

Marco Fontani
 Dipartimento di Chimica Organica
 Università di Firenze
 Mariagrazia Costa
 Laboratorio di Ricerca Educativa in Didattica
 Chimica e Scienze Integrate
 Dipartimento di Chimica
 Università di Firenze
 marco.fontani@unifi.it



UN SUCCESSO “TRASMUTATO” IN INSUCCESSO

In quella che fu una vera e propria corsa all'identificazione degli elementi radioattivi i chimici Frederick Soddy, John Arnold Cranston, Otto Hahn e Lise Meitner furono ritenuti gli scopritori del protoattinio (1918). Purtroppo le cose non stavano così.

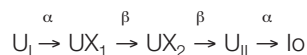
Il Brevio

“Non chiamarla trasmutazione. Ci spiccheranno la testa dal corpo come fossimo alchimisti!” [1]. Così il trentenne Ernest Rutherford (1871-1937) [2] si raccomandava al giovane allievo Frederick Soddy (1877-1856), ma di trasmutazione si trattava e di trasmutazione si sarebbe occupato Soddy per tutto il resto della sua vita.

Soddy sviluppò il rivoluzionario concetto di *isotopia* e di conseguenza predisse che elementi identici, con stesse proprietà chimiche, potessero differire nella massa atomica. In seguito a questa scoperta, nel 1921, gli fu accordato il premio Nobel per la chimica. Soddy si interessò anche di radioattività: teorizzò e dimostrò che la radioattività α o β accompagna una trasmutazione chimica dell'elemento interessato in questo processo fisico.

Dopo la scoperta del radio, del polonio, dell'attinio e del radon alcuni chimici ritenevano che i minerali di uranio potessero contenere celati altri radio-elementi. Era questa l'idea proposta indipendentemente da Alexander S. Russell [3] (1886-1972) e da Kasimir Fajans [4] nel 1912.

Il chimico Kasimir Fajans era nato a Varsavia il 27 maggio 1887. L'anno della vigilia della prima guerra mondiale fu assai promettente per lui; appena ventiseienne, trovandosi a Karlsruhe in Germania, era stato nominato *privatdozent* e aveva intrapreso un delicato lavoro nel campo della radiochimica che era culminato con la pubblicazione di ben sei monografie e la scoperta di un elemento. I lavori di Fajans sull'UX, che in un primo tempo i chimici ritenevano un radio-elemento singolo, rivelarono che esso era una miscela di due radio-elementi: l'UX₁ e l'UX₂. Seguendo la legge dello spostamento chimico, appena enunciata da Soddy, Fajans riuscì a scrivere le prime cascate radioattive della catena dell'uranio 238:



che corrisponde oggi giorno alla seguente serie:



Nel 1913 non era noto alcun elemento radioattivo del V gruppo della

	Group I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Period								
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	?=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59
5	Cu=63	Zn=65	?=68	?=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	?=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106
7	Ag=108	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?DI=138	?Ce=140				
9								
10			?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184		Os=195, Ir=197, Pt=198
11	Au=199	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208			
12				Th=231		U=240		

Tavola periodica di tipo "mendeleeviano" o "compatto", anno 1871

tavola periodica compreso tra il torio e l'uranio. Le tabelle periodiche dell'epoca erano scritte in forma compatta e solo i lantanidi venivano posti al di fuori del corpo centrale della tavola stessa.

Fajans e il ventiquattrenne Ostwald Helmuth Göhring, si accorsero che il materiale indicato come UX dava origine per decadimento al prodotto UX_2 (da allora infatti i chimici presero ad indicare UX con il termine UX_1 ed il prodotto come UX_2) che veniva raccolto su una lastrina di piombo. L' UX_2 mostrava attività β e vita media assai breve, non attribuibile a nessun radio-elemento già noto. La sua natura chimica fu confermata facendolo co-precipitare da una soluzione di ossido di tantalio(V) idrato. Essi rendendosi conto che l' UX_2 andava ad occupare una casella vuota del sistema periodico decisero di battezzare il nuovo elemento [5]. Il nome scelto fu *brevio* [6], la cui etimologia è di facile interpretazione: l'isotopo di questo elemento, scoperto dal giovane chimico polacco e dal suo assistente, aveva una vita media di poco più di un minuto.

