

1. izpit iz Moderne fizike 1

13. februar 2017

čas reševanja 90 minut

1. Mione z maso $105 \text{ MeV}/c^2$ in lastnim razpadnim časom $\tau_\mu = 2 \mu\text{s}$ pospešimo z napetostjo 2 GV v prečno magnetno polje velikosti $B = 5 \text{ T}$. Kolikšen je polmer po katerem krožijo mioni? Koliko jih bo ostalo v takšnem pospeševalniku po 0,1 ms, če jih ob $t = 0$ vstopi $N_\mu = 10^6$? Za koliko se spremeni velikost eksperimenta (polmer obroča) in število preostalih delcev, če namesto mionov vzamemo nabite pione z maso $140 \text{ MeV}/c^2$ in razpadnim časom $\tau_\pi = 0,03 \mu\text{s}$?
2. a.) Elektron v neskončni enodimenzionalni potencialni jami širine 0,4 nm opisuje valovna funkcija $\psi \propto (2\psi_1 + i\psi_2)$, ki je linearna kombinacija osnovnega in prvega vzbujenega stanja. Izračunaj povprečno vrednost energije ter povprečno vrednost operatorja gibalne količine. b.) Kolikšna je energija osnovnega stanja sistema treh elektronov v potencialni jami? Pri tem zanemari elektrostatsko interakcijo med elektroni, upoštevaj pa Paulijevo izključitveno načelo.
3. V eksperimentu večkrat ponovimo isto meritev. Najprej pripravimo vodikov atom v stanju ψ_{n,l,m_l,m_s} , vedno z istimi kvantnimi števili, nato merimo energijo izsevanih fotonov. Pri meritvi sevalnega prehoda opazimo, da atom vedno izseva najprej foton z valovno dolžino 656,10 nm. Poskus ponovimo v močnem homogenem magnetnem polju, kjer je valovna dolžina izsevanega fotona vedno 656,00 nm. Kolikšne so lahko (glede na meritev) vrednosti kvantnih števil n, l, m_l, m_s ? Kolikšno magnetno polje B smo uporabili v eksperimentu?
4. Predpostavimo, da dvoatomno molekulo He_2 opišemo z Lennard-Jones potencialom

$$V = V_0 \left(\left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - 2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right), \quad r_0 = 10 \text{ nm}, \quad V_0 = 10^{-5} \text{ eV}.$$

Ali bi bila takšna molekula stabilna, če upoštevamo prispevek nihajne energije? Kolikšna je največja vrednost kvantnega števila l preden molekula razpade?

Namig: Poišči razdaljo med molekulama, pri kateri je potencial minimalen in razvij V do drugega reda okrog te vrednosti.