

fließen. Sofort beginnt die Einwirkung. Der Kolbeninhalt erwärmt sich stark; anfangs zumeist grün, färbt er sich nunmehr dunkel; nach 5—10 Minuten konnte man annehmen, daß die Reaktion beendet sei. Schon bei der ersten Destillation erhält man 2 Fraktionen.

1) Von 60—80°, 14.9 g. 2) Von 80—120°, 23 g.

Der Rest beträgt 3.6 g. Aus der 2. Fraktion wurde nach wiederholtem Destillieren reines Acetal isoliert mit dem Sdp. 114°.

Darstellung des Monochloraceton-acetals  
(bisher noch unbekannt).

Zur Reaktion wurden angewandt 28 g Chloraceton (Kahlbaum), 44.4 g Orthoameisensäureester, 35 g Alkohol unter Zusatz eines halben Tropfens konzentrierter Schwefelsäure. Die Flüssigkeit färbte sich nach einiger Zeit gelb. Am zweiten Tage wurde dieselbe intensiv rot, und der stechende Chloracetongeruch verschwand. Nach der Trennung wurden 40 g eines farblosen Produktes erhalten, von angenehmem Geruch, Sdp. 57° bei 12 mm, 162—163° bei gewöhnlichem Druck (ohne Korrektion),  $d_0^{14} = 1.0002$ . Die Analyse ergab, daß ein ganz reines Acetal des Monochloracetons entstanden war.

0.4962 g Sbst.: 0.4181 g AgCl. — 0.4306 g Sbst.: 0.3623 g AgCl.

Daraus berechnen sich 20.84 und 20.81% anstatt der theoretischen 21.32% Cl, nach der Formel  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 \cdot \text{CH}_2\text{Cl}$ . Die Ausbeute betrug ca. 90% der theoretischen Menge.

Mit dieser Mitteilung will ich mir das Recht für die weitere theoretische Bearbeitung der zur Darstellung von Acetalen durch Einwirkung von Orthoameisensäureester auf Ketone bei Gegenwart von Alkohol und starken Mineralsäuren dienenden Reaktion vorbehalten.

Nowo Alexandria (Rußland), 8. Juli 1907.

#### 464. Otto Hahn: Über die Strahlung der Thoriumprodukte.

[Mitteilung aus dem Chemischen Institut der Universität Berlin.]

(Eingegangen am 11. Juli 1907.)

In einer unlängst in diesen Berichten erschienenen Mitteilung über »ein neues Zwischenprodukt im Thorium«<sup>1)</sup> habe ich kurz über Versuche berichtet, die zu dem Ergebnis geführt hatten, daß der Zerfall des Thoriums in das Radiothorium nicht unmittelbar vor sich geht; daß vielmehr zwischen beiden ein weiteres Produkt existiert, das im Gegen-

<sup>1)</sup> Diese Berichte **40**, 1462 [1907].

satz zum Radiothorium keine  $\alpha$ -Strahlen aussendet, in seiner Lebensdauer diesem aber überlegen ist. Für die Zerfallskonstante des Radiothoriums gab ich dabei ungefähr zwei Jahre<sup>1)</sup>, für die des neuen Produkts schätzungsweise 7<sup>2)</sup> Jahre an.

Die weiteren Versuche haben nun die Existenz des Zwischenprodukts vollkommen bestätigt, so daß ich in der Folge den vorgeschlagenen Namen Mesothorium dafür gebrauchen werde. In der erwähnten Mitteilung gab ich an, daß bei der technischen Herstellung des Thoriumnitrats das Mesothorium vom Thor abgetrennt wird, das Radiothor dagegen nicht. Es erfolgt dann eine Abnahme der Aktivität, weil das Radiothorium zerfällt. Nach einigen Jahren wird ein niedrigster Stand erreicht, und dann nimmt die Aktivität wieder langsam zu, da mit dem zurückgebildeten Mesothorium auch wieder neues Radiothorium entsteht.

Die exakte Verfolgung der skizzierten Verhältnisse ergab nun Unterschiede in den Aktivitätsbefunden, je nachdem die  $\alpha$ -Strahlen oder die Emanation oder schließlich die  $\beta$ -Strahlen zum Vergleich herangezogen wurden.

Es ließ sich hieraus der Schluß ziehen, daß außer dem Radiothor und seinen Abkömmlingen auch die ersten Glieder der Thoriumreihe Strahlen aussenden, und dieser Schluß konnte teils auf indirektem, teils auf direktem Wege bewiesen werden.

Was die  $\alpha$ -Strahlen anlangt, so nahm man früher in den Thoriumprodukten vier verschiedene Sorten an. Vor der Abscheidung des Radiothors wurden diese verteilt auf das Thorium, Thorium X, die Emanation und Thorium B. Dann wies ich nach, daß das Radiothorium  $\alpha$ -Strahlen aussendet, und folgerte daraus, daß das Thorium selbst wohl strahlenlos sei; denn die von Rutherford und Soddy untersuchten, aus Thor nicht abtrennbaren 25 %  $\alpha$ -Aktivität wurden ja augenscheinlich durch das Radiothorium gedeckt.

