

УРАНЪТ И НЕГОВОТО ДЕЛЕНЕ

Уранът е тежък, силно токсичен, радиоактивен метал с блясък. Означава се с U и е 92-ят елемент в периодичната система, принадлежащ на групата на актиноидите. Има плътност 19.1 g/cm³, топи се при 1132.2 °C и кипи при 4131 °C. Уранът се среща в малки количества в природата и живите организми (включително и хората). Неговият изотоп ²³⁵U се използва за гориво на ядрени реактори и като взривен материал на ядрени оръжия.

Мнозина определят урана за един от най-зловещите символи на отминалия XX век. Неговите свойства слагат отпечатък върху световните политически, икономически и даже върху културните и социални отношения за повече от 40 години – от 1945 г. (годината на първия ядрен взрив) до 1989 г. (падането на Берлинската стена). От научна гледна точка, откриването на деленето е един от върховете на бурно развиващата се през първата половина на XX век квантова наука. Самото откритие е съпроводено от сложни, дори драматични перипетии. Как е станало откритието? Кои са били основните фигури в този процес? По тези въпроси са изписани много страници. Но, може би, най-достовярните отговори могат да се намерят в новоизлязлата автобиографична книга на самия откривател на деленето на урана Ото Хан – “Моят живот. От радиотория до деленето на урана.”. Книгата е издадена през 2004 г. от Университетското издателство “Св. Кл. Охридски”.

Книгата е сборник от автобиографични текстове, последвани от интервюта, свързани с разказаните събития. В края на книгата е поместена Нобеловата лекция на О. Хан. Съставителят на сборника проф И. Кулев, който е и преводач, е включил в книгата обемисти бележки за доизясняване на описаните събития.

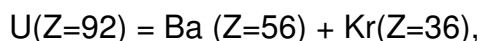
Ото Хан започва своята изследователска работа през 1904 г. и до края на живота си, през 1968г., активно участва в научния и научно-обществен живот на Германия. Предложените на читателя спомени позволяват да се проследят станалите през годините промени в стила и начина за провеждане на научните изследвания, а също промените в организацията на научната общност. Описани са любопитни факти, свързани с възприемането на научната работа от широки обществени кръгове. Куриозно е например отношението, в началото на XX век, към участието на жени в научната и преподавателска работа. Цитирам текст свързан със сътрудничката на О. Хан, Лизе Майнтнер: “Стартът на Лизе Майнтнер не беше лек. Емил Фишер, директор на

Химическия институт, тогава още не приемаше жени в своя институт. Той направи отстъпка, при условие, че д-р Майнтнер не ще се показва в лабораториите на студентите”. Както се казва – о, времена, о, нрави !

Впечатляват също описанията на апаратурата, използвана в изследвания довели до важните открития : “... апаратурните помощни средства бяха много прости. Ние произвеждахме нашите електроскопи за бета- и гама-лъчи от една голяма консервна кутия или друга ламаринена опаковка, върху която се слагаше малка кутия от тютюн или цигари...”.

Естествено, най-интригуващата част от книгата е свързана с разказа за откриването на деленето на ядрото. След откриването на неутрона и утвърждаването на неутрон-протонния модел на ядрото, Е. Ферми започва да получава по изкуствен начин средни и тежки елементи от периодичната система. Механизмът е пределно прост. Забавени неутрони се поглъщат от ядрото мишена със заряд Z . Следва бета разпад, при който неутронът преминава в протон и се получава ядро със заряд $Z+1$. Така се стига до урана, тогава последен елемент в таблицата на Менделеев. Ферми е пленен от идеята да получи неизвестен дотогава, трансуранов елемент. Опитът е направен, регистриран е бета разпад и заключението е, че е получен трансуранов елемент със заряд $Z=93$. Резултатите по изкуствена радиоактивност, предизвикана от бавни неутрони, носи на Ферми Нобелова награда през 1938 г. Намират се обаче и скептици, които твърдят, че не може да се говори за трансуранов елемент преди да се провери дали не са получени известни елементи със заряд, по-малък от този на урана. Тези скептици са клеймосани като хора, предлагащи неща, противоречеши на тогавашната наука.

