Module 1 – Fusie Basis

FuseNet educatiemateriaal voor middelbare scholen

Extra Opdrachten v.1.1

Dit document bevat de extra opdrachten die horen bij *Module 1: Fusie Basis* van de FuseNet educatiematerialen voor middelbare scholen.

Legenda:

*: introducerende opdracht: korte opdracht, vereist weinig tot geen berekening.

**: gemiddelde opdracht: vereist een berekening of een gevorderde redenering.

***: uitdagende opdracht: vereist een uitdagende berekening of afleiding.

Hoofdstuk 1: Energie en haar rol in onze wereld

*Opdracht A.1.

Wanneer wij spreken over energie, is de meest gebruikte eenheid de joule (J). Om alles in perspectief te plaatsen is het belangrijk om een gevoel te krijgen over wat een joule is:

a. Zoek op wat een joule is in SI eenheden. Zien wij hier de eenheden in terug van snelheid (m/s) en versnelling (m/s^2)?

b. [Meerkeuze] Welk van de volgende antwoorden komt ongeveer overeen met een energie van 1 joule?

   A. De kinetische energie van een tennis bal die beweegt met 22 km/u.

   B. De energie die nodig is om een appel 1 meter boven de grond te tillen.

   C. De energie die nodig is om een 1 watt lamp voor 1 seconde te laten branden.

   D. Alle bovenstaande antwoorden zijn correct.

   E. Geen van bovenstaande antwoorden zijn correct, een joule kan niet op zo een manier worden weergegeven, het is daarvoor een te abstract concept.

c. Hoeveel energie verwacht je dat de totale wereldconsumptie (per jaar) bedraagt? Zoek op hoeveel energie de wereld per jaar consumeert en vergelijk dit met jouw schatting. Zat jouw schatting in de buurt van de werkelijkheid?

*Opdracht A.2

Zoek op wat de **energiemix** (welke energiebronnen produceren welk percentage van de totale energieproductie) is van Nederland. Let op welke eenheid wordt gebruikt en welke soort energie wordt weergegeven.

a. Waar vond je deze data? Hoe weet je of dit een betrouwbare informatiebron is? Leg uit waarom je deze informatie vertrouwt.

b. Welke eenheid van energie wordt gebruikt in deze data?

De meest gebruikte eenheid van energie is de joule (J), wat gelijk is aan een newton-meter (Nm, in SI eenheden: kg m^2 s^{-2}). Energie kan ook worden uitgedrukt in andere eenheden. In de energiesector wordt vaak de kilowattuur (kWh) gebruikt, of de ton olie-equivalent (toe), omdat dit zeer grote hoeveelheden energie weergeven. Voorvoegsels worden vaak toegevoegd om grotere (of kleinere) hoeveelheden energie weer te geven, zoals MWh, GWh, Mtoe (megawattuur, gigawattuur, miljoen ton olie-equivalent).

c. Vergelijk de eenheid van joule (J), kilowattuur (kWH) en ton olie-equivalent (toe). Hoeveel joule is één kWh? Hoeveel joule is één toe? Hoeveel joule is één Mtoe?

Vaak wordt **primaire energie** gebruikt voor dit soort data over energie.

d. Wat betekent primaire energie?

e. In de meeste landen domineren **fossiele brandstoffen** de energiemix. Vergelijk de energiemix van verschillende landen: wat is het aandeel van hernieuwbare energiebronnen zoals zonne- en windenergie in de energiemix van deze landen?

f. Wordt een groot deel van de energiemix geleverd door duurzame energiebronnen? En door hernieuwbare energiebronnen?

<u>*Opdracht A.3</u>

a. Schat in wat het energieverbruik (in joule) is van een huishouden, een stad, een land en de hele wereld.
b. Schat in wat het energieverbruik is van de industriesector en van individuen op deze planeet.

Zoek een informatiebron die antwoord geeft op vragen a en b.

c. Welke informatiebron heb jij gebruikt?
d. Komt de informatie overeen met jouw inschatting?
e. Wat valt je op?

Hoofdstuk 2: Fusie in de Zon

<u>*Opdracht A.4</u>

a. Welk element is weergegeven in Figuur 4 van de student reader? Zoek op waarvoor dit element wordt gebruikt.

b. Maak een vergelijkbare schets als Figuur 4 van een waterstofatoom.

c. Maak een vergelijkbare schets voor een deuteriumatoom.

d. Maak een vergelijkbare schets voor een tritiumatoom.

