OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25.01.2012.
Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Spontanim raspadom jezgre ^{238}U nastaje alfa čestica kinetičke energije 4,2MeV. Alfa čestica je jezgra ^{4}He mase mirovanja $6{,}6\cdot10^{-27}$kg. Koliki je omjer kinetičke energije i energije mirovanja alfa čestice? Kolika je brzina alfa čestice? Za koliko postotaka se količina gibanja alfa čestice razlikuje od one kad bismo zanemarili relativističke efekte? $c=3\cdot10^{8}$ m/s, $e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C .

Zadatak 2 (10 bodova)

Plankonveksna leća postavljena je na ravnu staklenu površinu i obasjana odozgo monokromatskom svjetlošću valne duljine 573nm okomito na površinu leće i ploče. Polumjer drugog nastalog svijetlog Newtonovog prstena u reflektiranoj svjetlosti je 4mm. Koliki je polumjer zakrivljenosti leće? Koliki postaje polumjer drugog svijetlog prstena kada prostor između leće i ploče ispuni voda indeksa loma 1,333? Indeks loma stakla je 1,6.

Zadatak 3 (10 bodova)

Snop svjetlosti valne duljine 502nm upada okomito na optičku rešetku. Neposredno iza rešetke nalazi se konvergentna leća koja na zaslonu udaljenom 1m od leće daje difrakcijsku sliku. Maksimumi prvog reda na zaslonu međusobno su udaljeni 15,8cm. Koliko pukotina po cm ima ova rešetka? Koliko ukupno maksimuma ima na zaslonu? Koja je uloga leće?

Zadatak 4 (10 bodova)

Učitelj matematike dao ti je dio izglačane sferne plohe i rekao neka joj izmjeriš polumjer zakrivljenosti. Dok je on mislio na geometriju, ti se dovineš odrediti polumjer koristeći fizikalni eksperiment. Oštru sliku dobiješ kada je udaljenost predmeta i slike 12cm, i tada je slika 2 puta veća od predmeta. Koliki je polumjer ovog konkavnog zrcala? Drugi dan je ponovno donio dio sferne plohe i rekao neka eksperiment uradiš u vodi. Opet si dobio udaljenost predmeta i slike 12cm i povećanje 2. Koliki je polumjer zakrivljenosti ove nove konkavne plohe? Indeks loma vode je 1,333.

Zadatak 5 (10 bodova)

Na vodikov atom nalijeće foton valne duljine 1573nm. Energija osnovnog stanja elektrona u vodikovu atomu je -13,6eV. Iz kojeg najnižeg stanja taj foton može izbaciti elektron iz vodikova atoma na veliku udaljenost, te koliku kinetičku energiju i brzinu taj elektron ima nakon izbacivanja? $e=1{,}6\cdot10^{-19}$C, $h=6{,}626\cdot10^{-34}$Js, $c=3\cdot10^{8}$m/s, $m_e=9{,}11\cdot10^{-31}$kg.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25.01.2012.
RJEŠENJA - Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Omjer kinetičke energije i mase mirovanja je K/mc^2=6,72·10^{-13}J/5,94·10^{-10}J=0,00113. **(2 b.)**

Kinetička energija čestice mase mirovanja m i brzine v jest $K = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$. **(2 b.)**

Slijedi $v = c\sqrt{1-\left(\frac{mc^2}{K+mc^2}\right)^2} = 0{,}0475c = 1{,}43 \cdot 10^7\text{m/s}$, **(3 b.)**

Relativistička količina gibanja je $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = mv\frac{K+mc^2}{mc^2} = 1{,}00113mv$, što znači da je ona veća od nerelativističke za 0,113%. **(3 b.)**

Zadatak 2 (10 bodova)

Razlika optičkog puta dvije zrake u reflektiranoj svjetlosti je $\delta = 2h + \frac{\lambda}{2} = \frac{r_k^2}{R} + \frac{\lambda}{2}$, gdje je h visina između ploče i leće polumjera R na danoj udaljenosti r_k od središta, te je uključen skok u fazi zbog refleksije. **(2 b.)**

Za svijetli prsten $\delta = k\lambda$, pa je $r_k = \sqrt{R\lambda(k-\frac{1}{2})}$. **(2 b.)**

Iz zadanog polumjera drugog svijetlog prstena slijedi $R = \frac{2r_2^2}{3\lambda} = 18{,}6\text{m}$. **(2 b.)**

U slučaju vode između leće i ploče razlika optičkog puta je $2nh$ umjesto $2h$ pa slijedi $r'_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{n}(k-\frac{1}{2})}$, što znači da je $r'_k = \frac{1}{\sqrt{n}}r_k = 3{,}465\text{mm}$. **(4 b.)**

Zadatak 3 (10 bodova)

Maksimumi difrakcije na rešetki perioda d za valnu duljinu λ javljaju se pod kutovima θ za koje je $d\sin\theta=k\lambda$, gdje je k red difrakcije, dok možemo uzeti $\sin\theta=l/L$, gdje je l udaljenost maksimuma od središnjeg (nultog), a L udaljenost zaslona od rešetke/leće. **(3 b.)**

Zadano je $2l$=15,8cm, pa je $d=\lambda L/l$=6,354μm. Po 1cm ima 1574 pukotine. **(3 b.)**

Najviši red difrakcije je $k_{max}=d/\lambda$=12, pa ima ukupno 25 maksimuma. **(2 b.)**

Leća omogućuje da se zrakama preklope putanje kako bi mogle interferirati (ako bi bile paralelne, pitanje je gdje bi se susrele i dale interferencijsku sliku). **(2 b.)**

Zadatak 4 (10 bodova)

Za konkavno zrcalo je $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$, gdje su predmet na udaljenosti a od tjemena i slika na udaljenosti b od tjemena međusobno udaljeni b-a=12cm, uz b/a=2 zbog dvostrukog povećanja. **(5 b.)**

Rezultat je R=16cm. **(3 b.)**

Budući da se događa samo refleksija, indeks loma ne ulazi u jednadžbe, pa je rješenje neovisno o mediju, te se dobiva ista vrijednost polumjera za zadane podatke. **(2 b.)**

Zadatak 5 (10 bodova)

Zakon očuvanja energije za apsorpciju fotona energije $h\nu$ u vodikovu atomu stanja n i izbacivanje elektrona u slobodno stanje kinetičke energije K je $h\nu+E_n=K$, gdje je E_n=-13,6eV/n^2. **(2 b.)**

Granični n dobije se za K=0 pa iz hc/λ=13.6eV/n^2 slijedi n=4,14. Najniže stanje iz kojeg je moguće izbaciti elektron je stoga n=5. **(4 b.)**

Kinetička energija elektrona izbačena iz tog stanja je $K=hc/\lambda+E_5$=3,93·10^{-20}J, pa je brzina v=2,94·10^{5}m/s. **(4 b.)**