Mechanika Kwantowa - kurs duży

zestaw 6

20.11.2006. poniedziałek, godz. 14:15

sala 001B

1. Znaleźć poziomy Landaua dla potencjału $\vec{A} = \frac{1}{2}(-By, Bx, 0)$ zapisując hamiltonian we współrzędnych walcowych (ρ, φ, z). Po przeprowadzeniu separacji zmiennych należy rozwiązać radialne równanie różniczkowe. W tym celu najpierw wyodrębnić zachowanie asymptotyczne dla $\rho \to \infty$, a otrzymane w ten sposób równanie rozwiązać metodą szeregów. Warto wprowadzić nową zmienną: $y = \rho^2(\mu\omega/\hbar)$, gdzie μ jest masą cząstki, a ω częstością oscylatora. Człon proporcjonalny do L_z potraktować jako zaburzenie.

2. Traktując sprzężenie spin-orbita jako zaburzenie

$$\hat{H}_{\mathrm{SO}} = \frac{e^2\hbar^2}{2m_e^2c^2}\frac{1}{r^3}\frac{1}{\hbar^2}\hat{L}\cdot\hat{S}$$

obliczyć poprawki do energii stanów $2s$ i $2p$. Podać numeryczną wartość poprawki w [eV] i w [cm^{-1}].

WSKAZÓWKA: Ponieważ oddziaływanie spin-orbita jest diagonalizowane przez f. falowe w bazie całkowitego krętu j, należy najpierw skonstuować takie funkcje, a potem policzyć odpowiednie elementy macierzowe.

$$\begin{aligned}
\psi^{n=2}_{l=0,m=0} &= \left(\frac{1}{2a_0}\right)^{3/2}\left(2-\frac{r}{a_0}\right)e^{-\frac{r}{2a_0}}Y^{m=0}_{l=0}(\theta,\varphi) = R_{20}(r)Y^{m=0}_{l=0}(\theta,\varphi),\\
\psi^{n=2}_{l=1,m} &= \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{1}{2a_0}\right)^{3/2}\frac{r}{a_0}e^{-\frac{r}{2a_0}}Y^{m}_{l=1}(\theta,\varphi) = R_{21}(r)Y^{m}_{l=1}(\theta,\varphi).
\end{aligned}$$

3. Przedyskutować jakościowo Efekt Starka dla $n = 3$ gdzie zaburzenie ma postać.

$$H' = eErn_z \tag{1}$$

Skorzystać z tw. Eckarta-Wignera w celu znalezienia niezerowych elementów macierzy H' która w bazie funkcji falowych stanu $n = 3$ jest macierzą 9×9. Znaleźć relacje między tymi elementami nie licząc całek radialnych. Funkcje falowe dla $n = 3$ są np. w podręczniku Dawydowa str. 145 lub w G.K. Woodgate *Struktura atomu* str.32. Wyliczyć poprawki do energii w funkcji 2 całek radialnych.