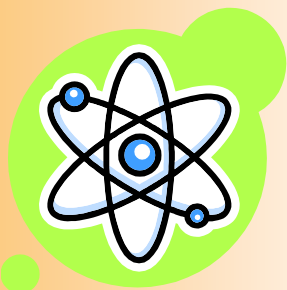


Egy Nobel díjas család



Radnóti Katalin

ELTE TTK Fizikai Intézet

rad8012@helka.iif.hu

<http://members.iif.hu/rad8012/>

Miről lesz szó?

„A főszereplők”

Marie Curie, Pierre Curie

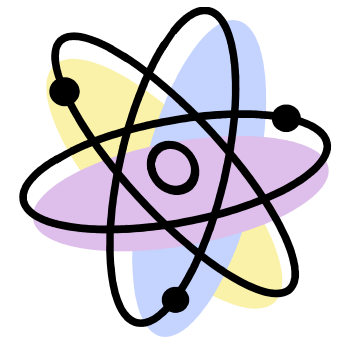
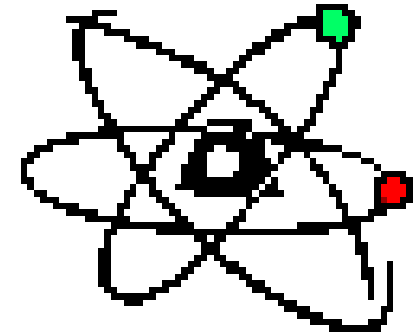
Irène Curie, Frederick Joliot

A Nobel díjról

A radioaktivitás felfedezése

A mesterséges radioaktivitás felfedezése

Elszalasztott felfedezések



Alfréd Nobel svéd vegyész végrendelete

„Hátramaradó vagyonom egészét a következőképpen kell kezelni: a végrendeleti végrehajtóim által biztos értékpapírokba fektetett pénz képez egy alapot, amelynek kamatait évente azok között osszák ki díjakként, akik a megelőző évben a legnagyobb szolgálatot tették az emberiségnek.

A jelzett kamatokat öt egyenlő részre kell felosztani, amelyeket azután a következőképpen kell megosztani:

- egy részt annak a személynek, aki a legjelentősebb felfedezést tette a **fizika** területén;
- egy részt annak a személynek, aki a legjelentősebb felfedezést tette a **kémia** területén;
-
- egy részt pedig annak a személynek, aki a legtöbbet, illetve a legjobbat tette a nemzetek közötti barátság ügyéért, az állandó hadseregek megszüntetéséért, illetve csökkentéséért, a **béke**kongresszusok megrendezéséért és elősegítéséért.”

Nobel díjak a Curie családban

- 1903. **Fizikai**, Becquerel – Curie házaspár (Marie – Pierre)
- 1911. **Kémiai**, Marie Curie
- 1935. **Kémiai**, Joliot – Curie házaspár (Irene – Frederic)
- 1965. **Béke**, UNICEF (United Nations Children's Emergency Fund, ENSZ Gyermeksegély Alap) Henry Richardson Labouisse.

Marie Skłodowska Curie (1867 -1934)



Lengyel származású és egyedülként két Nobel díjat is elnyerő tudós asszony kezdett el foglalkozni Becquerel javaslatára a radioaktivitással.

Az elnevezés tőle származik (radius = sugár).

Ő tekinthető nukleáris tudományág „**anyjának**”.

Pierre Curie (1859 – 1906)



Library of Congress

- Curie-törvény
- Piezoelektromosság
- Radioaktív kutatások feleségével.
- Nobel díj 1903.

Epizódok Marie Curie életéből

Eva Curie: Madam Curie 1967.

Gondolat Könyvkiadó

- Varsó, tanulóévek
- Nevelőnő
- Párizs, egyetemi évek
- Találkozás Pierre Curie-vel (1859 – 1906)
- Megtanul főzni
- Gyereknevelés
- 1903. Nobel díj I.
- Férje halála, egyetemi előadó
- 1911. Nobel díj II.
- Az I. Világháború, Curie kocsik
- A Curie Intézet

„Egyikünk élete sem könnyű. És akkor? Legyen bennünk kitartás és mindenekelőtt bízunk önmagunkban. Hinnünk kell benne, hogy tehetségesek vagyunk valamiben, és azt a valamit - kerül, amibe kerül - meg tudjuk valósítani.”



Epizódok a Curie család életéből képekben





1903-ban készült doktori értekezés
címe: **Kutatások a radioaktív
anyagok köréből.**

A polónium és rádium előállítására.

Nobel díj férjével és Henri Becquerel-
lel közösen.

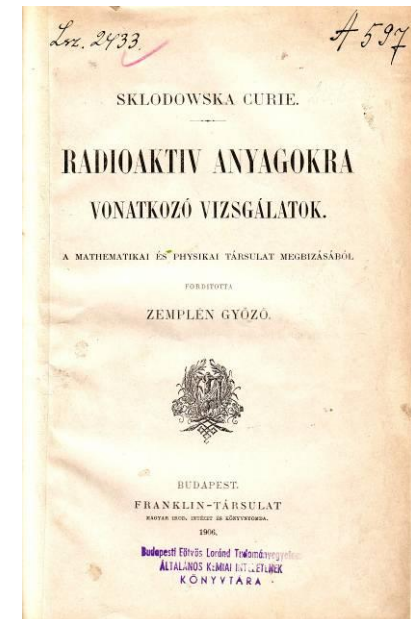
„sugárzásjelenségek vizsgálataiért”.



