

Hasenöhrl F.

Herrn D. S. Haschek  
freundtlichst

Überreicht vom Verfasser.

Über die Reziprozität des Strahlenganges  
in bewegten Körpern. Thermodynamische  
Ableitung des Fresnel'schen Fortführungs-  
koeffizienten

von

Dr. Fritz Hasenöhrl.

(Vorgelegt in der Sitzung am 28. April 1904.)

Aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.  
Mathem.-naturw. Klasse; Bd. CXIII. Abt. II a. April 1904.

WIEN, 1904.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREL

IN KOMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,  
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

# Druckschriften

der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien

(Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe).

## Periodische Publicationen.

[Physik.]

Aus den Denkschriften 68. Bd. (1899).

- Eder, J. M. und Valenta, E., Das Spectrum des Chlors. (Mit 1 Doppeltafel, 2 Tafeln und 3 Textfiguren.) . . . . . 3 K — h  
— Das Spectrum des Brom. (Mit 1 Doppeltafel, 2 Tafeln und 2 Textfiguren.) . . . . . 2 K 20 h  
— Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlängebestimmung im äußersten Ultraviolett. (Mit 1 Doppeltafel und 3 Tafeln.) . . . . . 3 K 90 h

Aus den Denkschriften, 70. Bd. (1901).

- Koss K. und Thun-Hohenstein E., Graf, Kimmtiefen-Beobachtungen zu Verudella. (Mit 13 Tafeln und 6 Textfiguren.) . . . . . 7 K 90 h

Aus den Sitzungsberichten, 110. Bd. (1901).

- Bromer A., Bestimmung einiger Refractionsäquivalente . . . . . — K 40 h  
Eder J. M., System der Sensitivmetrie photographischer Platten. (III. Abhandlung.) (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 60 h  
Exner F., Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektrizität. VII. Über die tägliche Periode der Lufterlektrizität. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
Exner F. und Haschek E., Über die ultravioletten Funkenspectra der Elemente (XIX. Mittheilung, enthaltend das Spectrum von Ho.) . . . . . — K 50 h  
— Über die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. (XX. Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 50 h  
Geitler J. v., Über die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnethadel. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 20 h  
Haschek E., Spectralanalytische Studien. (I. Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 50 h  
Hasenöhrl F., Über das Gleichgewicht eines elastischen Kreiscylinders. . . . . — K 30 h  
Hasslinger R., v., Über Potentialdifferenzen in Flammgasen und einigen festen Elektrolyten. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 30 h  
Hiawati F., Eine experimentelle Prüfung der Clausius-Mosottischen Formel. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 70 h  
Indra A., Studien über die Wirbelbewegungen. (Mit 16 Textfiguren.) . . . . . — K 90 h  
Jäger G., Die Energie der fortschreitenden Bewegung der Flüssigkeitsmolekeln. — K 20 h  
— Über das elektrische Feld eines ellipsoidischen Leiters. . . . . — K 20 h  
Klemencic I., Über den Einfluss der Härtungsnachwirkungen auf die Abnahme des magnetischen Momentes. . . . . — K 20 h  
— Über die Beziehung zwischen Permeabilität und magnetischer Nachwirkung. . . . . — K 30 h  
Lampa A., Über Stromunterbrechung, mit besonderer Berücksichtigung des Wehnelt'schen Unterbrechers. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
Lerch Fr. v., Über die Abhängigkeit der Polarisation von Stromdichte und Temperatur. (Mit 4 Textfiguren.) . . . . . — K 70 h  
Mache H., Eine Beziehung zwischen der specifischen Wärme einer Flüssigkeit und der ihres Dampfes. . . . . — K 10 h  
— Über die Zerstreung der Elektrizität in abgeschlossener Luft. . . . . — K 20 h  
Meyer St., Magnetisierungsahlen seltener Erden. . . . . — K 40 h  
Müller-Erbach W., Das Messen des Dampfdruckes durch Verdunstung. . . . . — K 40 h  
Obermayer A. v., Die Veränderlichkeit der täglichen Barometer-Oscillation auf dem Hohen Sonnblick im Laufe des Jahres. (Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren.) 2 K — h  
— Ein Satz über den schiefen Wurf im luftleeren Raume. (Mit 1 Textfigur.) — K 20 h  
Przibram K., Photographische Studien über die elektrische Entladung. . . . . — K 10 h  
Radakowic M., Bemerkungen zur Theorie des ballistischen Pendels. . . . . — K 20 h  
Stanzel K., Über die Diffusion in sich selbst. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
Tumlirz O., Compressibilität und Cohäsion der Flüssigkeiten. . . . . — K 30 h  
Wassmuth A., Das Restglied bei der Transformation des Zwanges in allgemeine Coordinaten. . . . . — K 60 h

