

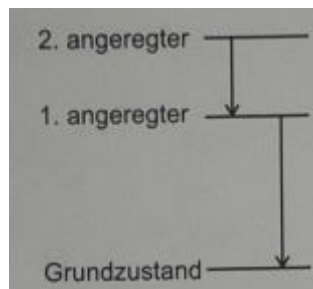
Atom-, Kern- und Teilchenphysik (Ernst)

Prüfung1

1. Ein Salzkristall (NaCl) wird mit Röntgenstrahlen einer Wellenlänge von 0.25 nm untersucht und die erste Bragg-Reflexionsordnung wird bei einem Winkel von 26.3° beobachtet. Wie groß ist der atomare Gitterabstand im NaCl?
2. Bestimmen Sie die Wellenlänge für die Übergänge von $n_1 = 3$ nach $n_2 = 2$ und von $n_1 = 4$ nach $n_2 = 2$ in atomarem Wasserstoff.
3. Welche sind die möglichen z-Komponenten des Vektors L, der den Bahndrehimpuls eines Zustands mit $l=2$ repräsentiert? Geben Sie die m_l -Werte und die Beträge von L_z an.
4. In einem Stern-Gerlach Experiment variiert das magnetische Feld in z-Richtung als $\frac{dB_z}{dz} = 1.4 \frac{T}{mm}$. Silberatome durchlaufen eine Wegstrecke $x = 3.5$ cm im Magnet. Die wahrscheinlichste Geschwindigkeit der Atome, die aus einem Ofen kommen, ist $v = 750$ m/s. Bestimmen Sie den Abstand der zwei resultierenden Strahlen beim Austritt aus dem Magnet. Die Masse von Ag Atomen ist $1,8 \cdot 10^{-25}$ kg, das magnetische Moment 1 Bohr Magneton.
5. Bestimmen Sie die möglichen Quantenzahlen für den gesamten Bahndrehimpuls und den Gesamtspin für Stickstoff $1s^2 2s^2 2p^3$. Beachten Sie, dass das Pauli-Prinzip einige Kombinationen von Gesamt-Bahndrehimpuls L und Gesamtspin S verbietet.
6. Wasserstoffatome als Gas bei Raumtemperatur
 - Wieviele Atome sind im ersten angeregten Zustand bei $E = 10.2$ eV im Verhältnis zur Grundzustandszahl?
 - Bei welcher Temperatur wäre dieses Verhältnis $\frac{1}{10}$?
7. Die Lanthanide ($Z=57$ bis $Z=70$) haben für die äußeren Elektronen die Konfiguration $6s^2 4f^k$ mit $k=1$ bis 14.
Begründen Sie hiermit, warum Atomradius für alle 14 Elemente nahezu gleich ist und diese Elemente sehr ähnliche chemische Eigenschaften haben.

Prüfung2

1. Ein Elektron bewegt sich mit der Geschwindigkeit $0.0202 c$ und ist dabei räumlich in einem Bereich von 0.12 nm gefangen.
 - Welcher Wertebereich würde die Geschwindigkeit bei einer Messung aufweisen?
 - Geben sie die de Broglie Wellenlänge des Elektrons an und skizzieren Sie das entsprechende Wellenpaket.
2.
 - Geben sie die Länge des Bahndrehimpulsvektors an, der die Bahn eines Elektrons in einem Quantenzustand mit $l=2$ beschreibt.
 - Geben Sie die Länge der z-Komponenten für alle erlaubten Richtungsstellungen dieses Bahndrehimpulses an.
3. Betrachten Sie die Ionisationsenergie vom Grundzustand des neutralen Lithium ($Z=3$). Verglichen mit der Ionisationsenergie vom Grundzustand des Wasserstoffs, ist die Ionisationsenergie des Li viel größer, viel kleiner oder etwa gleich? Erklären Sie die Antwort.
4.
 - Einfach ionisiertes Helium (He^+ , $Z=2$) sei im zweiten angeregten energiezustand. Es geht unter Aussendung von 2 Photonen in den Grundzustand über. Wie groß sind die Energien der beiden Photonen?
 - Wieviel Energie ist nötig, das Elektron dieses Helium Ions vom Grundzustand aus zu entfernen?



