

Mechanika Kwantowa - kurs duży
 grupa I, zestaw 7
 2.12.2013. poniedziałek, godz. 14:15
 sala 001B

1. Korzystając z jawnej postaci funkcji kulistych wyliczyć następujące elementy macierze operatora wektora wodzącego $n_z = \cos \vartheta$:

$$\langle 1, 0 | n_z | 0, 0 \rangle, \langle 2, 0 | n_z | 1, 0 \rangle.$$

Porównać z ogólnymi wzorami podanymi na wykładzie.

2. Rozważmy nienaładowaną cząstkę o spinie $1/2$, o momencie magnetycznym

$$\vec{\mu} = -2\mu_B \frac{1}{\hbar} \vec{S}$$

(\vec{S} jest operatorem spinu), która porusza się w nieskończonej studni potencjału $-L \leq x \leq L$. W części studni o $x \leq 0$ włączono pole magnetyczne skierowane wzdłuż osi z : $\vec{B}_I = (0, 0, B)$, zaś w drugiej części dla $x \geq 0$ pole skierowane wzdłuż osi x : $B_{II} = (B, 0, 0)$. Zakładając, że pole B jest słabe wyliczyć energie w rachunku zaburzeń.

WSKAZÓWKA: Najpierw trzeba wyliczyć poziomy i f. falowe bez pola. Przydatna całka

$$\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4} \sin 2x.$$

3. W dyskutowanym na wykładzie efekcie Starka dla $n = 2$, energia zależy od jednego niezerowego elementu macierzewego

$$H'_{13} = h = eE \int d^3r \psi_1^* r n_z \psi_3,$$

gdzie

$$\begin{aligned} \psi_1 &= \psi_{l=0, m=0}^{n=2} = \left(\frac{1}{2a_0}\right)^{3/2} \left(2 - \frac{r}{a_0}\right) \exp\left(-\frac{r}{2a_0}\right) Y_0^0(\theta, \varphi), \\ \psi_3 &= \psi_{l=1, m=0}^{n=2} = \left(\frac{1}{2a_0}\right)^{3/2} \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{r}{a_0} \exp\left(-\frac{r}{2a_0}\right) Y_1^0(\theta, \varphi). \end{aligned}$$

Wyliczyć h .

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

$$H' = eEr n_z \tag{1}$$

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.