

Horia Hulubei

- Opera științifică -

Horia Hulubei

- Descoperirea de noi elemente -

Unul dintre cele mai însemnate capitole ale operei științifice
a savantului Horia Hulubei

Căutarea în natură a unor noi elemente a fost efectuată în colaborare cu Yvette Cauchois

Domeniu fascinant, care a atras studiul multor grupuri de cercetare (= concurență acerbă pentru prioritatea descoperirii).

1934-1940: HH și YC au efectuat studii pentru a observa **în natură, pentru prima dată, noi elemente** (necunoscute la acel timp), prin radiațiile X cu caracteristicile așteptate.

Premiza experimentelor (dictată de tehnica utilizată: excitarea atomilor și observarea tranzițiilor de dezexcitare):

elementul căutat în probe (de regulă, de anumite minereuri) să fie ***stabil***, sau ***instabil*** (**dar** existând *într-o cantitate suficientă* pentru a fi observat).



Paris 1933, după susținerea tezelor de doctorat ale lui Gheorghe Manu, Yvette Cauchois și Horia Hulubei, cu membrii comisiei: Maria Curie, Jean Perrin – în centru, și Charles Mauguin – în spate).

Tehnicile utilizate:

★ Spectrometrul cu cristal curbat (Y.C. – dizertație de doctorat 1934)

Bazat *pe difracția radiațiilor X sau gama pe rețelele cristaline.*

Introducerea unui cristal curbat într-un mod controlat (ca element analizor), în locul unuia plan a condus la:

- ✓ Îmbunătățire substanțială a rezoluției în energie (lungime de undă)
- ✓ Creștere însemnată a “luminozității” (eficienței măsurătorilor)

★ Tuburi catodice de construcție specială

(dedicate studierii unor probe foarte mici din diverși compuși minerali)

★ Inregistrarea spectrelor X – pe plăci fotografice

Z=85
Dor

Experimentele lor: observarea radiațiilor X caracteristice numărului Z urmărit (legea lui Moseley) cu spectrometrul cu cristal curbat.

ELEMENTUL $Z=85$ (At)

Tehnica: Detecția radiațiilor X emise de către o sursă de Radon-222
(căutarea lui $Z=85$ printre *produșii de dezintegrare* ai Rn)

Table 1: Reports on the Existence of Element 85

Researchers	Country	Date	Isotope	Technology	Source	Proposed Name	Name Derivation
Loring (58, 59)	UK	1922	None ^{a, b}	Numeric analysis	NA	-	-
Loring (60, 61)	UK	1925	NIS ^b	Cathodic X-ray determination	Pyrolusite	-	-
Hahn (62)	Germany	1926	None ^b	Chemical separation	²²⁸ Ra	-	-
Friend (63)	UK	1926	NIS ^b	Chemical separation & cathodic X-rays	Dead Sea water Brazilian monazite and sea water	-	-
Allison (11)	USA	1931	NIS	Magneto-optic ^c		Alabamine	Alabama
Toshniwal (64)	India	1933	NIS ^b	UV spectra	Iodine	-	-
De (16)	British India	1937	NIS	Chemical separation ^d	Travancore monazite	Dakin	Dacca
Anderson (65)	Denmark	1938	NIS	Chemical separation ^e	Various	-	-
Hulubei & Cachois (22, 23)	France	1936 1939		Decay X-rays	²²² Rn	Dor	world peace
Loring (66)	UK	1939	None ^{a, b}	Numeric analysis	NA	-	-
Minder (34)	Switzerland	1940	218	α -particle detection ^f	²²² Rn	Helvetium	Switzerland
Corson, Mackenzie & Segrè (5)	USA	1940	211	Cyclotron & α -particle detection	²⁰⁹ Bi + a	Astatine	Unstable
Valadares (30)	Portugal	1941	218	Decay X-rays	²²² Rn	-	-
Minder & Leigh-Smith (35)	Switzerland & UK	1942	216	α -particle detection ^g	²²⁰ Rn	Anglo-helvetium	England & Switzerland
Karlik & Bernert (33)	Austria	1942	218	α -particle detection	²²² Rn	Viennium	Vienna
Karlik & Bernert (36)	Austria	1943	216	α -particle detection ^h	²²⁰ Rn	Viennium	Vienna
Karlik & Bernert (38)	Austria	1943	215	α -particle detection	²¹⁹ Rn	Viennium	Vienna
De (17)	British India	1947	NIS	Chemical separation ^d	Travancore monazite	Dekhine	Dakin & eka-iodine

NIS – no isotope specified

a. Authors claimed element 85 could not exist

b. Authors report not being able to isolate element 85

c. Magneto optical method was later discredited (12, 13).

d. Element 85 instability inconsistent with reported properties.

