



Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

188. Messung der elektrischen Kraft, der Elektrizitätsmenge, des
Potenzials und der Kapazität. Elektrometer

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

B gesteigert wird usf., so daß endlich die Konduktoren *P* und *N* zu weit höherer Spannung geladen werden, als die ursprünglich mitgeteilte war, und Funken zwischen den Elektroden überspringen.

188. **Messung der elektrischen Kraft, der Elektrizitätsmenge, des Potentials und der Kapazität. Elektrometer.** Man mißt eine elektrische Kraft, indem man ihr durch eine bekannte Kraft das Gleichgewicht hält. Hierzu dienliche Apparate nennt man Elektrometer. Zu ihnen gehört die bereits früher beschriebene Coulombsche Drehwage, in welcher der elektrischen Kraft die Torsionselastizität eines Drahtes entgegenwirkt. Beim Goldblattelektroskop und dem Henleyschen Quadrantenelektroskop (158) ist es das Gewicht, daß der Abstoßung entgegenwirkt.

Eine neuere zur Messung höherer Spannungen geeignete Form des Quadrantenelektroskops ist das Braunsche Elektrometer (Fig. 159).

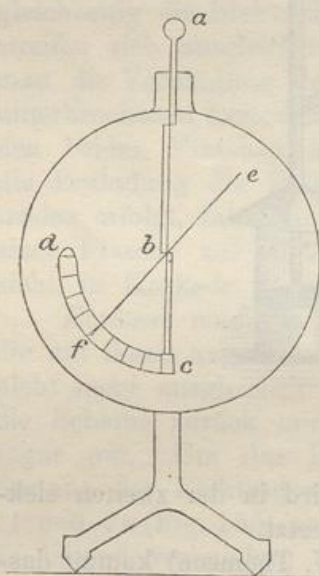


Fig. 159.
Braunsches Elektrometer.

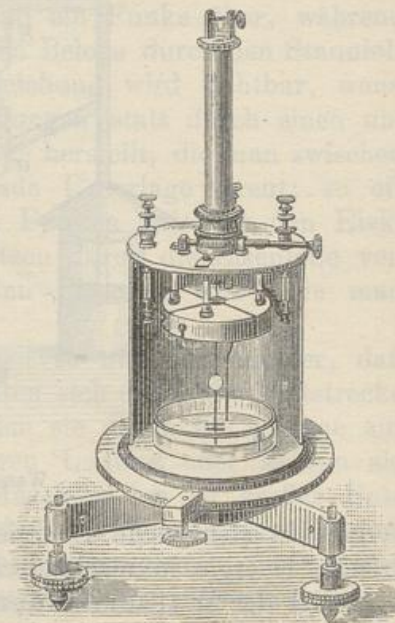


Fig. 160.
Quadrantenelektrometer.

In ein rundes Metallgehäuse, das zur Erde abgeleitet wird, führt isoliert ein Messingstab *ab*, der bei *b* eine zwischen Spitzen leicht bewegliche Aluminiumnadel *ef* trägt. Ihre horizontale Drehungsachse liegt ein wenig über ihrem Schwerpunkt, so daß sich die Nadel in der Ruhelage senkrecht einstellt und sich dabei an den Messingstab *ab* von der einen und seine Fortsetzung *bc* von der anderen Seite anlegt. Wird Elektrizität dem ganzen Systeme zugeführt, so wird die Nadel von den festen Messingstäben abgestoßen und man liest die Größe der Spannung an der Stellung der Nadelspitze auf dem Quadranten *cd* ab.

Auch das Goldblatt- oder noch besser Aluminiumblattelektroskop

ist von Exner durch sorgfältige Ausführung und Anbringung einer Skala zur Ablesung des Ausschlages der Blättchen zu einem Meßinstrument für mittlere Spannungen gemacht worden.

Kleine Spannungen mißt man am genauesten mit dem Quadrantenelektrometer von Lord Kelvin (Sir William Thomson, 1867). Es enthält (Fig. 160) eine aus dünnem Aluminiumblech geschnittene Nadel von Biskuitform, die innerhalb einer flachen zylindrischen Metallbüchse schwebt, welche durch zwei zueinander senkrechte durch die Achse gehende Schnitte in vier Quadranten geteilt ist (in Fig. 161 von oben gesehen). Je zwei diametral gegenüberstehende Quadranten sind miteinander leitend verbunden. Die Nadel ist an zwei Kokonfäden bifilar aufgehängt (33), welche im Ruhezustand zueinander parallel sind, und, aus dieser Lage gebracht, vermöge der Schwerkraft in sie zurückzukehren streben. Die Quadranten sind zum Schutz gegen äußere elektrische Einflüsse von einem Metallgehäuse umgeben (s. Schirmwirkung, 173), dessen Deckel das Glasrohr trägt, welches die Fäden einschließt, und drei isolierte Zuleitungen beziehungsweise zu den Quadrantenpaaren und zur Nadel durchläßt. Letztere Zuleitung führt zunächst durch einen Platindraht in ein im unteren Teil des Gehäuses aufgestelltes Glasgefäß mit Schwefelsäure, in welche andererseits ein Platindraht taucht, der die Verlängerung der Nadelachse bildet und zur Dämpfung der Schwingungen zwei kleine Querstäbchen trägt. An dieser Verlängerung ist ein kleiner Spiegel angebracht, der, durch ein Fenster des Gehäuses sichtbar, mittels Fernrohr und Skala (Spiegelablesung, 147) die Stellung der Nadel zu beobachten gestattet. Beim Gebrauch wird die Nadel (das Aluminiumblech) bis zu einer bestimmten ziemlich hohen Spannung geladen, etwa durch Verbindung mit dem inneren Beleg einer Leidener Flasche, ein Quadrantenpaar mit der zu messenden Elektrizitätsquelle, das andere mit der Erde verbunden, oder man bringt die Quadrantenpaare auf entgegengesetzt gleiche Spannungen und verbindet die Nadel mit dem zu untersuchenden Körper. Für kleine Ablenkungen ist in beiden Fällen die elektrische Kraft dem Ablenkungswinkel oder der Zahl der abgelesenen Skalenteile proportional.

