Auf- nahme	Winkel				Abweichung der Zer- fallsebene	Teilchenart		E_0 MeV	s cm	t 10^{-10} sec
	α		β			1	2			
	proj.	räuml.	proj.	räuml.						
A	8^0	$7^0 \pm 3^0$	29^0	$39^0 \pm 3^0$	$0^0 \pm 6^0$	π	π	640	14,3	$1,9 \pm 0,3$
B	19^0	$18^0 \pm 5^0$	17^0	$19^0 \pm 5^0$	$0^0 \pm 6^0$	p	π	30	3,8	$5,7 \pm 0,9$
C	51^0	$45^0 \pm 3^0$	$5,5^0$	$5^0 \pm 2^0$	$0^0 \pm 6^0$	π	p	330	8	$4,2 \pm 0,6$
D	18^0	18 ± 1^0	72^0	$71^0 \pm 1^0$	$0^0 \pm 7^0$	π	π	75	4	$2,4 \pm 0,5$
E	7^0	$6^0 \pm 1^0$	71^0	$75^0 \pm 2^0$	$0^0 \pm 7^0$	p	π	130	4,5	$3,3 \pm 0,4$

Tab. 1. Die charakteristischen Daten der gemessenen V^0 -Teilchen. E^0 kinet. Energie, s Flugstrecke, t Zerfallszeit.

Armenteros et al. auf anderem Weg zum gleichen Resultat.

Zur Bestimmung der Lebensdauer ist eine Kenntnis der Zerfallsteilchen und ihrer Energien nötig. Für den Zweiteilchenzerfall lauten Energie- und Impulsatz

$$E_1 + E_2 = E_0 + Q, \quad (1)$$

$$p_1 \cos \alpha + p_2 \cos \beta = p_0, \quad (2a)$$

$$p_1 \sin \alpha = p_2 \sin \beta \leq p_{\max}. \quad (2b)$$

Die Indizes 0, 1, 2 gelten für das V^0 und seine beiden Zerfallsteilchen. Die kinetischen Energien E_1, E_2 , die Impulse p_1, p_2 und die Ruhmassen m_1, m_2 können an sich in bekannter Weise aus Reichweite, Ionisation und Streuung bestimmt werden. Oft reichen allerdings die unvollständigen Beobachtungsdaten nicht aus, um zwischen Proton und π -Meson zu unterscheiden, z. B. dann, wenn für die Reichweite nur rohe Mindest- oder Höchstwerte meßbar sind. Kennt man jedoch in Gl. (1) die Energietönung Q , so hat man für die Impulskomponenten senkrecht zur V^0 -Bahn eine obere Grenze $p_{\max}$, den Impuls der Zerfallsteilchen im Ruhssystem des V^0 . Q ist zwar für beide V^0 -Arten noch nicht sehr genau bekannt, doch geht sein Wert hier gar nicht kritisch ein. Er wurde als das Mittel der von Leighton⁶ angegebenen Werte zu

$$Q = \begin{cases} 50 \text{ MeV für } p + \pi^- \text{ Zerfall} \\ 100 \text{ MeV für } \pi^+ + \pi^- \text{ Zerfall} \end{cases} \text{ eingesetzt.}$$

Daraus folgt

$$p_{\max} = \begin{cases} 1,2 \cdot 10^8 \text{ eV/c für } p + \pi^- \text{ Zerfall} \\ 1,3 \cdot 10^8 \text{ eV/c für } \pi^+ + \pi^- \text{ Zerfall} \end{cases}$$

In den Fällen, wo Impuls und Teilchenmasse nicht eindeutig aus den Beobachtungsdaten zu ermitteln waren, gelang die Entscheidung immer durch Anwenden von Bedingung (2b) (unter der Voraus-

setzung, daß als Zerfallsteilchen nur Protonen und π -Mesonen in Frage kommen). Aus den gemessenen Impulsen p_1 und p_2 erhält man nach (2a) p_0 und damit die Geschwindigkeit des V^0 -Teilchens. Schließlich ergibt sich aus der gemessenen Flugstrecke s die in Tab. 1 angegebene individuelle Zerfallszeit t . Man sieht, daß die Zerfallszeit der schweren V^0 -Teilchen etwa doppelt so groß ist als die der leichten.