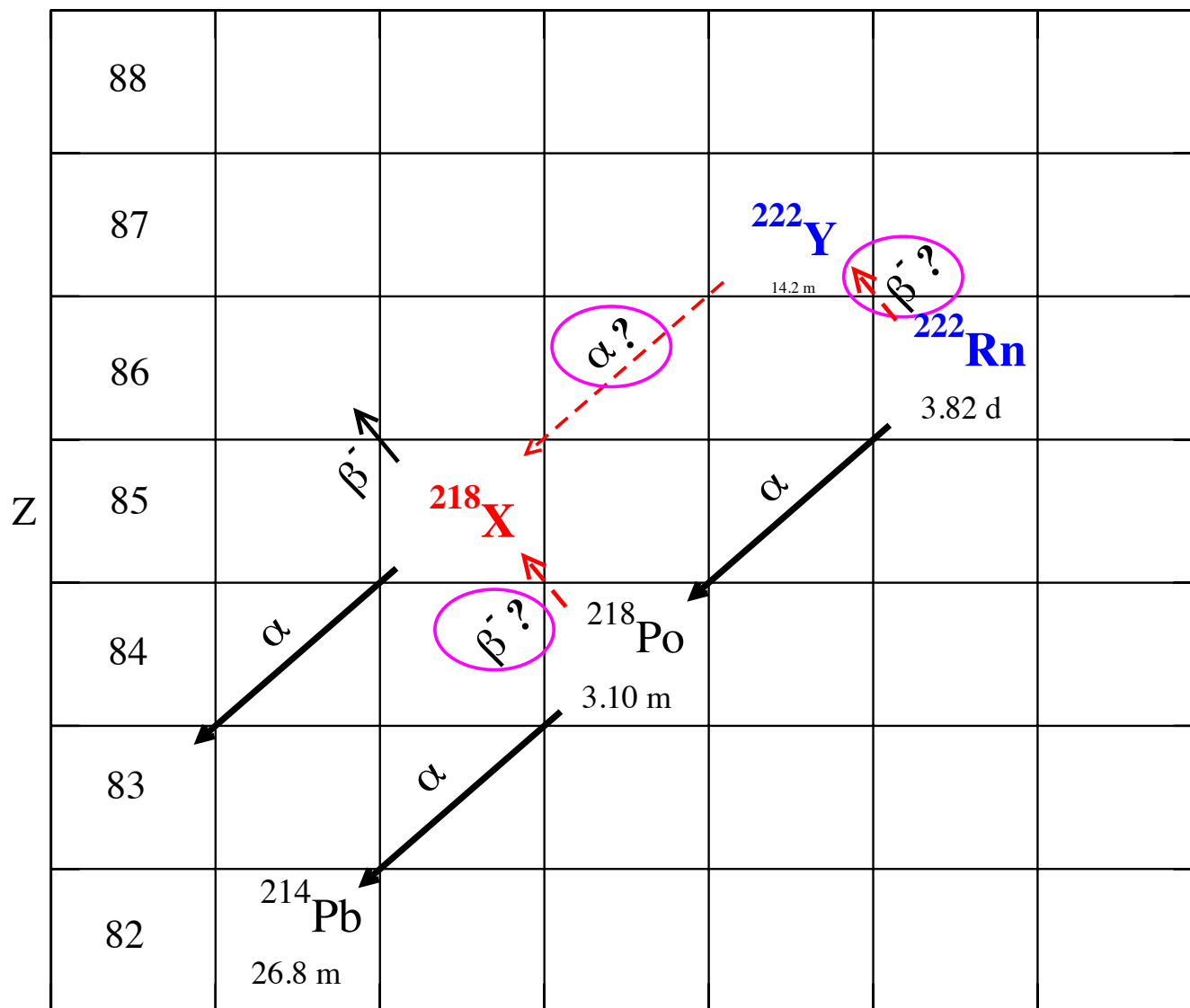
e. Assumption that element 85 would separate chemically like iodine was disproven by chemical tests on synthetic samples from Berkeley (5).

f. Disproved by Karlik and Bernert (32, 33).

g. Disproved by Karlik and Bernert (40, 67).

