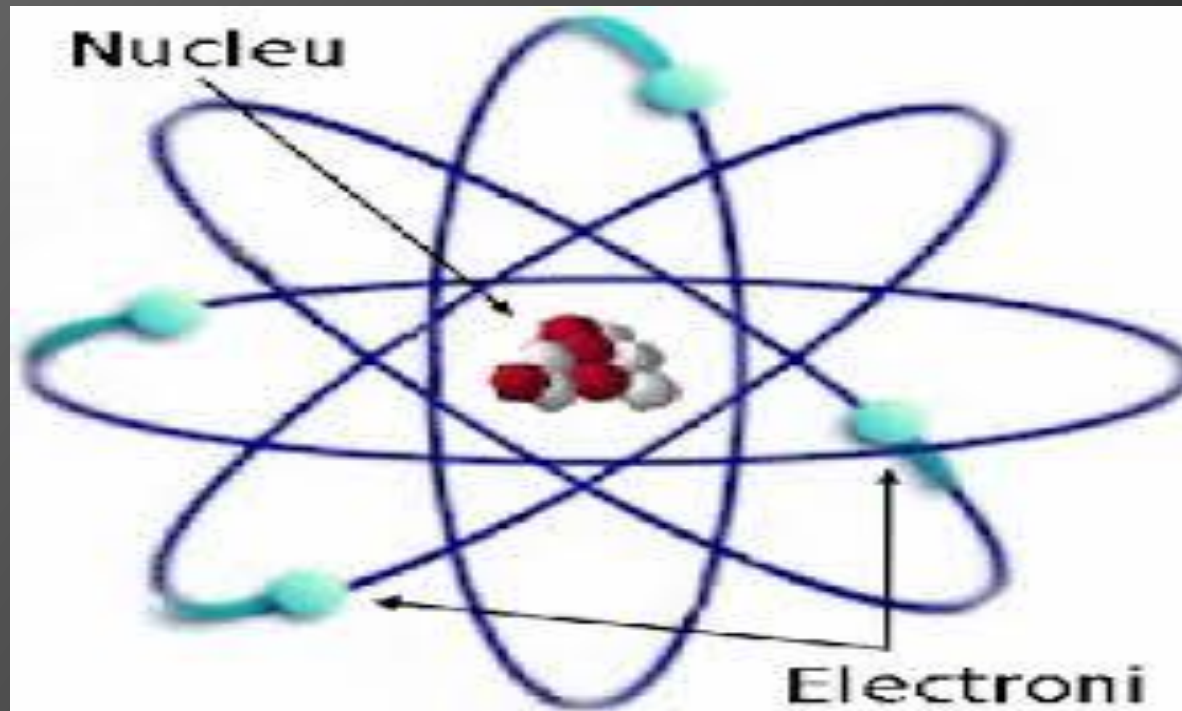


# NUCLEUL ATOMIC



Elaborat de : Golban Daniela

## NUCLEUL ATOMIC

- Nucleul atomului este o regiune foarte densa din centrul sau, constând din protoni si neutroni. Dimensiunea nucleului este mult mai mica decât dimensiunea atomului însusi. Totusi, masa unui atom este determinata în cea mai mare masura doar de masa protonilor si neutronilor si aproape fara nici o contributie din partea electronilor.

# Proprietatile nucleonilor

- ◉ Nucleele atomice pot suferi transformari ce afecteaza numarul de protoni si neutroni pe care îi contin, proces numit *dezintegrare radioactiva*. Daca transformările nucleelor au loc spontan, procesul se numeste *radioactivitate*. Transformările radioactive au loc într-un numar mare de moduri, dar cele mai comune sunt *dezintegrarea alfa* (emisia unui nucleu de heliu) si *dezintegrarea beta* (emisia unui electron). Dezintegrările ce implica electroni sau pozitroni sunt datorate *interactiunilor nucleare slabe*.
- ◉ În plus, ca si electronii din atom, si nucleonii din nucleu pot fi adusi într-o stare excitata, de înalta energie. Este adevarat, aceasta tranzitie cere de sute de ori mai multa energie decât excitatia electronilor. La revenirea în starea fundamentala, nucleul emite un foton de energie foarte înalta, numit si *radiatie gamma*.
- ◉ Transformările nucleare au loc de asemenea si în cadrul asa-numitelor reactii nucleare: în fuziunea nucleara, doua nucleee usoare se unesc într-un singur nucleu, mai greu; în fisiunea nucleara, un nucleu greu se divide în doua sau mai multe nucleee, eventual de mase apropiate.

