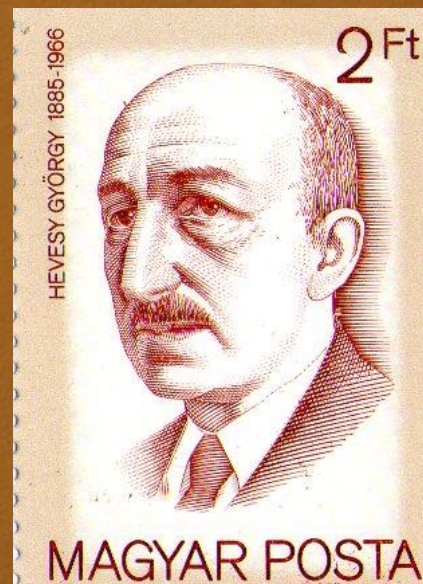
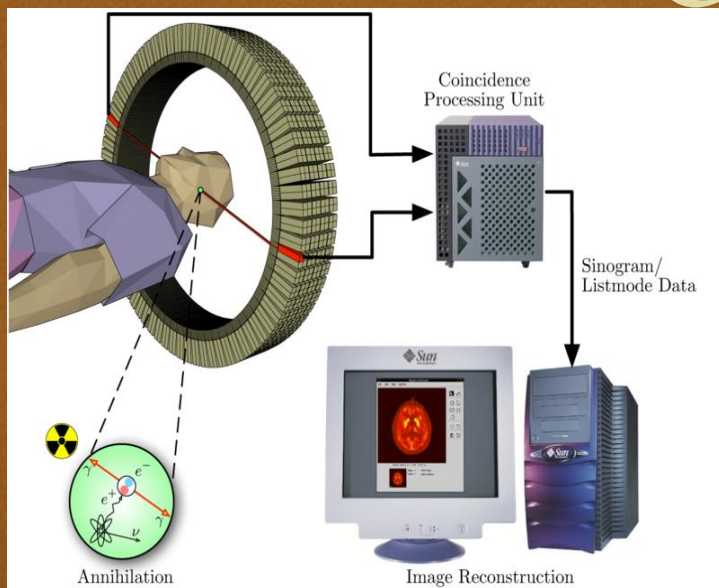


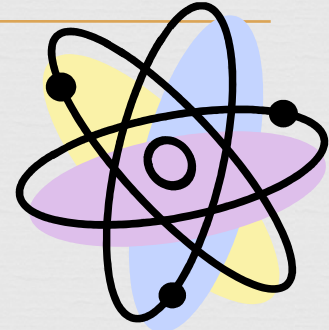
Mit adott nekünk Hevesy György?



Miről lesz szó?



- œ Életéről
- œ A nyomjelzés ötlete
- œ A hafnium felfedezésének elemzése
- œ A Nobel díj
- œ Hatása napjainkban

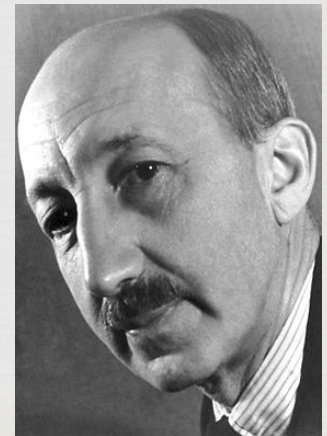


Hevesy György (Budapest, 1885. augusztus 1. – Freiburg, 1966 július 5.)



Halálának 50 éves évfordulója volt 2016-ban.

- ☞ Nobel díj 1943. A radioaktív izotópok indikátorként való alkalmazásáért a kémiai kutatásban.
- ☞ A hafnium felfedezése, Bohr elmélet egyik prediktív állítását igazolta.
- ☞ Röntgenfluoreszcencia analízis
- ☞ Neutronaktivációs analízis



Korai évek



1885. augusztus 1-én zsidó származású kikeresztelkedett családban született. Édesapja *Bischitz Lajos* hevesi földbirtokos, édesanyja *Eugenia Schossberger de Tonya* bárónő volt.