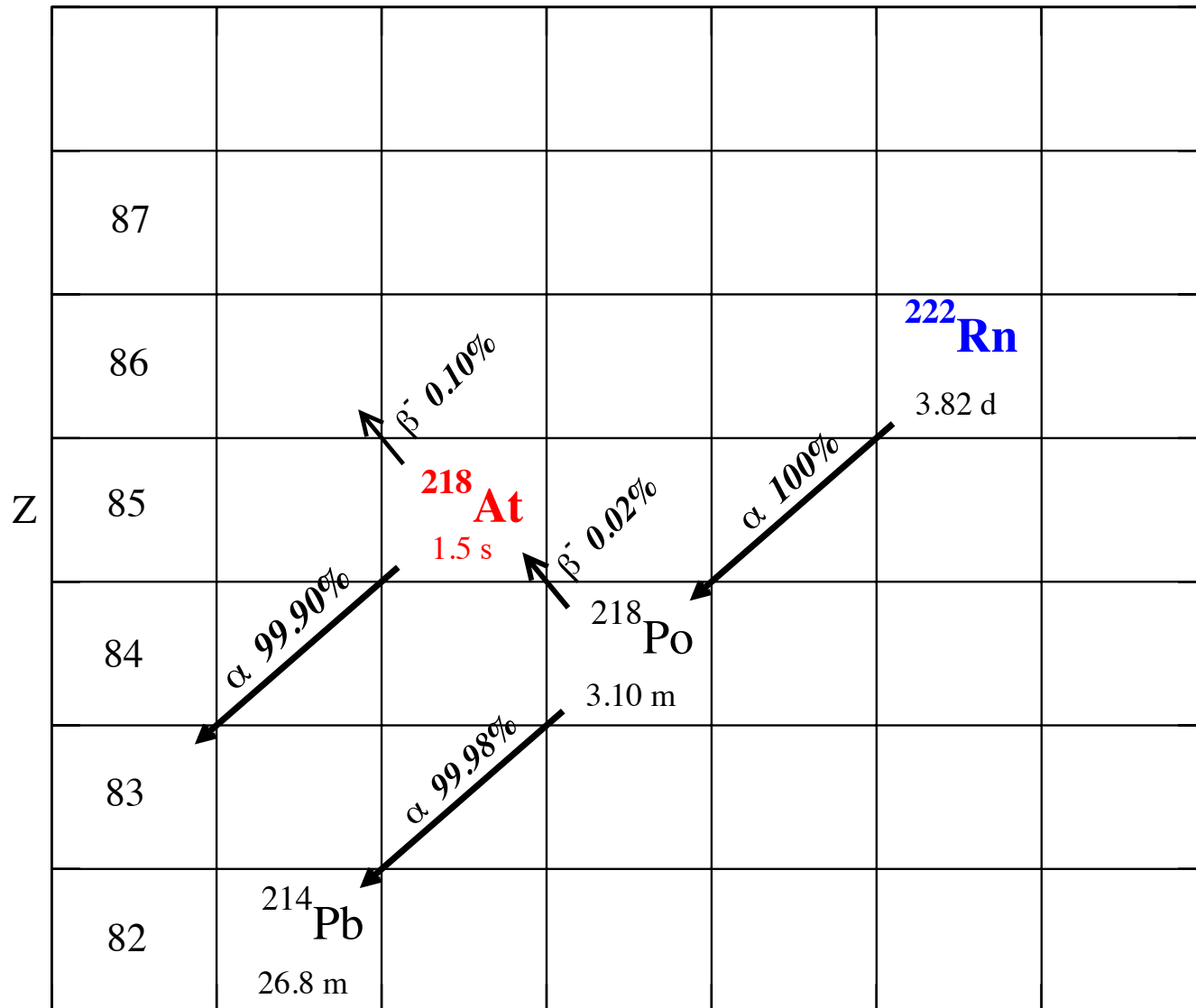
h. Disproved by Seaborg (68).

