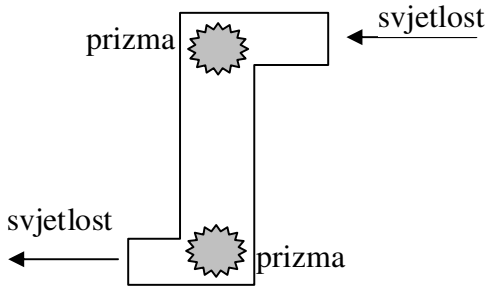
OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 2.2.2010.

Srednje škole - 4. skupina

1. zadatak (10 bodova)

Kad bi astronaut putovao brzinom 0,95c, mi na Zemlji bismo rekli da će do zvijezde Alpha Centauri koja je udaljena 4,2 svjetlosne godine on stići za 4,42 godine. Međutim, on tvrdi da to nije istina. Zašto? Koliko vremena traje navedenom brzinom to putovanje za astronauta? Koliku udaljenost od Zemlje do zvijezde mjeri astronaut koji tako putuje? c=3·10^{8}m/s.

2. zadatak (10 bodova)



Periskop podmornice koristi dvije trokutaste 45º-45º-90º prizme koje su postavljene tako da se potpuna refleksija odvija kod obje prizme na stranici koja priliježe uz kutove od 45º. Skiciraj putanju zrake svjetlosti i položaj prizmi u skladu s započetom slikom. Sve cijevi su uske i duge. Pokaži crtežom da li je slika uspravna ili obrnuta!

Ako nastane pukotina te se prostor oko donje prizme u periskopu ispuni vodom, koliki mora biti indeks loma prizme da bi periskop i dalje služio? Indeks loma vode je 1,33.

3. zadatak (10 bodova)

Kuglica se u trenutku t = 0 ispusti s visine 3m iznad tjemena konkavnog (udubljenog) zrcala čiji je polumjer zakrivljenosti 1m i koje je položeno horizontalno. Napiši izraz za položaj slike kuglice u vremenu! Napiši izraz za povećanje! U kojem trenutku se kuglica "sudari" sa svojom slikom i gdje, te koliki je tada omjer veličine slike i kuglice? Je li se kuglica sudarila s realnom ili virtualnom slikom? Možete li zamisliti još jedan sudar koji niste dobili rješavanjem jednadžbi?

4. zadatak (10 bodova)

Na površini CD-a urezano je mnogo jednoliko razmaknutih tankih tragova. Bijela svjetlost upada okomito na površinu CD-a. Uočeno je da se crvena zraka svjetlosti valne duljine 632 nm reflektira pod najmanjim kutom 23° s obzirom na površinu (najmanji kut različit od 0). Koliki je razmak među zarezima na CD-u? Pod kojim se još kutovima reflektira crvena svjetlost? Pod kojim najvećim kutom se reflektira plava svjetlost valne duljine 480 nm?

5. zadatak (10 bodova)

Elektron se giba kroz kristal tako da je pripadna valna duljina tog elektrona usporediva s razmakom među atomima u kristalu. Kolikom se brzinom mora gibati elektron tako da mu pripadna valna duljina bude 10^{-10}m? Masa elektrona je m_e=9,11·10^{-31}kg, a Planckova konstanta h=6,626·10^{-34}Js.

Ako je neodređenost brzine elektrona jednaka 1% od njegove brzine, kolikom najmanjom preciznošću mu možemo odrediti položaj?

Sad na sličan način promotri čovjeka (mase 60kg) koji se giba kroz šumu. Da bi mu bila izražena valna svojstva, valna duljina njegova gibanja trebala bi biti usporediva s karakterističnim duljinama. Kolikom brzinom on mora hodati da bi mu pripadna valna duljina bila 2m (usporediva s razmakom između drveća)?

Ako je neodređenost brzine čovjeka jednaka 1% njegove brzine, kolika mu je neodređenost položaja?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 2.2.2010.

