

Spezifische chemische Wirkungen von Kanalstrahlen verschiedener Elemente.

Von

H. von Dechend und W. Hammer.

Zur Analyse von Kanalstrahlen sind bisher im wesentlichen zwei Methoden zur Anwendung gekommen.

Die eine benutzt die STARKSche Entdeckung, daß das von Kanalstrahlen emittierte Licht den Dopplereffekt zeigt. Die Folgerungen aus diesen Versuchen sind alle mehr oder weniger abhängig von Hypothesen über die Natur der Emissionsträger.

Die andere Methode geht davon aus, daß ein Kanalstrahl durch ein magnetisches Feld in mehrere Teile zerlegt wird, deren Ablenkungen sich verhalten wie die Wurzeln aus der spezifischen Ladung $\left(\frac{e}{m}\right)$ der bewegten Ionen.

Die magnetische Ablenkung y ist nämlich gegeben durch

$$y = \frac{e}{m v} K,$$

wo e die Ladung, m die Masse, v die Geschwindigkeit bedeutet und K eine Konstante, die die Stärke des Magnetfeldes und Apparatdimensionen enthält.

Da nun

$$v = \sqrt{2 \frac{e}{m} \Delta v}$$

ist, wo Δv die von den Teilchen frei durchlaufene Spannungsdifferenz ist, so folgt

$$y = b \sqrt{\frac{e}{m}}.$$

W WIEN hat nun 1902 gefunden, daß in verschiedenen Gasen (H_2 und O_2) die magnetischen Ablenkungen eines Teiles der Strahlen sich umgekehrt verhielten, wie die Wurzeln aus den Atomgewichten.

Daraus war zu folgern, daß die Kanalstrahlen zum Teil wenigstens aus positiv geladenen Atomen des Gasinhalts bestehen.

Also gilt

$$1) \quad y = b \sqrt{\frac{e}{A}},$$

wo A das Atomgewicht des betreffenden Elementes ist.

J. J. THOMSON hat dann zunächst gefunden, daß bei hohem Vakuum und hohem Entladungspotential andere Verhältnisse vorliegen, sich aber in seiner letzten Mitteilung über diesen Gegenstand¹ nahezu vollständig dieser Auffassung angeschlossen.

Genauere Messungen² von Kanalstrahlen verschiedener Elemente haben gezeigt, daß das Atomgesetz 1 innerhalb der Versuchsfehler (2—5 %) richtig ist.

Dabei bestätigte sich die frühere Beobachtung von THOMSON, daß außer einfach geladenen H -Atomen auch einfach geladene H -Moleküle auftreten. Ferner wurden auch einfach geladene Molekülstrahlen und doppelt geladene Atomstrahlen anderer Elemente (z. B. C) nachgewiesen.

Wir hielten es nun für wünschenswert, für die verschiedene chemische Natur der Kanalstrahlen der einzelnen Elemente auch noch andere Beweise beizubringen als die Verschiedenheit der Spektren und der magnetischen Ablenkbarkeit, und haben daher versucht, eine spezifische chemische Wirkung der einzelnen Teile des zerlegten Strahlenbündels zu erhalten.

Chemische Wirkungen, die durch Kanalstrahlen herbeigeführt werden, sind schon lange bekannt. Die bisherigen Versuche sind aber niemals mit homogenen Strahlen angestellt worden und niemals unter Ausschluß von Begleitreaktionen mit den zersetzten und ionisierten Gasresten. Daß diese letzteren eine wesentliche Rolle spielen, ist von G. C. SCHMIDT³ betont worden. Dieser fand, daß die Kanalstrahlen in Sauerstoff eine oxydierende, in Wasserstoff dagegen eine reduzierende Wirkung ausüben.

Eine Kupferplatte, die von in Sauerstoff erzeugten Strahlen

¹ J. J. THOMSON, Phil. mag. Okt. 1910.

H. VON DECHEND und W. HAMMER, Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. 1910, 21. Abhandlung.

Anu. d. Phys. 9 S. 703. 1902.

getroffen wurde, oxydierte; wurde ein Teil derselben vor dem direkten Auftreffen der Strahlen geschützt, so oxydierte sie ebenso. „Daraus geht hervor, daß die Kanalstrahlen nur indirekt wirken, indem sie den Sauerstoff zersetzen.“

Diese Komplikation war zu vermeiden und außerdem für möglichst scharfe Trennung der verschiedenen Strahlteile zu sorgen.

Beide Bedingungen sind erfüllbar, wenn die Kanalstrahlen in ein sehr hohes Vakuum geleitet und dort erst untersucht werden.

