



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung**

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik

**Holzmüller, Gustav**

**Leipzig, 1898**

77) Thomsons Quadrantenelektrometer

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77934](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77934)

die Anziehung der Elektrizitäten noch nicht erreicht, so kann die Platte  $R$  mittels Mikrometerschraube so hoch emporbewegt werden, daß die Anziehung stark genug wird, jene Absicht zu erreichen. Soll nun die Potentialdifferenz  $V_1 - V_2$  zweier Leiter untersucht werden, so verbindet man sie leitend mit den Platten und stellt mittels der Mikrometerschraube das Gleichgewicht her. Jetzt ist nach obigem die zwischen den Scheiben bestehende Potentialdifferenz

$$V_1 - V_2 = d\sqrt{\frac{8\pi p}{F}}.$$

Der Schutzring würde unwirksam sein, wenn er nicht mit der Innenplatte leitend verbunden wäre. Zwischen beiden ist allerdings ein kleiner Zwischenraum, aber man braucht nur einige der Kraft- und Niveaulinien des Hauptschnittes zu skizzieren, um zu sehen, daß das Ausbuchten der Kraflinien und das Auseinandergehen der Niveaulinien für die Innenplatte so zu sagen vollständig verhindert wird und erst am Rande des Ringes stattfindet. Darüber soll erst später gesprochen werden.

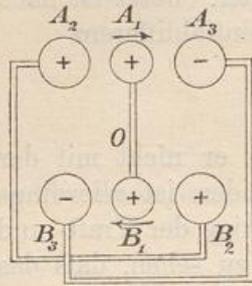
Der Ring dient zugleich als Grundfläche für eine leitende Metallkapsel, die den Apparat umgiebt und nach der Erde abgeleitet den Mechanismus ringsum mit dem Potentiale  $V_2 = 0$  umgiebt, wobei die Gleichung in  $V_1 = d\sqrt{\frac{8\pi p}{F}}$  übergeht. So ist der Mechanismus vor jeder störenden Influenzwirkung von aussenher geschützt. Eine kleine Öffnung für das Anbringen der Beobachtungslupe ist von geringer störender Einwirkung.

Die obige, in den Lehrbüchern übliche Theorie bedarf noch einer Korrektur, da die bewegliche Platte nicht den richtigen Durchmesser hat. Da es sich nur um einen konstanten Faktor handelt, soll die von Maxwell und Kirchhoff gegebene Rechnung hier unterlassen werden. Es handelt sich nur darum, ein praktisches Beispiel und das Prinzip eines wichtigen Apparates zu geben. Seine genauere Beschreibung und die Verwendungsweise findet man in den Lehrbüchern. Oben wurde gezeigt, wie jeder Kondensator durch seine große Kapazität gestattet, weit größere Mengen schwach gespannter Elektrizität aufzunehmen, als eine einfache Platte mit ihrer geringen Kapazität. Seine Aufnahmefähigkeit dauert fort, bis die Potentialdifferenz aufgehoben ist. Die einfache Platte würde in den Fällen, um die es sich hier handelt, zu geringe Mengen aufnehmen, als daß Messungen möglich sein könnten.

77) Thomsons Quadrantenelektrometer. Die Beschreibung dieses sehr empfindlichen Apparates sehe man ebenfalls in den Lehrbüchern nach. Grundprinzip und Rechnungsmethode seien kurz klar

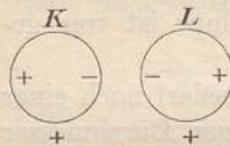
gelegt. Fig. 55 stellt im Grundrisse vier mit positiver bzw. negativer Elektrizität geladene Leiter vor, die man vorläufig als Kugeln betrachten möge. In der Mitte befindet sich ein Aluminiumplatte, die bifilar aufgehängt ist, so daß sie aus jeder Lage mit einem gewissen Drehungsmomente, welches theoretisch oder experimentell bestimmt werden kann, in die normale Lage zurückgetrieben wird. Erhält diese Platte eine geringe elektrische Ladung, z. B. eine positive, so tritt Drehung im angedeuteten Sinne ein, bis das Bifilarmoment groß genug geworden ist, um Gleichgewicht zu geben.  $A_2$  und  $B_2$  sind verbunden, um gleiches Potential  $V_2$  zu zeigen, ebenso  $A_3$  und  $B_3$ , die  $-V_3$  geben mögen, während die Platte das Potential  $V_1$  habe.

Fig. 55.