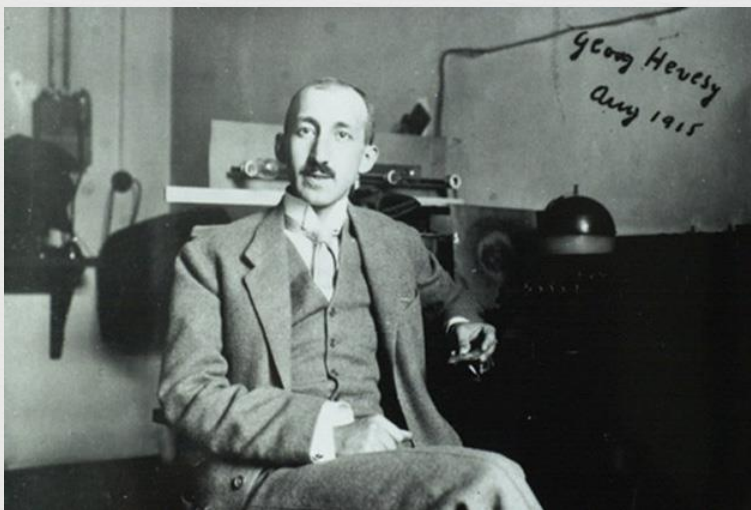
Édesanyja családjának Hatvan közelében **Turán** egy *Ybl Miklós* által tervezett, nagystílű, hatalmas kastélya volt, melyhez egy óriási park is tartozott.

A turai általános iskola felvette Hevesy György nevét.

Piarista Gimnáziumban tanult és itt érettségizett.

A **budapesti Tudományegyetemen** kezdte meg felsőfokú tanulmányait, ahová két félét járt.

Ezt követően **Berlinben** tanult, mint vegyészmérnök hallgató egy félét, majd átment a dél-németországi **Freiburgban** fejezte be tanulmányait.



Munkásságának helyszínei

Freiburg 1.	tanársegéd
Zürich	doktorátus
Karlsruhe	
Manchester	Rutherford, nyomjelzés ötlete
Budapest	Budapesti Egyetem
Koppenhága 1.	Bohr Intézet, hafnium
Freiburg 2.	röntgenfluoreszcencia
Koppenhága 2.	neutronaktiváció
Stockholm	nyomjelzéses vizsgálatok, <i>Nobel díj</i>
Freiburg 3.	
Budapest	

A nyomjelzés ötlete Manchester



❖ Hipotézis: Az urán bomlási sorában található RaD és a sor záró tagja, az ólom „különböző elemek”, tehát ezeket kémiaailag szét lehet választani.

❖ Kutatási feladat:

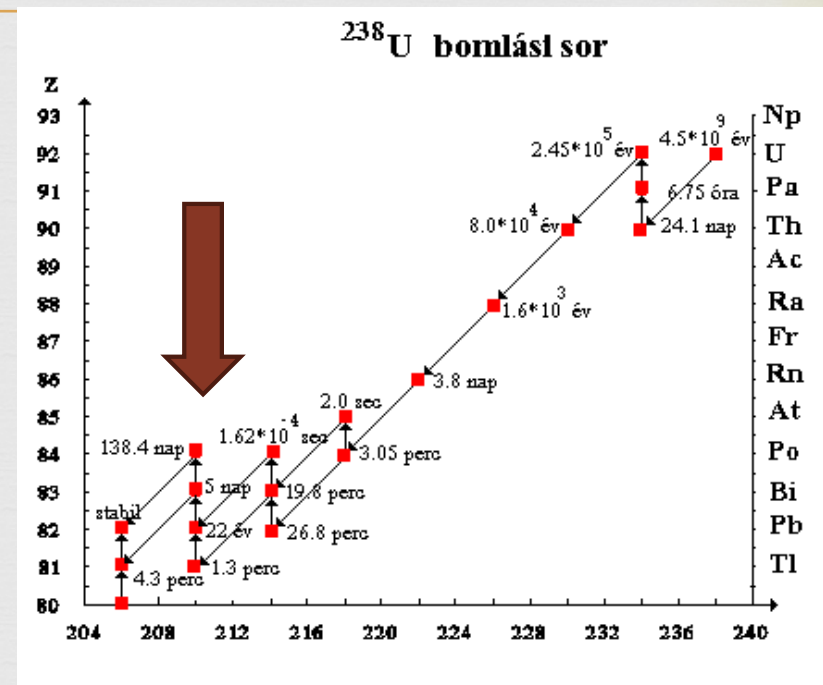
"- Nos fiam, ha megérdemled a sót a levesedbe, a sugárzó RaD atomokat különítsd el ettől a sok piszkos ólomtól!"

❖ Következtetés: ez lehetetlen.

❖ Új ötlet:

"Mivel a RaD nem különül el az ólomtól, azt az ólom nyomon követésére használhatjuk, például arra, hogy megvizsgáljuk az ólomsók vízben történő oldhatóságát különböző hőmérsékleteken."

