a) I_m=8mA; b) W_m=256pJ.

4.1.14. Un condesator cu **C=10μF** este încărcat cu sarcina

q=40µC. La bornele condensatorului se cuplează o bobină ideală cu **L=4mH**. Determinați:

a) valoarea maximă a intensității curentului electric; b) energia câmpului electric în momentul în care intensitatea curentului electric este **I=100mA**. R: a) I_m=0,2A; W_{el}=60µJ.

4.1.15. Condensatorul cu capacitatea **C_1=30µF** din figura alăturată este încărcat la tensiunea **U_{1m}=5V**. Cunoscând **C_2=60µF** şi **L=0,1H** determinați intensitatea maximă a curentului electric după închiderea întrerupătorului K.

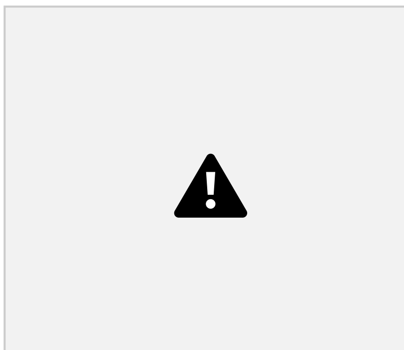


Figura 4.1.15.

R: I_m=0,07A

4.1.16. Un circuit oscilant ideal are energia magnetică maximă **W_{mag}=5mJ** şi tensiunea maximă pe condensator **U_m=4V**. Cunoscând inductanța bobinei **L=0,25H**, determinați:

a) intensitatea maximă a curentului electric;

a) capacitatea condensatorului;

b) frecvența proprie de oscilație.

R: 0,2A; 625µF; 12,73Hz.

4.1.17. Pentru un circuit oscilant ideal cu **L=4mH** şi **C=10µF** tensiunea pe condensator la momentul inițial este maximă având valoarea $\mathbf{U_m=8V}$. Determinați valoarea intensității curentului electric şi a energiei electrice la momentul $\mathbf{t_1=T/8}$.

R: i_1=0,28A; W_{el1}=0,16mJ.

4.1.18. Tensiunea maximă într-un circuit oscilant ideal **LC** este $\mathbf{U_m=9V}$. În momentul în care tensiunea pe condensator este nulă se conectează în paralel cu condensatorul din circuit un al doilea condensator cu capacitatea **C'=8C**. Care va fi noua tensiune maximă?

R: 3V.

4.1.19. Într-un circuit oscilant, format din condensatorul de capacitate $\mathbf{C_1=20nF}$ şi bobina cu inductanța **L=20mH,** tensiunea maximă este $\mathbf{U_{m1}=15V.}$ Să se determine: a) frecvența oscilațiilor;

b) intensitatea maximă a curentului electric. c) În momentul în care intensitatea este maximă se conectează în paralel un alt condensator de capacitate $\mathbf{C_2=30nF.}$ La ce tensiune maximă se încarcă condensatoarele? Ce valoare va avea frecvența proprie? R: a) ν=7957Hz;

b) I_m=15mA;

c) U_{m2}=9,48V; ν'=5033Hz.

4.1.20. Capacitatea condensatorului unui circuit oscilant este **C=20μF.** Din cauza rezistenței bobinei (**R=10Ω**) tensiunea maximă scade de la $\mathbf{U_{m1}=50V}$ la $\mathbf{U_{m2}=45V}$ în timp de o perioadă. Să se determine:

a) căldura degajată în timp de o perioadă;

b) inductanța minimă la care se mai produc oscilații libere.

R: a) Q=4,75mJ; b) L_{min}=0,5mH.

4.1.21. Rezistența unui circuit oscilant în care intensitatea maximă are valoarea $\mathbf{I_m=20mA}$ este **R=2Ω**. Ce putere trebuie transmisă circuitului pentru ca oscilațiile să fie neamortizate ?

R: P=0,4mW.

4.1.22. Un circuit oscilant are următorii parametrii: **R=0,5Ω**, **L=16μH** şi **C=250nF**. Cunoscând valoarea tensiunii maxime pe condensator $\mathbf{U_m=10V}$, determinați puterea care trebuie transmisă circuitului pentru ca oscilațiile să fie neamortizate.

R: P=0,39W.

4.2 Unde electromagnetice.

4.2.1. O undă electromagnetică cu frecvența $\mathbf{\nu=10^{10}Hz}$ se propagă într-un mediu cu viteza **v=0,9c**. Determinați indicele de refracție al mediului, lungimea de undă şi distanța parcursă de undă în timpul **Δt=2μs**.

R: n=1,11; λ=2,7cm; d=540m.

4.2.2. În cât timp parcurge o undă electromagnetică distanța **d=50m** într-un mediu dacă raportul dintre lungimea de undă în mediul considerat şi cea corespunzătoare în vid este **k=0,8**?

R: $t=2,08\cdot10^{-7}$s.

4.2.3. O undă electromagnetică cu frecvența $\mathbf{\nu=10^{6}Hz}$ se propagă într-un mediu cu $\mathbf{\varepsilon_r=81}$ şi $\mathbf{\mu_r=1}$. Calculați valoarea lungimii de undă.

R: λ=33,3m.

4.2.4. În apropierea unei antene care emite cu frecvența **ν=500kHz** valoarea maximă a intensității câmpului electric este $\mathbf{E_0=0,6V/m}$. Să se determine:

a) valoarea maximă a inducției câmpului magnetic; b) densitatea medie de energie a undei electromagnetice (**ε_r=1**);
c) lungimea de undă.

R: a) B_0=2nT; b) $<w_{em}>=1,59\cdot10^{-12}J/m^3$; λ=600m.

4.2.5. Durata impulsului unei instalații radar este **η=0,5μs** iar frecvența de repetiție **ν=5000impulsuri/s**. Între ce distanțe operează radiolocatorul?

R: d$\in[75m;30km]$

4.2.6. O instalație de radiolocație poate detecta obiecte aflate între distanțele **d_1=600m** şi **d_2=60km**. Calculați durata unui impuls şi frecvența de repetiție a acestora. R: η=4μs; ν=2500impulsuri/s.

4.2.7. Pentru ce lungime de undă este adaptat un radioreceptor dacă circuitele sale oscilante au capacitatea **C=2nF** şi inductanța **L= 12,5mH**?

R: λ=9424,77m.

4.2.8. Un circuit oscilant format dintr-un condensator plan şi o bobină de inductanță **L=4mH** este cuplat cu o antenă care emite unde electromagnetice cu lungimea de undă **λ=200m**. Ştiind că aria armăturilor condensatorului este **S=100cm^2**, să se calculeze:
a) frecvența oscilațiilor;

b) distanța dintre armături (**ε_r=1**).

R: a) ν=1,5MHz; b) d=3,14cm.

4.2.9. Capacitatea condensatorului dintr-un circuit oscilant poate varia între valorile **C_{min}=25pF** şi **C_{max}=250pF**. Între ce valori variază lungimea de undă a radiației emise de antena cuplată cu acest circuit oscilant dacă inductanța bobinei este **L=2,5mH**?

R: $\lambda \in [471,23 ; 1490]$m.

4.2.10. Condensatorul plan unui circuit oscilant are aria armăturilor **S=100cm²** şi distanța dintre armături **d=0,2mm**. Cunoscând inductanța circuitului **L=0,04mH** şi lungimea de undă a radiației emise de antena cuplată inductiv cu acest circuit **λ=900m**, determinați constanta dielectrică a mediului dintre plăcile condensatorului.

