

Übungen zu Physik V: Kerne und Teilchen (2)

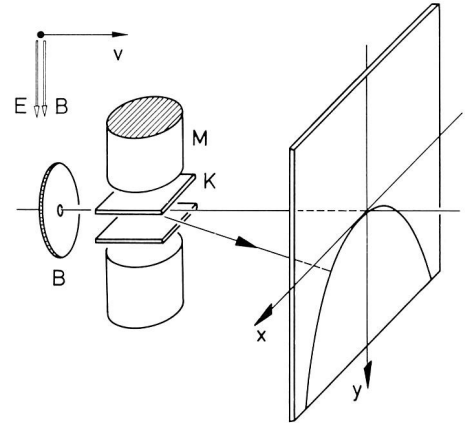
Abgabetermin: bis 05.11.2024, 10:00 Uhr

Aufgabe 1: Massenspektroskopie, q/m -Bestimmung nach Thomson

(10 Punkte)

Bei der Parabelmethode von Thomson durchläuft ein Ionenstrahl das elektrische Feld \vec{E} eines Kondensators und das parallel dazu orientierte Magnetfeld \vec{B} . Zeigen Sie, dass man für Teilchen mit gleicher Ladung und Masse aber unterschiedlicher Geschwindigkeit v eine parabelförmige Projektion erhält (siehe Abbildung), deren Ursprung im Durchstoßpunkt des unabgelenkten Strahles liegt.

Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass die Teilchen nur für sehr kurze Zeit t den Feldern ausgesetzt sind und dadurch Richtungsänderungen der Beschleunigung vernachlässigt werden können.



Aufgabe 2: Bindungsenergie von Kernen

[LA: komplette Aufgabe] (4 Punkte)

Berechnen Sie die experimentell gemessene Bindungsenergie E_B und die Bindungsenergie pro Nukleon E_B/A für folgende Kerne:

- Deuterium
- ^4He
- ^6Li
- ^{56}Fe

Die hierzu benötigten Massen finden Sie in der folgenden Tabelle.

	Masse [MeV]	Masse [u]
Elektron	0,511	0,000 549
Proton	938,27	1,007 276
Neutron	939,56	1,008 665
Deuterium	1876,14	2,014 101
^4He	3728,39	4,002 60
^6Li	5603,05	6,015 12
^{56}Fe	52 102,10	55,934

Aufgabe 3: Tröpfchenmodell**[LA: nur Teilaufgaben 1–4] (16 Punkte)**

1. Benutzen Sie die Weizsäcker-Massenformel und berechnen Sie für eine Isobarenreihe $A = \text{const}$ die Masse $M(Z)$. Um welche Kurvenform handelt es sich? (3 Punkte)
2. Wie viele Kurven erhalten Sie für
 - a) A ungerade?
 - b) A gerade?Begründen Sie ihre Antworten. (2 Punkte)
3. Bestimmen Sie, mit A als Parameter, das Minimum Z_{\min} der jeweiligen Kurven. Tragen Sie Ihr Ergebnis in ein N - Z -Diagramm ein und vergleichen Sie es mit der Geraden $N = Z$. (5 Punkte)
4. Wie viele stabile ug -Kerne gibt es in einer Isobarenreihe? Warum ist das für gg - und uu -Kerne anders? (4 Punkte)
5. Gibt es stabile uu -Kerne? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

Aufgabe 4: Kernzerfälle im Tröpfchenmodell**(8 Punkte)**

1. Berechnen Sie die kinetische Energie eines von $^{239}_{94}\text{Pu}$ emittierten α -Teilchens (experimentell gemessener Wert: $E_\alpha = 5,245 \text{ MeV}$).
Benutzen Sie die Weizsäcker-Massenformel für die schweren Kerne, aber den experimentell gemessenen und in Aufgabe 2 berechneten Wert für die Bindungsenergie des α -Teilchens. Warum sollten Sie diesen Wert nicht über die Weizsäcker-Massenformel berechnen? Hinweis: Sie können die Rückstoßenergie des Tochterkerns vernachlässigen. (3 Punkte)
2. Berechnen Sie die Energiebilanz für β^+ und β^- -Zerfall, Elektroneneinfang, sowie Proton- und Neutron-Emission von ^{239}Pu . (5 Punkte)

Aufgabe 5: Plutonium-Handwärmer**[LA: nur Teilaufgaben 1&2] (6 Punkte)**

Wäre eine $m = 200 \text{ g}$ schwere Kugel aus reinem ^{239}Pu (Dichte $\rho = 19,84 \text{ g/cm}^3$, Halbwertszeit $\tau_{1/2} = 24\,110 \text{ a}$, $E_\alpha = 5,245 \text{ MeV}$) als Handwärmer geeignet?

1. Berechnen Sie die Aktivität einer solchen Kugel. (2 Punkte)
2. Berechnen Sie die Wärmeleistung P . (2 Punkte)
3. Berechnen Sie die Temperatur T der Kugel. Nehmen Sie hierzu an, dass die gesamte Leistung der Kugel durch Schwarzkörperstrahlung in einer 5°C kalten Umgebung abgegeben wird. (Hinweis: Stefan-Boltzmann-Gesetz: $P = \sigma A T^4$, mit $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$) (2 Punkte)