

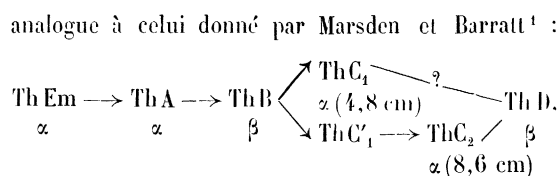
MÉMOIRES ORIGINAUX

Sur les nombres et les parcours des particules α émises par l'émanation et le dépôt actif du thorium

Par T. BARATT

[Laboratoire de Physique. — Université de Londres.]

1. **Introduction.** — Des expériences de Bronson¹ et de Geiger et Marsden² ont montré que le nombre total des particules α de l'émanation du thorium et de son dépôt actif en équilibre est environ trois fois celui du dépôt actif seul, ou que le nombre relatif à l'émanation du thorium est double de celui du dépôt actif en équilibre avec cette émanation; ces expériences concernent toutes le dépôt actif *global*; il n'a pas encore été publié jusqu'à présent de résultats établissant une relation entre le nombre des particules α provenant de tous les produits et les nombres relatifs à un *seul* produit de la série. Si les Th C₁ et Th C₂ [suivant la notation proposée par Rutherford et Geiger, *Philosophical Magazine*, 22 (1911) 621] sont supposés être en ligne directe de descendance, les expériences qui viennent d'être rappelées indiqueraient que l'émanation du thorium donne quatre particules α pour chaque particule α unique du Th C₁ et du Th C₂. Les expériences de Geiger et Marsden³, indiquaient que l'« émanation du thorium » se compose réellement de l'émanation propre et d'un produit à vie courte, aujourd'hui désigné par Th A, d'une période de désactivation de 0,145 seconde. Ceci exigerait encore que le Th Em et le Th A émettent chacun deux particules α pour une du Th C₁ ou Th C₂. Diverses considérations ont conduit Rutherford et Geiger à supposer que le Th C₂ n'était pas directement dérivé de Th C₁, et Marsden et l'auteur⁴ ont trouvé finalement que cette supposition était correcte en montrant que le nombre des particules α du Th C₂ est plus grand que celui du Th C₁ en équilibre avec lui, ces nombres étant dans le rapport de 65 à 55. Si donc, le Th Em et le Th A donnent chacun le même nombre de particules que les Th C₁ et Th C₂ réunis, on peut faire un schéma de désintégration



en d'autres termes, les Th C₁ et Th C₂ font partie de deux branches différentes issues d'une origine commune Th B (autrefois Th A). Les résultats cités plus haut, ne sont pas cependant suffisants en eux-mêmes pour établir la totalité des conclusions. Par exemple, si « l'émanation du thorium » se compose de trois produits, émettant chacun le même nombre de particules que le Th C₂ (c'est-à-dire 65 pour chaque et 55 pour Th C₁) nous devons avoir

$$\frac{\text{Nombre de particules } \alpha \text{ de l'émanation et du dépôt actif}}{\text{Nombre de particules du dépôt actif seul}} = \frac{295}{100}$$

en accord étroit avec les nombres de Bronson et Geiger et Marsden. D'un autre côté, des expériences publiées récemment par Miss Leslie⁵ amènent à la conclusion que « l'émanation du thorium » donne quatre particules α . Les expériences présentes concernent en conséquence une exacte détermination :

1° du nombre relatif des particules α émises par chacun des quatre produits Th Em, Th A, Th C₁ et Th C₂;

2° des « parcours » des particules α de ces mêmes quatre produits.

2. **Dispositif.** — Un mélange d'air et d'émanation de thorium était conduit au travers d'une boîte peu profonde A B (fig. 1) de 1 mm. de profondeur, dont la surface arrière était en verre et la surface

1. *Phil. Mag.*, 16 (1908) 291.

2. *Phys. Zeitschr.*, 11 (1910).