# Über die Reziprozität des Strahlenganges in bewegten Körpern. Thermodynamische Ableitung des Fresnel'schen Fortführungs- koeffizienten

von

Dr. Fritz Hasenöhrl.

(Vorgelegt in der Sitzung am 28. April 1904.)

Die Reziprozität des Strahlenganges in ruhenden Körpern ist bekanntlich eine Forderung der thermodynamischen Grundsätze. Jeder Strahl, der auf beliebigem Wege von  $A$  nach  $B$  gelangt, muß auch umgekehrt auf demselben Wege von  $B$  nach  $A$  gelangen können.

Es fragt sich nun, ob dieser Satz auch gilt, wenn die Punkte  $A$  und  $B$  einem System angehören, das sich in gleichförmiger Translation durch den Äther bewegt. Auf den ersten Blick könnte man meinen, daß vielleicht die vom Strahlungsdruck geleistete Arbeit eine Kompensation etwaiger Wärmeverluste oder negativer Verwandlungen darstellt und daß daher das Reziprozitätsgesetz in bewegten Körpern nicht gültig sein muß. Denkt man sich jedoch das ganze bewegte System, dem die Punkte  $A$  und  $B$  angehören, von einer nach innen vollkommen spiegelnden Hülle umschlossen, deren Wärmeleitfähigkeit gleich Null ist; ist ferner die Temperatur aller Körper innerhalb dieser Hülle dieselbe, die Temperatur des Außenraumes Null, so kann das System bei seiner Translation wohl kaum einen Widerstand erfahren; es wird daher auch keine Arbeit geleistet — und es muß daher dann auch das Reziprozitätsgesetz des Strahlenganges gelten.

Wir stellen uns natürlich auf den Standpunkt eines absolut ruhenden Äthers und unterscheiden zwischen absoluter und relativer Strahlenrichtung, welche letztere von einem Beobachter wahrgenommen wird, der sich auf dem bewegten System befindet.<sup>1</sup> Für die gegenseitige Zustrahlung der Punkte  $A$  und  $B$  ist natürlich auch nur der relative Strahlengang maßgebend. Demgemäß sind es daher auch die relativen Strahlen, welche das Reziprozitätsgesetz zu befolgen haben.

Sei  $\mathfrak{B}$  die Geschwindigkeit des Lichtes im Äther,  $\mathfrak{p}$  die Translationsgeschwindigkeit unseres materiellen Systems; sei ferner  $\sigma = \frac{\mathfrak{p}}{\mathfrak{B}}$ . Es ist bekannt, daß die Gesetze der Reflexion und Brechung der Relativstrahlen in bewegten Körpern dieselben sind, welche auch in einem ruhenden System gelten, wenn man annimmt, daß die Geschwindigkeit des Lichtes in einem bewegten Körper gleich

$$\mathfrak{B} + \mathfrak{p} \left( 1 - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

ist und die Genauigkeit auf die erste Potenz der in den meisten Fällen sehr kleinen Größe  $\sigma$  beschränkt. Dabei ist in (1) die Addition natürlich geometrisch zu verstehen. Die Größe

$$1 - \frac{1}{n^2} = k$$

wird der Fresnel'sche Fortführungskoeffizient genannt. Innerhalb dieser Genauigkeitsgrenze gilt daher auch die Reziprozität des Strahlenganges. Doch ist diese Beschränkung vom Standpunkte der Thermodynamik unstatthaft; wir wollen daher im folgenden untersuchen, was sich aus der exakten Gültigkeit des Reziprozitätsgesetzes bezüglich der Reflexion und Brechung in bewegter Materie folgern läßt.