R: ε_r=12,87.

4.2.11. O antenă semiundă recepționează unde electromagnetice cu frecvența **ν=92,1MHz**. Care este lungimea proprie a antenei?

R: l=1,62m.

4.2.12. O antenă cu priză la pământ recepționează unde electromagnetice cu frecvența **ν=91,8MHz**. Care este lungimea proprie a antenei?

R: l=0,816m.

4.2.13. O antenă semiundă are lungimea **l=40cm**. a) Care este frecvența generatorului de oscilații cuplat inductiv cu antena?

b) Se introduce antena în apă (**ε_r=81**, **μ_r=1**). Câți centimetri trebuie tăiați din lungimea antenei pentru ca ea să rămână acordată pe frecvența de lucru a generatorului? R: a) 375MHz; b) 35,55cm.

4.2.14. Capacitatea condensatorului circuitului oscilant a unui radioreceptor poate fi variată în domeniul **C∈[**60;600 **]pF**. Ştiind că trebuie recepționate unde cu lungimea de undă cuprinsă în intervalul **λ∈[**20;1000 **]m**, determinați domeniul de valori în care trebuie să poată fi variată inductanța circuitului oscilant.

R: $L \in [1{,}87;469]\mu H$.

5. OPTICĂ ONDULATORIE

5.1. Interferența luminii. Dispozitivul Young.

5.1.1. Cum se modifică frecvența respectiv lungimea de undă a unei radiații monocromatice la trecerea din aer în apă (**$v_{apă}$=0,75c**)?

R: Frecvența nu se modifică. $\lambda=0{,}75\lambda_0$.

5.1.2. Două unde luminoase coerente, cu **λ=600nm** în vid, se propagă prin apă (**n_a=1,33**) respectiv sticlă (**n_s=1,5**). Dacă diferența de drum geometric între ele este **Δx=1,8μm** ce se observă în punctul de întâlnire (maxim sau minim de interferență)?

R: $\Delta d=(n_s-n_a)\Delta x$=300nm, minim de interferență.

5.1.3. Fantele unui dispozitiv Young se acoperă simultan cu două filtre colorate diferit (de exemplu roşu şi verde). Cum vor apărea franjele de interferență?

R: Colorate, verde spre interior.

5.1.4. Ce se întâmplă cu franjele de interferență obținute cu un dispozitiv Young dacă:

a) Se deplasează sursa S pe o direcție paralelă cu planul fantelor;

b) Se acoperă o fantă cu o lamelă subțire de grosime **d** şi

indice de refracție **n**;
c) Se umple spațiul dintre planul sursei S şi planul fantelor cu un lichid cu **n>1**;
d) Se umple spațiul dintre planul fantelor şi ecran cu un lichid cu **n>1**.

R: a) Se măreşte interfranja; b) se deplasează franjele; c) nu se modifică; d) se micşorează interfranja.

5.1.5. Distanța dintre fantele unui dispozitiv Young este **2l=1mm**. Pe un ecran aflat la **D=4m** de planul fantelor se observă figura de interferență. La distanța **x=6mm** față de axa de simetrie se obține maximul de ordinul **3**. Ce diferență de drum există între raze? Calculați interfranja.

R: δ=1,5μm, i=2mm.

5.1.6. Un dispozitiv Young are **2l=1mm**, **D=2m**. Pe ecran se numără **N=20** de franje luminoase pe **Δx=2,2cm**. Aflați: a) interfranja şi lungimea de undă;

b) raportul dintre intensitatea **I** a punctului situat la **x=2,75mm** de axa de simetrie şi intensitatea $\mathbf{I_0}$ care se obține în punctul respectiv pe ecran după înlăturarea fantelor.

R: a) i=1,1mm, λ=579nm;
b) în acel punct este minim de interferență, $I/I_0=0$.

5.1.7. Un dispozitiv Young situat în aer având **2l=0,2mm** şi **D=2m** produce pe ecran primul minim la **x=2,75mm** de axa de simetrie a dispozitivului. Aflați:

a) lungimea de undă;
b) distanța dintre maximul central şi al cincelea minim.

R: a) 550nm; b) 24,75mm.

5.1.8 La un experiment cu dispozitivul lui Young se foloseşte o radiație cu lungimea de undă **λ=450nm**. Dacă ecranul se îndepărtează cu **ΔD=1m**, distanța dintre cele două maxime de ordinul doi creşte cu **Δx=1,5mm**. Calculați distanța dintre fante.

R: 2l=1,2mm.

5.1.9. Un dispozitiv Young plasat în aer are **2l=0,2mm**, **D=4m** şi este iluminat cu radiația cu lungimea de undă **λ=480nm**. Se reduce distanța **D** la jumătate şi se introduce dispozitivul în apă (**n=4/3**). Aflați:

a) distanța dintre 2 minime consecutive (ambele cazuri);
b) distanța dintre maximul de ordinul **2** şi minimul de ordinul **4** aflate de-o parte şi de alta a maximului central în cele două cazuri.

R: a) 9,6mm, 7,2mm; b) 52,8mm, 39,6mm.

5.1.10. Se realizează un dispozitiv Young care are **2l=0,5mm**, **D=2,5m** şi se utilizează două radiații cu **λ_1=720nm**, respectiv **λ_2=480nm**. Aflați :

a) raportul interfranjelor corespunzătoare celor două lungimi de undă;
b) distanța față de axa de simetrie a locului în care se realizează pentru prima dată suprapunerea franjelor luminoase corespunzătoare celor două lungimi de undă. R: a) 1,5; b) 7,2mm.

5.1.11. Se realizează un dispozitiv Young care are **2l=0,5mm**, **D=2,5m** şi se utilizează două radiații cu **λ_1=500nm**, respectiv **λ_2=600nm**. Aflați distanța față de axa de simetrie a locului în care se realizează pentru prima dată suprapunerea:

a) maximelor luminoase corespunzătoare celor două lungimi de undă;

b) minimelor corespunzătoare celor două lungimi de undă;

c) maximului primei radiații cu minimul celei de a doua;

d) minimului primei radiații cu maximul celei de a doua.

R: a) 15mm; b) nu există; c) 7,5mm; d) nu există.

5.1.12. Se realizează un dispozitiv Young care are **2l=0,5mm**, **D=2,5m** şi se utilizează două radiații cu **λ_1=500nm**, respectiv **λ_2=750nm**. Aflați distanța față de axa de simetrie a locului în care se realizează pentru prima dată suprapunerea:

a) maximelor luminoase corespunzătoare celor două lungimi de undă;

b) minimelor corespunzătoare celor două lungimi de undă;

c) maximului primei radiații cu minimul celei de a doua;

d) minimului primei radiații cu maximul celei de a doua.

R: a) 7,5mm; b) nu există;
c) nu există; d) 11,25mm.

5.1.13. Distanța dintre fantele unui dispozitiv Young este **2l=1,5mm** iar ecranul se află la **D=3m** de planul fantelor. Sursa de lumină emite radiații cu lungimile de undă **λ_1=400nm** şi **λ_2=600nm**. Să se determine:

a) distanța dintre două maxime consecutive pentru cele două culori;

b) la ce distanță de axa de simetrie se observă aceeaşi culoare pe care o emite sursa?

R: a) i_1=0,8mm, i_2=1,2mm; x=2,4mm.

