

35. Alice LEIGH SMITH e Oscar D'AGOSTINO - Nuove radiazioni α nella famiglia del Torio.

Negli ultimi anni è stata esaminata più volte — teoricamente e sperimentalmente — la possibilità di esistenza, nelle tre famiglie radioattive naturali Uranio, Attinio, Torio, degli elementi a numero atomico 87 e 85.

Secondo qualche ipotesi l'elemento 87 si potrebbe formare, per trasformazione β , dall'emanazione del radio (uranio), dell'attinio e del torio; mentre l'elemento 85 si potrebbe ottenere, pure per trasformazione β dal RaA, dall'AcA e dal ThA. L'esame teorico della possibilità di esistenza di questi due elementi e delle loro possibili filiazioni in ciascuna delle tre famiglie radioattive naturali ora ricordate è tuttavia ancora alquanto incompleto e superficiale (1).

Sperimentalmente PEREY (2) afferma di aver trovato l'elemento 87 nella famiglia dell'attinio: VALADARES (3) ritiene pure di aver identificato un isotopo di questo elemento nella famiglia dell'uranio avendo trovato nello spettro γ e X del radon e suoi discendenti delle righe che si potrebbero spiegare con questa ipotesi.

Un isotopo radioattivo artificiale dell'elemento 85 (85^{211}) è stato ottenuto (4) per bombardamento del bismuto con particelle α di 32 M.e.v. L'esame di questo isotopo artificiale ha mostrato (5) che le proprietà dell'elemento 85 — come era teoricamente prevedibile — si discostano alquanto da quelle degli altri alogeni. Il carattere metallico, già sensibile nel suo omologo inferiore, lo iodio, si accentua particolarmente mentre viene assai attenuato il carattere metalloidico: in soluzione nitrica non dà sali insolubili di argento; allo stato elementare sublima facilmente ($< 275^{\circ} \text{C}^{\circ}$) per quanto in misura minore dello iodio; anche la sua solubilità nei comuni solventi organici dello iodio (ad es. tetracloruro di carbonio) è sensibilmente inferiore.

MINDER (6) ha tentato dimostrare, nel deposito attivo del radio, una biforcazione β del RaA con formazione dell'elemento 85; i suoi risultati sono stati però, successivamente (7) dimostrati inesatti. Nondimeno HULUBEI e CHAUCHOIS (8) hanno riconosciuto nello spettro γ e X del radon e suoi discendenti la presenza di righe che hanno attribuito all'elemento 85; i loro risultati sono stati più tardi confermati da VALADARES (9).

LEIGH SMITH e MINDER (10) in un tentativo di separazione dell'elemento 85 dal deposito attivo del torio hanno trovato delle coppie di particelle α della lunghezza tra 5.2 e 7.0 cm., a $15^{\circ}\text{C}^{\circ}$ e 760 mm. di Hg, che hanno attribuito a prodotti di filiazione di questo elemento ottenuto in una trasformazione β primaria del ThA.

I loro risultati sono stati criticati da KARLICK e BERNERT (11) le quali, tuttavia, hanno a loro volta affermato di aver trovato nel deposito attivo del Ra, dell'Ac e del Th gruppi di particelle α di 5.3 cm. 8.0 cm. 6.8 cm., al $15^{\circ}\text{C}^{\circ}$ e 760 mm di Hg, che hanno attribuito risp. agli isotopi 85^{218} ; 85^{215} ; 85^{216} ottenuti per disintegrazione β del RaA, dell'AcA e del ThA.

Nel caso del torio lo schema di filiazione dell'elemento 85 proposto da LEIGH SMITH e MINDER differisce da quello ammesso da KARLICK e BERNERT. Queste ammettono infatti che l'elemento 85 — ottenuto per disintegrazione β primaria del ThA — si trasformi direttamente, per disintegrazione α , in un isomero del ThC ($Z=83$); LEIGH SMITH e MINDER pensano invece che l'elemento 85 si trasformi, per ulteriore disintegrazione β , in un isotopo della emanazione ($Z=86$) che, a sua volta, per disintegrazione α , si trasformerebbe in un isomero del ThC' ($Z=84$): essi ammettono infatti che le due particelle α formanti coppia, da loro osservate, si debbano attribuire una all'elemento 86^{216} , l'altra all'isomero del ThC' da esso derivante.