3. *Loc cit.*

4. MOSELEY et FAJANS, *Phil. Mag.*, 22 (1911) 629.

5. *Proc. Phys. Soc.*, 1911 50-51.

avant en cuivre. Une ouverture circulaire, M, dans la surface avant, de 1 cm. environ de diamètre, était recouverte de mica d'une épaisseur équivalente à

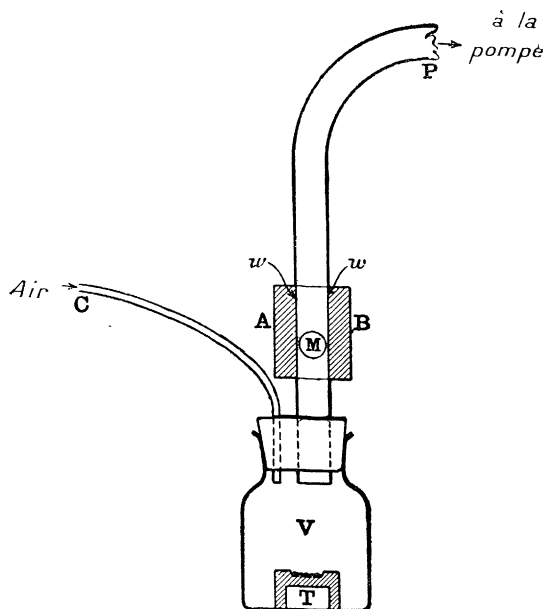


Fig. 1.

4,65 cm. d'air. (Dans quelques expériences, des épaisseurs de mica respectivement équivalentes à 0,6, 1,3 et 2,5 cm. d'air ont été employées, sans qu'on ait constaté une différence appréciable dans les résultats). Des diaphragmes de différentes surfaces connues pouvaient être placés sur M, de telle sorte que le nombre des particules à distance plus grande pouvait être rendu approximativement égal à celui relatif à des parcours plus petits. L'émanation de 2 mmgr. de mésothorium¹ en T était intimement mélangée à de l'air rentrant en C, et traversait l'appareil avec une vitesse qu'on pouvait faire varier dans de larges limites par le réglage de la vitesse d'écoulement de l'eau dans la pompe Bunsen reliée au tube P. Un microscope, glissant le long d'une échelle millimétrique à vernier, portait exactement dans son plan focal un écran au sulfure de zinc, et on déterminait le nombre n des scintillations par seconde, observées à différentes distances d de l'écran à sulfure de zinc au mica. La valeur d^2n était alors prise comme proportionnelle au nombre des particules α à la distance définie d .

Un appareil de forme spéciale, utilisé dans l'expérience où on appliquait un champ électrique (voir paragraphe 4) était constitué par une boîte peu profonde d'environ 5 mm. de profondeur, semblable à AB de la fig. 1, si ce n'est que la surface arrière était en cuivre, était munie d'une extrémité en

cuivre et était séparée de l'avant par des cales d'ébonite à faible tranche, autour desquelles étaient posés sur les parties d'ébonite, face à la boîte, deux fils de cuivre ww . Le pôle négatif d'une batterie d'environ 500 volts était relié à ces fils (qui étaient placés en dehors de la ligne joignant l'ouverture M au microscope), le pôle positif était relié à l'extrémité de cuivre de la partie postérieure de la boîte. On a trouvé, comme dans les expériences de Geiger¹ sur l'émanation de l'actinium, qu'une fraction considérable des particules α (en accord avec les observations de Rutherford relatives à la nature positive de la charge des atomes des dépôts actifs) était prise par les fils négativement chargés quand l'émanation du thorium traversait l'appareil.