5.1.14. O sursa S care emite o radiație cu **λ=500nm** se plasează la distanța **d=50cm** de planul fantelor unui dispozitiv Young, pe axa de simetrie. Dacă ecranul se plasează la **D=2m** de planul fantelor se obține o figură de interferență cu interfranja **i=1mm**. Aflați :

a) distanța dintre fante;

b) poziția maximului central dacă sursa se deplasează în sus cu **y=1cm**, paralel cu planul fantelor.

R: a) 1mm; b) 4cm.

5.1.15. Sursa S din dispozitivul Young se deplasează transversal în sus cu o viteză **v**. După **Δt=0,5s** pe ecran se observă că maximul central a ajuns în locul celei de-a cincea franje întunecoase. Ştiind distanța **d** dintre S şi planul fantelor egală cu jumătate din distanța **D** dintre ecran şi acest plan, aflați viteza sursei. Distanța dintre două maxime consecutive este **1mm**.

R: **4,**5mm/s.

5.1.16. Dacă în fața unei fante a dispozitivului Young se aşează o lamelă cu **n=1,55**, în punctul central se formează franja luminoasă de ordinul **7**. Radiația folosită are **λ=550nm**. Aflați:

a) grosimea lamelei;

b) interfranja, dacă distanța dintre al doilea minim şi maximul de ordinul **4** este **Δx=2,5mm**.

R: a) 7μm; b) 1mm; c) 2l=1,1mm.

5.1.17. Un dispozitiv Young plasat în aer are **2l=0,8mm** şi **D=2m**. Lungimea de undă a radiației folosite este **λ=570nm**. Aflați:

a) interfranja;

b) cu câte interfranje se deplasează franja centrală dacă una dintre fante se acoperă cu o lamelă cu grosimea **e=0,1mm** şi **n=1,57**? În ce sens?

R: 1,425mm; b) Δx=14,25cm, înspre fanta acoperită.

56

1.2 Dispozitive interferenţiale.
Lama cu feţe plan paralele.

5.2.1. Pe o ramă subţire se realizează o peliculă de săpun. Ce grosime are pelicula dacă iluminată cu radiaţie de lungime de undă **590nm,** are culoarea neagră (**n=1,38**)? R: 213,7k nm în cazul reflexiei,
213,7 (2k+1)nm în cazul transmisiei, k∈N*.

5.2.2. O lamă de sticlă cu **n=1,5** este iluminată normal cu lumină albastră (**λ=450nm**). Ce grosime minimă trebuie să aibă lama pentru a se vedea în această culoare prin reflexie?
R: 75nm.

5.2.3. O peliculă subţire de grosime **d=1,5μm** şi cu **n=1,4** este privită în reflexie, fiind iluminată simultan sub incidenţă normală cu radiaţie verde **λ_1=560nm** respectiv roşie cu **λ_2=700nm**. Cum va apărea pelicula?
R: verde.

5.2.4. O lamelă de sticlă (**n=1,5**) cu grosimea **d=0,5μm** este iluminată normal cu lumină albă (**λ∈[400;750]nm**). Pentru ce culori se obţin maxime de interferenţă?
R: în reflexie:428nm (violet), 600nm (roşu);
în transmisie: 500nm (albastru),

750nm (roşu închis).

5.2.5. Care este grosimea minimă a unei pelicule de săpun (**n=4/3**) pentru ca să apară neagră când este iluminată cu radiație cu **λ=600nm** în următoarele cazuri (în reflexie, respectiv în transmisie)?

a) la incidență normală;

b) sub un unghi de incidență **i=60⁰**.

R: a) 225nm, 112,5nm; b) 296nm, 148nm.

5.2.6. O peliculă subțire (**d=1µm**; **n=**2)este iluminată cu o radiație **λ** sub incidența **i=30⁰**. Aflați **λ** pentru a obține la suprafața de incidență maxime de interferență de ordinul **4**.

R: : λ=756nm.

5.2.7. Pe o placă de sticlă (**n=1,5**) se depune un strat transparent cu **n´=2**. Găsiți grosimea stratului pentru a obține la incidență normală :

a) maximum de reflexie pentru **λ=500nm**;

b) minimum de reflexie pentru acelaşi λ.

R: a) 62,5(2k-1) nm; b) 125k nm (k∈N*).

5.2.8. O peliculă subțire de ulei (**n=1,25**) acoperă o placă de sticlă (**n´=1,5**). Lumina albă (**λ∈[400;750]nm**) cade normal pe peliculă. Ce lungimi de undă vor apărea în fascicolul reflectat în cazul în care grosimea peliculei de ulei este: a) **d=0,4µm**; b) **d=1,2µm**?

R: a) λ=500nm; b) λ_1=750nm; λ_2=600;
λ_3=500nm; λ_4=428nm.

Pana optică.

5.2.9. O pană optică din sticlă cu **n=1,5** este iluminată cu **λ=600nm**. Aflați unghiul penei dacă pe o lungime **l=1cm** se formează **20** de franje.

R: $4\cdot10^{-4}$rad.

5.2.10. O peliculă de săpun (**n=1,33**) formează o pană cu **α=30”**. Privită printr-un filtru verde (**λ=550nm**) se observă franjele de interferență. Câte franje se pot observa pe o lungime **l=2cm** a penei?

R: 14.

5.2.11. O pană optică este confecționată din sticlă cu indicele de refracție **n=1,5**. Dacă se iluminează cu radiația cu lungimea de undă **λ=600nm**, distanța dintre franjele de interferență este **0,5mm**. Calculați unghiul penei.

R: $4\cdot10^{-4}$rad=82”.

5.2.12. O peliculă de detergent se scurge pe o sticlă roşie (**λ_r=630nm**) respectiv pe o sticlă albastră (**λ_a=420nm**). Considerând că în fiecare experiment pana optică formată are aceleaşi caracteristici, aflați raportul interfranjelor.

R: i_r/i_a=1,5.

5.2.13. Două lame plan-paralele din sticlă (**n_s=1,5**) sunt suprapuse astfel încât între ele se formează o pană de aer. Iluminând acest sistem cu lumină de lungime de undă **λ=450nm**, pe o distanță de **1,5cm** se observă **12** maxime. Calculați unghiul penei. Cum se modifică interfranja dacă spațiul dintre sticle se umple cu un lichid cu indicele de refracție **n=1,3**?

R: $16,5.10^{-5}$rad=34,65”, scade de 1,3ori.

5.2.14. Două lamele de sticlă formează între ele o pană optică introducând un mic corp între capetele acestora. Ce grosime are acest corp dacă se obțin **20** franje de interferență în reflexie folosind radiație **λ=500nm**?

R: $d=10\lambda=5\cdot10^{-6}$m.

Inelele lui Newton.

5.2.15. O lentilă plan convexă cu raza de curbură **R=10m** este aşezată pe o placă plan paralelă cu partea convexă în jos. Pe fața plană a lentilei este incident normal un fascicul de lumină cu lungimea de undă **λ=500nm**. Determinați raza celui de al cincelea inel întunecat care se observă în reflexie.

Figura 5.2.15.

R: 5mm.

5.2.16. La fotografii color realizate de amatori se pot observe cercuri mici, concentrice, colorate în culorile curcubeului. Acest fenomen se produce în cazul în care între pelicula fotografică şi sticla din aparatul de mărit rămân pene de aer care duc la apariția interferenței. Ştiind că diametrul celui de al patrulea inel roşu este de **3mm**, calculați raza de curbură a peliculei (**λ=670nm**).

