

F. Śpiewankiewicz.

## Über die Fluoreszenz der Mischung der $Cd$ - und $Zn$ -Dämpfe.<sup>1)</sup>

*O fluorescencji mieszaniny par kadmu i cynku.<sup>2)</sup>*

### Streszczenie.

Schemat aparatury, którą posługiwałem się przy badaniu fluorescencji mieszaniny par  $Cd$  i  $Zn$ , przedstawia rys. 1. Opis jej podany jest w tekście niemieckim. Fluorescencja mieszaniny par  $Cd$  i  $Zn$ , wzbudzona silnymi źródłami światła, jak iskry pomiędzy różnymi metalami, jest barwy zielono-żółtej: występuje ona już przy temperaturze  $450^{\circ}C$ , potem natężenie jej wzrasta wraz ze wzrostem temperatury. W temperaturze około  $900^{\circ}C$  staje się słabiej widoczna wskutek silnego promieniowania pieca.

Na rys. 2 (b) jest fotografią fluorescencji par mieszaniny  $Cd$  i  $Zn$ , (a) jest to fluorescencja czystej pary  $Cd$ , występująca w tych samych warunkach. Porównując te dwa zdjęcia, widzimy, że we fluorescencji par mieszaniny  $Cd$ - $Zn$  występuje w dziedzinie długofalowej pasmo ciągłe, o maximum natężenia przypadającym około  $5200 \text{ \AA}$ . Sam wygląd widma oraz krzywe otrzymane zapomocą mikrofotometru samozapisującego wskazują, że widmo to posiada charakter szerokiego pasma ciągłego, rozciągającego się od  $4850$ — $6400 \text{ \AA}$ , w temperaturze  $780^{\circ}C$ . W czystej parze  $Cd$  lub  $Zn$  przy najwyższych nawet gęstościach pasmo to nie występuje. Istnienie jego jest zatem wynikiem łącznej obecności par  $Cd$  i  $Zn$ . Obszar wzbudzenia fluorescencji w mieszaninie  $Cd$ - $Zn$  jest dość szeroki i leży w nadfiolecie.

<sup>1)</sup> Vorgetragen bei der VI. Tagung der Polnischen Physiker in Warschau, September 1932.

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

W dalszym ciągu pracy zbadano rozkład natężeń w pasmach fluorescencji pary  $Cd$  i mieszaniny  $Cd-Zn$ . Pomiaru te oparto na widmie lampy wolframowej taśmowej jako porównawczej. Przy pomocy otrzymanych wielkości liczbowych wykreślono krzywe, wyrażające zależność natężenia od długości fali w poszczególnych pasmach (rys. 3).

Kierownikowi Zakładu, Panu Prof. St. Pieńkowskiemu, składam prawdziwie serdeczne podziękowanie, za wybór tematu, cenne wskazówki udzielane mi w czasie tej pracy i okazywaną mi zawsze życzliwość.

*Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.*

Rękopis otrzymany dnia 15 października 1932.

Waring<sup>1)</sup> untersuchte das Spektrum einer Mischung von  $Hg$ - und  $Tl$ -Dampf und erhielt Banden von nicht deutlich erkennbarer Feinstruktur, die im Spektrum der einzelnen Metaldämpfe nicht vorkommen. Auf ähnliche Weise erhielt Winans<sup>2)</sup> bei seinen Untersuchungen der Absorptionslinie  $2282 \text{ \AA}$  in einer Mischung von  $Cd$ - und  $Hg$ -Dampf ausser der kontinuierlichen  $Cd$ -Bande noch eine Anzahl verwaschener

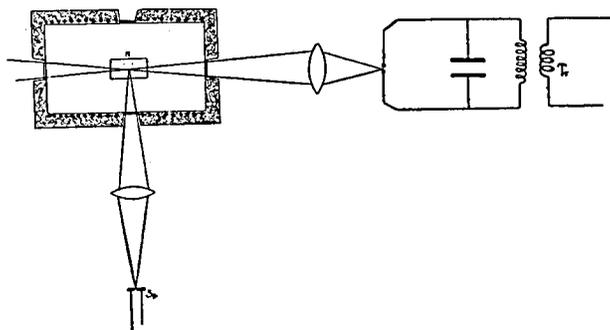


Fig. 1.

