Die Zerstörung der Phosphore durch positive Strahlen.

Von G. Berndt.

(Eingegangen am 19. Dezember 1919.)

Bei den radioaktiven Leuchtfarben (welche aus einem Gemisch von Sidotblende und einem oder mehreren Alphastrahlern bestehen) beobachtet man, auch bei konstanter Radioaktivität, ein allmähliches Nachlassen der Leuchtkraft¹⁾, welches von Rutherford²⁾ auf eine Zerstörung der einmal durch ein Alphateilchen getroffenen, allein erregbaren komplexen Zentren zurückgeführt wird. Auf Grund dieser Annahme hat er für die Abnahme der Intensität J (bei konstanter Strahlung) mit der Zeit t die Gleichung abgeleitet

$$J/J_0 = \frac{1}{A \cdot t} (1 - e^{-A \cdot t}), \quad (1)$$

in welcher J_0 die Anfangshelligkeit bedeutet und

$$A = K \cdot P \cdot q / N$$

ist, wo P die Zahl der in einer Sekunde auftreffenden Teilchen, q die von einem Teilchen erzeugte Zahl von Ionen und N die Zahl der Phosphormoleküle im Kubikzentimeter ist. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Ionisierung i auf der Strecke D (innerhalb der Reichweite R) nach der Gleichung abnimmt

$$i/i_0 = e^{-K \cdot D};$$

die beste Übereinstimmung mit der Erfahrung ergab sich für $K = 4,5/R$. Die Gleichung (1) stellt die Beobachtungen von Marsden³⁾ und von Berndt⁴⁾ recht gut dar.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei der Radiolumineszenz liegen nun auch bei der Phosphoreszenzerregung durch Kanalstrahlen vor. Auch hierbei leuchtet die Sidotblende am hellsten von allen bisher untersuchten Phosphoren⁵⁾, ferner sind auch von H. v. Dechend und W. Hammer⁶⁾ bei dieser Szintillationen durch Wasserstoff-

¹⁾ Literatur bei G. Berndt, Radioaktive Leuchtfarben. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1920.

²⁾ E. Rutherford, Proc. Roy. Soc. (A) **83**, 561, 1910.

³⁾ E. Marsden, Proc. Roy. Soc. (A) **83**, 548, 1910.

⁴⁾ G. Berndt, l. c.

⁵⁾ H. Baerwald, Ann. d. Phys. (4) **39**, 849, 1912.

⁶⁾ H. v. Dechend u. W. Hammer, Verh. d. D. Phys. Ges. **12**, 531, 1910.

Kanalstrahlen beobachtet worden, die allerdings von E. Rüchardt¹⁾ noch bestritten werden. Wie bei den Leuchtfarben²⁾ ist auch die durch Kanalstrahlen erregte Phosphoreszenz angenähert proportional der Zahl der auftreffenden Teilchen³⁾. Es rührt dies nach E. Rüchardt⁴⁾ daher, daß Sättigung (wie bei der Photolumineszenz) nicht eintreten kann, da es nur bei den durch Licht erregten Dauerbanden, nicht aber bei dem durch Kathoden- und Kanalstrahlen erzeugten Ultraviolettprozeß möglich ist, die obere Grenze zu erreichen. Vor allem tritt aber auch bei der Kanalstrahlenphosphoreszenz ein beträchtlicher Rückgang, und zwar wegen der großen Intensität der Strahlung schon in sehr kurzer Zeit ein, der bei dem heller leuchtenden Zinksulfid stärker ausgeprägt ist als bei dem schwächer phosphoreszierenden Willemitt⁵⁾. Die erschöpften Stellen leuchten aber nach Beobachtungen von J. J. Thomson⁶⁾ und E. Goldstein⁷⁾ noch bei Kathodenbestrahlung und sind nach E. Rüchardt⁸⁾ auch photolumineszenzfähig. Nach diesem wird auch der erschöpfte (und gleichzeitig braun verfärbte) Phosphor durch Erhitzung in der Bunsenflamme wieder völlig regeneriert.

