

Marja Domaniewska-Krüger.

Über die Resonanzserien des Bleidampfes.¹⁾

*Serje rezonansowe pary ołowiu.*²⁾

Streszczenie.

Tematem tej pracy było otrzymanie i zbadanie cząsteczkowego widma rezonansowego pary ołowiu.

Lampę rtęciową, która była źródłem światła wzbudzającego, oraz kwarcowe naczynko, zawierające badany ołów, umieszczono w piecu elektrycznym równolegle do jego ścianek. Spektrograf szklany, użyty do badania wzbudzonej fluorescencji, posiadał w dziedzinie długości fali 4358 Å dyspersję 20 Å/mm, zaś w dziedzinie 5461 Å — 50 Å/mm.

Na kliszach widoczne są dwie serje prążków: jedna, wzbudzona przez prążek Hg o długości fali 4358,3 Å; druga, słabsza, wzbudzona przez prążek Hg 5461,0 Å.

Długości fal prążków, występujących w serjach, oraz częstości są podane w tablicach I i II (str. 359 i 361).

W serjach tych stwierdzono występowanie dwójek rotacyjnych oraz licznych prążków dodatkowych; wzory seryjne podano na str. 360.

Na podstawie różnic częstości w dwójkach obliczono wartości liczb kwantowych rotacyjnych, odpowiadających serjom badanym.

Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

Rękopis otrzymany dn. 5 listopada 1932.

¹⁾ Vorgetragen bei der VI. Tagung der Polnischen Physiker in Warschau, im September 1932.

²⁾ Praca referowana na VI Zjeździe Fizyków Polskich w Warszawie, we wrześniu 1932.

Das Thema der Resonanzfluoreszenz des *Pb*-Dampfes wurde bisher nicht viel behandelt. Die Atomresonanz einiger Elemente, u. a. auch die des Bleis hat Terenin untersucht. Die Bleimolekülresonanz ist bisher nicht untersucht worden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Erhaltung und Untersuchung des *Pb*-Molekülresonanzspektrums.

Apparatur und Versuchsmethode.

Die Ausführung der Arbeit bedingte gewisse Schwierigkeiten. Der kleine Druck des Bleidampfes (bei der Temperatur von $900^{\circ}C$ — ca.

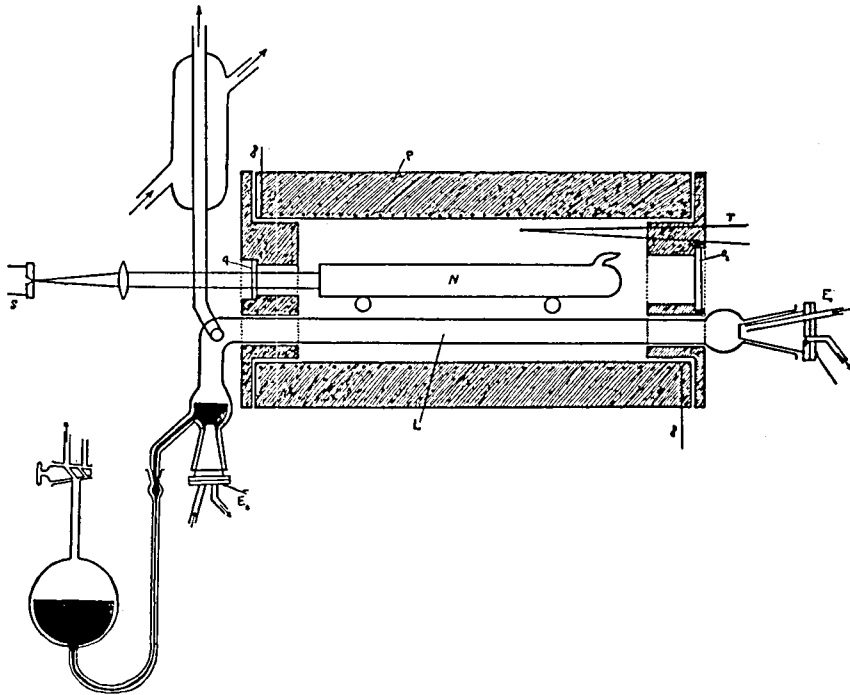


Fig. 1.

0,4 mm) erforderte die Anwendung hoher Temperaturen, auch war eine starke Lichtquelle erforderlich. Deshalb musste die Quecksilberlampe, die zur Erregung der Resonanzfluoreszenz diente, möglichst nahe des Gefäßes angebracht werden. Die in dieser Arbeit benutzte Apparatur stellt Fig. 1. dar.

