

Aufgabe 1:

☐ ☐

1.)

Der Paarungsterm wird mit wachsender Nukleonenzahl immer kleiner und kann für große A vernachlässigt werden. ✓

1/1

2.)

Die Emission von α -Teilchen ist deutlich wahrscheinlicher als die von Protonen, da die Bindungsenergie für die Emission zur Verfügung steht.Und wie in der Abbildung zu sehen ist besitzt das α -Teilchen (${}^4\text{He}$) eine sehr viel größere Bindungsenergie als das Proton (${}^1\text{H}$).bedeutet aber nicht dass α -Emission n. vorkommt 0/2

3.)

Auch ein Zerfall durch Deuteron- oder Tritium-Emission ist wahrscheinlicher als durch Protonemission aufgrund der höheren Bindungsenergie, jedoch weiterhin viel unwahrscheinlicher als α -Zerfall. Auch für die Emission größerer Systeme ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, da die Wahrscheinlichkeit dass sich so ein System im Kern bildet für größer Nukleonenzahlen drastisch abnimmt. $\alpha \approx 2)$ 0/2

4.)

Weizsäcker Massenformel:

$$M(A, Z) = (Nm_n + Zm_p + Zm_e) - \underbrace{a_v \cdot A + a_s \cdot A^{\frac{2}{3}} + a_c \cdot Z(Z-1) \cdot A^{-\frac{1}{3}} + a_a \cdot \frac{(A-2Z)^2}{4A}}_{= -E_B} + a_p \frac{\delta}{A^{\frac{1}{2}}}$$

Für große A und Z folgt:

$$E_B = a_v A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_a \frac{(A-2Z)^2}{4A}$$

Entwicklung?

0/5

~~Proton-Emission, da die Massenzahl stärker verringert wird. (gut für schwere Atome)~~

d.)

~~$$E(A, Z) = a_v \cdot A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{\frac{1}{3}}} - a_a \frac{(A-2Z)^2}{4A} + \text{Paarungsterm}$$~~

~~$$Q = T[E(A', A)](Z', Z) - E(A, Z) \quad ?$$~~

$$5) \quad Q_\alpha({}_{47}^{107}\text{Ag}) = -1,94 \text{ MeV} \quad \text{Zerfall nicht}$$

$$Q_\alpha({}_{25}^{137}\text{Au}) = 3,46 \text{ MeV} \Rightarrow \text{sollte zerfallen, aber } \alpha\text{-Barriere} = 4 \text{ MeV, also noch stabil}$$

$$Q_\alpha({}_{72}^{138}\text{U}) = 5,18 \text{ MeV} \quad \text{Zerfall}$$

3/3

6.)

$$Q = E_{\text{kin}}(\alpha) + E_{\text{kin}}(Y) + \overbrace{E^*(Y)}^{M_p^2} + E_{\text{Hülle}}^*(Y)$$

