

**Bestimmung von Oszillatorenstärken
durch Lebensdauermessungen der ersten
angeregten Niveaus für die Elemente
Ga, Al, Tl, Mg und Na**

Von B. BREHM *, W. DEMTRÖDER * und O. OSBERGHAUS *

Physikalisches Institut der Universität Bonn

(Z. Naturforschg. 16 a, 843 [1961]; eingegangen am 15. Juli 1961)

Zur Messung der Lebensdauer eines angeregten Atomzustandes wird der Dampf des betreffenden Elements periodisch mit hochfrequent moduliertem Licht bestrahlt. Das von den angeregten Atomen ausgesandte Resonanzfluoreszenzlicht hat dann einen mit derselben Frequenz modulierten Intensitätsverlauf, der aber in seiner Phase gegenüber dem Primärlicht zurückbleibt. Zwischen der Phasenverschiebung φ und der mittleren Lebensdauer des angeregten Zustandes besteht die Beziehung $T_m = \operatorname{tg} \varphi / \omega$, wenn $\omega = 2\pi\nu$ die Modulationsfrequenz des anregenden Lichtes ist.

Als Lichtquelle wird eine Hohlkathode verwendet, deren Innenwand mit dem untersuchten Element ausgekleidet ist. Das Licht wird mit einer stehenden Ultraschallwelle bei einer Frequenz von 18 MHz moduliert. Man läßt abwechselnd das Primär- oder das Fluoreszenzlicht auf den Spalt eines Spektrographen fallen, der aus dem Spektrum die untersuchten Linien aussortiert und erhält so hinter dem anschließenden Multiplier zwei HF-Spannungen, die gegeneinander die Phasenverschiebung $\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \omega \cdot T_m$ haben. Wegen der geringen Größe des Signals sind schmale Filter (1 Hz Bandbreite) notwendig, um das Signal aus dem Rauschpegel zu heben. Deshalb werden die HF-Signale durch eine Einseitenbandmodulation auf Niederfrequenz (20 kHz) transfor-

miert. Die zu messende Phasenverschiebung tritt bei dieser Transformation unverändert zwischen den NF-Spannungen wieder auf. Die Meßgenauigkeit der Apparatur ist etwa $3 \cdot 10^{-11}$ sec. Sie wurde geprüft, indem das Licht hinter der Ultraschallzelle in zwei verschiedenen lange Lichtwege aufgespalten und die Phasendifferenz des Umweglichtes gegenüber dem Direktlicht als Funktion der Umweglänge gemessen wurde.

Tab. 1 zeigt die bei den einzelnen Elementen gemessenen Übergänge, die Lebensdauer des oberen Terms mit dem Gesamtfehler und die daraus bestimmten Übergangswahrscheinlichkeiten A_{nm} und Oszillatorenstärken f_{mn} . Die letzte Spalte gibt den f -Wert des gesamten Überganges an.

Das Verhältnis der A_{nm} bei den P-S-Übergängen wurde bei Ga und Al nach den Intensitätsregeln für Feinstrukturkomponenten unter Berücksichtigung des Frequenzunterschiedes bestimmt, bei Tl wegen der großen Aufspaltung des 6 P-Terms Messungen von VON WILER¹ entnommen.

Von OTTINGER und ZIOCK wurde die Lebensdauer des 5 S_{1/2}-Terms von Ga nach einem anderen Verfahren² zu $9,7 \cdot 10^{-9} \pm 25\%$ sec gemessen.

Beim Natrium wurde außerdem die Abhängigkeit der Lebensdauer des 3 P-Terms vom Druck beigefügter Fremdgase untersucht.

Die Messungen zeigen, daß bei einem Zusatz von 8 Torr Stickstoff die Lebensdauer bereits auf die Hälfte verkürzt wird, daraus errechnet man einen Wirkungsquerschnitt für die Auslöschung der Resonanzfluoreszenz $Q = 43 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$.

Bei Helium als Zusatzgas sinkt die Lebensdauer bei einem Druck von 200 Torr nur auf $1,2 \cdot 10^{-8}$ sec, also auf 3/4 des ursprünglichen Wertes ($Q = 34 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^2$).

Element	$T_m \cdot 10^8 \text{ sec}$	Fehler	Übergang	$A_{nm} \cdot 10^{-7} \text{ sec}^{-1}$	f -Wert	Gesamt- f -Wert
Ga	0,988	1,5%	{ 4 P _{1/2} - 5 S _{1/2} 4 P _{3/2} - 5 S _{1/2}	3,60 6,54	0,0878 0,0854	{ 0,086
Al	0,643	1,8%	{ 3 P _{1/2} - 4 S _{1/2} 3 P _{3/2} - 4 S _{1/2}	5,24 10,30	0,122 0,121	{ 0,122
Tl	0,866	3%	{ 6 P _{1/2} - 7 S _{1/2} 6 P _{3/2} - 7 S _{1/2}	6,04 5,52	0,128 0,118	{ 0,121
Mg	0,329	5%	3 S ₀ - 3 P ₁	30,4	-	1,11
Na	1,59	1%	{ 3 S _{1/2} - 3 P _{1/2} 3 S _{1/2} - 3 P _{3/2}	6,29 6,29	0,328 0,654	{ 0,982

Tab. 1.

* Jetzt: Physikalisches Institut der Universität Freiburg.

¹ O. VON WILER, Phys. Rev. 35, 802 [1930].

² CH. OTTINGER u. K. ZIOCK, Z. Naturforschg. 16 a, 720 [1961].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.