

kurve ab und ist meist so stark gedämpft, daß der Schwingungsverlauf schon abgeklungen ist, ehe der nächste Funke einsetzt. Die entstehenden Zwischenräume benutzt die dritte Methode, um während dieser äußerst kurzen Zeiten, die sich bei der Rotation des Unterbrechers nach jeder Unterbrechung wiederholen, die Antenne auf den Empfangskreis zu schalten. Bei der praktischen Durchführung der ersten Versuche wurde dies dadurch erreicht, daß auf die Achse des den Induktorstrom zerhackenden Unterbrechers ein Kontaktapparat gesetzt wurde, der den Empfangskreis periodisch der Antenne an- und abschaltet, wobei die Kontaktdauer und die Zeit des Kontaktmachens so gewählt wurde, daß der Empfangskreis dann eingeschaltet war, wenn die Senderwellen gerade abgeklungen waren. Mit dieser Anordnung hat *Loewy* im Göttinger Institut für angewandte Elektrizität bei gleichzeitigem Betrieb des Senders die Signale der benachbarten Versuchsstation für Marine und Heer aufnehmen können.

P. Lg.

Für die **photographische Photometrie** von der größten Wichtigkeit ist die Frage: Bekommt man auf einer photographischen Platte dieselbe Schwärzung, wenn man eine bestimmte Lichtintensität ohne Unterbrechung eine bestimmte Zeit einwirken läßt, wie wenn man eine größere Lichtintensität intermittierend während einer entsprechend kleineren Zeit einwirken läßt? Diese Beziehung gilt tatsächlich für eine Photometrierung, bei der man mit dem *Auge* gleiche Lichteindrücke vergleicht. Das beruht auf dem Talbotschen Gesetz: Wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch veränderlichem und regelmäßig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein kontinuierlicher Lichteindruck, der dem gleich ist, welcher entstehen würde, wenn das während einer Periode eintreffende Licht gleichmäßig über die ganze Dauer der Periode verteilt würde. Hat man also einerseits eine Lichtquelle, welche gemessen werden soll, und andererseits eine bekannte Vergleichslichtquelle, so kann man vor dieser Vergleichslichtquelle eine Sektorenscheibe rotieren lassen und die Größe der Sektorenöffnungen und die Schnelligkeit der Drehung so lange ändern, bis die beiden Lichtquellen dem Auge gleich hell erscheinen. Das Talbotsche Gesetz ermöglicht es dann, die Kerzenstärke der unbekannten Lichtquelle zu messen.

Bei der *photographischen Photometrie* bestimmt man aus der Stärke der Schwärzungen einer photographischen Platte das Verhältnis zweier Lichtstärken. Würde man die Methode des rotierenden Sektors auch in der photographischen Photometrie verwenden können, so hätte man damit ein einfaches Mittel, auch im unsichtbaren, ultravioletten Spektralgebiet photometrische Messungen anstellen zu können. Die Beantwortung dieser Frage hat sich die Dissertation von *A. E. Weber* (*A. E. Weber. Über die Anwendung des rotierenden Sektors zur photographischen Photometrie. München, Dissertation und Annalen der Physik, Bd. 45, p. 801, 1914*) zur Aufgabe gestellt. Die Frage ist also die: Bekommt man gleiche Schwärzungen, wenn man eine photographische Platte 1. mit der Intensität J während der Expositionszeit T intermittierend durch einen rotierenden Sektor von der Öffnung $360/n$ hindurch belichtet, wobei die wirksame Belichtungsdauer T/n wäre, und 2. kontinuierlich ohne rotierenden Sektor während der gleichen Expositionsdauer T , aber mit der Intensität $J_1 = J/n$.

Für die Schwärzung einer photographischen Platte besteht das Schwarzschildsche Schwärzungsgesetz, das eine Beziehung zwischen Schwärzung, Intensität J und Belichtungszeit t ergibt. Dieses Gesetz besagt, daß gleiche Produkte von $(J \cdot t)$ nicht gleiche Schwärzungen ergeben, sondern gleiche Produkte von $(J t^g)$, wo g kleiner als 1 ist. Danach wäre an eine Möglichkeit, den rotierenden Sektor für die photographische Photometrie zu verwenden, nicht zu denken. Es kommt aber ein zweiter Umstand hinzu, der trotzdem eine Verwendung des rotierenden Sektors als möglich erscheinen läßt. Es ergibt sich nämlich, daß intermittierende Belichtung *ganz allgemein* eine geringere Schwärzung hervorruft, als gleich lange andauernde kontinuierliche, so daß dennoch die Möglichkeit besteht, daß diese Erscheinung mit dem Schwarzschildschen Gesetz so zusammenwirkt, daß die zu erweisenden Beziehungen doch gültig sind. Darüber kann nur das Experiment entscheiden. Gibt es ein positives Resultat, so würde das neue photographische Photometrieverfahren in folgender Weise auszuführen sein: man photographiert die zu messende Erscheinung während der Expositionszeit T , dann photographiert man auf dieselbe Platte eine Anzahl von Marken während der gleichen Expositionszeit T , aber mit verschiedenen Sektoröffnungen. Den so erhaltenen Schwärzungen sind Intensitäten zugeordnet, welche sich zueinander verhalten, wie die entsprechenden Winkel der Sektoröffnungen. Man hat dann zu vergleichen, welchen diesen Marken gleiche Schwärzung wie die von der zu photographierenden Erscheinung herrührende besitzt.

