

## 11. Übung am 16. 1. 2014

44) Elektronenstruktur eines Atoms

		s	$p_x$	$p_y$	$p_z$
I	L	↑	↑ ↑	↑	↑
	K	↑ ↓			
II	L	↑ ↓	↑ ↓	↑	↑
	K	↑			
III	L	↑ ↓	↑ ↓	↑	
	K	↑ ↓			
IV	L	↑ ↓	↑	↑	↑
	K	↑ ↓			

- a) Welche der angegebenen Konfigurationen des Stickstoffatoms sind dem Pauli-Prinzip zufolge erlaubt oder verboten?  
 b) Welche der Konfigurationen zeigt eine Grundzustandskonfiguration?  
 c) Welche Konfigurationen gehorchen der Hundschen Regel (auch wenn sie keinen Grundzustand darstellen) und welche nicht?  
**(2 Pkte)**

45) Lithiumatom

Die Bindungsenergie des Lithium-Grundzustandes  $\text{Li } 1s^2 2s$  ist  $E = -5,39 \text{ eV}$ , die von  $\text{Li } 1s^2 2p$  (Rydbergzustand) nur noch  $E = -0,034 \text{ eV}$ . Wie groß sind

- (a) die effektive Kernladungszahl  $Z_{\text{eff}}$ ,  
 (b) die effektive Quantenzahl  $n_{\text{eff}}$  und  
 (c) der mittlere Bahnradius  
 des äußeren Elektrons in beiden Zuständen?  
**(1 Pkt)**

46) Charakteristische Röntgenstrahlung: Moseley

- a) Es wurden die  $K_{\alpha 1}$ -Linien (Übergang eines Elektrons mit Hauptquantenzahl  $n = 2$  (L-Schale, genauer L3) in die K-Schale ( $n = 1$ ) für verschiedene Elemente gemessen. Entnehmen Sie entsprechende Werte von der „X-ray Transition Energies Database“ des NIST (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>) über einen weiten Bereich der Ordnungszahl der Elemente  $Z$ .  
 Überprüfen Sie die empirisch von H.G. Moseley gefundene Gesetzmäßigkeit

$$\sqrt{1/\lambda_{K_{\alpha}}} = A(Z - S)$$

und bestimmen Sie die Näherungswerte für A und S (durch lineare Regression mit z.B. Excel) für  $Z=11$  bis  $Z=37$  und für  $Z=11$  bis  $Z=92$ . Tragen Sie dazu  $\sqrt{1/\lambda_{K\alpha}}$  über die Ordnungszahl der Elemente auf.

b) Vergleichen Sie die Ergebnisse mit jenen der durch die in Demtröder 3 gegebenen Formel

$$\bar{\nu}_{ik} = (Z - S)^2 \cdot Ry \cdot \left( \frac{1}{n_k^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

Was ist die Bedeutung von A und S?

c) Die  $K_{\alpha 1}$ -Strahlung eines unbekanntes Elementes hat die Wellenlänge 275 pm. Bestimmen Sie das Element mit Hilfe der vorher eruierten Konstanten. Überprüfen Sie das Ergebnis mit der NIST Datenbank.

**(2 Pkte)**

**47) Bremsstrahlung, charakteristische Röntgenstrahlung und Photoelektronen**

a) Bestimmen Sie die Beschleunigungsspannung U mit der eine Röntgenröhre betrieben werden muss, damit sich das kontinuierliche Röntgen-Spektrum bis zur Grenzwellenlänge  $\lambda_G = 4.0 \cdot 10^{-11}$  m erstreckt.

b) Berechnen Sie bis zu welchem Element (Ordnungszahl Z) alle Linien der charakteristischen Röntgenstrahlung des betreffenden Elementes angeregt werden.

c) Vergleichen Sie nun dies mit den Werten von der „X-ray Transition Energies Database“ des NIST (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>).

d) Man berechne die Geschwindigkeit der Photoelektronen, die durch  $K_{\alpha}$ -Strahlung von Silber aus der K-Schale des Molybdäns ausgelöst werden. Vergleichen Sie auch mit der „X-ray Transition Energies Database“ des NIST.

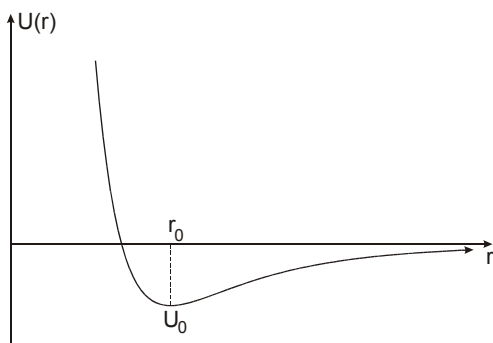
**(2 Pkte)**

**48) Näherung realistischer Potentiale mit dem Oszillatorpotential**

Das Bindungspotential einfacher Moleküle und Festkörper kann oft durch das sogenannte Lennard-Jones Potential (siehe Abbildung) beschrieben werden. Dieses hat die Form

$$U(r) = -Ar^{-n} + Br^{-m}.$$

Der Abstand  $r_0$  entspricht der Bindungslänge, die Energie  $U_0$  der Bindungsenergie (siehe Abbildung).



a) Man berechne die Konstanten A und B als Funktionen von  $r_0$  und  $U_0$ .

b) Man approximiere in der Nähe von  $r_0$  das Lennard-Jones-Potential mit Hilfe eines Oszillatorpotentials und gebe die Federkonstante C des Oszillators an.

**(3 Pkte)**