5. Wie groß ist die minimale kinetische Energie, die nötig ist, um die Reaktion $\pi^0 + p \rightarrow p + p + \bar{p}$ auszulösen, wobei das Pion π^0 auf das ruhende Proton stößt? ($m_\pi c^2 = 135 \text{ MeV}$, $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$)
6. Sie möchten 20 freie Neutronen und 20 freie Protonen erzeugen. Sie können dies entweder durch zerlegen eines ^{40}Ca ($Z=20$, $N=20$) Kerns oder von zwei ^{20}Ne Kernen ($Z=10$, $N=10$) erreichen. Ist die nötige Energie zur Gewinnung der 20 freien Neutronen und 20 freien Protonen aus einem ^{40}Ca Kern kleiner oder größer als zu Gewinnung aus zwei ^{20}Ne Kernen oder ist sie gleich? Erklären Sie die Antwort.

Prüfung3

- Ein Elektron bewegt sich in Richtung der x-Achse mit der Geschwindigkeit $0.0045 c$. Wie groß ist seine de Broglie Wellenlänge?
 - Das Elektron wird in einem Bereich entlang der x-Achse geortet, der sich über eine Länge von 0.236 m erstreckt. Welchen Wertebereich um die o.a. Geschwindigkeit wird eine mit der Ortung gleichzeitig erfolgte Geschwindigkeit ergeben?
- Geben Sie die Energien des Grundzustands und der ersten zwei angeregten Zustände des Elektrons im doppelt ionisierten Lithium Li^{++} ($Z=3$) an. Skizzieren Sie ein Energieniveau-Schema und kennzeichnen Sie die Niveaus durch ihre Energie und Hauptquantenzahl.
 - Wenn das Elektron ursprünglich im zweiten angeregten Zustand war, geben Sie die Wellenlänge aller Photonen an, die emittiert werden können, bis das Elektron im Grundzustand ankommt.
3. Geben Sie die Länge des Bahndrehimpulsvektors an, der die Bahn eines Elektrons in einem Quantenzustand mit $l=1$ und einen anderen mit $l=2$ beschreibt.
4. Die radiale Wellenfunktion für ein $2p(l=1)$ Elektron im Wasserstoffatom lautet

$$R(r) = A \frac{r}{a_0} \exp -\frac{r}{2a_0}$$

wobei A eine Konstante ist.

- Finden sie den wahrscheinlichen Abstand r zwischen dem Elektron und dem Kern.
 - Geben Sie alle möglichen Sätze (Kombinationen) von Quantenzahlen an, die für ein Elektron in diesem Zustand erlaubt sind (n, l, m_l, m_s).
5. Betrachte ein Atom an der Oberfläche der Sonne bei einer Temperatur von 6000 K . Nimm an, dass das Atom nur im s Grundzustand und in einem angeregten p Zustand bei 1.25 eV Energie existieren kann. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit das Atom im angeregten Zustand zu finden?
 6. Nimm an wir kombinieren zwei Ca Kerne um einen Zr Kern herzustellen. Verglichen mit einem ursprünglichen Ca Kern, wird der neu geformte Zr Kern:
(1) den doppelten Radius (2) die doppelte Oberfläche (3) das doppelte Volumen haben? Was ist richtig?
 7. Gewisse Ozeanwellen breiten sich mit einer Phasengeschwindigkeit $\nu_{phase} = \frac{g \cdot \lambda}{2\pi}$ aus, wobei g die Erdbeschleunigung ist. Wie lässt sich die Gruppengeschwindigkeit für ein Wellenpaket aus diesen Wellen ausdrücken? (ν_{gruppe} als Funktion von g und λ herleiten)