

Héjfizika zárthelyi II.

1. Adja meg a g Landé faktor lehetséges értékeit egy atom 3F állapotaira!
2. Számítsa ki a 3P állapotú atom energiaszintjeinek felhasadását a

$$\hat{P} = \frac{F}{\hbar^2} \mathbf{L} \mathbf{S} + \frac{G}{\hbar} (L_z + 2S_z)$$

perturbáló operátor hatására!

3. Adja meg az összes lehetséges $|J, J_z\rangle$ sajátállapotot $L = 2$ és $S = \frac{1}{2}$ esetén!
4. A He atom variációs hullámfüggvényét

$$\Phi(\mathbf{r}_1, s_1, \mathbf{r}_2, s_2) = \frac{u(\alpha|\mathbf{r}_1)u(\beta|\mathbf{r}_2) + u(\beta|\mathbf{r}_1)u(\alpha|\mathbf{r}_2)}{[2(1+S^2)]^{\frac{1}{2}}} \chi(s_1, s_2)$$

$$u(\alpha|\mathbf{r}) = \left(\frac{\alpha^3}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\alpha r}, \quad u(\beta|\mathbf{r}) = \left(\frac{\alpha^3}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\beta r}$$

alakban vesszük fel. Választható:

- a, Mutassa meg, hogy a kinetikus energia átlagértéke ebben az állapotban:

$$\langle \Phi | -\frac{1}{2}(\Delta_1 + \Delta_2) | \Phi \rangle = \frac{1}{2(1+S^2)}(\alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta S^2)$$

- b, Mutassa meg, hogy az elektronok közötti kölcsönhatás átlagértéke ebben az állapotban:

$$\langle \Phi | \frac{1}{r_{12}} | \Phi \rangle = \frac{1}{(1+S^2)(\alpha+\beta)^3} \left(\alpha\beta^3 + \alpha^3\beta + 3\alpha^2\beta^2 + 20\frac{\alpha^3\beta^3}{(\alpha+\beta)^2} \right)$$

A Laplace-operátor gömbi koordinátákban:

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \Delta_{\vartheta, \varphi}$$