Kutatások a radioaktív anyagok köréből

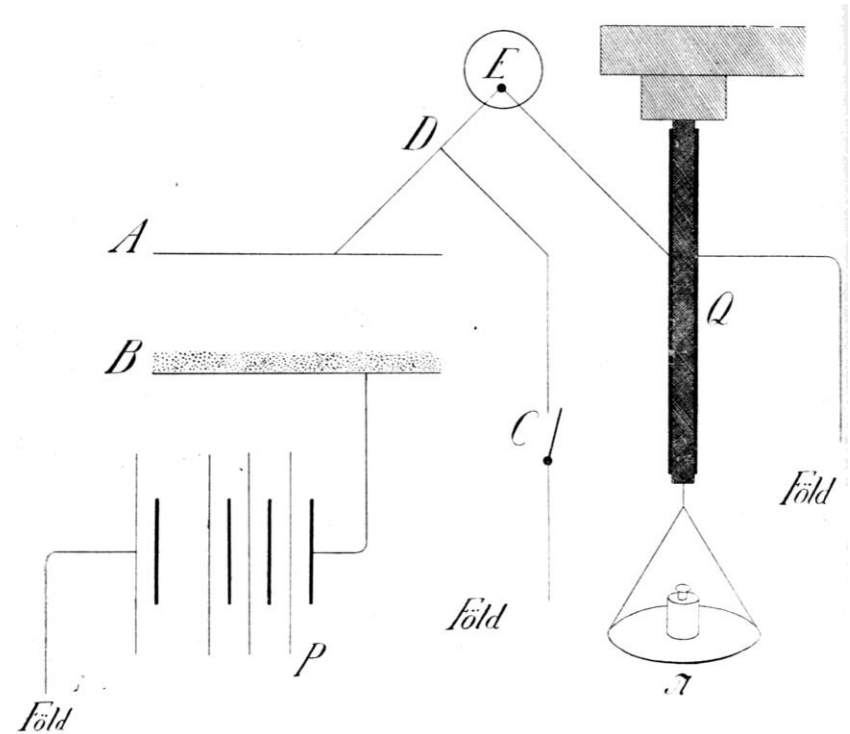
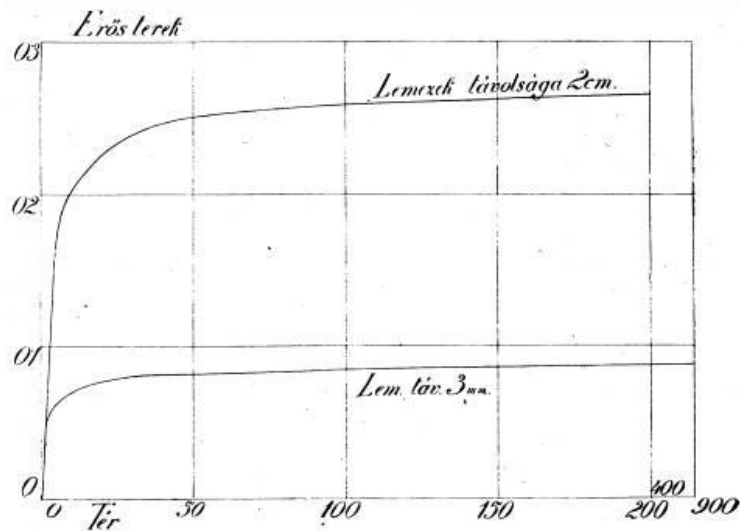
Fordította: Zemplén Győző

- A **polónium** és a **rádium** előállításának munkálatai
- A radioaktív sugárzások tulajdonságai
- Mérési lehetőségek
- A radioaktív sugárzás hatásai
- A biológiai felhasználás lehetőségei
- Gáznemű termékek (emanációk)

