

FISIUNEA NUCLEARĂ



HASCA ANDREI MIHAI

Clasa XII-C

Fisiunea nucleară este procesul de rupere a nucleelor grele (cu numărul de masă A mare) instabile în două nuclee mai ușoare, o dată cu eliberarea unor neutroni și a unei energii mari.

Fisiunea nucleară poate fi naturală (care este un proces spontan) și stimulată (declanșată prin bombardarea cu neutroni a unui nucleu stabil și greu).

Nucleul greu devine instabil prin absorbția neutronului și se sparge într-o pereche de nuclee mai ușoare, cu eliberare de energie, care depășește mult energia cinetică a particulelor care s-au ciocnit. Acest exces de energie se datorează reducerii masei nucleare.

Procesul de fisiune este însoțit de încă câteva procese. Astfel, fragmentele rezultate din spargerea nucleului greu se îndepărtează unul de altul datorită respingerii electrice și încălzesc mediul înconjurător prin ciocniri cu particulele întâlnite. Fragmentele se află într-o stare energetică excitată, iar nucleonii se rearanjează într-o configurație corespunzătoare unui nucleu cu o masă medie eliberându-se fotoni. Dacă nucleul este caracterizat printr-un raport mic între numărul de neutroni și cel de protoni, atunci o parte din neutroni trec în protoni cu emisie beta.

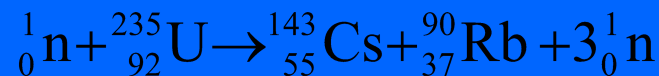


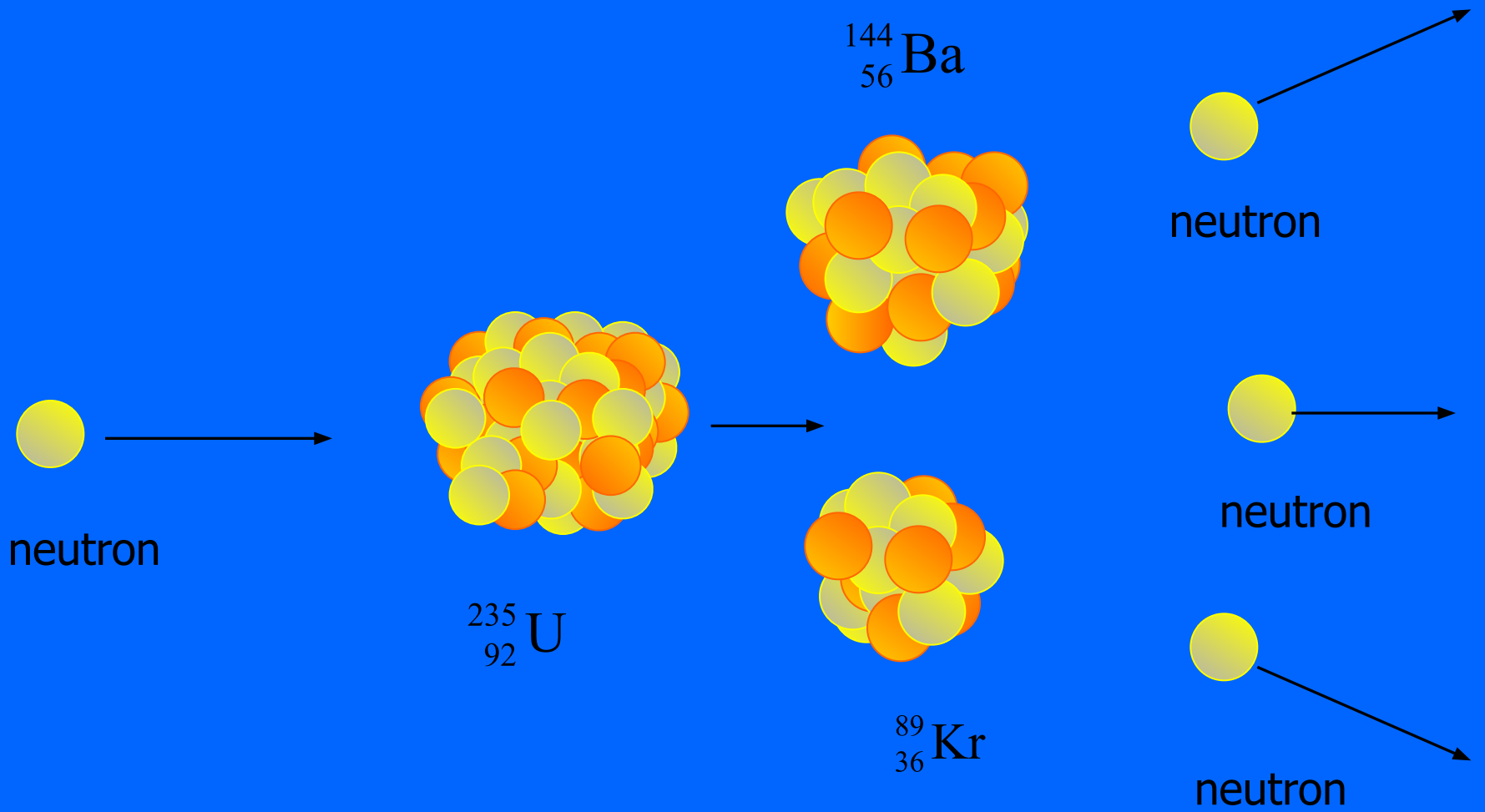
Fisiunea nucleară stimulată a fost descoperită de Otto Hahn, Fritz Strassman și Liese Meitner în 1939.