5. Expériences avec le dépôt actif seul. —

Le mésothorium était maintenu en place pendant des temps variant de 24 à 72 heures pour permettre au dépôt actif d'atteindre approximativement l'équilibre; on le retirait ensuite et on faisait les déterminations indiquées plus haut. Les résultats obtenus ont été en parfait accord avec ceux de Marsden et l'auteur², montrant que :

1° le nombre des particules α du Th C₂ est 4,8 fois celui du Th C₁;

2° les « parcours » des particules α du Th C₁ et Th C₂ sont respectivement 4,8 cm et 8,6 cm., les parcours ayant été corrigés de la température et de la pression, de façon à ramener les résultats aux valeurs équivalentes pour la pression de 76 cm. et la température de 0°C.

4. Expériences avec l'émanation du thorium seule. — Le mélange d'air et d'émanation

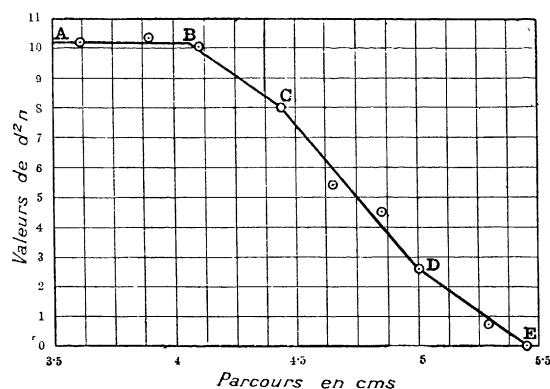


Fig. 2.

était sollicité au travers de l'appareil, en l'absence de tout dépôt actif à l'intérieur de l'appareil. On faisait des mesures à différentes distances comme aupara-

1. Ce produit avait été très obligeamment prêté par M. Glew qui fournit aussi les écrans à sulfure de zinc employés.

1. *Phil. Mag.*, 22 (1911) 201.

2. *Loc. cit.*

vant, en introduisant des corrections relativement à la croissance du ThC_1 et ThC_2 pendant la durée (ordinairement deux à trois heures) de l'expérience complète. A cet effet, on renversait quelquefois le sens de la direction du courant d'air au travers de AB, et on comptait le nombre de scintillations dû au dépôt actif à différentes étapes; d'autres fois, on ne faisait qu'une mesure de ce nombre —, à la fin de l'expérience —, et on tenait compte du dépôt actif par la connaissance de la vitesse de croissance du ThC_1 et du ThC_2 .

L'une des courbes ainsi obtenues est représentée sur la figure 2 et indique que le parcours maximum de l'émanation du thorium (+ ThA) est de 5,4 cm, ce qui est en bon accord avec le parcours habituellement admis (5,5 cm) pour le Th. Em. (Hahn, *Phil. Mag.*, 1906).

Il est important de remarquer dans cette courbe que la « baisse » commence (en B) à une distance équivalente à environ 4 cm du mica, tandis que, dans le cas du dépôt actif seul, elle commence à environ 5,8 cm. Dans ce dernier cas le « parcours » du produit examiné est 4,8 cm. de sorte que la courbe en question indique la présence de particules α de parcours 5,0 cm.

Plus loin, au point C (distance 4,4 cm), un gradient plus rapide est représenté, montrant qu'un autre produit manifeste un effet. De D à E la descente est moins brusque, indiquant que cette portion n'est due qu'au second produit. On ne voit pas qu'il existe un troisième ou quatrième produit.

Dans les expériences où on utilisait l'appareil sous sa seconde forme, telle qu'elle est décrite au paragraphe 2, on faisait des mesures à différentes distances (1) en l'absence de champ électrique, (2) en présence de ce champ. Les résultats de l'une de ces expériences sont mentionnés dans le tableau I :

Tableau I.

