

# Mechanika Kwantowa - kurs duży

zestaw 7

grupa 1: poniedziałek 28.11.2012., godz. 14:05, sala 001B

grupa 2: wtorek 29.11.2012., godz. 7:00, sala 227

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

$$H' = eErn_z \quad (1)$$

Skorzystać z tw. Eckarta-Wignera w celu znalezienia niezerowych elementów macierzy  $H'$  która w bazie funkcji falowych stanu  $n = 3$  jest macierzą  $9 \times 9$ . 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.

2. Atom wodoru jest w stanie  $2p_{1/2}$  ( $n = 2, l = 1, s = 1/2, j = 1/2, j_3 = 1/2$ ). Calkowity moment pędu jest skierowany w górę osi  $z$ . Jakie jest prawdopodobieństwo, że elektron ma  $s_z = -1/2$ ? Wyliczyć gęstość prawdopodobieństwa na kąt bryłowy, że elektron można znaleźć pod kątami  $\vartheta, \varphi$  (niezależnie od  $r$  i spinu). Atom umieszczamy w polu magnetycznym  $\vec{B} = (0, 0, B)$ . Obliczyć energię oddziaływania z tym polem.
3. W atomie wodoru elektron oddziałuje z momentem magnetycznym powstałym na wskutek względnego ruchu protonu i elektronu. Oddziaływanie to nosi nazwę „spin-orbita”. Traktując sprzężenie „spin-orbita” jako zaburzenie

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

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

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

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