Drugie kolokwium z mechaniki kwantowej I

8 stycznia 2005 r.

Brak obliczeń pośrednich, uzasadnień i dyskusji wyników spowoduje istotne obniżenie oceny.

Zadanie 1 (5 pkt.)

Przy użyciu metody wariacyjnej wyznaczyć najlepszą górną granicę na energię stanu podstawowego deuteronu, przyjmując potencjał oddziaływania neutronu i protonu w postaci $V(r) = -V_0 e^{-\frac{r}{a}}$ i unormowaną funkcję próbną $\psi = \sqrt{\frac{\lambda^3}{8\pi a^3}} e^{-\frac{\lambda r}{2a}}$ (V_0, a i λ - stałe dodatnie). Obliczenia wykonać dla $\frac{\mu V_0 a^2}{\hbar^2} = \frac{4}{3}$ (rozwiązanie dla λ jest wtedy jedną z małych liczb naturalnych, μ - masa zredukowana dla neutronu i protonu).

Zadanie 2 (5 pkt.)

Wyznaczyć z dokładnością do drugiego rzędu rachunku zaburzeń włącznie poziomy energetyczne dla cząstki o masie m w potencjale

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \\ \infty & \text{pozostałe } x, \end{cases}$$

uwzględniając zaburzenie:

$$V'(x) = \begin{cases} V_0 \cos\frac{\pi x}{a} & 0 < x < a, \\ 0 & \text{pozostałe } x. \end{cases}$$

Wskazówka: Przydatny wzór:

$$\sin\alpha\cos\beta = \frac{1}{2}(\sin(\alpha+\beta) + \sin(\alpha-\beta)).$$

Zwrócić uwagę na pewną różnicę przy obliczeniach dla stanu podstawowego.

Zadanie 3 (5pkt.)

a) Przy użyciu przybliżenia kwaziklasycznego (WKB) wyznaczyć wartości energii dla stanów związanych cząstki o masie m w potencjale:

$$V(x) = \begin{cases} -V_0(1 - \frac{|x|}{a}) & |x| < a, \\ 0 & \text{pozostałe } x. \end{cases}$$

b) Ile jest stanów związanych, jeśli $\frac{mV_0 a^2}{\hbar^2} = 2\pi^2$?

Powodzenia!