

Übungsaufgaben 14 zur PC II
(*Test-Klausur – Teil II - WS 01/02*)

4. Februar 2002

Abgabe bitte bis zum 11.02.2002

Name :

Matrikelnummer :

Maximale Punktzahl: 5 im Teil I + 5 im Teil II
Anzurechnender Punkte: 4

1. Die Wellenfunktion des Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffatoms ist

$$\Psi = \left(\frac{1}{\pi a_0^3} \right)^{1/2} \cdot e^{-\left(\frac{r}{a_0} \right)}$$

Berechnen Sie die mittlere kinetische und potentielle Energien.

(Hinweis: Die Operatoren \hat{E}_{pot} und \hat{E}_{kin} sind gegeben als $\left(-\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right)$ und $\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \right)$)

(1 Punkt)

2. In einem Elektronenmikroskop wird ein Elektron durch ein Potential von 150,4 V beschleunigt. Wie genau lässt sich die Position des Elektrons bestimmen?

(1 Punkt)

3. Der Übergang zwischen dem 2. und 3. Rotationsniveau von H_2 wird durch Absorption eines Photons der Wellenlänge 27 μm induziert. Berechnen Sie das Trägheitsmoment \mathbf{I} von H_2 .
(Hinweis: Die Energieniveaus eines rotierenden Moleküls sind gegeben durch:

$$E = l(l+1) \frac{\hbar^2}{2\mathbf{I}}$$

wobei l die Nebenquantenzahl ($l = 0, 1, 2, \dots$) ist.

(1 Punkt)

4. Berechnen Sie für die Singulett und die 3 Triplettspinwellenfunktionen

$$\chi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ \alpha(1)\beta(2) - \beta(1)\alpha(2) \}$$

$$\chi_2 = \alpha(1)\alpha(2)$$

$$\chi_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ \alpha(1)\beta(2) + \beta(1)\alpha(2) \}$$

$$\chi_4 = \beta(1)\beta(2)$$

die Erwartungswerte von dem Gesamtspin Operatoren $\hat{S}^2 = \left(\hat{S}(1) + \hat{S}(2) \right)^2$ und $\hat{S}_z = \left(\hat{S}_z(1) + \hat{S}_z(2) \right)$

(1 Punkt)

5. Gegeben seien die 4 Wellenfunktionen

$$\Psi_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} (2s + 2p_x + 2p_y + 2p_z)$$

$$\Psi_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} (2s - 2p_x - 2p_y + 2p_z)$$

$$\Psi_3 = \frac{1}{\sqrt{4}} (2s + 2p_x - 2p_y - 2p_z)$$

$$\Psi_4 = \frac{1}{\sqrt{4}} (2s - 2p_x - 2p_y - 2p_z)$$

Können Sie mit diesen Basisfunktionen jedes beliebige Orbital, das aus s- und p-Orbitale aufgebaut ist, beschreiben?

(1 Punkt)