



Szupernehéz atommagok

Horváth Ákos

ELTE Atomfizikai Tanszék

Mik azok a szupernehéz elemek?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh		118 Uuo
*Lantanidák			*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
**Aktinidák			**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

Kémiai elemek izotópjai

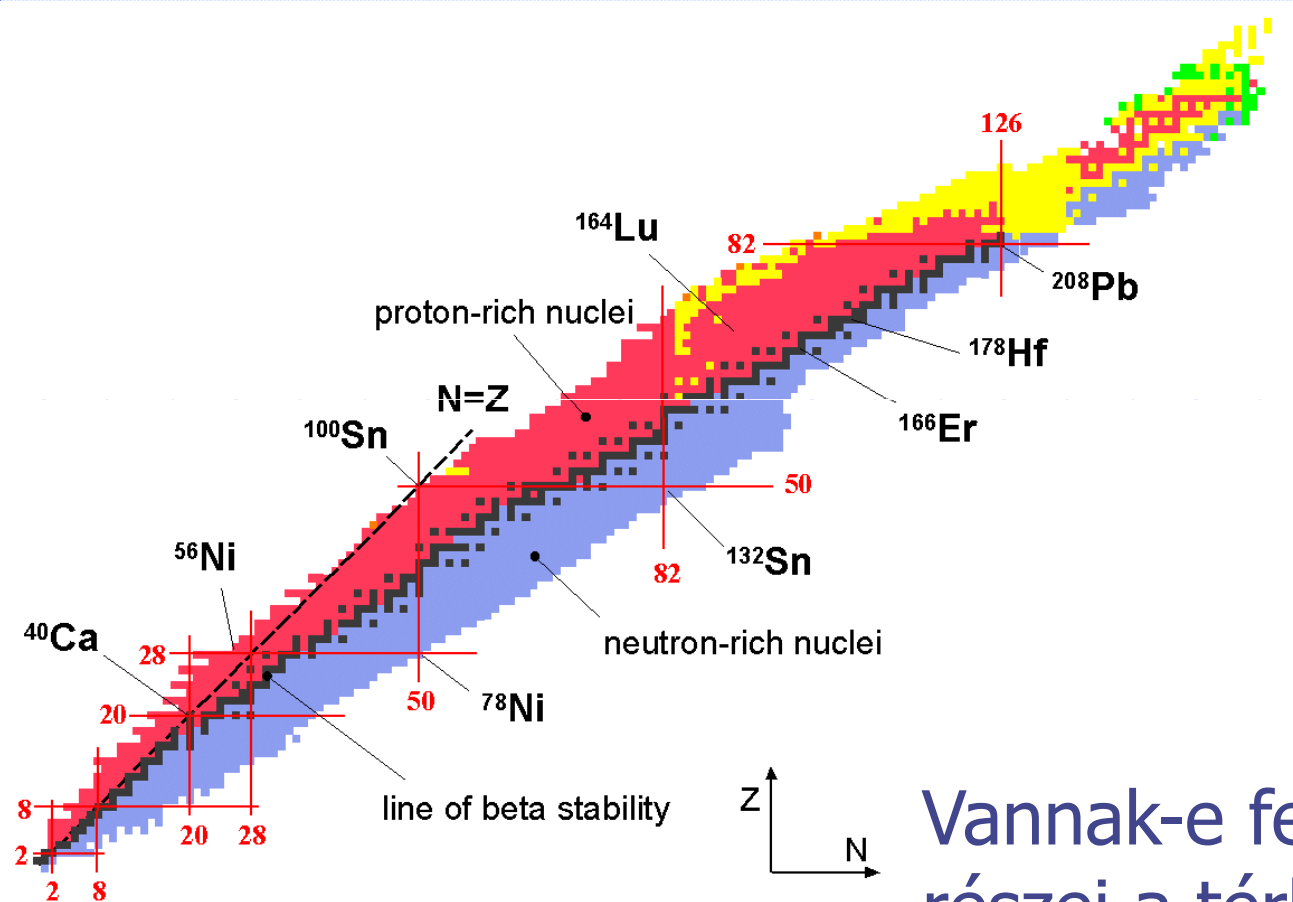
◆ Tömegspektrográfok (Aston, Dalton)

- különböző tömegű azonos kémiai tulajdonságú atomok
- kémiai tulajdonságok: elektronfelhő
- tömeg: atommag

◆ Hogyan keletkeztek az izotópok

- Primordiális nukleoszintézis
- Szupernova robbanás
- Napjainkban is termelődnek

Az atommagok térképe



Vannak-e felfedezetlen részei a térképnek?