Figura 5.2.16.

R: 3,8m.

Oglinda Lloyd.

5.2.17. O sursă punctiformă S care emite radiație cu lungimea de undă **λ=650nm**, se află la înălțimea **h=0,5mm** de suprafața unei plăci de sticlă orizontale. Un ecran vertical este aşezat la distanța **D=1,5m** de sursă. Calculați înălțimea **x** (măsurată de la suprafața plăcii) a primelor trei maxime.

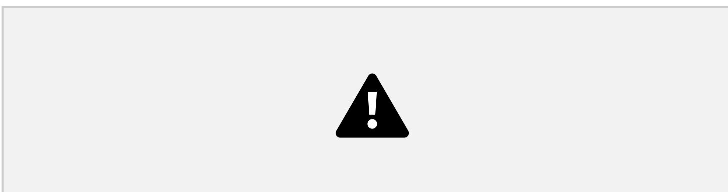


Figura 5.2.17

R: 0,48mm, 1,4mm, 2,4mm.

5.2.18. Într-un experiment de tip Lloyd (vezi Figura 5.2.17) franjele de interferență se formează pe un ecran aflat la distanța **D=1m** de sursă. Pentru o distanță **h** a sursei față de planul oglinzii interfranja este **i=0,5mm**. Dacă se îndepărtează sursa de planul oglinzii cu **Δh=0,5mm** interfranja scade de **n=2** ori. Să se calculeze lungimea de undă a luminii emise de sursa S.

R: 500nm.

5.3 Difracția luminii.

5.3.1. Pe o fantă dreptunghiulară cu deschiderea **a=0,5mm** cade un fascicol paralel de lumină cu **λ=600nm**. Figura de difracție este proiectată pe un ecran în planul focal al unei lentile (***f*=40cm**). Aflați lărgimea maximului central. R:

0,96mm.

5.3.2. Pe o rețea plană cade perpendicular un fascicol cu **λ=550nm**. Maximul de ordinul **2** se formează sub unghiul **θ=12^0**. Aflați constanta rețelei.

R: 190tr/mm.

5.3.3. Pe o rețea cu **625** de trăsături pe milimetru cade normal lumină galbenă (**λ=589nm**). Câte maxime de difracție se pot observa?

R: 5.

5.3.4. În spectrul vizibil al mercurului lungimea de undă a radiației verzi este **λ=516,1nm**. Într-un experiment de difracție, distanța dintre cele două maxime de ordinul întâi este **x=20cm**, pe un ecran aflat la **D=3,5m** de rețea. Calculați constanta rețelei presupunând că lumina este incidentă normal pe aceasta.

R: 54tr/mm.

5.3.5. Două radiații cu **λ_1=625nm** şi **λ_2=500nm** cad normal pe o rețea de difracție. Maximele celor două radiații coincid pentru prima dată în direcția **θ=30^0**. Determinați constanta rețelei.

R: l=5µm.

5.3.6. Studiind spectrul vizibil al mercurului cu rețea optică (**i=0**), se constată că maximul de ordinul trei al luminii galbene cu lungimea de undă **λ=587nm** se suprapune peste maximul de ordinul patru al luminii albastre. Calculați lungimea de undă a acestei radiații.

R: 440nm.

5.3.7. Pe o rețea cu **750** trăsături pe milimetru cade normal un fascicul monocromatic. Unghiul dintre maximele de ordinul **1** şi **2** este de **30^0**. Aflați lungimea de undă a radiației folosite.

R: 538nm.

5.3.8. O rețea de difracție are **8000** linii şi lățimea de **2cm**. Se iluminează rețeaua sub unghiul de incidența **$i=30^0$** cu o radiație cu **$\lambda=600nm$**. Aflați :

a) unghiul sub care se formează maximul central; b) unghiul sub care se formează maximul de ordin 2; c) numărul total de maxime.

R: a) 30º ; b) 78,5º, -1,14º; c) 9.

5.3.9. Să se determine ordinul cel mai mare al spectrului de difracție pe care-l poate da o rețea cu **6000** de trăsături pe centimetru în lumină galbenă (**$\lambda=589nm$**) în două situații : a) lumina cade normal;

b) lumina cade sub **$i=30^0$**.

R: a) 2; b) 4.

5.3.10. Pe o rețea cu **1000** de zgârieturi pe milimetru cade sub un unghi de incidență **$i=25^0$** lumină albastră cu lungimea de undă **$\lambda=500nm$**.

a) Care este unghiul format de direcțiile celor două maxime de ordinul întâi?

b) Câte maxime se pot observa în total?

R: a) 71,7º; b) 4.

5.3.11. Pe o rețea cu **5000** de trăsături şi lățimea de **4cm** cade normal lumină albă (**$\lambda_R=760nm$** şi **$\lambda_V=380nm$**). Aflați:
a) unghiul sub care se formează maximul de ordinul **2** pentru violet;

b) ştiind că figura de difracţie se obţine în planul focal al unei lentile cu **f=50cm**, aflaţi distanţa faţă de maximul central de la care încep să se suprapună maximele luminoase.

R: a) $5{,}45^0$; b) 4,75cm.

5.3.12. O reţea de difracţie are **2000** trăsături pe centimetru. Lumina cu **λ=500nm** cade perpendicular pe această reţea, iar figura se observă pe un ecran aflat în planul focal al unei lentile cu ***f*=50cm**. Aflaţi distanţa dintre maximele de ordinul 1 de o parte şi de alta a maximului central de difracţiei.

R: 10cm.

5.3.13. O lentilă cu convergenţa **C=1δ** proiectează figura de difracţie dată de o reţea, luminată normal cu **λ=480nm**, pe un ecran aflat în planul focal al lentilei. Distanţa dintre maximele de ordinul **2** este **Δx=16cm**. Aflaţi:

a) constanta reţelei;

b) numărul total de maxime;

R: a) $l=1{,}2\cdot10^{-5}$m; b) N=51.

5.3.14. O reţea cu constanta **l=2,5μm** este iluminată sub un unghi de incidenţă **i** cu **λ=650nm**. Maximul de ordin al doilea se formează sub unghiul **θ=i**. Aflaţi:

a) unghiul de incidenţă;

b) numărul total de maxime.

R: a) i=15°; b) N=7.

5.3.15. O reţea cu **2000** de zgârieturi pe o lungime de **1cm** este iluminată normal cu o radiaţie monocromatică. Folosind o lentilă cu convergenţa **C=1δ**, maximul de ordinul întâi se află la distanța de **8cm** de axa de simetrie. Să se determine:

a) lungimea de undă a luminii incidente;

b) lățimea maximului de ordinul întâi dacă rețeaua este iluminată normal cu lumină albă (**$\lambda \in [400;700]$nm**). R: a) 400nm; b) 6cm.

5.3.16. Vaporii de sodiu emit radiații de culoare galbenă având lungimile de undă **λ_1=589nm**, respectiv **λ_2=589,6nm**. Această radiație este studiată cu rețea optică. O lentilă cu convergența **C=2δ** proiectează imaginea pe un ecran pe care se pot distinge două maxime dacă distanța dintre centrele lor este de cel puțin **0,5mm**. Calculați constanta rețelei dacă această condiție se realizează pentru maximul de ordinul doi.

R: 4,8μm.

5.4. Polarizarea luminii.

5.4.1. Lumina venită de la Soare cade pe suprafața unui lac (**$n_{apă}$=4/3**). Care este unghiul format de razele Soarelui cu suprafața apei dacă lumina reflectată este total polarizată? R: $\alpha=36,87^0$.