Wir werden also annehmen, daß die Geschwindigkeit des Lichtes in bewegter Materie durch

$$\mathfrak{B} + k\mathfrak{p}$$

<sup>1</sup> Siehe H. A. Lorentz, De l'influence du mouvement . . . Arch. Néerl., T. XXI, p. 106 (1886). Drude, Lehrbuch der Optik, p. 433.

gegeben ist, wobei wir  $k$  vorläufig unbestimmt lassen; diese Annahme ist bekanntlich mit der Supposition, daß der Äther in durchsichtiger Materie die Geschwindigkeit  $k\mathfrak{p}$  hat, äquivalent. Unsere Betrachtungen werden nun etwas vereinfacht, wenn wir uns vorstellen, daß die Materie ruht, daß sich aber der freie Äther mit der Geschwindigkeit  $-\mathfrak{p}$  bewegt, während dem Äther innerhalb durchsichtiger Körper die Geschwindigkeit

$$k\mathfrak{p} - \mathfrak{p} = \mathfrak{p}(k-1) = -\kappa\mathfrak{p} \quad (2)$$

$$(\kappa = 1-k)$$

zukommt. (Nach Fresnel wäre  $\kappa = \frac{1}{n^2}$ .)

Die Geschwindigkeit des Lichtes (in Bezug auf die Materie) ist dann im freien Äther durch

$$\mathfrak{B} - \mathfrak{p}$$

in durchsichtiger Materie vom Brechungsexponenten  $n$  durch

$$\frac{1}{n} \mathfrak{B} - \kappa\mathfrak{p}$$

gegeben, wobei wieder  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{p}$  als Vektoren aufgefaßt sind. Der analytische Ausdruck der (relativen) Lichtgeschwindigkeit ist dann im Äther<sup>1</sup>

$$-\mathfrak{p} \cos \varphi + \sqrt{\mathfrak{B}^2 - \mathfrak{p}^2 \sin^2 \varphi}, \quad (3)$$

in durchsichtiger Materie

$$-\mathfrak{p}\kappa \cos \varphi + \sqrt{\frac{\mathfrak{B}^2}{n^2} - \mathfrak{p}^2 \kappa^2 \sin^2 \varphi}, \quad (4)$$

wobei  $\varphi$  der Winkel ist, den die Richtung des (relativen) Strahles mit der Bewegungsrichtung der Materie oder der negativen (relativen) Bewegungsrichtung des Äthers einschließt.

### 1. Reflexion.

Das Gesetz der Reflexion an einem bewegten Körper läßt sich aus dem Huyghens'schen Prinzip ohne weitere Annahme

<sup>1</sup> Siehe etwa F. Hasenöhrl, diese Sitzungsberichte, CXIII, p. 473, 1904.

rein geometrisch ableiten; wenn unsere Anschauungen richtig sind, muß sich also auch die Reziprozität des Strahlenganges bei der Reflexion ohne weiteres ergeben. Und zwar ist dies, wie ich gleich zeigen werde, auch der Fall.

Es ist nicht schwierig, den Gang der Strahlen bei der Reflexion mit Hilfe einer Konstruktion exakt anzugeben;<sup>1</sup> doch ist es mir trotz verschiedener Versuche nicht gelungen, daraus einen exakten analytischen Ausdruck abzuleiten. Doch läßt sich die Reziprozität des Strahlenganges, worauf es uns hier ankommt, auch ohne dem ableiten. Man kann sich da verschiedener Methoden bedienen, von denen ich hier nur die einfachste angeben möchte. Dieselbe geht vom Fermat'schen Prinzip des kürzesten Lichtweges aus, das in der Optik bewegter Körper bereits von H. A. Lorentz<sup>2</sup> verwendet wurde.

