

Bei gewissenhaftester Prüfung meiner Schlussfolgerungen kann ich aber keinen logischen Fehler, auch keinen Verstoß gegen das Lambertsche oder gegen das Snelliussche Gesetz in demselben entdecken. Für homogene Felder und senkrechte Incidenz stimmen auch beide Theorien überein, also kann der Grund des Dilemmas nur in der besonderen Art der Übertragung des Gesetzes von Lambert vom Falle des homogenen auf den Fall des nicht homogenen Feldes begründet sein. In der That würde die Differenz der Auffassungen verschwinden, wenn entweder auf der einen Seite der Grundsatz anerkannt würde, die in einem beliebig gebrochenen Strahlenbündel sich fortpflanzende Energie erfahre bei den Brechungen keine Einbusse, oder aber, wenn auf der andern Seite die Wahrscheinlichkeit einer solchen Einbusse, zunächst beim Übergang aus dem optisch dichteren ins dünnere Mittel zugegeben würde. Im ersten Fall müsste ich zugeben, mein mit dem an der Spitze gebrochenen Hohlkegel geführter Beweis habe nur strenge Richtigkeit für den Fall, dass die Spitze des Kegels auf der Grenzfläche beider Mittel liegend gleichsam beiden Mitteln angehöre, also nur für den Fall der unstetigen, thatsächlich auch mit Reflexion verbundenen Brechung, während bei der krummlinigen Brechung kein Grund für Annahme einer Energieeinbusse vorliege. Im andern Falle aber würde Herr Seeliger zugeben, dass kein Grund vorliege, die Energieeinbusse nur auf den Fall der unstetigen Brechung zu beschränken oder gar ganz zu unterdrücken. Er würde dann anerkennen, dass der von mir mit Hilfe des mit seiner Spitze an beiden Mitteln beteiligten Kegels gelieferte Ausdruck für die Helligkeitsverminderung den besonderen Vorteil biete, daraus das Gesetz dieser Energieeinbusse zu entnehmen und festzulegen. Herr Professor Seeliger würde alsdann den Faktor  $\mathcal{F}$  seiner Formeln bei einer jeden einzelnen Brechung mit dem Quotienten  $\cos^2 \beta : \cos^2 \alpha$  multiplizieren und wir würden damit beide die weitere Konsequenz anerkennen, dass mein zur Vermeidung nicht homocentrischer Büschel am idealen Einzelfall geführter Beweis als allgemeines Brechungsgesetz gelten müsse, für die stetige, wie für die unstetige Brechung.

In energetischer Beziehung von grösstem Interesse ist die Anwendung des Helligkeitsgesetzes auf den umgekehrten Fall, den Übergang von Lichtenergie aus einem dünneren in ein dichteres Mittel. Eine Vermehrung der Helligkeit nach Massgabe des aufgestellten Gesetzes dürfte nach meiner Auffassung des Helligkeitsbegriffes weder dem ersten noch dem zweiten Hauptsatz widersprechen. Die Beziehung zwischen Quellen und Senken muss nur vollkommen reziprok gefasst werden, so

dass auch das Absorptionsvermögen einer Senke von denselben äusseren Umständen abhängig wird, wie das Emissionsvermögen einer Quelle.

Die Entscheidung über die Auffassung des interessanten wissenschaftlichen Dilemmas liegt auf dem Gebiete der Erfahrung.

(Eingegangen 3. April 1903.)

## Über das Atomgewicht des Radiums.

Von Frau Curie.

In einer vor kurzem erschienenen Abhandlung (diese Zeitschrift 4, 285, 1903) sprechen die Herren Runge und Precht einige Zweifel aus über die Richtigkeit des Wertes 225, welchen ich für das Atomgewicht des Radiums gefunden habe. Diese Zweifel sind auf einer Untersuchung der Linien des Radiumspektrums begründet, aus welcher die Verfasser den Schluss ziehen, dass das Atomgewicht des Radiums dem Werte 258 nahe kommen sollte.