"- Mint megmutattuk, a radioaktív RaD ólomtól történő elkülönítése mindmáig eredménytelen maradt: egyik kísérlet során sem volt megfigyelhető koncentrációjuk megváltozása. Mért mennyiségű RaD-t adtunk ismert mennyiségű ólom-vegyülethez, azután teljesen összekevertük őket. Akármilyen kis mintát vettünk is ki az oldatból, **koncentrációviszonyuk** minden kémiai kezelés után ugyanaz maradt. Mivel a radioaktív RaD sugárzása révén sokkal kisebb mennyiségben is kimutatható, mint az ólom, RaD hozzáadása kvalitatívan és kvantitatívan is lehetővé teszi az ólom nyomon követését. A RaD tehát az ólom **indikátora** lehet."



A RaD, amelyet Hevesy nem tudott elkülöníteni az ólom 210 tömegszámú, úgynevezett neutrontólus izotópja, amely 22 év felezési idővel alakul át.

Oldódási sebesség vizsgálata

ólom és bizmut esetében

Budapest



☞ Hipotézisek:

- ☞ Az **oldódási sebesség változik** a savkoncentráció függvényében.
- ☞ Az egyes **atomok helyzete dinamikusan változik** a folyadék és a szilárd fázis között, az atomok állandó kicserélődése megy végbe.

☞ Kutatási feladat és kérdésfeltevés:

- ☞ **Hogyan** változik az ólom és a bizmut oldódási sebessége salétromsavban a sav koncentrációjának függvényében?
- ☞ Ténylegesen **történik-e** a szilárd és folyékony fázis között atomkicserélődés?

☞ Vizsgálataik során kimutatták, hogy mind az oldódási sebességeket, mind a szilárd és a folyadékfázis közötti atomkicserélődést **jól lehet tanulmányozni** a nyomjelzéses módszerrel.

☞ Következtetések: megállapították, hogy az ólom és a bizmut oldódási sebessége **növekszik**. Atomkicserélődés **van**.

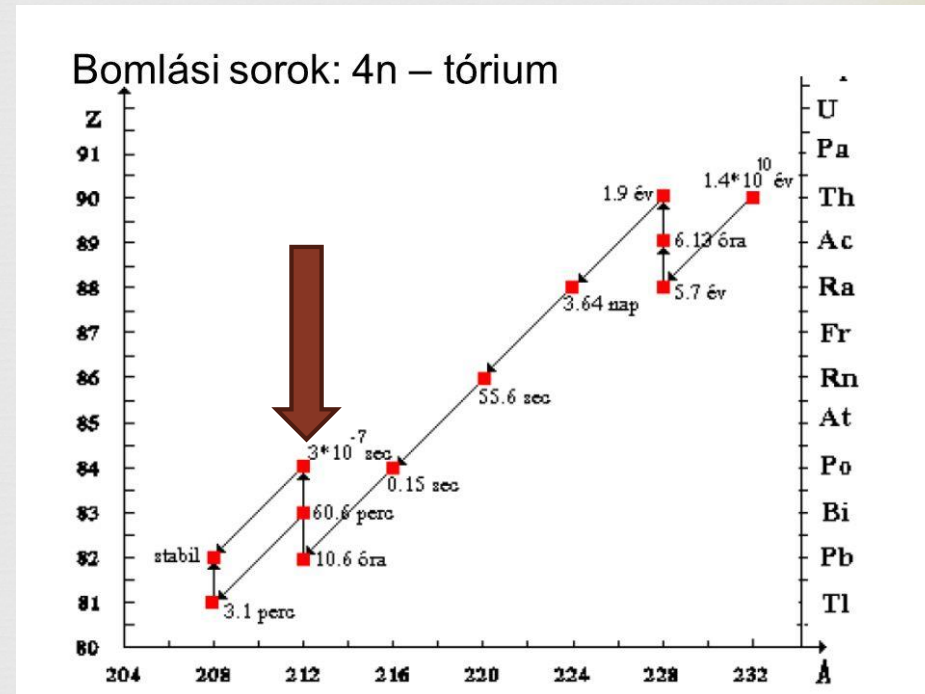
Az oldódási sebesség vizsgálatához használt izotópok



☞ Az *ólmot* a radioaktív ThB-vel,
a *bizmutot* a ThC-vel mint
indikátorral keverték össze.

A ThB valójában nem más, mint
az *ólmot* egyik β bomló izotópja,
mely a tórium bomlási sorának
tagja és 10,6 óra a felezési ideje.

A ThC pedig a 212-es
bizmutizotóp, felezési ideje 60,6
perc.