Für den Abfall der Helligkeit bei der Kanalbestrahlung liegen leider bisher wenige Messungen vor, nur E. Rüchardt⁹⁾ gibt einige Beobachtungen an einem Sr-Bi-Phosphor graphisch wieder und bemerkt dabei, daß das Abklingen nicht exponentiell erfolgt. Aus der Kurve kann man nun die in der Tabelle (zweite Spalte) mitgeteilten Werte von J/J_0 für die Zeit t in Sekunden entnehmen.

Da die Radio- und die Kanalstrahlenlumineszenz beide durch den Stoß von Teilchen auf eine phosphoreszierende Substanz erzeugt werden, so müßte die Rutherfordsche Theorie auch für diese zutreffen. Versucht man die Beobachtungen durch die Gleichung (1) darzustellen, so erhält man für A die in der dritten Spalte wiedergegebenen Werte, aus denen sich im Mittel $A = 0,509$ ergibt. Die hiermit nach Gleichung (1) berechneten Werte von J/J_0 sind in der vierten und ihre Differenzen gegen die beobachteten Werte in der fünften Spalte mitgeteilt. Wie man sieht, ist der größte auftretende

¹⁾ E. Rüchardt, Phys. ZS. **20**, 473, 1910.

²⁾ G. Berndt, l. c.

³⁾ J. Königsberger u. J. Kutschewski, Ann. d. Phys. (4) **37**, 161, 1912.

⁴⁾ E. Rüchardt, Ann. d. Phys. (4) **48**, 838, 1915.

⁵⁾ J. Königsberger u. J. Kutschewski, Ann. d. Phys. (4) **37**, 161, 1912.

⁶⁾ J. J. Thomson, Phil. Mag. (6) **20**, 752, 1910; Phys. ZS. **11**, 1131, 1910.

⁷⁾ E. Goldstein, Verh. d. D. Phys. Ges. **14**, 33, 1912.

⁸⁾ E. Rüchardt, Ann. d. Phys. (4) **45**, 1063, 1914.

⁹⁾ E. Rüchardt, l. c. S. 1072.

Abfall der Helligkeit eines Sr-Bi-Phosphors bei Kanalbestrahlung.

t	J/J_0 beob.	A	J/J_0 ber.	Differenz
0	100	—	100	—
1	80	0,466	78,4	+ 1,6
2,3	60	0,490	59,0	+ 1,0
4	40	0,551	42,5	— 2,5
9,5	20	0,522	20,5	— 0,5
15	12,8	0,517	12,9	— 0,1
20	10	0,507	10,0	± 0,0

Unterschied nur 2,5; die Übereinstimmung ist also eine sehr gute, zumal wenn man bedenkt, daß die aus der Kurve entnommenen Werte wegen des kleinen Maßstabes mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sind. Von vornherein war andererseits zu erwarten, daß sie besser als bei der Radiolumineszenz sein dürfte, da bei der Kanalstrahlenerregung die Intensität sofort mit ihrem Höchstwert einsetzt, während bei den Leuchtfarben infolge der Bildung alphastrahlender Zerfallsprodukte zunächst ein Anwachsen der Helligkeit erfolgt, welches die Theorie nicht berücksichtigt; der Zeitpunkt, von welchem ab man die in Gleichung (1) auftretende Zeit t zu zählen hat, ist daher bei diesen einer gewissen Willkür unterworfen.

Zusammenfassung: An den Beobachtungen von E. Rüchardt über das Abklingen eines Sr-Bi-Phosphors bei der Erregung durch Kanalstrahlen wird nachgewiesen, daß dieses durch dieselbe Gleichung dargestellt werden kann, welche von E. Rutherford für das zeitliche Nachlassen der Radiolumineszenz aufgestellt ist.

Berlin-Friedenau, Dezember 1919.

Phys. Labor. d. Opt. Anstalt C. P. Goerz, A.-G.