Wir haben daher unsere an anderer Stelle¹ bereits beschriebene Anordnung benutzt, bei der die Kanalstrahlen in einem Raum von relativ hohem Druck entstehen und dann durch ein Kapillarsystem in den Beobachtungsraum treten, in dem durch eine Gaedepumpe und zweckmäßig angebrachte Kühler (flüssige Luft) ein Totaldruck von der Größe $1 - 5 \cdot 10^{-5}$ mm Hg dauernd aufrecht erhalten werden konnte.

Die Strahlen liefen durch ein elektrisches und ein magnetisches Querfeld, deren Kraftlinien parallel zueinander waren.

Dann sind die Schnittkurven der abgelenkten Strahlen mit einer senkrecht zur ursprünglichen Strahlrichtung gelegten Ebene, wie wir früher gezeigt haben, Parabeln.

Jeder vorhandenen Gruppe von Ionen mit ein und demselben $\frac{e}{m}$ und variierender Geschwindigkeit entspricht eine solche Parabel. Ändert sich der Druck im Entladungsrohr, und damit auch die Geschwindigkeit, so wandern die Strahlenden auf der ihrem $\frac{e}{m}$ entsprechenden Parabel hin und her, ohne daß die Kurven sich sonst verschieben. Die Anwendung gleichzeitiger elektrischer und magnetischer Ablenkung macht daher unabhängig von Schwankungen der Entladungsspannung. Aus diesem Grunde haben wir stets die an sich zur Zerlegung nicht notwendige elektrische Ablenkung benützt.

Die zerlegten Strahlen fielen auf eine dünn versilberte Glasplatte², die durch einen Schriff gedreht werden konnte. Stand die Platte parallel zur Rohrachse, so stand diesen der Weg zu dem am Rohrende aufgekitteten Phosphoreszenzschirm offen und es konnte festgestellt werden, ob die gewünschten Verhältnisse vorlagen. Eine Drehung des Schiffs um 90° brachte dann die versilberte Platte in den Strahlengang.

¹ VON DECHEND und HAMMER a. a. O. S.

² BÖTTGERS Rezept in Kohlrauschs Prakt. Phys.

Als Stromquelle diente wie früher eine zweiplattige Mercedes-Influenzmaschine (Elektrodenspannung immer über 40000 Volt).

Der Gasinhalt bestand aus Schwefelwasserstoff. Das Rohr war nicht besonders gereinigt worden, ebensowenig die Elektroden, es waren daher auch andere Stoffe, besonders Kohlenwasserstoffe, anwesend. Da die Strahlen mit großer Schärfe trennbar waren, so störte dies nicht.

Wir fanden nun, daß bei kurzer Expositionsdauer (20 Minuten) bereits alle Teile des Silberspiegels, die von Strahlen getroffen waren, eine Einwirkung erfahren hatten.

Dies war am deutlichsten zu erkennen, wenn man die Platte anhauchte. Die einzelnen Parabeln und der „neutrale“ Fleck hoben sich dann sehr scharf von der übrigen Silberschicht ab.

Bei längerer Exposition ($1/2$ Stunde) trat zunächst ein sehr deutlicher dunkler Fleck an der Stelle auf, die von den unablenkbaren Strahlen getroffen wurde (ca. 1 mm Durchmesser), bei noch längerer (1 Stunde) eine positive und eine negative dunkelgefärbte Parabel, deren Lage für S-Ionen zu sprechen schien. Genaue Messung war mangels einer Vergleichsparabel nicht möglich.

Behandlung mit verschiedenen Reagentien brachte an diesen Stellen keine Veränderung hervor, während alle andern Punkte angegriffen wurden. So löste z. B. verdünnte Salpetersäure die ganze Silberschicht bis auf diese Punkte auf. Auch eine Veränderung gegen mechanische Angriffe stellten wir fest. Durch kräftiges Abreiben mit dem Finger ließ sich nämlich die Silberschicht überall sonst entfernen, die Flecke blieben aber bestehen.

Eine weitere Silberplatte wurde zwei Stunden exponiert. Sie zeigte einen sehr starken schwarzen unabgelenkten kleinen Fleck, der von einem blanken Ring umgeben war, und drei positive und eine negative Parabel. Behauchen brachte noch mehrere andere zum Vorschein, insbesondere die stark abgelenkte H-Parabel.

Die H-Strahlen, die nach der Phosphoreszenz zu schließen weitaus am stärksten vertreten waren, hatten also eine wesentlich schwächere und jedenfalls ganz andere Wirkung ausgeübt wie die andern Strahlen.

