

Kvantummechanika gyakorlat

2. zárthelyi

2010. december 16.

1. Vizsgáljuk a hidrogénszerű atomok azon perturbációját, amikor a magtöltés hirtelen megnő: $Z \rightarrow Z + 2$. Számoljuk ki a $\psi_{210}(r, \vartheta, \varphi)$ állapotban az energiakorrekciót, és hasonlítsuk össze az egzaktul ismert megoldással. Mikor használható a perturbációszámítás?

$$\psi_{210}(r, \vartheta, \varphi) = \frac{1}{4\sqrt{2\pi a_0^3}} \frac{r}{a_0} e^{-\frac{r}{2a_0}} \cos \vartheta$$

$$E_n = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{2a_0 n^2}$$

$$a_0 = \frac{a}{Z},$$

ahol a a Bohr-sugár.

2. Vizsgáljunk két feles spinből álló rendszert, amire a következő perturbáció hat:

$$\hat{V} = A \frac{(\underline{\sigma}^{(1)} \underline{\sigma}^{(2)}) r^2 - 2 (\underline{\sigma}^{(1)} \underline{r}) (\underline{\sigma}^{(2)} \underline{r})}{r^5},$$

ahol $\underline{r} = (d, 0, 0)$ vektor. Határozzuk meg a perturbált rendszer energiasajátállapotait és energiasajátértékeit! (Figyelem, nem a szinglett-triplett bázis a megoldás!)

3. Vegyük a $j_1 = 1$ -es és $j_2 = \frac{5}{2}$ -es spinek direkt szorzatát. Számoljuk ki, hogy milyen spinállapotban lehet az 1. részecske és milyen valószínűségekkel, ha a teljes rendszer a $J = \frac{3}{2}$, $M = -\frac{3}{2}$ spinállapotban van!