

## Lord Rutherford.<sup>1</sup>

A mai fizikai kutatásoknak középpontjában kétségtelenül az atom szerkezetére vonatkozó vizsgálatok vannak. Senki annyira irányítóan nem nyúlt bele, a fizikának ebbe a haladásába, mint *Lord Ernest Rutherford*, angol fizikus, a cambridge-i híres Cavendish-laboratorium vezetője és az egyetem tanára. Különösen két oldalról lehet az atom szerkezetét megvilágítani. Az anyag önkéntes átalakulása, ahogyan a radioaktív anyagoknál látjuk és az atomok sokféle mesterséges átalakítása az egyik módszer az anyagszerkezetének felderítésére. A szinképek kutatása a másik eljárás. *Rutherford* munkája mindegyik téren alapvető.

A radioaktivitás nagyot sok meglepetést hozott. Szinte izgalmas kérdés volt a rádium viselkedése: állandóan termelt hőt anélkül, hogy változást észleltek volna rajta. A magyarázatot nem is a rádium megfigyeléséből merítették, hanem elsősorban az urán viselkedéséből. Már előbb ismeretes volt, hogy a radioaktív anyagok sugárzása háromféle lehet. Az urán alfa-sugarakat bocsát ki. Ezek pozitív töltésű részecskék. Más anyag, mint pl. urán *X* béta-sugárzó. A béta sugarak negatív töltésű részecskék, elektronok. Vannak olyan radioaktív elemek, amelyek a béta-részeken kívül gamma-sugarakat is kibocsátanak. Ez a sugárzás nem anyagi (korpuszkuláris), mint az előbbi kettő, hanem olyan természetű, mint a fény vagy a Röntgen-sugárzás, csak még sokkal áthatolóbb.

Lássuk most, mit mutat az urán sugárzása. Az urán együtt fordul elő egy másik radioaktív anyaggal, az urán *X*-szel. Ennek a keveréknek béta-sugárzását figyelték meg. Az alfa-sugárzást könnyű távol tartani. Elég az anyagot nagyon vékony fémlemezzel körülvenni, ez az alfa-sugarakat elnyeli és csak a másik két sugárzást engedi át. A sugarakat annak a tulajdonságuknak alapján figyelik meg, hogy a levegőt vezetővé teszik. Ezt pedig könnyű mérni. A lemezes sűrítő két párhuzamos fémlemez a köztük lévő levegővel. A sűrítő egyik lapját kössük össze elektrométerrel, másik lapját pedig a földdel. Töltsük fel az elektrométert és a vele összekötött sűrítőlapot akármilyen elektromos töltéssel, pl. pozitívvá. A sűrítő lemezei közé tegyünk radioaktív anyagot. Ennek sugárzása a levegőt vezetővé alakítja, ionozza. Ez azt jelenti, hogy a levegő molekuláiból negatív elektronok lépnek ki, a hátramaradó rész pedig pozitív ion lesz. A pozitív töltésű lemez az elektronokat magához vonzza, ezáltal töltése fokozatosan csökken. Mennél erősebb a radioaktív sugárzás, annál gyorsabban fogy az elektron töltése. A töltés csökkenésének sebessége (pl. 10 osztályzat/min) az aktivitás mértéke.

Az urán és urán *X* keverékét oldjuk fel, az oldathoz adjunk bariumszulfátot. Az urán *X* ekkor az oldatból kicsapódik és így az urántól elkülöníthető. Vizsgáljuk külön-külön az urán és urán *X* betasugárzását. Igaz, hogy gamma-sugarak is lépnek fel, de ionozásuk a béta-sugarakéhoz képest igen kicsi. Az uránnak kezdetben nincs béta-sugárzása, de idővel egyre erősebb béta-sugárzás mutatkozik, míg végül a sugárzás erőssége állandó lesz, sem nem gyengül, sem nem erősödik. Ellenben az urán *X* sugárzása állandóan gyengül. A két sugárzás erősségének összege állandó.

Ezeket a feltűnő jelenségeket RUTHERFORD és fiatal tanítványa, SODDY magyarázták meg. A urán maga alfa-sugárzó, ezért az elkülönített urán nem mutat kezdetben béta-sugárzást. Csakhogy az urán atomai nem állandók, hanem önként felbomlanak. Az alfa-részecskék kibocsátása után az atom egészen más elemek, az, urán *X*-nek atomává alakul át. Ez maga sem állandó, beta-részeket lövell ki és átalakul. Amilyen mértékben szaporodnak az uránból keletkező urán *X* atommal, olyan mértékben erősödik a béta-sugárzás. Végül úgynevezett radioaktív egyensúly áll be: amennyi urán *X* atom fejlődik, ugyanannyi fel is bomlik. Az urán *X* atomok száma ekkor már nem változik, ezért a béta-sugárzás is állandó erős marad.