Fenomenul constă în următoarele: la captura unui neutron lent, un nucleu de $^{235}_{92}\text{U}$ se rupe în două nuclee de masă intermediară, (de exemplu $^{141}_{56}\text{Ba}$ și $^{92}_{36}\text{Kr}$) și doi sau trei neutroni rapizi. Reacția se poate scrie:



Alte scheme de dezintegrare ale nucleului de $^{235}_{92}\text{U}$ sunt :

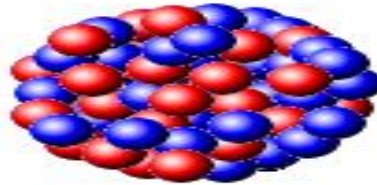




Fission



^{235}U

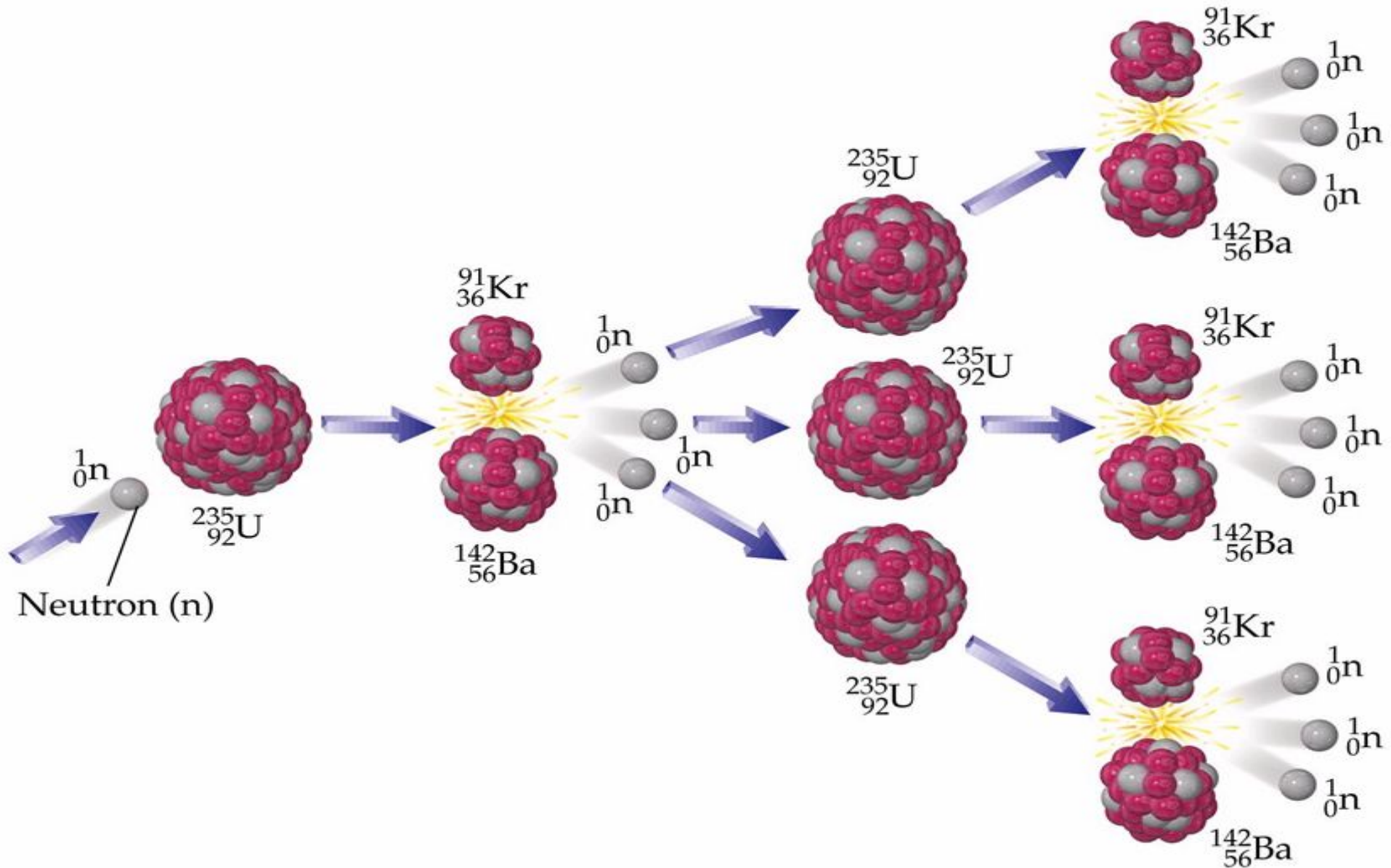


Nucleele de $^{141}_{56}\text{Ba}$ și $^{92}_{36}\text{Kr}$ au un surplus de neutroni față de configurația cea mai stabilă și din cauza aceasta sunt instabile și se transformă prin dezintegrări succesive.


Energia de reacție a acestui proces exoenergetic este de aproximativ 200 MeV din care cea mai mare parte este preluată ca energie cinetică de către fragmentele de fisiune.

Datorită energiei de reacție considerabile, reacția de fisiune stimulată prezintă o mare importanță energetică. Condiția care se impune este ca un asemenea proces să se autoîntrețină. Acest lucru se poate întâmpla dacă se utilizează neutronii rezultați din procesul de fisiune ca inițiatorii unui nou proces de fisiune. O astfel de reacție se numește reacție în lanț.

Reacția în lanț

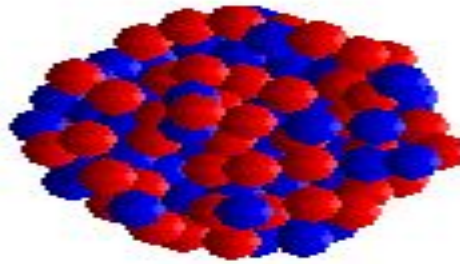


Nuclear Fission Chain Reaction

 — ^{235}U

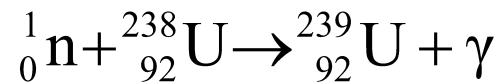
 — Neutron

 — Fission Product



Prima condiție pentru utilizarea neutronilor într-un nou proces de fisiune este încetinirea lor, deoarece probabilitatea de captură a neutronilor de către nucleele de uraniu este cu atât mai mare cu cât viteza lor este mai mică. Pentru încetinirea neutronilor se utilizează un mediu moderator format din nuclee ușoare care preiau prin ciocniri o mare parte din energia cinetică a neutronilor (ca moderatori se utilizează apa, apa grea, grafitul sau beriliul care au atomi cu masă atomică mică).

