

## Aufgaben zu den Grundlagen

1. Ein Heliumkern hat die Atommasse  $6,6436 \cdot 10^{-27}$  u. Im Periodensystem wird Helium notiert mit  ${}^4_2\text{He}$ .
  - a) Schätze mit Hilfe der Atommassenzahl den Atomradius ab und berechne näherungsweise das Volumen des Atomkerns.
  - b) Berechne die Dichte des Heliumkerns und vergleiche seine Dichte mit der Dichte eines Wasserstoffkerns.
2. Das Element  ${}^9_4\text{Be}$  zerfällt unter der Aussendung von  $\alpha$ - Strahlung.
  - a) Erkläre mit Hilfe des Potentialtopfmodells das Zustandekommen der  $\alpha$ - Strahlung.
  - b) Stelle für das oben genannte Element die Reaktionsgleichung auf.
  - c) Berechne mit Hilfe der Reaktionsgleichung die Größe der abgestrahlten Energie.
3. Derzeit wird an einem Fusionsreaktor gearbeitet. Dabei wird versucht zwei Wasserstoffkerne zu einem Heliumkern zu fusionieren.
  - a) Erkläre warum man die Fusion von Atomkernen zur Energiegewinnung nutzen kann.
  - b) Berechne die Zeitdauer, mit der man eine 60,0 W- Glühbirne betreiben kann, wenn man die elektrische Energie aus der Fusion von 20,0 g Helium gewinnt und der Wirkungsgrad mit 75% angenommen werden darf.
4.  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  ist ein Element, das unter der Abgabe von  $\beta^-$ - Strahlung zerfällt.
  - a) Erkläre mit Hilfe des Potentialtopfmodells, wie es zu dieser Art von radioaktiver Strahlung kommt.
  - b) Stelle für das genannte Element die Reaktionsgleichung auf.
  - c) Erkläre, worin der Unterschied von  $\alpha$ - und  $\beta$ - Strahlung verglichen mit  $\gamma$ - Strahlung liegt.
  - d) Erkläre mit dem Potentialtopfmodell eine weitere Art der  $\beta$ - Strahlung.

## Aufgaben zur Atom und Kernphysik 2

### 1. Linearer Potentialtopf

Bei einem linearen Potentialtopf mit unendlich hohen Potentialbarrieren besitzt ein Grundniveau von 3,50 eV. In diesem Potentialtopf ist ein Elektron eingesperrt.

- a) Bestimme durch eine geeignete Berechnung die Breite dieses linearen Potentialtopfs.
- b) Überprüfe ob bei einem Atom, das durch diesen linearen Potentialtopf Licht mit der Wellenlänge 632 nm emittiert werden kann, wenn ein angeregtes Elektron auf den Grundzustand zurückfällt.
- c) Nun wird ein Potentialtopf mit endlicher Potentialbarriere betrachtet. Skizziere die Wellenfunktion für den vierten gebundenen Zustand eines Elektrons und begründe den Verlauf des Graphen der Wellenfunktion.
- d) Erkläre, was man unter einem Streuzustand bei einem Potentialtopf mit endlichen Potentialwänden versteht und skizziere den Graphen einer Wellenfunktion eines Streuzustands. Erläutere dabei den Graphenverlauf.

### 2. Tunneleffekt

Ein linearer Potentialtopf mit endlichen Potentialwänden besitzt eine Breite von  $2,50 \cdot 10^{-10}$  m. Die Potentialbarrieren haben eine Breite von 2,00 nm. Beim Eindringen in die Potentialbarrieren nimmt die Wellenfunktion pro nm um 15,0% ab.

- a) Skizziere den Tunneleffekt für den zweiten angeregten Zustand und erkläre was unter dem Tunneleffekt zu verstehen ist. Nenne ein Beispiel, wo der Tunneleffekt eine zentrale Rolle spielt.
- b) Bestimme die Wellenlänge und die Amplitude jeweils vor und nach dem Durchtunneln eines Elektrons durch die Potentialbarriere.
- c) Bestimme die Geschwindigkeit des Elektrons, das durch die Potentialwand getunnelt ist.

### 3. Massenspektrograph

Ein wesentliches Gerät der Kernphysik ist der Massenspektrograph. Dieser besteht aus einer Kombination aus einem magnetischen Feld und einem senkrecht dazu stehenden elektrischen Feld.

- a) Fertige eine Skizze des Massenspektrographen an und erkläre wozu dieses Gerät verwendet werden kann und bei welchem Teilchen dieses Gerät allerdings versagt.
- b) Berechne in allgemeiner Rechnung, wie man mit dem Massenspektrograph die Masse eines positiv geladenen Teilchens ermitteln kann.

## 12. Jahrgangsstufe – Physik– Kernphysik – Aufgaben

- c) Bei einem Heliumkern wird ein Radius von 21,156 cm gemessen. Dabei liegt an dem Ablenkkondensator eine Spannung von 250,000 V an und das Magnetfeld besitzt eine magnetische Flussdichte von 0,035000 T. Die Platten des Ablenkkondensators haben einen Abstand von 2,00000 cm. Ermittle aus diesen Daten die Masse eines Heliumkerns.

### 4. Kernmodelle

- a) Den Atomkern kann man als Potentialtopf beschreiben. Erkläre dieses Modell und gehe auch auf die Besonderheiten des Modells ein und nenne was mit diesem Modell besonders gut erklärt werden kann.
- b) Bestimme durch Berechnung den Atomkernradius von  ${}^4_2\text{He}$  und ermittle die Dichte des Heliumkerns, wenn ein Heliumkern eine Masse von  $6,64364 \cdot 10^{-27}$  kg besitzt.
- c) Ermittle durch Rechnung das Grundniveau des Heliumkerns.
- d) Bestimme die Columbkraft im Kern, mit der sich zwei Protonen im Atomkern gegenseitig abstoßen. Als Abstand kann dabei der Kernradius angenommen werden.

### 5. Massendefekt

${}^{22}_{11}\text{Na}$  zerfällt in  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ .

- a) Stelle die Reaktionsgleichung auf, die den radioaktiven Zerfall darstellt und erkläre um welchen Zerfall es sich handelt.
- b) Ermittle rechnerisch die Kernbindungsenergie pro Nukleon, wenn bekannt ist, dass  ${}^{22}_{11}\text{Na}$  eine Masse von 21,99444 u besitzt.
- c) Bestimme, welche Energie bei einer Kernfusion zu diesem Natriumisotop frei wird, wenn anfänglich eine Masse von 1,00 kg von  ${}^{22}_{11}\text{Na}$  vorhanden waren. Woran scheitert diese Kernfusion allerdings technisch?