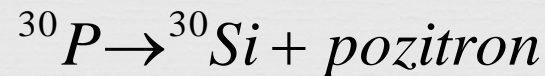
Mesterséges radioaktivitás



Joliot-Curie házaspár Nobel díja 1935-ben.

A díj indoklása:

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



Ez adta Hevesynek a lehetőséget és ötletet arra, hogy neutronokkal mesterséges radioaktív izotópokat hozzon létre.

Marie Skłodowska Curie (1867 -1934)



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

Az elnevezés tőle származik (radius = sugár).

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

Születésének 150.

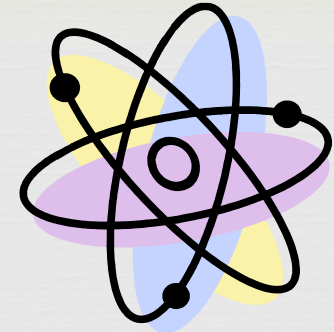
évfordulója van az idén!

Koppenhágában



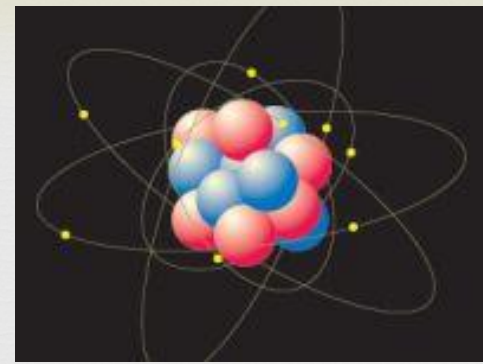
- ☞ Elsőként mesterséges radioaktív foszforizotópot állított elő ($^{32}\text{S}(n, p)^{32}\text{P}$), amit aztán fontos élettani vizsgálatokhoz használt fel.
- ☞ A radioaktív foszfor segítségével először a csontfejlődés mechanizmusát tanulmányozta, majd később a rák kialakulásával kapcsolatban is végzett vizsgálatokat.
- ☞ Ez vezette a **neutronaktivációs analízis** felfedezésének alapja is.

Röntgenfluoreszcencia analízis



- ☞ Az RFA-módszer lényege, hogy a mérés elvégzése során az atom egyik belső héján lévő *elektront röntgensugárzás* (vagy *gamma-sugárzás*) segítségével eltávolítjuk.
- ☞ Mivel azonban a természeti rendszerek az energiaminimumra törekszenek, a kiütött elektron helyére „*be fog ugrani*” egy elektron egy magasabb energiaszintű (külsőbb) héjról, és e közben keletkezik a *röntgen sugárzás*..

