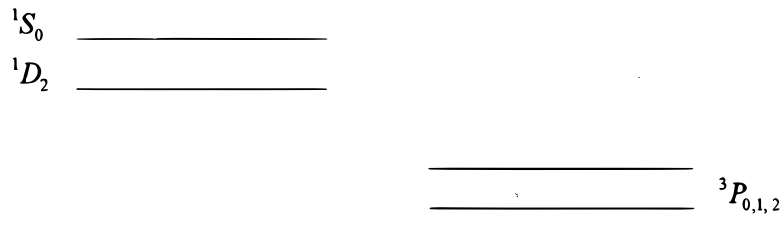


Themenschwerpunkt A
Atom- und Molekülphysik

Aufgabe 1: Energieniveaus und -übergänge in Kohlenstoff (20 Punkte)

Kohlenstoff hat im Grundzustand die Elektronenkonfiguration $(1s)^2(2s)^2(2p)^2$. Der Grundzustand hat in der Feinstruktur die spektroskopische Bezeichnung 3P_0 (LS-Kopplung).

- a) Skizzieren Sie die Spinstellung der sechs Elektronen im Grundzustand und begründen Sie die Einstellung! (3 Punkte)
- b) Zeigen Sie, dass zur Elektronenkonfiguration $(1s)^2(2s)^2(2p)^2$ neben 3P_0 auch die spektroskopischen Terme 3P_1 , 3P_2 und 1D_2 gehören, nicht aber 3D_2 ! (4 Punkte)
- c) Geben Sie mit kurzer Begründung an, zwischen welchen der Zustände 1S_0 , 1D_2 , 3P_2 , 3P_1 und 3P_0 elektrische Dipol-Übergänge erlaubt sind, (a) bei reiner LS-Kopplung und (b) bei Beimischung von jj-Kopplung! Tragen Sie die erlaubten Übergänge in eine Skizze wie untenstehend ein! (3 Punkte)



Durch Elektronenanregung kann das Atom aus der Konfiguration $(1s)^2(2s)^2(2p)^2$ in die Konfiguration $(1s)^2(2s)(2p)^3$ übergehen.

- d) Skizzieren Sie die Spinstellung der Elektronen für den energetisch tiefsten Zustand der angeregten Elektronenkonfiguration $(1s)^2(2s)(2p)^3$ und zeigen Sie, dass dieser Zustand die spektroskopische Bezeichnung 5S_2 hat! (3 Punkte)
- e) Skizzieren Sie für das $2s$ - und das $2p_z$ -Orbital den Radialanteil sowie in einem Polardiagramm den Winkelanteil der Wellenfunktion! (4 Punkte)
- f) In Methan, CH_4 , sind die vier H-Atome gleich stark gebunden. Erläutern Sie qualitativ, wie die gleich starke Bindung trotz unterschiedlicher $2s$ - und $2p$ -Orbitale zustande kommt! (3 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

- e) Begründen Sie anhand der Gitterstruktur, warum die Gitterschwingungen von Silizium optische Zweige zeigen. (1 Punkt)
- f) Die in der Abb. gezeigte Dispersionsrelation ist mit inelastischer Neutronenstreuung gemessen worden. Geben Sie die Erhaltungssätze für inelastische Neutronenstreuung an. Geben Sie an, welche Eigenschaften der inelastisch gestreuten Neutronen für die Bestimmung der Dispersionsrelation $\omega(q)$ gemessen werden müssen. (4 Punkte)
- g) Begründen Sie anhand des Ergebnisses aus Teilaufgabe a), warum thermische Neutronen sich besonders gut für die Vermessung der Gitterschwingungen eignen. (1 Punkt)