Wir denken uns eine spiegelnde Ebene; der senkrechte Abstand der Punkte  $A$  und  $B$  von derselben sei  $h_1$  und  $h_2$ . Sei  $i$  der Einfallswinkel,  $\rho$  der Reflexionswinkel. Dann hat der einfallende Strahl den Weg  $\frac{h_1}{\cos i}$ , der reflektierte den Weg  $\frac{h_2}{\cos \rho}$  zurückzulegen. (Die beiden Strahlen liegen im allgemeinen nicht in einer Ebene mit dem Lot.) Es muß ferner noch die Richtung der Bewegung der Materie irgendwie gegeben sein. Und zwar schließe der einfallende Strahl mit letzterer den Winkel  $\varphi$ , der reflektierte den Winkel  $\psi$  ein.

Dann ist die Geschwindigkeit des einfallenden Strahles gemäß (3):

$$\begin{aligned} \mathfrak{B}'_1 &= -p \cos \varphi + \sqrt{\mathfrak{B}^2 - p^2 \sin^2 \varphi} \\ &= \mathfrak{B} (-\sigma \cos \varphi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \varphi}) \end{aligned}$$

und die Geschwindigkeit des reflektierten Strahles

$$\mathfrak{B}'_2 = \mathfrak{B} (-\sigma \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \psi}).$$

Daher ist die Zeit, welche ein Strahl braucht, um von  $A$  ausgehend nach einmaliger Reflexion nach  $B$  zu gelangen:

<sup>1</sup> F. Hasenöhrli, l. c., p. 488.

<sup>2</sup> L. c., p. 127 ff.

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \frac{1}{\mathfrak{B}'_1} \frac{h_1}{\cos i} + \frac{1}{\mathfrak{B}'_2} \frac{h_2}{\cos \rho} \\ &= \frac{h_1}{\mathfrak{B} \cos i (-\sigma \cos \varphi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \varphi})} + \\ &\quad + \frac{h_2}{\mathfrak{B} \cos \rho (-\sigma \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \psi})}. \end{aligned}$$

Nach dem Fermat'schen Satze muß nun die Zeit für den wirklichen Strahlengang einen Grenzwert erreichen, d. h. es muß

$$\delta \tau_1 = 0$$

sein. (Bildet man nun die Variation dieses Ausdruckes und setzt sie unter Berücksichtigung der geltenden Bedingungsgleichungen gleich Null, so erhält man Gleichungen, aus denen sich das exakte Reflexionsgesetz ergeben muß. Nun werden aber die Ausdrücke so kompliziert, daß ich da, wie erwähnt, zu keinem Resultat gelangen konnte.)

Wir nehmen nun an, daß sich ein Strahl auf demselben Wege umgekehrt von  $B$  nach  $A$  fortpflanzt; derselbe hat dann dieselben Strecken zu durchlaufen, seine Richtung schließt aber mit der Richtung der Bewegung des materiellen Systems die Winkel  $(180 - \psi)$ , respektive  $(180 - \varphi)$  ein; daher ist die Zeit, welche er braucht, um von  $B$  nach  $A$  zu gelangen, gleich:

$$\begin{aligned} \tau_2 &= \frac{h_1}{\mathfrak{B} \cos i (\sigma \cos \varphi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \varphi})} + \\ &\quad + \frac{h_2}{\mathfrak{B} \cos \rho (\sigma \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \psi})}. \end{aligned}$$

Um die Reziprozität des Strahlenganges nachzuweisen, haben wir nur zu zeigen, daß, wenn  $\delta \tau_1 = 0$  ist, auch  $\delta \tau_2 = 0$  wird.

