Modul 1 – Grundlagen der Fusion

FuseNet Unterrichtsmaterial für weiterführende Schulen

Zusatzaufgaben v.1.0

Dieses Dokument enthält Zusatzaufgaben für das *Modul 1: Grundlagen der Fusion* der Unterrichtsmaterialien für weiterführende Schulen von FuseNet.

Legende:
*Aufgabe auf Einstiegsniveau: kurze Übung; geringer oder kein Rechenaufwand

**Aufgabe auf fortgeschrittenem Niveau; dies können Rechenaufgaben oder anspruchsvollere Denkaufgaben sein.

***Anspruchsvolle Aufgabe; hier sind unter Umständen schwierigere Rechenaufgaben oder Gleichungen zu lösen.

Kapitel 1: Die Bedeutung von Energie auf der Welt

*Übung A.1

Energie wird meistens in der Einheit Joule *(J)* angegeben. Um die Relationen besser verstehen zu können, sollte man sich mit dieser Größe vertraut machen.

a. Recherchiere, wie ein Joule in SI-Einheiten ausgedrückt wird. Was bedeutet das? Vergleiche das Ergebnis mit den Einheiten für Geschwindigkeit (*m/s*) und Beschleunigung (m/s^2).

b. [Multiple choice] Welche der folgenden Antworten entspricht 1 Joule Energie?

   A. Die kinetische Energie eines Tennisballs, der sich mit einer Geschwindigkeit von 22 km/h bewegt

   B. Der benötigte Kraftaufwand, um einen Apfel 1 Meter vom Boden hochzuheben

   C. Die Energie, die man benötigt, um eine 1-Watt-Glühbirne für eine Sekunde zum Leuchten zu bringen

   D. Alle oben genannten Antworten

   E. Keine der oben genannten Antworten. Der Begriff Joule ist für solche Vergleiche zu abstrakt.

c. Wie hoch schätzt du den Gesamtenergieverbrauch auf der Welt ein? Recherchiere die Angabe in Joule und vergleiche das Ergebnis mit deiner eigenen Schätzung. Warst du nah dran?

*Übung A.2

Finde heraus, wie sich der **Energiemix** in deinem Land zusammensetzt (welche Energiequellen jeweils wie viel Prozent zur Gesamtenergieversorgung beitragen). Achte auf die Einheiten und welche Form von Energie angegeben wird.

a. Wo hast du die Daten gefunden? Woher weißt du, ob sie aus einer vertrauenswürdigen Quelle stammen? Erkläre, warum du dieser Information vertraust.

b. Welche Einheiten werden in den Daten verwendet?

Energie wird meistens in der Einheit Joule *(J)* angegeben, die einem Newtonmeter (*Nm*, in SI-Einheiten: $kg\ m^2\ s^{-2}$) entspricht. Es gibt viele verschiedene Maßeinheiten für Energie. Im Energiesektor wird wegen der enormen Energiemengen oft die Einheit **Kilowattstunden** (kWh) oder **Tonne Rohöleinheiten** (t RÖE) benutzt. Größere (oder geringere) Mengen werden mithilfe von Ergänzungen angegeben, zum Beispiel *MWh, GWh* oder *M t RÖE* (Megawattstunden, Gigawattstunden, Millionen Tonnen Rohöleinheiten).

c. Vergleiche die Einheiten Joule *(J),* Kilowattstunden *(kWh)* und Tonne Rohöleinheiten *(t RÖE)* miteinander. Wie viel *Joule* sind eine *kWh*? Wie viel *Joule* sind eine *t RÖE*?

Meistens beziehen sich solche Energieangaben auf **Primärenergie**.

d. Was bedeutet Primärenergie?

e. In den meisten Ländern dominieren sogenannte **fossile Brennstoffe** die Energieversorgung. Vergleiche für verschiedene Länder, welchen prozentualen Anteil erneuerbare Formen wie Solar- und Windenergie jeweils ausmachen.

f. Tragen nachhaltige Quellen einen großen Teil zum Energiemix bei? Wie steht es mit regenerativen Quellen?

*Übung A.3

a. Schätze den Energieverbrauch (in Joule) eines Haushalts, einer Stadt, eines Landes und der Welt.
b. Schätze den weltweiten Gesamtenergieverbrauch von Industrie und Privatpersonen.

