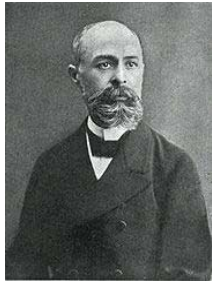


# A radioaktivitásról

## I. rész

Az 1890-es évek elején a természettudósok az anyagok tulajdonságainak leírásában már ismerték az atomok fizikai létét, de még nem ismerték a szerkezetüket. A kísérleti eszközök és módszerek fejlődésével olyan alapvető kísérleti felfedezések történtek, amelyek forradalmasították a természettudósoknak az anyaggal kapcsolatos fizikai szemletét és lehetővé tették az atom belsejének megismerését.

1895. őszén W. C. Röntgen a würzburgi egyetemen felfedezte a később róla elnevezett röntgensugárzást. Bebizonyította, hogy a sugárzás az üvegcső falának arról a helyéről indul ki, ahová a katódsugarak becsapódnak. Az üvegfal itt erősen lumineszkált. Eredményeinek leírását 1896 elején elküldte több neves európai tudósnak radiográfiás felvételeinek másolatával együtt, így H. Poincaré-nak is, aki be is mutatta a párizsi Tudományos Akadémián ezeket. Feltételezte, hogy a röntgensugárzás és a lumineszcencia rokon jelenségek. Erre figyelt fel Henri Becquerel a Muséum d'Histoire Naturelle professzora, aki abban az időben a lumineszcencia jelenségével foglalkozott. Egy foszforeszkáló vegyületen, a  $K(UO)SO_4 \cdot H_2O$  összegképletű urán-són akarta kipróbálni, hogy bocsájt-e ki röntgensugárzást. Ennek érdekében a sónak egy átlátszó kristályát két réteg vastag fekete papírba csomagolt fényképező lemezre helyezte, és néhány órára kitette a napfényre. Előhívás után a kristály fekete körvonalai jelentek meg a lemezen. Becquerel arra következtetett, hogy az anyag olyan sugárzást bocsát ki, amely képes a fekete papíron áthatolni. Kísérleteit meg kellett szakítania, mert borús napok lévén, nem tudta tovább napsugárzás hatásával gerjeszteni a foszforeszkáló anyagot. A fekete papírban csomagolt fényképező lemezre tett sókristályt asztalfiókba tárolta hosszabb ideig, majd ki akarta próbálni, hogy időben mennyire csökkent a foszforeszcencia mértéke. Erre azért volt lehetősége, mivel a fényérzékeny emulzió a sugárzás hatását időben összegezi. Meglepő volt a tapasztalata: a foszforeszcencia nem csökkent, hanem még erősebb volt, mint az első napon. Ugyanakkor annak a fémdarabnak az árnyéka is megjelent a lemezen, ami a sókristály és lemez között volt. Becquerel felismerte, hogy a fluoreszcencia mellett röntgensugárzás is történt a mintájában. A jelenséget alaposabban kezdte vizsgálni, minek során arra a következtetésre jutott, hogy a röntgensugárzás és az általa észlelt sugárzás között hasonlóság is, de különbség is van. Az uránsó aktivitása az általa követett időben (pár hónap), nem csökkent. Elektroszkóppal kimutatta, hogy a sugárzás a levegőt „elektrifikálja” (mai fogalmaink szerint ionizálja). Rendszeres vizsgálatai során átkristályosítással tisztította a sót, majd halmazállapotát változtatva megolvastotta. A sugárzást a kémiai összetétel függvényeként is követte, különböző uránvegyületeket használva. Függetlenül attól, hogy ezek foszforeszkálók voltak, vagy sem, a sugárzó képességük megmaradt. Ezek alapján az általa észlelt sugárzást uránsugárzásnak nevezte el. Megjegyezte, hogy: „Még nem tudjuk, hogy honnan veszi az urán az ilyen tartós sugárzáshoz szükséges energiát.” A magyarázatot nem találva, abbahagyta a téma kutatását.



