

Mechanika kwantowa. Zestaw 1. Rachunek zaburzeń bez czasu.

Z1.1. Wyznaczyć poprawkę pierwszego rzędu do energii dowolnego stanu stacjonarnego, jeżeli cząstka porusza się w nieskończenie głębokiej studni potencjału

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x \in \langle 0, a \rangle, \\ \infty, & \text{w p.p.}, \end{cases}$$

przy zaburzeniu

$$V(x) = \begin{cases} V_0, & x \in \langle 0, a \rangle, \\ 0, & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Z1.2. Wyznaczyć poprawki pierwszego i drugiego rzędu do energii płaskiego rotatora o masie μ , promieniu a i momencie dipolowym $\vec{d}$ równoległym do osi rotatora po umieszczeniu go w stałym, jednorodnym polu elektrycznym $\vec{\mathcal{E}}$, leżącym w płaszczyźnie rotatora.

Z1.3. Wyznaczyć poprawki pierwszego i drugiego rzędu do energii stanu podstawowego przestrzennego rotatora o masie μ , promieniu a i momencie dipolowym $\vec{d}$ równoległym do osi rotatora po umieszczeniu go w stałym, jednorodnym polu elektrycznym $\vec{\mathcal{E}}$.

Z1.4. Wyznaczyć poprawki pierwszego i drugiego rzędu do energii jednowymiarowego oscylatora harmonicznego o masie μ , częstości ω i ładunku e , umieszczonego w stałym, jednorodnym polu elektrycznym $\vec{\mathcal{E}}$.

Z1.5. Wyznaczyć poprawki pierwszego i drugiego rzędu do energii jednowymiarowego oscylatora harmonicznego o masie μ i częstości ω pod wpływem zaburzenia

$$V(x) = V_1 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + V_2 \left(\frac{x}{l}\right)^4, \quad V_1 > 0, V_2 > 0, \quad l = \sqrt{\frac{\hbar}{m\mu}}.$$

Z1.6. Wyznaczyć poprawki pierwszego i drugiego rzędu do energii stanu podstawowego i pierwszego stanu wzbudzonego dwuwymiarowego oscylatora harmonicznego o masie μ i częstości ω pod wpływem zaburzenia

$$V(x, y) = V_1 \left(\frac{x}{l}\right)^2 \left(\frac{y}{l}\right)^2, \quad V_1 > 0, \quad l = \sqrt{\frac{\hbar}{m\mu}}.$$

Z1.7. Wyznaczyć poprawkę pierwszego rzędu do energii stanu podstawowego atomu wodoru, traktując jądro jako sferę o promieniu R , naładowaną jednorodnie dodatnim ładunkiem powierzchniowym $|e|$.

Z1.8. Wyznaczyć poprawkę pierwszego rzędu do energii stanu podstawowego i pierwszego stanu wzbudzonego atomu wodoru, traktując jądro jako kulę o promieniu R , naładowaną jednorodnie dodatnim ładunkiem objętościowym $|e|$.

Z1.9 (P). Obliczyć w rachunku zaburzeń energię stanu podstawowego atomu helu (dwuelektronowego), traktując oddziaływanie Coulombowskie między elektronami jako zaburzenie. Ograniczyć się do pierwszego rzędu rachunku zaburzeń.

Z1.10 (P). *Cząsteczka wodoru.* Obliczyć energię oddziaływania dwóch atomów wodoru, oddległych o R , znajdujących się w stanach podstawowych. Jako zaburzenie należy przyjąć sumę energii wzajemnego oddziaływania jąder atomowych (oddległych od siebie o $R_{a,b}$), energii wzajemnego oddziaływania elektronów (oddległych od siebie o $r_{1,2}$) i energii oddziaływania każdego elektronu z jądrem drugiego atomu wodoru (oddległości wynoszą $r_{1,b}$, $r_{2,a}$),

$$V = \frac{e^2}{R_{a,b}} + \frac{e^2}{r_{1,2}} - \frac{e^2}{r_{1,b}} - \frac{e^2}{r_{2,a}}.$$

Z1.11 (P). *Zjawisko Starka w atomie wodoru.* Obliczyć rozszczepienie poziomów energetycznych stanu podstawowego i pierwszego stanu wzbudzonego atomu wodoru, umieszczonego w stałym, jednorodnym polu elektrycznym $\vec{\mathcal{E}}$. Ograniczyć się do pierwszego rzędu rachunku zaburzeń.