Il disaccordo sostanziale consiste nel fatto che KARLICK e BERNERT affermano di aver ripetuto le esperienze di LEIGH SMITH e MINDER con una camera di ionizzazione e di non aver trovato traccia delle coppie da questi osservate: inoltre mentre LEIGH SMITH e MINDER indicano per l'elemento 85 una vita lunga — avendo osservato per più giorni in una camera di WILSON le particelle α prodotte, secondo la loro ipotesi, dalla disintegrazione susseguente dell'elemento di partenza (85^{216}), KARLICK e BERNERT indicano, per lo stesso isotopo, una vita di 54 m'', che è praticamente eguale a quella della emanazione del torio (54.5 m'').

Nella presente nota vogliamo riferire sopra nuove esperienze eseguite sull'argomento.

PARTE SPERIMENTALE

Abbiamo impiegato un preparato emanante di RaTh di circa 90 mg. equivalenti costituito da farina fossile imbevuta da una soluzione di cloruri ricca di RaTh; il potere emanante del preparato veniva mantenuto costante mediante periodica immissione — nel recipiente ove era contenuto — di una corrente d'aria a tensione determinata di vapor d'acqua e di acido cloridrico.

Mediante questo preparato abbiamo raccolto il deposito attivo della emanazione attivando, al modo usuale « per recoil », una lamina di platino lucido di circa 6×6 mm.: la durata media della attivazione era di circa 24-48 ore.

Questa laminetta di platino, dopo alcuni minuti dalla fine della sua attivazione — per dar modo alla emanazione eventualmente occlusa di decadere — veniva introdotta in una provetta di vetro di circa 15 cm. di lunghezza e scaldata per 8-10 m' a circa $130^{\circ} \text{C}^{\circ}$ mediante un bagno di olio di vasellina. La provetta era chiusa con un tappo di gomma attraversato da una corta bacchetta di rame la cui estremità esterna era saldata ad un imbuto dello stesso metallo nel quale veniva posto del ghiaccio: l'estremità interna sosteneva una piccola lamina di argento di circa 6×6 mm. Su questa lamina di argento, così raffreddata, venivano raccolti i prodotti volatili ottenuti dal riscaldamento della lamina di platino attivata: essa costituiva il preparato che, subito dopo la fine del riscaldamento, veniva da noi introdotto in una camera di WILSON per osservare le radiazioni emesse dai prodotti eventualmente condensativi.

Lo scopo del trattamento descritto era quello di separare lo elemento 85 — mettendo a profitto la sua relativamente grande volatilità — non tanto dalla supposta sostanza madre — ThA — che ha una vita media di solo 0.14 m'', ma piuttosto dagli altri prodotti di disintegrazione della emanazione del torio dei quali alcuni — ThC e ThC' — emettono pure particelle α . La temperatura da noi scelta per la sublimazione ($130^{\circ} \text{C}^{\circ}$) differisce da quella indicata da LEIGH SMITH e MINDER ($180^{\circ} \text{C}^{\circ}$): abbiamo fatto ciò perchè in prove preliminari abbiamo constatato che il ThC — verosimilmente presente nel nostro deposito attivo sotto forma di cloruro — veniva, durante la sublimazione, in parte volatilizzato e

condensato sul preparato di argento, in proporzione maggiore a $180^{\circ}\text{C}^{\circ}$, sensibilmente inferiore a $130^{\circ}\text{C}^{\circ}$.

Introdotta il preparato di argento nella camera si poteva osservare subito — partenti da esso — un numero relativamente piccolo di particelle α di circa 4.8 e 8.7 cm. a $15^{\circ}\text{C}^{\circ}$ e 760 mm. di Hg, che sono state riconosciute appartenenti rispettivamente al ThC (4.78 cm.) e al ThC' (8.62 cm.) e che, come tali, decadevano normalmente nel giro di poche ore col periodo della sostanza madre ThC ($P=60.5\text{ m}'$).