Metoda: detectarea radiațiilor emise de către o fiolă cu Radon (abordare non-standard: diferită de obișnuita excitare a unei probe plasată pe anodul unui tub catodic). Elementul 85: *printre produșii de dezintegrare ai Rn.*



NB: nu se știa încă dacă există procesele marcate cu “?”

În 1934, 1936, 1939: au raportat observarea a 3 radiații X ale elementului 85



Săgețile indică procesele de dezintegrare acceptate astăzi

Table 2: X-ray Spectral Lines for Element 85 Observed by Hulubei, Cauchois, and Valadares

Spectral Line ^{a,b}	Observed (x units)	Observation Accuracy ^c	Observed (eV)	Calculated Value (eV) ^d	Possible Interferences ^e
K _{α1}	151	0.33%	81935.8	81520.0	-
L _{α1}	1082.6	0.05%	11428.3	11426.8	-
L _{β1}	892	0.06%	13870.3	13876.0	Pt
L _{β3}	917	0.05%	13492.2	13474.4	Br
L _{β4}	880	0.06%	14059.5	14058.4	-
L _{β5}	875	0.06%	14139.8	14164.4	Hg, Sr

- a. Valadares' line designations are based on extrapolations from the Bearden compilation (69).
- b. Hulubei and Cauchois reported the K_{α1} line in 1936 (23, 24), and additionally the L_{α1} and L_{β1} lines in 1939 (27). The other 3 lines were reported by Valadares in 1941 (30).
- c. The error in the original data is based on Hulubei and Cauchois' reported ± 0.5 X-units. Note that the error is larger for shorter wavelengths.
- d. K_{α1}, L_{α1}, L_{β1} are calculated values from (69). The last 3 lines were extrapolated because values are not listed for these lines. We calculated the values by obtaining a linear fit to the reported values for Pb, Bi, and Po, and extrapolating a value for element 85. Interpolation would require using Po and Th, which may be less accurate than the extrapolation because of the large gap between values.
- e. Interferences are lines of other elements, which would fall within the reported experimental error. Interferences would be more likely in studies using an external X-ray source and not when observing X-rays created by radioactive decay processes.

Problema priorității descoperirii

Procedura: analiza revendicărilor existente de către IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

- Concluziile (subiective) ale unui grup de specialiști ("peers")
- Părerile unor personalități influente ("lobby")
- Criteriile "validării" evoluează în timp

[În acei ani, descoperirea unui element în cantități "invizibile", creat sintetic, nu era considerată o descoperire complet valabilă. Chimistii aveau rezerve în recunoașterea izotopilor radioactivi tot atât de mult ca și cei stabili.

In acei ani s-a propus totuși recunoașterea elementelor sintetice.]

Intrerupere datorită războiului.

1941: Valadares (Portugalia, fost coleg la Sorbona cu Cauchois) repetă măsurătorile cu o sursă de Rn de 600 mCi și confirmă observarea elementului 85. Hulubei află abia în 1942.

1938-1944: Karlik & Bernert (Austria) experimente pe surse $^{222,220,219}\text{Rn}$, metoda: detecția α .

1944: articol *Bull. Sect. Sci. Acad. Roum.*: HH prezintă o sinteză a rezultatelor sale și ale lui Valadares: 6 linii X ale elem. 85 format prin dez. beta a ^{218}Po . Propune denumirea „Dor”.

Corson et al. propun denumirea de „Astatine” pentru elementul sintetizat de ei în 1940.

1947: Paneth (chimist austriac, cu mare influență în IUPAC): noi propuneri privind numirea noilor elemente, și sugerează prioritatea grupului de la Berkeley, apreciind că lucrările anterioare erau deschise unor obiecțiuni– citând pe Karlik (*fără a cunoaște nemijlocit lucrările lui HH&YC!*).