5.4.2. Un fascicul de lumină naturală cade pe fața unei placi de sticlă de flint (**n=1,65**) care este scufundată într-un lichid (**n'=4/3**). Aflați unghiul Brewster (de polarizare totală). R: $i_B=51^0$.

5.4.3. Un fascicul de lumină naturală cade pe o placă de sticlă cu **n=1,5** aflată în aer şi suferă polarizare totală. Aflați unghiul de refracție în acest caz.

R: r =33,7^0.

5.4.4. O lamelă de sticlă flint (**n=1,6**) este scufundată în apă (**n'=4/3**) astfel că face unghiul **α** cu suprafața apei. Aflați unghiul **α** dacă există un unghi de incidență **i** pentru care razele reflectate **(a)** şi **(b)** din figură sunt total polarizate. Ce se întâmplă cu raza reflectată de lamelă ?

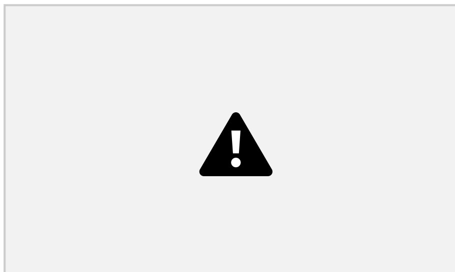


Figura 5.4.4

R: α=13,32^0. Se reflectă total pe suprafața apei.

5.4.5. Pe o prismă optică cu **n=**3cade un fascicul de lumină sub unghiul Brewster. Aflați unghiul prismei dacă acesta este egal cu cel de deviație minimă.

R: A=60^0.

5.4.6. În cazul unei prisme din sticlă (**n=1,6**) unghiul de incidență este egal cu cel de emergență şi cu unghiul corespunzător polarizării totale a razei reflectate. Aflați : a) unghiul prismei A;

b) unghiul de deviație minimă.

R: a) A=64^0; b) δ_{min}=52^0.

5.4.7. O prismă cu secțiunea triunghi isoscel dreptunghic (**A=90^0**) se află scufundată într-un lichid. Fasciculul paralel cu baza prismei se reflectă pe o față a prismei şi este total polarizat. Aflați indicele de refracție al prismei în raport cu al lichidului.

R: $n_l=n_s$.

5.4.8. Într-un lichid se realizează o cavitate sub formă de prismă echilateră. Ce indice de refracție are lichidul dacă lumina paralelă cu baza prismei este total polarizată prin reflexie pe una din fețele acesteia ?

R: $n_l= 3$.

6. TEORIA RELATIVITĂȚII RESTRÂNSE

6.1. Cinematică relativistă.

6.1.1. O tijă cu lungimea proprie $\mathbf{l_0=0,25m}$ se deplasează în direcție longitudinală față de un sistem de referință. Cunoscând că lungimea măsurată față de acest sistem este **l=20cm**, determinați viteza tijei.

R: $v=0,6c$.

6.1.2. O riglă A se deplasează cu viteză **v=0,6c** paralel cu rigla B fixă. Cele două rigle au aceeaşi lungime proprie $\mathbf{l_0=1m}$. Calculați din sistemul riglei B intervalul de timp dintre coincidențele extremităților stângi şi drepte ale celor două rigle.

R: $\Delta t=10^{-8}s$.

6.1.3. Două rachete se deplasează pe aceeaşi direcție, în acelaşi sens şi cu aceeaşi viteză $\mathbf{v=\frac{24}{25}c}$ față de un observator. Acesta măsoară intervalul de timp $\mathbf{\Delta t=10s}$ între trecerea navelor prin dreptul său. Care este distanța dintre rachete măsurată:

a) în sistemul de referință al observatorului;

b) în sistemul de referință al rachetelor.

R: a) $28{,}8\cdot10^8$m; b) $367{,}3\cdot10^8$m.

6.1.4. O particulă cu timpul de viață propriu $\boldsymbol{\eta=10^{-8}}$**s** se deplasează cu viteza **v=0,8c** față de laborator. Determinați:
a) timpul de viață al particulei şi distanța parcursă față de laborator;

b) distanța parcursă de particulă din sistemul ei propriu.

R: a) $\Delta t=1{,}6\cdot10^{-8}$s; d=4m; b) d'=2,4m.

6.1.5. O particulă elementară având viteza **v=0,9c** parcurge distanța **x=1,5m** față de laborator. Calculați timpul de viață propriu al particulei.

R: $0{,}24\cdot10^{-8}$s.

6.1.6. Un mezon care se deplasează cu viteza **v=0,98c** parcurge față de Pământ distanța **d=20km** de la locul de formare până la cel de dezintegrare. Determinați timpul de viață al mezonului:

a) față de Pământ;

b) față de sistemul lui propriu.

R: a) 68μs; b) 13,5μs.

6.1.7. Un astronaut este trimis pe o planetă X aflată la distanța **d=10 ani lumină** față de Pământ. Viteza navei este **v=0,99c**. Presupunând neglijabili timpii de accelerare şi cel de staționare pe planeta X, determinați după cât timp de la plecare se întoarce astronautul pe Pământ:

a) din sistemul de referință al Pământului;
b) din sistemul de referință al astronautului.

R: a) 20,2ani; b) 2,85ani.

6.1.8. Pe peretele lateral al unei rachete aflată în repaus este trasată o dreaptă care face un unghi $\boldsymbol{\alpha=45^0}$cu axa longitudinală. Ce viteză trebuie să aibă racheta față de un observator pentru ca acest unghi să fie $\boldsymbol{\alpha'=60^0}$?

R: v=0,816c.

6.1.9. O minge aflată în stare de repaus are raza **r=14,5cm**. Ce formă va avea pentru un observator față de care se deplasează cu viteza **v=0,8c**?

R: Un elipsoid de rotație cu axa longitudinală față de direcția mişcării mai mică (r_l=8,7cm).

6.1.10. Două particule având vitezele **0,5c** fiecare, se mişcă una spre cealaltă. Cu ce viteză relativă se apropie o particulă de cealaltă?

R: 0,8c.

6.1.11. Față de un observator, două tije cu lungimea proprie $\boldsymbol{l_0}$**=2m** se deplasează una către cealaltă cu viteza **v=0,8c** orientată longitudinal. Determinați:

a) lungimea tijelor față de observator;

b) viteza unei tije față de cealaltă;

c) lungimea unei tije din sistemul de referință al celeilalte tije.

R: a) l=1,2m; b) v_r=0,9756c; c) l'=0,44m.

6.1.12. În dreptul unei surse de lumină, la distanță mică, trece un corp cu viteză foarte mare **v**. Proiectând umbra corpului pe un ecran, aceasta la un moment dat se deplasează cu o viteză **v'** mai mare decât viteza luminii. Contrazice această observație postulatul lui Einstein?

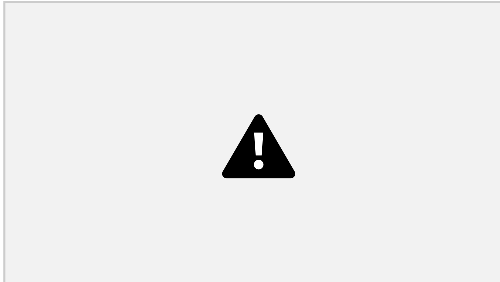


Figura 6.1.12

6.2 Dinamică relativistă.

6.2.1. Care este viteza unei particule a cărei masă este de două ori mai mare decât masa sa de repaus?

R:v=0,86c.

