



Übungsblatt II

Einfache Fragen

Frage 1:

Berechnen Sie die mittlere Nukleonendichte und Massendichte der Atomkerne ^{40}Ca und ^{208}Pb .

Frage 2:

Was versteht man unter dem Tröpfchenmodell für Atomkerne? Nennen Sie die einzelnen Beiträge zur Bindungsenergie eines Atomkerns im Tröpfchenmodell und deren Abhängigkeit von Kernmasse A , Protonenzahl Z und Neutronenzahl N . Wie lässt sich hieraus die Masse eines Atomkerns bestimmen?

Frage 3:

Welche Voraussetzung zwischen Ausgangskern und Zerfallsprodukt muss erfüllt sein, damit ein Kern spontan zerfallen kann? Welche Beiträge im Tröpfchenmodell bewirken einen spontanen Zerfall von protonen- bzw. neutronenreichen Kernen?

Frage 4:

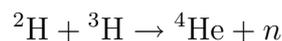
Betrachten Sie eine Gruppe von Atomkernen mit fester Massenzahl A (Isobare). Skizzieren Sie die Masse dieser Atomkerne in Abhängigkeit der Kernladungszahl Z für gerade bzw. ungerade Massenzahlen! Wie viele stabile Isobare erwarten Sie in jedem dieser Fälle? (Tipp: Berücksichtigen Sie bei Ihrer Diskussion die Paarungsenergie für gg-, ug/gu- und uu-Kerne.)

Frage 5:

Skizzieren Sie die Bindungsenergie pro Nukleon eines Atomkerns! In welchem Massenbereich lässt sich Energie durch Fusion bzw. durch Spaltung gewinnen?

Frage 6:

Derzeit befinden sich Fusionsreaktoren (z.B. ITER) in Entwicklung, in denen Energie durch die Fusion von Deuterium und Tritium gewonnen werden soll:



Berechnen Sie den Energiegewinn bei dieser Fusionsreaktion. (Mass excess: $\Delta m(^2\text{H}) = 13135.72$ keV, $\Delta m(^3\text{H}) = 14949.794$ keV, $\Delta m(^4\text{He}) = 2424.911$ keV, $\Delta m(n) = 8071.323$ keV) Mit welchen Schwierigkeiten hat man bei der Energiegewinnung in Fusionreaktoren zu kämpfen?

Vertiefende Aufgaben

Aufgabe I:

Betrachten Sie die Fusionsreaktion aus Frage 6. Welche Massen an ^2H und ^3H benötigt man, um eine 100 W - Glühbirne ein Jahr lang zu betreiben?

Aufgabe II:

Unsere Sonne produziert kontinuierlich Energie über das so genannte Wasserstoff-Brennen, in dem – vereinfacht betrachtet – die folgende Fusionsreaktion abläuft:



a) Berechnen Sie die frei werdende Energie dieser Fusionsreaktion unter Vernachlässigung der Ruhemasse der Elektron-Neutrinos ν_e .

b) Die Sonne besitzt eine Masse von 1.989×10^{30} kg mit einem Massenanteil an Wasserstoff von etwa 73.5%. Wieviel Energie kann die Sonne insgesamt freisetzen, wenn man davon ausgeht, dass der komplette Wasserstoff verbrannt wird?

c) Die Sonne hat eine Leuchtkraft von 3.846×10^{26} W. Berechnen Sie die Lebensdauer unserer Sonne unter der Annahme, dass die komplette erzeugte Energie in Form von Strahlung an der Oberfläche abgegeben wird. Diskutieren Sie, auf welche Art und Weise die freigesetzte Energie außerdem abgegeben werden kann.

Aufgabe III:

Betrachten Sie ein System aus 12 freien Protonen und 13 freien Neutronen, die Sie zu folgenden Kernen zusammen setzen: (i) zu einem ^{12}C -Kern und einem ^{13}C -Kern; (ii) zu einem ^{25}Mg -Kern.

a) Berechnen Sie den Energiegewinn für die Fälle (i) und (ii).

b) Welche Energie wird frei, wenn Sie einen ^{12}C -Kern und einen ^{13}C -Kern zu ^{25}Mg fusionieren?

Aufgabe IV:

a) Berechnen Sie aus der Massenformel des Tröpfchenmodells die Ladungszahl Z_0 , bei der ein Kern der Massenzahl A die geringste Kernmasse $m(Z_0, A)$ hat. Skizzieren Sie den Verlauf in einem (Z,N)-Diagramm.

b) Bei welcher Ladungszahl Z_0 erwartet man die stabilen Isobare der Massen $A = 8$, $A = 20$ und $A = 180$? Vergleichen Sie Ihre Vorhersage mit der Nuklidkarte.