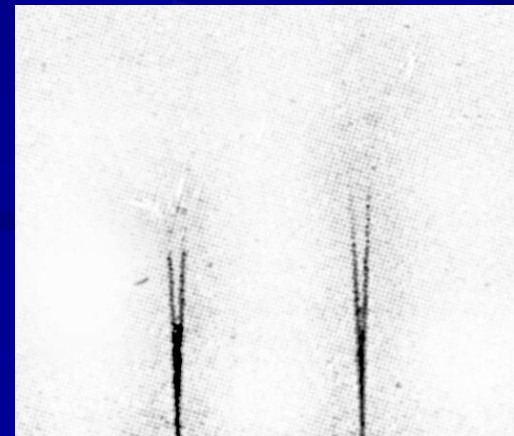
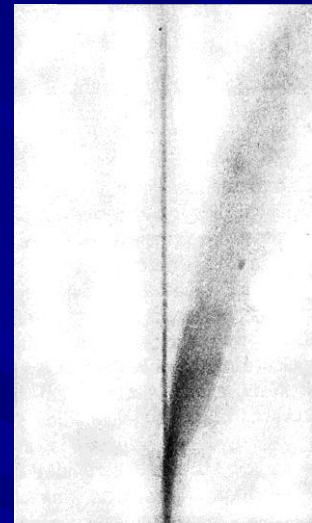
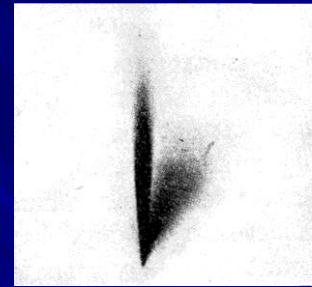
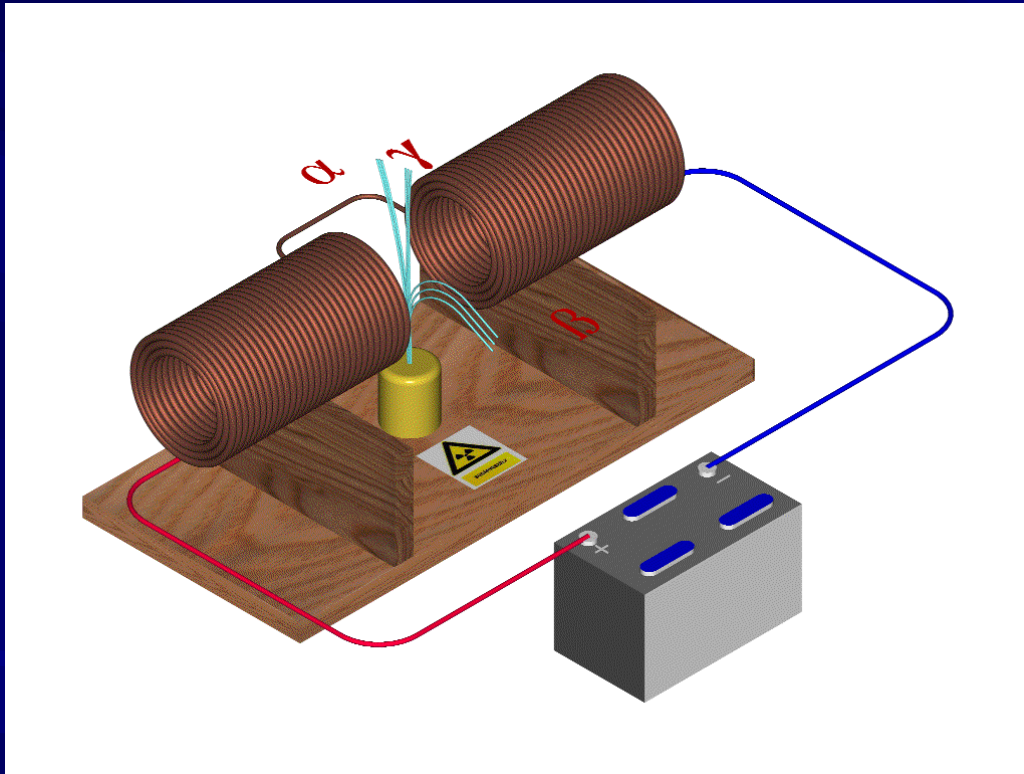


Mérési lehetőségek

- Fotolemez
 - Szcintilláció
 - Kondenzátor
- Ionizációs áram

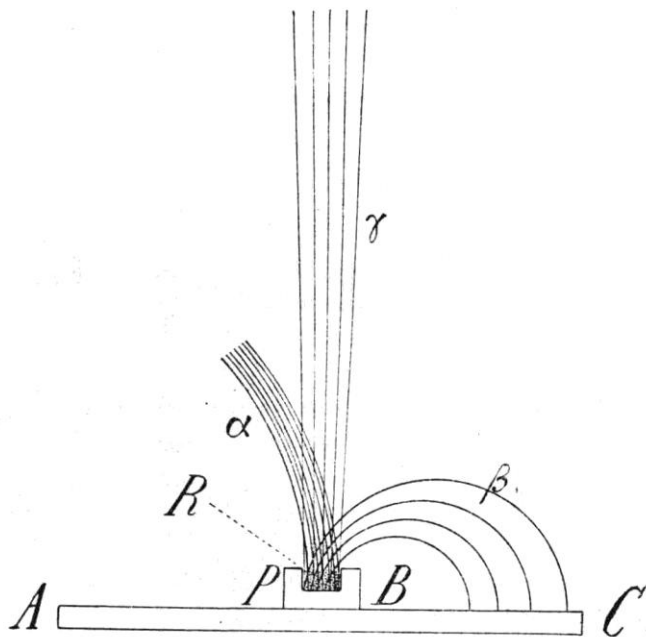


Tapasztalatok



Az alfa, béta és gamma sugárzások mágneses tulajdonságai

A mágneses mezőbe az indukcióvonalakra merőlegesen érkező töltött testek körpályán mozognak a Lorentz erő hatására.