Das zylindrische Quarzglasgefäß *N* (von 26 cm Länge und 3 cm Durchmesser) war an einem Ende mit einem planparallelen Fenster versehen. Nach entsprechender Vorbereitung des Gefäßes wurde das

zu untersuchende Blei aus einem Seitenbehälter hineindestilliert. Nachher wurde das Gefäß abgeschmolzen, wobei ein Kältebad aus flüssiger Luft angewandt wurde, um das Eindringen des Quecksilberdampfes aus den Pumpen ins Gefäß zu verhindern. Als Lichtquelle diente eine horizontale Quecksilberlampe *L* von grosser Leistung (10—12 Amp., 120 Volt). Die Lampe sowie das Quarzglasgefäß wurden in einem elektrischen Ofen *P* untergebracht, parallel zueinander und zu der Längsrichtung des Ofens. Die Entfernung zwischen der Lampe und dem Gefäß war nicht viel grösser, als der Durchmesser der Quarzrippen, auf welchen das Gefäß sich im Innern des Ofens stützte (ca. 1 cm). Die Temperatur innerhalb des Ofens wurde mit Hilfe eines Thermoelementes *T* gemessen. Der benutzte Glasspektrograph hatte eine Dispersion von 20 Å/mm bei der Wellenlänge 4358 Å und 50 Å/mm bei 5461 Å. Die Intensität der Resonanzstrahlung bei der Temperatur von ca. 900° C war so bedeutend, dass eine Expositionszeit von 3—4 Stunden vollkommen ausreichte; bei Temperaturerniedrigung nahm die Intensität ab.

Tabelle I.

Die durch die Hg-Linie 4358,3 Å erregte Resonanzserie.

Ordnungszahl	λ Luft	ν_{vac} beob.	$\Delta \nu$	ν_{vac} ber.
—3	—	—		
	4 131,0 Å	24 200,2 cm ⁻¹		24 201 cm ⁻¹
—2	—	—		
	4 204,2	23 778,3		23 778
—1	—	—		
	4 279,7	23 359,4		23 356
0	—	—		
	4 358,6	22 936,5		22 935
1	4 434,9	22 541,9	} 25,9 cm ⁻¹	22 516
	4 440,0	22 516,0		
2	4 518,7	22 123,8	} 25,4	22 098
	4 523,9	22 098,4		
3	—	—		
	4 610,8	21 681,9		21 682
4	4 696,0	21 288,5	} 23,1	21 263
	4 701,1	21 265,4		
5	4 788,3	20 878,2	} 24,4	20 853
	4 793,9	20 853,8		
6	4 884,5	20 467,0	} 23,9	20 441
	4 890,2	20 443,1		

E r g e b n i s s e.

In den Aufnahmen tritt die durch die Linie 4358 Å erregte Resonanzserie deutlich auf; eine andere dagegen, die durch die Linie 5461 Å erregt wird, ist viel schwächer sichtbar.

Das Auftreten dieser Serien beweist, dass im Dampf stabile *Pb*-Moleküle anwesend sind. Beide Serien sind Dublettserien. Die Intensität der einzelnen Serienglieder vermindert sich bedeutend, je mehr die Entfernung von der erregenden Linie wächst. In der ersten Serie wurden 6 positive und 3 negative Glieder, in der zweiten 5 und 2 Glieder ausgemessen.

Ausser Rotationsdubletten treten noch mehrere Zusatzlinien von geringerer Intensität, als die der Dublettserien, auf.

Eine visuelle Abschätzung der Intensitätsverhältnisse in den Dubletten dieser Serie zeigt, dass im allgemeinen die langwelligen Komponenten stärker sind, als die kurzwelligen. In den einzelnen Gliedern dieser Serie, wie auch in der Serie 5461 Å, entspricht in den Dubletten die langwelligere Linie der erregenden.

Die Serienformel für die durch λ 4358,3 Å erregte Serie ist:

$$\nu = 23145,6 - 420,6 \left(p + \frac{I}{2} \right) + 0,7 \left(p + \frac{I}{2} \right)^2 ;$$

$$p = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots$$

Die nach dieser Formel berechneten Wellenzahlen sind in der fünften Vertikalreihe der Tabelle I angegeben.