(1) Parcours (cm) . . .	5.5	4.0	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.5
(2) d^2n sans champ . .	15.26	11.86	7.52	5.55	2.96	1.79	1.18	0
(3) d^2n avec champ . .	8.67	7.43	3.52	2.62	1.06	0.478
(4) Th A dévié . . .	4.59	4.45	3.80	2.95	1.90	1.512
(5) Th A total . . .	6.65	6.41	5.48	4.24	2.74	1.90	1.18	0
(6) Th Em. total . . .	6.65	5.45	1.84	1.51	0.22	0	0	0

Les seconde et troisième lignes étaient obtenues expérimentalement. Les nombres de la quatrième étant la différence entre les valeurs de « d^2n » avec et sans champ électrique, représentent le nombre de particules α déviées de l'orifice central par l'application du champ. En supposant qu'à la distance de

5,5 cm des nombres égaux ($= \frac{15.26}{2}$) de particules α de l'émanation du thorium et du ThA étaient émis, il est évident qu'une fraction $\frac{4.59}{6.65} = 0.69$ particules émises par le ThA était captée par les fils chargés négativement. En prenant cette fraction à tous les parcours on obtient les nombres de la cinquième ligne pour les nombres relatifs de scintillations dues aux particules α du ThA. En retranchant ce nombre du nombre total de particules au parcours considéré, on obtenait le nombre équivalent de particules α émises par l'émanation du thorium (ligne 6). On pouvait alors figurer les courbes donnant les nombres relatifs de particules de ThEm et du ThA à différentes distances. Deux de ces courbes (correspondant aux nombres donnés dans le tableau I) sont représentées sur la figure 5.

Cette figure montre que le parcours maximum des particules α de l'émanation du thorium est 5.0 cm,

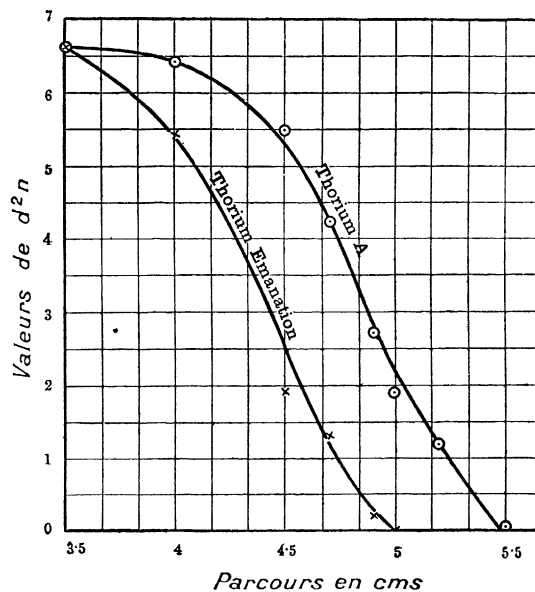


Fig. 5.

ce qui est le résultat entrevu par les expériences préliminaires. Vers la fin du parcours, les scintillations sont très faibles et peuvent être facilement inaperçues, mais il n'y a pas de doute que les courbes représentent très bien la fin du parcours. Dans cette série d'expériences, on a trouvé que la fraction maximum du nombre total des particules qui pouvaient être attirées par les fils chargés négativement n'était que d'environ 0,55, même quand on appliquait un champ de 700 volts.

Il est, de plus, de toute évidence que l'émanation ne donne que deux séries de particules α , car Geiger¹ a obtenu des résultats du même ordre de grandeur dans le

1. *Loc. cit.*

cas correspondant pour l'Act Em et l'Act A., où il n'est pas question de plus de deux produits. Une autre confirmation à ce sujet est donnée par les expériences sur les lois de probabilité appliquées à l'émission de particules α par Marsden et Barratt¹, où un très bon accord était obtenu entre la théorie et l'expérience d'après les hypothèses (1) qu'il y avait seulement deux produits (Th Em et Th A) et (2) que ces produits donnaient un même nombre de particules α .