$$m \frac{v^2}{R} = q \cdot v \cdot B$$

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Kaufmann 1901-es mérése

Marie Curie doktori értekezésében lehet megtalálni a következő táblázatot:

e/m elektromágneses

egységben 10^7

v cm/s - ban 10^{10}

■	1,865	0,7	katódsugaraknál
■	1,31 „	2,36 „	rádiumsugaraknál
■	1,17 „	2,48 „	
■	0,97 „	2,59 „	
■	0,77 „	2,72 „	
■	0,63 „	2,83 „	

„Ebből az következne, hogy a részecske m tömege a sebesség növekedésével növekszik. „

Kaufmann 1901-es mérése

„...a rádiumsugaraknak igen vékony kévét elektromos és mágneses tér egyidejű hatásának vetette alá, a két tér homogén, **irányuk ugyanaz volt** (merőleges a sugár eredeti irányára). A sugárzó forrással ellentett oldalra, a terek határán túl, az eredeti sugárirányra merőlegesen elhelyezett fényképező lemezen hagyott benyomás egy görbe, melynek minden pontja az **eredeti összetett sugárkéve** egy-egy sugarának fele meg. A legnagyobb áthatoló képességű és legkevésbé eltérített sugarak azok, a melyeknek sebessége a legnagyobb.”

Elektromos eltérítés:

$$E \cdot e = m \cdot a \quad \text{innen } a = \frac{E \cdot e}{m} \quad \text{beírva } s = \frac{a}{2} t^2 = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{v^2 \cdot m}{2 \cdot E \cdot e} \quad \text{innen } \frac{e}{m} = \frac{v^2}{2 \cdot E \cdot s}$$

Mágneses eltérítés:

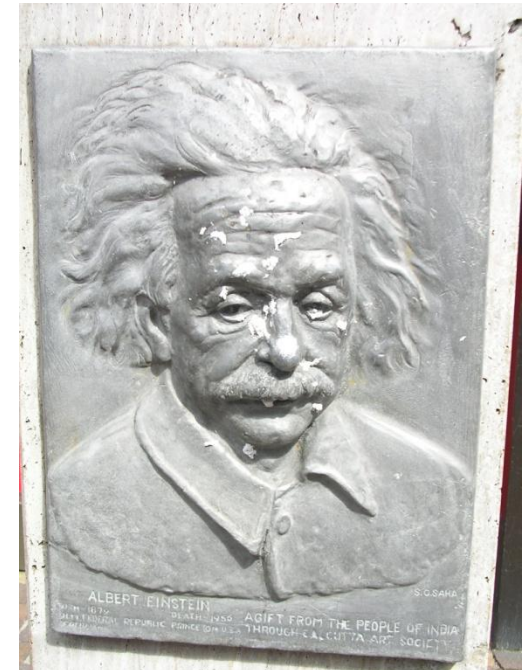
$$e \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad \text{innen } \frac{e}{m} = \frac{v}{B \cdot R}$$

Innen a sebesség:

$$\frac{v^2}{2 \cdot E \cdot s} = \frac{v}{B \cdot R} \quad \text{innen a sebesség : } v = \frac{2 \cdot E \cdot s}{B \cdot R}$$

Ulm, Einstein szülőházának emlékműve

Függ-e a test tehetetlensége energiataralmától 1905-6.



A második Nobel díj 1911.

"a rádium és polónium felfedezéséért, a rádium fémállapotban való előállításáért, természetének és vegyületeinek vizsgálataiért"

Rádium-klorid elektrolízise higany elektródok közt, majd a higany elpárologtatása.

2011. A Kémia Éve lesz.

Frederick Joliot (1900 – 1958)



Irène Curie (1897 – 1956)

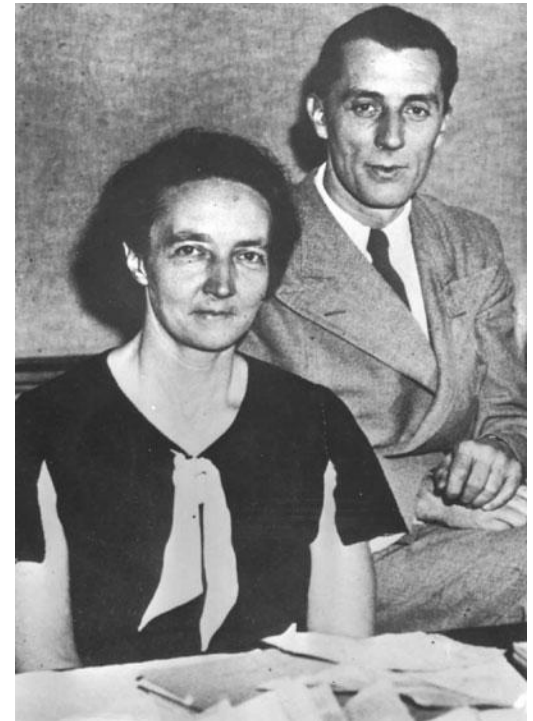


Epizódok a Joliot-Curie család életéből

- Irène az I. Világháború idején a **Curie kocsikban** teljesített szolgálatot.
- Doktori értekezés a polónium alfa sugárzásáról.
- 1926-ban kötött házasságot Frédéric Joliot-tal (1900 – 1958)
- 1935 **Kémiai Nobel díj.**
- Irène Franciaország legjobb síelője.
- A második világháború idején az **ellenállási mozgalomban** tagjaiként gyártottak robbanószerkeket a partizánok számára.
- A háború után megkapták a Becsületrendet.
- Irène a **Rádium Intézet igazgatója** lett, és részt vett a francia atomreaktor kifejlesztésében.
- A baloldal iránti elköteleződés végül veszélybe sodorta őket: a hidegháború idején elutasították a francia atombomba fejlesztésében való részvételt.