Es ist letzteres jedenfalls der Fall, wenn

$$\delta(\tau_1 - \tau_2) = 0$$

ist, und dieser letzte Ausdruck hat einen sehr einfachen Wert; es ist nämlich, wie man sofort sieht:

$$\tau_1 - \tau_2 = \frac{h_1}{\mathfrak{B} \cos i} \frac{2\sigma \cos \varphi}{1 - \sigma^2} + \frac{h_2}{\mathfrak{B} \cos \rho} \frac{2\sigma \cos \psi}{1 - \sigma^2},$$

also ist

$$\delta(\tau_1 - \tau_2) = \frac{2\sigma}{\mathfrak{B}(1 - \sigma^2)} \delta \left( \frac{h_1 \cos \varphi}{\cos i} + \frac{h_2 \cos \psi}{\cos \rho} \right).$$

Nun ist aber der Ausdruck in der Klammer gleich der Projektion des gesamten Strahlenganges in die Richtung der Bewegung der Materie; da die Lage der Punkte  $A$  und  $B$  und ebenso die Bewegungsrichtung der Materie nicht variiert werden darf, ist die Variation dieses Ausdruckes gleich Null; also ist

$$\delta(\tau_1 - \tau_2) = 0; \quad \delta\tau_1 = \delta\tau_2;$$

wenn also  $\delta\tau_1 = 0$  ist, so ist auch  $\delta\tau_2 = 0$ , und damit ist die gesuchte Reziprozität erwiesen.

## 2. Brechung.

Die Brechung der Strahlen kann ganz analog behandelt werden. Der Punkt  $A$  liege ebenso wie früher; der Punkt  $B$  dagegen auf der anderen Seite der Ebene, welche wir uns jetzt nicht spiegelnd denken, sondern welche die Begrenzung eines Mediums von Brechungsexponenten  $n$  sein soll. Statt des Reflexionswinkels  $\rho$  haben wir jetzt den Brechungswinkel  $\beta$  einzuführen und  $\psi$  sei jetzt der Winkel, den dieser letztere Strahl mit der Bewegungsrichtung der Materie einschließt. Den anderen Größen komme die dem Früheren analoge Bedeutung zu.

Die Geschwindigkeit des einfallenden Strahles hat denselben Wert  $\mathfrak{B}'_1$  wie früher; dagegen ist die Geschwindigkeit des gebrochenen Strahles gemäß (4):

$$\begin{aligned} -p\kappa \cos \psi + \sqrt{\frac{\mathfrak{B}^2}{n^2} - p^2\kappa^2 \sin^2 \psi} &= \\ &= \frac{\mathfrak{B}}{n} (-\sigma\kappa n \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2\kappa^2 n^2 \sin^2 \psi}). \end{aligned}$$

Daher ist die Zeit, welche der Strahl braucht, um von  $A$  nach  $B$  zu gelangen:



$$\tau_1 = \frac{h_1}{\mathfrak{B} \cos i (-\sigma \cos \varphi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \varphi})} + \frac{h_2}{\frac{\mathfrak{B}}{n} \cos \beta (-\sigma \kappa n \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2 \kappa^2 n^2 \sin^2 \psi})}$$

Desgleichen ergibt sich für die Zeit, welche der Strahl braucht, um von  $B$  nach  $A$  zu gelangen, der Wert:

$$\tau_2 = \frac{h_1}{\mathfrak{B} \cos i (\sigma \cos \varphi + \sqrt{1 - \sigma^2 \sin^2 \varphi})} + \frac{h_2}{\frac{\mathfrak{B}}{n} \cos \beta (\sigma \kappa n \cos \psi + \sqrt{1 - \sigma^2 \kappa^2 n^2 \sin^2 \psi})}$$

Also wird

$$\tau_1 - \tau_2 = \frac{2h_1 \sigma \cos \varphi}{\mathfrak{B} \cos i (1 - \sigma^2)} + \frac{2h_2 \sigma \kappa n \cos \psi}{\frac{\mathfrak{B}}{n} \cos \beta (1 - \sigma^2 \kappa^2 n^2)}$$

Wenn nun

$$\frac{1}{1 - \sigma^2} = \frac{\kappa n^2}{1 - \sigma^2 \kappa^2 n^2}, \quad (5)$$

so ist aus denselben Gründen wie früher

$$\delta(\tau_1 - \tau_2)$$

gleich Null und die Reziprozität des Strahlenganges gesichert.