Linien, die im reinen  $Hg$ - und  $Cd$ -Dampf nicht beobachtet wurden. Beide Autoren nehmen an, dass diese Bande dem Molekül  $HgTl$  bzw.  $CdHg$  zuzuschreiben sind.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Fluoreszenz einer Mischung von  $Cd$ - und  $Zn$ -Dampf. Zu diesem Zwecke wurde auf

<sup>1)</sup> Phys. Rev. (2) 31, 1109, 1928, Nr. 6.

<sup>2)</sup> Phil. Mag. (7) 7, 565, 1929, Nr. 43.

die in unserem Institut übliche Weise ein zylinderförmiges Quarzgefäß von ca. 6 cm Länge und einem Durchmesser von 3 cm hergestellt, dessen Enden mit planparallelen Quarzfenstern geschlossen waren. In dieses Gefäß wurde vorher dreifach im Vakuum destilliertes *Cd* und *Zn* hineindestilliert. Während der Untersuchung blieben die Metaldämpfe stets gesättigt. Die benutzte Apparatur ist in Figur 1 schematisch dargestellt.

Zur Erregung der Fluoreszenz diente das Licht eines kondensierten Funkens zwischen Metallelektroden; die Funkenstrecke war an den Sekundärkreis eines Transformators angeschlossen und parallel zur Funkenstrecke war eine Kapazität von über 1000 cm geschaltet. Die mit einer Quarzlinse gesammelte Strahlung wurde durch das Quarzgefäß hindurchgeschickt, das sich in einem elektrischen Ofen befand. Die auf diese Weise erregte *Cd-Zn*-Dampfmischung wies eine grünlich-gelbe Fluoreszenz auf. Bei Temperatur von 450° C ist sie schwach sichtbar (der Dampfdruck bei dieser Temperatur beträgt für *Cd* 4,6 mm und für *Zn* 0,9 mm).

Die Intensität der Fluoreszenz wächst mit zunehmender Temperatur und bei 800° C ist sie sehr stark. Auch bei noch höheren Temperaturen ist sie deutlich sichtbar trotz der störenden Strahlung des Ofens. Bei höheren Temperaturen, ca. 900° C, verkürzt sich das Fluoreszenzbündel bis auf ungefähr 1 cm.

Senkrecht zur Richtung des erregenden Lichtes wurde ein Spektrograph von Leiss mit Glasoptik aufgestellt, dessen Dispersion im Spektralgebiet von  $\lambda = 4358 \text{ \AA} \cdot 20 \text{ \AA/mm}$  und bei  $\lambda = 5780 \text{ \AA} \cdot 55 \text{ \AA/mm}$  betrug. Vermittels eines entspre-

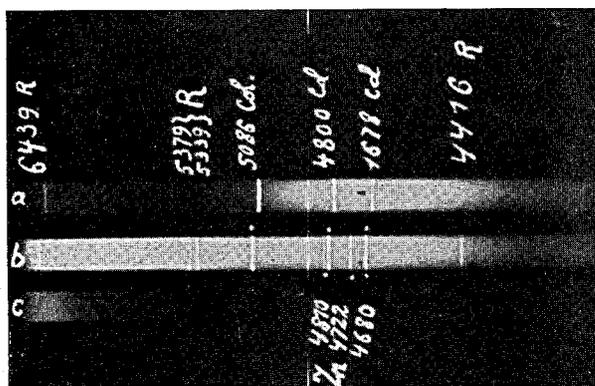


Fig. 2.

chenden Linsenaggregats wurde das Fluoreszenzbündel auf dem Spalt des Spektrographen abgebildet. Die Expositionszeit betrug 3—5 Stunden.