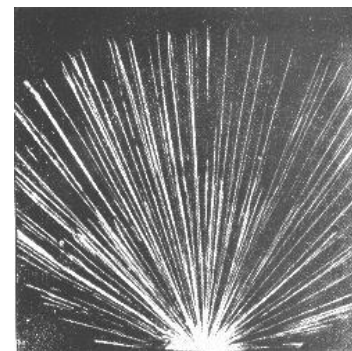
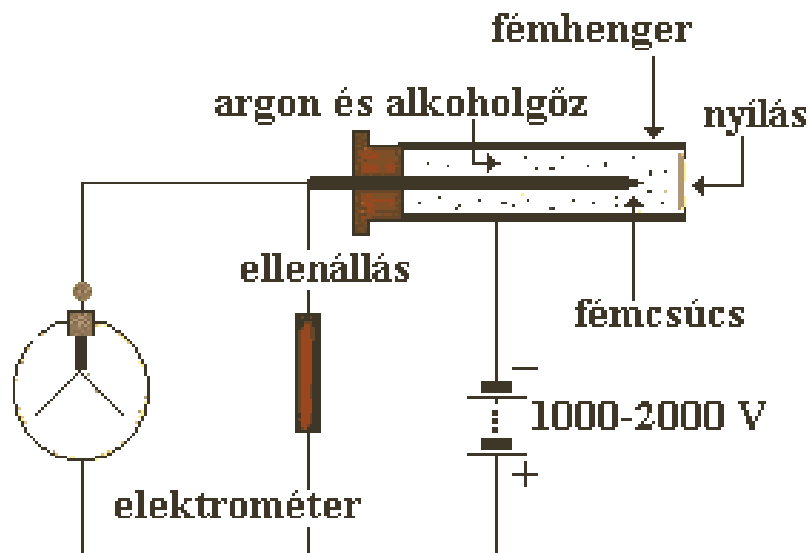


A Joliot-Curie család élete képekben



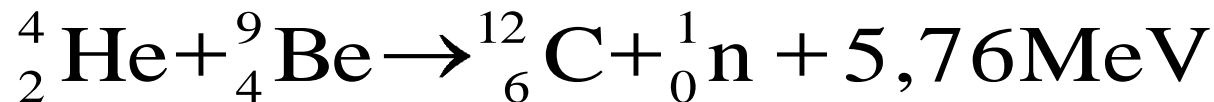
A kutatás eszközei

- α forrás: Po-210
- Wilson-kamra
- GM cső
- Ionizációs kamra



A neutron felfedezése

- A házaspár polóniumból kibocsátott α részecskékkel kísérletezett 1931-ben. Bór és berillium elemeket sugároztak be és azt figyelték meg, hogy igen nagy áthatoló képességű, csekély intenzitású sugárzás keletkezik. Amikor a sugárzást **hidrogéntartalmú** lemezben, nevezetesen paraffinviasz rétegbe vezették, akkor váratlan és meglepő dolgot tapasztaltak. A sugárzás **protonokat lökött ki** a viaszból. Megmérték a protonok energiáját, melyet 5,3 MeV energiájúnak találtak. A jelenséget úgy magyarázták, hogy a protonok megjelenéséért **gamma fotonok lehetnek a felelősek, melyeknek az energiája 50 MeV körül van**. Ez legalább tízszer akkora energia, mint az addig ismert gamma energiák.
- **Chadwick** egészen másképpen magyarázta a jelenséget 1932-ben. Mégpedig úgy, hogy egy olyan elektromosan semleges részecske keletkezett, amelynek tömege közelítőleg egyenlő a proton tömegével. Neutronnak nevezte el.
- Mai jelöléseinkkel a következőképp írhatjuk le a reakciót:



Elszalasztott felfedezések

- Felmerül a kérdés, hogy miért nem a Joliot-Curie házaspár fedezte fel a **neutront**?

Ennek legvalószínűbb oka az lehetett, hogy nem voltak felkészülve rá. Chadwick Rutherford tanítványa volt, aki már az 1920—as évektől kezdve azt hangoztatta, hogy szerinte az atommagban kell lennie egy a proton tömegével közel azonos tömegű, de semleges töltésű részecskének. Ezt 1923-ban már el is nevezte neutronnak.

- A házaspár a **pozitront** is felfedezhette volna.

