

2. kolokvij

KVANTNA FIZIKA

(nastavnički smjerovi fizike, fizike-informatike i fizike-matematike)

23. lipnja 2015.

Zadaci

1. Elektroni energije $1.6 \cdot 10^{-17}$ J nalijeću na pravokutnu barijeru visine 90 eV. Dvije trećine čestica se reflektira. Koja je širina barijere?
2. Pokaži da se energija harmoničkog oscilatora u stanju s kvantnim brojem n može napisati u obliku
$$E_n = m\omega^2 \langle x^2 \rangle .$$
3. Na nekom kvantnomehničkom sistemu mjeri se kut između vektora angularnog momenta L i neke proizvoljno odabrane osi u prostoru. Nakon velikog broja mjerenja pokaže se da je minimalna vrijednost tog kuta 24.1° . Koliki je angularni moment L ovog sistema?
4. Za vodikov atom u osnovnom stanju, izračunajte vjerojatnost pronalaženja elektrona između dvije sfere sa polumjerima $r = 1.00 a_0$ i $r = 1.01 a_0$, gdje je a_0 Bohrov radijus.

Teorija

1. Pretpostavimo da se čestica mase m giba u 1-dim prostoru i da osjeća potencijal

$$V(x) = \begin{cases} \infty & x \leq 0, \\ 0 & 0 < x < L, \\ \infty & x \geq L. \end{cases}$$

- a) Nađite rješenja $\varphi_n(x)$ vremenski neovisne Schrödingerove jednadžbe i odgovarajuće energije E_n .
- b) Kako glasi tome odgovarajuće rješenje vremenski ovisne Schrödingerove jednadžbe $\psi_n(x, t)$?
- c) Pretpostavimo da se čestica nalazi u stanju opisanom valnom funkcijom

$$\psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_2(x, t) + \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_3(x, t).$$

Je li to stanje svojstvene (vlastite) energije? Dokažite.

- d) Je li to stacionarno stanje? Pokažite.
- e) Je li to stanje normirano na 1? Pokažite.
- f) Da li je to stanje svojstveno stanje operatora pariteta? Pokažite.
2. Neka se molekula nalazi u osnovnom stanju elektronskih i vibracionih stupnjeva slobode, a u rotacionom stanju s valnom funkcijom

$$\varphi(\theta, \phi) = A(\sin \theta)^2 \sin 2\phi.$$

- a) Nađi koeficijente a_{lm} razvoja te funkcije u kompleksne funkcije $Y_l^m(\theta, \phi)$

$$\varphi(\theta, \phi) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{|m| \leq l} a_{lm} Y_l^m(\theta, \phi).$$

Uputa: koristite tabelu s kuglinim funkcijama.

- b) Koje vrijednosti L^2 i L_z može naći mjerenje u tom stanju i s kojim vjerojatnostima?
- c) Koliko iznosi konstanta normiranja A ako je ta valna funkcija normirana na jedinicu?

Kornelija Passek-Kumerički