Abb. 2 (b) stellt das Fluoreszenzspektrum der Dampfmischung von *Cd* und *Zn* dar, 2 (a) das Spektrum des reinen *Cd*-Dampfes unter gleichen Bedingungen, 2 (c) die Strahlung des Ofens. Aus dem Vergleich der Aufnahmen (a) und (b) ersieht man, dass im Fluoreszenzspektrum der *Cd-Zn*-Mischung ausser der von 3800 bis 5100 Å reichenden kontinuierlichen Bande und dem sichtbaren Triplett 5086, 4800, 4677 Å ( $2^3P_{0,1,2} - 2^3S_1$ )

des reinen *Cd*-Dampfes, noch eine neue kontinuierliche Bande auftritt. Diese Bande beginnt bei 4850 Å und reicht bis Rot. Am kurzwelligen Ende überdeckt sie sich teilweise mit der *Cd*-Bande. Ausserdem ist das Zinktriplett 4680, 4722, 4810 Å ( $2^3P_{0,1,2} - 2^3S_1$ ) deutlich sichtbar. In reinem *Zn*-Dampf tritt nur eine äusserst schwache Bandenfluoreszenz von etwa 4000 bis 4900 Å auf. Daraus folgt, dass die neue Bande durch die gleichzeitige Anwesenheit von Cadmium und Zink im Dampf bedingt ist. Das Erregungsgebiet der *Cd-Zn*-Fluoreszenz ist ziemlich umfangreich, denn sie konnte durch Erregung mit den Funken verschiedener Metalle, wie *Cd*, *Zn*, *Cu*, *Ni*, *Al*, *Bi*, erhalten werden, und zwar für *Cd*-Funken stark, *Cu*- und *Ni*-Funken schwächer, *Zn*-Funken schwach und für *Al*-Funken sehr schwach. Eine ungefähr 1 mm dicke Glasplatte, die für Strahlen bis zu 3200 Å durchlässig ist, brachte die Fluoreszenz zum Verschwinden, wenn sie in den Strahlengang des erregenden Lichtes eingesetzt wurde. Eine Benzolschicht, die von 2800 Å an absorbiert, verursachte ebenfalls das Erlöschen der Fluoreszenz. Ein Bromfilter bewirkt eine starke Schwächung der Fluoreszenz, weil er die Intensität der Strahlung unterhalb 3125 Å auf die Hälfte reduziert. In Anbetracht dieser Versuche muss man annehmen, dass das Erregungsgebiet der Fluoreszenz etwa zwischen 2300 und 2150 Å liegt.

Mit demselben Quarzgefäss wurde das Absorptionsspektrum der *Cd-Zn*-Mischung untersucht. Zu diesem Zwecke wurde Magnesiumlicht verwendet, dessen kontinuierliches Ultraviolett bis 2270 Å reicht. Das Absorptionsspektrum wurde mit einem Quarzspektrographen von bedeutender Dispersion photographiert. Die Temperatur der Dampfmischung betrug 900° C (der Druck des *Cd*-Dampfes 2840 mm, des *Zn*-Dampfes — 670 mm). In der Nähe der *Mg*-Linie 2852 Å, deren Mitte absorbiert war, trat eine Reihe un aufgelöster Banden auf und ausserdem einige sehr schwache, sich von  $\lambda=3057$  Å nach Rot erstreckenden Banden.

Ähnliche Banden erhielt *Jabłoński* für reinen *Cd*-Dampf. Unter den gegebenen Bedingungen sind keine Banden beobachtet worden, die man der *Cd-Zn*-Mischung zuschreiben müsste.

Weiterhin wurde die Intensitätsverteilung innerhalb der einzelnen Banden sowohl der *Cd-Zn*-Mischung, als auch des *Cd*-Dampfes untersucht. Als Vergleichsspektrum diente das Spektrum einer Wolframbandlampe. Die Temperatur des leuchtenden Bandes wurde für verschiedene Stromstärken mit Hilfe eines Pyrometers (nach *Holborn-Kurlbaum*, von *Siemens*) bestimmt. Während der Expositionen betrug die Temperatur 2100° C, die ihr entsprechende Farbtemperatur 2683° abs. Das Licht dieser Lampe wurde durch ein Stufenfilter von bekannter Durchlässigkeit geschickt und photographiert. Auf Grund der mit Hilfe eines *Moll*schen Mikrophotometers erhaltenen Schwärzungskurven des

Spektrums der Wolframlampe wurde die Empfindlichkeit der photographischen Platte für die entsprechenden Wellenlängen bestimmt. Mit Hilfe der Empfindlichkeitskurven und der auf dieselbe Weise erhaltenen Schwärzungskurven der Banden konnte die Intensität für die entsprechenden Wellenlängen der Banden im Verhältnis zum Spektrum der Wolframlampe bestimmt werden. Die endgültigen Zahlenwerte wurden durch Multiplikation der erhaltenen Werte mit den relativen Intensitäten der Wolframlampe für die entsprechenden Wellenlängen erhalten. Auf Grund dieser Zahlenwerte konnten die das Verhältnis zwischen der Intensität und der Wellenlänge der einzelnen Banden darstellenden Kurven gezeichnet werden.

