

1. a) Auf welchem Raum läßt sich ein Elektron einsperren, ohne daß die Geschwindigkeitsunschärfe größer als Lichtgeschwindigkeit wird?  
 b) Wie groß ist die Geschwindigkeitsunschärfe eines Elektrons, das in einen Atomkern gesperrt wurde?

Im Lehrbuch findet sich folgender Satz: „Diese Vermutung, dass sich im Kern Elektronen aufhalten, erwies sich als falsch, wie eine energetische Überlegung zeigt.“

- c) Können Sie zeigen, warum sich im Kern (~~aus energetischen Gründen~~) keine Elektronen aufhalten?  
 d) Wie groß ist die Geschwindigkeitsunschärfe eines Protons, das sich in einem Atomkern aufhält?  
 e) Ist damit das Tröpfchenmodell für Atomkerne noch haltbar?  
 f)  $\gamma$ -Strahler senden nicht jede Frequenz im Röntgenbereich aus, sondern nur wenige Frequenzen. Was kann man hieraus über die Struktur der Atomkerne schließen?

27/27

2. Für Helium 4 ergibt sich eine Atommasse von 4,002602 u.

- a) Zeigen Sie, daß die Masse zweier Protonen plus der Masse zweier Neutronen größer ist als die Masse eines Helium-4-Kernes! (Mit allen Stellen des Taschenrechners rechnen!)  
 b) Wie groß ist dieser Massendefekt in Prozent?  
 c) Wieviel Energie bleibt damit bei jedem Fusionsprozeß innerhalb der Sonne über?  
 d) Wie viele Fusionsvorgänge müssten in einem Fusionsreaktor pro Sekunde ablaufen, um eine Leistung von 10 kW zu erzielen?  
 e) Wieviel Gramm Helium entstünde dabei pro Sekunde?

24/25

3. Radioaktive Stoffe senden Röntgenstrahlung aus.

- a) Warum glaubt man zu wissen, daß diese Röntgenstrahlung aus dem Kern der Atome ausgesandt wird?  
 b) Die Frequenz von Röntgenstrahlen liegt zwischen  $10^{13}$  und  $10^{19}$  Hz. Jemand behauptet, Röntgenstrahlen könnten niemals durch Bahnübergänge von Elektronen entstehen. Ist das richtig? Würde man einen potentiellen Röntgenstrahler eher bei Wasserstoff oder einem schweren Element suchen? Führen Sie auch eine Rechnung durch!  
 (Ja, diese Aufgabe ist etwas schwerer. Nicht fragen, selbst Gedanken machen!)

10/11

4. Thorium-232 gilt mit einer Halbwertszeit von  $1,405 \cdot 10^{10}$  Jahren als „stabiles“ Element. Wir wollen im folgenden die Isotope Th-229, Th-230, Th-231, Th-233, Th-234 und Th-235 betrachten.

- a) Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, welche dieser Isotope  $\alpha$ -Strahler und welche  $\beta$ -Strahler sind! Begründen Sie Ihre Vermutung!  
 b) Gibt es für Th-235 eine Möglichkeit durch mehrfachen radioaktiven Zerfall in eines der genannten Thorium-Isotope überzugehen? Wenn ja, in welches?

Die Halbwertszeiten der drei ersten Isotope lauten: 25,5 Stunden, 7880 Jahre und 75400 Jahre.

- c) Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, welche Halbwertszeit zu welchem der drei Isotope Th-229, Th-230 und Th-231 gehört und begründen Sie Ihre Vermutung!

15/15

5. Die Halbwertszeit von Uran beträgt 4,5 Milliarden Jahre. Uran zerfällt letztlich in Blei. In einem Mineral kommt ein Bleiatom auf zwei Uranatome. Wie alt ist das Mineral?

8/8

6. Ein Heliumkern fliegt mit 3000m/s durch einen Doppelspalt. 40 cm hinter dem Doppelspalt befindet sich eine Photoplatte. Man erkennt durch das Mikroskop im Abstand von einem tausendstel Millimeter Maxima. Wie weit liegen die Spaltmitten entfernt?

8/8

7. Weißes Licht fällt auf eine Rosenblüte. Die Blüte erscheint uns rot. Warum? Welche Vorgänge spielen sich dabei in der Elektronenhülle der Rosenblütenatome ab?

8/8

98/100 BE  
15 P

02.07.05

57 4/10/05

Nr.1

$$a) \Delta x \cdot \Delta p = \hbar$$

$$\Delta x = \frac{\hbar}{\Delta p} = \frac{\hbar}{\Delta v \cdot m} = \frac{6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{2 \cdot \pi \cdot 2,187925 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 3,961 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

A.: Der Raum muss ~~größer~~ <sup>kleiner</sup> als  $3,961 \cdot 10^{-13} \text{ m}$  sein. ✓

$$b) \Delta x \cdot \Delta p = \hbar$$

$$\Delta p = \frac{\hbar}{\Delta x}$$

$$\Delta v = \frac{\hbar}{m \cdot \Delta x} = \frac{6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10^{-14} \text{ m}}$$

$$= 1,158 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A.: Die Geschwindigkeitsunschärfe müsste  $1,158 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$  betragen. ✓

- c) Würden sich im Kern Elektronen aufhalten, wäre die Geschwindigkeitsunschärfe größer als die Lichtgeschwindigkeit, was nach Einstein nicht sein kann. ✓  
 Außerdem müsste es sein, dass wenn sich Neutronen durch Elektronen ausstrahlung zu Protonen umwandeln können, alle Protonen augenblicklich in Neutronen umwandeln könnten. (Passiert aber nicht) Und die Notiz „Auch durch Elektroneneinfang möglich“ in der Nuklidkarte wäre keinen Sinn. } Warum nicht?

