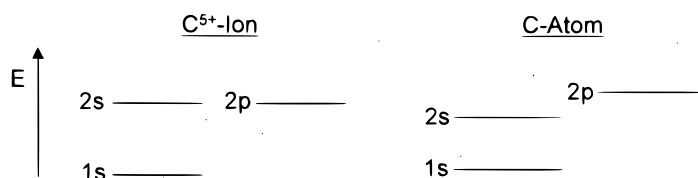


- d) Bestimmen Sie zunächst die mittlere Geschwindigkeit der  $^{87}\text{Rb}$ -Gasatome bei  $T = 300\text{ K}$ . Berechnen Sie die Zahl der Absorptionsprozesse, die im Idealfall mindestens benötigt werden, um ein einzelnes Atom mit  $v = 280\text{ m/s}$  vollständig abzubremsen. Nehmen Sie vereinfachend an, dass die Absorption immer resonant stattfindet. Erläutern Sie qualitativ, warum man real keine vollständige Abbremsung erreichen würde. (5 Punkte)
- e) Zur Laserkühlung werden 6, jeweils in den 3 Raumrichtungen paarweise entgegengesetzt gerichtete Laserstrahlen verwendet. Begründen Sie, wie die Laserwellenlänge bei der reinen Laserkühlung gegenüber der resonanten Absorption eines ruhenden Atoms verstimmt werden muss, damit ein Kühleffekt erreicht wird. (3 Punkte)

### Aufgabe 2: Kohlenstoff-Atom

Die Einzelelektronenkonfiguration für den Grundzustand des Kohlenstoff-Atoms (C-Atoms) ist  $(1s)^2 (2s)^2 (2p)^2$ .



- a) Die Skizze oben zeigt qualitativ (nicht maßstäblich!) die Energieschemata des  $\text{C}^{5+}$ -Ions und des C-Atoms bis zur Hauptquantenzahl  $n=2$ , wie sie sich in Zentralfeldnäherung ohne relativistische Korrekturen ergeben. Begründen Sie qualitativ, warum beim C-Atom im Vergleich mit dem  $\text{C}^{5+}$ -Ion die Entartung zwischen 2s und 2p aufgehoben ist und man deshalb nur die Elektronen in der 2p-Schale als Valenzelektronen behandeln muss. (3 Punkte)
- b) Übernehmen Sie die Skizze und zeichnen Sie für den Grundzustand die Besetzung der Niveaus, inklusive der Spinausrichtung, ein. (2 Punkte)
- c) Begründen Sie, warum man zur Bestimmung der Energierterme der Valenzelektronen im C-Atom die L-S-Kopplung (Russel-Saunders-Kopplung) und nicht die j-j-Kopplung verwendet. Geben Sie den Kopplungsmechanismus für die Bestimmung der Energierterme im He-Atom und im Hg-Atom an und begründen Sie jeweils kurz Ihre Wahl. (3 Punkte)
- d) In einem möglichen angeregten Zustand des C-Atoms befindet sich ein Valenzelektron in der 3s-Schale. Geben Sie die Einzelelektronenkonfiguration der Valenzelektronen für diesen Fall an. Zeigen Sie, dass sich in diesem Fall für die Valenzelektronen bei L-S-Kopplung die vier Energierterme  $^1P_1$ ,  $^3P_2$ ,  $^3P_1$  und  $^3P_0$  ergeben. Erläutern Sie die Bedeutung des Buchstabens P und der beiden Zahlen links und rechts des Buchstabens bei den Energiertermen. (7 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

- e) Der energetisch höchste Zustand ist hierbei der  $^1P_1$ -Zustand. Begründen Sie qualitativ, warum dies plausibel ist. (3 Punkte)
- f) Der Grundzustand des C-Atoms mit der Valenzelektronenkonfiguration  $(2p)^2$  ist ein  $^3P_0$ -Term. Geben Sie an, zu welchen der vier Energieterme aus d) Übergänge im Rahmen der elektrischen Dipolnäherung möglich sind und begründen Sie dies. (2 Punkte)