Mágikus atommagok

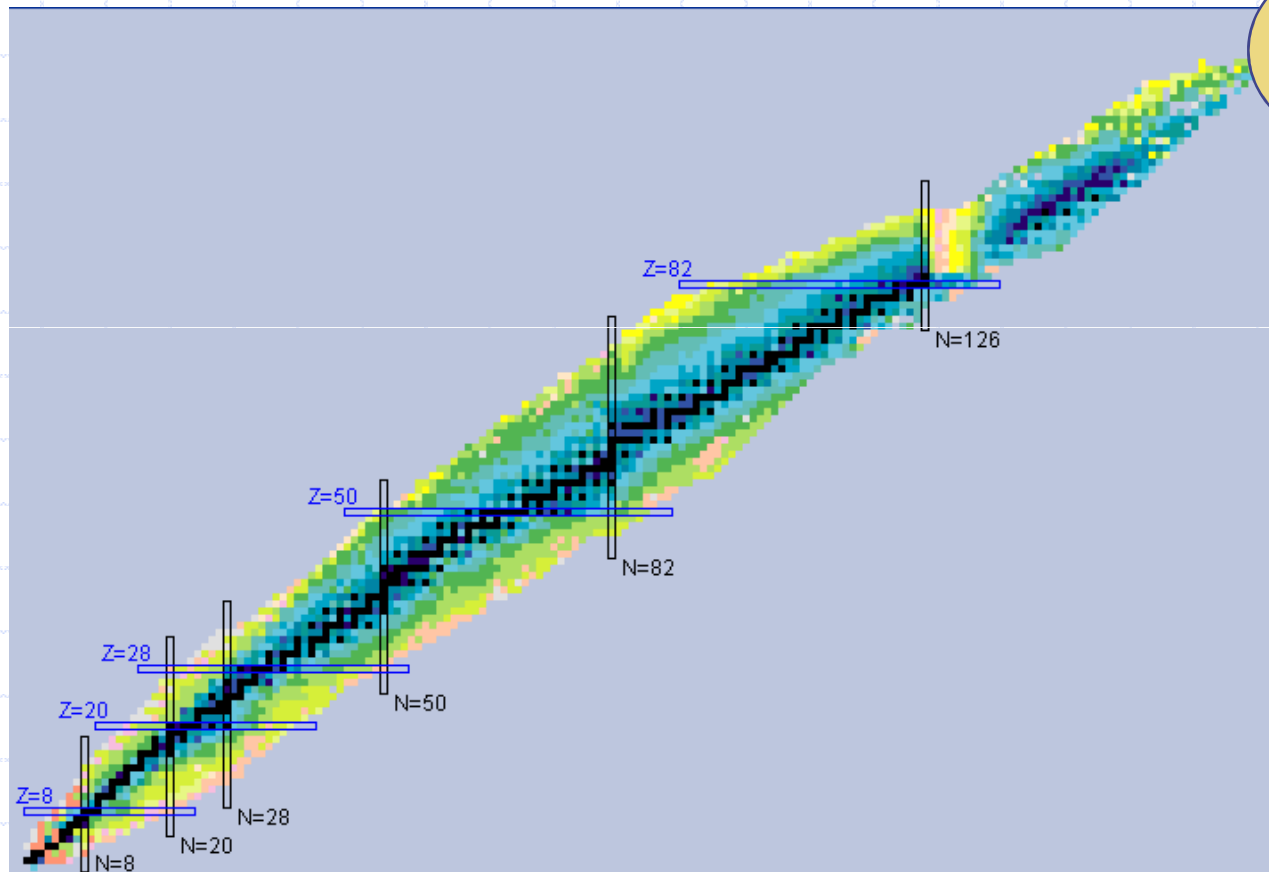
Atommagon belül protonok és a neutronok héjakon helyezkednek el.

Atomi elektronok esetén:
elektronpályák
lezárt elektronpályák
nemesgázok
nem reagál
szimmetrikus

