

1. kolokvij iz Moderne fizike 1

15. december 2017

čas reševanja 90 minut

1. Elektron v neskončni potencialni jami širine 0,4 nm opisuje valovna funkcija $\psi = 4i\psi_2 + 3\psi_3$, ki je linearna kombinacija prvega in drugega vzbujenega stanja. Normaliziraj valovno funkcijo ψ in poišči ortogonalno stanje ψ_\perp , sestavljenega iz ψ_2 in ψ_3 . Izračunaj pričakovano vrednost energije za obe stanji.
2. Najmanj kolikšno energijo morajo imeti visokoenergijski kozmični anti-nevtrini $\bar{\nu}$, da na kozmičnem nevtrinskem ozadju $C\nu B$ s temperaturo $T_{C\nu B} = 1,95$ K tvorijo delec Z z maso $M_Z c^2 = 90$ GeV preko reakcije

$$\bar{\nu} + \nu_{C\nu B} \rightarrow Z?$$

Kinetična energija nevtrinov s temperaturo $T_{C\nu B}$ je enaka $T_\nu = \frac{3}{2}kT_{C\nu B}$, kjer je $k = 9 \times 10^{-5}$ eV/K. Za maso nevtrina vzemi $m_\nu c^2 = 0,05$ eV.

3. Na razdalji 130 milijonov svetlobnih let je združitev dveh nevtronskih zvezd sprožilo signal gravitacijskih valov s frekvenco 50 Hz in gama žarkov z energijo 200 keV, izmerjeno na Zemlji. S kolikšno hitrostjo in v katero smer se premika sistem zvezd, če je bila energija izsevanega fotona 100 keV? S kolikšno hitrostjo bi morala potoovati vesoljska ladja, ki odpotuje po prejemu signala, da bi do zvezd prišla v 130000 letih, merjeno na ladji? Kolikšno frekvenco gravitacijskih valov bi zaznali na ladji? Predpostavi, da se obe valovanji širita z $v = c$ na zveznici z Zemljo.
4. S pomočjo načela nedoločenosti oceni za koliko se nedoločenost lege δx ter energija E osnovnega stanja elektrona, ki se nahaja v sinusnem potencialu

$$V = \frac{1}{2}ka^2 \sin^2(x/a)$$

razlikuje od nedoločenosti lege δx_0 ter energije E_0 osnovnega stanja elektrona v harmonskem potencialu $V_0 = \frac{1}{2}kx^2$, kjer je $k = 50$ eV/nm² in $a = 0,4$ nm. Namig: Izračunaj najprej nedoločenost lege δx_0 ter energijo E_0 in išči rešitev za sinusni potencial z nastavkom $\delta x = \delta x_0 + \delta$ ter $E = E_0 + \Delta$ in privzemi, da je popravek majhen.