

# 1a. izpit iz Moderne fizike 1

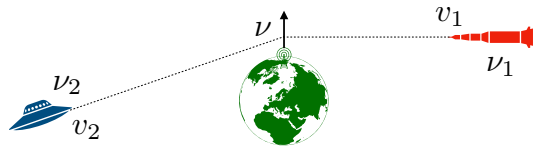
15. december 2021

*čas reševanja 90 minut*

1. Pion z mirovno maso  $135 \text{ MeV}/c^2$  in kinetično energijo  $200 \text{ MeV}$  v letu razpade na dva fotona,  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ . Določi maksimalno (minimalno) energijo posameznega fotona.
2. Delec v enodimenzionalni neskončni potencialni jami širine  $L$  opiše valovna funkcija

$$\psi(x) = N (x^2 - Lx) .$$

- (a) Določi normalizacijsko konstanto  $N$ .
- (b) Izračunaj pričakovane vrednosti lege in njenega kvadrata,  $\langle x \rangle$  in  $\langle x^2 \rangle$ .
- (c) Izračunaj pričakovane vrednosti gibalne količine in njenega kvadrata,  $\langle p \rangle$  in  $\langle p^2 \rangle$ .
- (d) Kolikšen je produkt nedoločenosti lege in gibalne količine,  $\delta x \delta p$ ?
- (e) Izračunaj pričakovano vrednost energije  $\langle E \rangle$ .



3. Vesoljski ladji se približujeta Zemlji z razdalje enega svetlobnega leta. Z Zemlje pošljamo signale s frekvenco  $\nu$  pod kotom  $90^\circ$  glede na prvo ladjo, ki izmeri  $\nu_1$ . Na krovu 2. ladje, ki potuje s hitrostjo  $v_2 = (4/\sqrt{21})v_1$ , izmerijo frekvenco  $\nu_2$  pod kotom  $90^\circ$ . Ladji se srečata na Zemlji in ugotovita, da je  $\nu_2 = (1/2)\nu_1$ . Kolikšni sta hitrosti posameznih ladij glede na Zemljo? Določi čas, ki ga izmerijo na posamezni ladji za pot od začetne točke do Zemlje.
4. Delec postavimo v harmonski potencial  $V = m\omega^2 x^2/2$  in napravimo veliko meritev. Izmerjene energije pri posamezni meritvi so  $(1/2)\hbar\omega < E_i < (7/2)\hbar\omega, \forall i$ , torej ne izmerimo niti  $(1/2)\hbar\omega$ , niti  $(7/2)\hbar\omega$ . Izmerimo pa povprečji  $\langle E \rangle = (11/6)\hbar\omega$  in  $\langle x \rangle = \sqrt{(2/3)\hbar/(m\omega)}$ . Določi časovni razvoj valovne funkcije in napovej  $\langle x^2 \rangle$ ! Bodi pozoren, da so lahko koeficienti razvoja valovne funkcije v splošnem kompleksni in upoštevaj  $\hat{x} \psi_n = \sqrt{\hbar/(2m\omega)} (\sqrt{n+1} \psi_{n+1} + \sqrt{n} \psi_{n-1})$ .