

Übungsaufgaben, Blatt IV

Experimentalphysik IV, SoSe 2019

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern wenckst@uni-leipzig.de

Ausgabe: 29.04. 2019, 18:00 Uhr

Abgabe: 06.05. 2019, 12:00 Uhr

A15. Elektronen erfahren bei Eintritt in einen Festkörper eine Beschleunigung U_i aufgrund eines Potenzialunterschiedes, welcher auf das elektrostatische Feld der Atomkerne und Elektronen des Festkörpers zurückzuführen ist. Infolgedessen ändert sich die Wellenlänge der Elektronen von λ_1 in Luft auf λ_2 im Medium. Berechnen Sie

- die Wellenlängenänderung und
- den Brechungswinkel α_2

von Elektronen, welche mit $eU = 10 \text{ eV}$ und $\alpha_1 = 45^\circ$ auf einen Nickelkristall mit $U_i = 1,3 \text{ V}$ treffen. Bestimmen Sie weiter die elektronenoptische Brechzahl $n \sim \lambda_1/\lambda_2$ des Nickelkristalls!

[8 Punkte]

A16. Wie groß muss der Gradient eines Magnetfeldes dB/dz sein, um in einem Strahl aus Silberatomen, welche mit einer Geschwindigkeit von 350 m/s aus einem Ofen in x -Richtung austreten, beim Durchlaufen eines Magneten der Länge $L = 50 \text{ cm}$ eine Aufspaltung von $1,00 \text{ mm}$ zu erzeugen?

(Masse eines Silberatom beträgt $3.11864 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$)

[3 Punkte]

A17. ^{25}Mg -Atome im Grundzustand $^1\text{S}_0$ werden mit Hilfe der Rabi-Methode untersucht. In einem Feld $B = 1,35 \text{ T}$ wird eine Resonanzfrequenz $\nu = 3,5 \text{ MHz}$ gemessen. Bestimmen Sie den g -Faktor und den Spin des ^{25}Mg -Kerns, wenn die grösste Komponente des magnetischen Moments des Atoms in Feldrichtung $\mu(B) = 0,85 \mu_K$ beträgt.

[3 Punkte]

MP01. Die beiden Protonen eines H_2 Moleküls haben einen Gleichgewichtsabstand von $0,74 \text{ \AA}$. Bestimmen Sie die partielle negative Ladung, die zwischen den beiden Protonen platziert werden müsste, um die experimentell bestimmte Bindungsenergie von $4,5 \text{ eV}$ nur aufgrund von Coulombwechselwirkung zu bewirken.

[3 Punkte]

MP02. (a) Skizzieren Sie die potentielle Energie des Elektrons des H_2^+ Moleküls entlang der Geraden, die beide Protonen (welche hier als in einem Abstand von $1,06 \text{ \AA}$ fixiert angenommen werden) verbindet.

[1 Punkte]

(b) Skizzieren Sie die elektronischen Wellenfunktionen der beiden niedrigsten Energieniveaus des H_2^+ Moleküls. Welche der beiden Wellenfunktionen gehört zum Grundzustand und wieso? Erläutern Sie den Zusammenhang dieser Wellenfunktionen zu den Wellenfunktionen atomaren Wasserstoffs.

[3 Punkte]

- (c) Wie ändern sich die beiden niedrigsten Energieniveaus und die zugehörigen Wellenfunktionen des H_2^+ Moleküls, wenn die Entfernung der beiden Protonen groß wird?
[2 Punkte]

Gesamt:

23 Punkte

ZA01. Beschreiben Sie die Lösung des Wasserstoff-Problems (Annahmen/Vereinfachungen/allgemeine Form: Hamiltonoperator, Elektronische Wellenfunktionen)

- (a) nach der LCAO Methode

[2 Punkte]

- (b) in Heitler-London Näherung

[2 Punkte]

Welche Terme ergeben sich in beiden Fällen.