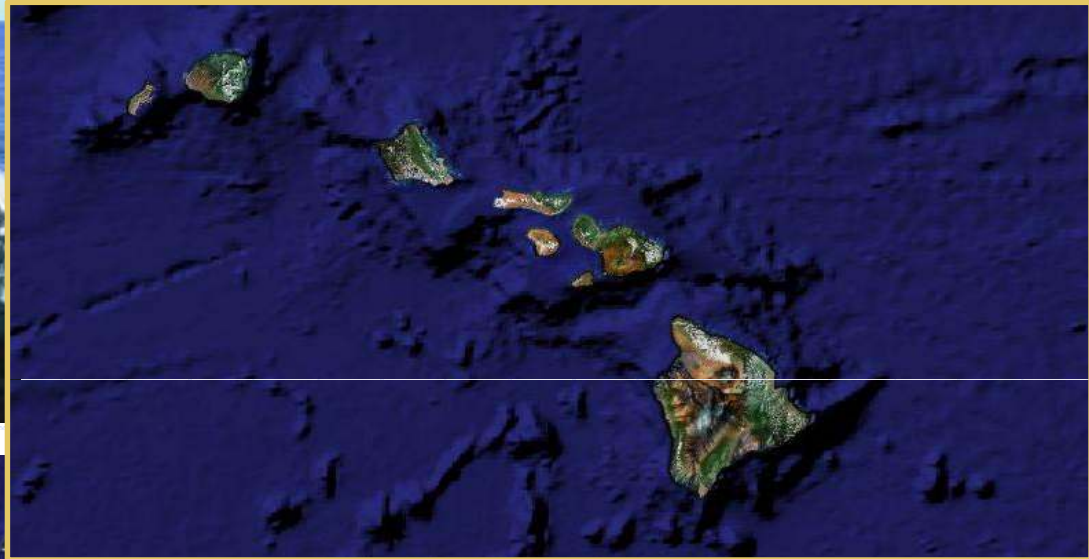
Atommagban ugyanez:
mágikus magok

n	l=0 (s-Elektron)	l=1 (p-Elektron)		l=2 (d-Elektron)					
	m=0	m=0	m=1	m=-1	m=0	m=1	m=-1	m=2	m=-2
1									
2									
3									
4									

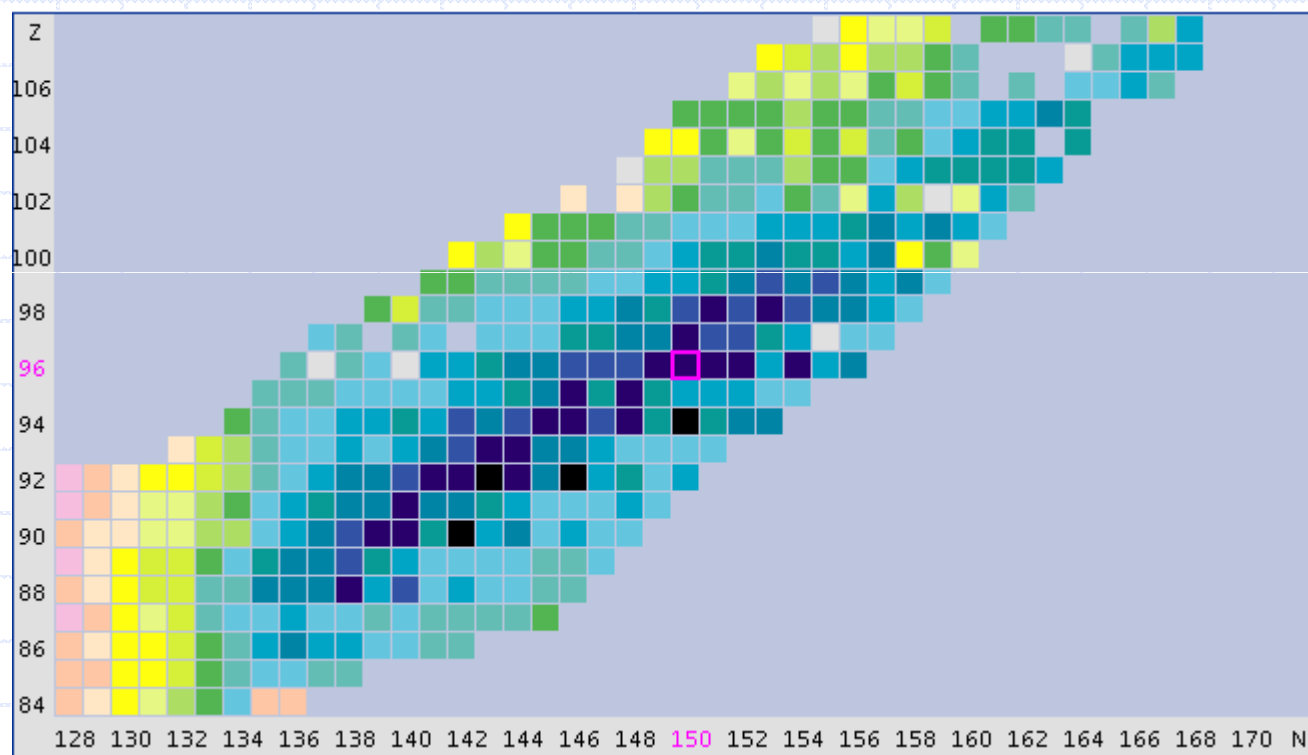
Radioaktív szigetek



Hol keressük őket?