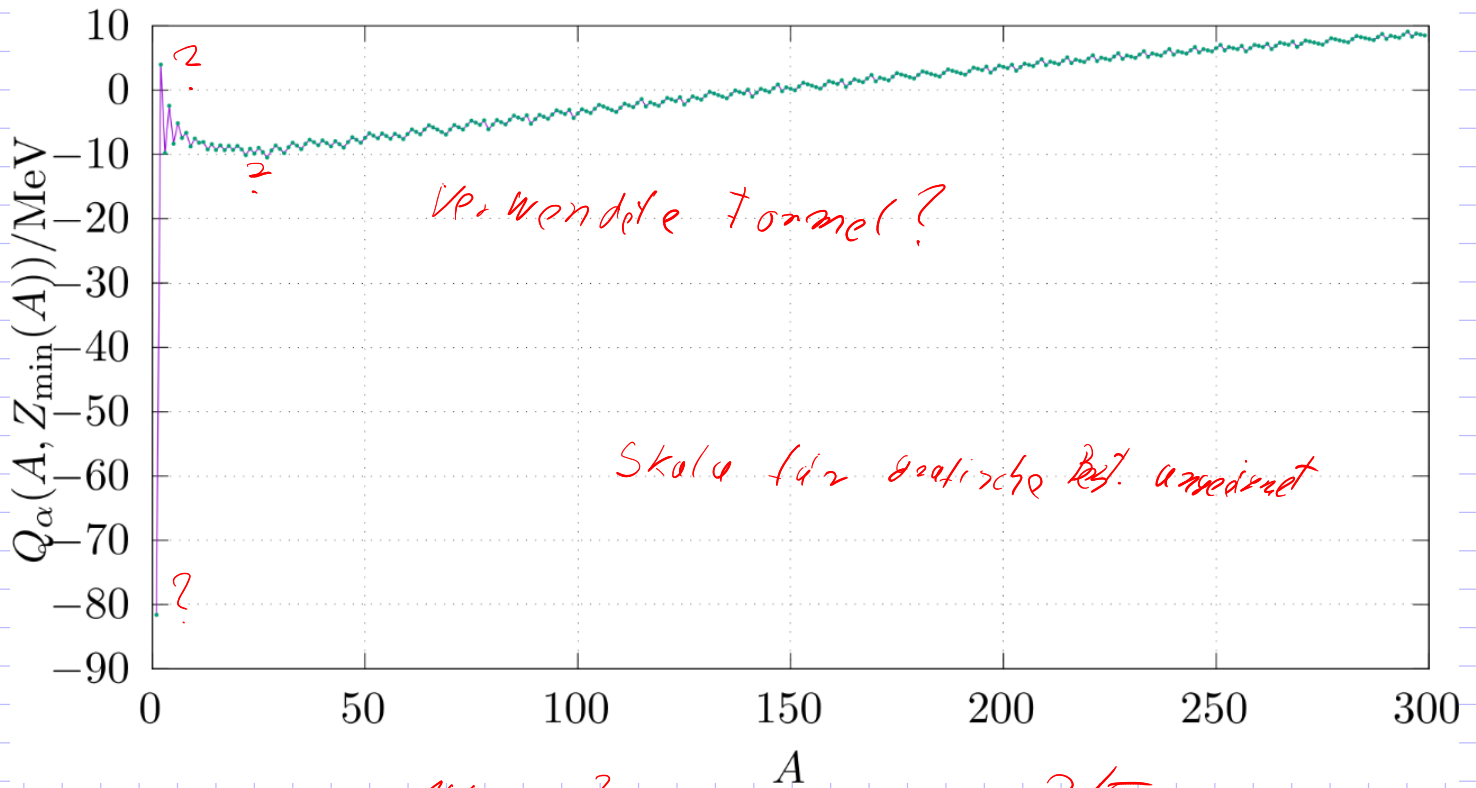
$$Z_{\text{ig}}(Q) = ?$$

Dabei ist: $E_{\text{kin}}(\alpha)$ die kinetische Energie des emittierten α -Teilchens $E_{\text{kin}}(Y)$ die kinetische (Rückstoß-) Energie des Tochterkerns $E^*(Y)$ eine eventuelle Anregungsenergie des Tochterkerns $E_{\text{Hülle}}^*(Y)$ " " " der Elektronenhülle des Tochterkerns

1/2

7)

α -Instabilität



Als ca. $A=150$ wird $Q_\alpha > 0$ und als ca. $A=211$ wird $Q_\alpha > 4 \text{ MeV}$.
 (instabil für den α -Zerfall)

Nr. 2

1.)

Ja, theoretisch ist ein Protonenzerfall durch den Tunneleffekt möglich, allerdings besitzt ein einzelnes Proton eine so geringe Bindungsenergie, dass dies äußerst unwahrscheinlich ist. *Über möglich?* β^+, E_c $2/5$ $0/2$

2.)

