

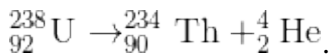
Алфа-, бета- и гама- разпадане

1. Алфа- разпадане

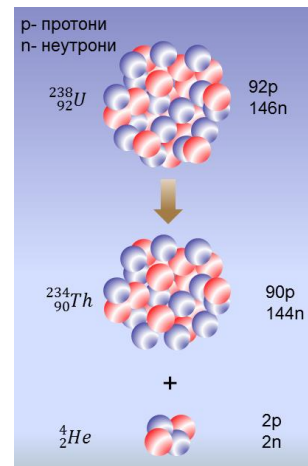
Алфа- разпадането е характерно главно за тежки ядра с атомен номер $Z > 82$. Когато ядро на химичния елемент X с атомен номер Z и масово число A излъчи α - частица (хелиево ядро ${}^4_2\text{He}$), то загубва два протона и два неутрона (общо 4 нуклона) и се превръща в ядро на химичния елемент Y с атомен номер $Z - 2$, чието масово число е $A - 4$. Процесът се записва така:



Например при α - разпадане на един от изотопите на урана (фиг. 6-1) се получава ядро на химичния елемент торий, който има с две единици по-малко атомен номер и в таблицата на Менделеев е разположен две места преди урана:



При α - разпадането общият брой на нуклоните не се изменя. Например при разпадането на урана в ядрото на изотопа ${}^{238}_{92} \text{U}$ се съдържат 238 нуклона. Общият брой на нуклоните в ядрата ${}^{234}_{90} \text{Th}$ и ${}^4_2 \text{He}$, получени след разпадането, остава непроменен: $234 + 4 = 238$ нуклона. В сила е също така законът за запазване на електричния заряд: зарядът на изходното ядро на урана $92e$ (e - елементарен заряд) е равен на сумата от зарядите на ядрото на тория и на α - частицата: $90e + 2e = 92e$.

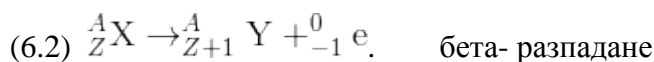


Фиг.6-1.

Алфа- разпадането е следствие от нестабилността на тежките ядра, дължаща се на електричните сили на отблъскване между протоните. Ядрените сили на привличане обаче правят невъзможно откъсването на отделни протони от ядрото. При излъчването на α - частица се постига своеобразен "компромис" между конкуриращите се електрични и ядрени сили: Два протона напускат ядрото, което води до намаляване на електронното отблъскване между останалите протони. Едновременно с това четирите нуклона в α - частицата (два протона и два неутрона) остават изключително здраво свързани под действие на ядрените сили.

2. Бета- разпадане

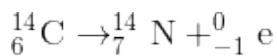
При β - разпадането радиоактивното ядро излъчва един електрон и се превръща в ядро, което има същия брой нуклони (същото масово число), но атомният му номер е с една единица по-голям:



Тук със символа ${}^0_{-1}e$ означен електронът: горният индекс "0" показва, че масовото число на електрона е нула (той не е изграден от протони и неутрони); долният индекс "-1" показва, че електронът е носител на един елементарен отрицателен заряд.

Както при α - разпадането броят на нуклоните и пълният електричен заряд не се изменят. При β - разпадането един неутрон се превръща в протон и броят на положителните елементарни заряди нараства с единица. Едновременно с това обаче се появява и един елементарен отрицателен заряд (на електрона), поради което пълният заряд остава непроменен: $(Z+1)e + (-e) = Ze$. Важно е също да се отбележи, че изходното радиоактивно ядро не съдържа електрони. Електронът се създава в момента на разпадането, за което се изразходва част от енергията на покой на разпадащото се ядро.

Бета- разпадане претърпяват например ядрата на изотопа въглерод- 14:

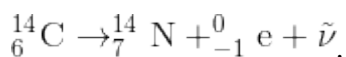


и се превръщат в ядра на азота, който в периодичната система на елементите е разположен непосредствено след въглерода.

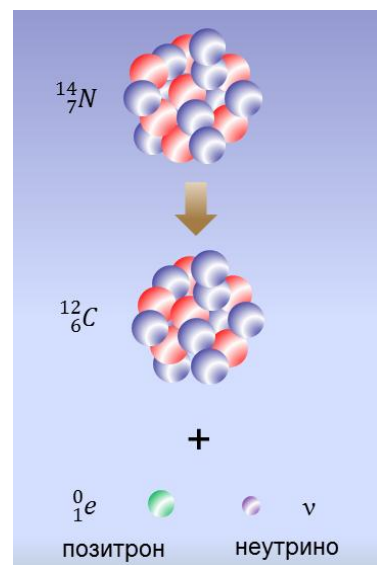
2.1. Неутрино и антинейтрино

При β - разпадането се отделя енергия. Изследванията обаче показват, че част от нея "се губи". Този неочакван резултат предизвиква сериозни дискусии сред физиците. Нарушава ли се законът за запазване на енергията при β - разпадането? През 1930 година австрийският физик Волфганг Паули изказва предположението, че при β - разпадането се отделя още една, неизвестна по това време частица, която отнася "липсващата" енергия. Тази частица е наречена с умалителното име **неутрино ν** , тъй като тя е електронеутрална и се предполага, че има равна на нула (или изключително малка) маса в покой. Поради извънредно слабото му взаимодействие с веществото неутрино е открито експериментално едва през 1956 година.