Az első sziget



Transzuránok előállítása

96	242Cm 162.8 D α	243Cm 29.1 Y α	244Cm 18.1 Y α	245Cm 8500 Y α	246Cm 4760 Y α	247Cm 1.56E+7 Y α	248Cm 3.48E+5 Y α	249Cm 64.15 M β^-	250Cm $\approx 8.3E+3$ Y SF
	241Am 432.6 Y α	242Am 16.02 H β^-	243Am 7370 Y α	244Am 10.1 H β^-	245Am 2.05 H β^-	246Am 39 M β^-	247Am 23.0 M β^-	248Am ≈ 10 M β^-	249Am ≈ 2 M β^-
94	240Pu 6561 Y α	241Pu 14.290 Y β^-	242Pu 3.75E+5 Y α	243Pu 4.956 H β^-	244Pu 8.00E+7 Y α	245Pu 10.5 H β^-	246Pu 10.84 D β^-	247Pu 2.27 D β^-	
	239Np 2.356 D β^-	240Np 61.9 M β^-	241Np 13.9 M β^-	242Np 2.2 M β^-	243Np 1.85 M β^-	244Np 2.29 M β^-			
92	238U 4.468E9 Y 99.2742% α	239U 23.45 M β^-	240U 14.1 H β^-	241U ≈ 5 M β^-	242U 16.8 M β^-				
	146	148	150	152	154				

