

## 2. izpit iz Moderne fizike 1

8. julij 2020

*čas reševanja 90 minut*

1. Curek pionov usmerimo na tanko tarčo, ki jo opišemo s pravokotno plastjo širine 0,1 nm. Določi višino plasti, če je odbojnost curka prvič enaka nič, ko je energija pionov enaka 0,25 eV. Pri kateri energiji nastopi drugi minimum, ko odbojnost ponovno pade na nič? Za maso piona vzemi  $140 \text{ MeV}/c^2$ .
2. Atom vodika pripravimo v stanju  $n = 3$ ,  $l = 1$ . Atom z izsevanjem enega fotona preide v nižje energijsko stanje. Določi možne valovne dolžine izsevanega fotona, če privzameš, da so dovoljeni zgolj dipolni prehodi. Kolikšne pa so možne valovne dolžine izsevanega fotona, če se atom nahaja v močnem homogenem magnetnem polju z jakostjo  $B = 5 \text{ T}$ ?
3. Zgraditi želimo mionski trkalnik z uporabo magnetov z gostoto magnetnega polja 10 T in polmerom 1 km. Določi kinetično energijo mionov in relativistični faktor  $\gamma$ . Koliko obhodov napravi mion v eni sekundi in koliko časa preteče v sistemu trkalnika, dokler ne razpade polovica začetnega števila mionov? Masa miona je  $m_\mu c^2 \simeq 100 \text{ MeV}$ , lastni razpadni čas pa  $\tau_\mu \simeq 2 \mu\text{s}$ .
4. Elektron v neskončni enodimenzionalni potencialni jami širine 0,4 nm ob času  $t = 0$  opisuje valovna funkcija  $\psi = (\sqrt{7}\psi_1 + i\psi_3)$ , ki je linearna kombinacija osnovnega in drugega vzbujenega stanja. Normiraj valovno funkcijo in izračunaj povprečno vrednost energije. Izračunaj produkt nedoločenosti gibalne količine in nedoločenosti pozicije  $\langle \delta x \rangle \langle \delta p \rangle$  ob  $t = 0$ . Ali se  $\langle \delta x \rangle$  in  $\langle \delta p \rangle$  spreminjata s časom? Odgovor utemelji z računom. Namig: izberi izhodišče koordinatnega sistema na sredini jame in upoštevaj

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} x^2 \cos((2n+1)x)^2 dx = \frac{\pi^3}{24} - \frac{\pi}{(2+4n)^2},$$

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} x^2 \cos((2n+1)x) \cos((2m+1)x) dx = \frac{(-1)^{m+n}(1+2m)(1+2n)\pi}{4(m-n)^2(1+m+n)^2}$$