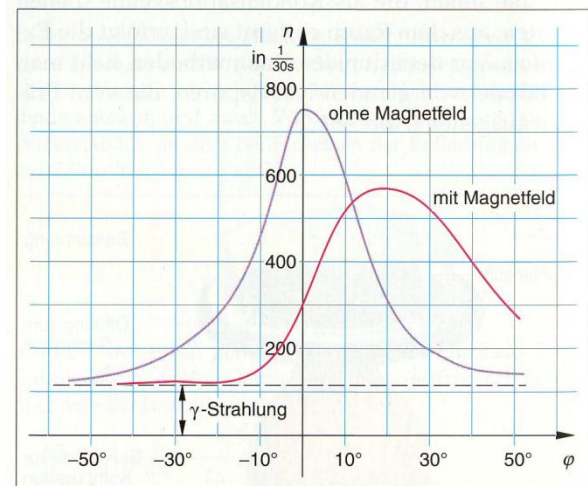


Aufgabe 1

Die Strahlung eines Radiumpräparates wird mithilfe eines Magnetfeldes untersucht. Dabei ergibt sich das abgebildete Messdiagramm.

- Skizziere einen Versuchsaufbau zur Untersuchung radioaktiver Strahlung in einem Magnetfeld! Erläutere deine Skizze!
- Deute das dargestellte Diagramm ausführlich!
- Zur Ausfilterung von β – Teilchen mit einer bestimmten Geschwindigkeit wird ein Wien-Filter benutzt. Zur Erzeugung des elektrischen Feldes wird eine Spannung von $3,2kV$ an zwei Platten mit einem Abstand von $d = 0,8mm$ gelegt. Senkrecht zum elektrischen Feld besteht ein Magnetfeld



mit der Flussdichte $B_1 = 14mT$. Die ausgefilterten β – Teilchen bewegen sich durch ein weiteres Magnetfeld mit der Flussdichte $B_2 = 40mT$. Der Radius der zu beobachtenden Kreisbahn lässt sich mit der Formel $r = \frac{m_e}{e \cdot B_2 \cdot \sqrt{\frac{d^2 \cdot B_1^2}{U^2} - \frac{1}{c^2}}}$ berechnen. Leite diese Formel

begründet her! Berechne die Geschwindigkeit v der β – Teilchen und den Radius r ihrer Kreisbahn!

[m_e : Ruhmasse des β – Teilchens; e : Elementarladung; c : Lichtgeschwindigkeit]

Aufgabe 2

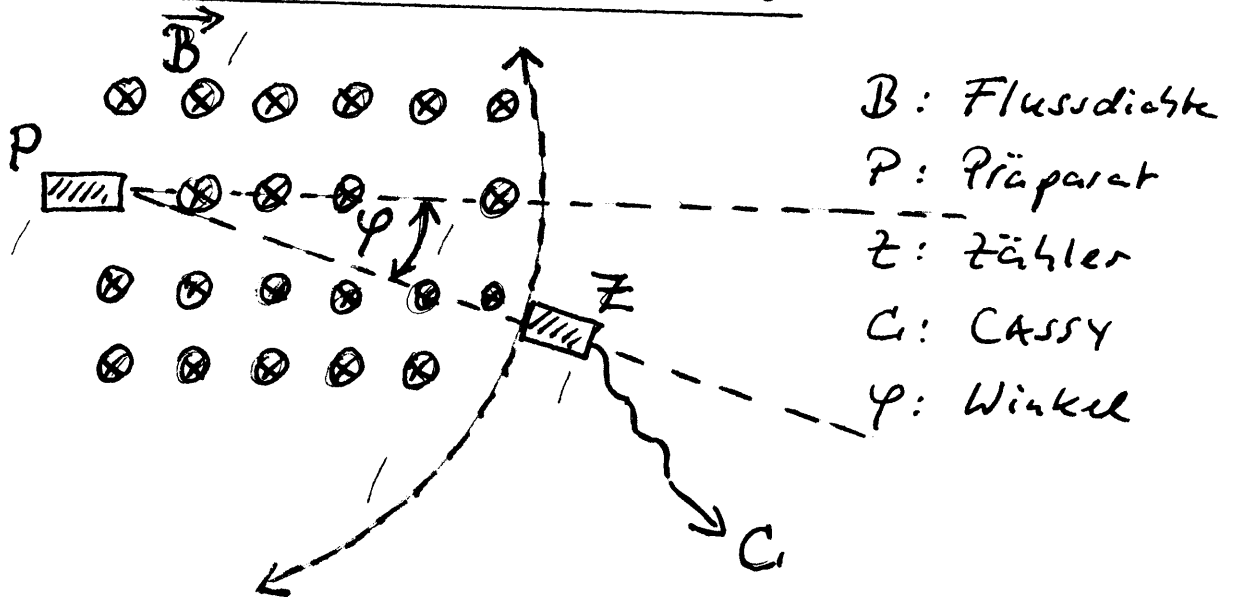
Plutonium ${}^{242}_{94}Pu$ ist ein α – Strahler mit einer Halbwertszeit von $t_H = 3,750 \cdot 10^5 a$. Mit Hilfe eines Halbleiterdetektors werden bei dem Zerfall zu Uran ${}^{238}_{92}U$ zwei unterschiedliche Energien der α – Teilchen gemessen: Mit der relativen Häufigkeit von 22% wird die Energie $E_1 = 4856keV$, mit der relativen Häufigkeit von 78% die Energie $E_2 = 4901keV$ emittiert.