Finde eine Quelle für die oben genannten Fragen a und b.

c. Welche Quellen hast du genutzt?
d. Stimmen die Angaben mit deinen eigenen Antworten überein?
e. Was fällt dir auf?

Kapitel 2: die Energie der Sterne

*Übung A.4

a. Welche Art eines Atoms ist in Abbildung 4 des Lehrbuchs zu sehen? Recherchiere, wozu dieses Isotop genutzt wird.

b. Fertige nach dem Vorbild von Abbildung 4 die schematische Zeichnung eines Wasserstoffatoms an.

c. Fertige nach dem Vorbild von Abbildung 4 die schematische Zeichnung eines Deuteriumatoms an.

d. Fertige nach dem Vorbild von Abbildung 4 die schematische Zeichnung eines Tritiumatoms an.

*Übung A.5

Energieskalen: Vergleiche die Energie eines Mars-Riegels mit den folgenden Energiequellen: Benzin, Kohle, Kernspaltung und Kernfusion. Hinweis: Finde zunächst die Bezüge zwischen Kalorien, Kcal und Joule heraus.

**Übung A.6

Fusion und Spaltung sind zwei physikalische Prozesse, bei denen jeweils enorme Energiemengen durch atomare Reaktionen freigesetzt werden. Das liegt am Massendefekt, der bei diesen Reaktionen auftritt.

Ob ein Atomkern durch Spaltung oder Fusion Energie freisetzen kann, hängt von der Bindungsenergie des Atomkerns ab. Außerdem sind Atomkerne mit hoher Bindungsenergie stabiler und schwerere Atome instabiler.

a. Schlage die Wörter „Fusion“ und „Spaltung“ in einem Wörterbuch nach und beschreibe den Unterschied zwischen beiden auf atomarer Ebene.
b. Versuche anhand der Bindungsenergie zu beschreiben, warum schwerere Atomkerne instabiler sind.
c. Schau dir den Graphen an: An welchem Punkt würde statt einer Kernfusion eine Kernspaltung stattfinden? Kannst du erklären, warum das passiert?
d. Kannst du anhand dieses Graphen eine Vermutung aufstellen, welches Material in enormen Mengen in sehr alten Sternen vorkommt?