Ich betrachte den von mir bestimmten Wert 225 als richtig mit einem wahrscheinlichen Fehler, welcher eine Einheit nicht überschreitet.<sup>1)</sup> Meine Gründe dazu sind die folgenden:

Die Reinheit des Radiumchlorids, welches zur Bestimmung diente, wurde von Demarçay durch die photographische Aufnahme des Spektrums geprüft. Zwei Messungsreihen wurden ausgeführt: die eine mit einem Chlorid, dessen Spektrum die drei stärksten Baryumlinien ziemlich bedeutend aufwies, — die andere mit einem Chlorid, dessen Spektrum die zwei stärksten Baryumlinien nur spurweise aufwies. Trotzdem habe ich mit den beiden Chloriden Resultate erhalten, welche nur wenig verschieden sind.

Die erste Messungsreihe (4 Bestimmungen) ergab die Werte 220,7, 223,0, 222,8, 223,1.

Die drei letzteren, sehr gut miteinander stimmenden Zahlen ergeben einen Mittelwert 223.

Die zweite Messungsreihe (3 Bestimmungen) mit dem reineren Chloride ergab die Werte

225,3, 225,8, 224,0

und den Mittelwert 225.

Wenn das Radium ein Atomgewicht von 258 besitzen sollte, so müsste man, wie leicht zu berechnen ist, die Proportion von Baryumchlorid im ersten Chloride zu 20% und im reineren Chloride zu 19% schätzen.

Es ist nahezu unmöglich, dass eine solche Menge von Baryumchlorid im Spektrum fast unsichtbar sein sollte. Demarçay betrachtete die Spektralreaktion des Baryums als eine der empfindlichsten für seine Untersuchungsmethode. Jedenfalls könnte man gar nicht erklären, dass

1) Frau Curie, C. R. Juli 1902.

das Baryumspektrum bedeutend stärker werden sollte, wenn der Gehalt an Baryumchlorid von 19<sup>0</sup>/<sub>10</sub> bis 20<sup>0</sup>/<sub>10</sub> steigt.

Der Wert 225 für das Atomgewicht des Radiums entspricht sehr gut dem periodischen System, indem er genau in die Lücke passt, welche sich in der Kolonne der verwandten Elemente *Ca*, *Sr*, *Ba* und in der Linie der radioaktiven Stoffe Uran und Thor befindet.

Die Zahl 258 ist von den Herren Runge und Precht aus einem experimentellen Gesetze abgeleitet, welches für die Linienverteilung im Spektrum benachbarter Elemente *Ca*, *Sr*, *Ba* gilt. Die Ableitung des Wertes 258 für das Radium erfolgt dabei durch Extrapolation. Eine Extrapolation darf aber nie als ganz zuverlässig betrachtet werden.

Die Herren Runge und Precht halten es für wahrscheinlich, dass mein Radiumsalz Baryumsalz enthielt, weil beide Salze isomorph sind und deshalb, ihrer Meinung nach, durch einen Krystallisationsprozess nicht vollständig getrennt werden können. Diese Meinung ist nicht richtig. Zwei isomorphe Salze können miteinander in allen Verhältnissen zusammenkrystallisieren; eben deswegen können solche Salze, wenn sie einen Löslichkeitsunterschied aufweisen, durch fraktionierte Krystallisation aus der gemeinsamen Lösung beide beliebig rein erhalten werden. So können zum Beispiel die isomorphen Chloride von *Ca* und *Ba* durch Krystallisation beliebig vollständig getrennt werden. — Wenn aber zwei Salze nicht isomorph sind, so krystallisiert eines von ihnen rein aus der Lösung heraus, bis der Gehalt der Lösung an beiden Salzen ein solcher wird, dass weitere Krystallisation das Abscheiden eines Gemenges von Krystallen von bestimmter Zusammensetzung zur Folge hat. Von diesem Augenblicke an kann keine weitere Trennung dieses Gemisches durch Krystallisation erfolgen.