Dopo qualche tempo dalla introduzione del preparato si poteva osservare anche — nell'ambiente gassoso della camera o da punti di essa differenti da quello dove era il preparato — un numero relativamente più grande di particelle α che nella maggior parte dei casi sembravano essere singole ma che talvolta, nei casi favorevoli (14.2 % circa delle particelle α complessivamente osservate nell'ambiente della camera in tutte le nostre esperienze) apparivano in forma di coppie; in qualche raro caso (0.45 %) qualcuna di queste coppie formava un tripletto insieme ad un elettrone di bassa energia e perciò non attribuibile a conversione interna.

Le particelle α nell'ambiente della camera potevano essere osservate per parecchi giorni anche togliendo il preparato.

Mentre abbiamo potuto osservare e fotografare numerose coppie (158 su 1133 particelle α nell'ambiente della camera) — vedi Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 — per cause accidentali o per condizioni geometriche non favorevoli (la nostra camera non era munita di macchina fotografica stereoscopica) non ci è stato possibile fotografare con eguale evidenza i rari tripletti osservati (5 tripletti su 1133 particelle α) — vedi Fig. 4 —.

La lunghezza di queste particelle nella più parte dei casi non era misurabile per ovvie condizioni geometriche: tuttavia in 15 casi favorevoli, per le particelle apparentemente singole, e in cinque casi, per le particelle formanti coppia, abbiamo trovato particelle α di circa 6.6 cm, a $15^{\circ}\text{C}^{\circ}$ e 760 mm di Hg: in particolare almeno una delle particelle delle coppie, nei cinque casi misurati, era di questa lunghezza.

Oltre a particelle di 6.6 cm. sono state osservate, sempre nell'ambiente della camera, anche pochissime altre particelle α (2 o 3 su 1133), apparentemente singole, di lunghezza maggiore.

DISCUSSIONE DELLA PARTE Sperimentale

La presenza di particelle nell'ambiente della camera, nelle espansioni, potrebbe essere spiegata da osservazioni già fatte.

Tuttavia, potrebbe anche essere spiegata dal fatto l'eventuale potuto dar luogo formate da particelle ($l = 5.06 \text{ cm.}$) e

Questo sospetto sulla natura del preparato emanando dalla presenza di piccole quantità di argento e dalle particelle a più lunghe di 6.6 cm.

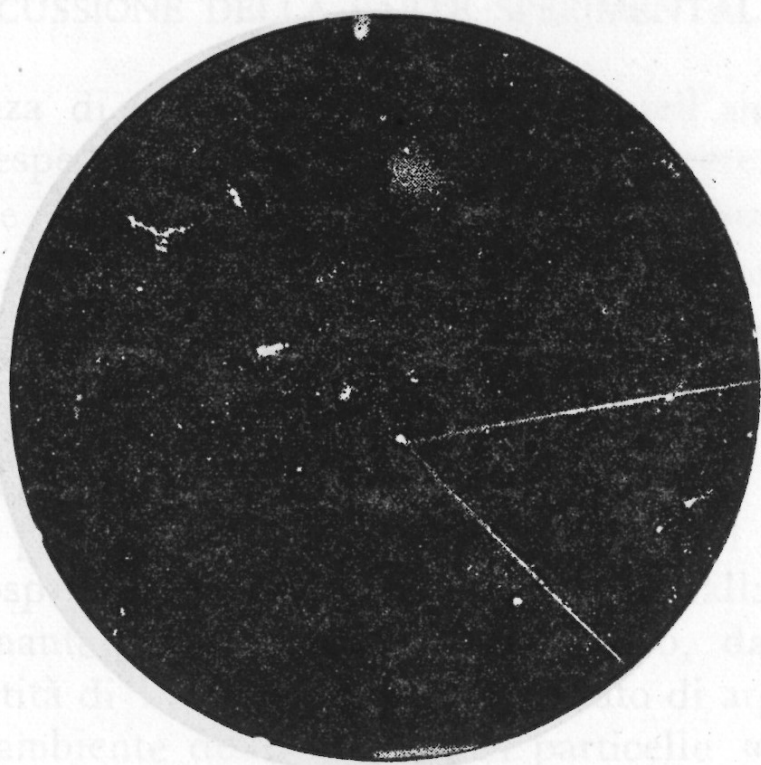


FIG. 1.