De fapt, lucrările lui Karlik nu respingeau rezultatele lui HH &YC.

HH prezintă nou articol cu sinteza tuturor rezultatelor de până atunci. Sugerează, politicos, că omisiunea rezultatelor sale cu raze X de către Paneth se datorează dificultăților războiului.

1940: Corson, McKenzie, Segré (*Berkeley*)

- au produs At sintetic (prin reacții nucleare: Bismut bombardat cu fascicul de particule α).

- au reușit și teste chimice;

- motiv care probabil explică lipsa unor proteste semnificative ale lui HH după 1947 (literatura conținând descoperiri eronate de noi elemente bazate pe studii de raze X, cu linii observate în pozițiile corecte dar elementul nefiind prezent). Totuși, liniile observate de HH + YC nu aveau nicio interferență cu alte linii.

Concluzie: datorită performanțelor deosebite ale spectrometrului, HH + YC au avut *cu siguranță* elementul 85 în probele lor în cantități suficiente pentru a observa radiațiile X caracteristice și a demonstra în acest mod *formarea și dezintegrarea acestui element* în cursul dezintegrării Radonului.

Metoda lor nu avea totuși, o acceptare largă.

Perrin, un savant cu mare influență, murise în 1942, din păcate.

Multe studii istorice, unele foarte recente, îi creditează cu certitudinea descoperirii elementului 85.

Extras din

Michael Thoennessen, “The discovery of Isotopes”, Springer 2016

16

2 Radioactive Decay Chains

Table 2.3 Isotopes of the radio-elements discovered between 1913 and 1961. The submission date, first author and reference of the publication, as well as decay chain, the identification method or measured half-life, and the presently accepted half-life are listed

Date	First author	Ref.	Chain	Identification/T _{1/2}	Present T _{1/2}	Isotope
03/15/1913	Fajans	[72]	U/Ra	1.1 min ^a	1.17 ± 0.03 min	²³⁴ Pa
09/03/1913	Marsden	[78]	Ac	α-particle range	0.516 ± 0.003 s	²¹¹ Po
03/16/1918	Hahn	[79]	Ac	1,200–180,000 y	32,760 ± 110 y	²³¹ Pa
07/12/1935	Dempster	[80]	Ac	Mass-spectroscopy	7.04 × 10 ⁸ y	²³⁵ U ^b
10/21/1935 ^c	Preiswerk	[81]	U/Ra	4 min	4.202 ± 0.011 min	²⁰⁶ Tl
07/03/1939	Hulubei	[82]	U/Ra	X-rays	1.5 ± 0.3 s	²¹⁸ At
01/09/1939	Perey	[83]	Ac	21 ± 1 min	22.00 ± 0.07 min	²²³ Fr
12/30/1943	Karlik	[84]	Ac	α-particle range	100 ± 20 μs	²¹⁵ At
05/20/1948	Studier	[85]	U/Ra	Sequential α-decay	35 ms	²¹⁸ Rn ^d
12/17/1952	Hyde	[86]	Ac	8 min	7.6 ± 0.2 min	²¹⁵ Bi
			Ac	0.9 min	56 ± 3 s	²¹⁹ At
04/29/1961	Nurmia	[87]	U/Ra	7.5 ± 1.0 min	8.32 ± 0.07 min	²⁰⁶ Hg

^aIsomeric state

^bSee also Sect. 3.2

^cDate of presentation

^dSee also Sect. 9.3

1946, Conf. Nice + articol: HH prezintă detalii și o nouă sinteză a experimentelor.

Limită de detecție precizată: ar fi observat 1000 – 10 000 atomi ale elem. entului 85 (în contrast cu $\sim 10^{12}$ atomi - limită de sensib. ale tehnicilor standard cu tub catodic).

→ Sursa: **200 mCi ^{222}Rn** : 7.4×10^9 Bq (dez/sec) → 7.4×10^9 ^{218}Po atomi/sec .

→ 0.02% conversie spre ^{218}At → 1 500 000 atomi de At/sec.

→ ~ 2 sec ($\approx 2T_{1/2}$): ~ 3 mil. atomi de At prezenți la orice moment : mult sub cantitatea necesară în exp. X cu tub catodic ($\sim \text{ng!}$).

