

Lösung zu Übung 9

Aufgabe 1

$\rho(r) \sim r^2 e^{-2Zr/a_\mu}$,
wobei a_μ der „Bohrsche Radius“ für ein Myonatom ist, also

$$a_\mu = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_\mu e^2} = \frac{m_e}{m_\mu} a_0 = 4,836 \cdot 10^{-3} a_0$$

↑
Masse eines Myon

$$\frac{\partial}{\partial r} \rho(r) r^2 = \left(2r^2 - r^2 \cdot \frac{2Z}{a_\mu} \right) e^{-2Zr/a_\mu}$$

= 0 falls $r = a_\mu/Z$,

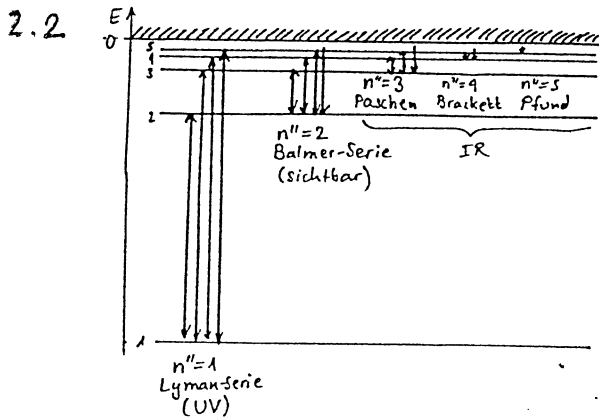
d.h. $r = \frac{4,8 \cdot 10^{-3} a_0}{82} = 5,9 \cdot 10^{-5} a_0 = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{Å}$

Das Myon „befindet“ sich also im wesentlichen im Kern (\Rightarrow Coulomb-Potential ist nicht mehr anwendbar!)

Aufgabe 2

2.1 $R_H = \frac{M_H}{m_e} R_\infty = \frac{m_p}{m_e + m_p} R_\infty = 109\,678 \text{ cm}^{-1}$

$R_D = \frac{M_D}{m_e} R_\infty = \frac{m_p + m_n}{m_e + m_p + m_n} R_\infty = 109\,707 \text{ cm}^{-1}$



2.3 Es müssen genügend Atome im Zustand $n=2$ zum Absorbieren vorhanden sein. Die Populationswahrscheinlichkeit bei 298 K betrifft jedoch

$$\frac{p_{n=2}}{p_{n=1}} = e^{-\frac{3}{4} R_H hc / kT} = e^{-397} = 10^{-172}!$$

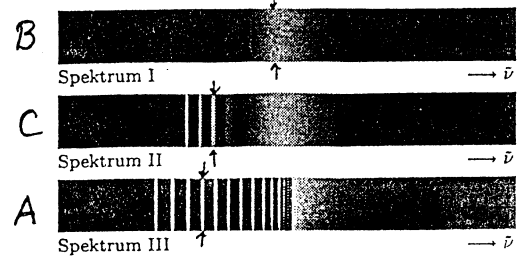
Aufgabe 3

3.1 A: Bei Photonen genügend hoher Energie: Übergang ins Kontinuum des elektronisch angeregten Zustands.

B: Sofortige Dissoziation nach Erreichen des angeregten Zustands

C: Zuerst Anregung in bindenden Zustand AZ1, dann Übergang in antibindenden Zustand AZ2 mit anschließender Dissoziation

3.2



Aufgabe 4

$$|\vec{S}| = \hbar \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{I}{\hbar} \omega = \frac{2}{5} m_e r_e^2 \omega$$

↑
Trägheitsmoment

↑
Trägheitsmoment einer Kugel mit Masse m_e und Radius r_e

$$\Rightarrow \omega = \frac{\hbar \sqrt{\frac{3}{4}}}{\frac{2}{5} m_e r_e^2}$$

$$\Rightarrow v = r_e \omega = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{3}{4}} \frac{\hbar \cdot 4\pi\epsilon_0 c^2}{e^2}$$

$$= \frac{5}{2} \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot 137^2 \text{ atomare Einheiten} \approx 300 c \quad (!!)$$