<u>*Opdracht A.5</u>

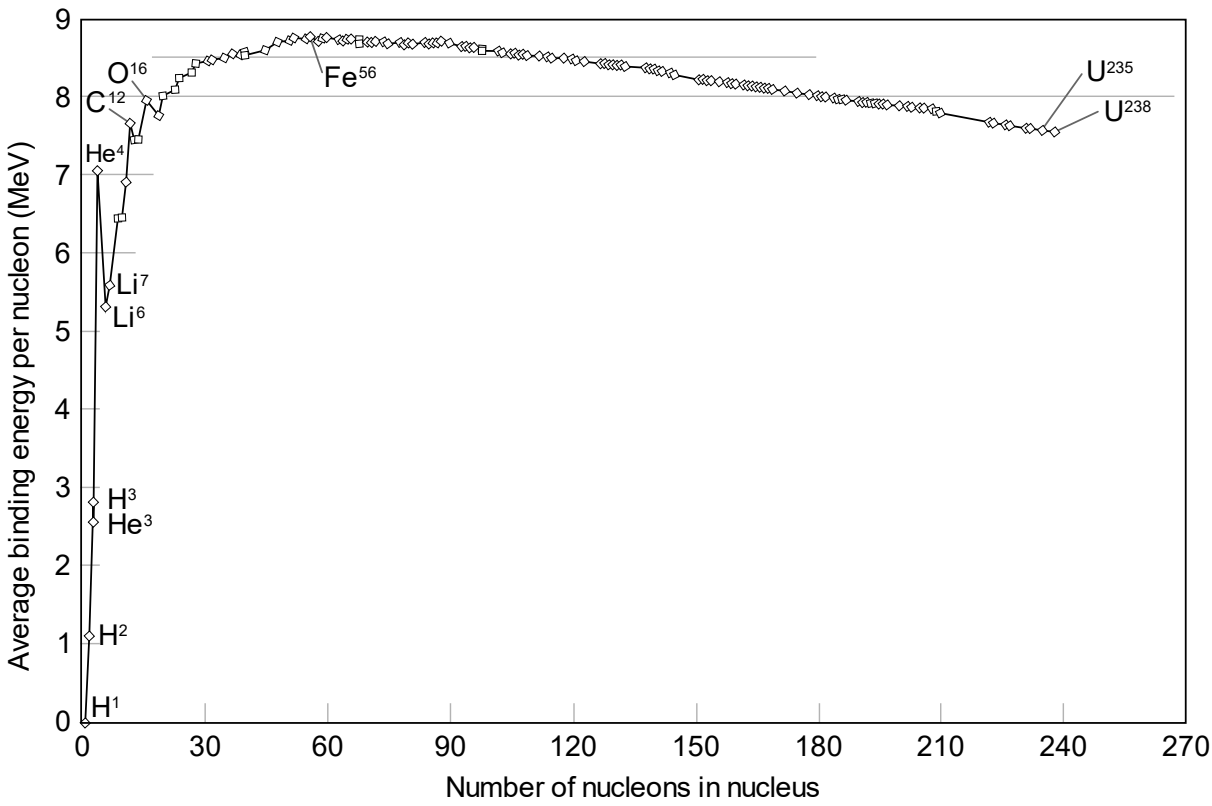
Energieschalen: vergelijk de energie van een Mars-reep met de volgende energiebronnen: benzine, kool, kernsplijting en kernfusie. Hint: zoek eerst de omzettingsfactoren op tussen calorieën, kcal en joule.

**Opdracht A.6

Kernfusie en kernsplijting zijn twee fysieke processen die allebei enorme hoeveelheden energie produceren door middel van kernreacties. Deze energie komt door het massadefect dat optreedt in de kernreactie.

Of een atoomkern energie kan produceren door splijting of fusie hangt af van de bindingsenergie van de kern. Kernen met een hoge bindingsenergie zijn stabieler, en zware atomen zijn vaak instabieler.

a. Zoek de betekenis van “fusie” en “splijting” op in een woordenboek en beschrijf het verschil tussen fusie en splijting op de schaal van een atoom.
b. Beschrijf met behulp van het begrip “bindingsenergie” waarom zware kernen instabieler zijn.
c. Kijk naar de grafiek hieronder. Welke atoomkernen kunnen energie produceren door te splijten, en welke door te fuseren? Leg uit hoe dit af te lezen is uit deze grafiek.
d. Gebaseerd op deze grafiek, welk element verwacht je dat veel aanwezig is in oude sterren?



Figuur: Gemiddelde bindingsenergie per kern (“Average binding energy per nucleon”) tegen het aantal kerndeeltjes (= protonen en neutronen) in de kern (“Number of nucleons in nucleus”). Bron: Wikimedia commons.

**Opdracht A.7

a. Bereken de energie die vrijkomt bij een D-T fusiereactie via het massadefect.
   Hint: gebruik Einsteins formule!
b. Bereken de energie die vrijkomt bij een U-235 splijtingsreactie via het massadefect.

*** Opdracht A.8

Als wij de temperatuur en dichtheid van de zonnekern vergelijken met de temperatuur en dichtheid van het fusieplasma in een reactor op Aarde: waarom moet de temperatuur van het fusieplasma zoveel hoger dan de temperatuur van de zonnekern?

Hoofdstuk 3: Plasma

*Opdracht A.9

Plasma tv's zijn een bekend voorbeeld van hedendaagse toepassingen van plasma's. Zoek uit, door gebruik te maken van het internet, hoe plasma tv's werken. Wat zijn de verschillen tussen ons fusieplasma en het plasma van een plasma tv?

**Opdracht A.10

a. Plasma's gloeien vaak, met licht dat zichtbaar is voor het blote oog.
   Waarom doen zij dit?
b. Kan een plasma nog steeds gloeien als het volledig geïoniseerd is? Leg uit.

Hoofdstuk 4: Een fusiereactor maken

*Opdracht A.11

Laten wij kijken hoe een toroïdaal en poloïdaal magnetisch veld combineren tot een helisch magnetisch veld.

a. Teken een vector (een pijl), de richting maakt niet uit.
b. Teken nog een vector, die begint vanaf het eindpunt van de eerste vector, en een andere richting heeft.
c. Teken een derde vector, die begint van het startpunt van de eerste vector, en eindigt bij het eindpunt van de tweede vector.

Nu is de derde vector het resultaat van een vector optelling van de eerste twee vectoren.

Wat is het resultaat als wij een vector in de toroïdale richting optellen bij een vector in de poloïdale richting?

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.