

[Mitteilung¹⁾ aus dem Physikalischen Institut der Universität Utrecht.]

Intensitätsverteilung in der Feinstruktur (Trabanten) des Quecksilbertriplets $2p_i - 2s$.

Von J. L. Snoek jr in Utrecht.

Mit einer Abbildung. (Eingegangen am 8. Januar 1926.)

Es zeigt sich, daß das Intensitätsverhältnis der Satelliten in Quecksilberlampen stark gestört wird durch Selbstumkehrung, auch bei geringen Stromstärken, wo die Intensitätsverhältnisse sich als unabhängig von der Stromstärke erweisen. Das Licht eines Geißlerrohres mit dünner Kapillare gibt wahrscheinlich die besten Verhältnisse. Letztere sind für $\lambda = 5461 \text{ \AA}$ und $\lambda = 4048 \text{ \AA}$ gemessen ($2p_2 - 2s_1$ und $2p_0 - 2s_1$). $\lambda = 4048 \text{ \AA}$ zeigt einen bisher unbekanntem Satelliten bei $\lambda + 0,040 \text{ \AA}$, der sehr lichtschwach ist.

Einführung. In der Literatur über die Komplexstruktur der Spektrallinien einiger schweren Elemente (Hg, Cd, Bi) wird im allgemeinen mitgeteilt, daß das Auftreten der Satelliten und ihre Intensität stark von den Umständen abhängt, unter denen die Lichtemission stattfindet²⁾.

Es war nun unser Ziel, die Intensitätsverhältnisse der Satelliten unter verschiedenen Umständen zu bestimmen, wobei sowohl die Stromstärke als auch die Lichtquelle variiert wurde.

Vorläufig wurden nur die Linien $\lambda = 5461 \text{ \AA}$, $\lambda = 4359 \text{ \AA}$ und $\lambda = 4048 \text{ \AA}$ mit ihren Satelliten untersucht.

Diese werden in der Sommerfeldschen Bezeichnung mit: $2p_2 - 2s_1$, $2p_1 - 2s_1$ und $2p_0 - s_1$ bezeichnet.

Experimentelles. Im folgenden gebe ich die Methode zur Messung der Intensitäten an. Die Lichtquelle war eine Quecksilberdampf Lampe Q oder ein Geißlerrohr. Mittels der Linse L_1 wurde die Lichtquelle Q auf dem Spalt Sp eines Monochromators abgebildet. Dieser Monochromator besteht aus der Linse L_2 , einem Prisma Pr und einem Hohlspiegel R . Der Monochromator isoliert die zu untersuchenden Linien und bildet sie auf dem Kollimators spalt einer Stufengitteranordnung (KEC) ab (Fig. 1).

Das Interferenzbild wurde weiter mittels eines Linsensystems stark vergrößert auf die photographische Platte geworfen.

Das Stufengitter war ein Hilgersches mit 20 Platten, deren Dicke 0,99 mm betrug; die Stufenbreite war 0,95 mm.

¹⁾ Mitgeteilt vom Direktor Prof. L. S. Ornstein.

²⁾ L. Janicki, Ann. d. Phys. (4) 9, 36—79, 1906; Ch. Fabry und Perot, Journ. d. phys. (3) 9, 369—382, 1900.

Die Intensitätsmarken wurden mittels geeigneter Diaphragmierung an der Stelle A hergestellt.

Vor dem Stufengitter wurde das Licht in bestimmten Verhältnissen durch einen vertikal verstellbaren Schirm A abgeblendet. Dabei ändert sich die Natur der Interferenzerscheinung nicht. Die erforderliche homogene Lichterfüllung des Gitters wurde jedesmal photographisch kontrolliert.

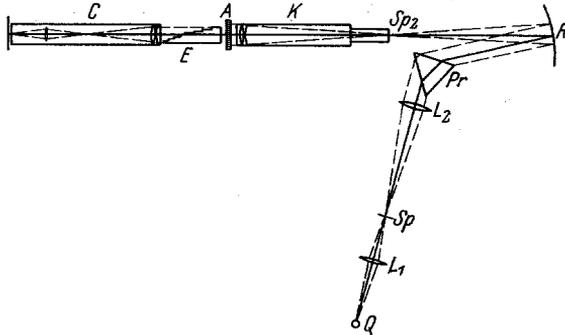


Fig. 1.