Ото Хан, заедно със сътрудника си Щрасман, се опитва да повтори опита на Ферми. Получените резултати обаче не го убеждават, че Ферми е прав. Подобни съмнения има и Ф. Жолио-Кюри. Хан предполага, че полученият продукт след облъчването на урана е радий. Това предположение е критикувано от Н. Бор, отново с аргумента, че противоречи на физичните закони. Следват нови експерименти и преди Коледа на 1938 г. Хан и Щрасман идентифицират получаващият се продукт като барий, т. е. ядрото на урана се разцепва при поглъщане на бавни неутрони



или “трансурановите” елементи са добре известните барий и криптон. Новината бързо се разпространява и само след няколко месеца новото явление – делене на ядрото - е обяснено от Л. Майтнер и О. Фриш чрез капковия модел на ядрото.

Уранът е тежък, силно токсичен, радиоактивен метал с блясък. Означава се с U и е 92-ят елемент в периодичната система, принадлежащ на групата на актиноидите. Има плътност 19.1 g/cm³, топи се при 1132.2 °C и кипи при 4131 °C. Уранът се среща в малки количества в природата и живите организми (включително и хората). Неговият изотоп ²³⁵U се използва за гориво на ядрени реактори и като взривен материал на ядрени оръжия. В началото на 40-те години на XX в. Физиките установяват, че ядрата на уран-235 и плутоний-239 се делят на две “парчета” и изпускат от 1 до 3 неутрона, които могат да се погълнат от други ядра на уран-235 или на плутоний-239. Последните при деленето си също изпускат 1-3 неутрона, т.е по принцип може да се осъществи верижна реакция на делене на тези ядра. Първото съобщение относно възможността за верижен процес на делене на урановите ядра е от съветските учени Я.Б.Зелдович и Ю.Б.Харитон през 1940 г. Теоритичните пресмятания показват, че за реализирането на верижна реакция на делене е необходим дялящ се материал с висока химическа и изотопна чистота и освен това масата му трябва да превишава определена, т.нар. критична маса. В този случай неутроните, които изпуска дялящото се ядро, не се поглъщат от атомните ядра на примесите и тази част от тях, която е достатъчна за осъществяване на верижна реакция на делене, не напуска границите на дялящия се материал. Ако загубата на неутрони не е твърде голяма и в деленето на други уранови ядра участват повече от един неутрон, започва верижна реакция.

При бомбардиране на ядра на уран с бавни неутрони италианският физик Ферми установява, че се образуват нови, неизвестни по-рано изотопи.

През 1938 г. Ирен Кюри и Савич установяват, че един от тези изотопи прилича много на лантана и не може да бъде отделен от него чрез никакви химични методи. Те обаче не се решават да отъждествят този изотоп с лантана, тъй като последният се намира в средата на периодичната таблица, а по това време се е мислело, че новите изотопи, които се образуват от урана при залавяне на един неутрон, трябва да имат маса, по-голяма от урана – да бъдат трансуранови. През есента на 1938 г. Немските радиохимици Хан и Щрасман откриват в продуктите, получени от облъчването на урана с топлинни неутрони, изотоп на бария.

В началото на 1939 г. Лиза Майтнер и Фриш изказват предположението, че под действието на бавни неутрони ядрото на урана се разцепва на две части с различни маси. По-късните изследвания показват, че от двата основни изотопа на урана: U-233 и U-235 първият се дели само под действието на бързи неутрони, докато вторият се дели както под действието на бързи, така и на бавни (топлинни) неутрони. Сега вече е известно, че по принцип всяко тежко ядро може да се раздели, стига да му се придаде някаква минимална енергия, наречена критична. Стойността на критичната енергия намалява с увеличаване на масовото число на елемента. Величината Z^2/N се нарича параметър на делението. Колкото параметърът на делението е по-голям, толкова по-лесно се дели ядрото. При достатъчно голям параметър делението може да се извърши и спонтанно, без външно въздействие.

Освен от неутрони делението на ядрото може да се предизвика и от деутрони, протони, алфа-частици, гама-фотони или други частици. Най-голямо практическо приложение намира делението под действието на неутроните.

Същите пресмятания са направени от американски ядрени физици и независимо от тях от споменатите по-горе съветски учени. За да премине от пресмятанията към практиката, е необходимо или от изотопната смес на урана да се отдели уран-235, или да се получат килограмови количества от изотопа на новия изкуственорадиактивен елемент плутоний-239. За получаването на плутоний-239 е необходимо разработването на специална технология. Установено е, че деленето на ядрата на уран-235 се осъществява с по-голяма вероятност, когато той се бомбардира с бавни неутрони. Най-ефикасно неутроните се забавят при ударите им с ядра на леки елементи, такива като водород, деутерий, въглерод и др.