Weber hat derartige Versuche durchgeführt und kommt zu dem Resultat, daß die neue Photometriermethode sehr wohl möglich ist. Sie ergibt einwandfreie Resultate, wenigstens für die Wellenlänge $\lambda = 434,8 \mu\mu$, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des rotierenden Sektors innerhalb der Tourenzahlen 1890—120 Umdrehungen pro Minute und die Expositionszeit innerhalb eines Bereiches von 15—300 Sekunden liegt. Das Resultat ist, wie gesagt, deswegen besonders bemerkenswert, weil man mit der angegebenen Methode ein einfaches Mittel erhält, *ultraviolette* Erscheinungen zu photometrieren. P. Lg.

Seitdem die Wellennatur der Röntgenstrahlen erwiesen ist und seitdem es gelungen ist, die Röntgenstrahlung in ein Spektrum zu zerlegen, werden die in der Optik gebräuchlichen Meßverfahren auch im Gebiete der Röntgenstrahlen anzuwenden gesucht. So wird jetzt von *Walther Friedrich* und *Peter Paul Koch* die Methode der photographischen Spektralphotometrie auf die **Photometrierung der Röntgenstrahlen** übertragen (*W. Friedrich und P. P. Koch: Über Methoden zur photographischen Spektralphotometrie der Röntgenstrahlen. Annalen d. Physik 45, p. 399, 1914*). Das Verfahren erstrebt eine photographische Bestimmung der Intensität der Röntgenstrahlen auf Grund der auf einer photographischen Platte hervorgerufenen Schwärzung. Allerdings ist es nicht möglich die Intensität in absolutem Maße zu messen, sondern es ist nur möglich verschiedene Intensitäten miteinander zu vergleichen. Und noch eine weitere Einschränkung kommt insofern hinzu, als die Röntgenstrahlen von derselben Härte sein müssen. Die Methode wurde von *P. P. Koch* im Jahre 1909 zuerst zur Photometrie von Lichtstärken verwendet. Sie beruht darauf, daß zwei Lichtintensitäten gleicher Wellenlänge dann gleich sind, wenn sie in gleichen Zeiten

auf derselben photographischen Platte die gleiche Schwärzung hervorrufen. Demzufolge läßt man die zu photometrierenden Quellen während einer gewissen, günstigsten Zeit einwirken. Auf dieselbe Platte drückt man mit den gleichen Expositionszeiten eine Reihenfolge von Intensitätsmarken derselben Wellenlänge, deren Intensitätsverhältnis bekannt ist. Diese Marken liefern die für die betreffende Platte gültige Beziehung zwischen Intensität und Schwärzung und gestatten damit die Auswertung der Intensitätsverhältnisse der zu photometrierenden Erscheinung. — Demzufolge ist es nötig, sich in irgend einer Weise exakt berechenbare, relative Röntgenstrahlenintensitäten herzustellen. Aus den Versuchen ergab sich, daß die Schwärzungen der photographischen Platte, die mit dem von *P. P. Koch* angegebenen Photometer gemessen wurden, mit den Röntgenstrahlenintensitäten in einer linearen Beziehung stehen. Zur Bestimmung relativer Röntgenstrahlenintensitäten wird man also in der Weise vorgehen, daß man sich zunächst überzeugt, daß die größte zu messende Intensität eine Schwärzung liefert, die innerhalb des mit dem Röntgenphotometer zu erhaltenden Schwärzungsbereiches fällt. Man exponiert dann gleichzeitig und gleichlange wie die Platte, auf der die unbekannten, zu bestimmenden Intensitäten einer Erscheinung gemessen werden sollen, eine zweite Platte im Röntgenphotometer, die dann die Intensitätsskala liefert. Es sei nochmals betont, daß die Methode nur die relativen und nicht die absoluten Werte von Intensitäten zu messen gestattet.

P. Lg.

Versuche über **Volumenänderungen von Amalgamen** stellte *J. Würschmidt* im physikalischen Institut der Universität Erlangen an, im speziellen wurden Wismut-amalgame eingehender untersucht. Die beobachteten Unregelmäßigkeiten in der Ausdehnung der Wismut-amalgame lassen sich durch die Annahme erklären, daß Wismut in zwei Modifikationen vorkommt, deren Umwandlungspunkt bei etwa 75° liegt. Die Umwandlung der unterhalb 75° stabilen Modifikation (β) in die zweite (α) findet, ähnlich wie der Übergang von festem Wismut in den flüssigen Zustand, unter starker Kontraktion statt. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den von *E. Wiedemann* am Roseschen und Lipowitzschen Metalle gemachten Beobachtungen, während *E. Cohen* und *A. L. Th. Moesveld*, die gleichfalls eine Enantiotropie des Wismuts finden, auf Grund ihrer Versuche annehmen, daß die Modifikation unter 75° die spezifisch dichtere sei. Durch wiederholtes Erwärmen und Abkühlen verliert das Wismut-amalgam die Fähigkeit, sich umzuwandeln, wobei gleichzeitig eine Seigerung sich aus der Verschiebung der dem Schmelzpunkt entsprechenden Kontraktion nachweisen läßt. Durch sehr starkes Erhitzen dagegen kann sowohl die Seigerung wieder aufgehoben werden, als auch das Amalgam wieder die Fähigkeit erhalten, bei der Abkühlung bei 75° in die β -Modifikation überzugehen.

