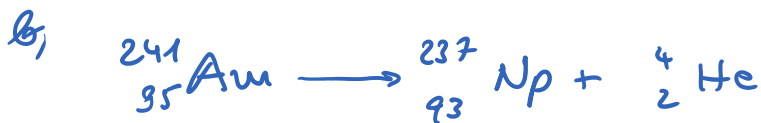


Abitur 2020 / 12-2

① Rauchwelder retten Leben

- a) Ionisierungsenergie bei Wasserstoff: 13,6 eV
 bei schweren Elementen evtl.
 höher, aber sicher nicht mehrere
 MeV

⇒ kinetische Energie der α -Teilchen
 (einige MeV) reicht aus, um bei
 Zusammenstößen mit Luftmolekülen
 Elektronen aus der Atomhülle heraus-
 zuschlagen.



$$\begin{aligned}
 E &= \Delta m \cdot c^2 \\
 &= [m_{\text{Am}^{241}} - m_{\text{Np}^{237}} - m_{\text{He}^4}] c^2 \\
 &= (241,056889 - 237,048173 - 4,002603) \cdot \underbrace{931,49 \text{ MeV}}_{\text{FS S. 45}} \\
 &= 5,6 \text{ MeV}
 \end{aligned}$$

c) $A = 40 \text{ kBq}$ Ges.: m

$N = ?$ $m = N \cdot m_{\text{eines Am-Atoms}}$

$A = \lambda \cdot N$, $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$; $T_{1/2} = 432 \text{ a}$

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln 2}$$

$$= \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 432 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{\ln 2}$$

$$= 7,86 \cdot 10^{14}$$

$$m = 7,86 \cdot 10^{14} \cdot 241 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 3,14 \cdot 10^{-10} \text{ kg} = 0,31 \mu\text{g}$$

d) Ges.: H

$$H = q \cdot D \quad ; \quad q = 20$$

$$D = \frac{E}{m} \quad ; \quad m = 75 \text{ kg}$$

E = Energie, die in 1 h durch die α -Strahlung freigesetzt wird.

$$= 5,6 \text{ MeV} \cdot \text{Anzahl der Zerfälle in 1 h}$$

$$= 5,6 \text{ MeV} \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 3600$$

$$= 5,6 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 3600$$

$$= 1,29 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$H = 20 \cdot \frac{1,29 \cdot 10^{-4} \text{ J}}{75 \text{ kg}} = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ Sv}$$

$$= 34 \mu\text{Sv}$$

ca. 30-mal größer als der pro Stunde zulässige Grenzwert!

- e) • Absorption der α -Strahlung durch das Gehäuse
- geringe Reichweite von α -Strahlung in Luft (einige cm)

f) Am-241 α 5,6 MeV 432a

Bk-248: α ; $E = 5,8 \text{ MeV}$; $T_{1/2} = 10a$

$T_{1/2}$ im Vergleich zur Lebenszeit eines Rauchmelders zu kurz; die Aktivität des Präparats ändert sich zu rasch $\Rightarrow$ Änderung der Stromstärke $\Rightarrow$ Gefahr von Fehlalarmen.

Cm-248 : α ; $E = 5,2 \text{ MeV}$;
 $T_{1/2} = 348 \cdot 10^2 \text{ a}$

ca. 1000-jährige Halbwertszeit

$\Rightarrow$ wesentlich geringere Aktivität
 $\Rightarrow$ höhere Masse, damit eine ausreichende Zahl von Ionen entsteht

Cs-137: β^- 1,2 MeV 30a

β -Strahlung hat eine viel geringere ionisierende Wirkung als α -Strahlung
 $\Rightarrow$ geringere Stromstärke
 $\Rightarrow$ größere Masse erforderlich

Halbwertszeit liegt in der gleichen Größenordnung wie die Lebensdauer des Rauchmelders

β -Strahlung hat eine viel größere Reichweite als α -Strahlung

f)



- Gefahr des Missbrauchs des radioaktiven Präparats
- Umweltproblem bei der nicht fachgerechten Entsorgung der Rauchmelder.

- erfl. zusätzliche Strahlenbelastung durch begleitende γ -Strahlung
-

Mi. 26.5. erfl. Besprechung Kolloquium
 → E-Mail ?

② Quanten-Diodes

a) $\Delta E = 20,66 \text{ eV} - 18,70 \text{ eV} = 1,96 \text{ eV}$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \dots = 634 \text{ nm} \rightarrow \text{rot}$$

b) $\Delta t = 50 \text{ ns}; P = 600 \text{ mW}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

$$\Rightarrow \text{Energie / Arbeit} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$$

$$E_{\text{Puls}} = 600 \text{ mW} \cdot 50 \text{ ns} = n \cdot E_{\text{Photonen}} \\ = n \cdot 1,96 \text{ eV}$$

$$n = \frac{600 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{1,96 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

$$n = 9,6 \cdot 10^{16}$$

c) • Bewegung der Elektronen auf eine Richtung beschränkt → lineares Modell

• „können die Quanten-Diodes nicht verlassen“ → unendlich hohe Potenzialwände

⇒ Modell des linearen Potenzialtopfs

$$E_n = \frac{1}{8} \frac{h^2 n^2}{m_e L^2}$$

FS S.33
lineares Potential-
topf

~~$$\text{oder } E_n = -\frac{1}{2a_0} \frac{R_\infty \cdot h \cdot c}{n^2}$$~~

~~bei auf $\frac{1}{2a_0}$:
Energieniveaus
im H-Atom~~

h : ...

m_e : ...

L : ...

n : Quantenzahl

$$d) E_n = \frac{(6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js})^2}{8 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (1,3 \cdot 10^{-9} \text{ m})^2} \cdot n^2$$

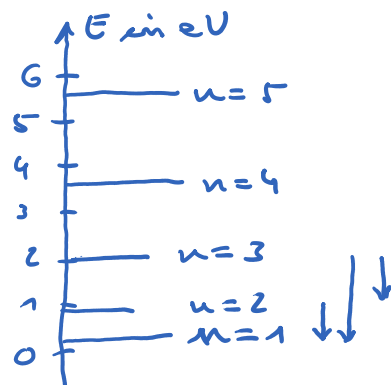
$$E_1 = \quad \quad \quad || \quad \quad \quad \cdot 1 \\ = 3,56 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,223 \text{ eV}$$

$$E_2 = 4 \cdot E_1 = 0,891 \text{ eV}$$

$$E_3 = 9 \cdot E_1 = 2,01 \text{ eV}$$

$$E_4 = 16 \cdot E_1 = 3,56 \text{ eV}$$

$$E_5 = 25 \cdot E_1 = 5,57 \text{ eV}$$



$$E_{\text{Laser}} = 1,96 \text{ eV}$$

- e) Linienspektrum mit den
3 Wellenlängen, die den
Übergängen $n=2 \rightarrow n=1$
 $n=3 \rightarrow n=1$
 $n=3 \rightarrow n=2$

entsprechen.

$$f) L = 1,3 \text{ nm} \pm l$$

Veränderung von $L \rightarrow$ Änderung der
Energieniveaus

$\Rightarrow$ geringfügige Änderung der Beobachteten

Wellenlängen

→ Verbreiterung der Spaltstrahlen,
niedrigere / dunklere Linien.