O altă condiție pentru a se putea continua reacția în lanț este ca neutronii să nu se piardă prin alte procese care nu conduc la fisiune. Cel mai important proces de captură fără fisiune este reacția :



Neutronii pot fi captați și de alte nuclee, în particular de nucleele moderatorului.

Datorită proceselor care conduc la pierderea neutronilor, întreținerea reacției în lanț se poate face numai dacă masa combustibilului de uraniu este suficient de mare. Cantitatea de material fisionabil, la care reacția de fisiune se întreține, se numește masă critică.

Dacă această cantitate este mai mare decât masa critică, numărul de neutroni se multiplică rapid deci se multiplică și procesele de fisiune, putând să ducă la explozie.

Dacă masa de material fisionabil este mai mică decât masa critică, neutronii se pierd în procese de absorbție sau ies în afară și reacția în lanț se întrerupe.

Sistemul în care se desfășoară o reacție în lanț controlată, care poate fi oprită oricând, este reactorul nuclear.

Pentru a înțelege ce energie se eliberează în procesul de fisiune să rezolvăm problema:

Determinați energia eliberată de 2 kg de uraniu (${}^{235}_{92}\text{U}$) în urma fisiunii, dacă energia eliberată în fiecare eveniment de dezintegrare este $Q = 208 \text{ MeV}$.

$$m = 2\text{kg}$$

$$A = 235$$

$$E = ?$$

$$E = N \cdot Q$$

$$N = \frac{N_A \cdot m}{\mu} = \frac{6.023 \cdot 10^{23} \text{ nuclee/mol} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ g}}{235 \text{ g/mol}} = 5,12 \cdot 10^{24} \text{ nuclee}$$

$$E = 5,12 \cdot 10^{24} \text{ nuclee} \cdot 208 \text{ MeV/nucleu} = 1,06 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$$

Ca valoare energetică, această cifră nu spune mare lucru.

$1 \text{ MeV} = 4,45 \cdot 10^{-20} \text{ kWh}$ deci energia produsă în urma dezintegrării uraniului va fi

$4,7 \cdot 10^7 \text{ kWh}$, energie suficientă pentru funcționarea a 60000 de becuri timp

de aproximativ 100 de ani.

BIBLIOGRAFIE :

http://www.didactic.ro/materiale-didactice/90540_fisiunea-nucleara