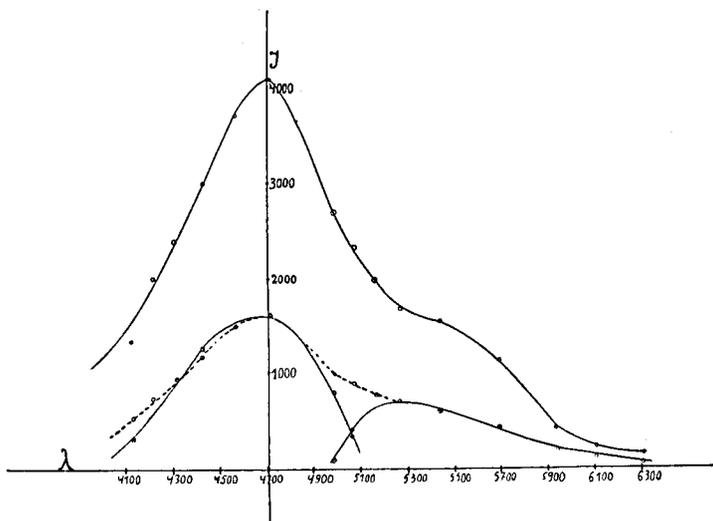


Fig. 3.

Obere Kurve: Fluoreszenz der Mischung der *Cd*- und *Zn*-Dämpfe; gestrichelte Kurve: obere Kurve so reduziert, dass ihr Maximum mit dem Maximum der unteren Kurve links (Fluoreszenz des reinen *Cd*-Dampfes) zusammenfällt; untere Kurve rechts: die neue Fluoreszenzbande.

Die Versuchsbedingungen waren hier folgende: für reinen *Cd*-Dampf betrug die Temperatur  $780^{\circ}\text{C}$  (der ihr entsprechende Dampfdruck ungefähr 830 mm). Für *Cd-Zn*-Dampfmischung war die Temperatur dieselbe; der *Zn*-Dampfdruck beträgt 190 mm).

Aus den Intensitätsverteilungskurven ist ersichtlich, dass die Fluoreszenz des *Cd*-Dampfes durch die Anwesenheit der *Zn*-Moleküle nicht merklich beeinflusst wird, denn durch Reduzierung der Intensitätskurve (im Gebiete der *Cd*-Fluoreszenz) für die *Cd-Zn*-Mischung lässt sie sich mit der reinem *Cd* entsprechenden Verteilungskurve fast zur Deckung bringen und ihre Maxima sind gegeneinander nicht verschoben.

### Zusammenfassung.

Bei Anwendung verschiedener Lichtquellen (*Cd*-, *Zn*-, *Bi*-, *Mg*-, *Al*-, *Fe*-Funken) wurde eine Fluoreszenz der *Cd-Zn*-Dampfmischung festgestellt. Das Spektrum dieser Fluoreszenz besteht aus einer Bande, die sich bei der Temperatur von  $780^{\circ}\text{C}$  ungefähr von  $4850\text{--}6400\text{ \AA}$  erstreckt.

Es wurde festgestellt, dass das Haupterregungsgebiet der Fluoreszenz zwischen  $2300\text{--}2150\text{ \AA}$  liegt.

Auf Grund von mikrophotometrischen Messungen wurde die Intensitätsverteilung in der *Cd-Zn*-Mischung und im reinen *Cd*-Dampf untersucht und festgestellt, dass die Anwesenheit des *Zn*-Dampfes keinen merklichen Einfluss auf den dem reinen *Cd*-Dampf entsprechenden Teil des Spektrums hat.

Dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. S. Piękowski möchte ich meinen herzlichsten Dank für die Überlassung dieses Themas und zahlreiche wertvolle Ratschläge aussprechen.

*Institut für Experimentalphysik der Universität Warschau.*

Eingegangen am 15. Oktober 1932.

---