A keresés módszere

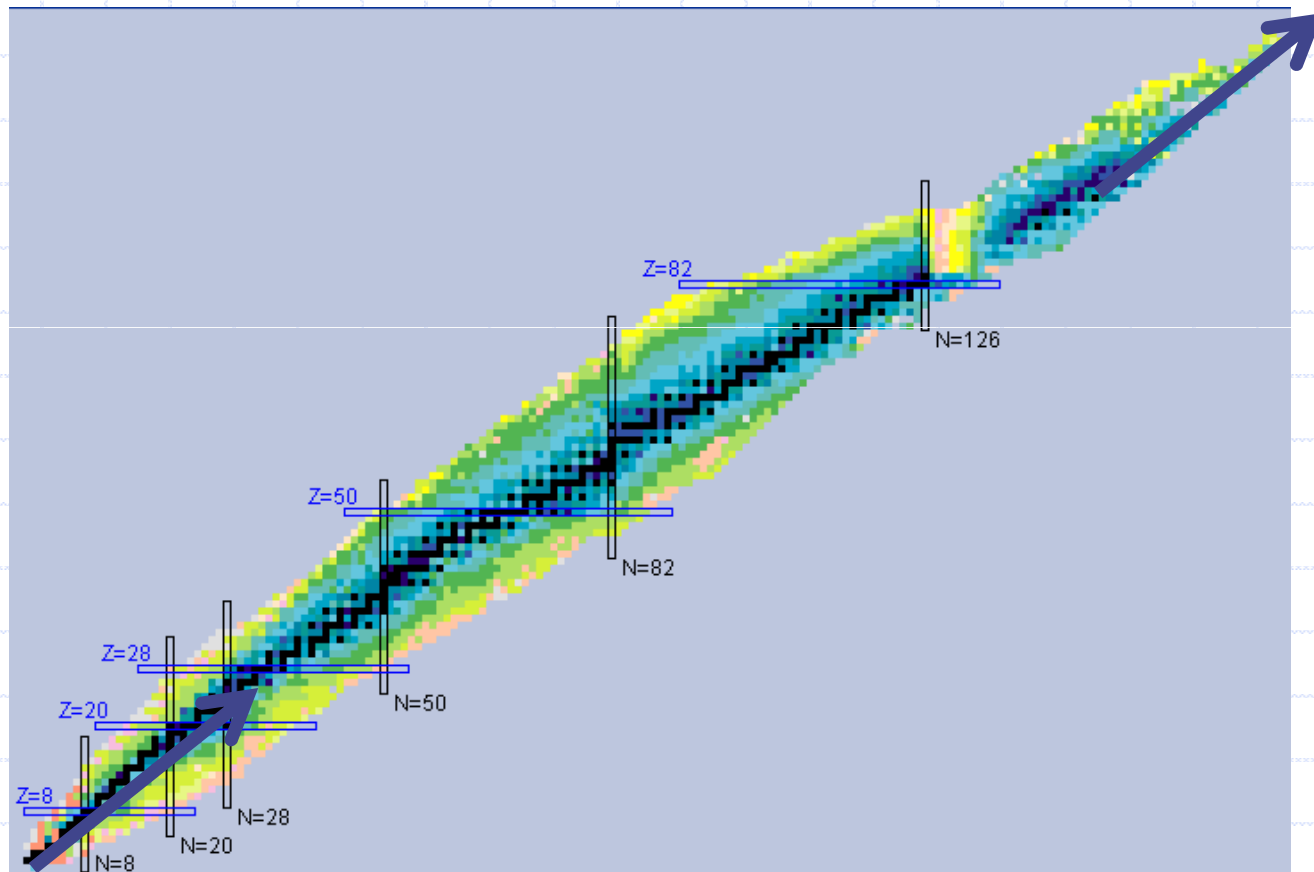
◆ Neutronok befogása

- reaktorok
- kísérleti robbantások

◆ Atommagok ütközései

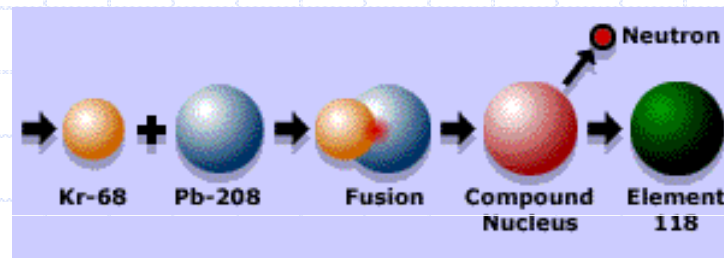
- szupravezető ciklotronok
- radioaktív atommagok nyalábjai (N maximum)
 - ◆ közepes energiájú ütközések $c/3$
- radioaktív céltárgyak (Z maximum: SHE)
 - ◆ alacsony energiájú ütközések $c/20$
 - ◆ az elektromágneses taszítás leküzdése

Atommagok ütközései



Szupernehéz elemek előállítása

Alacsonyenergiájú nehézion-nyalábok



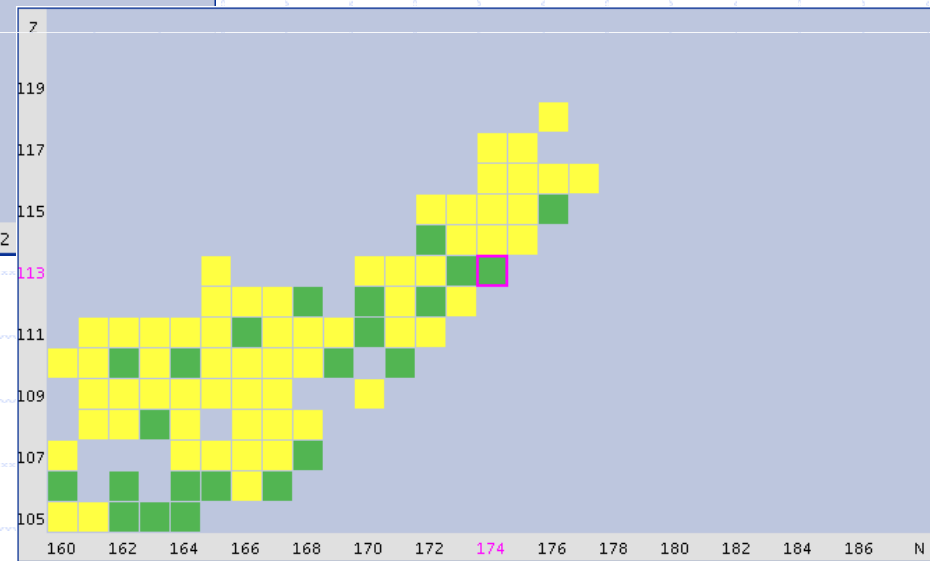
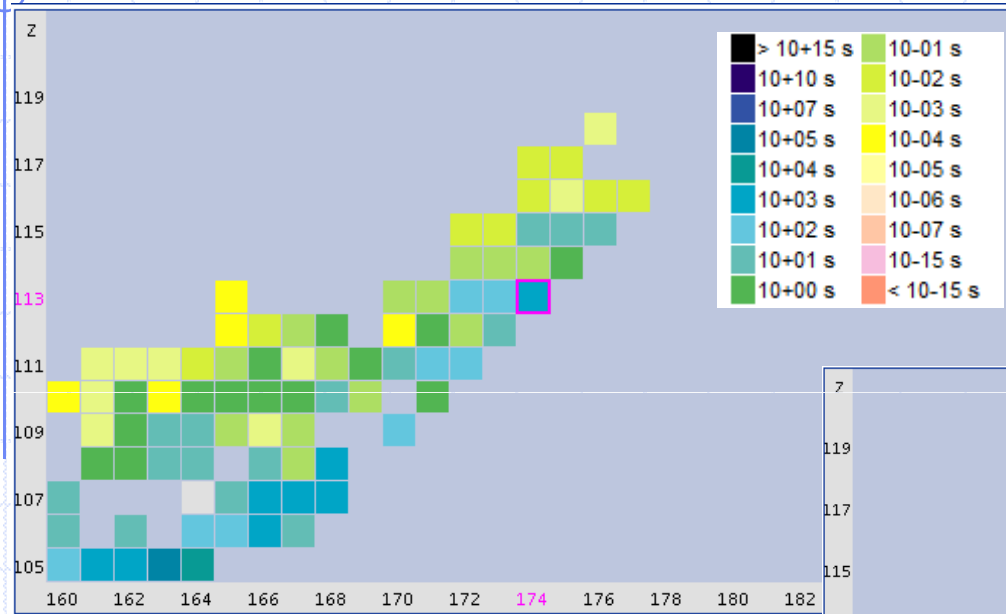
Forró fúzió RIKEN, GSI, LBL, GANIL