*Antoine Henri Becquerel*



*Pierre Curie*



*Maria Skłodowska Curie*

Maria Skłodowska Curie, az École de Physique et Chimie Industrielle de la ville de Paris-ban dolgozott egyetemi tanulmányai befejezése után és a doktori dolgozatához témát keresve ismerte meg H. Becquerelnek az uránsugárzással kapcsolatos munkáit (1898 elején). Vonzónak tartotta a témát, munkához kezdett. Az új sugárzás kvantitatív mérésére összeállított egy berendezést, amely elektrométerből, ionizációs kamrából és egy piezoelektromos kvarckristályból állt. Ezzel a berendezéssel Marie Curie számos elemet, vegyületet és ásványt tanulmányozott a Becquerel által felfedezett sugárzást kutatva. A kísérletek során azt tapasztalta, hogy a tórium is úgy viselkedik, mint az urán. Ebből arra következtetett, hogy a sugárzás általános anyagi tulajdonság lehet, s jelölésére a „radioaktivitás” szót használta. Mérései során azt vette észre, hogy bizonyos urán-ásványok (pl. a szurokérc és a kalkolit) sokkal aktívabbak, mint maga az urán, míg az ásványok összetételével azonos keveréket készítve vegyszerekből az uránéval azonos aktivitást észlelt. Szerinte ez csak annak eredménye lehet, hogy az uránsurokérc és a kalkolit egy nagyon aktív ismeretlen elemet kell tartalmazzanak. Ezeknek a tapasztalatoknak alapján arra következtetett, hogy a radioaktivitás atomi tulajdonság. Az új, még nem ismert elem megtalálására férjével, Pierre Curie-vel nagymennyiségű urántartalmú ásványt (8 tonna uránsurokérc) kémiai úton dolgoztak fel. Munkájuk során két új elemet, a polóniumot (M. Skłodowska szülőföldje tiszteletére nevezte így el) és a rádiumot fedezték fel. A polónium sugárzó képessége 400-szorosa az uránénak. Munkájukról még 1898-ban közleményben értesítették a tudományos világot. Tovább vizsgálták Ernest Rutherforddal a sugárzó anyagokat, s kísérleteik segítségével a radioaktív sugárzásnak két összetevőjét tudták azonosítani: a nagyon rövid hatótávolságú, pozitív töltésű és a levegőben, nagyobb hatótávolságú béta-sugárzást (pár 10 cm levegőben). 1900-ban P U Villardnak a gamma-sugárzást is sikerült kimutatnia, amit 10 cm ólomréteg sem bírt elnyelni. Később igazolták, hogy ez a gamma-sugárzásnak nevezett valójában nagyenergiájú elektromágneses sugárzás.

Ezek alapján a radioaktív bomlásokat az észlelt három féle sugárzás szerint a következő három fő csoportba sorolhatjuk:

- $\alpha$ -bomlás, amely során az atommagból egy hélium atommag (ezt erősen kötött 2 proton és 2 neutron alkotja) válik ki, aminek erősen ionizáló hatása van. A héliummagok alkotta alfa-sugárzásnak a hatótávolsága levegőben 1 cm alatt van.

- $\beta$ -bomlás során az atommagban neutronból proton lesz elektron kibocsátás közben. Így a béta-sugárzás valójában elektronsugárzás. Közepesen ionizáló hatású, hatótávolsága levegőben pár 10 cm.
- $\gamma$ -bomlás során az energia nagy energiájú fotonként távozik. Az  $\alpha$  és  $\beta$ -sugárzások kísérőjelensége szokott lenni. Hatótávolsága légüres térben gyakorlatilag végtelen, a nagy tömegszámú elemeken áthaladva (általában ólom) jelentősen csökken energiájuk.

Az atomok minősége a magjuk összetételétől függ. A magban levő protonok száma határozza meg a milyenségét az atomféleségnek. Egy adott kémiai elem minden atomja azonos számú protont tartalmaz. Ezt a számot nevezzük atomszámnak, illetve rendszámnak ( $Z$ ). A kémiai elem atomjaira jellemző a tömegük is, ezt a fizikai mennyiséget a magban levő protonok és neutronok száma határozza meg, ezek összegét tömegszámnak ( $A$ ) nevezzük. A kémiai elemek atomjainak jellemzésére ezért a rendszám mellett a tömegszámukat is használjuk  ${}^A_ZX$ . Az azonos számú protont és neutronot tartalmazó atomokat egy kémiai elem nuklidjainak hívjuk. Az olyan nuklidok, amelyek az azonos számú proton mellett eltérő számú neutronból épülnek fel, az illető elem izotópjai:  ${}^{A1}_Z X$ ,  ${}^{A2}_Z X$ ,  ${}^{A3}_Z X$ . A különböző kémiai elemek atommagjainak stabilitását a protonok között található neutronok biztosítják. A természetes elemek atomjaiban a neutronok száma egyenlő a protonok számával, vagy kis mértékben nagyobb. Ezek stabil izotópok, magjaik időben állandó összetételűek, nem bomlanak (nem sugároznak). Az ismert természetes kémiai elemek közül van egy pár, amely csak egyféle stabil nuklid formában létezik. Ezeket monoizotópos elemnek nevezzük. Ilyenek: a nátrium, fluor, foszfor, arzén, alumínium, arany, ródiium.

Amikor az atommagokban a neutronok száma nagy a protonok számához képest, a köztük levő kölcsönhatások következtében az atomok nagy energiatartalmú, instabil állapotba kerülnek, amiből sugárzás kibocsátás közben (ezek a sugárzások érzékszervekkel nem észlelhetők, de műszerekkel kimutathatók) alacsonyabb energiaszintű állapotba mennek át. Ezt a folyamatot nevezzük radioaktív bomlásnak. A radioaktív izotópok átalakulása nem egyszerre történik, a magok élettartalma nem egyforma, ezért statisztikus törvényszerűségeket követ. A bomlási folyamat az időegységre eső valószínűségével jellemezhető. Bebizonyosodott, hogy egy adott radioaktív anyagmennyiségben az egységnyi idő alatt a még átalakulásra váró magoknak mindig azonos hányada alakul át. Ezért a radioaktív izotópokra jellemző fizikai állandóul a felezési időt választották, ami az az időtartam, amely alatt az illető izotóp mennyiségének fele elbomlik.

**Felhasznált forrásanyag:**

P. Radványi: A rádióaktivitás felfedezése, Fizikai Szemle, 1996/11

Máthé Enikő