

Institut f. Angewandte Physik
UE Grundlagen der Physik III WS 2019/20

11. Übung am 16. 1. 2020

59) Rotationsspektrum

Das Infrarot-Rotationsspektrum von $^1\text{H}^{80}\text{Br}$ (Masse Br-Atom: 80 AME, Masse H-Atom: 1 AME) besteht aus einer Serie von Linien, die im Frequenzspektrum um $\Delta\bar{\nu} = 17 \text{ cm}^{-1}$ voneinander entfernt sind.

- Berechnen sie daraus den internuklearen Abstand R_e von HBr.
- Berechnen sie das Trägheitsmoment I dafür.
- Berechnen sie die Rotationskonstante B_e dafür.

(1 Pkt)

60) Schwingungs-Übergänge

Anharmonischer Oszillator: Reine Schwingungsübergänge (keine anderen Anregungen)

Die Anregungsenergie sei ausgedrückt unter Verwendung der Grundschiwingungswellenzahl ω_e und der Anharmonizitätskonstante χ_e .

- Berechnen sie allgemein die Wellenzahl $\bar{\nu}$ eines reinen Schwingungsüberganges für $\Delta\nu = 1$.
- Berechnen sie speziell die Wellenzahl $\bar{\nu}$ des Übergangs von HCl von $\nu = 2$ auf $\nu = 1$. Welcher Wellenlänge λ entspricht dies?
- Berechnen sie allgemein die Wellenzahl $\bar{\nu}$ eines reinen Schwingungsüberganges von beliebigem ν auf $\nu = 0$.
- Berechnen sie speziell die Wellenzahl $\bar{\nu}$ des Übergangs von HCl von $\nu = 3$ auf $\nu = 0$. Welcher Frequenz f entspricht dies?
- Berechnen sie die Anharmonizitätskonstante χ_e für diesen Fall.

Hinweis: Entnehmen sie die Werte von ω_e (Grundschiwingungswellenzahl) und $\omega_e \cdot \chi_e$

(Grundschiwingungswellenzahl multipliziert mit Anharmonizitätskonstante) des Grundzustandes des HCl Moleküls der NIST- Datenbank für 2-atomige Moleküle

<https://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser/>

mit Auswahl chemische Formel „HCl“ und „Constants of diatomic molecules“

(2 Pkte)

61) Schwingungs-Übergänge

Das H_2 -Molekül hat eine Dissoziierungsenergie $E_D^{\text{exp}} = 4,476 \text{ eV}$. Die

Grundschiwingungswellenzahl dieses Moleküls betrage $\omega_e = \bar{\nu}_e = 4401,2 \text{ cm}^{-1}$ (laut NIST-

Datenbank). Ermitteln sie die Schwingungsquantenzahl ν , bei der die Schwingungsenergie so hoch wird, dass das Molekül „zerrissen“ (dissoziiert) wird und zwar

- näherungsweise im einfachen harmonischen Oszillator-Modell und
- im anharmonischen Oszillator-Modell.

(2 Pkte)

62) Schwingungs-Rotations-Übergänge

Es wird die Rotationsschwingungsbande des CO-Moleküls untersucht. Für die erste Linie des P-Zweiges werde die Wellenzahl $2165,4 \text{ cm}^{-1}$, für die erste Linie des R-Zweiges die Wellenzahl $2173,0 \text{ cm}^{-1}$ gemessen. Berechnen sie aus diesen Angaben

- die Oszillationsfrequenz
- das Trägheitsmoment
- den Gleichgewichtsabstand des CO-Moleküls.

Hinweis: $h\nu = E_{v',J'} - E_{v'',J''}$ wobei $E_{v,J} = \left(\nu + \frac{1}{2} \right) \cdot h\omega + \frac{J(J+1)\hbar^2}{2MR_e^2}$

R-Linien: $\Delta\nu = \nu' - \nu'' = +1$ und $\Delta J = J' - J'' = +1$

P-Linien: $\Delta\nu = \nu' - \nu'' = +1$ und $\Delta J = J' - J'' = -1$

(2 Pkte)

63) Ramanspektroskopie

Bei der Bestrahlung einer Gaszelle mit Laserlicht von $\lambda_0 = 514 \text{ nm}$ wird die Stokes-Linie (für $\Delta\nu = 1$ und $\Delta J = 0$) bei der Wellenzahl $\bar{\nu}_{\text{Stokes}} = 17096 \text{ cm}^{-1}$ gemessen. Welche Moleküle befinden sich in der Gaszelle?

Hinweis: Berechnen sie zunächst die Schwingungskonstante ω_e des unbekanntes Moleküls und vergleichen sie diese mit den in Demtröder III tabellierten Werten

(1 Pkt)

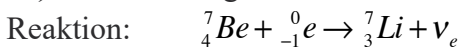
64) Angenommen, sie wollen ein Alpha-Teilchen (^4He) zerlegen, indem sie nacheinander zunächst ein Proton, anschließend ein Neutron und schließlich nochmals ein Proton entfernen. Berechnen sie

- die bei jedem Schritt benötigte Arbeit,
- die gesamte Bindungsenergie des Alpha-Teilchens und
- die Bindungsenergie pro Nukleon.

Sie benötigen die folgenden Atommassen: $^4\text{He} = 4,00260 \text{ AME}$, $^2\text{H} = 2,01410 \text{ AME}$, $^3\text{H} = 3,01605 \text{ AME}$, $^1\text{H} = 1,00783 \text{ AME}$, $n = 1,00867 \text{ AME}$

(1 Pkt)

65) Welche Energie wird beim Elektroneneinfang durch Beryllium freigesetzt?



ν_e ist dabei ein masseloses Elektronneutrino.

Hinweis: Atommassen und Kernmassen der Isotope siehe:

<http://www.periodensystem-online.de/index.php>

Auch Atommassen siehe:

<https://www.nist.gov/pml/atomic-weights-and-isotopic-compositions-relative-atomic-masses>

(1 Pkt)