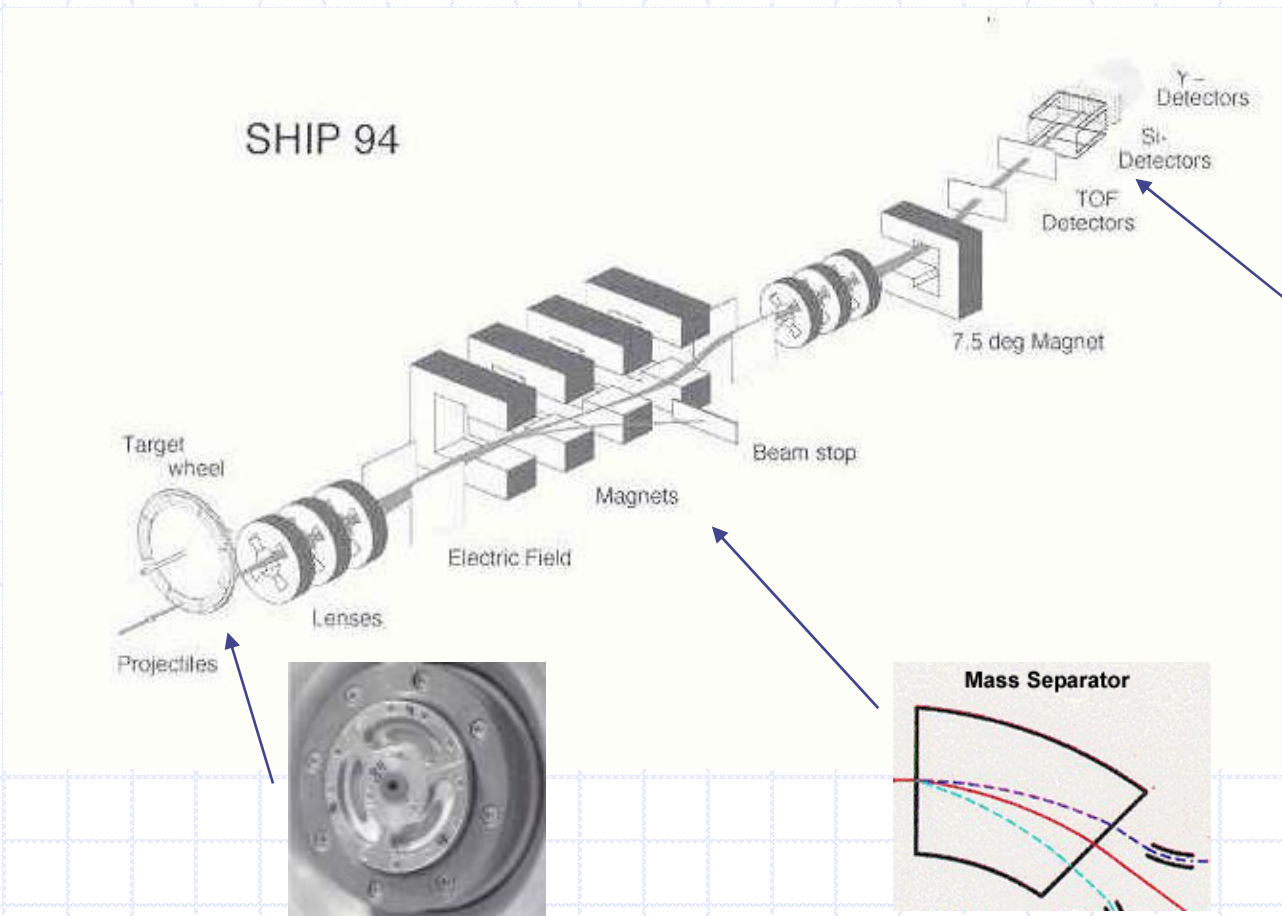
Hideg fúzió (<1 neutron)