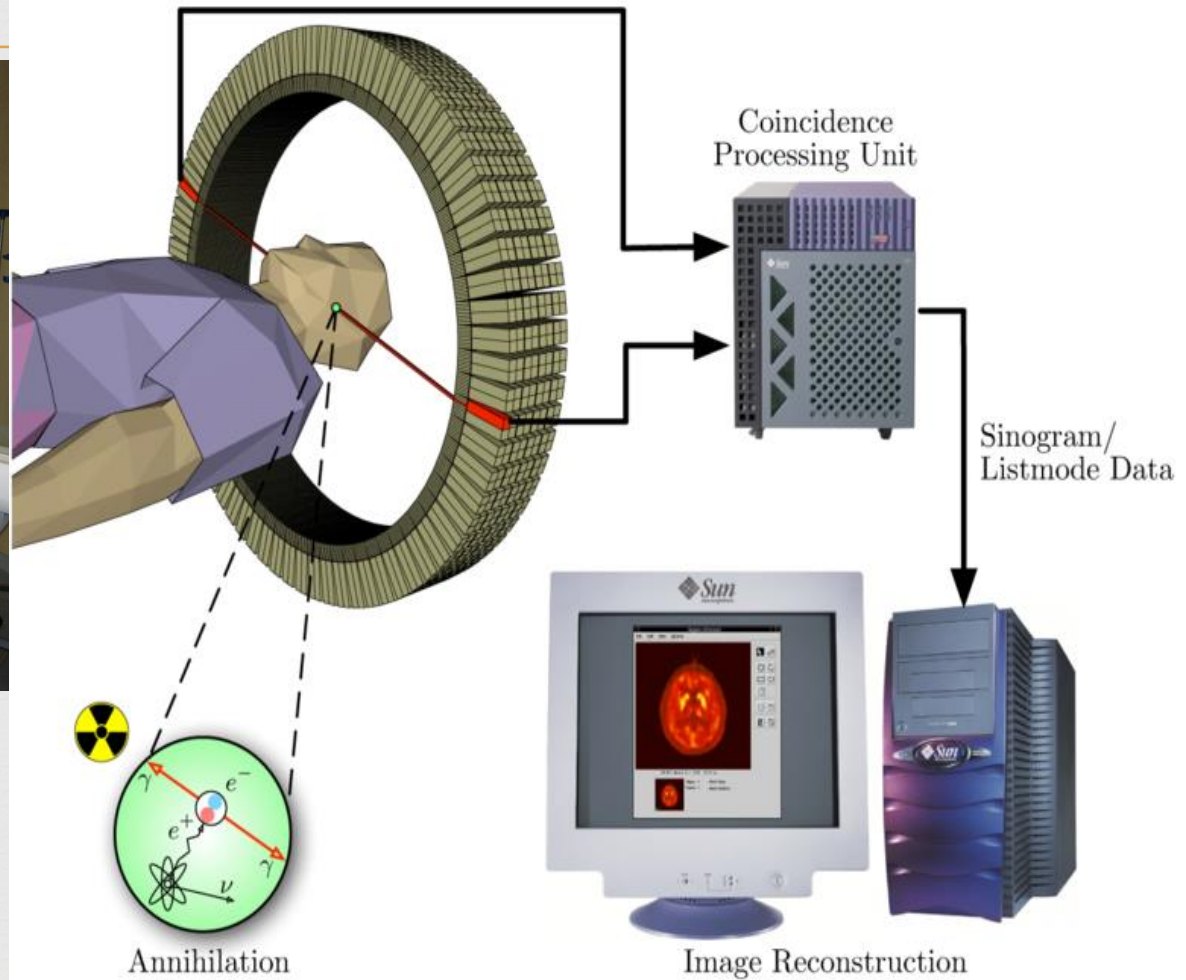
Neutronaktivációs analízis



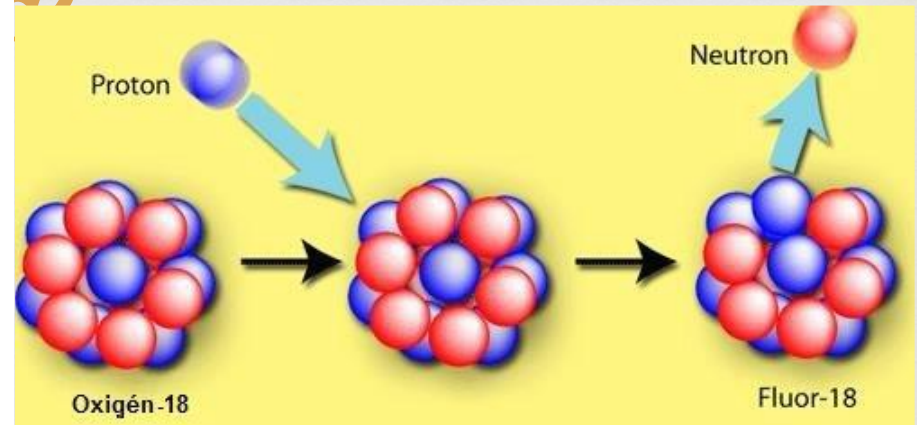
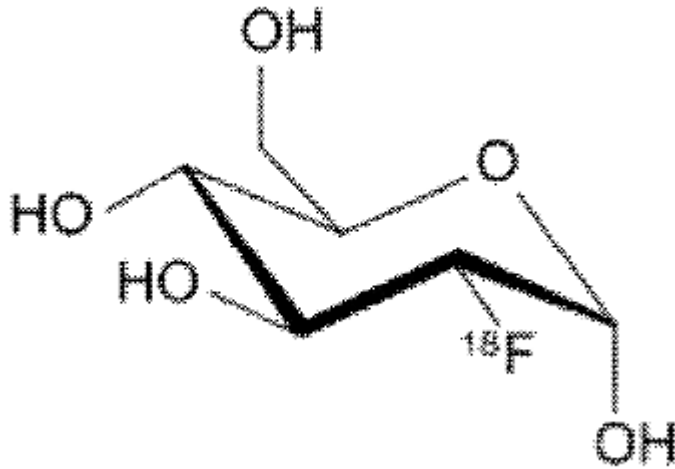
- ☞ Az elemzésre szánt mintát neutron, gamma, esetleg más töltött részecske sugárzásnak tesszük ki.
- ☞ A sugárzás és a minta stabil atommagjai között lejátszódó kölcsönhatás(ok) eredményeképpen a mintában levő izotópok egy részéből *radioaktív izotópok keletkeznek* (aktiválás).
- ☞ A magreakciókat közvetlenül követheti, illetve a keletkezett radioaktív izotópok bomlását is kísérheti *gamma fotonok* kibocsátása, melyek közelítőleg a kibocsátó atommag megfelelő gerjesztési nívói közötti energiakülönbséget viszik magukkal, így a mérhető gammasugárzás energiaspektruma a kibocsátó *atommagra szinte egyedileg jellemző*.