Diese Abschwächungsanordnung hat den Vorteil, daß sie von der Wellenlänge unabhängig, also auch ohne weiteres im Violetten brauchbar ist.

Während des Experiments soll die Lichtquelle konstante Lichtstärke haben; dafür wurde Sorge getragen und entsprechende Kontrollmessungen ausgeführt.

Das gebrauchte Stufengitter war ein sehr gutes, ohne Geister. Das theoretisch berechnete Auflösungsvermögen stimmte mit dem experimentell ermittelten überein. Zum Beispiel war bei einer Wellenlänge 5461 \AA eine Differenz von $0,030 \text{ \AA}$ noch gut erkennbar. Das theoretische Auflösungsvermögen ist $0,026 \text{ \AA}$.

Wie bekannt, stimmen die gemessenen Intensitätsverhältnisse im Interferenzbild nicht mit den Verhältnissen der Linien, wie sie die Lichtquelle aussendet, sondern sind eine Funktion der Stelle im Interferenzbild. Im hiesigen Institut ist dies Problem exakt durchgeprüft und die Theorie weiter ausgearbeitet¹⁾.

Die Intensitätsverteilung im Interferenzbilde wird bei jedem Stande des Gitters gegeben durch eine Formel von der Gestalt

$$J = J_0 \frac{\sin^2 x}{x^2}.$$

¹⁾ H. C. Burger und P. H. v. Cittert, Kon. Ak. v. Wet. **29**, 1920; W. C. v. Geel, Rev. d. Optique **2**, 445—451, 1923.

Hier ist J_0 die Intensität an der Stelle des direkten Spaltbildes (Beugungswinkel Null). Die Größe x ist proportional der Entfernung der Linien vom direkten Spaltbilde und ist durch Messung zu bestimmen.

Die Theorie setzt uns in den Stand, aus der Intensitätsverteilung des Interferenzbildes auf der Platte die Intensität des Spektralgebildes als Funktion der Wellenlänge zu bestimmen.

Indem wir das Intensitätsverhältnis in verschiedenen Ordnungen und mit verschiedenen Orientierungen des Gitters ermitteln, haben wir eine Kontrolle der Messungen.

Ergebnisse. 1. Zuerst wurde die Linie $\lambda = 5461 \text{ \AA}$ mit ihren Satelliten untersucht. Lichtquelle war eine Cooper-Hewitt-Quarzlampe. Bestimmt wurde das Intensitätsverhältnis der Satelliten in Abhängigkeit von der Stromstärke.

Es zeigte sich, daß beim Ändern der Stromstärke das Intensitätsverhältnis der Satelliten sich nicht meßbar ändert, aber wohl bei größeren Stromstärken das Verhältnis der Satelliten zur Hauptlinie. Bei wachsender Stromstärke nimmt die Intensität der Satelliten viel stärker zu als die der Hauptlinie. Auch wurden dabei die Linien verbreitert, und die Hauptlinie zeigte deutlich Selbstumkehrung.

Bei kleineren Stromstärken blieb das Verhältnis der Satelliten zur Hauptlinie konstant; später zeigte sich, das dennoch die Selbstumkehrung eine Rolle gespielt hat und die gemessenen Intensitätsverhältnisse nicht richtig sind.

Die Messungen gaben:

Tabelle 1 ($\lambda 5461$, Quecksilberdampflampe)¹⁾.

Differenz geg. die Hauptlinie	− 0,240	− 0,101	− 0,064	0	+ 0,084	+ 0,129 Å
Intensität	10	10	16	100	29	9

2. Eine zweite Messung wurde mit einer wassergekühlten Lummer-Gehrckelampe vorgenommen. Das Licht kam aus einer „end-op“ Kapillare von 15 cm Länge. Schon ein qualitativer Vergleich der Platten zeigte hier eine noch stärkere Selbstumkehrung. Das ist leicht verständlich, weil die Dampfschicht viel dicker ist als bei einer Cooper-Hewittlampe.

3. Um die Selbstumkehrung möglichst zu beseitigen, wurde jetzt eine Lichtquelle mit einer Dampfschicht von geringer Dicke angewendet. Dazu nahm ich ein Geißlerrohr, und zwar diente als Lichtquelle eine Stelle des Rohres, wo die Kapillare eine Einschnürung hatte.