Tra la scoperta del *brevio* e lo scoppio della prima guerra mondiale Göhring [7] e Fajans cercarono altri isotopi [8] dell'elemento 91 e tentarono di diffondere il più possibile la loro scoperta. Nel 1914 Göhring fu richiamato al fronte e forse perì nell'immane carneficina: infatti non si trovano più pubblicazioni a suo nome dopo il 1915.

Il lisonio e il lisottonio

Subito dopo l'annuncio della scoperta del *brevio*, Otto Hahn (1879-1968) e la sua collaboratrice austriaca Lise Meitner (1878-1968) si misero sulle tracce di altri isotopi di questo elemento radioattivo. Questa ricerca era concentrata sulla possibilità, poi

confermata, che esistessero isotopi dell'elemento 91 con vita media superiore a quella del *brevio*. Allo scoppio della prima guerra mondiale il trentacinquenne Hahn fu arruolato ma non andò mai al fronte: entrò in quella schiera di chimici che, sotto la guida di Fritz Haber (1868-1934), ottennero i primi gas asfissianti per uso bellico. Lise Meitner tornò nel suo paese natale e prestò il suo aiuto come volontaria, al pari di M.me Curie (1867-1934), nel servizio radiologico. L'esperienza di lavoro la lasciò traumatizzata e nell'ottobre 1916 lasciò il suo impiego all'ospedale militare rientrando a Berlino.

Il rientro nel laboratorio di chimica nel quartiere elegante di Berlino-Dahlem dovette giovare a Lise Meitner, la quale si adoperò per portare avanti le ricerche interrotte da oltre due anni. Con le scarse sovvenzioni del governo imperiale, cercò di mandare avanti le ricerche sull'isolamento di detti isotopi. Finalmente nel gennaio 1917 Hahn ottenne una lunga licenza e così poté tornare nel suo laboratorio. Intanto Lise Meitner aveva messo a punto un metodo di lavoro più preciso di quello utilizzato da Fajans e Göhring per la scoperta del *brevio*.

Da un piccolo quantitativo di pechblenda isolò 2 g di SiO_2 . Vi aggiunse del fluoro tantalato di potassio e solubilizzò la mistura in HF, la fece bollire in acido solforico concentrato e ottenne un precipitato di tantalio e del progenitore dell'attinio.

Per tutto l'anno Meitner e Hahn misero a punto dei test radiochimici per identificare i possibili radio-elementi presenti nei loro campioni. Sul finire dell'anno Lise Meitner si recò a Braunschweig a trovare Friedrich Oskar Giesel (1852-1927) famoso chimico industria-

le che poco dopo André Debierne (1874-1949) aveva scoperto, indipendentemente da quest'ultimo, l'attinio. Giesel era intento a produrre radio metallico per uso terapeutico. Oltre a confrontare i suoi risultati con l'eminente collega, Lise Meitner, si fece promettere un chilogrammo di sali "radiferi", preziosi sottoprodotti della purificazione del radio. Giesel mantenne la parola data e a dicembre con i nuovi campioni di materiale a disposizione, Meitner compì l'ultimo passo verso l'isolamento dell'elemento 91. Il 16 marzo 1918 spedirono un articolo alla casa editrice del *Physikalische Zeitschrift* il cui titolo era: *Die Muttersubstanz des Aktiniums; ein neues radioaktives Element der langen Halbwertszeit*. Con evidente soddisfazione i due scienziati riportarono [9]: "La supposizione che la pechblenda fosse un minerale adatto alla ricerca [di un nuovo elemento] era giustificata. Siamo stati in grado di scoprire un nuovo elemento e abbiamo dimostrato che esso è la sostanza madre dell'attinio. Proponiamo conseguentemente il nome protoattinio".

L'isotopo del protoattinio che scoprirono Meitner e Hahn nell'inverno 1917-1918, ^{231}Pa , ha una vita media molto lunga: circa 32.700 anni. In seguito alla scoperta Meitner trascorse un periodo gravoso di impegni ma, a suo dire, molto piacevole e sia le conversazioni sia lo scambio epistolare con il fisico viennese Stefan Meyer (1872-1949) ne sono testimonianza.