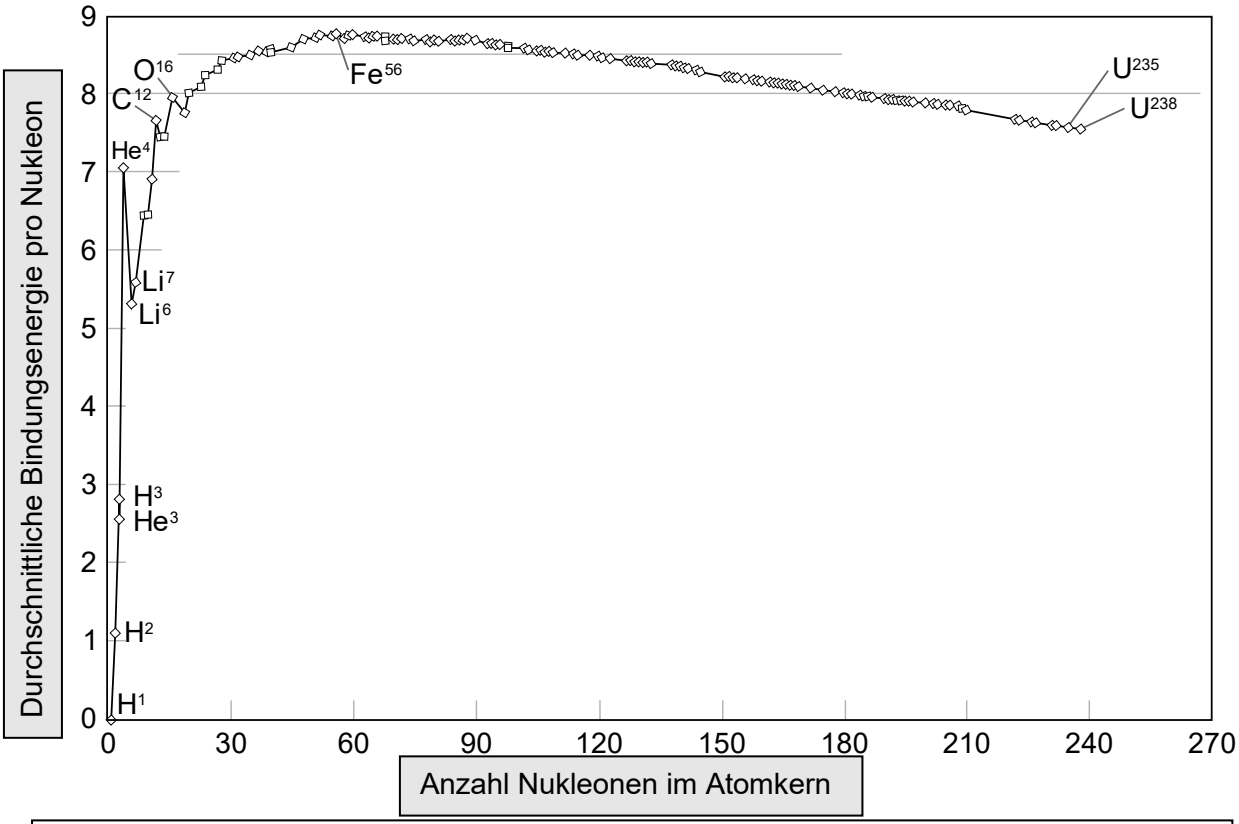

Abbildung: durchschnittliche Bindungsenergie pro Nukleon. Quelle: Wikimedia commons

<u>**Übung A.7</u>

a. Berechne mit Einsteins Formel, wie viel Energie durch den Massendefekt bei einer D-T-Fusionsreaktion freigesetzt wird.
b. Berechne mit Einsteins Formel, wie viel Energie durch den Massendefekt bei einer Kernspaltung von Uran-235 freigesetzt wird.

<u>*** Übung A.8</u>

Wenn du die Temperatur im Kern der Sonne, die Temperatur an der Oberfläche der Sonne und die Dichte der Sonne mit der Temperatur und Dichte vergleichst, die in einem Fusionsreaktor auf der Erde herrschen, warum muss die Temperatur im Fusionsreaktor auf der Erde viel höher sein?

Kapitel 3: Plasma, der vierte Aggregatzustand

*Übung A.9

Eine bekannte Praxisanwendung von Plasma sind Plasmafernseher oder Plasmadisplays. Welchen Zusammenhang gibt es zwischen diesen „Plasma“-Objekten und einem physikalischen Plasma gemäß der Beschreibung in Kapitel 3? Recherchiere im Internet, wie Plasmafernseher funktionieren und wie sich ein physikalisches Plasma und Plasmafernseher oder Plasmadisplays voneinander unterscheiden.

<u>**Übung A.10</u>

a. Die meisten Plasmen leuchten. Doch warum? Erkläre.

b. Leuchtet ein Plasma auch dann noch, wenn es vollständig ionisiert ist? Erläutere deine Antwort.

Kapitel 4: Konstruktion einer Fusionsmaschine

*Übung A.11

Schauen wir uns nun an, wie sich ein toroidales Magnetfeld mit einem poloidalen Magnetfeld zu einem spiralförmigen Magnetfeld vereint. Gehe nach folgenden Schritten vor:

a. Zeichne einen Pfeil (beziehungsweise einen Vektor) in eine beliebige Richtung.
b. Zeichne am Ende des ersten Pfeils einen weiteren Pfeil (oder Vektor) ein, der in eine andere Richtung zeigt.
c. Zeichne am Anfangspunkt des ersten Pfeils einen dritten Pfeil ein, der am Schlusspunkt des zweiten Pfeils endet.

Der dritte Pfeil ist nun das Ergebnis einer (Vektor)-Addition der beiden ersten Pfeile.

Welches Ergebnis erhält man, wenn man ebenso mit einem poloidalen Pfeil (oder Vektor) und einem toroidalen Pfeil (oder Vektor) verfährt?

This material has been created and distributed by FuseNet for educational purposes. This work has been carried out within the framework of the EUROfusion Consortium, funded by the European Union via the Euratom Research and Training Programme (Grant Agreement No 101052200 — EUROfusion). Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Commission. Neither the European Union nor the European Commission can be held responsible for them. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

FuseNet
The European Fusion Education Network