

ÜBUNGSAUFGABEN XII

Abgabe am: 02.08.2023, 10:00 Uhr

Aufgabe 1: H_2^+ - Molekülion (8 Punkte)

Der Hamilton-Operator eines H_2^+ - Molekülions (mit den 1H -Kernen A und B) lautet:

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\Delta - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_a} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_b} + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_{AB}}$$

- a) Machen Sie sich die geometrischen Größen anhand einer Skizze klar und erklären Sie, was die einzelnen Terme sind.

Bei kleinen Abständen der beiden Kerne kann die Wellenfunktion ψ des Moleküls in erster Näherung als Überlagerung der beiden Atomwellenfunktionen dargestellt werden (LCAO-Methode). Ansatz: $\psi = c_1\psi_a + c_2\psi_b$. [Welche Vereinfachung macht man für H, warum?]

- b) Setzen Sie obigen Ansatz in die stationäre Schrödinger-Gleichung ein und führen die Rechnung aus. Diskutieren Sie die erhaltene Lösung und bestimmen Sie auch die (reellen) Konstanten c_1 und c_2 .

Aufgabe 2: Franck-Condon-Prinzip (6 Punkte)

Erläutern Sie stichpunktartig, was das Franck-Condon Prinzip ist.

Aufgabe 3: Bindungsenergie von Atomkernen (6 Punkte)

Berechnen Sie die Energiebilanz folgender Prozesse:

- a) Aus voneinander separierten und ruhenden zwölf Protonen und dreizehn Neutronen können folgende Kerne zusammengesetzt werden: (i) ein ^{25}Mg -Kern, oder (ii) ein ^{12}C - und ein ^{13}C -Kern, oder (iii) ein ^{25}Mg -Kern. Wieviel Energie kann jeweils gewonnen werden?
- b) Von einem Kern der Masse m_K wird ein α -Teilchen der Masse m_α abgespalten. Vom gleichen Kern werden nacheinander zwei Neutronen und zwei Protonen abgelöst. Wie groß ist die Energiedifferenz zwischen diesen beiden Prozessen?