¹⁾ Die hier gegebenen Wellenlängendifferenzen sind die aus der Aufnahme gefundenen Werte. Vgl. Bemerkung.

Jetzt wurden die Linien viel schärfer und die Intensitätsverhältnisse in beträchtlicher Weise abgeändert. Die Kontraste wurden viel größer. Bemerkenswert ist dabei, daß die Reihenfolge der Intensitäten der Satelliten stets dieselbe bleibt.

Es sind also auch in der Cooper-Hewittlampe die Verhältnisse noch sehr durch die Selbstumkehrung gestört.

Setzen wir wieder willkürlich die Intensität der schwächsten Komponente = 1, so ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 2 (λ 5461, Geißlerrohr).

Differenz geg. die Hauptlinie	— 0,240	— 0,101	— 0,064	0	+ 0,084	+ 0,129
Intensität	2,33	3,0 ⁶	9,25	100	13,2	2,99

Ein Vergleich der Verhältnisse des stärksten Satelliten zur Hauptlinie bei verschiedener Stromstärke lieferte dasselbe Ergebnis.

4. Nun wurde weiter die Linie 4359 Å untersucht. Janicki nennt hier Satelliten solche Linien, die von unserem Gitter nicht aufgelöst werden können. Das machte sich auch auf der photographischen Platte deutlich merkbar, und es war unmöglich, hier quantitative Messungen auszuführen. Jedoch war wiederum leicht zu konstatieren, daß die Kontraste im Geißlerrohr beträchtlich größer sind als bei der Cooper-Hewittlampe.

5. Viel günstiger ist die Erscheinung bei $\lambda = 4047$ Å, wo die Satelliten deutlich getrennt sind. Das Geißlerrohr gab sehr scharfe Linien. Ich fand zwischen den Hauptlinien und $\lambda + 0,063$ einen bisher unbekanntem lichtschwachen Satelliten, dessen Intensität natürlich weniger genau gemessen werden konnte und der die Wellenlänge $\lambda + 0,040$ hat.

Ein Blick auf die Reproduktion einer Aufnahme dieser Linien von Janicki (l. c.) überzeugte uns, daß er sie nicht hat finden können, weil die Linien bei ihm zu breit waren. Sie werden auch von Janicki als „sämtlich verwaschen“ bezeichnet.

Es zeigte sich hier auch wieder, daß die Kontraste zunehmen, und zwar maßen wir größere Kontraste, wenn wir einem Teil der Kapillare eine Einschnürung gaben. Man stößt aber bald auf eine untere Grenze der Schichtdicke, wobei der Widerstand der Kapillare zu groß wird.

Das Ergebnis der Messungen ist:

Tabelle 3 (λ 4048, Geißlerrohr).

Differenz gegen die Hauptlinie	— 0,110	— 0,050	0	+ 0,040	+ 0,063 Å
Intensität	11,5	20,3	100	3	10,9

Es ist wahrscheinlich, daß auch im Geißlerrohr die Selbstumkehrung noch eine Rolle spielt, daß also die Kontraste im idealen selbstumkehrfreien Fall noch etwas größer sein könnten.

Mit größter Sorgfalt habe ich untersucht, ob eine Änderung des Verhältnisses des stärksten Satelliten zur Hauptlinie auftritt, wenn die Stromstärke innerhalb möglichst weiter Grenzen variiert wird.

Er war aber völlig unabhängig von der Stromstärke, während die Intensität im Verhältnis 1:4 zunahm.

Bemerkung. Folgende Tabelle zeigt, wie vorzüglich die gemessenen Wellenlängendifferenzen mit den Aufgaben Janickis übereinstimmen. Es ergibt sich für $\lambda = 5461 \text{ \AA}$:

Janicki	- 0,232	- 0,099	- 0,066	0	+ 0,088	+ 0,133
Eigene Messung	- 0,240	- 0,101	- 0,064	0	+ 0,084	+ 0,129

und für $\lambda = 4048 \text{ \AA}$.

Janicki	- 0,111	- 0,051	0	-	+ 0,067
Eigene Messung	- 0,110	- 0,050	0	+ 0,040	+ 0,063

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Dr. H. C. Burger für sein förderndes Interesse herzlich danken.