6.2.2. Un proton cu masa de repaus $\mathbf{m_0=1{,}66\cdot10^{-27}kg}$ se deplasează cu viteza $\mathbf{v=0{,}8c}$. Calculați energia cinetică a protonului.

R: $E_c=9{,}96\cdot10^{-11}$J.

6.2.3. Ce lucru mecanic se efectuează la accelerarea unui electron ($\mathbf{m_0=9{,}1\cdot10^{-31}kg}$) de la viteza $\mathbf{v_1=0{,}7c}$ la viteza $\mathbf{v_2=0{,}99c}$?

R: $46{,}6\cdot10^{-16}$J.

6.2.4. Determinați viteza unei particule a cărei energie cinetică este egală cu **75%** din energia sa de repaus. R: 0,82c.

6.2.5. Calculați viteza unui ion de hidrogen a cărei energie cinetică este egală cu energia de repaus a atomului de heliu.

Se cunoaşte că $\mathbf{m_{0H}=1{,}66.10^{-27}kg}$ iar $\mathbf{m_{0He}\approx4\cdot m_{0H}}$. R: 0,94c.

6.2.6. Într-un accelerator de particule se accelerează protoni şi particule α. Calculaţi valoarea tensiunii de accelerare la care raportul maselor celor două particule va deveni $\mathbf{m_\alpha/m_p=3}$. Se cunoaşte: $\mathbf{m_{0\alpha} \approx 4m_{0p}}$, $\mathbf{q_\alpha=2q_p}$.

R: $U=9{,}33\cdot10^8$V.

6.2.7. Un electron se mişcă într-un câmp magnetic omogen de inducţie **B=2mT**, pe o traiectorie circulară cu raza **R=10cm**. Planul traiectoriei este perpendicular pe liniile de câmp. Calculaţi viteza şi energia cinetică a electronului.

R: $v=3{,}5\cdot10^7$m/s, $E_c=3{,}6\cdot10^{-16}$j

6.2.8. Un proton cu masa de repaus $\mathbf{m_0=1{,}66\cdot10^{-27}kg}$ are energia cinetică $\mathbf{E_c=76GeV}$. Calculaţi energia şi impulsul protonului.

R: W=76,93GeV; $p=41\cdot10^{-18}$Ns.

6.2.9. O particulă are impulsul $\mathbf{p=8\cdot10^{-20}Ns}$ şi energia cinetică $\mathbf{E_c=50MeV}$. Calculaţi masa de repaus a particulei.

R: $3{,}55\cdot10^{-28}$kg.

6.2.10. Un electron ($\mathbf{m_0=9{,}1\cdot10^{-31}kg}$) este accelerat sub o tensiune **U=1,8MV**. Calculaţi viteza şi impulsul lui. R: v=0,975c; $p=12\cdot10^{-22}$Ns.

6.2.11. Calculaţi impulsul unui electron pentru care energia cinetică este egală cu energia de repaus ($\mathbf{m_0=9{,}1\cdot10^{-31}kg}$). R: $p=4{,}72\cdot10^{-22}$Ns.

6.2.12. Un mezon **π** aflat în stare de repaus se dezintegrează într-un miuon **μ** şi un neutrin **ν**. Cunoscând energiile de repaus ale celor trei particule elementare ($\mathbf{W_{0\pi}=135MeV}$,

$\mathbf{W_{0\mu}=105,6MeV}$ şi $\mathbf{W_{0v}\approx 0}$) exprimaţi energiile cinetice ale mezonului şi neutrinului.

R: $E_{c\mu}=3,2MeV$; $E_{cv}=26,2MeV$.

70

6.3.13. O particulă cu masa de repaus $\mathbf{m_0}$ şi energia cinetică $\mathbf{E_c}$ ciocneşte plastic o altă particulă identică aflată în stare de repaus. Exprimaţi masa de repaus şi viteza particulei rezultate din ciocnire.

E

$1\ {}_2$

c

R: $M_0= 2\ (\ 2\ )$

c^{c} +; v=$_2$

$_{0\,0}m\ E\ m\ c$ $\quad 2\ _0E\ m\ c$

$_c$

+$\cdot$

$_c$

7. ELEMENTE DE FIZICĂ CUANTICĂ.

7.1. Mărimi caracteristice fotonilor.

7.1.1. Să se determine energia, impulsul şi masa unui foton a cărui lungime de undă corespunde radiaţiei violet din spectrul vizibil ($\boldsymbol{\lambda}$**=600nm**).

R: $\varepsilon=2,07eV$; $p=1,1\cdot 10^{-27}Ns$; $m=3,68\cdot 10^{-36}kg$.

7.1.2. Câţi fotoni a căror lungime de undă în vid este $\boldsymbol{\lambda}$**=500nm** au energia totală **W=0,02j**?

R: $6,54\cdot 10^{16}$fotoni.

7.1.3. Câți fotoni emite în fiecare secundă un indicator laser care emite pe lungimea de undă **λ=650nm** şi are puterea **P=1mW**.

R: $3{,}27\cdot10^{15}$fotoni/s.

7.1.4. Câți fotoni emite în fiecare secundă un bec care are puterea **P=75W**, dacă se ştie că randamentul de conversie a energiei electrice în energie luminoasă este **η=4%**. Lungimea de undă medie a radiației vizibile este **λ_{mediu}=550nm**.

R: $8{,}3\cdot10^{18}$fotoni/s.

7.1.5. Determinați numărul mediu de fotoni care pătrund în ochi în timp de o secundă dacă se priveşte de la distanța **D=100m** un bec cu puterea **P=100W**, ştiind că randamentul de conversie a energiei electrice în energie luminoasă este **η=4%**. Lungimea de undă medie a radiației emise de bec este **λ_{mediu}=600nm** iar diametrul pupilei ochiului este **d=2mm**.

R: $3\cdot10^{8}$fotoni/s.

7.1.6. O plăcuță metalică cu suprafața **S=1cm^2** are o față este perfect reflectătoare iar cealaltă perfect absorbantă. Calculați diferența de presiune exercitată pe cele două fețe dacă acestea sunt iluminate cu aceeaşi radiație având puterea **P=50mW** şi lungimea de undă **λ=600nm**. Ce forță este necesară pentru a menține plăcuța în echilibru? R:

$\Delta p=1{,}66\cdot10^{-6}$N/m^2; $F=1{,}66\cdot10^{-10}$N.

7.1.7. Calculați variația relativă a lungimii de undă a unui foton care:

a) este emis de la suprafața unei stele cu masa

$\mathbf{M_1=2\cdot10^{30}kg}$ şi raza $\mathbf{R_1=7\cdot10^{8}km}$ (Soarele);

b) se apropie de o planetă cu masa $\mathbf{M_2=6\cdot10^{24}kg}$ şi raza $\mathbf{R_2=6400km}$ (Pământul).

R: a) $\delta\lambda=2,1\cdot10^{-7}\%$; b) $\delta\lambda=-6,94\cdot10^{-8}\%$.

7.2. Efectul fotoelectric extern.

7.2.1. Frecvenţa de prag pentru un metal este $\mathbf{\nu_0=6\cdot10^{14}Hz}$. Ştiind că frecvenţa radiaţiei incidente este $\mathbf{\nu=9\cdot10^{14}Hz}$, să se calculeze:

a) viteza maximă a fotoelectronilor extraşi; b) lucrul mecanic de extracţie;

c) tensiunea cu care se poate anula fotocurentul. R: a) $v_{max}=6,5\cdot10^{5}m/s$; b) L=2,48eV; c) $U_s=1,242V$.

