

## 2. Physikschulaufgabe

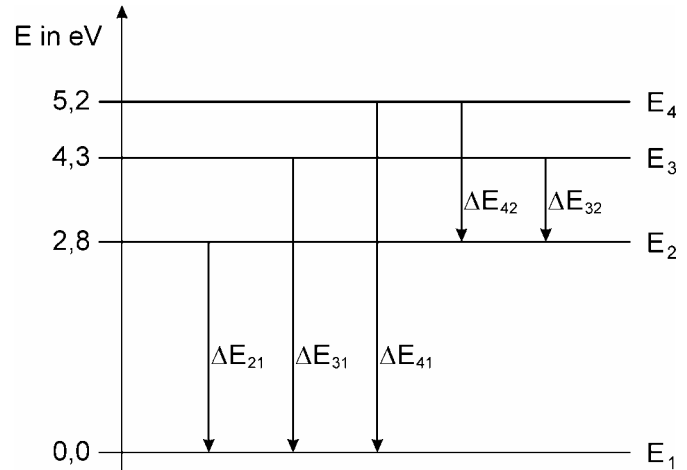
Klasse 9 / G8

### - Lösungen -

#### Atom- / Kernphysik

1. Eintragen der möglichen Energieübergänge in nebenstehendes Schema.

$$\begin{aligned}\Delta E_{21} &= 2,8 \text{ eV} && \text{violett} \\ \Delta E_{31} &= 4,3 \text{ eV} && \text{ultraviolett} \\ \Delta E_{41} &= 5,2 \text{ eV} && \text{ultraviolett} \\ \Delta E_{42} &= 2,4 \text{ eV} && \text{grün} \\ \Delta E_{32} &= 1,5 \text{ eV} && \text{rot / infrarot}\end{aligned}$$

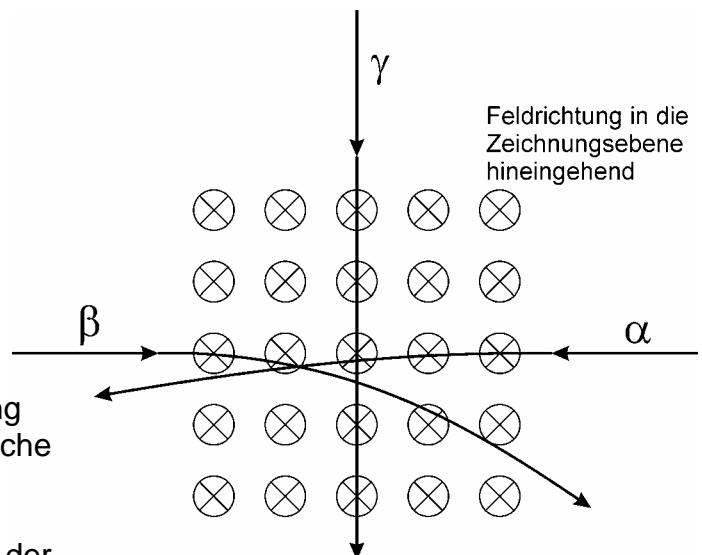


- b) Die Anregung der Atome mit 4,3 eV hebt das Energieniveau der Atome zunächst auf das Niveau  $E_3$ . Sofort danach erfolgt der Übergang von  $E_3$  auf  $E_2$ . Beim Übergang vom zweiten Energieniveau in den Grundzustand werden Photonen der Energie  $\Delta E_{21} = 2,8 \text{ eV}$  emittiert.
- c) Die Atome können mit Photonen der Energie 4,7 eV nicht angeregt werden, da es im Atom kein Energieniveau mit 4,7 eV gibt. Somit kommt es auch nicht zur Emission von ultravioletten Photonen.

2.  $\alpha$  – Strahlung erfährt eine relativ geringe Ablenkung weil ihre Teilchen (positiv geladene Heliumkerne) schwer sind.

$\beta$  – Strahlung wird stärker abgelenkt, weil ihre Teilchen (negativ geladene Elektronen) sehr leicht sind.

$\gamma$  – Strahlung geht ohne Ablenkung durch das Magnetfeld. Diese Strahlung kann durch magnetische oder elektrische Felder nicht abgelenkt werden.



