

1.a izpit iz Moderne fizike 1

13. december 2019

čas reševanja 90 minut

1. Nizkoenergijske mione z $v = 0$ in $m_\mu c^2 = 105$ MeV postavimo v homogeno električno polje $E = 1$ MV/m dolžine 210 m. Kolikšna je kinetična energija mionov ob izstopu? Tok mionov ob izhodu iz električnega polja je 1000/s, kolikšen je na detektorju, ki je od izstopa oddaljen 1 km? Razpadni čas miona je $2\mu\text{s}$.
2. Z uporabo načela nedoločenosti oceni energijo osnovnega stanja elektrona v 1D potencialu $V(x) = 2\kappa|x|$, kjer je $\kappa = 100$ eV/nm.
3. Na Zemlji opazujemo gibanje dveh vesoljskih ladij, ki se gibljeta v nasprotnih smereh, ena proti drugi. Začetna razdalja med njima je 1 svetlobni dan. Prva ladja se giblje s hitrostjo $v_1 = 0.5c$, druga pa s hitrostjo v_2 (merjeno na Zemlji). Druga ladja pošlje proti prvi radijski signal z oddajnikom, ki deluje pri 10 MHz. Določi hitrost v_2 , če na prvi ladji detektirajo radijski signal pri frekvenci 20 MHz. Kdaj se ladji srečata, merjeno po obeh ladijskih urah, ter kdaj po zemeljski uri? Ko se ladji srečata, druga ladja spremeni velikost in smer hitrosti, tako da se v sistemu Zemlje giblje pravokotno na prvo ladjo s hitrostjo $v_2 = 0.5c$. Kolikšna je hitrost ladje 2 v sistemu ladje 1?
4. Pokaži, da je prepustnost za elektrone z energijo $E < V_0$ v potencialu, ki ga prikazuje skica, enaka $T = 1/|p|^2$, kjer je $p = (1 + \gamma^2 \sinh^2 \kappa d)e^{i2\phi - ikd} + (\gamma^2 \sinh^2 \kappa d)e^{ikd}$, $\gamma = \frac{\kappa^2 + k^2}{2\kappa k}$, $k = \sqrt{2mE}/\hbar$, $\kappa = \sqrt{2m(V_0 - E)}/\hbar$. Kolikšna je lahko največja vrednost prepustnosti? Določi ϕ in izračunaj najmanjšo možno energijo E elektrona, pri kateri je prepustnost T največja v limiti $V_0 \rightarrow \infty$.

Namig: matrika za prehod preko potencialnega skoka iz območja II. v I. je

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \end{pmatrix} = M_s \cdot \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cosh \kappa d + i\delta \sinh \kappa d & i\gamma \sinh \kappa d \\ -i\gamma \sinh \kappa d & \cosh \kappa d - i\delta \sinh \kappa d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \end{pmatrix},$$

kjer je $\delta = \frac{\kappa^2 - k^2}{2\kappa k}$.

