

ANZEIGER

DER

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

Jahrgang 1938

Nr. 3

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 27. Jänner 1938

Der Vorsitzende gedenkt des Ablebens des wirkl. Mitgliedes Hofrat Gustav J ä g e r, Professor i. R. der Physik an der Universität Wien.

Das wirkl. Mitglied Stefan M e y e r legt eine Notiz vor, betitelt: „Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung. Nr. 411 a. Bemerkungen zu den radioaktiven Konstanten von Uran und Radium“ von Stefan Meyer.

Zu den Grundlagen der radioaktiven Forschung gehört die möglichst genaue Kenntnis der Konstanten für Uran und für Radium. In letzter Zeit ist wohl eine Reihe von Untersuchungen zur Neubestimmung dieser Konstanten durchgeführt worden, doch fehlt eine kritische Verbindung. Die Zerfallskonstanten von U I und Ra, ihre Atomgewichte und das Verhältnis Ra/U im Gleichgewicht in alten Erzen sind voneinander abhängige Größen. Es muß daher abgewogen werden, welche Angaben untereinander verträglich sind, und es muß festgestellt werden, welche Genauigkeitsgrenze den Angaben über die Konstanten zukommt.

Als Basiswerte treten dabei auch die Größe des elektrischen Elementarquantums (e) und die Loschmidt'sche Zahl (L) ein. Für e liefern alle neueren Untersuchungen¹ sowohl nach der „Tröpfchen-

¹ Vgl. aus den letzten zwei Jahren die Angaben: R. T. Birge, Nature, 137, 187, 1936 (4·8029); G. Kellström, Phys. Rev. (2) 50, 190, 1936 (4·818); J. W. M. Du Mond, V. L. Bollman, Phys. Rev. (2) 50, 383, 524, 1936 (4·799); E. Bäcklin, H. Flemberg, Nature 137, 655, 1936 (4·800); A. E. Sandström, Phil. Mag. (7) 22, 171, 1936 (4·801); H. R. Robinson, Phil. Mag. (7) 22, 1129, 1936 (4·8035); W. N. Bond, Nature, 137, 1031, 1936 (4·800); V. D. Majumdar, M. B. Vajifdar, Current Science, 5, 133, 1936 (4·8022); J. A. Bearden, Phys. Rev. (2), 51, 378, 1937 (4·8036); Y. Ishida, I. Fukushima, T. Suetsugu, Nature, 140, 29, 1937 (4·806); G. Kellström, Phil. Mag. (7) 23, 313, 1937 (4·804); R. Ladenburg, Ann. d. Phys. (5) 28, 458, 1937 (4·803); R. T. Birge, Phys. Rev. (2) 52, 241, 1937 (4·8029); W. V. Houston, Phys. Rev. (2) 52, 751, 1937 (4·796); R. T. Birge, Phys. Rev. (2) 52, 886, 1937 (4·796); St. v. Friesen, Proc. Roy. Soc. London, (A) 160, 424, 1937 (4·800).

methode“ bei Berücksichtigung der letzten Angaben über die Viskosität der Luft, als nach den röntgenspektroskopischen Methoden einen Wert, der im Mittel mit $4 \cdot 800 \cdot 10^{-10}$ elstat. Einh. angesetzt werden kann, über dessen dritte Dezimale jedoch noch keine Sicherheit besteht.

Dazu berechnet St. v. Friesen aus der Faraday'schen Zahl $F = 9651 \cdot 1$ Cb die Loschmidt'sche Zahl $L = (6 \cdot 028 \pm 0 \cdot 008) \cdot 10^{23}$. Dies enthält noch die Lichtgeschwindigkeit (c) gemäß $L = Fc/e$. Für die Lichtgeschwindigkeit sind die zuletzt angegebenen Werte im Mittel mit $c = 2 \cdot 9977 \cdot 10^{10}$ cm/sec wählbar.²

Für diesen Wert von c ergibt sich aus obigen Werten von F und e die Loschmidt'sche Zahl $L = 6 \cdot 027 \cdot 10^{23}$. Wählt man, wie dies in dem Bericht über die radioaktiven Konstanten für 1930 geschah³ oder wie dies W. N. Bond noch 1936 tut³ $F = 9648 \cdot 9$, so wird $L = 6 \cdot 026 \cdot 10^{23}$.

Für die Atomgewichte können wir die letzten Angaben O. Hönigschmid's⁴ heranziehen. Danach hat Uran das Verbindungsgewicht 238'074 und Radium ein Atomgewicht von 226'07.

Dabei bezieht sich die Angabe für „Uran“ auf das Verbindungsgewicht des Isotopengemisches Uran + Actinuran. Nehmen wir an, daß das Mischelement etwa 0'5% Ac U vom Atomgewicht 235 enthalte,⁵ so ergäbe dies für das Atomgewicht des U I den Wert 238'096, also nahe 238'10.

1 g Uran enthält daher $L/238 \cdot 07 = 2 \cdot 532 \cdot 10^{21}$ Atome,

1 g Radium $2 \cdot 666 \cdot 10^{21}$ Atome, wobei

die letzte Dezimale um etwa eine Einheit unsicher bleibt.

