

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 Elementes periodisch mit hochfrequent modulierte 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  $\varphi$  und der mittleren Lebensdauer des angeregten Zustandes besteht die Beziehung  $T_m = \text{tg } \varphi / \omega$ , 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  $\varphi = \text{arc tg } \omega \cdot T_m$  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 verschiedene 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 Gesamtmeßfehler und die daraus bestimmten Übergangswahrscheinlichkeiten  $A_{nm}$  und Oszillatorenstärken  $f_{nm}$ . 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 VONWILER<sup>1</sup> entnommen.

Von OTTINGER und ZIOCK wurde die Lebensdauer des 5 S<sub>1/2</sub>-Terms von Ga nach einem anderen Verfahren<sup>2</sup> 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  $Q = 43 \cdot 10^{-16}$  cm<sup>2</sup>.

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 ( $Q = 34 \cdot 10^{-18}$  cm<sup>2</sup>).

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

Tab. 1.

\* Jetzt: Physikalisches Institut der Universität Freiburg.

<sup>1</sup> O. VONWILER, Phys. Rev. 35, 802 [1930].  
<sup>2</sup> CH. OTTINGER u. K. ZIOCK, Z. Naturforschg. 16 a, 720 [1961].