Für  $\kappa$  ergibt sich aus (5) der Wert:

$$\kappa = -\frac{1 - \sigma^2}{2\sigma^2} \pm \sqrt{\frac{(1 - \sigma^2)^2}{4\sigma^4} + \frac{1}{n^2 \sigma^2}}$$

Für den Fresnel'schen Fortführungskoeffizienten erhält man daraus den Wert

$$k = 1 - \kappa = \frac{1 + \sigma^2}{2\sigma^2} \mp \sqrt{\frac{(1 - \sigma^2)^2}{4\sigma^4} + \frac{1}{n^2 \sigma^2}},$$

welcher, wenn unsere Anschauungsweise richtig ist, exakt gültig sein muß.

Entwickelt man diesen Ausdruck nach steigenden Potenzen von  $\sigma$ , etwa bis einschließlich der zweiten, so wird

$$k = 1 - \frac{1}{n^2} - \sigma^2 \frac{1 - n^2}{n^4},$$

wobei natürlich die zwei ersten Glieder mit dem Fresnel'schen Wert übereinstimmen.

---

- Wegscheider R., Über die Grenzen zwischen Polymorphie und Isomerie. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 50 h  
 — Über simultane Gleichgewichte und die Beziehungen zwischen Thermodynamik und Reaktionskinetik homogener Systeme. . . . . 1 K 10 h

Aus den Denkschriften 72. Bd. (1902).

- Eder J. M., Spektralanalytische Studien über photographischen Dreifarbendruck. (Mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren.) . . . . . 3 K 20 h  
 Hillebrand F., Theorie der scheinbaren Größe bei binokularem Sehen. (Mit 17 Textfiguren.) . . . . . 4 K — h

Aus den Denkschriften, 73. Bd. (1901).

(Jubiläumsband der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.)

- Conrad V., Über den Wassergehalt der Wolken. . . . . 1 K 60 h  
 Czermak P., Experimente zum Föhn. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
 Hann J., Die Meteorologie von Wien nach den Beobachtungen an der k. k. meteorologischen Centralanstalt 1850—1900. . . . . 3 K 80 h  
 Klein R., Über den täglichen Gang der meteorologischen Elemente bei Nordföhn. (Mit 2 Tafeln.) . . . . . 2 K — h  
 Kostlivy St., Der tägliche Temperaturgang von Wien (Hohe Warte) für die Gesamtheit aller Tage, sowie an heiteren und trüben Tagen. . . . . 2 K 30 h  
 Margules M., Über den Arbeitswert einer Luftdruckverteilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. . . . . 1 K 40 h  
 Mazelle E., Einfluss der Bora auf die tägliche Periode einiger meteorologischer Elemente. . . . . 2 K 20 h  
 Pernter J. M., Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes in trüben Medien und des Himmelslichtes mit Rücksicht auf die Erklärung der blauen Farbe des Himmels. . . . . 1 K 90 h  
 Pircher J., Über die Haarhygrometer. (Mit 4 Textfiguren.) . . . . . 2 K 40 h  
 Trabert W., Isothermen von Österreich. (Mit 6 Kartenbeilagen.) . . . . . 9 K 50 h  
 Valentin J., Der tägliche Gang der Lufttemperatur in Österreich. . . . . 5 K 80 h

Aus den Sitzungsberichten 111. Bd. (1902).