Che nel nostro caso si dovesse tener presente solo la possibilità di una contaminazione con RaTh , e non quella di emanazione soltanto, si ricayava dal fatto che nelle nostre esperienze dalla fine della attivazione della lamina di platino alla introduzione nella camera del preparato di argento passavano, di regola, almeno 10-12 m' cioè più di dieci volte della emanazione: inoltre, se il preparato di argento era nella camera soltanto emanazione, fin dalle prime espansioni, molte particelle gassose che avrebbero dovuto comparire in pochi minuti.

La presenza di ThC sul preparato di argento, come accennato, tenendo conto che il preparato emanante di RaTh e di BiCl_3 possiedono una temperatura relativamente basse (come le nostre esperienze, che il ThC presente nel deposito attivo raccolto sulla laminetta di platino, trasferito, durante la sublimazione, sul preparato di argento).

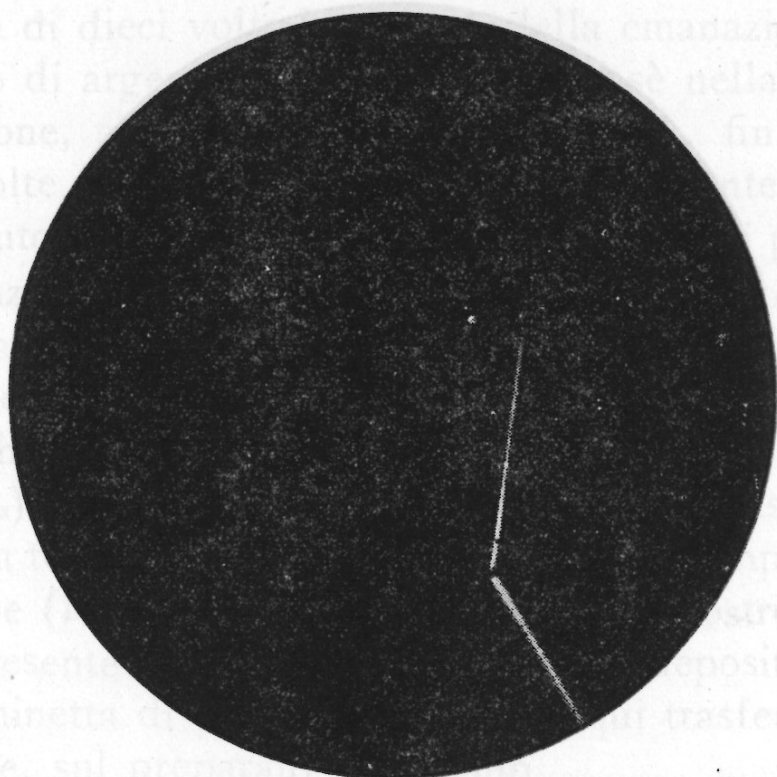


FIG. 2.

Meno facile risulta la spiegazione delle poche particelle a più lunghe di 6.6 cm. osservate nell'ambiente della camera. Esse tuttav-

condensato sul preparato di argento, in proporzione maggiore a 180°C , sensibilmente inferiore a 100°C .

Introdotta la camera si poteva osservare subito — per un campo relativamente piccolo — un numero di particelle α di circa 1760 mm. di Hg, che sono state attribuite al ThC (4.73 cm.) e che cadevano normalmente nella sostanza madre ThC ($P=60$).

Dopo qualche tempo si poteva osservare anche da punti di essa differenti — un numero relativamente piccolo — la maggior parte dei casi sembrava essere formata, nei casi favorevoli (14.3 % circa) da coppie di particelle — osservate nell'ambiente della camera (come le altre esperienze) apparivano in forma di coppie; in un raro caso (0.45 %) qualcuna di queste coppie formava un tripletto insieme ad un elettrone di bassa energia e perciò non attribuibile a conversione interna.

Fig. 3

Le particelle α nell'ambiente della camera potevano essere osservate per parecchi giorni anche togliendo il preparato.

Mentre abbiamo potuto fotografare numerose coppie (158 su 1133) nell'ambiente della camera — vedi Fig. 1; Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 — per condizioni geometriche non favorevoli, la camera non era munita di macchina fotografica, non era possibile fotografare con la camera. Sono stati trovati (5 tripletti su 1133) particelle α di lunghezza maggiore.