# Dezintegrarea nucleara

- Un nucleu atomic este cu atât mai stabil cu cât energia medie de legatura dintre nucleoni este mai mare, situatie ce se întâlnește cu precadere la nucleele continând: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, ... ("numere magice") protoni sau neutroni. Izotopul , de exemplu, are 82 protoni si 126 neutroni.
- Atunci când raportul neutroni / protoni este fie prea mare, fie prea mic fata de cel al numerelor magice, nucleul respectiv este instabil si prezinta proprietatea naturala de a emite particule (dezintegrare nucleara) sau energie (dezexcitare nucleara) în vederea cresterii stabilitatii interne.
- Prin urmare, daca un nucleu are prea putini sau prea multi neutroni, el poate fi instabil si se va dezintegra dupa o perioada de timp oarecare. De exemplu, la câteva secunde dupa ce au fost creati, atomii de  $^{16}\text{N}$  (7 protoni, 9 neutroni) se dezintegreaza beta catre atomi de  $^{16}\text{O}$  (8 protoni, 8 neutroni). În aceasta dezintegrare, forta nucleara slaba transforma un neutron din nucleul de azot într-un proton si un electron. Elementul (atomul) se schimba deoarece initial a avut sapte protoni, fapt pentru care era "azot", iar acum are opt protoni, fapt pentru care este "oxigen".
- Multe elemente au izotopi care ramân stabili timp de saptamâni, ani sau miliarde de ani.
- În studiul acestor transformari se utilizeaza urmatoarele notiuni si definitii:
- - Substantele formate din atomi având nuclee instabile (atomi instabili) se numesc *radioactive*. Se mai folosesc si notiunile de atom radioactiv, respectiv, nucleu radioactiv sau radionuclid.
- - Fluxul de particule sau de energie emis (radiat) de nucleul instabil se numeste *radiatie*.
- - Procesul în care un nucleu instabil (radioactiv) emite particule sau energie se numeste *dezintegrare radioactiva*.
- Starile instabile ale nucleului sunt fie o caracteristica intrinseca, si avem de a face cu o *dezintegrare spontana*, fie provocate de cauze externe (ciocniri) si avem de a face cu o *dezintegrare indusa*. În ambele cazuri sunt respectate legile de conservare: a energiei, a impulsului, a momentului cinetic si a sarcinii electrice.
- Dezintegrarea radioactiva fiind un fenomen statistic, se mai definesc:
- - *Activitatea / radioactivitatea* (unei surse radioactive cuprinzând o anumita specie de atomi) ca fiind numarul de nuclee dezintegrate într-o secunda;
- - *Timpul de înjumatare*, ca fiind timpul în care se dezintegreaza 50% dintr-un numar initial de nuclee instabile (ale unei specii de atomi).

- Unitatea de masura pentru activitate este **Bq** (Bequerel). De obicei se indica cantitatea de substanta pentru a obtine o activitate de 1 GBq =  $10^{12}$  Bq, ca în exemplul urmator:

|                                                                                                                            |                                     |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{28}\text{Al}</math><br/>minute</li> </ul>                                   | $m = 9,0 \times 10^{-12} \text{ g}$ | $T_{1/2} = 2,2$              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{131}\text{I}</math></li> </ul>                                              | $m = 2,2 \times 10^{-7} \text{ g}$  | $T_{1/2} = 8 \text{ zile}$   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{54}\text{Mn}</math></li> </ul>                                              | $m = 3,5 \times 10^{-6} \text{ g}$  | $T_{1/2} = 313 \text{ zile}$ |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{137}\text{Cs}</math></li> </ul>                                             | $m = 3,1 \times 10^{-4} \text{ g}$  | $T_{1/2} = 30 \text{ ani}$   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{226}\text{Ra}</math><br/>ani</li> </ul>                                     | $m = 0,03 \text{ g}$                | $T_{1/2} = 1600$             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{232}\text{Th}</math><br/><math>\times 10^{10} \text{ ani}</math></li> </ul> | $m = 247 \text{ kg}$                | $T_{1/2} = 1,4$              |