Die von verschiedenen Seiten erschienenen Mitteilungen über sog. inaktives Thorium fanden hierbei auch eine befriedigende Bestätigung, indem man annehmen konnte, daß bei den untersuchten Präparaten, wenn sie wirklich Thorium vorstellten, aus irgend einem Grunde das Radiothorium abgetrennt war.

Ein fünftes  $\alpha$ -Strahlenprodukt fand ich dann in dem aktiven Niederschlag des Thors; es ergab sich nämlich, daß der bis dahin als Tho-

<sup>1)</sup> Noch kurz vor meiner Mitteilung erschien von G. A. Blanc — *Lincei rend.* **16**, 261 [1907] — eine Arbeit »Über die Zerfallskonstante des Radiothoriums«, in der der Wert 737 Tage angegeben wird. Leider konnte mir für eine Bezugnahme die Mitteilung nicht rechtzeitig zugänglich werden.

<sup>2)</sup> Der Wert 7 Jahre ist augenscheinlich zu hoch gegriffen.

rium B bekannte Körper komplexer Natur ist und zwei Sorten von  $\alpha$ -Strahlen aussendet. Die Träger dieser Strahlen wurden als Thorium B und Thorium C bezeichnet.

Jetzt bin ich zu dem Schlusse gekommen, daß noch eine sechste Sorte von  $\alpha$ -Strahlen existiert, indem nämlich das Thorium selbst und nicht nur das Radiothor  $\alpha$ -Partikeln emittiert.

Der Beweis hierfür geschah zwar nur auf indirektem Wege, doch führten drei verschiedene Wege zu einem gleichen Resultat.

Die angewandten Methoden waren:

1. Vergleich der Aktivitäten verschieden alter Thorpräparate durch die Wirkung der  $\alpha$ -Strahlen und der Emanation.

Die Unterschiede in der Emanationswirkung sind größer als die der  $\alpha$ -Strahlen, da die Aktivität des Thoriums selbst als konstante Größe sich den Messungen der  $\alpha$ -Strahlen, nicht aber denen der Emanation zuaddiert.

2. Herstellung thorium-X-freier Thorpräparate verschiedenen Alters.

Die nicht abtrennbare  $\alpha$ -Aktivität setzt sich aus zwei Größen zusammen, der konstanten Aktivität des eigentlichen Thors und der Aktivität des Radiothors. Ist dieses mit seinen Zerfallsprodukten im Überschuß vorhanden — wie es bei neuen Thorpräparaten der Fall ist —, so wird mit der Abtrennung des Thorium X von der Gesamtmenge ein größerer Bruchteil entfernt, als bei alten Präparaten, wo weniger Radiothor + Thorium X vorhanden ist.

3. Herstellung thorium-X-freien Radiothors.

Die nicht abtrennbare  $\alpha$ -Aktivität ist geringer als in irgend einem gewöhnlichen Thorpräparat, da die Aktivität des eigentlichen Thoriums fortfällt.

Das Vorhandensein einer typischen  $\alpha$ -Strahlung des eigentlichen Thoriums scheint mir daher erwiesen und die Frage nach dem sog. inaktiven Thorium endgültig erledigt zu sein.

Von der  $\beta$ -Strahlung des Thoriums nahm man bis jetzt an, daß sie lediglich aus dem aktiven Beschlag herrührt. Exakte Versuche über den Ursprung der  $\beta$ -Strahlen des Thoriums wurden von Levin<sup>1)</sup> mitgeteilt. Er konnte durch die Abtrennung des Thorium X vom Thorium oder Radiothorium die  $\beta$ -Aktivität des Thoriums auf wenige Prozent des ursprünglichen Betrages herabdrücken. Levin kommt daher zu dem Schluß, daß weder das Thorium, noch das Radiothor durchdringende  $\beta$ -Strahlen aussendet, und daß solche  $\beta$ -Strahlen nur von dem letzten Produkte Thorium B bzw. C emittiert werden.

<sup>1)</sup> Levin, Physikal. Zeitschrift 7, 513.

Neuerdings hat v. Lerch<sup>1)</sup> nachgewiesen, daß auch Thorium A eine Art  $\beta$ -Strahlung abgibt, die sich aber mit der des Thoriums B + C an Durchdringungsvermögen nicht vergleichen läßt. Die Strahlen sind kaum durchdringender als die  $\alpha$ -Strahlen, und wahrscheinlich hat man es dabei mit einer Sorte besonders langsamer  $\beta$ -Strahlen oder sogenannten  $\delta$  Strahlen zu tun.