Die Arbeit wird fortgesetzt. Herrn Professor Heisenberg danke ich für sein Interesse und für zahlreiche fördernde Ratschläge.

Die Halbwertszeit des RaE

Von F. Begemann und F. G. Houtermans

II. Physikalisches Institut der Universität Göttingen

(Z. Naturforschg. 7a, 143-144 [1952]; eingeg. am 5. Dez. 1951)

Werner Heisenberg zum 50. Geburtstag

Die Halbwertszeit des RaE wurde durch Messung des zeitlichen Verlaufs der Aktivität zweier RaE-Präparate in einem Becherzählrohr zu $T = 5,02 \pm 0,02$ d gemessen.

Die Halbwertszeit des RaE (Bi^{210}) ist nicht sehr genau bekannt. Die beiden neuesten Bestimmungen von Siegbahn und Slätis¹ und Hole² ergaben $4,85 \pm ?$ d bzw. $5,15 \pm 0,1$ d, differieren also um 6%. Ältere Bestimmungen³ größerer Genauigkeit liegen ebenfalls nicht vor und gaben Anlaß dazu, daß die Internationale Radium-Standard-Commission die beiden Werte 4,90 d und 5,0 d in ihren Tabellen anführte.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit⁴ wurde gezeigt, daß sich chemische Altersbestimmungen aus dem Pb/U-Verhältnis radioaktiver Mineralien in einfacher Weise durch Anwendung der RaD-Methode, d. h. durch Messung der spezifischen Aktivität des Zerfallsbleies durchführen lassen. Da die β -Strahlen des RaD selbst aber wegen ihrer geringen Energie ($E_{\max} = 25$ keV) mit einfachen Mitteln einer Mes-

sung nur schwer zugänglich sind, erweist es sich als bequem, die in einem RaD-Präparat vorhandene Menge an RaD durch die Aktivität seines 1. oder 2. Folgeproduktes RaE bzw. RaF im radioaktiven Gleichgewicht mit dem RaD zu messen. Es konnte insbesondere gezeigt werden⁵, daß sich die Aktivität eines RaD-Präparates über die RaF- α -Strahlung mit Hilfe von Kernemulsionsplatten messen läßt. Es wäre zu zeitraubend, die hinreichend vollständige Einstellung des RaE- bzw. RaF-Gleichgewichtes abzuwarten, und es erweist sich insbesondere im Falle der Messung der Aktivität des nachgewachsenen RaF als nötig, auf radioaktives Gleichgewicht mit den hierfür gültigen Formeln — in denen unter anderem die Halbwertszeit des RaE steht — zu extrapolieren. Aus diesem Grunde erschien eine Neubestimmung der HWZ des RaE wünschenswert.

Um aus einer RaD, RaE und RaF enthaltenden Lösung RaE in radioaktiv reiner Form abzutrennen, wurden zwei Methoden benutzt, die Dithizon-Methode und die Methode der elektrochemischen Abscheidung⁶ auf Nickel in der von Erbacher und Philipp⁷ angegebenen Form. Die beiden für die endgültige Messung des zeitlichen Verlaufs der Aktivität benutzten RaE-Präparate hatten eine Anfangsaktivität von $\sim 5 \cdot 10^{-2} \mu\text{Curie}$ bzw. $4 \cdot 10^{-2} \mu\text{Curie}$ und es konnte durch Verfolgen der Aktivität über eine hinreichend lange Zeit nachgewiesen werden, daß sie weniger als $5 \cdot 10^{-5} \mu\text{C}$ bzw. $4 \cdot 10^{-5} \mu\text{C}$ RaD enthielten. Die Präparate wurden in Form von Lösungen benutzt, deren Acidität $> 2\text{-n.}$ war und die mit inaktivem Bi beschwert waren. Durch Kontrollversuche an Ra(D+E+F)-Lösungen wurde nachgewiesen, daß bei dieser Acidität der Lösungen keine zeitliche Änderung der Aktivität durch Hydrolyse und Bildung von Radiokolloiden zu befürchten ist. Der Aktivitätsabfall wurde in einem Becherzählrohr der Zentralwerkstatt Göttingen gemessen, das an einen üblichen Zählverstärker mit 16-fach Unterseizer angeschlossen war, so daß sich eine Korrektur für endliches Auflösungsvermögen der Apparatur erübrigte. Die Glaswand des Zählrohres ist undurchlässig für die α -Strahlung des RaF und die β -Strahlung des RaD. Sein Nutzeffekt für die β -Strahlung des RaE wurde durch Vergleich mit einer RaD-E-F-Standard-Lösung zu 2,80% ermittelt, wenn der Becher mit 10 cm³ Lösung gefüllt wurde. Die Messung erfolgte in beiden Fällen über etwa drei HWZ von einer Aktivität von etwa 3000 Schlägen/min bis zu 300 Schl./min bei einem Nulleffekt von 15 Schl./min. Für jeden einzelnen Meßpunkt wurden mehr als 10^5 Schläge gezählt, so daß der mittlere statistische Fehler $< 3\text{‰}$ war. Die benutzten Uhren wurden täglich mit dem Radiozeitzeichen verglichen, so daß der Fehler in der Zeitmessung zu vernachlässigen war. Der zeitliche Abfall ergab eine HWZ von $T = 5,00 \pm 0,025 \text{ d}$ aus der ersten Meßreihe und $T = 5,06 \pm 0,03 \text{ d}$ bei der zweiten Meßreihe, so daß als Ergebnis unserer Messung