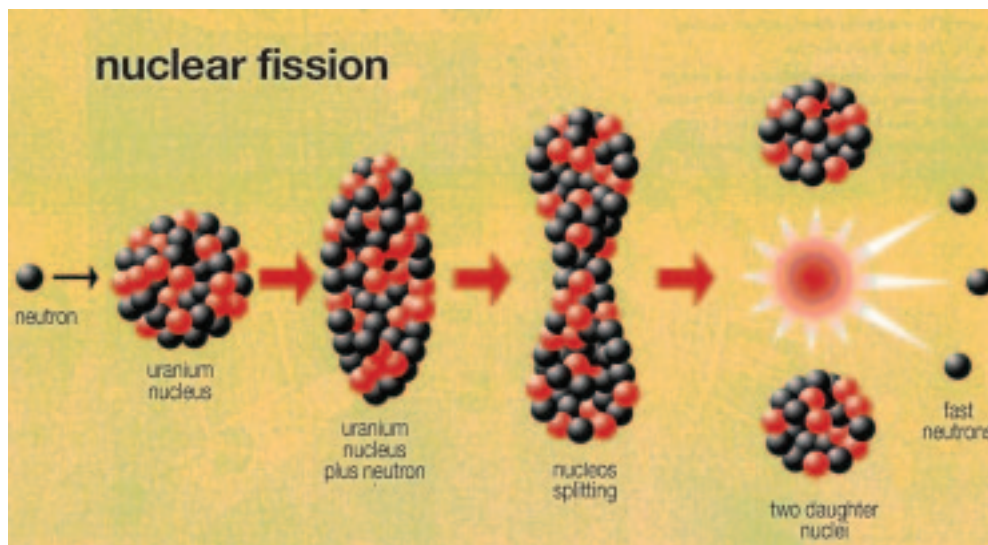
Rispondendo ad una lettera di Meitner, Meyer sottolineò come avrebbe preferito che il 91° elemento portasse il nome *lisonio* o *lisottonio* e simbolo Lo. Le ragioni di questa proposta stanno nei nomi degli scopritori, Lise e Otto, ed il fatto che il fisico viennese avesse pensato a *lisonio* è l'indicazione di quanta parte del lavoro fosse dovuta a Lise Meitner. Poche righe dopo, nella stessa lettera sottolineò come i nomi *lisonio* e *lisottonio*, sebbene più gradevoli, dovessero essere scartati per avere un'accoglienza favorevole da parte di tutta la comunità scientifica. Meyer rivolse infine la sua attenzione al simbolo del nuovo elemento. Egli avrebbe preferito Pn, ripescando la lettera "n" da metà del nome protoattinio analogamente alla lettera "d" nel caso del palladio (Pd). Il suggerimento non fu accolto con favore dalla scopritrice. Nel giugno del 1918 Frederick Soddy e il suo

giovane allievo John Arnold Cranston (1891-1972) pubblicarono due articoli [10] sullo stesso argomento. I loro risultati furono pubblicati con cinque anni di ritardo su quelli di Fajans e tre mesi su quelli di Hahn e Meitner. Infatti Cranston, dopo esser entrato nel laboratorio di Soddy all'Università di Aberdeen, nel 1914 era partito per il fronte francese e, solo all'approssimarsi della conclusione del conflitto, era rientrato in patria e aveva ripreso gli esperimenti lasciati in sospeso tanto a lungo.

Soddy e Cranston avevano trattato un certo quantitativo di pechblenda e avevano poi sublimato una sostanza radioattiva le cui proprietà coincidevano con quelle esposte da Meitner e Hahn. I chimici inglesi, a causa dell'esiguo quantitativo di materiale isola-



Fotografia scattata a Karlsruhe nel 1915: sono riconoscibili, a sinistra in piedi, Ostwald Helmuth Göhring (1889 - ?) e Kasimir Fajans (1887-1975), seduto al centro. In secondo piano Max Ernst Lambert (1891-1925)



to, non furono in grado di descrivere esaurientemente il decadimento radioattivo dell'elemento 91. Per questo motivo e per via del fatto che la loro pubblicazione era posteriore di tre mesi a quella dei colleghi teutonici, molto cavallerescamente riconobbero la priorità del lavoro di Meitner e Hahn [11].