Die Richtung der Ablenkung kann mit der 3-Finger-Regel der linken / rechten Hand ermittelt werden:

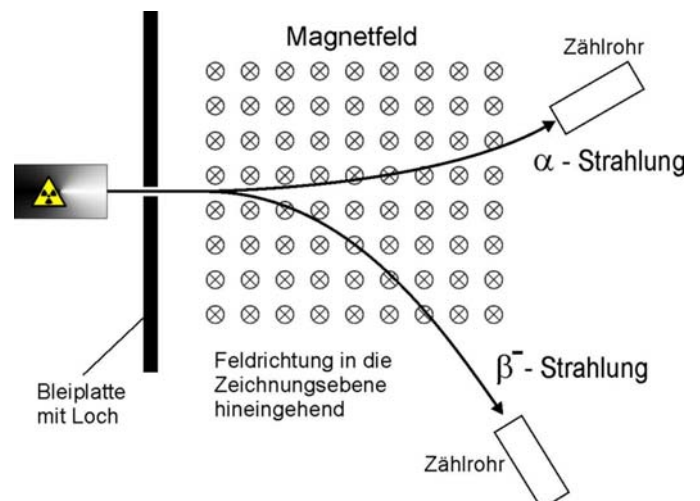
$\alpha$  – Strahlung: - Daumen der **rechten Hand** in Bewegungsrichtung der  $\alpha$  - Teilchen,  
- Zeigefinger in Magnetfeldrichtung,  
- Mittelfinger zeigt die Richtung der Ablenkkraft an.

$\beta$  – Strahlung: - Daumen der **linken Hand** in Bewegungsrichtung der  $\beta^-$  - Teilchen,  
- Zeigefinger in Magnetfeldrichtung,  
- Mittelfinger zeigt die Richtung der Ablenkkraft an.

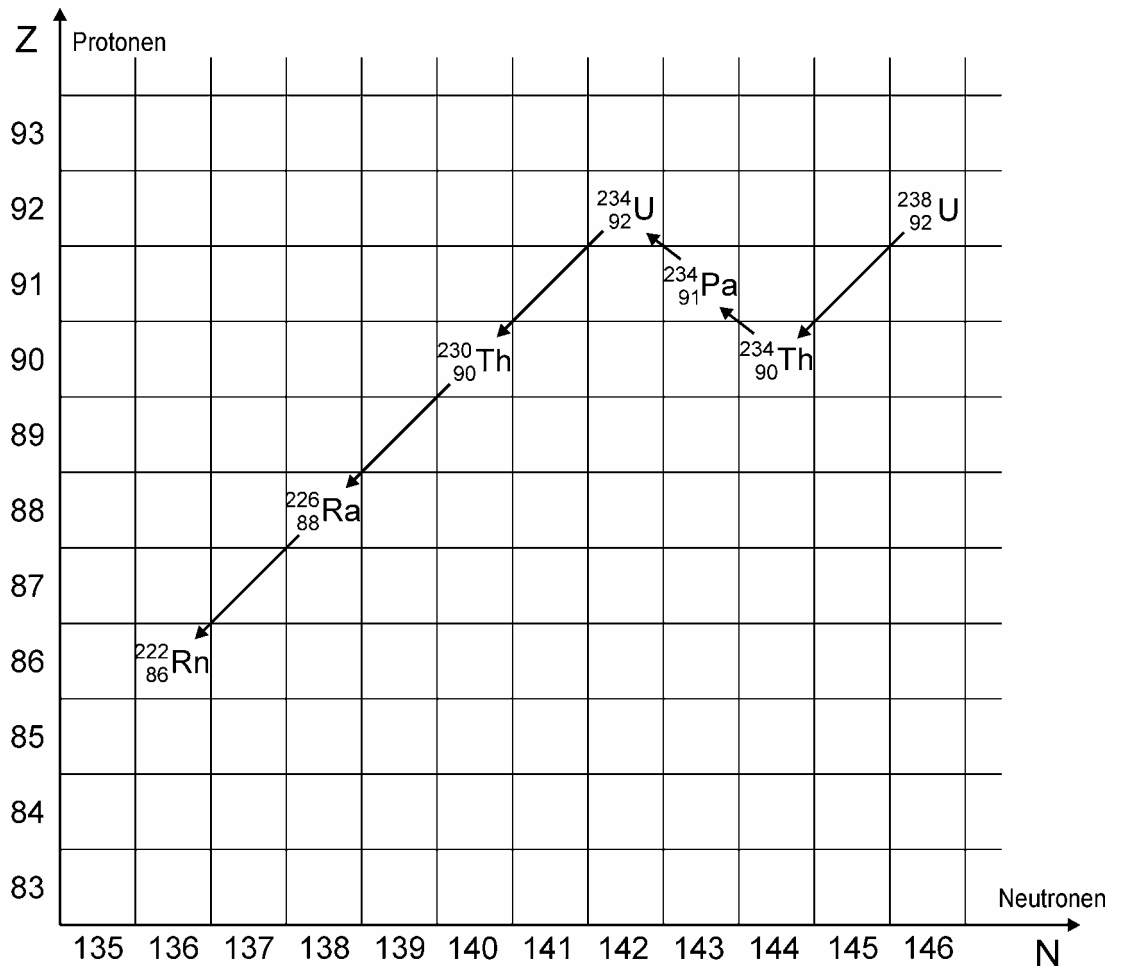
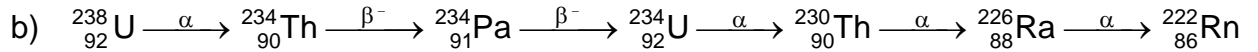
## - Lösungen -