Die gleichzeitig angestellten Versuche an reinem Wismut ergaben ferner noch folgende Resultate: 1. Das zu dem Versuche verwandte reine Wismut zeigte in der Nähe des Umwandlungspunktes keinerlei Unregelmäßigkeiten im Ausdehnungskoeffizienten; es bestand hier somit sowohl oberhalb als auch unterhalb dieser Temperatur die gleiche Modifikation. 2. Die beim Schmelzen von Wismut auftretende Kontraktion ist keine sprungweise, sondern eine kontinuierliche, ähnlich wie dies früher vom Verf. für die bei anderen Metallen, wie Zinn, Cadmium, beobachtete Volumenzunahme nachgewiesen wurde. 3. Die beim Abkühlen eintretende

Unterkühlung des flüssigen Wismuts tritt in der Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur deutlich hervor, indem die Erstarrung und die damit verbundene Ausdehnung bei bedeutend tieferer Temperatur eintritt als das Schmelzen. (*Verh. d. D. phys. Ges.* 16, 799—812, 1914.) W.

Mit der sehr interessanten Frage der **Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand** beschäftigt sich eine Arbeit von *R. Ewald*, Messung spezifischer Wärmen und Beiträge zur Molekulargewichtsbestimmung. (*Ann. d. Phys.* 44 p. 1213 ff.) Mit Hilfe des Nernst-Koref-Lindemannschen Kupferkalorimeters wurden die mittleren spezifischen Wärmen einer Anzahl von Elementen und Verbindungen gemessen für die Temperaturintervalle $+55^{\circ}$ und 0° , 0° und -78° , -78° und -190° , entsprechend den mittleren Absoluttemperaturen von 301° , 234° und 138° . Dabei wiesen eine Reihe von Ammoniumsalzen für das Gebiet zwischen der Temperatur des schmelzenden Eises und der festen Kohlensäure einen ganz anormalen Verlauf der spezifischen Wärme auf. Es ergab sich nämlich für dieses Temperaturgebiet ein größerer Wert der spezifischen Wärme als zwischen $+55^{\circ}$ und 0° , ohne daß ein Feuchtigkeitsgehalt oder eine chemische Umwandlung der Salze dafür verantwortlich gemacht werden konnten. Was nun die Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand anlangt, so ist die Theorie der Bestimmung aus der spezifischen Wärme von *Debye* ausführlich entwickelt worden, wobei sich folgende Regel ergab: die Kurven für die Atomwärme als Funktion der Temperatur lassen sich bei geeigneter Temperaturzählung zur Deckung bringen, falls es sich um einatomige Elemente handelt. Da diese Gesetzmäßigkeit nur für die wahren spezifischen Wärmen gilt, mußte im vorliegenden Fall ein etwas modifiziertes Verfahren zur Molekulargewichtsbestimmung angewendet werden. Nach der Debyeschen Formel für den Energieinhalt fester Körper wurde die mittlere spezifische Wärme für verschiedene β -Werte jedesmal für die drei oben erwähnten Mitteltemperaturen berechnet und graphisch dargestellt. In die resultierende Kurvenschar wurden dann die experimentell erhaltenen C_p -Werte eingetragen, die sich durch eine leichte Umrechnung aus den wirklich gemessenen C_p -Werten ergeben. Je nachdem die empirisch erhaltenen Kurven parallel mit den berechneten β -Kurven verlaufen oder flacher als diese, sind die Elemente ein- oder mehratomig. Dies besagt nichts anderes, als daß im ersteren Falle sich eine Übereinstimmung zwischen Berechnung und Messung schon bei Benutzung eines einzigen Frequenzwertes ergibt, während im zweiten Fall deren mehrere nötig sind. Von den untersuchten Elementen erwiesen sich einatomig: Cd, Sn, Mg, Fe, Ti, mehratomig: P, As, Bi, Sb.

H. S.

Durch die Untersuchungen von *Heike Kamerlingh-Onnes* und seinen Schülern hatte sich ergeben, daß sich die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes für das Gebiet tiefer Temperaturen gut durch eine e -Funktion darstellen läßt. Zugleich konnte *Onnes* — wie schon kurze Zeit vorher *Nernst* — darauf hinweisen, daß zwischen dem Verlauf der spezifischen Wärme eines Metalles und dem Temperaturkoeffizienten seines elektrischen Widerstandes unverkennbare Parallelität besteht. Theoretische Betrachtungen von *F. A. Lindemann* führten zu einer Formel für die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes, die dem Ausdruck für den Energieinhalt sehr ähnlich ist und die