

Nuklearna fuzija

4. razred



Nastavni predmet: Fizika

Nastavna cjelina: Atomske jezgre i elementarne čestice

Nastavna jedinica: Nuklearna fuzija

Udžbenik: Jakov Labor; Fizika 4

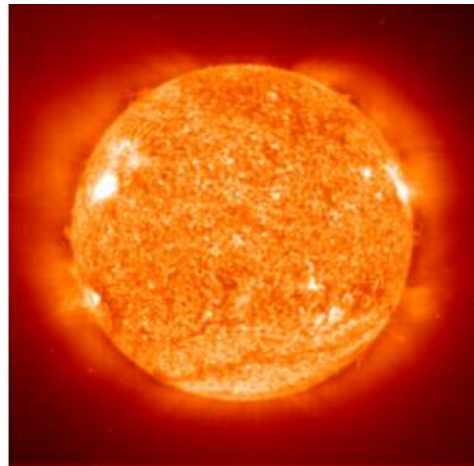


Nuklearna fuzija

- *Nuklearna fuzija je proces spajanja lakih atomskih jezgara u težu, uz emitiranje energije i drugih lakih čestica.*
- Da bi se jezgre spojile (fuzirale) moraju se približiti na međusobnu udaljenost na kojoj djeluje privlačna nuklearna sila.
- Približavanju jezgara protivi se odbojna električna sila pa jezgre moraju imati veliku kinetičku energiju.
- Jezgre mogu imati dovoljno veliku kinetičku energiju pri visokim temperaturama.
- Fuziju pri vrlo visokim temperaturama nazivamo **termonuklearnom fuzijom**.

Nuklearna fuzija

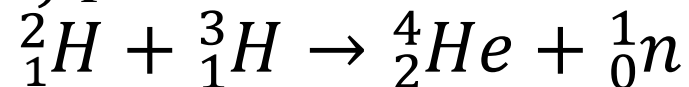
- Termonuklearna fuzija se odvija u zvijezdama, pri čemu se oslobađa ogromna energija.
- U Suncu se pri temperaturi 10^7 K 4 jezgre vodika 1H nizom procesa spajaju u jezgru helija 4He uz oslobađanje energije.



Termonuklearna fuzija odvija se u Suncu

Nuklearna fuzija

- Termonuklearna fuzija ostvarena je i na Zemlji. Oslobađanje energije pri eksploziji hidrogenske bombe posljedica je fuzije jezgara deuterija (2H) i tricija (3H) u jezgru helija (4He) prema:



- Visoka temperatura smjese deuterijevih i tricijevih jezgara (oko 10^7 K) u hidrogenskoj bombi postiže se eksplozijom fisijske (atomske) bombe.



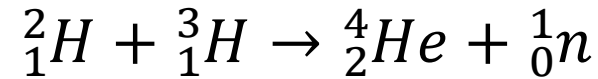
Hidrogenska bomba

Nuklearna fuzija

- Da bi se energija oslobođena nuklearnom fuzijom mogla iskorištavati, termonuklearna fuzija se mora usporiti, odnosno kontrolirati. Za sada se tek istražuju mogućnosti kontrolirane fuzije.
- Jezgre se mogu spajati i pri niskim temperaturama. Takvo spajanje jezgara naziva se **hladna fuzija**.
- Mionska hladna fuzija – ako se elektron u atomima deuterija i tricija zamijeni mionom (elementarna čestica čija je masa oko 200 puta veća od mase elektrona) jezgre su bliže pa može nastupiti fuzija. Problem je što nema jeftinog izvora miona i što se mion brzo raspada.

Nuklearna fuzija

Zadatak 1. Izračunajte energiju koja se oslobodi fuzijom jezgara ${}^2\text{H}$ i ${}^3\text{H}$ u jezgru ${}^4\text{He}$ prema:



Kolika se energija oslobodi pri nastanku 1 g ${}^4\text{He}$?

$$m({}^2\text{H}) = 2,01410 \text{ u} \quad m({}^3\text{H}) = 3,01605 \text{ u}$$

$$m({}^4\text{He}) = 4,00260 \text{ u} \quad m(\text{n}) = 1,00866 \text{ u}$$

$$\underline{m = 1 \text{ g}} \quad \underline{M = 4 \text{ g/mol}}$$

$$E = ? \quad E_{(1 \text{ g})} = ?$$

Nuklearna fuzija

$$\Delta m = m(^2H) + m(^3H) - (m(^4He) + m(n))$$

$$\Delta m = 2,01410u + 3,01605u - (4,00260u + 1,00866u)$$

$$\Delta m = 0,01889u$$

$$E_1 = \Delta mc^2 = 0,01889uc^2 = 0,01889 \cdot 931,5 \text{ MeV}$$

$$E_1 = 17,6 \text{ MeV}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A = \frac{1g}{4g/mol} 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,25 \cdot 10^{23}$$

$$E = NE_1 = 1,25 \cdot 10^{23} \cdot 17,6 \text{ MeV} = 2,64 \cdot 10^{24} \text{ MeV} = 2,64 \cdot 10^{24} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = 4,2 \cdot 10^{11} \text{ J}$$