Srednje škole - 4. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

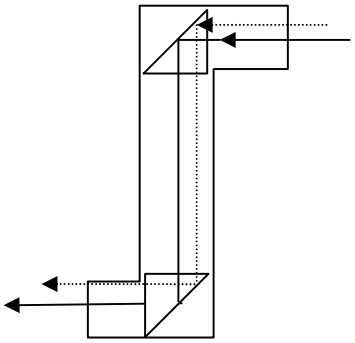
1. zadatak (10 bodova)

Promatrač na Zemlji izračunava vrijeme kao $t_0=d_0/v$=4,2svj.god./0,95c=4,42god. **(1 bod)**

Međutim, astronaut mjeri da je na Zemlji prošao dulji vremenski interval (dilatacija vremena), tj. astronautu je vlastiti vremenski interval kraći nego promatraču na Zemlji: $t = t_0\sqrt{1-v^2/c^2}$ = 0,312·4,42god. = 1,38god. **(5 bodova)**

Promatrač koji putuje brzinom 0,95c (astronaut) mjeri zbog kontrakcije duljine udaljenost $d = d_0\sqrt{1-v^2/c^2}$ = 0,312·d_0=1,31svj.god. **(4 boda)**

2. zadatak (10 bodova)



Položaj prizmi i put zrake prikazan je na slici. **(3 boda)**
Poredak zraka ostaje isti, pa je slika uspravna. **(2 boda)**
Granični kut loma iz stakla u medij smije biti najviše 45º, jer ako bi bio veći, onda se zraka koja upada pod 45º na graničnu plohu ne bi potpuno reflektirala. **(2 boda)**
Kad je oko prizme voda, za granični kut vrijedi $\sin\alpha_g=n_v/n_p$.
Stoga je $n_p>n_v/\sin\alpha_g$=1,88. **(3 boda)**

3. zadatak (10 bodova)

Iz jednadžbe za konkavno zrcalo $\frac{1}{x}+\frac{1}{x'}=\frac{2}{R}$, dobije se udaljenost slike od tjemena $x'=\frac{Rx}{2x-R}$, gdje je zadano R=1m. **(1 bod)**

Budući da se kuglica giba prema zrcalu jednoliko ubrzano, to je $x=d-\frac{gt^2}{2}$, gdje je d=3m zadana početna udaljenost iznad zrcala. **(1 bod)**

Slijedi $x'=\frac{R(d-gt^2/2)}{2d-gt^2-R}$. **(2 boda)**

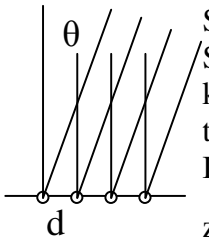
Povećanje je $\frac{x'}{x}=\frac{R}{2d-gt^2-R}$. **(1 bod)**

Uvjet sudara $x=x'$ daje x=x'=R=1 m (sudar je u središtu zakrivljenosti) **(1 bod)**

i trenutak sudara $t=\sqrt{\frac{2(d-R)}{g}}$=0,638 s. **(1 bod)**

Tu je veličina slike jednaka veličini kuglice. Kuglica se sudarila s realnom slikom. **(2 boda)**
Još jedan sudar kuglice bio bi u samom tjemenu zrcala sa svojom virtualnom slikom. **(1 bod)**

4. zadatak (10 bodova)



Slika + uočavanje difrakcije. **(2boda)**
Svjetlost se najintenzivnije reflektira pod kutem za koji se među susjednim zrakama, koje se razlikuju u putu za $d\sin\theta$, ostvari konstruktivna interferencija, **(1bod)**
to jest za $d\sin\theta = k\lambda$, gdje su k cijeli broj i λ valna duljina svjetlosti. **(1bod)**
Iz najmanjeg kuta (k=1) za crvenu svjetlost dobije se razmak među zarezima $d = \frac{\lambda}{\sin\theta}$=1,62μm. **(2boda)**

Ostali kutovi su dani sa $\sin\theta = k\frac{\lambda}{d}$ te je jedini sljedeći 51,4° za k=2. **(1bod)**

Za plavu svjetlost dobije se najveći mogući kut difrakcije za k=3 i iznosi θ=62,7°. **(3boda)**

5. zadatak (10 bodova)

Iz de'Broglieve relacije $\lambda = \frac{h}{p}$ dobije se brzina elektrona $v = \frac{h}{m_e\lambda}$ =7,27·10^{6}m/s. **(3boda)**

Uz Δv=7,27·10^{4}m/s i iz Heisenbergove relacije neodređenosti $\Delta x \Delta p \geq h/4\pi$ slijedi neodređenost položaja $\Delta x = \frac{h}{4\pi m_e \Delta v}$ = 7,96·10^{-10}m. **(3boda)**

Za gibanje čovjeka kroz šumu je $v = \frac{h}{m\lambda}$ =5,52·10^{-36}m/s. **(2boda)**

Uz Δv= 5,52·10^{-38}m/s slijedi neodređenost položaja čovjeka $\Delta x = \frac{h}{4\pi m \Delta v}$ = 15,9m. **(2boda)**