

## Cursul 10.2 Radiația nucleară: Stabilitatea nucleelor. Defectul de masă

### Stabilitatea nucleelor

La primele 20 de elemente, nucleul conține aproape pentru fiecare element același număr de neutroni ca și numărul de protoni. Se pare că neutronii au și rolul de a menține protonii din nucleu la distanță suficient de mare. Astfel forțele electrostatice repulsive (de magnitudine foarte mare la distanțele așa de mici cum sunt cele din nucleu) exercitate între protonii pozitivi. După aceea numărul de neutroni crește mai mult depășind în multe cazuri pe cel al protonilor. De exemplu, pentru uraniu pe lângă cei 92 de protoni există și un număr de 146 ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) sau 143 ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) de neutroni. Cu toate acestea este posibil ca neutronii să fie într-un număr insuficient de mic pentru a asigura echilibrul dintre forțele repulsive electrostatice cu cele de atracție internucleară. În nucleul atomic protonii și neutronii se găsesc într-o permanentă transformare reciprocă, iar schimbul de energie implicat de această transformare stă la originea tăriei forțelor nucleare, care se mai numesc și forțe de schimb și care sunt atractive pentru toți nucleoni.

### Defectul de masă

La formarea unui nucleu se eliberează o cantitate de energie  $\Delta E$  numită și energie de legătură. Cu cât energia de legătură este mai mare cu atât nucleul este mai stabil. Energia de legătură se calculează pornind de la defectul de masă  $\Delta m$  care se înregistrează la formarea nucleului, calculat ca diferența dintre suma maselor nucleonilor care compun nucleul, luați ca particule libere și masa nucleului rezultat:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_{\frac{A}{Z}X}, \quad (1)$$

atunci conform relației lui Einstein ( $E = mc^2$ ), energia de legătură a nucleului este:

$$\Delta E = \Delta mc^2, \quad (2)$$

Dacă se definește energia de legătură per nucleon  $\varepsilon$ , atunci;

$$\varepsilon = \frac{\Delta E}{A}, \quad (3)$$

Cea mai mare stabilitate o au elementele cu număr de masă mediu (maximul pentru *Fe-Ni*). Nucleele cu număr de masă mare își pot crește stabilitatea prin fragmentare (*fisiune*) în timp ce nucleele cu număr de masă mic, prin unirea acestora (*fuziune*). O parte din nuclee, din domeniul de la  $A=40$  ( $^{40}\text{Ar}$ ) la  $A=120$  ( $^{120}\text{Sn}$ ) prezintă o independență relativă a energiei de legătură per nucleon, de numărul de masă  $A$  (între 7.4 MeV și 8.8 MeV). Se observă o serie de maxime locale ale energiei de legătură per nucleon ( $^4\text{He}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ) unde se observă o configurație stabilă. În schimb, pentru valori mari ale numărului de masă ( $A > 120$ ), energia medie de legătură per nucleon scade, ca urmare a influenței mai pronunțate a forțelor coulombiene, atingând o valoare de circa 7.3 MeV pentru  $^{238}\text{U}$ .

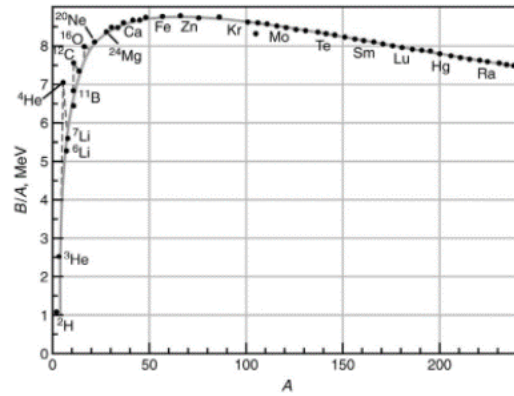


Fig. 1 Energia de legătură per nucleon.

## Bibliografie

1. Valdimir Znamirovski, Note de curs, 1995
2. Simona Cornelia Nicoara, Fizica Mediului și Habitatului, Ed. Risoprint 2002.
3. Prof. Dr. Grigore Damin, UBB, Note de curs Online, (Curs de Fizica Nucleară)  
<http://www.phys.ubbcluj.ro/~grigore.damian/lectures.html>.
4. Onuc Cozar, Note de curs, 1996.
5. Gheorghe Vasaru, Constantin Cosma, Geocronologie Nucleară, Ed. Dacia, 1998.
6. A. C. Ion, R. Ion-Mihai, și ceilalți, Fizica Nucleară, Culegere de probleme.
7. Adam Hart-Davis, Science, Ed. DK, 2009
8. C. Glifford, S. Kennedy and Ph. Parker, Smithsonian Science Year by Year, Ed. DK, 2017.