7.2.2. O radiaţie luminoasă care cade pe o placă metalică produce efect fotoelectric. Energia unuia dintre fotonii radiaţiei incidente este $\mathbf{3,6\cdot10^{-19}J}$, iar energia cinetică maximă a unui fotoelectron emis are valoarea $\mathbf{8\cdot10^{-20}\,J}$. Determinaţi:

a) frecvenţa radiaţiei incidente pe placă;

b) numărul de fotoelectroni pe care ar trebui să-i emită placa în timp de **1s** pentru ca aceştia să genereze un curent electric cu intensitatea de **1mA**;

c) lucrul mecanic de extracţie a electronilor din metal; d) lungimea de undă de prag caracteristică metalului din care este făcută placa.

R: a) $5,45\cdot10^{14}Hz$; b) $6,25\cdot10^{15}$ electroni/s;
c) $2,8\cdot10^{-19}j$; d) 707nm.

7.2.3. Catodul din aluminiu al unui dispozitiv experimental pentru studiul efectului fotoelectric extern este expus unei radiaţii ultraviolete de frecvenţă $\mathbf{\nu=1,5\cdot10^{15}Hz}$. Frecvenţa de prag pentru aluminiu are valoarea $\mathbf{\nu_0=10^{15}Hz}$.

a) Determinați valoarea lucrului mecanic de extracție. b) Calculați valoarea energiei unui foton din fasciculul incident.

c) Determinați valoarea tensiunii de stopare.

d) Calculați valoarea vitezei celui mai rapid electron extras.

R: a) $6,6 \cdot 10^{-19}$J; b) $9,9 \cdot 10^{-19}$J;
c) 2,06V; d) $8,5 \cdot 10^5$m/s.

7.2.4. Pe suprafața unui metal cad radiații ultraviolete cu lungimea de undă $\mathbf{\lambda=279nm}$. Curentul fotoelectric se anulează pentru tensiunea de stopare $\mathbf{U_s=0,66V}$. Determinați:

a) lucrul mecanic de extracție pentru acest metal;

b) valoarea frecvenței de prag pentru acest metal; c) viteza maximă a electronilor extraşi;

d) lungimea de undă maximă la care mai apare efect fotoelectric.

R: a) $6,04 \cdot 10^{-19}$J; b) $9,1 \cdot 10^{14}$Hz;
c) $4,8 \cdot 10^5$m/s; d) 329,7nm.

7.2.5. Pe suprafața unui metal se trimit succesiv două radiații electromagnetice cu lungimile de undă $\mathbf{\lambda_1=350nm}$ şi respectiv $\mathbf{\lambda_2=540nm}$. Viteza maximă a fotoelectronilor emişi în al doilea caz este de **k=2** ori mai mică decât în cazul iluminării cu radiația cu lungimea de undă $\mathbf{\lambda_1}$. Determinați valoarea frecvenței de prag.

R: $4,55 \cdot 10^{14}$Hz.

7.2.6. Pe catodul din cesiu al unui fotomultiplicator se trimite un fascicul de fotoni având lungimea de undă **λ=600nm**. Numărul de fotoni care cad pe unitatea de suprafaţă a catodului în unitatea de timp este **$N=10^{10}$ fotoni/(m^2s)**. Lucrul mecanic de extracţie a unui electron de la suprafaţa cesiului este **L_{Cs}=1,89eV**.

Determinaţi: a) frecvenţa de prag pentru cesiu;

b) numărul de fotoelectroni emişi în **Δt=10s** de către catod, dacă suprafaţa iluminată are aria **$S=2cm^2$**şi presupunem că fiecare foton eliberează un electron;

c) energia cinetică maximă a fotoelectronilor emişi; d) valoarea tensiunii de stopare a fotoelectronilor emişi. R: a) $4,58 \cdot 10^{14}$Hz; b) $2 \cdot 10^7$; c) $2,76 \cdot 10^{-20}$j; d) 0,17V.

7.2.7. O celulă fotoelectrică este iluminată prima dată cu o radiaţie verde de lungime de undă **λ_1=546nm**, pe urmă cu o radiaţie violetă cu lungimea de undă **λ_2=405nm**. Dacă tensiunea de stopare pentru radiaţia verde este **U_1=1V**, ce tensiune este necesară în cazul radiaţiei violete? Calculaţi

raportul vitezelor maxime ale electronilor în cazul celor două radiaţii.

R: U_2=1,79V; v_2/v_1=1,33.

7.2.8. O radiaţie cu lungimea de undă **λ=450nm** cade pe un fotocatod cu lungimea de undă prag **λ_0=600nm.** Se cere: a) viteza maximă a fotoelectronilor;

b) tensiunea de stopare.

c) valoarea intensităţii curentului de saturaţie dacă puterea radiaţiei incidente este **P=25mW** iar randamentul fotocelulei este **η=75%**?

R: a) $4,9 \cdot 10^5$m/s; b) 0,69V; c) 6,8mA.

7.2.9. O radiaţie cu lungimea de undă **λ=250nm** cade perpendicular pe suprafața unui fotocatod. Electronii sunt emişi perpendicular pe suprafața metalului, acesta având lucrul mecanic de extracție **L=6·10^{-19}J**. Să se determine: a) impulsul fotoelectronilor şi al fotonilor; b) impulsul primit de catod la fiecare electron emis. c) Ce energie minimă trebuie să aibă radiația incidentă pentru a observa o deplasare a catodului, dacă masa lui este **M=1g** şi se poate observa o mişcare cu viteza minimă de **1mm/s**?

R: a) p_e=5,96·10^{-25}Ns, p_f=2,65·10^{-27}Ns;
b) p_t=p_e+p_f=5,98·10^{-25}Ns; c) W=1,35j.

7.2.10. Între armăturile unui condensator plan se află o mică sferă metalică cu masa **m=1g**. Distanța dintre armăturile orizontale este **d=2cm**, tensiunea aplicată **U=5V**. Cât timp ar trebui iluminată sfera cu o radiație de lungime de undă **λ=540nm**, emisă de un laser de putere **P=1mW**, pentru ca sfera să plutească între armături (se presupune că fiecare foton eliberează un electron)?

R: 92ms.

7.2.11. Între armăturile unui condensator plan se află un fotocatod care are lucrul mecanic de extracție **L=2,5eV**. Distanța dintre armături este **d=4cm** iar tensiunea aplicată **U=2V**. Se cere:

a) lungimea de undă a radiației incidente dacă fotoelectronii emişi paralel cu armăturile sunt deviați cu **y=2cm** pe o distanță de **l=10cm**;

b) după cât timp loveşte un electron emis în planul median armătura pozitivă?

R: a) 142nm; b) 6,7·10^{-8}s.

7.3 Efectul Compton.

7.3.1. Un foton cu energia $\boldsymbol{\varepsilon_0}$**=300keV** este împrăştiat sub un unghi $\boldsymbol{\theta=90^0}$de un electron liber aflat în stare de repaus. Determinaţi energia fotonului împrăştiat.

R: 189keV.

7.3.2. Un foton cu energia $\boldsymbol{\varepsilon_0=10^4}$**eV** este împrăştiat sub un unghi $\boldsymbol{\theta=120^0}$de un electron liber aflat în stare de repaus. Determinaţi energia cinetică a electronului de recul. R: 284,5eV.

