

## 2. izpit iz Moderne fizike 1

14. maj 2021

*čas reševanja 90 minut*

1. Stanje delca v 3D opišemo z valovno funkcijo  $\psi(r) = Ne^{-\alpha r}$ , kjer je  $r$  radialna razdalja,  $N$  normalizacijska konstanta in  $\alpha$  znan parameter.
  - (a) Izračunaj  $N$ .
  - (b) Izračunaj pričakovane vrednosti  $\langle \vec{r} \rangle$ ,  $\langle r \rangle$  in  $\langle r^2 \rangle$  v tem stanju.
  - (c) Kolikšni sta nedoločenosti  $(\Delta \vec{r})^2$  in  $(\Delta r)^2$ ?
2. Na mirujočo protonsko tarčo usmerimo curek elektronov s spremenljivo kinetično energijo.
  - (a) Določi vrednost energije, pri kateri poleg začetnih delcev v končnem stanju, ustvarimo delec  $X$  z maso 4 GeV:  $e^-p \rightarrow e^-pX$ !
  - (b) Energijo vpadnega elektrona nastavimo na precej višjo vrednost in opazujemo dogodke, kjer vsi trije končni delci odletijo vzdolž smeri vpadnega curka in kjer sta gibalni količini  $cp_e$  in  $cp_p$  precej večji od mirovnih mas delcev, kar pa ne velja za delec  $X$ . Izračunaj  $E_X$  za tak primer!
3. Molekulo vodika  $H_2$  opišemo kot rotator, sestavljen iz dveh atomov vodika na razdalji  $r_0 = 0.074$  nm.
  - (a) Koliko znašajo energije prvih treh vzbujenih stanj rotacije, če privzamemo, da je  $H_2$  toga molekula?
  - (b) Pri natančnejšem računu upoštevamo, da molekula ni toga, pač pa je potencialna energija med atomoma enaka  $U(r) = \frac{1}{2}k(r - r_0)^2$ , kjer je  $k = 3200$  eV nm<sup>-2</sup>. Koliko odstotkov znašajo popravki k energijam iz točke (a) zaradi centrifugalne distorzije? *Namig:* privzemi, da so popravki majhni.
4. Atom vodika pripravimo v stanju z  $n = 2, l = 1$  in  $\langle s_z \rangle = -\hbar/2$ . Z dipolnim sevalnim prehodom ga vzbudimo v stanje z  $n = 3$ , ki je linearna kombinacija lastnih stanj, ortogonalnih na  $\psi_{n=3, l=0, m_l=0}$  in  $\psi_{m=3, l=2, m_l=\pm 1}$ . Pri vseh meritvah  $l_z$  na vzbujenem stanju vedno izmerimo le dve različni vrednosti, z nasprotnim predznakom. Določi linearno superpozicijo možnih stanj ter  $\langle l^2 \rangle$ . Sedaj vključimo močno magnetno polje 10 T, ter izmerimo, da se povprečna energija vzbujenega stanja poveča za 0.3 meV. Določi razmerja intenzitet opaženih spektralnih črt!