

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

19.-20. studeni 2020.

Srednje škole - 4. skupina

1. Elastični sudar neutrona n i neutralnog piona π^0 ima sljedeće zanimljivo svojstvo: U laboratorijskom sustavu gdje pion miruje, a neutron nalijeće na njega, neutron se ne može raspršiti pod kutom većim od $\theta_{\max} = 8.25^\circ$ u odnosu na početni smjer gibanja, neovisno o (relativističkoj) brzini kojom nalijeće na pion. Ako vam je poznata masa neutrona $m_n = 940 \text{ MeV}/c^2$, odredite masu neutralnog piona m_π (u istim mjernim jedinicama).

Uputa: za računanje ekstrema koristite derivacije.

[22 BODOVA]

2. Promotrite kvantnu česticu mase m koja se giba u jednoj dimenziji tako da su joj položaj i količina gibanja neodređeni prema Heisenbergovoj relaciji $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$. Odredite pri kojoj će minimalnoj neodređenosti u položaju, neodređenost u energiji čestice biti $\Delta E = mc^2$. Interpretirajte dobiveni rezultat. Prilikom računa možete pretpostaviti da je neodređenost u količini gibanja Δp usporediva sa samom vrijednošću p .

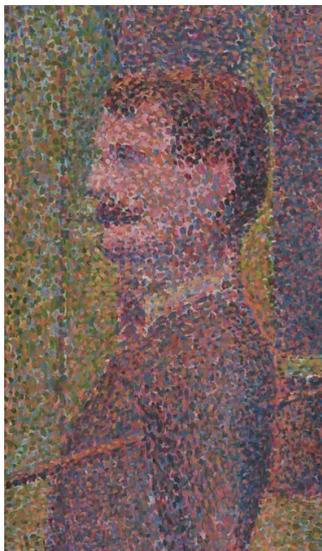
[14 BODOVA]

3. U krvotok osobe ubrizga se mala količina otopine koja sadrži radionuklid ^{24}Na vremena poluživota $T = 15 \text{ h}$. Ako je aktivnost (broj raspada u sekundi) ubrizganog radionuklida $A = 2000 \text{ s}^{-1}$, dok aktivnost uzorka krvi volumena $V' = 1 \text{ cm}^3$, uzetog $t = 5 \text{ h}$ nakon ubrizgavanja radionuklida, iznosi $A' = 16 \text{ min}^{-1}$, odredite ukupni volumen V ljudskog krvotoka.

[18 BODOVA]

4. Georges Seurat, čuveni francuski slikar postimpresionističkog doba, razvio je tehniku slikanja poznatu pod nazivom poentilizam. U toj se tehnici malim jasnim točkama (približnog promjera $d = 2 \text{ mm}$) osnovnih boja stvara dojam velikog broja sekundarnih i ostalih boja. Odredite s koje se minimalne udaljenosti L mora gledati ova slika kako se ne bi opazila njena zrnata struktura? Uzmite da je srednja valna duljina svjetlosti $\lambda = 500 \text{ nm}$, a promjer zjenice $D = 4 \text{ mm}$.

[16 BODOVA]



Detalj sa slike *Parade de cirque* (1887–88).