Bei meinen Versuchen mit Thorpräparaten verschiedenen Alters ergab sich nun die Eigentümlichkeit, daß die  $\beta$ -Aktivität für alte Präparate sich von der für neue nicht in dem Betrage unterschied, als man hätte erwarten sollen. Da nämlich das Thorium B und C immer der Menge der Emanation proportional ist — gleiche Bedingungen vorausgesetzt —, so mußten auch die Schwankungen der  $\beta$ -Aktivität analog denen der Emanationswirkung verlaufen, immer unter der Annahme, daß Thorium B + C die einzigen Ursachen der  $\beta$ -Strahlen im Thorium sind. Da die Versuche dies nicht bestätigten, so mußte noch eine andere Quelle von  $\beta$ -Strahlen in alten Thorpräparaten vorhanden sein.

Hier lag es nun nahe, in dem neu gefundenen Mesothorium die Ursache einer solchen  $\beta$ -Strahlung zu suchen, und in der Tat hat es sich ergeben, daß das Mesothorium  $\beta$ -Strahlen<sup>2)</sup> aussendet. Die oben angeführten Versuche von Levin werden dadurch nicht berührt, seine Thorpräparate enthielten augenscheinlich noch nicht viel Mesothorium, sie waren noch nicht genügend alt; andererseits gelangte aber auch diese geringe Menge wohl gar nicht zur Messung, was man bei dem damals noch nicht bekannten Mesothorium natürlich nicht wissen konnte.

Daß das Mesothorium tatsächlich  $\beta$ -Strahlen aussendet, konnte auch auf direktem Wege bewiesen werden. Es gelang mir, aus alten Thoriumpräparaten Mesothorium abzuscheiden, was sich daraus erkennen läßt, daß sich dessen Aktivität und Emanationskraft dauernd vergrößern. Die so gewonnenen Präparate zeigen eine  $\beta$ -Wirkung, die viel stärker ist als die gleich starker Radiothor- oder gewöhnlicher Thorpräparate unter gleichen Emanationsbedingungen. Ich habe neuerdings ein Präparat hergestellt, das etwa 100-mal mehr  $\beta$ -Strahlen aussendet, als seiner jetzigen  $\alpha$ -Aktivität entsprechen würde. Man kann hieraus ersehen, daß die Probe an  $\alpha$ -Strahlenwirkung noch ganz beträchtlich zunehmen wird, und zwar so lange, bis das neu entstandene Radiothorium mit dem Mesothorium im radioaktiven Gleichgewicht sich befindet.

<sup>1)</sup> Physikal. Zeitschrift 7, 913.

<sup>2)</sup> Es ist anzunehmen, daß das Mesothor auch  $\gamma$ -Strahlen aussendet, doch konnte das bis jetzt nicht untersucht werden.

Ich hoffe, in Kürze an anderer Stelle ein ausführliches Zahlenmaterial geben zu können und begnüge mich hier damit, in einer Übersicht die verschiedenen Thoriumprodukte mit den von ihnen ausgesandten Strahlen in ihrer sukzessiven Reihenfolge zusammenzustellen.

Thorium . . . . .	$\alpha$ -Strahlen
Mesothorium . . . . .	$\beta$ - »
Radiothorium . . . . .	$\alpha$ - »
Thorium X . . . . .	$\alpha$ - »
Emanation . . . . .	$\alpha$ - »
Thorium A . . . . .	langsame $\beta$ - »
Thorium B } . . . . .	$\alpha, \beta + \gamma$ - »
Thorium C }	

#### 465. Richard Lorenz: Die elektrolytische Dissoziation geschmolzener Salze.

(Eingegangen am 6. Juli 1907.)

Hr. Kurt Arndt<sup>1)</sup> kommt auf Grund von Bestimmungen über Leitvermögen und Zähigkeit an geschmolzenen Mischungen von Borsäure und Natriummetaphosphat zu dem Schluß, daß die einwertigen Salze im Schmelzflusse vollständig elektrolytisch dissoziiert seien. Er nimmt dies nicht nur für die von ihm untersuchte geschmolzene Lösung an, sondern überträgt diesen Schluß auch auf die reinen, unvermischten Salze. Dies wäre ja nun allerdings eine sehr einfache Lösung der Frage nach dem Dissoziationsgrade der geschmolzenen Salze. Da eine derartige Hypothese von Wichtigkeit ist, kann es zweckmäßig sein, ihr gleich bei ihrem Auftauchen Einwände entgegenzusetzen.

Zunächst einige theoretische Bedenken. Die Gleichung von Kohlrausch-Arrhenius für das elektrolytische Leitvermögen lautet:

$$\kappa = \alpha \cdot c(u + v) \quad (1).$$

$\kappa$  = spez. Leitvermögen;  $\alpha$  = Dissoziationsgrad;  $c$  = chemische Konzentration;  $u, v$  = Ionenbeweglichkeiten.

Dividiert man beiderseits durch die Konzentration, so erhält man das Äquivalentleitvermögen:

$$\lambda = \frac{\kappa}{c} = \alpha(u + v) \quad (2).$$

<sup>1)</sup> Diese Berichte 40, 2937 [1907].