La lunghezza delle particelle α nei casi non favorevoli era misurabile in 15 casi, e in cinque casi, per le particelle α trovate particolari in particolare almeno una delle particelle α di questa lunghezza.

Oltre a particelle di 0.5 cm. osservate, sempre, nell'ambiente della camera, anche altre particelle α (2 o 3 su 1133), apparentemente singole, di lunghezza maggiore.

Fig. 4

DISCUSSIONE DELLA PARTE SPERIMENTALE

La presenza di coppie di particelle α nell'ambiente della camera, nelle esperienze da noi eseguite, confermerebbe le osservazioni già fatte in proposito da LEIGH SMITH e MINDER.

Tuttavia la loro presenza, nel nostro caso, potrebbe anche essere spiegata con una eventuale contaminazione con RaTh. Infatti l'eventuale presenza di RaTh sul preparato di argento avrebbe potuto dar luogo a coppie, nell'ambiente gassoso della camera, formate da particelle α della emanazione del torio ($P = 54.5$ m''; $l = 5.06$ cm.) e particelle α del ThA ($P = 0.14$ m''; $l = 5.68$ cm.).

Questo sospetto poteva essere avvalorato dalla natura del preparato emanante di RaTh da noi impiegato, dalla presenza di piccole quantità di ThC e ThC' sul preparato di argento e dalla presenza, nell'ambiente della camera, di particelle α più lunghe di 6.6 cm.

Che nel nostro caso si dovesse tener presente solo la possibilità di una contaminazione con RaTh, e non quella di emanazione soltanto, si ricavava dal fatto che nelle nostre esperienze dalla fine della attivazione della lamina di platino alla introduzione nella camera del preparato di argento passavano, di regola, almeno 10-12 m' cioè più di dieci volte il periodo della emanazione: inoltre, se il preparato di argento avesse portato con sè nella camera soltanto emanazione, si sarebbero dovute osservare, fin dalle prime espansioni, molte particelle α e coppie nell'ambiente gassoso che avrebbero dovuto decadere completamente nel giro di pochi minuti.

La presenza di ThC e del suo prodotto di filiazione ThC' sul preparato di argento si può spiegare, come abbiamo più sopra accennato, tenendo conto della speciale natura del preparato emanante di RaTh da noi adoperato; è noto infatti che il cloruro di bismuto (BiCl_3) e perciò anche il cloruro del suo isotopo ThC, possiedono una tensione di vapore notevole già a temperature relativamente basse (12). Era perciò possibile, nelle nostre esperienze, che il ThC, presente sotto forma di cloruro nel deposito attivo raccolto sulla laminetta di platino, venisse da qui trasferito, durante la sublimazione, sul preparato di argento.

Meno facile risulta la spiegazione delle poche particelle α più lunghe di 6.6 cm. osservate nell'ambiente della camera. Esse tutta-

via potrebbero anche essere attribuite al ThC' : a parte infatti la nota facilità del Po , di cui il ThC' è un isotopo, a dare prodotti volatili in certe condizioni, si può anche ammettere che piccole quantità del cloruro di ThC , presente sul preparato di argento, si siano potute volatilizzare nell'ambiente della camera durante le prime espansioni. Secondo questa ammissione una porzione delle particelle α osservate nell'ambiente della camera verrebbe ad essere attribuita al ThC , il che non è in contrasto con le nostre osservazioni: è ovvio tuttavia ricordare che non è possibile, nella stessa evenienza, attribuire anche al ThC e al ThC' le coppie osservate, non essendo le particelle α emesse da questi due elementi, tra loro, direttamente, geneticamente connesse.

Possibilità analoghe a quelle indicate più sopra per il ThC e il ThC' non sembra si possano ammettere per il RaTh : è noto infatti che il cloruro di torio (ThCl_4) comincia a sublimare solo a temperature intorno a 750°C (13); sembra d'altra parte assai poco probabile la presenza o la formazione, nel nostro preparato emanante di RaTh , di composti di torio più volatili del cloruro, per es. un idruro, tanto più che l'esistenza di un idruro di torio gassoso a temperatura ambiente è molto dubbia (14).