- Benndorf H., Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. X. Über ein mechanisch registrierendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. (Mit 8 Textfiguren.) . . . . . — K 70 h  
 Biltitzer J., Eine einfache Methode zur direkten Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten. (Mit 5 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
 — Versuch einer Theorie der mechanischen und kolloidalen Suspensionen. . . . . — K 80 h  
 — und Coehn A., Elektrochemische Studien am Azetylen. II. Mitteilung: Anodische Depolarisation. (Mit 7 Textfiguren.) . . . . . — K 40 h  
 Boltzmann L., Über die Form der Lagrange'schen Gleichungen für nichtholonome, generalisierte Koordinaten. . . . . — K 30 h  
 Breil H., Über die Anwendung des Prinzips des kleinsten Zwanges auf die Schwingungen einer Saite. . . . . — K 20 h  
 Conrad V., Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. VIII. Über die entladende Wirkung verschiedener Elektroden. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 30 h  
 — Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. IX. Einige Bemerkungen zur Wolkenelektrizität. . . . . — K 10 h  
 Dechant O., Über die Änderung der Diathermansie von Flüssigkeiten mit der Temperatur. . . . . — K 30 h  
 Dolezal E., Photogrammetrische Lösung des Wolkenproblems aus einem Standpunkte bei Verwendung der Reflexe. (Mit 1 Tafel und 5 Textfiguren.) . . . . . 1 K — h  
 Eder J. M., System der Sensitometrie photographischer Platten. (IV. Abhandlung.) (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 30 h  
 Ehrenhaft F., Prüfung der Mischungsregeln für die Dielektrizitätskonstante der Gemische von Hexan-Azeton. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 30 h  
 Elster J. und Geitel H., Messungen der Elektrizitätszerstreuung in der freien Luft. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 70 h  
 Ernst W. E., Über das Wärmeleitvermögen des Kesselsteines und anderer die Kesselflächen verunreinigenden Materialien. . . . . — K 20 h  
 Exner F., Über die Grundempfindungen im Young-Helmholtz'schen Farbensystem. (Mit 3 Textfiguren.) . . . . . — K 60 h  
 — Zur Charakteristik der schönen und hässlichen Farben. (Mit 5 Textfiguren.) . . . . . — K 60 h  
 — und Haschek E., Das Funken- und Bogenspektrum des Europiums. . . . . — K 40 h  
 Exner F. M., Versuch einer Berechnung der Luftdruckänderungen von einem Tage zum nächsten. (Mit 5 Textfiguren.) . . . . . — K 50 h  
 Exner K., und Villiger W., Über das Newton'sche Phänomen der Szintillation. (Erste Mitteilung.) . . . . . — K 90 h

