

1. POPRAVNI KOLOKVIJ IZ FIZIKE II  
15. 6. 2009

1. Delec z mirovno maso  $m_1 = 140 \text{ MeV}/c^2$  trči s kinetično energijo  $T_1 = 600 \text{ MeV}$  v mirujoč delec z mirovno maso  $m_2 = 300 \text{ MeV}/c^2$ . Po trku nastanejo trije delci. V detektorju zaznamo enega po kotom  $\theta_3 = 60^\circ$  s kinetično energijo  $T_3 = 200 \text{ MeV}$  in mirovno maso  $m_3 = 140 \text{ MeV}/c^2$ , drugega pa pod kotom  $\theta_4 = -30^\circ$  s kinetično energijo  $T_4 = 130 \text{ MeV}$  in mirovno maso  $m_4 = 140 \text{ MeV}/c^2$ . V kateri smeri je odletel tretji delec po trku, ter kolikšna je njegova mirovna masa in kinetična energija?
2. Stanje delca v neskončni potencialni jami pripravimo v superpoziciji dveh zaporednih lastnih stanj,  $\psi(t=0) = c_n\psi_n + c_{n+1}\psi_{n+1}$ . Kateri dve stanji moramo izbrati, da bo časovna perioda, s katero se bo spreminjala pričakovana vrednost koordinate, enaka  $2.5 \cdot 10^{-16} \text{ s}$ ? Kolikšna morata biti  $c_1$  in  $c_2$ , da bo na začetku pričakovana vrednost minimalna in kolikšna je v tem primeru amplituda nihanja pričakovane vrednosti koordinate? Širina jame je  $a = 1 \text{ nm}$ , lastna masa delca je  $0.51 \text{ MeV}/c^2$ ,  $\langle n|x|m \rangle = 4a[-1 + (-1)^{n+m}]mn/[\pi^2(m^2 - n^2)^2]$ , če je  $|n\rangle$   $n$ -to lastno stanje.
3. Vodikov atom je v stanju

$$\psi(r, \theta, \phi) = C \left( 4\psi_{100} + 3\psi_{211} - 4\psi_{210} + \sqrt{10}\psi_{21-1} \right),$$

kjer so  $\psi_{nlm}$  ustrezne lastne funkcije

$$\begin{aligned} \psi_{100} &= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{r_B} \right)^{3/2} e^{-r/r_B}, \\ \psi_{210} &= \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left( \frac{1}{r_B} \right)^{3/2} \frac{r}{r_B} e^{-r/2r_B} \cos \theta, \\ \psi_{21\pm 1} &= \frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{r_B} \right)^{3/2} \frac{r}{r_B} e^{-r/2r_B} \sin \theta e^{\pm i\phi}. \end{aligned}$$

Izračunaj pričakovano vrednost energije,  $L^2$  in  $L_z$  v stanju  $\psi$ !

4. V germaniju, ki je dopiran z arzenom, je gostota elektronov v prevodnem pasu  $10^9$  krat večja kot gostota vrzeli v valenčnem pasu. Kolikšna je koncentracija dopantov? Temperatura je  $300 \text{ K}$ , širina energijske reže v germaniju je  $0.67 \text{ eV}$ , efektivna masa elektronov je  $0.56$ , vrzeli pa  $0.35$  mase elektrona, donorski nivoji arzena pa so  $12.7 \text{ meV}$  pod vrhom reže.