Nein, ein Neutronenzerfall ist nicht möglich, da ein Neutron zu wenig Bindungsenergie besitzt und auch nicht den Tunneleffekt nutzen kann, da es vom Kern gestoßen wird. β^- $0/2$

3.)

Ja, theoretisch ist ein α -Zerfall durch den Tunneleffekt möglich und auch recht wahrscheinlich, da das α -Teilchen eine Bindungsenergie von fast 8 MeV besitzt. $28.3 < 32$ $0/2$

4.)

Je höher die kinetische Energie der α -Teilchen ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie durch den Coulomb-Wall tunneln, wodurch die Lebensdauer des Kerns abnimmt. Die kinetische Energie der α -Teilchen stammt dabei aus dem Massendefekt der Zerfallsprodukte und der Bindungsenergie des α -Teilchens. *Warum?* *d.h.? Formel?* $2/4$

Der Zusammenhang von Lebensdauer und kinetischer Energie ist dabei:

$$\frac{1}{\tau} = \lambda = \frac{G}{2R} \cdot e^{-G} \quad \text{mit} \quad G = \frac{4\pi\alpha Z_p}{\sqrt{2} \cdot E_{kin}/m_\alpha} - 8 \cdot \sqrt{\frac{m_\alpha c^2 R Z_p}{\hbar c}}$$

~~Teilchen durch den Tunneleffekt und haben so eine geringe Lebensdauer.~~

Aufgabe 3:

1) $\Delta E_{12} = E_{12}(A=236, Z=92) - 2E_{12}(A=168, Z=46) = -272,64 \text{ MeV}$

$\Delta E_c = E_c(A=236, Z=92) - 2E_c(A=168, Z=46) = 430,31 \text{ MeV}$
 mit $E_c(A, Z) = a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/2}}$

Die Energien unterscheiden sich insbesondere durch das Vorzeichen.

Hierbei wird insgesamt Energie frei, allerdings wird mehr Energie in dem Coulomb-Term gespeichert.

C-führend Differenz d. Oberflächen (-) 1/2

2) $E_D = E \left[\underbrace{a_s \cdot \frac{2}{5} A^{2/3}}_{\text{Oberflächenterm}} - \underbrace{\frac{1}{5} a_c A^{-1/3} Z^2}_{\text{Coulomb-Energie}} \right]$

Oberflächenterm: Energie, die durch die Deformierung, also für eine Kugel immer eine Vergrößerung der Oberfläche, zustande kommt.

Coulomb-Energie: Durch die Deformierung der der Schalen entfernt sich die Elektronen vom Kern und von einander. Gleiches gilt für Protonen. Die trägt zur Verringerung der Energie bei.

Stabilitäts krit?

1/2

- 3) a) $\frac{Z^2}{A} \approx 35,5$ b) $\frac{Z^2}{A} \approx 35,9$ c) $\frac{Z^2}{A} \approx 36,8$ d) $\frac{Z^2}{A} \approx 36,4$

Aufgrund der Bedingung aus 2) lässt sich ^{240}Pu am leichtesten spalten, laut der Nuklidkarte besitzt es auch eine höhere Spaltwahrscheinlichkeit, für ^{220}Th und ^{263}Pu ist die Kernspaltung gar nicht als Zerfallskanal angegeben.



4) Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass ug-Kerne stets einen höheren Wirkungsquerschnitt als gg-Kerne besitzen. Dies liegt daran dass gg-Kerne eine größere Bindungsenergie besitzen, es wird also mehr Energie benötigt um sie zu spalten.

Spaltbarkeitskurve für $E_{kin} \approx 6 \text{ MeV}$

0/2

5) Der Wirkungsquerschnitt steigt für schnelle Neutronen, da diese höhere kinetische Energien zur Verfügung stellen. Für ^{235}U gibt es bei $E_{kin}(n) = 10 \text{ MeV}$ ein Minimum im Wirkungsquerschnitt. ^{238}U kann erst ab dort gespalten werden. Warum? u. die anderen?

0/2