Diese Instrumente dienen dazu, die elektrischen Kräfte untereinander zu vergleichen, und demnach auch die entsprechenden Elektrizitätsmengen und die Potentiale, da diese Größen, falls die Kapazität ungeändert bleibt, einander proportional sind.

Das Wage-Elektrometer von W. Thomson (1867) dagegen mißt in absolutem Maße, nämlich durch Gewichte die Anziehung zwischen zwei parallelen Platten, deren eine mit der zu messenden

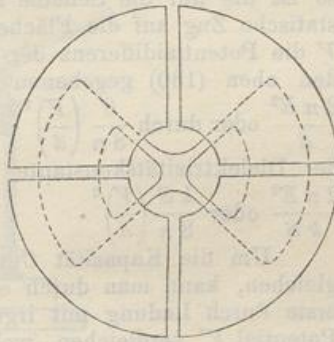


Fig. 161.
Zum Quadrantenelektrometer.

Elektrizitätsquelle verbunden ist, während die andere, die horizontal an einem Ende eines Wagebalkens hängt, mit der Erde verbunden ist oder auf einem bestimmten konstanten Potential gehalten wird. Da die elektrische Dichte auf einer kreisrunden Scheibe von der Mitte nach außen hin anfangs sehr langsam, in der Nähe des Randes aber sehr rasch zunimmt, so läßt man die am Wagebalken hängende Scheibe innerhalb eines mit ihr leitend verbundenen horizontalen Ringes (Schutzring) schweben; so bildet sie nur den mittleren Teil einer größeren Platte, auf welchem die Verteilung der Elektrizität als gleichförmig angesehen werden kann. Die andere Platte wird ihr nun von unten her bis auf einen zu messenden Abstand so weit genähert, daß die elektrische Anziehung zwischen den beiden Platten der Schwerkraft, welche die aufgehängte Scheibe aus dem Schutzring herauszuheben strebt, das Gleichgewicht hält.

Ist S die Oberfläche der aufgehängten Scheibe, und δ die elektrische Dichte, so ist die auf die Scheibe ausgeübte Zugkraft $2\pi\delta^2 S$, da $2\pi\delta^2$ der elektrostatische Zug auf die Flächeneinheit ist (169). Ist E die Ladung der Scheibe, V die Potentialdifferenz der beiden Platten, und d ihr Abstand, so kann nach den oben (180) gegebenen Formeln die Zugkraft ausgedrückt werden durch $\frac{2\pi E^2}{S}$ oder durch $\frac{S}{8\pi} \left(\frac{V}{d}\right)^2$. Befände sich statt Luft ein anderer Isolator von der Dielektrizitätskonstante k zwischen den Platten, so wäre die Zugkraft: $\frac{2\pi E^2}{kS}$ oder $\frac{kS}{8\pi} \left(\frac{V}{d}\right)^2$.

Um die Kapazität C und C' zweier Leiter und Kondensatoren zu vergleichen, kann man durch ein Elektrometer das Potential messen, welches der erste durch Ladung mit irgend einer Elektrizitätsmenge erhält, und mit dem Potential V' vergleichen, welches die beiden Leiter miteinander verbunden annehmen. Es ist alsdann

$$CV = (C + C') V' \quad \text{oder} \quad \frac{C'}{C} = \frac{V - V'}{V'}.$$

189. Entladungserscheinungen. Die Entladung einer Flasche (oder Batterie), d. h. die Vereinigung der beiden entgegengesetzten auf den Belegungen angesammelten Elektrizitäten, erfolgt, wenn man zwischen der äußeren Belegung und dem zur inneren Belegung führenden Knopf eine leitende Verbindung herstellt, oder beide Belege zur Erde ableitet. Faßt man mit der einen Hand die äußere Belegung, mit der anderen den Knopf an, so fühlt man eine starke Erschütterung der Armgelenke, bei stärkerer Ladung einen heftigen Schmerz in der Brust. Dieser elektrische Schlag kann durch eine ganze Kette von Personen, die sich an den Händen fassen, geleitet werden.

Um bei Versuchen mit Leidener Flaschen die Entladung durch den menschlichen Körper zu vermeiden, bedient man sich eines isolierten Ausladers, z. B. zweier durch ein Scharnier verbundener, an den Enden mit Knöpfen versehener Drähte mit gläsernem Handgriff, deren einer mit der äußeren Belegung in Berührung gebracht, der andere dem Knopf der Flasche rasch genähert wird. Will man den Entladungsschlag bequem auf beliebige Gegenstände wirken lassen,