1932. áprilisában Svájcban 3500 m magasságban a kozmikus sugárzás hatását az atommagokra tanulmányozták. Wilson kamrájukban észlelték, hogy az elektronnyomvonalak közül néhány ellenkező irányban hajlik. Még ugyanezen évben Carl Anderson sok ezernyi nyom vizsgálata alapján vezeti be a pozitront az elemi részecskék sorába.

- A **maghasadás** felfedezése, urán besugárzása neutronokkal 1938-ban.
lantán – aktínium?

A pozitron felfedezése

Wilson kamrás felvétel

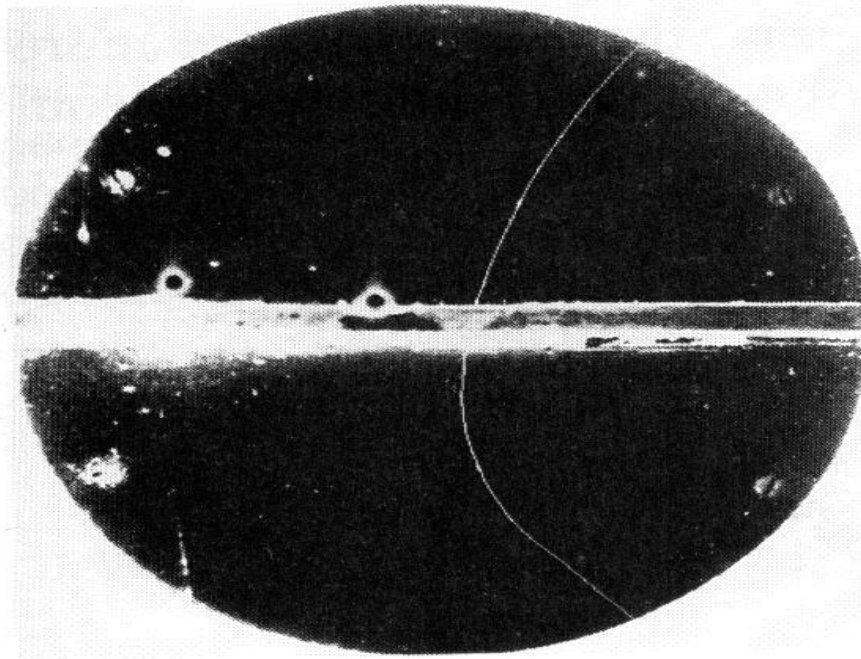


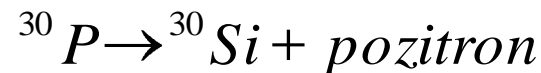
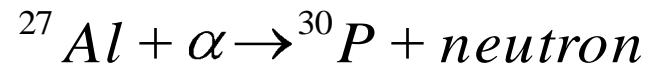
FIGURE 18.5
The photo that won a Nobel Prize.
This photo alone established the
existence of a positive electron.

Mesterséges radioaktivitás

Nobel díj 1935-ben.

A díj indoklása:

„új, mesterséges radioaktív izotópok kémiája területén végzett munkájukért”.



A felfedezéshez vezető út

Hipotézisük: a neutron és a pozitron kibocsájtása egyidejűleg megy végbe, a bombázó α részecskék energiájától függetlenül.
Kísérlet: alumínium besugárzása α részecskékkel, miközben annak energiáját fokozatosan csökkentették.

Hipotézisük nem teljesült! A pozitronok további kibocsájtása nem szűnt meg azonnal, még az α forrás eltávolítása után is folytatódott bizonyos ideig, és csak fokozatosan csökken.



A keletkezett radioaktív magok pedig pozitron kibocsájtással alakulnak át stabil ${}_{14}\text{Si}^{30}$, illetve ${}_6\text{C}^{13}$ magokká.

A keletkezett termékeke azonosítása

Ráadásul nagyon rövid idő alatt.

A bórt **bór-nitrit** (BN) formájában sugározták be.

Ezt követően a mintát NaOH oldattal együtt hevítették, melyből ammóniagáz keletkezett. Azt kellett figyelni, hogy **hol jelenik meg** a pozitron kibocsájtást jelző **aktivitás**. Ez a gázfázisban jelentkezett. A visszamaradt bór nem volt radioaktív. Tehát a bórból keletkező radioaktív atommag a nitrogén egyik izotópja kellett legyen.



Mind a BN – ből keletkező N_2 , mind az ammónia gáz alakjában távozik, gázfelfogó hengerben felfogható.