► **Dar:** nr. total de atomi formați în timpul măsurătorilor *contează*:

$\sim 5.4 \times 10^9$ **At/oră** apar pentru scurt timp și se dezintegrează, unii dintre ei emițând rad. X caracteristice înainte de a dispăre! Timp de detecție: **24 ore** → $\sim 1.3 \times 10^{11}$ atomi.

(NB: au observat linia $L_{\alpha 7}$ a Po, care are o probabilitate de tranziție de cca. 500 ori mai mică decât $L_{\alpha 1}$ și $L_{\beta 1}$ observate pentru At.)

	86				^{222}Rn	
			β^- 0.10%		3.82 d	
Z	85		^{218}At 1.5 s	β^- 0.02%		
	84			^{218}Po 3.10 m		
	83					

ELEMENTUL $Z=87$ (Fr)

Tehnica: Detecția radiațiilor emise de o probă bombardată
într-un tub catodic

Period	3	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.084	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.059	17 Cl Chlorine 35.446	18 Ar Argon 39.948	
	4	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798	
	5	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.96	43 Tc Technetium 98.9062	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.29	
	6	55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33				72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)
7	87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	104 Rf Rutherfordium (261)				105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (268)	111 Rg Roentgenium (268)	112 Cn Copernicium (268)	113 Uut Ununtrium (268)	114 Fl Flerovium (268)	115 Uup Ununpentium (268)	116 Lv Livermorium (268)	117 Uus Ununseptium (268)	118 Uuo Ununoctium (268)
				Lanthanides	57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.97	
					Actinides	89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)
				Z=87 Moldavium																

Z=87

Moldavium

Prof. Jean Perrin (pr. Nobel) :

Mi: Hulubei+Cauchois, 1936
1939 → MI

Fr (Francium): Marguerite Perey, 1939;

Ultimul element descoperit pentru prima dată
în natură; al doilea (după Gallium) numit după Franța

Azi știm că pot exista cca. 20 grame la orice moment
în toată scoarța Pământului (element instabil, provine
din dezintegrările elementelor mai grele)

Period	3	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3B	4B	5B	6B	7B	8B	10	11 1B	12 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.084	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.059	17 Cl Chlorine 35.446	18 Ar Argon 39.948	
	4	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
	5	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.96	43 Tc Technetium 98.9062	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.29
	6	55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33			72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)
7	87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	104 Rf Rutherfordium (261)			105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (268)	111 Rg Roentgenium (268)	112 Cn Copernicium (268)	113 Uut Ununtrium (268)	114 Fl Flerovium (268)	115 Uup Ununpentium (268)	116 Lv Livermorium (268)	117 Uus Ununseptium (268)	118 Uuo Ununoctium (268)
				Lanthanides	57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.97
					Actinides	89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)
				Z=87 Moldavium															

Prof. Jean Perrin (pr. Nobel) :

Mi: Hulubei+Cauchois, 1936
1939 → MI

Precizia măsurătorilor: au detectat prezența Poloniului dintr-o probă conținând 0,05 milionimi de gram de Po.

Fr (Francium): Marguerite Perey, 1939;

Ultimul element descoperit pentru prima dată în natură; al doilea (după Gallium) numit după Franța

Azi știm că pot exista cca. 20 grame la orice moment în toată scoarța Pământului (element instabil, provine din dezintegrările elementelor mai grele)

ELEMENTUL $Z=93$ (Np)