Ich wünsche noch zu bemerken, dass wir die Entdeckung des Radiumspektrums und die erste sehr vollständige Ausmessung des Spektrums des reinen Radiumchlorides Demarçay verdanken.<sup>1)</sup> Es ist mir eine Pflicht, meine Dankbarkeit gegen diesen Gelehrten auszusprechen, welchen der Tod uns vor kurzem entrissen hat<sup>2)</sup>, und dessen vortreffliche und sichere Untersuchungsmethode es ihm erlaubt hat, die Existenz eines neuen Elementes mit voller Sicherheit zu behaupten, auf Grund der Spektralanalyse von einigen Milligramm eines Baryumchlorides, welches nur Spuren von Radium enthielt, und in dessen Spektrum eine einzige mässig starke neue Linie dem Radium

1) Demarçay, C. R. 26. Dezember 1898, 9. November 1899, 22. Juli 1900. -

2) Demarçay ist am 5. März 1903 gestorben.

gehörte. Demarçay hat die Freude gehabt, seine Behauptung bestätigt zu sehen; er hat bei fortschreitender Konzentration des Radiums die Entwicklung des Spektrums verfolgen können und hat schliesslich alle bedeutenden Linien des photographischen Funkenspektrums des reinen Radiumchlorids mit grosser Genauigkeit bestimmt.

(Eingegangen 28. März 1903.)

## Über die Ionisierung der Luft bei der langsamen Oxydation des Phosphors.

Von J. Elster und H. Geitel.

Die Frage, auf welche Ursache die elektrische Leitfähigkeit der Luft in der Nähe eines sich langsam oxydierenden Stückes Phosphor zurückzuführen sei, ist in letzter Zeit der Gegenstand einer Kontroverse zwischen den Herren G. C. Schmidt<sup>1)</sup> und F. Harms<sup>2)</sup> gewesen. Während der erstere den bei der Oxydation entstehenden Nebel als ausschliesslichen Vermittler der Elektrizitätsbewegung betrachtet und das Auftreten von Ionen in der Luft bei dem Vorgange für nicht bewiesen erklärt, steht letzterer auf dem Standpunkte, den wohl die Mehrzahl der Physiker teilt, die sich mit der Erscheinung beschäftigt haben; er fasst die Leitfähigkeit der Luft als eine wirkliche, durch Ionisierung bedingte auf. Da auch wir denselben Gedanken schon im Jahre 1890<sup>3)</sup> in einer dem damaligen Stande der Kenntnis von den Gasionen entsprechenden Form im Anschluss an die Anschauungen von W. Giese<sup>4)</sup> über die Leitfähigkeit der Flammengase ausgesprochen haben, und Herr Schmidt die Beweiskraft einiger von uns an jener Stelle beschriebenen Versuche angreift, so möchten wir im folgenden kurz darlegen, weshalb wir die Ausführungen von Herrn Schmidt nicht als berechtigt anerkennen können.

Wir beschränken uns dabei in der Hauptsache auf eine Widerlegung der gegen uns erhobenen Einwände; auf die Beschaffung neuen Materials zum Nachweis von Ionen in der Phosphor-Emanation verzichten wir nach den inzwischen erschienenen Arbeiten von E. Bloch<sup>5)</sup> und F. Harms<sup>6)</sup>, durch die wir das schwerwiegendste Bedenken des Herrn Schmidt gegen die Annahme von Ionen in der Phosphorluft, die anscheinende Nichtexistenz des Sättigungsstromes, als erschüttert betrachten.

1) G. C. Schmidt, diese Zeitschrift 4, 293, 1903 und Ann. d. Phys. 10, 704, 1903.

2) F. Harms, diese Zeitschrift 4, 111, 1902 u. 436, 1903.

3) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 39, 326, 1890.

4) W. Giese, Wied. Ann. 38, 403, 1889.

5) E. Bloch, C. R. 135, 1324, 1902.

6) F. Harms, diese Zeitschrift 4, 436, 1903.