

Über den lichtelektrischen Effekt der Gelatine-Farbstoffphosphore.

VON LAJOS GOMBAY.

(Eingegangen am. 8. XI. 1948.)

1. Einleitung.

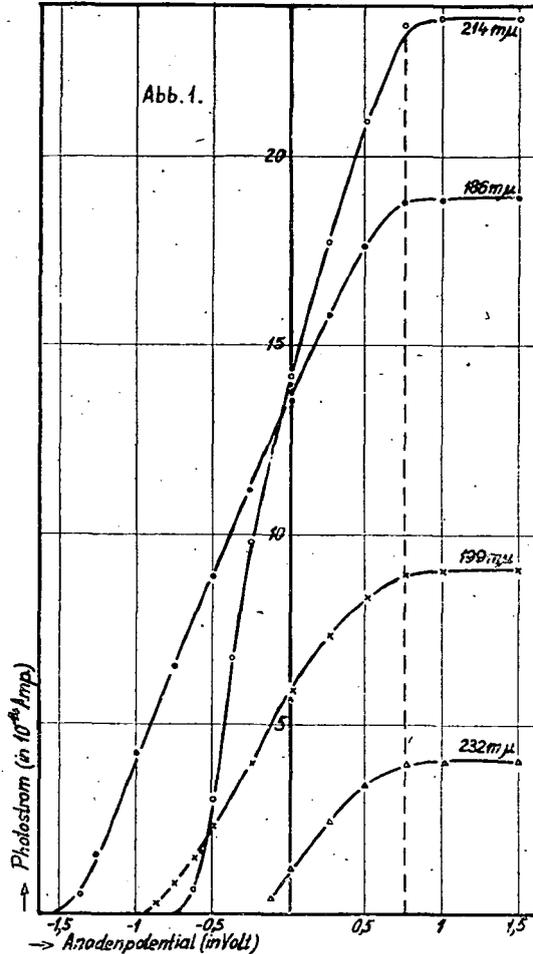
In einer früheren Arbeit (1) habe ich die Resultate meiner Untersuchungen über die lichtelektrische Elektronenemission, der Gelatine-Farbstoffphosphore schon veröffentlicht. Da bei diesen Untersuchungen nur unzerlegtes Licht gebraucht wurde, konnte ich keine Angabe über den monochromatischen Photoeffekt geben. Bei den jetzigen Untersuchungen wurde eine Funkenstrecke als Lichtquelle benutzt und das Licht mit einem einfachen Monochromator zerlegt. Mit einem Doppel-Monochromator konnte ich nicht arbeiten, da die lichtelektrischen Ströme zur genauen Messung zu schwach waren. Auch bei dem einfach zerlegten Licht musste ich ein sehr empfindliches Elektrometer (Lindemann) mit kleiner Kapazität benutzen. Das Elektrometer war mit dem Phosphor unmittelbar zusammengesaltet, so dass man nur mit einer sehr kleinen Zusatzkapazität rechnen musste. Um die starke Polarisation des Phosphors — die bei dem im Vacuum entwässerten Gelatine-Farbstoffphosphor immer auftritt (2) — möglichst vermeiden zu können, wurde eine Phosphorschichtdicke von 0.001 mm angewandt. Der Phosphor wurde ebenso wie bei den vorherigen Arbeiten hergestellt (3). Seine Konzentration betrug 10^{-1} gr Farbstoff (Rhodulin Orange N) pro cm^3 trockene Gelatine. Die Stromstärke wurde aus der Aufladegeschwindigkeit des Elektrometers in der bekannten Weise berechnet.

2. Messergebnisse.

In Abb. 1. sind die Strom-Spannungskurven der lichtelektrischen Ströme bei verschiedenen Wellenlängen wiedergegeben. Die Versuchsanordnung war so eingerichtet, dass die Anode von Licht nicht getroffen wurde. So ergibt das kleinste Gegenpotential (mit Berücksichtigung des Kontaktpotentials), bei dem der Photostrom eben verschwindet, das Höchstpotential der von dem angewandten monochromatischen Licht ausgelösten Elektronen. Da ein Kontaktpotential zwischen Anode und Kathode immer auftritt (4), wenn das Austrittspotential der Anode und Kathode nicht gleich ist, muss man auch das Kontaktpotential bestimmen. Es ist am besten das Kontaktpotential mit der Methode zu bestimmen, bei der die Lage der Anode und Kathode ebenso ist, wie bei der Messung der lichtelektrischen Ströme und des Höchstpotentials. So habe ich das Kontaktpotential, das bei meinen Untersuchungen 0,75 Volt war, aus den Strom-Spannungskurven (Abb. 2.) ermittelt. Das Höchstpotential der Elektronen zeigt die dritte Reihe der Tabelle 1. bei verschiedenen Wellenlängen.