Tehnica: Detecția radiațiilor emise de o probă bombardată
într-un tub catodic

		1		2																		3	4
		Hydrogen 1.0078		Helium 4.0026																		5	6
		3		4																		7	8
		Li Lithium 6.938		Be Beryllium 9.0122																		9	10
		11		12																		17	18
		Na Sodium 22.990		Mg Magnesium 24.305																		19	20
Period		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
		3B		4B		5B		6B		7B		8		8B		10		11B		12B		Aluminum	
4		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31	
		Sc Scandium 44.956		Ti Titanium 47.867		V Vanadium 50.942		Cr Chromium 51.996		Mn Manganese 54.938		Fe Iron 55.845		Co Cobalt 58.933		Ni Nickel 58.693		Cu Copper 63.546		Zn Zinc 65.38		Ga Gallium 69.723	
5		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47	
		Rb Rubidium 85.468		Sr Strontium 87.62		Y Yttrium 88.906		Zr Zirconium 91.224		Nb Niobium 92.906		Mo Molybdenum 95.96		Tc Technetium 98.9062		Ru Ruthenium 101.07		Rh Rhodium 102.91		Pd Palladium 106.42		Ag Silver 107.87	
6		55		56		72		73		74		75		76		77		78		79		80	
		Cs Cesium 132.91		Ba Barium 137.33		Hf Hafnium 178.49		Ta Tantalum 180.95		W Tungsten 183.84		Re Rhenium 186.21		Os Osmium 190.23		Ir Iridium 192.22		Pt Platinum 195.08		Au Gold 196.97		Hg Mercury 200.59	
7		87		88		104		105		106		107		108		109		110		111		112	
		Fr Francium (223)		Ra Radium (226)		Rf Rutherfordium (261)		Db Dubnium (262)		Sg Seaborgium (266)		Bh Bohrium (264)		Hs Hassium (269)		Mt Meitnerium (268)		Ds Darmstadtium (268)		Rg Roentgenium (268)		Cn Copernicium (268)	
				13		14		15		16		17		18		19		20		21		22	
				B Boron 10.806		C Carbon 12.009		N Nitrogen 14.006		O Oxygen 15.999		F Fluorine 18.998		Ne Neon 20.180		25		26		27		28	
				Al Aluminum 26.982		Si Silicon 28.084		P Phosphorus 30.974		S Sulfur 32.059		Cl Chlorine 35.446		Ar Argon 39.948		33		34		35		36	
				Ga Gallium 69.723		Ge Germanium 72.63		As Arsenic 74.922		Se Selenium 78.96		Br Bromine 79.904		Kr Krypton 83.798		49		50		51		52	
				In Indium 114.82		Sn Tin 118.71		Sb Antimony 121.76		Te Tellurium 127.60		I Iodine 126.90		Xe Xenon 131.29		81		82		83		84	
				Tl Thallium 204.38		Pb Lead 207.2		Bi Bismuth 208.98		Po Polonium (209)		At Astatine (210)		Rn Radon (222)		87		88		89		90	
				Uut Ununtrium (268)		Fl Flerovium (268)		Uup Ununpentium (268)		Lv Livermorium (268)		Uus Ununseptium (268)		Uuo Ununoctium (268)		95		96		97		98	
				Ununtrium (268)		Flerovium (268)		Ununpentium (268)		Livermorium (268)		Ununseptium (268)		Ununoctium (268)		Am Americium (243)		Cm Curium (247)		Bk Berkelium (247)		Cf Californium (251)	
				Ununtrium (268)		Flerovium (268)		Ununpentium (268)		Livermorium (268)		Ununseptium (268)		Ununoctium (268)		Fm Fermium (257)		Md Mendelevium (258)		No Nobelium (259)		Lr Lawrencium (262)	

Period		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67	
		La Lanthanum 138.91		Ce Cerium 140.12		Pr Praseodymium 140.91		Nd Neodymium 144.24		Pm Promethium (145)		Sm Samarium 150.36		Eu Europium 151.96		Gd Gadolinium 157.25		Tb Terbium 158.93		Dy Dysprosium 162.50		Ho Holmium 164.93	
7		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99	
		Ac Actinium (227)		Th Thorium 232.04		Pa Protactinium 231.04		U Uranium 238.03		Np Neptunium (237)		Pu Plutonium (244)		Am Americium (243)		Cm Curium (247)		Bk Berkelium (247)		Cf Californium (251)		Es Einsteinium (252)	