PET vizsgálókatok

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



Az FDG előállítása



A pozitronemissziós tomográfia (PET) elvi alapjai és feldolgozási lehetőségei a középiskolában

A hafnium felfedezése



∞ Kutatási szöveg feldolgozása.



Hogyan szerepelnek a leírásban a következők:

- ∞ a kutatási kérdés megfogalmazása,
- ∞ hipotézisek megfogalmazása,
- ∞ milyen modellt alkalmaztak,
- ∞ a kísérletek, empirikus vizsgálatok megtervezése,
- ∞ az adatgyűjtés,
- ∞ az adatok elemzése,
- ∞ következtetések.



Elektron az atomban

Pauli-elv, energiaminimum, Hund szabály.

Főkvantumszám (n)	Mellék-Kvantumszám (l)	Mágneses kvantumszám (m)	jelölés	Atom-Pályák száma	Elektronok száma $2n^2$
1	0	0	1s	1	2
2	0	0	2s	1	2
	1	-1,0,+1	2p	3	6
3	0	0	3s	1	2
	1	-1,0,+1	3p	3	6
	2	-2,-1,0,+1,+2	3d	5	10
4	0	0	4s	1	2
	1	-1,0,+1	4p	3	6
	2	-2,-1,0,+1,+2	4d	5	10
		-3,-2,-			
3	1,0,+1,+2,+3	4f	7	14	

A spin kvantumszám értéke $+1/2$ és $-1/2$ lehet minden esetben.

Henry Moseley (Weymouth, 1887 november 23. – Törökország, Gallipoli, 1915. augusztus 10.) angol fizikus

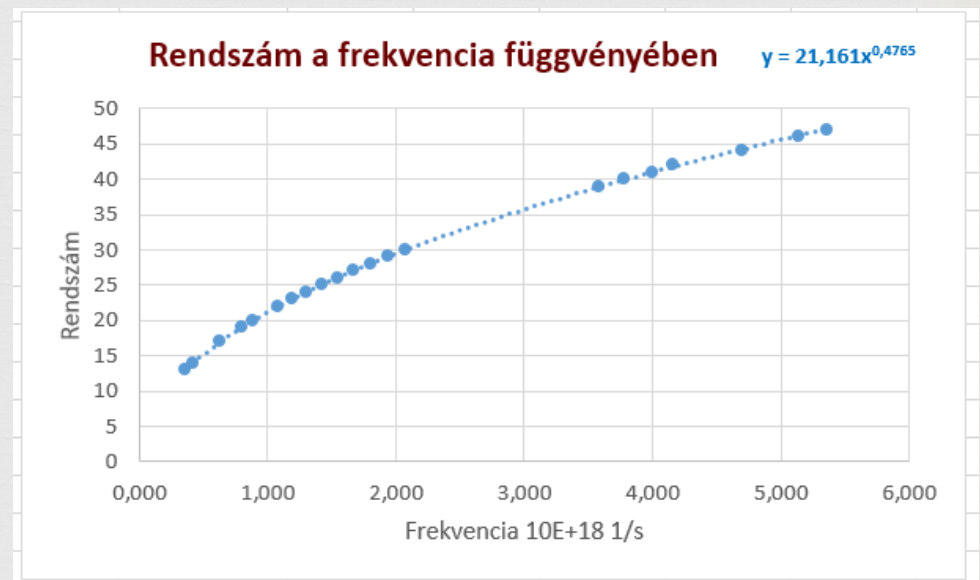
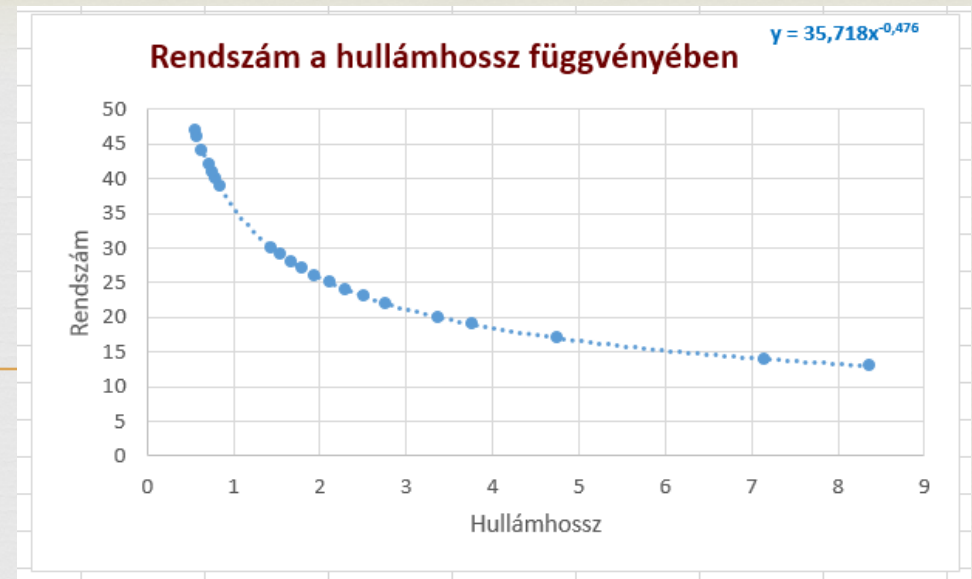