Una possibilità di contaminazione potrebbe essere quella dovuta ad un trasporto meccanico del RaTh : questa possibilità, per quanto sembri poco probabile, non si può tuttavia del tutto escludere tenendo conto che il nostro preparato emanante doveva essere, come si è detto, trattato periodicamente con una corrente d'aria a determinata tensione di vapor d'acqua e di acido cloridrico: esso pertanto emetteva normalmente, a temperatura ambiente, anche vapori di acido cloridrico i quali avrebbero potuto trascinare particelle solide o liquide contenenti RaTh , sulla laminetta di platino durante la sua attivazione, particelle che avrebbero potuto essere trasferite successivamente sul preparato di argento durante la sublimazione.

Contro l'ipotesi di una contaminazione della camera con RaTh starebbero, d'altra parte, i seguenti fatti sperimentali.

Abbiamo attivato direttamente una laminetta di argento, di superficie circa eguale a quella della laminetta di platino usata nelle nostre esperienze, esponendola, con la stessa tecnica, per 40-50 m" al nostro preparato di RaTh . Dopo qualche ora, per far decadere l'emanazione e per non portare nella camera un preparato eccessiva-

mente forte, abbiamo introdotto questo preparato « standard » nella camera ed abbiamo osservato per più giorni il decadimento delle particelle α che partivano da esso: abbiamo constatato che queste particelle decadevano normalmente col periodo della sostanza madre-ThB ($P = 10,6$ h) senza mostrare tracce di RaTh.

Infine la laminetta di platino usata in tutte le nostre esperienze per l'accumulazione del deposito attivo, al termine delle prove, dopo essere stata usata per almeno trenta estrazioni, non mostrava nessuna traccia di RaTh.

Una contaminazione della camera con RaTh, nelle nostre esperienze, risulterebbe pertanto poco probabile per quanto non possa essere del tutto esclusa.

Qualora fosse eliminata completamente questa incertezza sembrerebbe possibile, col metodo indicato da LEIGH SMITH e MINDER, separare dal deposito attivo del torio un prodotto che direttamente o indirettamente, attraverso trasformazioni successive, emette coppie di particelle α una delle quali sembra avere una lunghezza differente da quella delle particelle α emesse dai componenti finora noti della famiglia del torio.

Ci ripromettiamo in una seconda nota di riferire su altre esperienze atte ad eliminare l'incertezza dei risultati da noi fino ad oggi ottenuti.

Roma - Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di fisica.

RIASSUNTO

Sono stati ripetuti, secondo il metodo indicato da LEIGH SMITH e MINDER, i tentativi di separazione dell'elemento 85 dal deposito attivo del torio usando un preparato di RaTh di circa 90 mg. equivalenti.

Dai dati sperimentali raccolti risulterebbe possibile, a partire dal deposito attivo, ottenuto con questo preparato in una lunga accumulazione, separare, per sublimazione a 130° C° un prodotto che, direttamente o indirettamente, attraverso trasformazioni successive, emette coppie di particelle α una delle quali sembra avere una lunghezza differente da quella delle particelle α emesse dai componenti finora noti della famiglia del torio.

Per quanto l'esame critico delle condizioni sperimentali usate lo facciano apparire poco probabile non è tuttavia completamente escluso il dubbio che le coppie osservate non possano essere spiegate in una maniera differente: gli autori pertanto si riservano di riferire su altre esperienze atte ad eliminare questa incertezza.

RESUMÉ

On a répété, suivant la méthode indiquée par Leigh Smith et Minder, les tentatives de séparation de l'élément 85 du dépôt actif du thorium, en utilisant une préparation de RaTh d'environ 90 mg-équivalentes.

D'après les données expérimentales recueillies, il paraît possible, à partir du dépôt actif obtenu avec la préparation susdite par une longue accumulation, de séparer, par sublimation à $130^{\circ}\text{C}^{\circ}$, un produit qui, directement ou indirectement, par une suite de transformations successives, émet des couples de particules α , dont l'une paraît avoir une longueur différente de celle des particules α émises par les composant connus jusqu'ici de la famille du thorium.