3. Wirkungen radioaktiver Strahlung:
- Ionisieren von Luft
  - Schwärzen von Fotofilmen
  - Schädigen von lebenden Zellen
4. Radioaktive Strahlung kann mit Hilfe folgender Geräte nachgewiesen werden:
- Nebelkammer (historisch, heute kaum noch in Gebrauch)
  - Geiger-Müller-Zählrohr (kurz Geigerzähler)
  - Lichtdicht verpackte Fotoplatten oder Filme (Schwärzung durch radioaktive Strahlung)
  - Szintillationszähler, Ionisationskammer, Blasenkammer
5.  $\alpha$  – Strahlung: Zweifach positiv geladene Heliumkerne, lässt sich im Magnetfeld relativ gering ablenken, wirkt stark ionisierend, Reichweite in Luft von einigen Zentimetern, kann Papier nicht durchdringen
- $\beta$  – Strahlung: Besteht aus negativ geladenen Elektronen, lässt sich im Magnetfeld relativ stark ablenken, ist nur gering ionisierend, Reichweite in Luft von einigen Metern, kann eine Aluminiumplatte nicht durchdringen
- $\gamma$  – Strahlung: Besteht aus sehr energiereichen Photonen, ähnlich Röntgenstrahlung, lässt sich im Magnetfeld nicht ablenken, wirkt nicht ionisierend, Reichweite in Luft praktisch unbegrenzt, durchdringt Bleiplatten
6. Das Präparat wurde um die Hälfte der Strecke, also um **18 cm** verschoben.  
Nach dem Abstandsquadratgesetz  $1/r^2$  verringert bzw. vergrößert sich die radioaktive Strahlung quadratisch mit dem Abstand von der Strahlungsquelle.  
Das heißt, beträgt der Abstand 1 cm und ist die Aktivität 1 Bq, dann wird beim Abstand 0,5 cm, also der Hälfte, die Aktivität vielmal so groß, also 4 Bq.

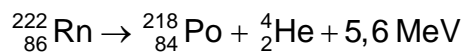
7. a) Die vom Präparat ausgehende Strahlung wird mittels Lochblende auf einen feinen Strahl reduziert und anschließend durch ein Magnetfeld geleitet.  
Alpha- bzw. Betastrahlung wird in unterschiedliche Richtungen abgelenkt. Je nachdem an welcher Stelle die Strahlung in einem Zählrohr registriert wird, handelt es sich dann um Alpha- bzw. Betastrahlung



## - Lösungen -



c) Reaktionsgleichung für den  $\alpha$ -Zerfall von Rn-222:



Die frei werdende Energie 5,6 MeV entsteht aus dem Massendefekt des Kernzerfalls (die Summe der Massen der Teilchen nach dem Zerfall ist kleiner als die Masse des Ausgangsteilchens.)

Energiebilanz für die drei Kerne:

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

$$E = (m_{\text{Rn}} - m_{\text{Po}} - m_{\alpha}) \cdot c^2$$

$$\frac{E}{c^2} = m_{\text{Rn}} - m_{\text{Po}} - m_{\alpha}$$

$$m_{\text{Po}} = m_{\text{Rn}} - m_{\alpha} - \frac{E}{c^2}$$

$$m_{\text{Po}} = 221,97090 \text{ u} - 4,00151 \text{ u} - \frac{5,6 \text{ MeV}}{c^2}$$

$$m_{\text{Po}} = 221,97090 \text{ u} - 4,00151 \text{ u} - 0,00601 \text{ u}$$

$$m_{\text{Po}} = 217,96338 \text{ u}$$

Nebenrechnung:

$$1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,49 \text{ MeV}$$

$$\frac{5,6 \text{ MeV}}{c^2} = \frac{(5,6 : 931,49) \text{ u} \cdot c^2}{c^2} = 0,00601 \text{ u}$$

## - Lösungen -

Der entstandene Tochterkern Po - 218 hat die Masse 217,96338 u.

Man könnte obigen Wert noch in kg umrechnen:

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$217,96338 \text{ u} = x$$

$$x = \frac{217,96338 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}}$$

$$x = 361,8192 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\underline{\underline{x = 3,6 \cdot 10^{-25} \text{ kg}}} \quad \text{Masse des Po-218 in kg}$$

- d)  $\frac{7}{8}$  sind zerfallen, somit sind  $\frac{1}{8} = 0,125 \hat{=} 12,5\%$  noch vorhanden.

Halbwertszeit:  $t_H = 3,8 \text{ d}$  (Tage)  $\Rightarrow$

nach 3,8 d = 50% zerfallen, 50% sind noch vorhanden

nach 7,6 d = 75% zerfallen, 25% sind noch vorhanden

nach 11,4 d = 87,5% zerfallen, 12,5% sind noch vorhanden

Nach 11,4 d sind  $\frac{7}{8}$  der ursprünglich vorhandenen Atome zerfallen.