- ☞ Egyszerű összefüggést mutatott ki a röntgensínkép vonalak frekvenciája és a kibocsátó elem rendszáma között. Az atomoknak ugyanolyan átmenetéből (pl. $K\alpha$) keletkező *röntgensugárzás frekvenciájának gyöke arányos a rendszámmal.*
- ☞ <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/olvaso/histchem/moseley.html>
- ☞ A **Gallipoli - félsziget ostroma 1915.** február 19-től 1916. január 9-ig tartó csata volt, melynek során a védekező török hadsereg sikerrel védte meg a Dardanellák tengerszorosát a támadó brit és francia erőkkel szemben.



Moseley mérései

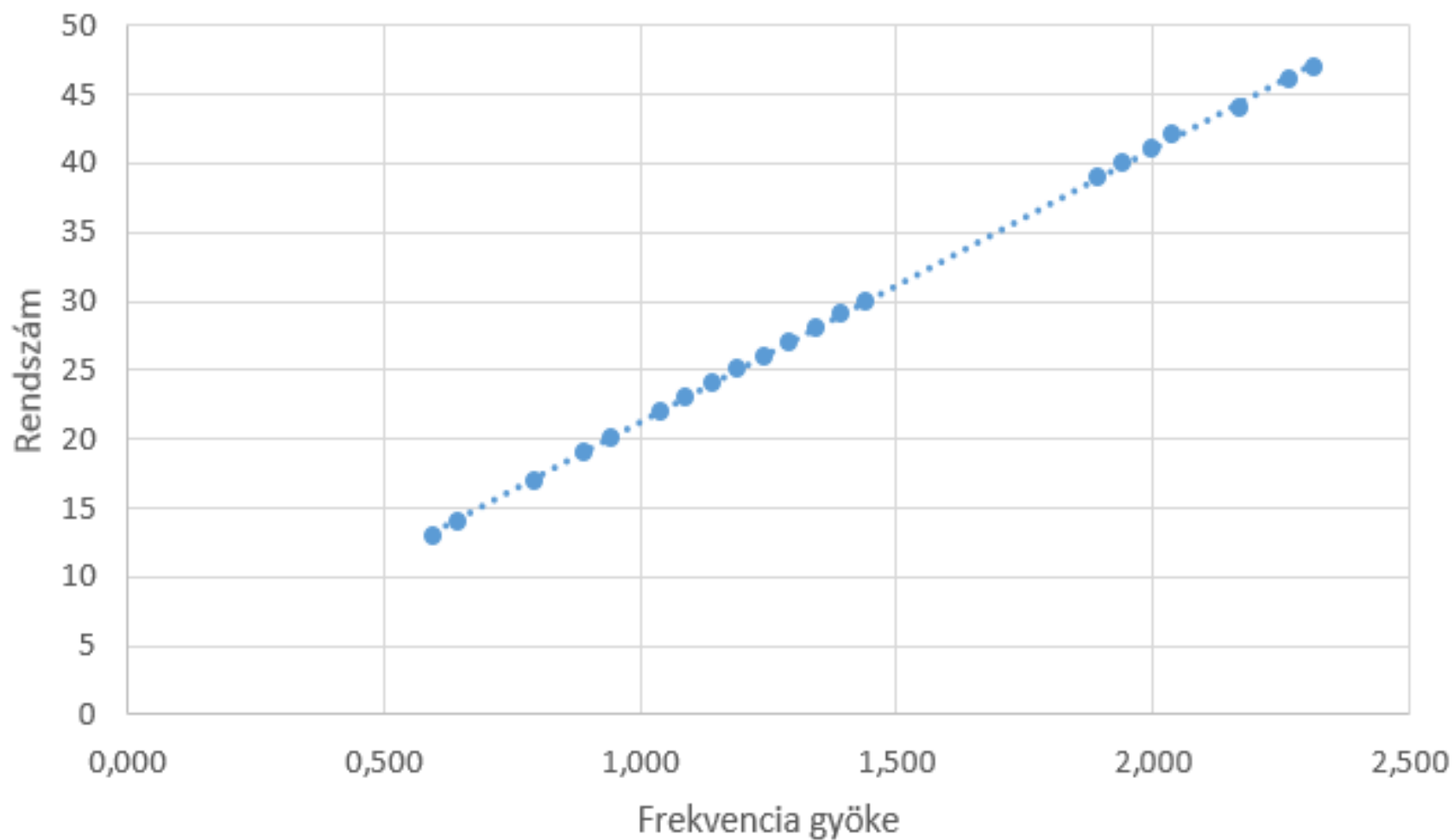
frekvencia f, 10E+18 (1/s)	hullámhossz λ , 10E-10 (m)	Rendszám
0,359	8,364	13
0,420	7,142	14
0,632	4,75	17
0,798	3,759	19
0,891	3,368	20
1,088	2,758	22
1,191	2,519	23
1,304	2,301	24
1,421	2,111	25
1,542	1,946	26
1,669	1,798	27
1,805	1,662	28
1,937	1,549	29
2,076	1,445	30
3,580	0,838	39
3,778	0,794	40
4	0,75	41
4,161	0,721	42
4,702	0,638	44
5,137	0,584	46
5,357	0,56	47