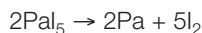
Hahn e Meitner avevano ottenuto un facile successo sul fronte inglese, ma quello interno si rivelò più insidioso. La delicata questione del nome passò al *brevio*. Lo scopritore di questo ultimo elemento, Kasimir Fajans, era nato nella Polonia zarista ma aveva studiato in Germania e lì stava svolgendo la sua attività di ricerca: iniziati gli studi universitari prima a Leipzig poi ad Heidelberg, dove si era addottorato, al termine della guerra lavorava all'università di Monaco di Baviera. Nell'estate del 1918 Hahn andò a trovare il giovane collega Fajans e cercò di far valere il suo diritto di dare il nome all'elemento 91. In virtù dell'usanza in vigore all'epoca il nome di un nuovo elemento radioattivo spettava a colui che scopriva l'isotopo dalla vita più lunga. Formalmente Hahn era nel giusto: il suo isotopo aveva una vita media circa 10 miliardi di volte superiore di quello scoperto da Fajans. Quest'ultimo tuttavia, dal carattere aggressivo e dal temperamento imperioso, non retrocesse immediatamente dalle sue convinzioni, sostenendo di aver scoperto un nuovo radio-elemento, di averne compresa la natura elementare e soprattutto, di aver effettuato e pubblicato le sue ricerche con cinque anni di anticipo. Tuttavia Meyer e Hahn riuscirono a far desistere Fajans dall'intentare una causa di priorità. L'ostinazione e la caparbità di quest'ultimo, fortunatamente non degenerò in aperta ostilità, anzi lasciò un ricordo di ilarità ai colleghi i quali, negli anni, presero confidenzialmente ad indi-

care il ricercatore polacco con il nomignolo di "Casimiro il Grande" [12]. Per ironia della sorte, sebbene la scoperta del protoattinio fosse accettata universalmente, la ricerca dell'origine della catena di decadimento dell'attinio si complicò ulteriormente.

Nel 1921 Otto Hahn [13] scoprì il terzo ed ultimo isotopo naturale del protoattinio, ^{234}Pa , che ha una vita media di 6,7 ore. Il *brevio* ha massa identica (234): è infatti una forma metastabile di quest'ultimo.

Infine, nel 1927 il ventiduenne Aristid Victor Grosse riuscì a prepa-

rare una modestissima quantità di Pa_2O_5 in forma di polvere bianca [14]. Solamente nel 1934 egli riuscì a convertire l'ossido in ioduro dal quale, sotto vuoto e per effetto Joule, sul filamento metallico sul quale il campione era depositato, ottenne l'elemento [15]:



Il radio-brevio e la mancata scoperta della fissione nucleare

Aristid Victor Grosse nacque in Russia il 4 gennaio 1905, passò la sua fanciullezza tra il Giappone e Shanghai; compì i suoi studi all'università di Berlino dal 1922 al 1926. Successivamente lavorò nel laboratorio di Otto Hahn e di Lise Meitner, dove vi rimase fino al 1927. Fu assunto per un breve periodo alla Universal Oil Products Corporation, ma prima della seconda guerra mondiale entrò alla Columbia University di New York e visitò i migliori laboratori del vecchio continente (i Laboratori Cavendish a Cambridge, l'Institut du Radium a Parigi e l'Institut für Chemie der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft a Berlino).

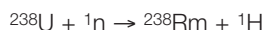
A metà degli anni Trenta studiò con tecniche radiochimiche i presunti elementi transuranici ($Z=93$ e $Z=94$) scoperti da Enrico Fermi (1901-1954) e dai suoi collaboratori [16], per i quali erano stati proposti i nomi di *ausonio* e *esperio* [17]. A Grosse spetta il merito di aver riconosciuto un'analogia nella chimica degli elementi 90, 91 e 92 (torio, protoattinio e uranio) con quella delle terre rare [18]. In seguito a questa scoperta egli si convinse che gli elementi successivi all'attinio fossero una famiglia simile ai lantanidi.



Il futuro cancelliere tedesco Willy Brandt (1923-1992), al centro, ritratto con Lise Meitner e Otto Hahn in una foto del 1959

Differentemente era stato ipotizzato da Hahn e da altri radiochimici, cioè che il torio, il protoattinio, l'uranio, l'*ausonio* e l'*esperio* fossero rispettivamente gli omologhi superiori del *celtio* (afnio), del tantalio, del wolframio, del renio e dell'osmio.