- Skizziere ein Termschema dieses Kernzerfalls! Berechne die Wellenlänge der hierbei zu erwartenden γ – Strahlung!
- Bestimme mithilfe der Nuklidkarte alle weiteren Energien emittierter α – Teilchen beim Zerfall von Uran ${}^{238}_{92}U$ zu Blei ${}^{206}_{82}Pb$!
- Berechne, wie viel Blei aus $1kg$ Plutonium seit Bestehen der Erde ($4,55 \cdot 10^9 a$) höchstens entstanden sein kann!

**ICH KANN DICH NUR DAS FRAGEN, WAS ICH VERSUCHTE ZU LEHREN!
BEHALTE UNSERE PHYSIK IN GUTER ERINNERUNG!**

A1

a) Skizziere ... erkläre ... ?



Das Präparat P emittiert Strahlung durch das MF: \vec{B} .
 Im MF wird die Strahlung abgelenkt. Der Zähler Z
 registriert die Zählrate in Abhängigkeit vom Winkel φ
 und sendet sie an die Auswertungssoftware CASSY.

b) Dente ... ausführlicher ?

ohne MF: nahezu symmetr. Verteilung der detektierten
 Strahlung aufgrund von Streuung

mit MF: Max. liegt niedriger, da bei unterschiedlichen
 Geschwindigkeiten nicht alle Teilchen in
 diese Richtung abgelenkt werden

Max. ist breiter, da unterschiedliche
 Geschw. vorliegen; Max. zeigt die häufigste
 gute Geschw. an

Beide Kurven zeigen ein „Offset“ (sind nach
 oben verschoben), da die γ -Strahlung nicht
 abgelenkt wird und als konstanter Hintergrund $K =$
 gestrichelt wird.

② c) Leite... begründet her... Berechne!

Wien-Filter: $F_{el} = e \cdot E$ und $F_L = e \cdot v \cdot B_1$
 müssen sich kompensieren, damit die β -T.
 geradeaus fliegen. // Für E gilt: $E = \frac{U}{d}$!
 $\Rightarrow e \cdot \frac{U}{d} = e \cdot v \cdot B_1 \Rightarrow v = \frac{U}{d \cdot B_1}$ //

$$\Rightarrow \underline{v} = \frac{3,2 \cdot 10^3 \text{ V}}{0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 14 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 2,8571 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\approx \underline{95,3\% \cdot c}$$
 //

im MF: B_2 : Die Lorentzkraft $F_L = e \cdot v \cdot B_2$
 wirkt als Zentralkraft $F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$ und treibt
 die β -Teilchen auf eine Kreisbahn. //

$F_L = F_Z \Rightarrow e \cdot v \cdot B_2 = \frac{m \cdot v^2}{r}$. Da v nahe
 der Lichtgeschw. liegt, muss relativistisch
 gerechnet werden: $m = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ //

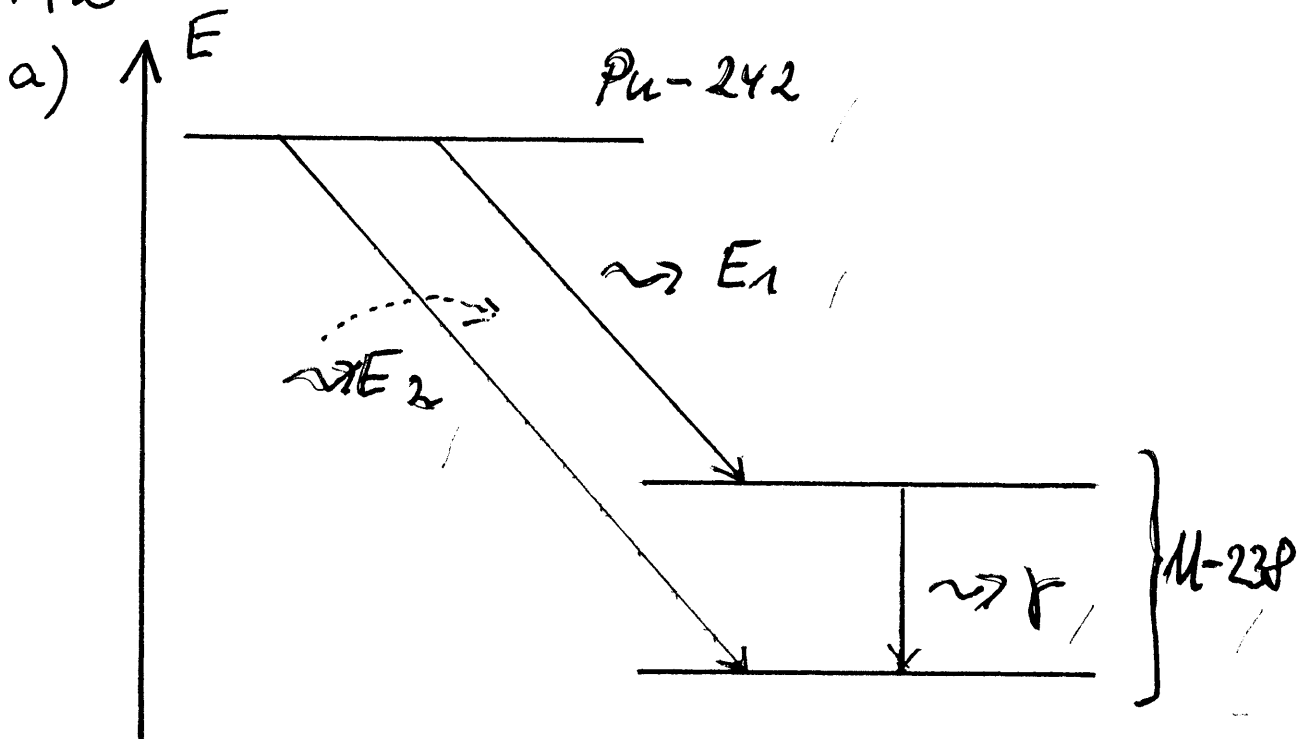
$$\Rightarrow e \cdot B_2 = \frac{m_e \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot r}$$

$$\Rightarrow r = \frac{m_e \cdot v}{e \cdot B_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_e}{e \cdot B_2 \cdot \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}} //$$

s.o. $\Rightarrow r = \frac{m_e}{e \cdot B_2 \cdot \sqrt{\frac{d^2 \cdot B_1^2}{U^2} - \frac{1}{c^2}}}$ // ge.d.?

$$\Rightarrow \underline{r} \approx 0,1341 \text{ m} \approx \underline{13,41 \text{ cm.}}$$
 //

③ A2



$$E_2 - E_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda_\gamma} \Rightarrow \lambda_\gamma = \frac{h \cdot c}{E_2 - E_1} \Rightarrow$$

$$\lambda_\gamma = 2,7552 \cdot 10^{-11} \text{ m} \approx 0,027552 \text{ nm.}$$

b) Es werden auch registriert:

$$E_3 = 4,197 \text{ MeV}$$

$$E_4 = 4,775 \text{ MeV}$$

$$E_5 = 4,687 \text{ MeV}$$

$$E_6 = 4,7843 \text{ MeV}$$

$$E_7 = 6,559 \text{ MeV}$$

$$E_8 = 7,130 \text{ MeV}$$

$$E_9 = 7,6869 \text{ MeV}$$

$$E_{10} = 5,2044 \text{ MeV.}$$

④ c) $m = 1 \text{ kg (Pu)}$; $t = 4,55 \cdot 10^9 \text{ a}$
 $t_H = 3,750 \cdot 10^5 \text{ a}$ /

$242 \text{ g Pu} \cong 6,022 \cdot 10^{23} \text{ Teilchen}$

$1 \text{ kg Pu} \cong \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1000}{242} \text{ T.}$ /

$\approx 2,4884 \cdot 10^{24} \text{ T. (= } N_0 \text{!)}$ /

heute: $N(4,55 \cdot 10^9 \text{ a}) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln(2)}{t_H} \cdot 4,55 \cdot 10^9 \text{ a}}$
 $\approx 0 \text{ T.}$ /

Es ist also alles zerfallen!

Wir haben also (höchstens) N_0 Teilchen Pb^{206} .

$206 \text{ g Pb} \cong 6,022 \cdot 10^{23} \text{ T.}$

$X \text{ g Pb} \cong 2,4884 \cdot 10^{24} \text{ T. (s.o.)}$ //

$\Rightarrow X = \frac{206 \cdot 2,4884 \cdot 10^{24}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 851,23 \text{ (g.)}$

Es können höchstens 851,23 g Blei entstanden sein!