Die Zahl der in einer Sekunde zerfallenden Atome von Uran hat R. Schiedt⁶ sehr sorgfältig gemessen, aber für U I berechnet, indem er $1/2$ (U I + U II) setzte, ohne das Actinuran zu berücksichtigen. Er gab für U I diese Zahl mit 12645 an. Zählen wir für Ac U entsprechend dem Abzweignungsverhältnis 4 % ab, so verbleiben tatsächlich nur 12139 α/sec . Auch Kovarik und Adams⁷ hatten ohne für Ac U zu korrigieren, 1932, die Zahl für U I gemessen und mit 12385 angegeben; Western und Ruark haben mit den damaligen Daten für e und für L Korrekturen betreffs Ac U und für die

² Vgl. W. C. Anderson, Rev. Sci. Instr., 8, 239, 1937; Phys. Rev. (2) 51, 596, 1937 (2'99764); St. v. Friesen, Proc. Roy. Soc. London (A) 160, 424, 1937 (2'9978).

³ Phys. Zeitschr. 32, 570, 1931; W. N. Bond, Nature, 137, 317, 1936.

⁴ O. Hönigschmid und F. Wittner, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chem. 226, 289, 1936; (U); O. Hönigschmid und R. Sachtlehen, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chem. 221, 65, 1934; (Ra) und die Korrektur hiezu, vgl. Mitt. Ra-Inst. Nr. 393, Wiener Sitzber. II a, 146, 192, 1937.

⁵ St. Meyer, Mitt. Ra-Inst. 407; Die Naturwiss. 25, 765, 1937.

⁶ R. Schiedt, Mitt. Ra-Inst. Nr. 358, Wiener Sitzber. II a, 144, 191, 1935.

⁷ A. F. Kovarik und N. J. Adams jr., Phys. Rev. (2) 40, 718, 1932; Korr. hiezu: F. Western und A. E. Ruark Phys. Rev. (2) 44, 675, 1933.

Zerfallskonstante angebracht. Wären, wie oben, 4 % abzuziehen, so ergäben ihre Messungen 11890 α/sec für U I allein.

Aus dem Quotienten: Zahl der in der Zeiteinheit zerfallenden Atome, durch Zahl der in 1 g vorhandenen, berechnet man die Zerfallswahrscheinlichkeit des U I demnach aus den Daten von R. Schiedt $\lambda_{UI} = 1.513 \cdot 10^{-10} a^{-1}$; $T = 4.580 \cdot 10^9 a$ (Jahre), aus den Daten von Kovarik-Adams $\lambda_{UI} = 1.482 \cdot 10^{-10} a^{-1}$; $T = 4.676 \cdot 10^9 a$.

Für Radium sind die Zahlen der von 1 g pro Sekunde emittierten Teilchen oft bestimmt worden, und die Angaben schwanken derzeit zwischen $3.72 \cdot 10^{10} \alpha/sec$ bis etwa $3.66 \cdot 10^{10} \alpha/sec$ herunter, wobei freilich letzterer Wert schon als einigermaßen herausfallend gilt. Man muß sich aber darüber klar sein, daß diese Angabe gar keine größere Genauigkeit haben kann als etwa auf 1 %.

Die Radium-Étalons sind seitens der Internationalen Radium-Standard-Kommission selbst nur auf $1/2^0/0$ genau verbürgt. Eichungen von Standardpräparaten an den primären Étalons in Wien und in Paris ergaben in der Zeit von 1912 bis 1932 die folgenden Resultate:

Präparat Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Wiener Messung	17.10	15.02	16.06	15.44	7.41	7.46	6.90
Pariser Messung. . . .	17.07	15.03	16.11	15.44	7.39	7.46	6.93
Präparat Nr.	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	
Wiener Messung	21.66	25.19	29.76	14.44	20.38	24.28	
Pariser Messung. . . .	21.62	25.13	29.73	14.46	20.34	24.21	

Die Abweichungen gehen nach beiden Richtungen und sind kleiner als die verbürgten 0.5 %. Nach der Herstellung neuer Standards durch O. Hö n i g s c h m i d im Jahre 1934 wurden die beiden primären Étalons in Paris und Wien mit neuen ausgetauscht. Auch an eine Reihe anderer offizieller Stellen gelangten neue Standardpräparate aus dieser Quelle. (Union Minière du Haut Katanga). Bezüglich der Standardisierung mußte daher ein Übereinkommen getroffen werden. Es wäre natürlich möglich, sich auf den Standpunkt zu stellen, die neuen Standards von 1934 sind mit noch größerer Sorgfalt hergestellt und aus noch reinerem Material als die ersten von 1911. Dann wäre jedes der neuen Präparate nach der Angabe des Gewichtes des enthaltenen Ra Cl₂ als primärer Étalon gleichberechtigt. Es müssen sich aber naturgemäß kleine Schwankungen in den Gewichtsangaben gegenüber den γ -Strahl-Eichungen ergeben. Bei aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit der Hö n i g s c h m i d'schen Einwägungen können ganz kleine Wägefehler, Adsorption von Spuren von Wasser u. dgl. nicht v o l l k o m m e n ausgeschaltet werden. Die Einwägung aber ist ein ein maliger Akt, der nach der Einschmelzung des Präparates nicht wiederholt und kontrolliert werden kann. Die γ -Strahlenvergleiche kann dagegen beliebig oft und mit verschiedenen primären Standards erfolgen. Es zeigen die neuen Präparate gegenüber den alten beim γ -Vergleich tatsächlich