- Radiatii  $\alpha$  (alfa) = particule formate din doi protoni si doi neutroni
- Radiatii  $\beta$  (beta) = electroni  $e^-$  sau pozitroni  $e^+$
- Radiatii  $\gamma$  (gamma) = energie sub forma de unde electromagnetice (fotoni)
- Radiatii  $n$  = neutroni

- Fiecare tip de radiație este caracterizat, la rândul său, prin energia cinetică înmagazinată, efectele de ionizare, adâncimea de patrundere în diferite materiale, după cum urmează:
- - Energia radiatiilor emise de radionuclizi variază între 1 keV și câțiva MeV.
- - La baza ionizării produse de particulele *a* și *b* se găsește ciocnirea lor directă cu atomii mediului înconjurător, fiind mult mai intensă în cazul radiatiilor *a*, și mai slabă pentru radiatiile *b*, pentru același nivel de energie înmagazinată. În aer, de exemplu, pe o distanță de 1 mm, o particulă *a* poate produce 5000 perechi de ioni, pe când o particulă *b* doar 10 perechi. Ionizarea datorită radiatiilor *g* se poate realiza prin: efect fotoelectric, efect Compton și generare de perechi electron-pozitron. Dacă pentru radiatiile *a*, *b* și *g* ionizarea are la bază interacțiunea lor cu învelișul electronic al atomului "țintă", în cazul ionizării produse de neutroni are loc o interacțiune directă cu nucleul atomului respectiv.
- - Adâncimea de patrundere depinde atât de energia radiației incidente, cât, mai ales, de natura materialului "penetrat", fiind mai mică pentru radiatiile *a* și crescând pentru radiatiile *b*, *g* și neutroni, în această ordine. În toate cazurile are loc o diminuare a intensității radiatiilor odată cu străbaterea materialului respectiv, cea mai puternică fiind pentru particulele *a*. Astfel, în cazul plumbului, radiatiile *g* de 3 MeV patrund aproximativ 15 mm, în timp ce radiatiile *b* de aceeași energie dispar după 0,5 ÷ 1 mm. Comparativ, pentru apă, vom avea: 175 mm în cazul radiatiilor *g* și 16 ÷ 17 mm pentru radiatiile *b* (la 3 MeV).

- În ceea ce privește interacțiunea neutronilor cu mediul înconjurător, aceasta depinde în primul rând de energia cinetică a particulelor. Din acest motiv se utilizează următoarea clasificare:
  - - neutroni rapizi, având energii peste 8 keV;
  - - neutroni lenti, având energii sub 8 keV;
  - - neutroni termici, având energii până la 0,025 eV.
- Principala sursă de neutroni este reacția de fisiune a atomului de  $^{235}\text{U}$ . La ciocnirea lui de către un neutron termic, atomul de  $^{235}\text{U}$  fisionează, rezultând, în medie, 2,5 neutroni, fenomenul fiind însoțit de degajarea unei cantități însemnate de energie (sub formă de căldură și radiații).
- Neutronii se mai obțin din interacțiunea radiațiilor  $\gamma$  de energii mai mari de 2,21 MeV cu nucleele de deuteriu și se obțin așa-numite *fotoneutroni*, sau, în cazul calibrării instrumentației pentru neutroni, prin interacțiunea dintre radiațiile  $\alpha$  și  $\text{Li}$ .
- Interacțiunea dintre neutroni și mediul înconjurător (mai exact, cu nucleul atomilor mediului) se numește *reacție neutronică*.
- Cele mai întâlnite reacții neutronice sunt: fisiunea, împrăștierea elastică și neelastică, reacțiile de activare.