5. Expériences avec l'émanation du thorium et le dépôt actif du thorium en équilibre. — Le mésothorium ayant été maintenu en place avec un courant constant d'émanation à travers l'appareil (le robinet était en relation avec une citerne dans le toit) jusqu'à ce que l'équilibre fût établi, on comptait le nombre de scintillations comme auparavant. Les résultats sont en bon accord avec les hypothèses suivantes :

Si (a) Th Em donne 100 particules α de parcours 5.0 cm,

(b) Th A donne 100 particules α de parcours 5.4 cm,

(c) Th C₁ donne 55 particules α de parcours 4.8 cm,

Et (d) Th C₂ donne 65 particules α de parcours 8.6 cm.

Une expérience a donné les résultats suivants (tableau II).

Tableau II.

Parcours (cm).	5.5	5.7	4.0	4.5	4.5	4.8	5.0	5.2	5.5	6.0	6.5	8.6
d^2n	6.20	6.05	4.95	4.17	5.76	2.95	1.95	1.80	1.44	1.58	1.55	0.0

La courbe de la figure 4 représente d^2n en fonction du « parcours » corrigé. La partie EF de la courbe intéresse seulement les particules du Th C₂, et ses ordonnées ont pour valeur 1,55. La partie AB mesure le nombre des particules des Th Em, Th A, Th C₁ et Th C₂ et la valeur de ses ordonnées est 6,0. Donc on a :

$$\frac{\text{Nombre des particules du ThC}_2}{\text{Nombre des particules des quatre produits}} = \frac{67,5}{500}$$

ce qui est en bon accord pour la fraction obtenue $\left(\frac{65}{500}\right)$ d'après l'hypothèse suivant laquelle les Th Em

1. *Loc. cit.*

et Th A donnent chacun 100 particules, le Th C₁, 55 et Th C₂, 65. La forme de la courbe conduit aussi, à la

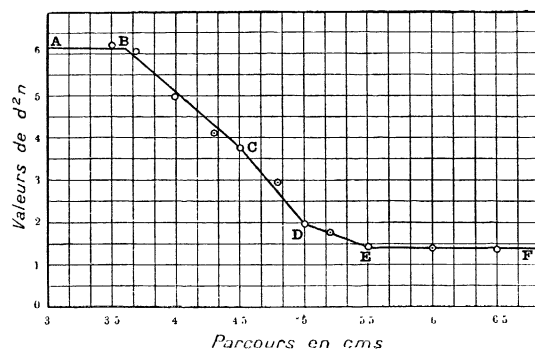


Fig. 4.

conclusion indiquée plus haut, que l'« émanation » ne comprend que deux produits.

Lorsque les logarithmes des parcours obtenus dans les expériences actuelles sont représentés en fonction des logarithmes des constantes de transformation correspondante, suivant la méthode de Geiger et Nuttall¹ on obtient une ligne droite qui est approximativement parallèle à celles qu'ils donnent pour les familles du radium et de l'actinium, apportant ainsi une confirmation nouvelle de la précision des déterminations. Les résultats s'accordent bien aussi avec une formule, $\log \lambda = a + bv^n$, récemment donnée par Swinne dans laquelle λ est la constante de transformation, a et b , des constantes, v , la vitesse initiale des particules α et n la valeur 1 ou 2.

Résumé. — Les nombres relatifs des particules α des Th Em, Th A, Th C₁ et Th C₂ et leur parcours

sont les suivants :

- Th Em, 100 particules de parcours 5,0 cm.
- Th A, 100 particules de parcours 5,4 —
- Th C₁ 55 particules de parcours 4,8 —
- Th C₂ 65 particules de parcours 8,6 —

Les expériences décrites dans la présente note ont été effectuées à « East London College » et à « Wandsworth Technical Institute », et je remercie les directeurs de ces Instituts et le professeur C. H. Lees pour leur amabilité à mettre les ressources de ces laboratoires à ma disposition.

[Manuscrit reçu le 10 mars 1912.]

1. *Phil. Mag.*, **22** (1911) 615.
2. *Phys. Zeitschr.*, (1912) 14-21.