Die Serienformel für die durch λ 5461 Å angeregte Serie ist:

$$\nu = 18523,9 - 420,5 \left(p + \frac{I}{2} \right) + 1,15 \left(p + \frac{I}{2} \right)^2 ;$$

$$p = -2, -1, 0, 1, 2 \dots$$

Die Dublettlinien dieser Serie weisen keine merkbaren Differenzen der Intensität auf. Die angegebenen Wellenlängen der Linien sind nach der *H a r t m a n n* schen Formel, die Koeffizienten in den Serienformeln nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Die obigen Angaben ermöglichen die Bestimmung der den untersuchten Serien entsprechenden Rotationsquantenzahlen.

Wie bekannt, beträgt der Dublettabstand $\Delta \nu = \frac{h}{2\pi^2 I} \left(m' + \frac{I}{2} \right)$,

wobei h die *P l a n c k* sche Konstante, I — das Trägheitsmoment des *Pb*-Moleküls und m' — die Rotationsquantenzahl des erregten Moleküls bedeutet.

Tabelle II.

Die durch die Hg-Linie 5461 Å erregte Resonanzserie.

Ordnungszahl	λ Luft	ν _{vac} beob.	Δν	ν _{vac} ber.
-2	5 209,1 Å	19 191,6 cm ⁻¹	33,8 cm ⁻¹	19 157 cm ⁻¹
	5 218,3	19 157,8		
-1	5 325,7	18 771,4	34,1	18 734
	5 335,4	18 737,3		
0	—	—		18 314
+1	5 459,8	18 310,3	32,7	17 896
	5 575,1	17 931,7		
+2	5 585,3	17 899,0	34,3	17 480
	5 707,6	17 515,4		
+3	5 718,8	17 481,1	36,7	16 655
	5 989,8	16 690,2		
+4	6 003,0	16 653,5	38,4	16 246
	6 139,6	16 283,0		
+5	6 154,1	16 244,6	35,4	15 839
	6 296,9	15 876,2		
+6	6 311,0	15 840,8		

Das Trägheitsmoment des Moleküls lässt sich auf Grund der Ergebnisse der optischen und röntgenographischen Messungen für andere Moleküle ungefähr berechnen. Aus den erwähnten Messungen geht hervor, dass der Abstand zwischen den Molekülatomen im Gaszustand im allgemeinen etwas kleiner, als der der Kristallatome ist.

Für Blei beträgt der kleinste Abstand der Kristallatome $3,52 \cdot 10^{-8}$ cm. Daraus folgt $I = 1,71 \cdot 10^{-37}$ gr cm². Die durchschnittlichen Δν-Werte in den untersuchten Serien sind:

$$\lambda = 4358,3 \text{ Å}, \quad \Delta\nu = 24,4 \text{ cm}^{-1}, \quad (1)$$

$$\lambda = 5461,0 \text{ Å}, \quad \Delta\nu = 35,0 \text{ cm}^{-1}. \quad (2)$$

Das Einsetzen obiger Werte ergibt

$$\text{für die Serie (1) } m' = 377,$$

$$\text{,, ,, ,, (2) } m' = 541.$$

Aus dem Äquipartitionsgesetz der Energie folgt für 900° C die Rotationsquantenzahl $m = 225$.

Man sieht also, dass man die hier erhaltenen Serien nicht den im Normalzustand, sondern den in höheren Rotationszuständen befindlichen Molekülen zuschreiben müsste. In Anbetracht der Schwierigkeiten bei der Zuordnung der einzelnen Linien den entsprechenden Seriengliedern und des Auftretens einer ganzen Reihe von Zusatzlinien, ist es schwer, weiter gehende Schlüsse zu ziehen.

Die möglichen Messfehler bei der Ausmessung der Wellenlängen betragen ca. 1 \AA für die Serie 4358,3, etwa 2 \AA für die Serie 5461 \AA .

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Es wurde die Resonanzstrahlung des Pb_2 -Dampfes erhalten.
2. Es wurde festgestellt, dass neben den Rotationsdubletten, die verschiedene Frequenzdifferenzen besitzen, noch zahlreiche Zusatzlinien auftreten.
3. Es wurden Formeln für die auftretenden Serien angegeben.
4. Auf Grund der Frequenzdifferenzen in den Dubletten wurden die den untersuchten Serien entsprechenden Werte der Rotationsquantenzahlen berechnet.

Es sei mir erlaubt, Herrn Prof. Dr. S. Pińkowski für die Überlassung des Themas und für die wertvollen Ratschläge und Weisungen während der Ausführung dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Institut für Experimentalphysik der Universität Warschau.

Eingegangen am 5. November 1932.
