

**1. Spektroskopie am Wasserstoffatom:** Ein hochpräzises **Gitterspektroskop** kann die Linie des **162.** und des **163.** Überganges der **Balmer-Serie** gerade noch auflösen.

- a) Wie groß ist das **Auflösungsvermögen**  $\Delta\lambda/\lambda$  des Spektroskops? (Lösung:  $\Delta\lambda/\lambda = 1,87 \cdot 10^{-6}$ )
- b) Wie groß sind Wellenlänge und Frequenz der beiden Übergänge?  
( $\lambda_{162} = 730,2490$  nm,  $\lambda_{163} = 730,2476$  nm)
- c) Wie groß ist Energiedifferenz der Übergänge und welcher Temperatur entspricht das?  
(Lösung:  $T = 36,8$  mK)

**2. Erwartungswerte der Eigenfunktionen des Wasserstoffatoms:** Man bestimme die Erwartungswerte  $\langle r \rangle$  der **Abstände** eines **Elektrons** vom **Kern** eines **Wasserstoffatoms** für

- a) den  $\sigma_{1s}$  - Zustand, (Lösung:  $\langle r \rangle = (3/2)a_0$ )
- b) den  $\sigma_{2s}$  - Zustand, (Lösung:  $\langle r \rangle = 6a_0$ )
- c) den  $\sigma_{2p}$  - Zustand, (Lösung:  $\langle r \rangle = 5a_0$ )
- d) den  $\pi_{2p}$  - Zustand (Lösung:  $\langle r \rangle = 5a_0$ )

und setze diese in Relation zum **ersten Bohrschen Radius**  $a_0$ .

**3. Ein klassisches Heliumatom:** Zwei Elektronen mögen auf **einer** Kreisbahn mit dem Radius  $r$  einen Heliumkern ( $Z = 2$ ) umkreisen.

- a) Bestimmen Sie jene Anordnung der beiden Elektronen, **bei der die Potentielle Energie des Gesamtsystems minimal wird** (die Kernmasse kann als unendlich gross angenommen werden).
- b) Bestimmen Sie die **kinetische Energie der beiden Elektronen**, wenn für diese Bahn die Bohr'sche Quantisierungsbedingung für den Gesamtdrehimpuls der beiden Elektronen  $L = n \cdot \hbar$ ,  $n = 1$  gilt. Ermitteln Sie dann, mit der in (a) ermittelten **potentiellen Energie**, die **Gesamtenergie** des Systems.
- c) Wie gross muss der der Bahnradius  $r$  in diesem klassischen Modell gewählt werden, damit die **experimentell ermittelte Bindungsenergie der Elektronen** im He-Atom, **-79 eV**, erreicht wird. Ist das Ergebnis realistisch? (Lösung:  $r_0 = 59$  pm)

**4. Struktur der Atome:** Betrachten sie ein Li Atom, insbesondere seine beiden stabilen **Isotope Li-6** und **Li-7**. **Li-6** hat den **Kernspin**  $I = 1$ , **Li-7** hat den Kernspin  $I = 3/2$ .

- a) Beschreiben sie die folgenden Atom-Zustände unter Berücksichtigung aller Quantenzahlen, inklusive des Elektronspin und des Kernspin und zeichnen sie ein **Diagramm** der Zustände.
- den **Grundzustand**  $2S$  ( $^2S_{1/2}$ )
  - die **ersten angeregten 2P Zustände** ( $^2P_{1/2}$ ,  $^2P_{3/2}$ )
- b) Geben Sie zu diesen Zuständen die folgenden Werte an:
- den **Bahndrehimpuls**  $L$
  - den **Gesamtdrehimpuls der Elektronen**  $J$
  - den **Gesamtdrehimpuls des Atoms**  $F$
  - die **Entartung** (Zeemanzustände,  $m_F$  - Zustände).

Begründen sie die **Werte von L, J, und F**.