Bien qu'il paraisse peu probable d'après un examen critique des conditions expérimentales employées, il n'est pas, toutefois, à exclure entièrement le doute que les couples observées ne puissent être expliquées d'une façon différente; les auteurs se réservent donc de rapporter les résultats d'espériences ultérieures qui puissent éliminer cette incertitude.

SUMMARY

In this investigation attempts have been renewed, following the method used by Leigh Smith and Minder, for separating element 85 from the active deposit of thorium by using a RaTh preparation of about 90 mg-equivalents.

From the collected experimental data it seems possible, starting from the active deposit obtained from the above preparation after long accumulation, to separate, through sublimation at $130^{\circ}\text{C}^{\circ}$, a product which, either directly or indirectly, through successive transformations, emits pairs of α -particle, one of which seems to have a length different from that of the α -particles emitted by the hitherto known components of the thorium family.

Improbable as it appears from a critical examination of the used experimental conditions, a doubt, however, is not wholly excluded that for the observed pairs of α -particles a different explanation might eventually be given; therefore, the Authors propose to report the results of further experiments that may possibly eliminate this uncertainty.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach der von Leigh Smith und Minder angegebenen Methode wurden die Versuche wiederholt, als Element 85 vom aktiven Niederschlag des Thoriums durch Anwendug eines RaTh Präparates von ca. 90 mg. equivalent, zu trennen.

Aus en gesammelten praktischen Ergebnissen geht hervor, dass es möglich sein soll, aus dem aktiven Niederschlag, welcher aus diesem Präparat bei langer Akkumulation erhalten wurde, durch Sublimation bei 130° C. ein Produkt auszuscheiden, welches mittelbar oder unmittelbar, durch aufeinander folgende Umwandlung α Teilchen paare aussendet, wovon eines davon scheinbar eine andere Länge hat, als jene der α Teilchen, welche aus den bisher bekannten Komponenten der Thoriumfamilie ausgesendet werden.

Obwohl die kritische Prüfung der angewandten experimentellen Bedingungen es als wenig wahrscheinlich erscheinen lassen, ist es dennoch zweifelhaft, ob die beobachteten Paare nicht in anderer Weise erklärt werden können; die Verfasser behalten sich vor, über andere Untersuchungen zu berichten, die es ermöglichen diese Ungewissheit zu beseitigen.

BIBLIOGRAFIA

- 1) L. A. TURNER, *Physic. Rev.*, 57, 157 (1940); 58, 181 (1940).
F. STRASSMANN *Naturw.*, 29, 492 (1941).
- 2) M. PEREY, *Journ. de Phys. et Le Radium*, 10, 435 (1939).
M. PEREY et M. LECOIN, *Ibidem*, 10, 439 (1939).
- 3) M. VALADARES, *Rend. Ist. Sup. di Sanità*, 3, 953 (1940); 4, 713 (1941).
— *Rend. Acc. d'Italia*, 2, 351 (1940); 2, 1049 (1941).
- 4) D. R. CORSON, K. R. MACKENZIE, E. SEGRÈ, *Physic. Rev.*, 57 1087 (1940).
- 5) Gli stessi, *Ibidem*, 57. 1087 (1940).
- 6) W. MINDER, *Helvet. Phys. Acta*, 11, 497 (1938); 13, 144 (1940).
- 7) H. LABHART u. H. Medicus, *Helvet. Phys. Acta*, 16, 225 (1944).

- 8) H. HULUBEI, Y. CHAUCHOIS, C. R. Acad. Scient., 209, 39 (1939).
- 9) M. VALADARES, Loc. cit.
- 10) A. LEIGH-SMITH, W. MINDER, Nature, 150, 767 (1942).
- 11) B. KARLICK, T. BERNERT, Naturw., 30, 685 (1942); 31, 298 (1943).
— Zeit. f. Phys. 123, 51 (1944).
- 12) F. HENRICH Chem. u. Chem. Techn. Radioaktiver St., Berlin, Springer, 1918, p. 270.
- 13) P. PASCAL, Traité de Chim. Min., Paris, Masson, 1932. T. XI, p. 280.
- 14) A. KLAUBER, J. M. METTENHEIM, Zeit. anorg. Chem., 113, 306 (1920).
E. SCHWARZ, E. KONRAD, Ber., 54 B, 2122 (1921).