Második sziget

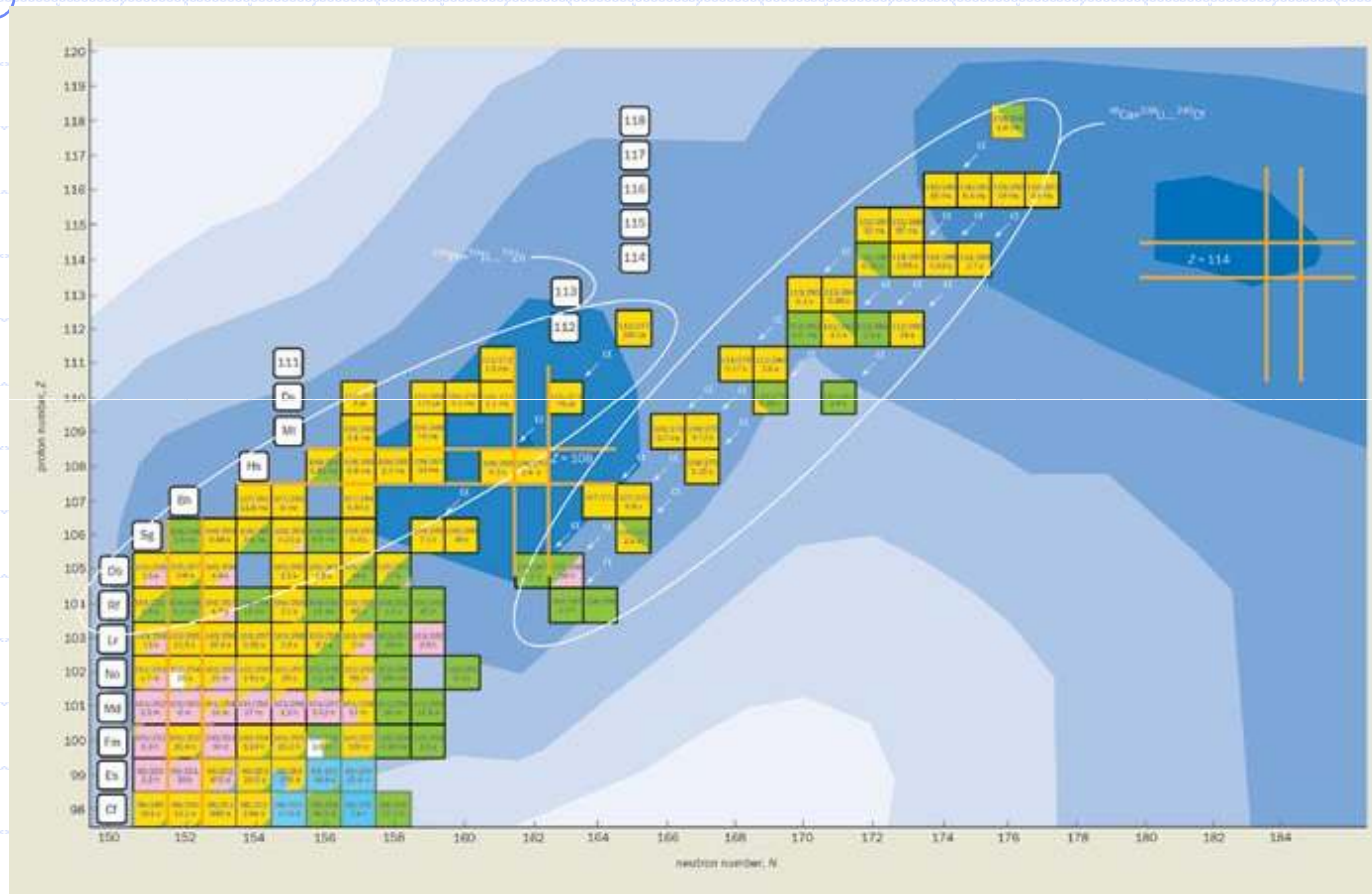


Az izotópok azonosítása



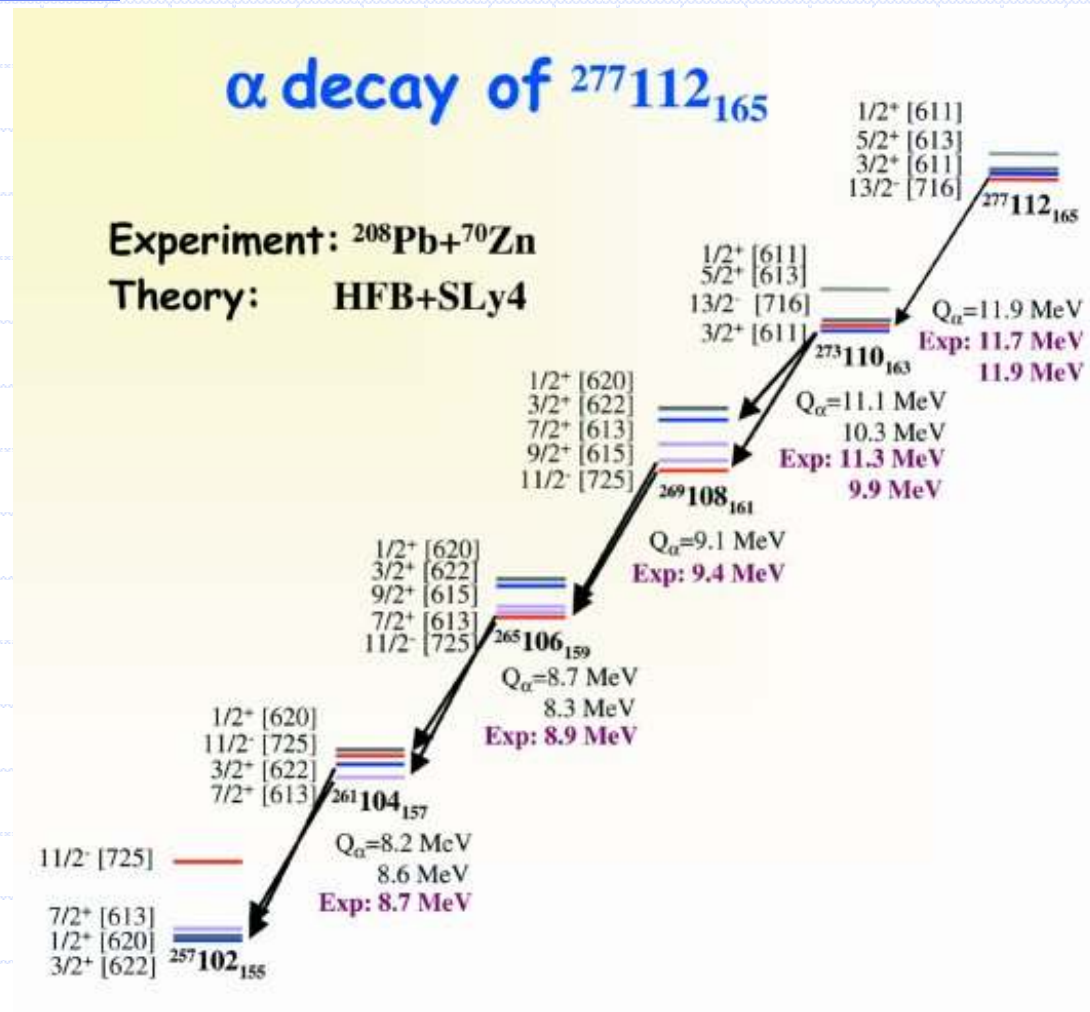
A detektorban állnak meg.

Új elemek bomlási sora



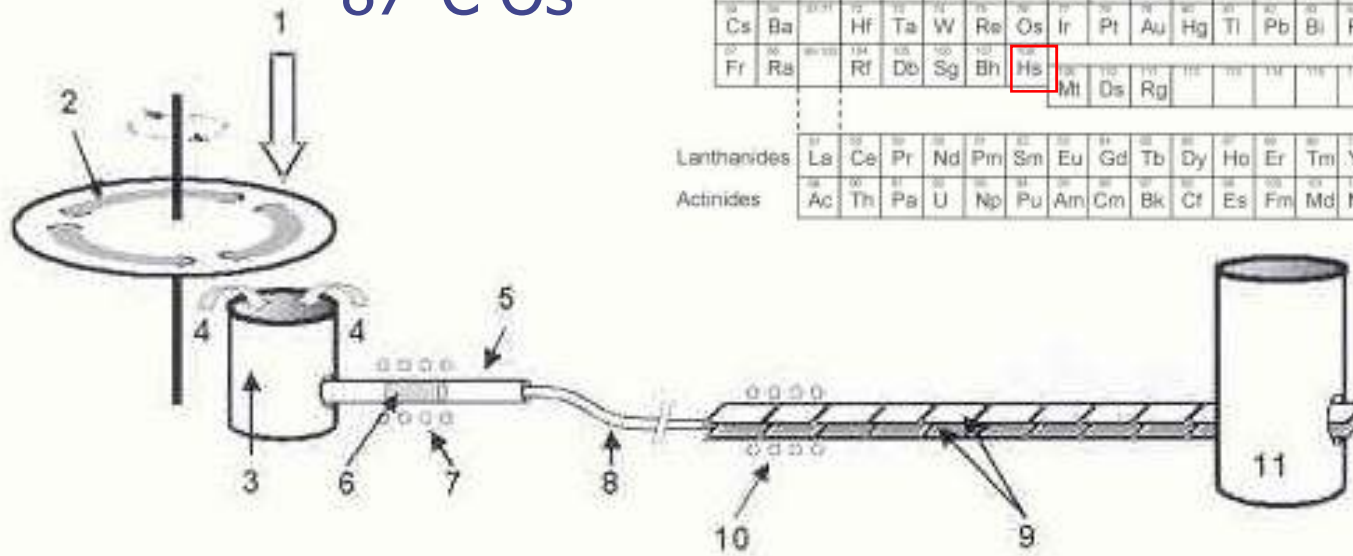
alfa-bomlások sorozata

Egy alfa-bomlási sor



Szupernehéz kémia

HsO_4 : -44°C Hs
 -87°C Os



1																	18
H	2											13	14	15	16	17	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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	Yt	Rg								
Lanthanides		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Actinides		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Rg – nemesfém (elektronszerkezet)