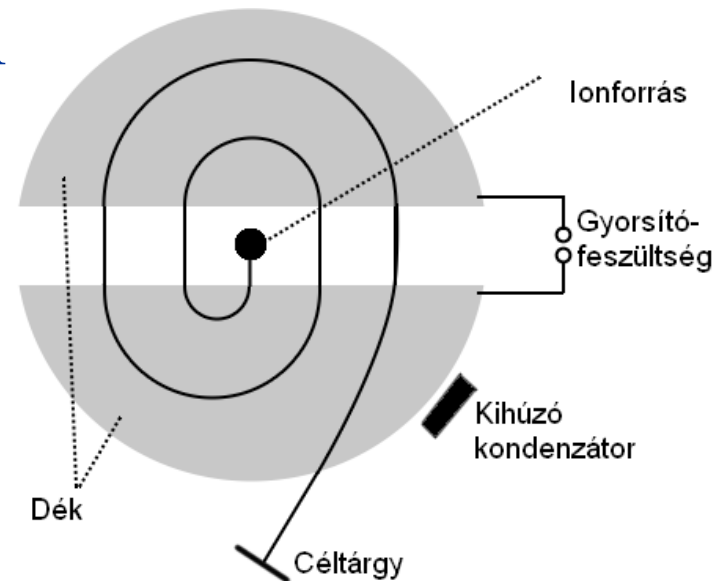
Az alumínium esetében a besugárzott alumínium-fóliát sósavba dobva feloldották. A felszabaduló hidrogéngázzal együtt keletkező foszfin (PH_3) gázfázisba került, mely gázfelfogó hengerben összegyűjthető és aktivitása mérhető volt.

Akik ezt a felfedezést elszalasztották

Ernest Lawrence (1901- 1958) amerikai fizikus, a Kaliforniai Egyetem professzora.

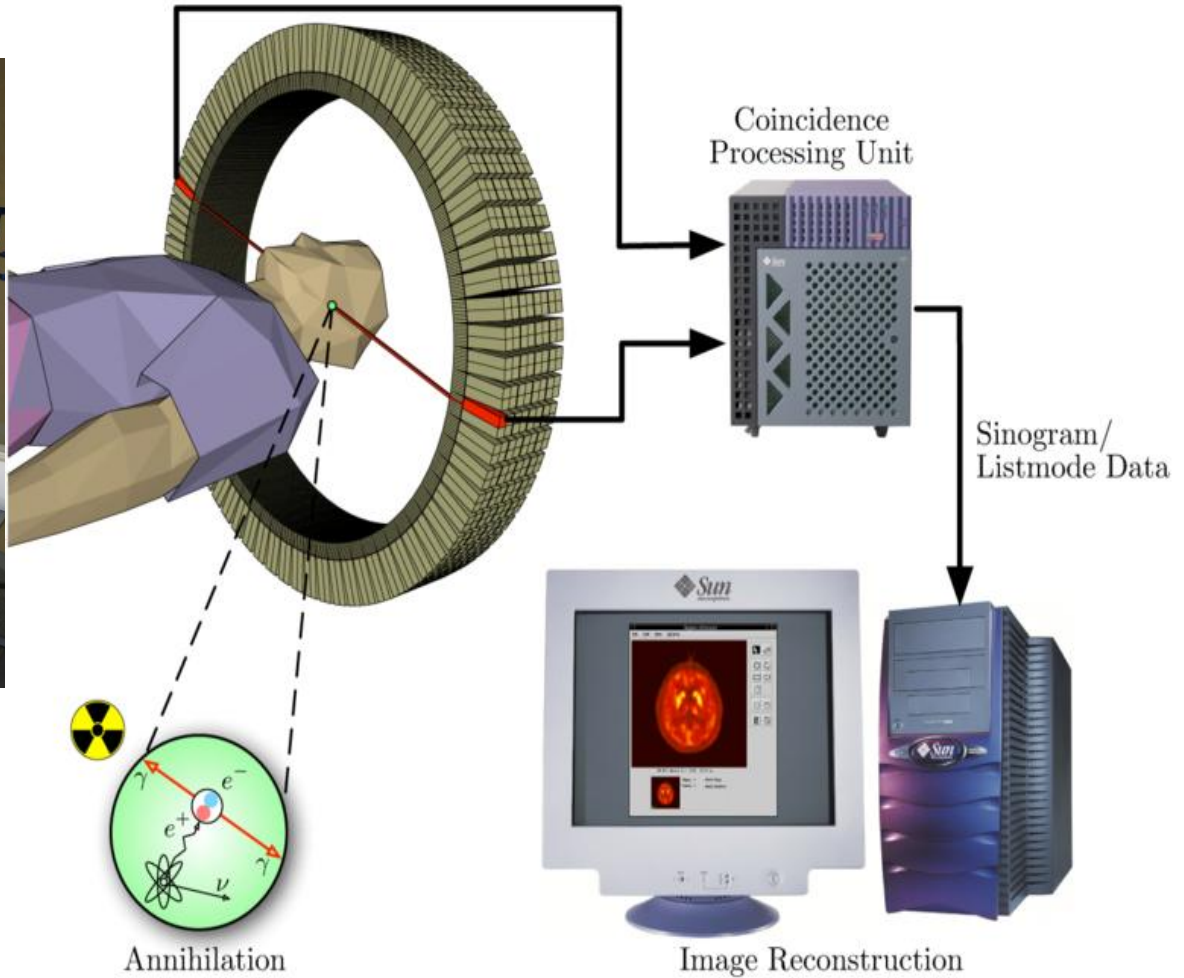
GM cső – ciklotron azonos időben kapcsol be és ki.
Ezért nem is detektálhattak utósugárzást!