$T = 5,02 \pm 0,02 \quad \lambda = 0,1380 \pm 0,0006 \text{ d}^{-1}$ folgt. Die mittlere quadratische Abweichung der Meßpunkte von der Exponentialfunktion war 0,5%.

Frau Prof. Karlik danken wir für die freundl. Überlassung und Eichung eines Emanationspräparates, das zur Herstellung einer RaD-Standard-Lösung und Absoluteichung des Zählrohres diente. Den Herren v. Buttlar und Picciotto danken wir für wertvolle Ratschläge und Diskussionen bezügl. der chemischen Abtrennung des RaE und der *Union Minière du Haut Katanga*, insbesondere den Herren M. André, Prof. Kipfer und Dr. Boulanger für die freundliche Überlassung einer größeren Menge RaD-haltiger Aktivkohle.

¹ K. Siegbahn u. H. Slätis, Ark. Mat., Astronom. Fysik **34 A**, Heft 6 [1946].

² Hole, Ark. Mat., Astronom. Fysik **31 B**, Heft 9 [1944].

³ Zusammenfassung in International Radium Standard Commission Report Rev. mod. Physics **3**, 427 [1931].

⁴ F. G. Houtermans, S.-B. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 1951.

⁵ H. Söding, Staatsexamensarbeit Göttingen 1951.

⁶ F. v. Lerch, Ann. Physik **20**, 345 [1906].

⁷ O. Erbacher u. K. Philipp, Z. Physik **51**, 309 [1928].

ZUSAMMENFASSUNGEN AUS BAND 7b

Ein neues Verfahren bei der Trennung von gelösten Stoffen durch Thermodiffusion in der Flüssigkeit*

Von H. Korsching

Werner Heisenberg zum 50. Geburtstag

Es wird eine Methode beschrieben, die die Trennung zweier gelöster Stoffe in gleiche Anteile mit etwa gleicher Trennung erlaubt. Eine dazu geeignete Apparatur wird angegeben und ihre Wirkungsweise bei dem Gemisch Phenanthren-9-Brom-phenanthren in Benzol beschrieben.

* erscheint demnächst in dieser Z., Bd. 7 b.

Die Drucklegung dieses Heftes wurde durch die freundliche Unterstützung folgender Firmen ermöglicht, denen die Initiatoren des Heftes sowie die Herausgeber herzlich danken:

Badenwerk Aktiengesellschaft, Karlsruhe

Degussa, Frankfurt a. M.

Farbenfabriken Bayer, Wissenschaftliches Hauptlaboratorium, Leverkusen a. Rh.

Hohenzollernsche Trikotwarenfabrik Carl Grotz, Hechingen (Hohenzollern)

Mechanische Trikotwarenfabrik Heinrich Maute, Bisingen (Hohenzollern)

Siemens & Halske Aktiengesellschaft, München

Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, München