

# Modul 2 – Der Weg zur Fusion

FuseNet Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe

---

## Zusatzaufgaben

v.1.0

---

Dieses Dokument enthält weitere Aufgaben zu Modul 2 “Der Weg zur Fusion” der FuseNet Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe.

---

### Legende:

\*: leichte Aufgabe: kurze Aufgabe, keine oder wenige Berechnungen

\*\* : mittelschwere Aufgabe, einfache Berechnungen möglich, Erkennen von Zusammenhängen

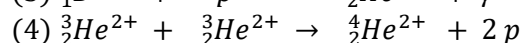
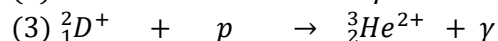
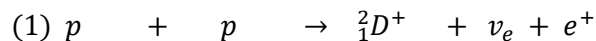
\*\*\*: herausfordernde Aufgabe, komplexere Berechnungen und Herleitungen

---

## Kapitel 1: Die Entdeckung der Fusion

### \*\*Aufgabe A.1: Proton-Proton Kette

In diesem Modul hast du die p-p-Kette kennengelernt. Es handelt sich um eine Abfolge von Reaktionen, über die die Sonne Energie freisetzt. Sie ist keine Kettenreaktion im engeren Sinn. Jede Reaktion kann unabhängig voneinander erfolgen, wenn die richtigen Teilchen vorhanden sind. Auch wenn man von einer einzigen Kette spricht, besteht die p-p-Kette aus verschiedenen Reaktionsketten. Die einfachste Reaktionskette ist die Proton-Proton I Reaktionskette. Sie besteht aus 4 Reaktionen.



${}^4_2He$  kann aus 4 Protonen und 2 Elektronen gemäß  $4 p + 2 e^- \rightarrow {}^4_2He^{2+} + A \gamma + B \nu_e$  produziert werden.

- Wie oft sollte dabei jede der 4 oben genannten Reaktionen stattfinden?
- Welche Werte nehmen dann A und B ein?

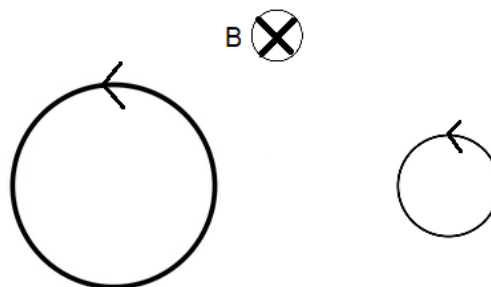
### \*\*Aufgabe A.2: Fusion in Teilchenbeschleuniger

Die erste Fusion auf der Erde gelang, indem Wasserstoffisotope in einem Teilchenbeschleuniger aufeinander geschossen wurden. Diese Methode wird heute nicht mehr benutzt, da aufgrund der Streuung die Methode sehr ineffizient ist. Was ist Streuung? Warum verringert Streuung die Möglichkeit zur Fusion?

**Kapitel 2: Die ersten Anlagen**

\*\*Aufgabe A.3: Gradientendrift

Zwei Wasserstoffionen bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit kreisförmig in einem Magnetfeld. Das Magnetfeld zeigt in das Papier. Das Magnetfeld ist nicht homogen, es ändert sich linear von links nach rechts. In der Abbildung sind die Kreisbahnen der Ionen so dargestellt, als ob sich das linke Ion und das rechte Ion jeweils in einem homogenen Magnetfeld bewegen.



- a) Wo ist das Magnetfeld stärker, beim rechten oder linken Ion? Begründe.
- b) Da das Magnetfeld nicht homogen ist, werden sich die Ionen nicht auf kreisförmigen Bahnen bewegen. Wie schaut die Bahn des Teilchens tatsächlich aus, wenn das Magnetfeld sich linear ändert? Zeichne die Bahn. Ist sie geschlossen? Wenn nicht, in welche Richtung driften die Teilchen?

\*Aufgabe A.4: Wichtige Begriffe aus der Geschichte der Fusionsforschung

In Kapitel 2 hast du viele neue Begriffe und Persönlichkeiten aus der Geschichte der Fusionsforschung kennengelernt. Fülle die folgende Tabelle aus:

Konstruktionstyp			
Land			
Erfinder			
Typenbezeichnung			

Schreibe in die erste Zeile den Namen der Bauart der Fusionsanlage, in die zweite Zeile das Land, in dem dieser Typ entwickelt wurde, in die dritte Zeile die Namen jener Personen, die an der Entwicklung beteiligt waren und in die letzte Zeile für jeden Kontruktionstyp die Namen der einzelnen Anlagen, die in Kapitel 2 erwähnt wurden.

\*Aufgabe A.5: Stellarator versus Tokamak

In Kapitel 2 hast du drei verschiedene Bauweisen von Fusionsanlagen kennengelernt. Stellarator und Tokamak haben einiges gemeinsam. Es gibt aber einen wichtigen Unterschied zwischen diesen beiden Bauweisen.

- a. Was ist der wichtigste Unterschied zwischen diesen beiden Anlagen?
- b. Was bedeutet dies für den Betrieb des Reaktors?

### Kapitel 3: Durchbruch und Rückschlag

#### \*\*Aufgabe A.6: Der Q-Faktor

Seit vielen Jahren versuchen Fusionsforscher zu zeigen, dass ein Q-Faktor über 1 erreicht werden kann.

- Was ist der Q-Faktor? Warum ist es so wichtig  $Q > 1$  zu erreichen?
- Nimm an, es gelingt  $Q > 1$  zu erreichen. Warum kann man nicht sofort, Fusionskraftwerke bauen, die nachhaltige elektrische Energie produzieren? Was muss noch berücksichtigt werden?

### Kapitel 4: ITER

#### \*Aufgabe A.7: Fusionsforschung in deinem Land – Internetrecherche

Jedes Land verfolgt eine andere Politik, was die Fusionsforschung betrifft und investiert unterschiedliche Summen. Manche Ländern betreiben keine Fusionsforschung, einige finanzieren ein oder zwei Projekte, andere betreiben große Forschungsprojekte mit vielen Experimenten. Es gibt auch Länder, die bereits DEMO Reaktoren planen. Wie schaut die Fusionsforschung in deinem Land aus? Versuche Antworten auf folgende Fragen zu finden.

- Wie viel Geld investiert dein Land in Fusionsforschung?
- Gibt es eigene Experimente, Kooperationen in großen Projekten oder keines von beiden?
- Plant oder baut dein Land einen DEMO-Reaktor?
- Möchtest du, dass dein Land mehr oder vielleicht weniger Geld in Fusionsforschung investiert, oder bist du mit der aktuellen Situation zufrieden?

#### \*/\*\*Aufgabe A.8: Deine Meinung zur Fusion

Du weißt nun besser Bescheid über die Geschichte der Fusionsforschung. Wie siehst du den Weg zur Fusion? Viele Länder machen ernsthafte Fortschritte in der Fusionsforschung. Bist du deshalb optimistisch oder doch eher skeptisch, ob Fusion jemals gelingen wird? Was würdest du sagen, wenn dein Energieversorger dir elektrische Energie aus einem Fusionsreaktor anbieten würde? Was spricht für elektrische Energie aus Fusion? Spricht was dagegen?

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.