Grosse nel 1934 ripeté gli esperimenti di Fermi. Bombardò l'uranio con neutroni lenti e si accorse che il radioisotopo prodotto, dal tempo di semivita di 13 minuti, indicato dai colleghi di Roma come un isotopo dell'*ausonio*, era semplicemente l'elemento 91 [19]. La reazione da lui proposta era:



Egli volle chiamare il nuovo isotopo dell'elemento 91 con il nome di *radio-brevio*. Infatti seguì la consuetudine introdotta dai coniugi Frédéric Joliot (1900-1858) e Irène Curie (1897-1956) di nominare ogni nuovo isotopo artificiale antepo- nendo il suffisso "radio" al nome dell'elemento generato [20]. Stranamente Grosse, nei suoi articoli, non chiamò mai l'elemento 91 con il nome datogli dagli scopritori Hahn e Meitner (che furono anche i suoi maestri e con i quali aveva collaborato negli anni Venti), ossia protoattinio. Nelle sue pubblicazioni alternò il nome *eka-tantalio* (da lui indicato curiosamente con le lettere Et) a quello di *radio-brevio* (avente per simbo-

lo Rm). In questo modo riconosceva implicitamente il nome *brevio* come autentico per l'elemento 91.

I risultati a cui giunse Grosse, basati essenzialmente su dati chimici, erano errati.

Riconobbe la similitudine del prodotto formatosi (*radio-brevio*) con quella dell'elemento 91. Uno studio del fenomeno dal punto di vista fisico avrebbe impedito di giungere a questa conclusione e gli avrebbe permesso di scoprire, con quattro anni di anticipo su Lise Meitner, la fissione dell'uranio, forse aggiudicandosi il Nobel per la Chimica 1944 che andò invece a Otto Hahn [21]. Nel 1939 lasciò l'incarico universitario alla Columbia

University per entrare a far parte del progetto Manhattan. Ironicamente trovò Enrico Fermi come suo superiore, le cui esperienze di bombardamento neutronico dell'uranio aveva cercato di interpretare. Grosse morì ad ottant'anni nel 1985.

Gli ultimi colpi di coda del brevio

Fino al 1973 la polemica legata alla controversia tra *brevio* e protoattinio sembrava accantonata per sempre. Il nome degli scopritori e la priorità della scoperta dell'elemento 91 sembravano essersi consolidati e accettati da tutti. Ma un latente disappunto e un profondo malessere, covato da Fajans per sessant'anni, esplose in occasione della pubblicazione del necrologio di John Arnold Cranston [22].

Nel 1972 Cranston era morto pacificamente all'età di ottantun'anni, confortato dalla presenza dei cinque figli e dai numerosi nipoti. Era un uomo dal carattere calmo e schivo, ma anche affettuoso e brillante; un talento multiforme associato ad una profonda cultura. Mai si sarebbe potuto immaginare che l'articolo dedicatogli in occasione della sua scomparsa potesse "trasmutarsi" in motivo di disappunto per altri. Invece questo articolo fece infuriare l'ottantaseienne "Casimiro il Grande", il quale dalle pagine di *Nature* [23] rispose puntigliosamente a chi, nell'elogiare la vita e le opere di

Cranston, si era spinto erroneamente ad attribuirgli la scoperta dell'elemento 91: «*There are several discrepancies in the literature concerning the discovery of element 91. For example in a recent obituary of John Arnold Cranston... "in the course of his work he had discovered a new terrestrial element, protactinium - element 91 -"... is misleading*» [24].

Cranston non rivendicò per sé la scoperta dell'elemento 91 finché fu in vita il suo maestro Soddy (1956). In seguito, però, il suo atteggiamento mutò.

In un *colloquium* tenuto al Dipartimento di Chimica dell'università di Glasgow il 26 gennaio 1967 e pubblicato l'anno successivo [25] egli si definì: "*Dr. Cranston was the co-discoverer with Soddy of Protactinium in 1917...*" [26].

Se Fajans fosse giunto a conoscenza di questa forte affermazione,

sarebbe rimasto ancor più furente di quanto non accadesse per il necrologio di Cranston. Tuttavia non fu così.

L'articolo apparso su *Nature* [23] fu l'ultima pubblicazione di Kasimir Fajans ed è triste pensare che questa sua fatica scientifica fosse venata da un forte sentimento di rammarico e di angoscia. Egli sopravvisse altri due anni; il 18 maggio 1975 si spense ad Ann Arbor nel Michigan dove si era rifugiato nel 1936 per sfuggire alla dittatura nazista [27].

