

## Pismeni ispit iz KVANTNE FIZIKE

(nastavnički smjerovi fizike, fizike-informatike i matematike-fizike)

14. srpnja 2015.

1. Pretpostavite da u pozitroniju postoji samo Coulombovo međudjelovanje, te da je nerelativistička aproksimacija dobra.
  - a) Kako dozvoljene energetske razine ( $E_n$ ) pozitronija ovise o glavnom kvantnom broju  $n$  i samo jednoj jedinstvenoj konstanti  $K$ ? To jest, napišite formulu  $E_n = f(n, K) = ?$
  - b) Ne morate izraziti tu konstantu  $K$  preko osnovnih prirodnih konstanti relevantnih za pozitronij, ali svakako napišite njenu numeričku vrijednost u elektron-voltima.
  - c) Može li pozitronij emitirati ili apsorbirati vidljivu svjetlost? Usporedi s vodikovim atomom, konkretno sa rubnim linijama Lymanove i Balmerove serije.
2. Ako elektron, mion i  $\tau$ -lepton imaju kinetičku energiju
  - a)  $T = 50$  eV b)  $T = 200$  eVnađite njihove de Broglieove i Comptonove valne duljine. Također odredite Bohrove radijuse za vezana stanja čestica-antičestica prethodno navedenih leptona ( $e$ ,  $\mu$ ,  $\tau$ ). (Pomoć: mion je 207, a  $\tau$ -lepton 3477 puta masivniji od elektrona.)
3. Čestica mase  $m$  upada na jednodimenzionalnu pravokutnu barijeru visine  $V_0$ . Ako je energija čestice  $3V_0/2$  pronađi najmanju širinu barijere  $a_{min}$  za koju je koeficijent transmisije jednak 1.
4. Mjerenje na nekom kvantnom sistemu je našlo iznos impulsa vrtnje  $L = 2.28 \cdot 10^{-15}$  eV-sec  $= 3.653 \cdot 10^{-34}$  J-sec. (Uputa: prisjetite se oblika i raspona mogućih svojstvenih vrijednosti  $L^2$  i  $L_z$ .)
  - a) Navedite sve moguće vrijednosti orbitalnih i azimutalnih kvantnih brojeva ( $l$  i  $m$ ).

- b) Koje su rotacione energije moguće, i koliko iznose, ako taj kvantni sistem ima moment inercije veličine  $I = 2.66 \cdot 10^{-47} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ?
- c) Pretpostavimo da su s neisčezavajućom vjerojatnosti zastupljene jedino vrijednosti tih kvantnih brojeva koje su maksimalne po modulu (apsolutnoj vrijednosti). Pod pretpostavkom da su te vjerojatnosti iste, napišite kutno ovisnu valnu funkciju  $\varphi(\theta, \phi)$  pomoću svojstvenih funkcija impulsa vrtnje. Konačno, normirajte  $\varphi(\theta, \phi)$  na jedinicu.

*Kornelija Passek-Kumerički*