λ (in $m\mu$)	186	199	214	232	257
ν (in 10^{14} sec^{-1})	16,15	15,07	14	12,94	11,7
V_m (in Volt)	2,35	1,75	1,5	1,0	0,5
Φ (in Volt)	4,32	4,47	4,2	4,35	4,32

$$\Phi_{\text{Mittel}} = 4,33$$



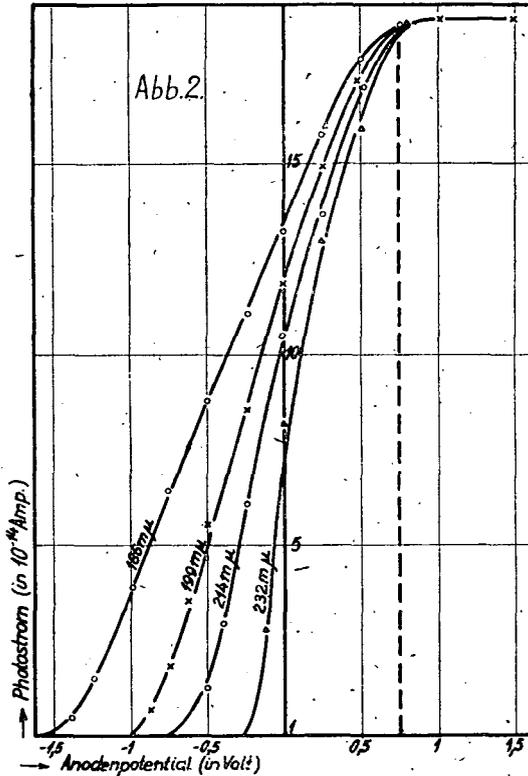
Um das Austrittspotential der Elektronen bestimmen zu können, schreiben wir die Einsteinsche Gleichung in der Form:

$$h\nu = e_0 V_m + e_0 \Phi \quad A.$$

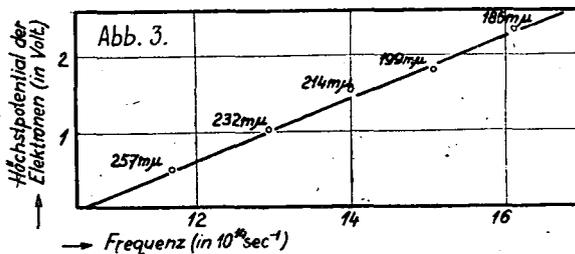
wo h die Plancksche Konstante, ν die Lichtfrequenz, e_0 die Elementarladung, V_m das Höchstpotential des von der ν Lichtfrequenz ausgelösten Elektrons, und Φ das Austrittspotential bedeutet. Da V_m schon bekannt ist, können wir aus dieser Gleichung Φ berechnen. Die Ergebnisse sind in der Reihe 4. der Tab. 1. angegeben. Es ist ersichtlich, dass ein Gelatine-Farbstoffphosphor ein ziemlich grosses Austrittspotential (4,33 Volt) hat, oder mit anderen Worten: ein

Gelatine-Farbstoffphosphor hat eine bedeutende Austrittsarbeit von 4,33 Elektronenvolt.

Um die einzelnen Strom-Spannungskurven bei verschiedenen Wellenlängen unter sich besser vergleichen zu können, habe ich die Kurven in gleiche Elektronenmengen umgerechnet; die Resultate sind in Abb. 2. sichtbar.



Aus der Gleichung A. ist es klar, dass das Höchstpotential der Elektronen als Funktion der Lichtfrequenz linear ist, was in Abb. 3. dargestellt ist. Wo diese Gerade die Frequenzaxe schneidet, ist V_m gleich Null. Mit kleineren Frequenzen bekommen



wir keine positive V_m Werte, d. h. der Schnittpunkt gibt uns die rote oder langwellige Grenze des lichtelektrischen Effekts:

$$\nu' = 0,55 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1} \quad \text{oder} \quad \lambda' = 284 \text{ m}\mu$$

Wir können die langwellige Grenze auch mit anderen Methoden ermitteln. So können wir z. B. aus Gleichung A. den Schluss ziehen, dass ein Elektron die Phosphoroberfläche nur dann verlassen kann, wenn

$$h\nu \geq e_0 \Phi$$

Ist die Austrittsarbeit kleiner, als $h\nu$, dann verlässt das Elektron die Oberfläche mit einer positiven, von Null verschiedenen Eigengeschwindigkeit ($V_m > 0$), ist aber $h\nu = e_0 \Phi$, dann muss $V_m = 0$ sein, d. h. das Elektron verlässt die Oberfläche mit der Eigengeschwindigkeit Null. Die hierfür erforderliche Lichtfrequenz ν' bezeichnet man als rote oder langwellige Grenze. In diesem Fall folgt aus Gleichung A.:

$$\nu' = \frac{e_0 \Phi}{h} \text{ oder } \lambda' = \frac{hc_0}{e_0 \Phi} = \frac{1235}{\Phi}$$

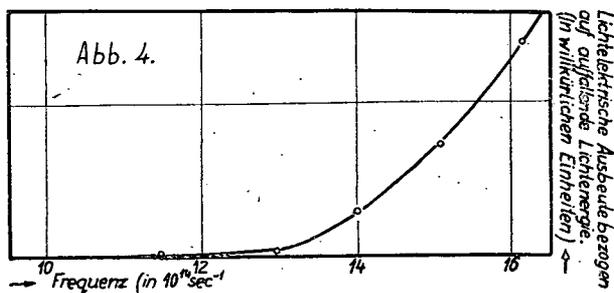
(λ in $m\mu$ und Φ in Volt angegeben.)

