

# 1. POPRAVNI KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE 1

24. 2. 2012

1. Enkrat nabiti relativistični delci se v magnetnem polju z gostoto 1 T gibljejo po krožnici s polmerom 2.7 m. Ti delci pri trkih s snovjo izgubljajo energijo, tako da imajo po določenem času le še hitrost  $v_2 = 0.6c$ , in tedaj se gibljejo po krožnici s polmerom 0.34 m. Izračunaj mirovno maso delcev in njihovo kinetično energijo pred izgubo in po izgubi energije.
2. Dve vesoljski ladji se približujeta druga drugi. Za mirujočega opazovalca ima prva hitrost  $v = 0.6c$  v levo, druga pa  $0.6c$  v desno. Ko je razdalja med ladjama  $a$ , merjeno v mirujočem sistemu, oddajo iz prve ladje radijsko valovanje s frekvenco  $\nu$  (merjeno na ladji). To se odbije od druge ladje, in potuje nazaj proti prvi ladji. Kolikšna je frekvenca sprejetega valovanja? Kolikšna je ob sprejemu razdalja med ladjama?
3. Množica elektronov (mirovna masa  $0.511 \text{ MeV}/c^2$ ) v harmonskem potencialu s konstanto vzmeti  $400 \text{ N/m}$  z dipolnimi električnimi prehodi prehaja v osnovno stanje. Kolikšna bi morala biti širina neskončne potencialne jame, da bi imeli v njej prehodi iz prvega vzbujenega stanja v osnovno stanje natanko enako verjetnost za razpad na časovno enoto kot ustrezni prehodi v harmonskem oscilatorju? Valovni funkciji za osnovno in vzbujeno stanje v harmonskem oscilatorju sta

$$\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{1/4} e^{-m\omega x^2/2\hbar}, \quad \psi_1(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{1/4} e^{-m\omega x^2/2\hbar} \sqrt{\frac{2m\omega}{\hbar}} x.$$

4. Elektron v vodikovem atomu ob času  $t = 0$  opiše valovna funkcija

$$\Psi = \frac{1}{\sqrt{10}}(\psi_{211} + 3i\psi_{100}),$$

kjer so  $\psi_{nlm}$  normirane lastne funkcije. Kako se pričakovana vrednost komponente vrtilne količine v smeri osi  $z$ ,  $\langle \Psi(t) | l_z | \Psi(t) \rangle$ , spreminja s časom? Ob času  $t$  izvedemo meritev  $z$  komponente vrtilne količine in energije elektrona. Kakšne nabore parov izmerjenih vrednosti  $l_z$  in  $E$  v danem poizkusu lahko dobimo, in s kolikšnimi verjetnostmi? Pripomoček:

$$R_{10} = 2 \exp(-r/r_B)/r_B^{3/2}, \quad R_{21} = \frac{1}{\sqrt{3}(2r_B)^{3/2}} \frac{r}{r_B} \exp(-r/(2r_B)),$$

in

$$Y_0^0 = \sqrt{\frac{1}{4\pi}}, \quad Y_1^1 = -\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \theta e^{i\phi}.$$