La sua vicenda personale [28], sotto certi aspetti tragica, non può non destare dispiacere: timidamente oggigiorno si tende a rivalutare il lavoro di questo chimico, la cui sfortuna più grande non fu il mancato riconoscimento della scoperta del *brevio* ma il fatto di essere stato per buona parte della vita un esule, prima in Germania poi in America.

Bibliografia

- [1] "Don't call it transmutation. They'll have our heads off as alchemists".
- [2] J. Campbell, *Scientist Supreme*, Christchurch, AAS Publications, 1999.
- [3] A.S. Russell, *Chem. News*, 1913, **107**, 49.
- [4] K. Fajans, *Z. Physik*, 1913, **14**, 136.
- [5] K. Fajans, O. Göhring, *Naturwissenschaft*, 1913, **1**, 399; K. Fajans, O. Göhring, *Z. Physik*, 1913, **14**, 877.
- [6] K. Fajans, *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, 1913, **46**, 3492.
- [7] O. Göhring, *Z. Physik*, 1914, **15**, 642; O. Göhring, *Techn. Hochschule Karlsruhe*, 1914; O. Göhring, *Neues Jahrb. Min. Geol.*, 1915, **II**, ref. 15.
- [8] I due ricercatori tedeschi si avvicinarono moltissimo al concetto di isotopo e giunsero a proporre il termine "pleiade" al suo posto, in chiaro riferimento all'omonimo e spettacolare ammasso galattico composto di numerose stelle.
- [9] O. Hahn, L. Meitner, *Physikalische Zeitschrift*, 1918, **19**, 208.
- [10] F. Soddy, J.A. Cranston, *Nature*, 1918, **100**, 498; *Proc. Roy. Soc.*, 1918, **94A**, 384.
- [11] Va ricordato che nel giugno del 1918 il paese di Soddy e Cranston era in guerra con gli Imperi Centrali, luoghi natali di Hahn e Meitner.
- [12] R. Lewin Sime, *Journal Chemical Education*, 1986, **63**, 653.
- [13] Hahn, *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, 1921, **54**, 1131.
- [14] A.V. Grosse, *Ber.*, 1928, **61**, 233; A.V. Grosse, *Journal of the American Chemical Society*, 1930, **52**, 1742.
- [15] A.V. Grosse, *Journal of the American Chemical Society*, 1934, **56**, 2200; A.V. Grosse, *Science* (Washington, DC, United States), 1934, **80**, 512.
- [16] E. Fermi *et al.*, *Nature*, 1933, **133**, 898.
- [17] M. Fontani, M. Costa, P. Manzelli, *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali, Accademia delle Scienze detta dei XL*, 2001, **XXV**, serie V, parte II, tomo II, 433.
- [18] A.V. Grosse, M.S. Agruss, *Journal of the American Chemical Society*, 1935, **57**, 438; A.V. Grosse, *Journal of the American Chemical Society*, 1935, **57**, 440.
- [19] A.V. Grosse, *Physical Review*, 1934, **46**, 241.
- [20] I. Curie, F. Joliot, *Comptes Rendus*, 1934, **133**, 898.
- [21] R. Lewin Sime, *Le Scienze*, 1988, 356; E. Crawford, R. Lewin Sime, M. Walker, *Physics Today*, 1997, **50**(9), 26.
- [22] W.M. Cumming, *Chemistry in Britain*, 1972, **8**, 388.
- [23] K. Fajans, D.F.C. Morris, *Nature*, 1973, **244**, 137.
- [24] In letteratura ci sono diverse discrepanze circa la scoperta dell'elemento 91. Per esempio nel recente necrologio di John Arnold Cranston [l'affermazione]... "nel corso del suo lavoro egli scoprì un nuovo elemento terrestre, il protoattinio - l'elemento 91 -"... è fuorviante.
- [25] J.A. Cranston, *Chemistry in Britain*, 1968, **4**(2), 66.
- [26] Cranston è stato lo scopritore del protoattinio in collaborazione con Soddy nel 1917.
- [27] G.M. Schwab, *Bayerische Akademie der Wissenschaften, Jahrbuch*, 1976, 227.
- [28] J. Hurwic, *Actualite Chimique*, 1976, **1**, 28; J. Hurwic, *Journal of Chemical Education*, 1987, **64**(2), 122.