Bei meinen Untersuchungen wurden die Werte $\Phi = 4,33$ Volt und $\lambda' = 285 m\mu$ erhalten.

Aus den Absorptionskurven (5) der Gelatine-Farbstoffphosphore kann man gut sehen, dass die langwellige Grenze des lichtelektrischen Effekts diejenige Wellenlänge ist, bei der der Absorptionskoeffizient sehr rasch zuzunehmen beginnt.

Aus der Neigung der Geraden in Abb. 3. kann man die Plancksche Konstante „h“ berechnen. Die Steigung der Geraden liefert einen etwas zu niedrigen „h“ Wert: $h = 6,35 \cdot 10^{-27}$ erg sec. Das ist bei den undefinierten Verhältnissen der Gelatine-Farbstoffphosphore nicht überraschend.

Ich habe die relativen Lichtintensitäten der einzelnen Linien auch gemessen. So konnte ich die relative lichtelektrische Ausbeute — bezogen auf die auffallende Lichtenergie — berechnen. Die Ergebnisse sind in Abb. 4. eingetragen. Die Ausbeute von 280 $m\mu$ bis 250 $m\mu$ ist so klein,



dass ich diese quantitativ überhaupt nicht messen konnte. Von 250 $m\mu$ an ist sie zwar schon quantitativ gut messbar, aber einen bedeutend grösseren Wert nimmt sie erst nach 230 $m\mu$ auf, von wo an die Ausbeute rasch zunimmt.

3. Zusammenfassung.

Es wurde der lichtelektrische Effekt der Gelatine-Farbstoffphosphore bei dem zerlegten Licht untersucht. Die Resultate sind die folgenden:

Der Gelatine-Farbstoffphosphor hat eine Austrittsarbeit von 4,33 Elektronenvolt.

Die langwellige Grenze des lichtelektrischen Effekts ist: $\lambda' = 285 \text{ m}\mu$.

Die Ausbeute nimmt erst nach 230 $\text{m}\mu$ rasch zu.

Aus den Messergebnissen wurde $h = 6,35 \cdot 10^{-27} \text{ erg sec}$ berechnet.

* * *

Für die vielseitige Beihilfe und das ständige Interesse möchte ich auch an dieser Stelle dem Direktor des Instituts für Experimentalphysik der Universität Szeged Herrn Professor Pál Fröhlich weiterhin auch Herrn Professor R. W. Pohl herzlichst danken.

Schrifttum.

1. L. Gombay: Kolloid—Z. 101, (1942) 2.157.
2. L. Gombay: Kolloid—Z. 100, (1942) 3.350.
3. P. Fröhlich u. L. Gombay: Kolloid—Z. 94, (1941) 177.
4. Müller—Pouillefs: Lehrbuch der Physik IV. 4. 172 u. 210.
5. H. Mischung: Acta Chem. Min. Phys. Univ. Szeged 6. (1938) 2.

Institut für anorganische und analytische Chemie der Universität.

Direktor: Prof. Dr. Á. Kiss.

Zur Lichtabsorption der o-, m- und p- disubstituierten Benzolderivate.

1. Allgemeiner Teil.

Von: Á. Kiss.

(Eingegangen am 15. XI. 1948.)

Einleitung.

Die Extinktionskurven der o-, m- und p-disubstituierten Benzolderivate zeigen oft grosse und regelmässige Unterschiede (1). Da sich dabei auch schwer erklärbare Unregelmässigkeiten zeigen (1a), so wurde die systematische Untersuchung dieser Frage in Begriff genommen. Die vorliegende Arbeit gibt eine Übersicht derjenigen Effekte, welche bei der Interpretation der Versuchsresultate m. E. beachtet werden müssen. Die rechnerische Bearbeitung der Literaturdaten und des eigenen Versuchsmaterials wird in späteren Beiträgen gegeben.

Komponenten des o-, m- und p-Effektes.

Die auf die Ladungsverteilung der π -Elektronen des Benzols ausgeübte Wirkung der Substituenten wird als ihre induktive Wirkung bezeichnet (2), während die Beteiligung der π -Elektronen der Substituenten in der Mesomerie des Benzolringes als mesomerer, oder elektromerer Effekt gekennzeichnet wird (3). Die beiden Effekte wirken einander entgegen (4). Sie sind nicht additiver Art, sondern überlagern sich verwickelter Weise.