Rješenja zadataka iz ljetnog ispitnog roka iz Fizike 2
petak, 29. 06. 2012.

Zadaci

1. Uteg ovješen na oprugu zanemarive težine uzrokuje produljenje opruge za 9,9 cm. Kada se uteg malo otkloni iz ravnotežnog položaja u vertikalnom smjeru i pusti, on nastavlja prigušeno titrati. Koliki je period ovog titranja ako logaritamski dekrement prigušenog titranja iznosi 3,4 ?
(8 bodova)

Rješenje:

$mg = k\Delta x$
$\lambda=\delta T=3{,}4$
$\omega^2=\omega_0^2-\delta^2$

$$\frac{(2\pi)^2}{T^2}=\frac{(2\pi)^2}{T_0^2}-\left(\frac{\lambda}{T}\right)^2$$

$$\frac{1}{T^2}[(2\pi)^2+\lambda^2]=\frac{(2\pi)^2}{T_0^2}$$

$$\frac{1}{T^2}[(2\pi)^2+\lambda^2]=\frac{k}{m}=\frac{g}{\Delta x}$$

$$T=\sqrt{\frac{\Delta x}{g}}\sqrt{[(2\pi)^2+\lambda^2]}$$

$$T=\sqrt{\frac{0{,}099}{9{,}81}}\sqrt{[(2\pi)^2+3{,}4^2]}=0{,}718\ s$$

2. Istovremeno su na napetom užetu prisutna dva putujuća transverzalna vala koja imaju jednaku amplitudu koja iznosi 44 mm, jednaku frekvenciju i smjer širenja, ali među njima postoji pomak u fazi. Njihovom superpozicijom nastaje val amplitude 36 mm. Odredite pomak u fazi među valovima.
(6 bodova)

Rješenje:

$$s_1+s_2=A\sin(kx-\omega t)+A\sin(kx-\omega t+\phi)=2\mathrm{A}\cos\left(\frac{\phi}{2}\right)\sin\left(kx-\omega t+\frac{\phi}{2}\right)$$

koristili smo

$$\sin x+\sin y=2\sin\frac{x+y}{2}\cos\frac{x-y}{2}$$

$$2\cdot 44\mathrm{mm}\cos\frac{\phi}{2}=36\ mm$$

$$\cos\frac{\phi}{2}=0{,}409091$$

$$\phi=2{,}299\ rad=0{,}732\pi\ rad$$

3. Na solarne ćelije često se stavlja tanki prozirni film od SiO_2 (n_{SiO2} = 1,45) da bi se minimalizirali gubici refleksijom čime se povećava efikasnost ćelija. Za solarnu ćeliju od silicija (n_{Si} = 3,5) pronađite minimalnu debljinu filma SiO_2 tako da za valnu duljinu od 550 nm bude minimum u reflektiranoj svjetlosti. (Svjetlost pada okomito na film.)
(6 bodova)

Rješenje:

Budući da se radi o refleksiji na optičkim gušćim sredstvima (zrak -> SiO, pa SiO -> Si) uvjet za destruktivnu (minimum) inteferenciju će biti $(2k+1)=\lambda/2$ gdje je k cijeli broj. Optički put je $2n_{SiO}\,d$ gdje je d debljina filma.

$$2\,n_{SiO2}\,d=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$, što za $k=0$, daje d $\approx$ 95 nm

4. Slika dobivena konkavnim zrcalom četiri je puta manja od predmeta. Ako se predmet pomakne za 5 cm prema zrcalu, slika će biti dvaput manja od predmeta. Kolika je žarišna daljina zrcala?
(6 bodova)

Rješenje:

Prvi uvjet : $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$, $\frac{b}{a}=\frac{1}{4}$

Drugi uvjet : $\frac{1}{a'}+\frac{1}{b'}=\frac{1}{f}$, $\frac{b'}{a'}=\frac{1}{2}$, $a'=a-5$

Dobiju se dvije jednadžbe sa dvije nepoznanice:

$$\frac{1}{a}+\frac{4}{b}=\frac{1}{f} \qquad (1)$$
$$\frac{1}{a-5}+\frac{2}{a-5}=\frac{1}{f} \qquad (2)$$

Iz čega:
f = 2,5 cm.

5. Foton energije 4×10^{-14} J raspršuje se na mirnom elektronu. Nađite kut između smjera odbijenog elektrona i raspršenog fotona ako se valna duljina fotona promijenila za $1{,}5\times10^{-12}$ m.
(8 bodova)

Rješenje:

Ako s θ označimo kut raspršenog fotona, a s ϕ kut raspršenog elektrona, tada je traženi kut jednak:

$$\alpha = \theta + \phi.$$

Iz relacije za promjenu valne duljine kod Comptonovog raspršenja:

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos\theta),$$

gdje je $\lambda_C = h/(m_e c)$ Comptonova valna duljina elektrona, odredimo kut θ:

$$\theta = \arccos(1 - \Delta\lambda/\lambda_C).$$

Iz zakona očuvanja količine gibanja

$$\begin{aligned} p_\gamma &= p'_\gamma \cos\theta + p_e \cos\phi, \\ p'_\gamma \sin\theta &= p_e \sin\phi, \end{aligned}$$

slijedi

$$\tan\phi = \frac{\lambda \sin\theta}{\lambda' - \lambda\cos\theta},$$

odnosno

$$\alpha = 112{,}7^0.$$

6. Mjerenje aktivnosti uzorka radioaktivnog izotopa ${}^{14}_{6}C$ mase $5{,}9\times10^{-7}$g pokazalo je da postoji 10^5 raspada u sekundi. Odredite vrijeme poluraspada izotopa.
(6 bodova)

Rješenje:

Aktivnost radioaktivnog izvora dana je izrazom:

$$A = \lambda N$$

pri čemu je

$$\lambda = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}$$

te broj atoma u uzorku

$$N = \frac{N_A m}{M}$$

N_A je Avogadrov broj, M je molarna masa $M = 14$ g/mol.
Kombinacijom danih jednažbi slijedi izraz za vrijeme poluraspada:

$$\tau_{1/2} = \frac{m N_A \ln 2}{M A} = 5568\,\text{godina}$$