Es gelang uns, die drei positiven Parabeln durch Behandlung mit Bromdampf deutlicher zu machen. Dabei wurde der mittlere ganz scharfe schwarze Fleck noch schwärzer; der umgebende Ring blieb ungeändert.

Nunmehr war auch eine Ausmessung möglich. Sie ergab die Atomgewichte 6, 12, 60, also hätten wir die früher von uns beobachteten doppelt geladenen C-Strahlen, ferner C^{++} - und vermutlich S_2^+ -Strahlen.

Es ist bemerkenswert, daß die chemische Wirkung der neutralen Strahlen wesentlich größer ist als die der geladenen, obwohl die von ihnen erregte Phosphoreszenz schwächer ist.

Die Erklärung hierfür ist möglicherweise folgende. Der neutrale Strahl besteht sehr wahrscheinlich aus denselben Atomarten, wie die geladenen, dies läßt sich daraus schließen, daß fast alle Ionenarten sowohl positiv als negativ vorkommen, also da sie ursprünglich alle als positiv geladene Ione beschleunigt wurden, einmal neutral geworden sein müssen. Die Geschwindigkeit, mit der der Neutralisationsprozeß vor sich geht, ist für die verschiedenen Atomarten verschieden, und zwar scheint sie für die schwereren größer zu sein. Der neutrale Strahl muß daher überwiegend aus den letzteren bestehen, also in unserem Falle gerade denjenigen, die eine Schwarzfärbung herbeizuführen geeignet sind.

Weitere Folgerungen auf die Natur des neutralen Strahles aus unseren Versuchen zu ziehen, wäre verfrüht. Sie würden ebenso wie die obige Erklärungsweise nicht frei sein von Hypothesen über die Zusammensetzung des Strahls beim Eintritt in den Beobachtungsraum und die bis jetzt noch ziemlich unbekanntes Gesetze der Umladungserscheinungen.

Die erhaltenen Resultate genügen aber jedenfalls, um zu zeigen, daß die Kanalstrahlen verschiedener Elemente auch ganz verschiedene chemische Wirkungen hervorrufen. Dies liegt völlig im Sinn der bisherigen Anschauung, die die Kanalstrahlen als Strahlen geladener und neutraler Atome und Moleküle mit Erhaltung ihrer chemischen Verschiedenheit betrachtet.

Die Versuche lassen natürlich noch keinen Schluß auf die Art der entstehenden Verbindungen zu. Zwischen- und Begleitreaktionen mit den schwer gänzlich zu beseitigenden Oberflächenhäuten und mit andern Verunreinigungen beeinflussen die Vorgänge jedenfalls nicht unerheblich.

Für eine weitere Verfolgung ist unsere hauptsächlich zu andern Untersuchungen bestimmte Anordnung in manchen Punkten ungeeignet.

Die Schwierigkeiten sind indessen nicht apparative, sondern chemische.

Da nämlich diese Reaktionen unter ganz andern Bedingungen vor sich gehen als gewöhnlich, so sind vermutlich die Eigenschaften der entstehenden Verbindungen auch ganz andere und unbekannte. Die analytisch-chemische Grundlage fehlt also vollständig und muß erst geschaffen werden.

Die Heranziehung physikalischer Eigenschaften, z. B. Reflexionsvermögen und photoelektrische Erscheinungen, bietet vielleicht die meisten Aussichten.

Gerade in dieser Verschiedenheit der Bedingungen liegt aber auch das Interessante. Die „Temperatur“ der Kanalstrahlen beträgt ja, wenn es statthaft ist, diese Größe im Sinne von J. STARK zu definieren und allein aus der translatorischen kinetischen Energie zu berechnen, einige Millionen Grad. Die Chemie der Kanalstrahlenreaktionen ist also die Chemie der extremsten Temperaturen und daher ein ganz neues Gebiet.

Besonders interessant wäre die Untersuchung der Edelgase, die ja noch nie in Verbindungen zu zwingen waren. In Kanalstrahlenform sind sie vielleicht reaktionsfähiger und da die „Abkühlungsgeschwindigkeit“ bei der Absorption der Strahlen sehr groß ist, so wird man die Produkte möglicherweise auch festhalten können.

Wir beabsichtigen, derartige Versuche in Angriff zu nehmen.

Freiburg i. Br., den 1. Dezember 1910.

Physikalisches Institut.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Dechend H. von, Hammer Wilhelm

Artikel/Article: [Spezifische chemische Wirkungen von Kanalstrahlen verschiedener Elemente. 127-132](#)