$$d) \Delta v = \frac{\hbar}{m \cdot \Delta x} = \frac{6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{2 \cdot \pi \cdot 7,6725 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{-14} \text{ m}}$$

$$= 6,305 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A.: Die Geschwindigkeitsunschärfe beträgt  $6,305 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . ✓

- e) Es ist schwierig sich vorzustellen, dass Nukleonen gleichzeitig festkleben und sich mit  $6,305 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  bewegen sollen. Das Tröpfchenmodell ist für die Frage, was die Nukleonen im Atomkern machen unhaltbar. ✓

- f) Ich vermute Atomkerne sind ähnlich aufgebaut wie Atomhüllen und können angeregt werden. Fällt der Atomkern wieder in seinen Ursprungszustand zurück, sendet er eben eine dieser bestimmten Frequenzen aus, ähnlich Elektronen in der Atomhülle, die in den Grundzustand zurückfallen. ✓

H-Atom:  $z=1$   $N=1,097 \cdot 10^8 \text{ Hz} < 10^{13} \text{ Hz}$   
 Schweres Atom z.B. Uran  $z=92$ :  
 $N=92 \cdot 1,237 \cdot 10^8 \text{ Hz} = 1,09 \cdot 10^9 \text{ Hz} < 10^{13} \text{ Hz}$

A.: Wir sehen weder Atomhüllen von schweren noch von leichten Elementen könnten solche kurzwelligeren Strahlen emittieren. Trotzdem würde man den Strahler eher bei einem schweren Element suchen. (Das Uran kommt zwar grade so ran, aber wo findet man schon  $\alpha$  facionisierte Uran?)

Nr. 4  
 d) Ich vermute, dass Th-229, Th-230 und Th-231  $\alpha$ -Strahler sind, weil sie zu viele Protonen haben und diese loswerden müssen. Demnach müssten Th-233, Th-234 und Th-235  $\beta$ -Strahler sein, um sich überflüssigen Neutronen zu entledigen.

b) Th-235 könnte durch einen  $\alpha$ -Zerfall und zwei  $\beta$ -Zerfälle zu Th-231 werden. ob das wirklich geht, weiß ich nicht.

c) Meine Vermutung: In der Regel nimmt die Halbwertszeit ab, je weiter ein Isotop von dem "stabilsten" Isotop entfernt ist.

Nr. 5  
 $\frac{1}{3}$  des Urans ist zerfallen.  $\frac{A(t)}{A_0} = \frac{2}{3}$

$A(t) = A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{t_{1/2}}}$   
 $0,5^{\frac{t}{t_{1/2}}} = \frac{2}{3}$   
 $\log(0,5)^{\frac{t}{t_{1/2}}} = \log\left(\frac{2}{3}\right)$

$t = t_{1/2} \cdot \frac{\log\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)}{\log(0,5)} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ a} \cdot \frac{\log\left(\frac{2}{3}\right)}{\log(0,5)} = 2,632 \cdot 10^9$

A.: Das Mineral ist 2,632 Milliarden Jahre alt.

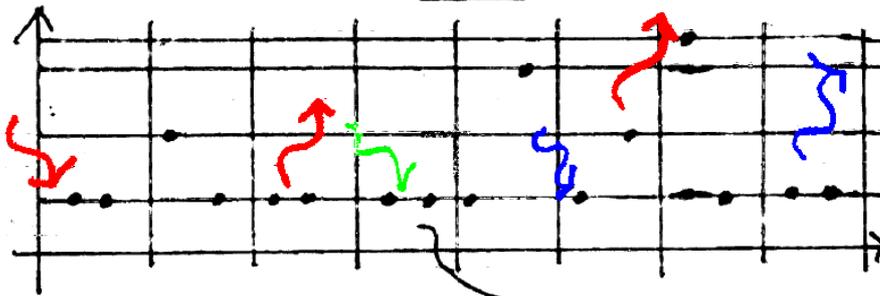


Nr. 6  
 $\lambda = d \cdot \sin(\alpha/2)$   $\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot v}$   
 $\lambda = d \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$   
 $\lambda = d \cdot \frac{\alpha}{2}$   
 $d \cdot \frac{\alpha}{2} = \frac{h}{m_0 \cdot v}$

A.: Die Spaltmitte müssen  $1,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  voneinander entfernt sein.

$d = \frac{h}{m_0 \cdot v} = \frac{0,4 \text{ nm} \cdot 6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{6,6442 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 3000 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10^{-8} \text{ m}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 13,3 \mu\text{m}$

Nr. 7



Kommt langwelliges, rotes Licht auf das Rosenblatt so kann es ein Elektron um eine Bahn hochheben. fällt das Elektron wieder zurück, sendet es rotes Licht aus.

Kommt kurzwelligeres Licht auf das Rosenblatt, kann das Elektron um zwei Bahnen angehoben werden, die es in roter Wellenlänge abstrahlt. Es könnte sein, dass auch noch etwas Energie übrig bleibt, die beim Eintreffen des Photons als Radio Welle weiterwandert.

Es kann auch passieren, das kurzwelligeres Licht eingestrahlt wird, das Elektron um mehrere Bahnen hochgehoben wird und kurzwelliges Licht abstrahlt. Doch da viel mehr rote als z.B. blaues Licht abgestrahlt wird, erscheint uns die Rose rot.

Manchmal passiert es auch, dass das Elektron um eine Bahn angehoben wird, obwohl die Energie für eine zweite Bahn reichen würde.