Rendszám a frekvencia gyökének függvényében

$$y = 19,824x + 1,3137$$

$$R^2 = 0,9998$$



A hafnium felfedezésének folyamata I.

Kutatási kérdés:

- ☞ Hány ritkaföldfém létezik?
- ☞ Ezek hol, és hogyan helyezkednek el a periódusos rendszerben?
- ☞ Konkrétan az addig ismeretlen 72. rendszámú elem hol helyezkedik el a periódusos rendszerben?

Hipotézis:

- ☞ A 72. rendszámú elem már nem az f mezőben, hanem a főtáblán, a d mezőben helyezkedik el, tehát kémiai tulajdonságai a titánhoz és a cirkóniumhoz hasonlóak a Bohr modell alapján.

Milyen modellt alkalmaztak?

- ☞ A Bohr modellt.

*“1922 januárjában a vele [mármint Bohrral] tett séta közben tudtam meg, hogy kiterjesztette elméletét az egész periódusos rendszerre, és ezzel megmagyarázta többek között a ritkaföldek elhelyezkedését is a periódusos rendszerben. Elmélete szerint ezek száma csupán **tizennégyre** korlátózódik, tehát az ismeretlen 72. számú elem nem lehet ritkaföld, hanem titán homológ.”*

A hafnium felfedezésének folyamata II.



☞ A kísérletek, empirikus vizsgálatok megtervezése:

Hevesy 1922 nyarán, Magyarországon geokémiai munkákat olvasott és Bohr elméletére támaszkodva arra az álláspontra jutott, hogy cirkónium ásványban kell keresni a 72. számú elemet.

☞ Az adatgyűjtés:

Hevesy az ásványból eltávolította az oldható komponenseket.

☞ Az adatok elemzése:

A mintában ki tudták mutatni a 72. elem jellemző spektrumvonalait.

☞ Következtetések:

Felfedezték a keresett 72-es rendszámú elemet, melyet Kopenhága latin nevéből hafniumnak neveztek el.

Freiburg



- ☞ A természetben előforduló radioaktív elemek sugárzását tanulmányozta és ezekből az eredményekből vont le következtetéseket a *Föld kialakulására* vonatkozóan.
- ☞ Azonosította a ^{40}K -t is, amely a természetes kálium 0,01%-a és pozitív, illetve negatív béta-bomlással alakul át argonná illetve kalciummá 10^9 év felezési idővel. A levegőben lévő körülbelül 1 %-nyi *argon* ebből a folyamatból származik.
- ☞ Felfedezte és vizsgálta a ^{147}Sm , ^{148}Sm és ^{149}Sm magokat, amelyek a természetben lévő szamárium 15%-át, 11,3%-át, illetve 13,8%-át adják, alfa-emisszióval bomlanak 10^{11} , $7 \cdot 10^{15}$ és 10^{16} év felezési idővel.

Köszönöm a figyelmet!