Zur vorläufigen Berechnung ist folgendes zu sagen. Eine kleine Kugel  $K$  Fig. 56 habe an der Oberfläche das Potential  $V = \frac{E_1}{e_1}$ . Nähert sich eine andere mit dem Potentiale  $V = \frac{E_2}{e_2}$ , so tritt beiderseitige Influenz ein, die wegen des Additionsgesetzes der Potentiale auf jeder Kugel so stattfindet, als ob sie unelektrisch wäre. Sind z. B. beide positiv geladen, so geben die ursprünglichen Ladungen eine gegenseitige Abstofsung proportional dem Produkte der Ladungen, also auch proportional dem Produkte der Potentiale, so daß es sich um einen Ausdruck  $+cV_1V_2$  handelt. Die von  $K$  auf  $L$  hervorgerufene Influenzwirkung giebt eine negative Elektrizitätsmenge  $F$ , die proportional  $E$ , also auch proportional  $V_1$  ist, z. B. gleich  $kV_1$ . Ladung  $E$  und  $F$  geben eine Anziehung proportional  $E \cdot F$ , also auch proportional  $V_1 \cdot kV_1$ , d. h. proportional  $V_1^2$ , sie sei gleich  $-c_1V_1^2$ . Ebenso giebt die von  $L$  ausgeübte Influenz eine Anziehung  $-c_2 \cdot V_2^2$ . [Man kann ebenso die Influenzelektrizitäten 2<sup>ter</sup> Art in Rechnung ziehen, was aber nicht geschehen soll, weil bei größerer Annäherung der Kugeln ihre Wirkungen sehr gegen die anderen zurücktreten, überhaupt sollen nur die drei besprochenen Posten berücksichtigt werden.] Die Gesamtwirkung ist dann

Fig. 56.



$$-c_1V_1^2 - c_2V_2^2 + cV_1V_2.$$

Auch bei Einrechnung der vernachlässigten Posten ergeben sich drei Glieder von dieser Form.

Nähert man jetzt dem beweglich gedachten ersten Körper noch

einen dritten vom Potentiale  $V_3$  und bringt man diesen so an, daß seine Wirkung auf den ersten entgegengesetzt der vom zweiten ausgeübten ist, so handelt es sich unter gleichartigen Verhältnissen um eine Wirkung

$$- [-c_1 V_1^2 - c_2 V_3^2 + c V_1 V_3].$$

Die Gesamtwirkung ist

$$c_1 (V_1^2 - V_1^2) + c_2 (V_3^2 - V_2^2) - c V_1 (V_3 - V_2),$$

oder, da der erste Posten wegfällt, der zweite aber als

$$c_2 (V_3 + V_2)(V_3 - V_2) \cdot \frac{V_1}{V_1} \cdot \frac{c}{c}$$

geschrieben werden kann, gleich

$$c V_1 (V_2 - V_3) \left[ 1 - \frac{c_2}{c} \cdot \frac{V_2 + V_3}{V_1} \right].$$

Ist nun  $V_1$  sehr groß gegen  $V_2 + V_3$ , so bleibt nur der Ausdruck

$$c V_1 (V_2 - V_3)$$

zu berücksichtigen. Ist übrigens  $V_3 = -V_2$ , so geht letzteres über in

$$2c V_1 \cdot V_2.$$

Eine solche Kraft ist es, die bei dem Quadrantenelektrometer auf die Aluminiumplatte wirkt und ihr ein Drehungsmoment giebt, dessen Größe proportional  $V_1 V_2$  ist und mit  $\gamma V_1 V_2$  bezeichnet werden möge. Beim Gleichgewichte ist dieses gleich dem bekannten Bifilar-momente  $M$ . Ist also  $V_2$  und ebenso  $\gamma$  bekannt, so bestimmt sich  $V_1$  aus

$$V_1 = \frac{M}{\gamma V_2}.$$

Die Lehrbücher beschreiben noch andere elektrostatische Meßapparate, z. B. das bekannte Sinuselektrometer von Kohlrausch. Das Gegebene wird hinreichen, einen Begriff davon zu geben, wie man auch geringere Potentialdifferenzen messen und nach Nr. 66 aus Kapazität und Potential auf die Elektrizitätsmengen schließen kann. Die über die Apparate vorgetragenen Theorien sind dem bisherigen elementaren Standpunkte angepaßt worden und können nur als erste Annäherungen betrachtet werden. Die folgenden Kapitel werden feinere Untersuchungen ermöglichen, ohne daß der elementare Standpunkt verlassen wird.