

Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Schreibutensilien, Formelsammlung

Aufgabe 1: Atommodelle

In der Geschichte der Physik nehmen Atommodelle eine bedeutende Rolle ein. Die Wikipedia („Atommodell“) schreibt: „Die Modelle der Atomphysik konnten im Laufe der Zeit immer mehr Beobachtungen erklären, wurden aber auch komplizierter. Heute ist man in der Lage, Atome mit Hilfe der Quantenmechanik zu beschreiben. Auf die Frage, wie man sich denn ein Atom nun vorzustellen habe, antwortete der Physiker Werner Heisenberg: „Versuchen Sie es gar nicht erst!“ Diese Aussage ist heute aktueller denn je, da neuere Atommodelle nur noch mit mathematischen Formeln darzustellen sind.“

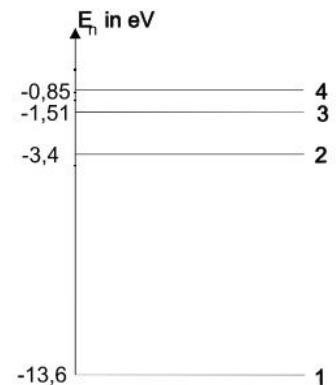
Beim Rutherford'schen Atommodell nimmt man einen Kern an, der Sitz der positiven Ladung und nahezu der gesamten Atommasse ist.

- 1.1. Skizzieren Sie den prinzipiellen Versuchsaufbau des Rutherford'schen Streuversuches! Erläutern Sie, wie Rutherford aus den Versuchsergebnissen auf sein Atommodell schloss.
- 1.2. In großer Entfernung vom Kern haben α -Teilchen die kinetische Energie $E_{kin} = 8,0 \text{ MeV}$. Berechnen Sie, wie nahe diese α -Teilchen einem Goldkern kommen, wenn sie von diesem unter einem Winkel von $\alpha = 180^\circ$ reflektiert werden!

Ein weiteres Modell ist das Bohrsche Atommodell.

- 1.3. Nennen Sie die Grundannahmen dieses Modells!
- 1.4. Wie jedes Modell widerspiegelt das Bohrsche Atommodell die objektive Realität nur teilweise. Nennen Sie je zwei Sachverhalte für die Anwendbarkeit und für die Grenzen dieses Modells. (Formulieren Sie Ihre Antwort bitte kurz und physikalisch präzise!)

Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Energieniveauschema eines Wasserstoffatoms.



- 1.5. Geben Sie für diesen Ausschnitt die Anzahl der möglichen Emissionslinien an!
- 1.6. Berechnen Sie die Frequenz des Lichtes, das beim Übergang vom zweiten zum ersten Energieniveau emittiert wird!

Das Bohrsche Atommodell lässt sich auch auf einfach ionisiertes Helium (He^+) anwenden. Für die Gesamtenergie auf der n-ten Bahn gilt:

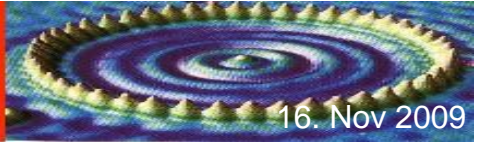
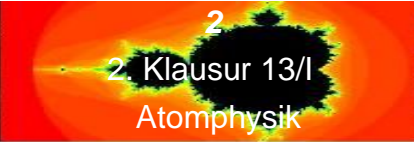
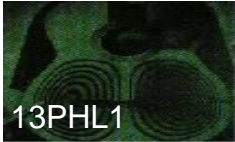
$$E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{Z^2}{n^2}, \quad Z = \text{Kernladungszahl}$$

- 1.7. Berechnen Sie die Energie, die dem Heliumion mindestens zuzuführen ist, um es aus dem Grundzustand vollständig zu ionisieren!
- 1.8. Um aus einem Heliumatom ein einfach ionisiertes Heliumion He^+ zu erzeugen, wird die Ionisierungsenergie $E_{ion} = 24,5 \text{ eV}$ benötigt. Erklären Sie qualitativ den Unterschied zwischen den Ionisierungsenergien des Heliumions und des Heliumatoms!

Myonen sind Elementarteilchen, die eine Elementarladung tragen. Ihre Ruhemasse entspricht der Ruhemasse von 207 Elektronen. Wenn sie eine geringe kinetische Energie besitzen, können sie von Atomkernen eingefangen werden. Für die Gesamtenergie des Myons auf der n-ten Bahn gilt:

$$E_n = -\frac{m_\mu e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

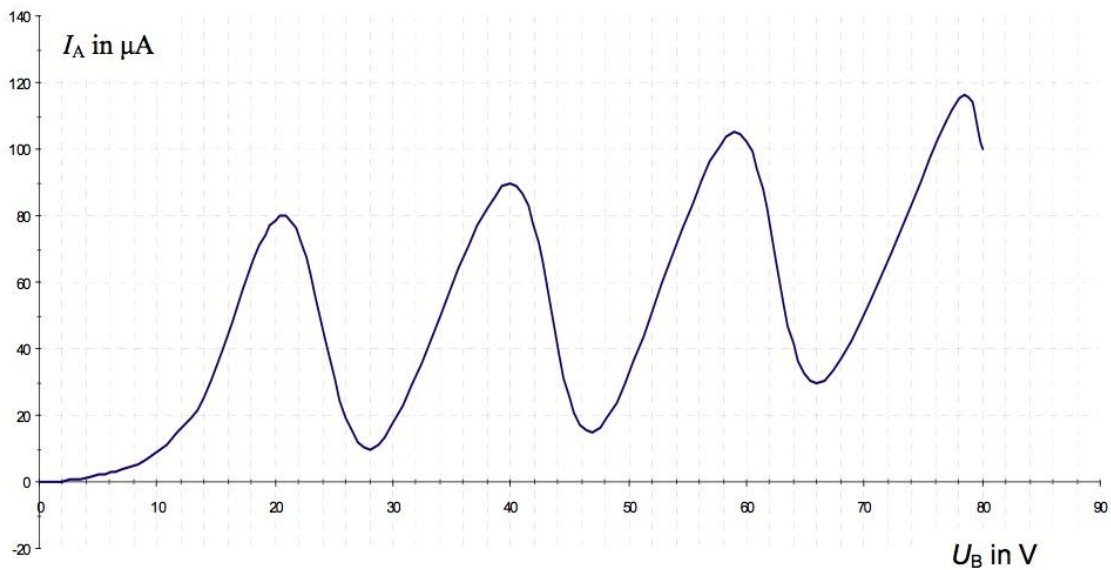
- 1.9. Berechnen Sie die Energien für die drei niedrigsten Energieniveaus des Myons, wenn es von einem Berylliumkern eingefangen wurde und stellen Sie diese in einem Energieniveauschema maßstäblich grafisch dar.
- 1.10. Vergleichen Sie die Wellenlängen des Übergangs von $n=2$ auf $n=1$ für das Wasserstoffatom und das Berylliumatom mit eingefangenen Myon. Geben Sie für die Übergänge den Spektralbereich an.



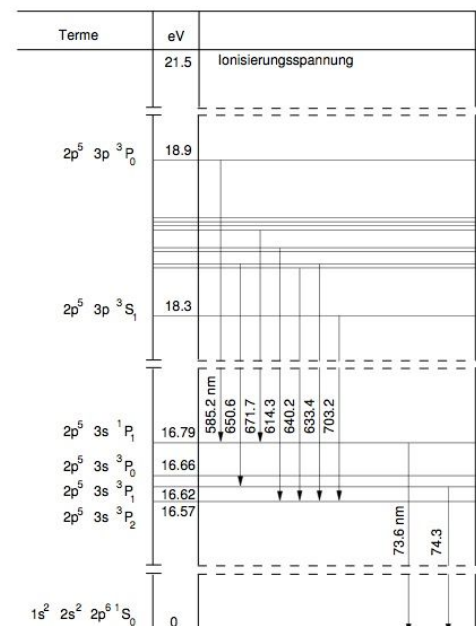
Aufgabe 2: Der Franck-Hertz-Versuch

In einer Franck-Hertz-Röhre befindet sich das Edelgas Neon. Die Beschleunigungsspannung wird im Bereich von $0\text{ V} \leq U_B \leq 80\text{ V}$ verändert. Zwischen der Gitterelektrode und der Anode liegt eine geeignete Gegenspannung an. Der Auffangstrom I_A wird gemessen. Ab einer Beschleunigungsspannung U_B von ca. 20 V zeigt sich nahe dem Gitter eine rote Leuchterscheinung. Mit höherer Spannung U_B verlagert sich der leuchtende Bereich in Richtung Katode. Ab 40 V entsteht am Gitter ein zweiter leuchtender Bereich, der bei weiterer Erhöhung der Spannung UB ebenfalls in Richtung der Katode wandert.

2.1. Interpretieren Sie die in der nachfolgenden Abbildung dargestellte Franck-Hertz-Kurve für Neon.



- 2.2. Begründen Sie, warum das Ergebnis des Franck-Hertz-Experiments die Vorstellung von der Existenz diskreter Energiezustände in der Elektronenhülle stützt.
- 2.3. Berechnen Sie unter Verwendung des Diagramms die Frequenz, die sich beim direkten Übergang des Ne-Atoms aus dem angeregten Zustand in den Grundzustand ergeben würde. Interpretieren Sie diesen Wert im Hinblick auf die Beobachtungsergebnisse.
- 2.4. Aber warum sieht man dann überhaupt etwas? Interpretieren Sie das nebenstehende Energieniveauschema im Hinblick auf die Leuchterscheinungen im Neon.



VIEL SPASS!

(... UND ERFOLG!)

Abbildung FH.2: Termschema von Neon