kleine Schwankungen. Die neuen Étalons in Wien und Paris ergaben, bezogen auf gleiches Gewicht des enthaltenen Salzes (Wien), 1'0014 : 1 beziehungsweise (Paris) 1'002 : 1. Die neuen primären Standards in London und in Berlin verglichen mit den alten sekundären an diesen Orten ergaben in beiden Fällen 1'003 : 1. Neue Standards für Washington (1936/37) ergaben Nr. XIV in Wien 38'12, in Paris 38'08 und Nr. XV in Wien 20'37 und in Paris 20'35 mg Ra. Bezogen auf die alten Étalons von 1911 war hier das Verhältnis 1 : 1'0024 beziehungsweise 1 : 1'0029. Die Abweichungen gehen wiederum nach beiden Richtungen. Es wurde daher beschlossen, sich bei den Eichangaben auf die alten Pariser und Wiener Standards zu beziehen und alle neuen Messungen auf diese zu relationieren.

Bei der Zählung der Alphateilchen verwendet man nun Ra C-Präparate, die auf Radiumgleichgewicht zu eichen sind, was wiederum bestenfalls mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{2}\%$ durchführbar erscheint. Es ist also bei der Angabe für die Zahl der von 1 g Ra pro Sekunde emittierten Teilchen besser die zweite Dezimale als ungesichert wegzulassen und sich mit der Angabe $3\cdot7 \cdot 10^{10} \alpha/sec$ zu begnügen.

Nun gehört zu

$Z = 3\cdot72$	3'70	3'68	$3\cdot66 \cdot 10^{10} \alpha/sec$	} die letzte Dezimale ist unsicher.
$\lambda_{Ra} = 4\cdot404$	4'380	4'356	$4\cdot332 \cdot 10^{-4} a^{-1}$	
$T_{Ra} = 1\cdot574$	1'583	1'591	$1\cdot600 \cdot 10^3$ Jahre	

Dies sei in Beziehung gebracht mit dem Verhältnis Ra/U in alten Uranerzen. Die Angaben für dieses Verhältnis beziehen sich auf Ra/U im Gewichtsmaß und auf das Mischelement Uran. Dafür gemachte Untersuchungen ergaben Werte zwischen 3'3 und $3\cdot4 \cdot 10^{-7}$. Berechnet man dazu die Zerfallswahrscheinlichkeit des U I, so gilt:

$$\lambda_{UI} = \lambda_{Ra} \cdot Ra/U \cdot 238\cdot07_4 / 226\cdot07 = \lambda_{Ra} \cdot Ra/UI \cdot 238\cdot10 / 226\cdot07.$$

Für die Annahmen $Ra/U = 3\cdot4 \cdot 10^{-7}$ und $3\cdot3 \cdot 10^{-7}$ erhält man

zu $Z = 3\cdot72$	3'70	3'68	$3\cdot66 \cdot 10^{10} \alpha/sec$	(übergenu, w. oben)
für $3\cdot4 \lambda_{UI} = 1\cdot577$	1'568	1'560	$1\cdot551 \cdot 10^{-10} a^{-1}$	
für $3\cdot3 \lambda_{UI} = 1\cdot530$	1'522	1'514	1'505	

Der Wert zu $Z = 3\cdot68 \cdot 10^{10} \alpha/sec$ und $Ra/U = 3\cdot3 \cdot 10^{-7}$ (jedoch keiner zugeordnet zu $3\cdot4 \cdot 10^{-7}$) würde völlig mit dem oben angeführten Schiedt'schen übereinstimmen, aber natürlich paßt hinreichend auch noch der zu $Z = 3\cdot70 \cdot 10^{10}$. Die Kovarik-A d a m s'schen Werte, die sich für die Zerfallswahrscheinlichkeit des Urans ergeben, würden aber ein Verhältnis Ra/U verlangen, das etwa bei $3\cdot2 \cdot 10^{-7}$ anzusetzen wäre, und dieser Wert erscheint gegenüber den tatsächlich erhaltenen Daten wohl zu klein, so daß er nicht als hinreichend verbürgt betrachtet werden kann.

Es können daher als beste und miteinander verträgliche Werte derzeit gelten:

	Atomgewicht	Zerfalls- konstante	Halbwertszeit	Zahl der α/sec	Im Ge- wichtsmaß
für U _I	238·10	$1·51·10^{-10} a^{-1}$	$4·58·10^9 a$	$1·214·10^4$	Ra/U
für Ra	226·07	$4·38·10^{-4} a^{-1}$	$1·59·10^3 a$	$3·7·10^{10}$	$3·3·10^{-7}$