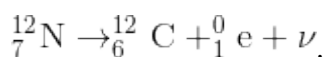
Неутрино има "античастица", наречена **антинейтрино $\bar{\nu}$** . При разпадането на изотопа въглерод- 14 се отделя антинейтрино. По- пълно процесът на β - разпадане се записва така:



Разпадане, при което се отделя електрон и антинейтрино, се нарича **електронно (β^-) разпадане**. Съществува още един вид β - разпадане, при който се излъчват позитрон и неутрино (фиг. 6-2). Позитронът е античастица на електрона: има същата маса, както електрона, но подобно на протона е носител на елементарен положителен заряд. Позитронът се означава със символа 0_1e . Пример за **позитронно (β^+) разпадане** е процесът



Фиг.6-2.



При този процес също се запазва броят на нуклоните и електричният заряд.

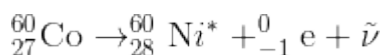
3. Гама- разпадане

Подобно на атомите, ядрата също могат да се намират в състояния с различна енергия: основно състояние, в което енергията на ядрото е минимална, и възбудени състояния с по- голяма енергия. При преминаване от състояние с по- голяма енергия в състояние с по- малка енергия ядрото излъчва фотон. Тъй като разликата в енергиите на ядрените състояния обаче е много голяма (обикновено няколко MeV), излъчените от ядрото фотони имат многократно по- голяма енергия от фотоните, излъчени от атомите. Тези фотони с голяма енергия се наричат γ - кванти, а процесът на излъчването им от възбудените атомни ядра- γ - разпадане.

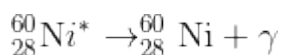
Ядрата преминават във възбудено състояние в резултат на друг процес, предшестваш γ - разпадането. Този процес може да е удар с друго ядро или частица, α - разпадане или β - разпадане. При γ - разпадането не се променя нито атомният номер, нито масовото число на ядрото. Ядрото остава същото, само преминава в състояние с по- малка енергия. Процесът се изразява с формулата



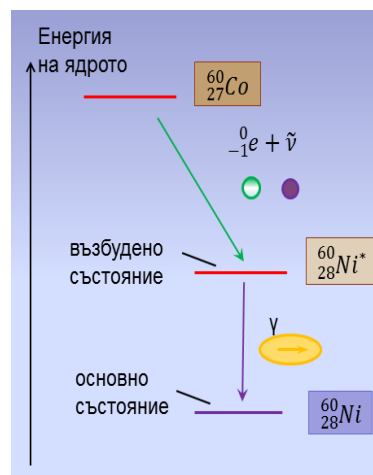
където знакът "*" показва, че изходното ядро се намира във възбудено състояние. Например радиоактивният изотоп кобалт- 60 претърпява β^- - разпадане



Полученото ядро на никела се намира във възбудено състояние. То излъчва γ - квант и преминава в основното си състояние:



Последователността от двата процесса на β^- - и γ - разпадане е показана схематично на фиг. 6-3.

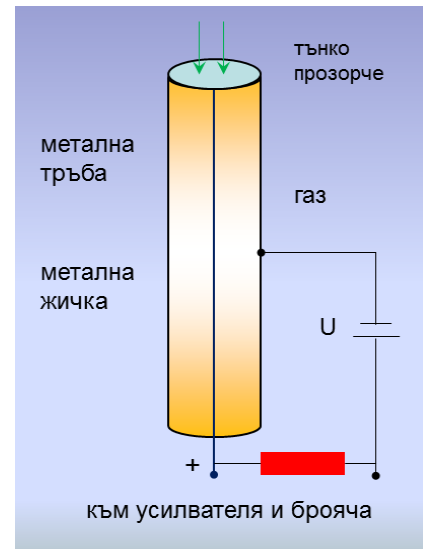


Фиг.6-3.

4. Гайгеров брояч

За регистриране на радиоактивните лъчения се използват различни уреди. Един от най- простите и често използвани приемници на йонизиращи лъчения е Гайгеровият брояч. Той представлява цилиндрична метална тръба, запълнена с разреден газ, по оста на която е опъната тънка метална жичка. Жичката служи за анод и е свързана към положителния полюс на източник на високо напрежение (500- 1000 V), а тръбата служи за катод- свързва се към отрицателния полюс на източника (фиг. 6-4). Когато γ - квант, α - или β - частица попадне в тръбата през тънкото прозорче от стъкло или слюда в единия ѝ край, предизвиква йонизация на някои от молекулите на газа. Избитите електрони се ускоряват от електричното поле и по пътя си към анода йонизират нови

молекули. Възниква ударна йонизация- броят на електроните и положителните йони лавинообразно нараства. Получава се токов импулс, който след това премивана през усилвател и се отчита от електронно броящо устройство. Ако усилените импулси се подадат на високоговорител, регистрирането на всяка йонизираща частица е придружено със звуков сигнал.



Фиг. 6-4.