A 13-as tömegszámú nitrogén előállítható úgy is, ha szenet deutériummal bombáznak:



PET vizsgálatok

C-11 (~20 perc), N-13 (~10 perc), O-15 (~2 perc), F-18 (~110 perc).



A maghasadás felfedezése



Enrico Fermi (1901-1954) a periódusos rendszer elemeit besugározta **neutronokkal** 1934-ben.

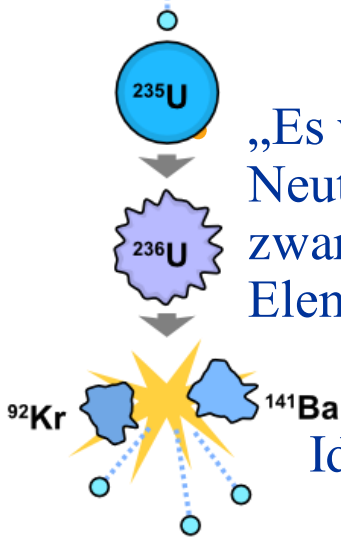
Az **urán** esetében különösen sokféle sugárzó anyag keletkezését tapasztalták. Az egyik, 13 perces felezési idejű izotóp különösen érdekesnek tűnt.



A maghasadás első gondolata

- "De éppolyan módon feltételezhető, hogy ha neutronokat használunk magátalakítás céljára, valami teljesen új típusú magreakció megy végbe, (...) elképzelhető, hogy az atommag széthasad több nagy töredékre, amelyek természetesen ismert elemek izotópjai lennének, de egyáltalán nem a besugárzott elem szomszédságában."

„Es ware denkbar, dass bei der Beschiessung schwerer Kerne mit Neutronen diese Kerne in mehrere gössere Bruchstücke zerfallen, die zwar Isotope bekannter Elemente, aber nicht Nachbarn der bestrahlten Elemente sind.,,



Ida Noddack Zeitschrift für Angewandte Chemie 1934. Berlin 654.p.

A maghasadás I.



Ida Noddack és Irène Curie eredményei alapján

Otto Hahn (1879 - 1968) úgy döntött, hogy részletesen megvizsgálja a kérdést a képen látható Vilmos Császár Kutatóintézetben.



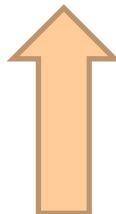
A maghasadás kémiája

[Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle]

O. HAHN AND F. STRASSMANN
Berlin-Dahlem

Die Naturwissenschaften 27, p. 11-15 (January 1939).

Mint vegyészek arra az eredményre jutottunk, hogy a korábban gondolt **Ra, Ac és Th** szimbólumokat helyettesíteni kell a **Ba, La és Ce** szimbólumokkal.



Az elemek periódusos rendszere

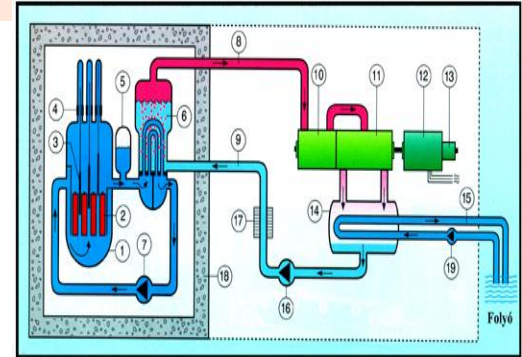
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
Lantidák		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Aktinidák		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

A II. Világháború idején

- A maghasadás és a láncreakció már ismert volt → atombomba előállítására.
- Nehésvíz megszerzése Norvégiából.
- Ellenállók ellátása robbanószerrel.
- Párizsban álnéven segíti a felszabadítást.
- Iréne Svájcba menekült a gyerekekkel.



A hidegháború idején



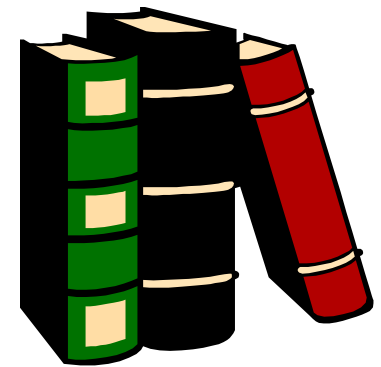
- Az első francia atomreaktor beindítása.
- Orsay francia nukleáris kutatóközpont létrehozása.
- A francia atombomba kifejlesztésében nem voltak hajlandók részt venni.
- Béke?

Napjainkban leszerelés.



Hol lehet olvasni a témáról?

- Curie, Éva (1962): *Madame Curie*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Goldsmith, Maurice (1979): *Frederic Joliot-Curie*. Gondolat Kiadó. Budapest.
- Radnóti Katalin (2008): A magfizikai kutatások hőskora, női szemmel I – II – III. *Fizikai Szemle*. LVIII. évfolyam 3-4-5. számok
- Vértés Attila (Szerk. 2009): *Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Kémiai Panoráma: **Marie Curie és a kémia éve**
- Természet Világa: **Egy Nobel díjas család**



Köszönöm a figyelmet!

rad8012@helka.iif.hu

<http://members.iif.hu/rad8012/>