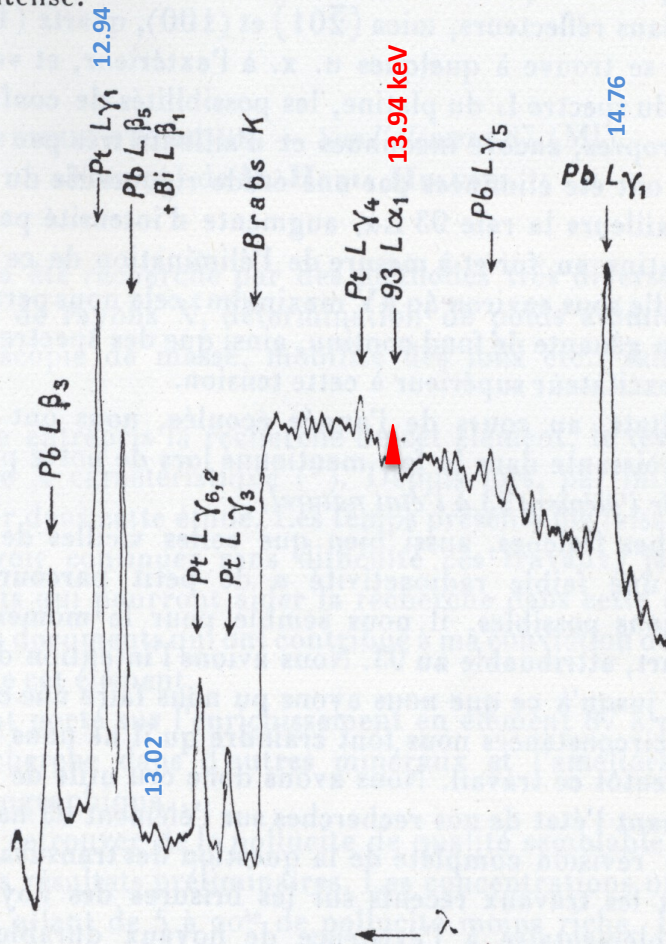
Sq: Hulubei+Cauchois, 1938
+ 1939

Z=93
Sequanium

Np (Neptunium):
McMillan (Berkeley), 1940

(2)

permis de confirmer ainsi l'existence du mazurium. Cependant, un traitement classique sur quelques grammes de molybdénite de Norvège nous donnait un mélange de sulfures dans lequel le rhénium se manifestait par un spectre L intense.



H.Hulubei, Y.Cauchois,
*Comptes rendues des séances
de l'Académie des Sciences,*
t. 209 (1939) p. 476

Radiație X atribuită elementului 93, observată în eșantioane de minereuri din mine de platină, tratate chimic pentru eliminarea platinei, proces care a condus la întărirea acestei radiații.

S-a observat și o ușoară radioactivitate α , ceea ce concordă cu cunoștințele actuale asupra izotopilor Neptuniului.

Revendicarea lui Hulubei-Cauchois (1939) nu a fost luată în seamă, deoarece teoriile care predominau în acea epocă spuneau că dacă elementul 93 există, el nu poate exista în mod natural.

Astăzi se știe ca acest element apare *în natură*, dar este foarte rar: urme în minereurile de Uraniu, ca urmare a fisiunii naturale sau a capturii de neutroni de către Uraniu.

Observat ca atare în 1952 ! Azi: cel mai mult Np în natură provine din exploziile nucleare.

Diferiți cercetători/istorici ai domeniului consideră că Hulubei și Cauchois au observat, într-adevăr, Neptuniul!

Experimentele lui Hulubei și Cauchois au reprezentat modele de precizie și ingeniozitate.

Vicisitudinile războiului (lipsa de informare, lipsa comunicării între cercetători, și chiar distrugerea laboratorului din București) au făcut uneori imposibilă diseminarea rezultatelor lor în cadrul comunității științifice.

Chiar dacă nu li s-a recunoscut *prioritatea descoperirii* elementelor cu numerele de ordine 85, 87, 93, aceste rezultate au rămas printre cele care (uneori chiar primele) au atestat în mod clar **existența în natură a celor trei elemente** (în ciuda cantităților lor extrem de reduse).

Cu tehnicile dezvoltate, H.H. și Y.C. au observat **tranziții atomice și stări de energie ale unui mare număr de elemente.**

(HH & YC: *Table de constantes et données numériques. Constantes sélectionnées. Longeurs d'onde des émissions X et des discontinuités d'absorption X.* Ed. Hermann, Paris 1947)