7.3.3. Să se determine unghiul dintre direcţia fotonului împrăştiat şi direcţia de mişcare a electronului de recul pentru un foton incident cu lungimea de undă $\boldsymbol{\lambda_0}$**=5pm** ştiind că variaţia lungimii de undă în urma împrăştierii este $\boldsymbol{\Delta\lambda}$**=1,2pm**.

R: $109^0 30'$.

7.3.4. Un foton cu frecvenţa $\boldsymbol{\upsilon=10^{21}}$**Hz** este împrăştiat Compton sub unghiul $\boldsymbol{\theta=180^0}$de un electron liber aflat în stare de repaus. Determinaţi viteza electronului. R: v=0,9932c.

7.3.5. Determinaţi lungimea de undă a fotonului incident ştiind că energia fotonului împrăştiat este egală cu energia cinetică a electronului de recul şi că se mişcă pe direcţii perpendiculare.

R: 1,213nm.

7.3.6. Un foton se ciocneşte succesiv de doi electroni liberi, aflaţi în repaus. După fiecare ciocnire fotonul este deviat cu $\boldsymbol{90^0}$faţă de direcţia iniţială.

a) Calculaţi lungimea de undă finală a fotonului dacă lungimea de undă iniţială este **2,4pm**.

b) Calculați raportul energiilor cinetice a electronilor de recul.

R: a) 7,252pm; b) E_{c1}/E_{c2}=3,02.

7.3.7. Un foton se ciocneşte cu un electron aflat în repaus. Calculați lungimea de undă a fotonului incident şi viteza electronului de recul ştiind că energia fotonului înainte de ciocnire este egală cu jumătate din energia de repaus a electronului şi că fotonul este deviat cu **180^0**.

R: λ_0=4,852pm; v=0,6c.

7.3.8. Unghiul de împrăştiere al fotonului în efectul Compton este **$\theta=90^0$**iar unghiul de deplasare al electronului de recul **$\theta=45^0$**. Determinați energia fotonului incident. R: 375keV.

7.4 Natura ondulatorie a microparticulelor.

7.4.1. Care trebuie să fie raportul vitezelor unui electron şi a unui proton pentru a avea aceeaşi lungime de undă de Broglie? Pentru ce raport al tensiunilor de accelerare se obține acest caz?

R: $v_e/v_p=U_e/U_p$=1838,4.

7.4.2. Un electron având viteza inițială **$v_0=10^6$m/s**, este accelerat sub tensiunea **U=30V**. Calculați variația lungimii de undă asociate.

R: $\Delta\lambda=-5{,}14\cdot10^{-10}$m.

7.4.3. Ce valoare are tensiunea de accelerare pentru a micşora lungimea de undă asociată unui electron de la **120pm** la **70pm**?

R: 203V.

7.4.4. Între doi electrozi aflați la distanța **d=10cm** se produce o descărcare electrică. Ştiind că tensiunea dintre electrozi este **U=100kV**, determinați:

a) viteza maximă a electronilor;

b) dependența de timp şi de distanța parcursă a lungimii de undă de Broglie a electronilor (se presupune că viteza inițială a electronilor este neglijabilă).

R: a) $1{,}32 \cdot 10^{8}$m/s; b) $\lambda=8{,}28 \cdot 10^{-21}/t$;

c) $\lambda=1{,}73 \cdot 10^{-12}/x$.

7.4.5. Un proton se mişcă pe traiectorie circulară într-un câmp magnetic uniform. Calculați lungimea de undă asociată dacă raza traiectoriei este **r=5cm** iar inducția magnetică **B=0,025T**.

R: $3{,}313 \cdot 10^{-12}$m.

7.4.6. Calculați lungimea de undă asociată electronilor dintr un nor electronic în care electronii se comportă ca atomii unui gaz ideal la temperatura **T=2000K** ($E_c=(3/2)k_B \cdot T$). R: $2{,}41 \cdot 10^{-9}$m.

7.4.7. Calculați lungimea de undă asociată unui proton a cărui energie cinetică este de 10 ori mai mare decât energia lei de repaus.

R: $1{,}2 \cdot 10^{-16}$m.

7.4.8. Constanta rețelei unui cristal de aluminiu este **0,2nm.** Într-o experiență de difracție s-au utilizat electroni accelerați la o tensiune **U=1kV**. Să se determine:

a) unghiul format de direcția razei incidente cu planele cristaline ale cristalului pentru a obține maximul de ordinul doi;

b) unghiul cu care trebuie rotit cristalul pentru a observa maximul de ordinul întâi;

c) unghiul cu care trebuie rotit cristalul în cazul punctului a) dacă este încălzit la **$t=500^0C$** (**$\alpha=2{,}3\cdot10^{-5}K^{-1}$**). R: a) $11^0 11'$; b) $5^0 07'$; c) $0^0 08'$.

7.4.9. Într-un experiment de difracție a electronilor maximul de ordinul patru se formează sub unghiul **$\theta=60^0$** față de direcția de mişcare a electronilor incidenți. Cunoscând energia cinetică a electronilor **$E_c=200eV$**, determinați distanța dintre planele cristaline corespunzătoare reflexiei date şi unghiul pe care aceste plane cristaline îl fac cu suprafața monocristalului.

R: $a=2\cdot10^{-10}m$; $\alpha=30^0$.

8. FIZICĂ ATOMICĂ.

8.1 Spectre atomice.

8.1.1. Calculați lungimile de undă minime din seriile Lyman şi Balmer ale atomului de hidrogen.

R: $\lambda_{Lmin}=91{,}7nm$; $\lambda_{Bmin}=367nm$.

8.1.2. Calculați lungimea de undă a celei de a doua linii din seria Paschen.

R: 1281nm.

8.1.3. Calculați lungimile de undă maximă şi minimă a liniilor spectrale ale atomului de hidrogen din regiunea vizibilă a spectrului.

R: $\lambda min=365nm$; $\lambda max=656nm$.

8.1.4. Exprimați cea mai mică lungime de undă din seria Balmer în funcție de cea mai mică lungime de undă din seria Lyman.

R: $\lambda_{Bmin=}$ 5,4λ_{Lmin}.

8.2 Modele ale atomului de hidrogen.

8.2.1. Particule alfa se ciocnesc cu nuclee de cupru, aflate în repaus. Ştiind că energia cinetică a particulelor este **E_0=5MeV** şi că energia particulelor deviate cu **180**° este mai mică cu **ΔE=1,1Mev,** calculați raportul maselor atomilor de cupru şi heliu.

R: M/m=16,88.

8.2.2. Două particule alfa se îndreaptă una spre cealaltă astfel încât în momentul în care se găsesc la distanța 10^{-} **m**, viteza lor este **v=10^{6}m/s** iar vectorul viteză

r=^{9}

formează unghiul **α=30^{0}**cu segmentul **r** pentru ambele particule (ca în figură). Determinați distanța minimă la care se apropie cele două particule.

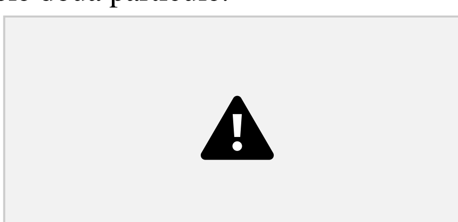


Figura 8.2.2.

R: r_{min}=1,84·10^{-13}m.