Minden radioaktív anyagnak jellemző sajátossága az, hogy sugarak kibocsátása közben felbomlik. Ezt a bomlást külső eszközökkel (heves, nyomás stb.) befolyásolni nem tudjuk. A radioaktív anyagoknak van egy jellemző adatuk, a bomlási félidő. A poloniumnak bomlási félidője 136 nap. Ez azt jelenti, hogy a meglevő poloniumnak fele 136 nap alatt felbomlik, a megmaradt mennyiségnek fele további 136 nap alatt s. i. t. Az urán bomlási félidője 4,5 milliárd év, a rádiumé 1550 év. Azért nem észleltek kezdetben a rádiumon változást, mert bomlása igen lassú.

Ez a magyarázat annak idején igen merész volt. Amióta a kémia az atom fogalmát használja, az atomokat változatlanoknak tekintették. Annyiféle atom volt, ahányféle kémiai elemet ismertek. RUTHERFORD ezzel a meggyökeresedett felfogással szakított. Vannak átalakuló atomok, de egyelőre csak olyanok, amelyek önként alakulnak át. Ma már ezt nem is tekintjük feltevésnek, hanem sokszoros tapasztalattal igazolt ténynek. A bomlás-elmélet mint biztos vezető visz bennünket végig a radioaktivitásnak bonyolult területén.

A radioaktív jelenségek azt mutatják, hogy az atom nem „oszthatatlan” hiszen alfa – vagy béta – részecskék lépnek ki belőle. Más szóval az atomnak szerkezete van. Mai egész atomfizikának a RUTHERFORD-féle atomszerkezeten alapszik. RUTHERFORD alfa-sugarakat fémlemezen bocsátott át. Az áthaladó részecskéket meg lehet figyelni, ha útjukban alkalmas foszforeszkáló anyaggal, pl. cinkszulfiddal bevont ernyőt állítunk. Ahol alfa-rész ér a ernyőt, ott kis villanást, szcintillálást láthatunk. A legtöbb részecske kis irányváltoztatással haladt át. De vannak olyan részek is, amelyek nagy mértékben szóródnak. Egyes részek pályája a szóródás után 150°-ot zár be az eredeti iránnyal, tehát irányuk megfordul. Az alfa-részeknek pozitív elektromos töltésük van, tehát csak elektromos erő térítheti el őket. RUTHERFORD azt következtette a megfigyelt szóródásból, hogy az atomnak nagyon kis kiterjedésű pozitív elektromos magja van. Ez hat nagy taszító erővel a feléje közeledő alfa-részre és téríti ki eredeti irányából. Mennél közelebb halad a részecske a maghoz, annál nagyobb az irányváltozás. De a tapasztalat azt is mutatja, hogy a szokatlanul nagy szóródások száma nő, ha a lemez nagyobb atomsúlyú anyagból készült. Tehát a nagyobb atomsúlyú anyag atommagja

<sup>1</sup> Született Új-Zeelandban, 1871. aug. 30-án. Itt tanult 1895-ig, ekkor került, mint ösztöndíjas a cambridge-i „Szent háromság” kollégiumba. 1898-ban már Montrealban egyetemi tanár, 1904-ben Manchesterbe, 1919-ben Cambridge-be kerül, ahol elődei MAXWELL, RAYLEIGH és THOMSON I. I. voltak. 1908-ban Nobel-díjat kapott; 1914-ben lovag, majd lord lett. A westminsteri apátságban temették el, ahol NEWTON, KELVIN és DARWIN nyugsznak.

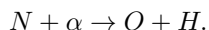
nagyobb erővel taszítja a feléje haladó alfa-részt. Ezért RUTHERFORD szerint a növekedő atomsúlyú anyag magjának növekedő elektromos töltést tulajdonítunk.

Pontosabban is beszélhetünk. Az elektron töltése a természetben előforduló legkisebb töltésmennyiség, azért elemi töltésegységnek vagy röviden töltéselemnek is nevezik. (Nagysága  $4,77 \cdot 10^{-10}$  elektrosztatikai töltésegység.) Még egy egyszerű fogalomra van szükségünk. Állítsuk sorba a kémiai elemeket növekedő atomsúly szerint: *H, He, Li, Be, B, C, N, O, F* stb. Lássuk el az elemeket növekedő sorszámmal: *H1, He2, Li3, Be4, B5, C6, N7, O8*, stb. Így az egyes elemek rendszámát kapjuk. Az előbbi sorban tehát minden elem jele mellett a rendszámot látjuk. RUTHERFORD atomelmélete szerint minden elem magjának annyi pozitív töltéseleme van, amennyi a rendszáma. Így a hidrogén magjának 1 pozitív töltéseleme van, vagyis annyi a töltése, mint az elektroné, csak nem negatív, hanem pozitív. A helium atommagjának 2, a lithiuménak 3 pozitív töltéseleme van stb. Ma már nem az atomsúlyt tekintjük az atom jellemző adatának, hanem a rendszámot.

A szóródás elmélete módot nyújt arra, hogy a mag kiterjedését is meghatározzuk. Az egyes anyagoknál változik a mag átmérője, nagyságrendje  $10^{-12}$  cm.