- Fischer R., Über die Elektrizitätserregung bei dem Hindurchgange von Luftblasen durch Wasser. . . . . — K 50 h
- Grünwald J., Über die Ausbreitung elastischer und elektromagnetischer Wellen in einaxig-kristallinischen Medien. . . . . 1 K 80 h
- Hann J., Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in größeren Zeiträumen. 2 K 10 h  
 — Über die tägliche Drehung der mittleren Windrichtung und über eine Oszillation der Luftmassen von halbtägiger Periode auf Berggipfeln von 2 bis 4 km Seehöhe. (Mit 8 Textfiguren.) . . . . . 1 K 80 h  
 — Zur Meteorologie des Äquators. Nach den Beobachtungen am Museum Goeldi in Pará. (Mit 7 Textfiguren.) . . . . . 1 K 40 h
- Haschek E., Spektralanalytische Studien. (II. Mitteilung.) . . . . . — K 30 h
- Hasenöhrl F., Über die Absorption elektrischer Wellen in einem Gas. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 70 h  
 — Über die Grundgleichungen der elektromagnetischen Lichttheorie für bewegte Körper. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 50 h
- Jäger G., Das Verteilungsgesetz der Geschwindigkeiten der Gasmolekeln. . . . . — K 30 h  
 — Der innere Druck, die innere Reibung, die Größe der Molekeln und deren mittlere Weglänge bei Flüssigkeiten. . . . . — K 30 h  
 — Zur Theorie des photographischen Prozesses. . . . . — K 30 h
- Jaumann G., Über die Wärmeproduktion in zähen Flüssigkeiten. . . . . — K 40 h
- Kauffer F., Über die Verschiebung des osmotischen Gleichgewichtes durch Oberflächenkräfte. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 30 h
- Lampa A., Der Gefrierpunkt von Wasser und einigen wässrigen Lösungen unter Druck. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 40 h  
 — Elektrostatik einer Kugel, welche von einer konzentrischen, aus einem isotropen Dielektrikum bestehenden Kugelschale umgeben ist. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 50 h  
 — Zur Molekulartheorie anisotroper Dielektrika. Mit einer experimentellen Bestimmung der Dielektrizitätskonstante einer gespannten Kautschukplatte senkrecht zur Spannungsrichtung. . . . . — K 40 h
- Lang V., v., Kristallographisch-optische Bestimmungen. (5. Reihe.) (Mit 59 Textfiguren.) . . . . . 1 K 90 h
- Lecher E., Beeinflussung des elektrischen Funkens durch Elektrisierung. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 30 h
- Mache H., Über die Schutzwirkung von Gittern gegen Gasexplosionen. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 30 h  
 — Über die Verdampfungswärme und die Größe der Flüssigkeitsmolekel. — K 20 h
- Meyer St., Notiz über das magnetische Verhalten von Europium, Samarium und Gadolinium. . . . . — K 10 h  
 — Über die durch den Verlauf der Zweiphasenkurve bedingte maximale Arbeit. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 20 h
- Müller-Erzbach W., Über das Wesen und über Unterschiede der Absorption. — K 40 h
- Nabl J., Über die elektrostatischen Ladungen der Gase, die an der aktiven Elektrode des Wehnelt-Unterbrechers auftreten. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 30 h  
 — Über die Longitudinalschwingungen von Stäben mit veränderlichem Querschnitte. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 30 h
- Puschl C., Über den Wärmezustand der Gase. . . . . — K 60 h  
 — Über Fortpflanzung des Lichtes durch Körpersubstanz. . . . . — K 30 h
- Ritter P., Über die Gleichung der Sättigungskurve und die durch dieselbe bestimmte maximale Arbeit. . . . . — K 20 h
- Schweidler E., R. v., Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. XI. Luftelektrische Beobachtungen zu Mattsee im Sommer 1902. (Mit 1 Tafel.) . . . . . — K 70 h  
 — Einige Fälle der Energieumwandlung bei der Ladung von Kondensatoren. — K 20 h  
 — Einige Versuche über Leitung und Rückstandsbildung in Dielektrics. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 40 h
- Stankewitsch B. W., Magnetische Messungen, ausgeführt im Pamir im Sommer 1900. . . . . — K 40 h
- Steindler O., Über die Temperaturkoeffizienten einiger Jodelemente. . . . . — K 20 h
- Streintz F., Über die elektrische Leitfähigkeit von gepreßten Pulvern. II. Mitteilung: Die Leitfähigkeit von Metalloxyden und -Sulfiden. (Mit 6 Textfiguren.) . . . . . — K 80 h
- Suschnig G., Neue Experimente mit Wirbelringen. (Mit 13 Textfiguren.) . . . . . — K 90 h
- Szarvassi A., Über die magnetischen Wirkungen einer rotierenden elektrisierten Kugel. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 40 h
- Tuma J., Eine Methode zur Vergleichung von Schallstärken und zur Bestimmung der Reflexionsfähigkeit verschiedener Materialien. . . . . — K 30 h
- Tumlirz O., Eine Ergänzung der van der Waals'schen Theorie des Kohäsionsdruckes. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 60 h
- Valentin J., Der Staubfall vom 9. bis 12. März 1901. (Mit 3 Tafeln.) . . . . . 1 K 50 h
- Waldstein O., Über longitudinale Schwingungen von Stäben, welche aus parallel zur Längsaxe zusammengesetzten Stücken bestehen. (Mit 1 Textfigur.) . . . . . — K 30 h
- Wassmuth A., Apparate zum Bestimmen der Temperaturänderungen beim Dehnen oder Tordieren von Drähten. (Mit 2 Textfiguren.) . . . . . — K 50 h  
 — Über eine Ableitung der allgemeinen Differentialgleichungen der Bewegung eines starren Körpers. . . . . — K 30 h