Az egész atom elektromos tekintetben közömbös, tehát ugyanannyi negatív töltésnek is kell benne lennie, mint amennyi pozitív töltése van a magnak. A negatív töltés csak elektronokból állhat. Az atom elektronjai nyugalomban nem lehetnek, mert különben az elektromos vonzó erő folytán a magba esnének. RUTHERFORD szerint az elektronok a mag körül elliptikus pályán keringenek. Tehát az atom bolygórendszer. Amint a bolygók a középponti Nap körül keringenek, éppen úgy mozognak az elektronok a mag körül. A „közpponti” szót itt is közelítően kell érteni, mert hiszen a pálya nem kör, hanem ettől többé-kevésbé eltérő ellipszis. A hasonlóság a két rendszer között mélyebbre ható. A bolygórendszerben a Nap a bolygót, a Newton-féle gravitációs erővel vonzza, az atomrendszerben a mag a körülötte keringő elektront Coulomb-féle erővel. De ez a két erő azonos természetű, mindkettő a távolság négyzetével fordítva arányos. Valóban a bolygó-mozgás törvényeit kellő változtatással az atomra is lehet alkalmazni. Ez az atomszerkezet különösen akkor bizonyult célszerűnek, mikor BOHR, koppenhágai fizikus a kvantumelméletet alkalmazta rá és a hidrogén színképének egyes vonalait elméleti úton megállapította. Azért használják gyakran a Rutherford-Bohr-féle atomszerkezet elnevezést, még pedig jogosan, mert az atomelmélet innen kezdett fejlődni.

Mínt hogy a radioaktív sugárzás a magból lép ki, egy lépéssel tovább mehetünk és a mag szerkezete iránt is érdeklődünk. Csakhogy itt még nagyobb nehézségek várnak a kutatóra, mint az atomszerkezet vizsgálatánál. A mag szerkezetének elemzésében a döntő lépést ugyancsak RUTHERFORD tette meg. A radioaktív anyagokban olyan kémiai elemeket ismertünk meg, amelyek önként bomlanak. Az a kérdés merült fel, nem lehetne-e az állandó elemek atomait mesterségesen felbontani. RUTHERFORD-nak sikerült az első mesterséges atomátalakítás 1919-ben. A rádium *C* alfa-sugárzó radioaktív anyag, a rádiumból fejlődik több, egymást követő bomlás után. A *RaC* alfa-részeinek óriási sebessége van,  $2 \cdot 10^9$  cm/sec. Tömegük kicsi, minden alfa rész tömege a hidrogén-atom tömegének négyszerese, ez pedig  $1,65 \cdot 10^{-24}$  gramm. De a nagy sebesség folytán a *RaC* alfa-részében igen kis helyen nagy energia tömörül. Ilyen alfa-részeket RUTHERFORD vízgőztől mentes levegőn vezetett át. Ekkor azt tapasztalta, hogy hidrogén-magokból álló sugarak lépnek fel. A keletkező magok a cinkszulfid ernyőn szcintillálásokat keltenek. Tiszta nitrogénben több szcintillálás mutatkozott, vagyis több hidrogén-mag keletkezett, mint levegőben, vagyis nitrogén és oxigén keverékében. Ebből RUTHERFORD azt következtette, hogy a *H*-sugarak a nitrogén atommagjából lépnek ki, ha valamelyik alfa-részecske beleütöközik. Mínt hogy a mag kiterjedése kicsi, csak kereken minden milliomodik alfa-rész vált ki egy *H*-sugarat. Ez a magyarázat a későbbi kutatások folyamán helyesnek bizonyult. Ma már azt is tudjuk, hogy az átalakulás a következő folyamatban megy végbe:



Az alfa-részecske behatol a *N* magjába, ez a megnövekedett mag pedig felbomlik *O* és *H* magra. Ez a *H*-mag az a *H*-sugár, melyről előbb beszéltünk. Csakhogy ez az oxigén különbözik a közönséges oxigéntől. Mert a közönséges oxigén atomsúlya 16, ezé pedig 17. Nagyon kis mennyiségben ez a 17-es oxigén a közönséges oxigénben is megvan, sőt van benne egy harmadik fajta, 18-as atomsúlyú oxigén is. A mesterséges atomátalakítás azóta óriási lépésekben halad előre és jelentékenyen tágitja a magra vonatkozó ismereteinket.

Csak a legfontosabb részletekre szorítkoztunk amikor RUTHERFORD munkásságát méltattuk. Nem térhettünk ki pl. azokra a nevezetes vizsgálatokra, amelyeket RUTHERFORD a szóródás terén végzett, nem írtuk le azokat a kutatásokat, amelyekkel a mesterséges atomátalakításra vonatkozó ismereteinket az az utolsó évtizedben gazdagította. De talán az elmondottak is megmutatják, mekkora veszteség érte a tudományt RUTHERFORD halálával.

Budapest, 1937

Mende Jenő.