

13. *Die Maasse der elektrischen Grössen*<sup>1)</sup>;  
von K. Schreiber.

Die Forderung, dass die Einheiten sämtlicher physikalischen Grössen durch die Einheiten von Masse, Länge und Zeit auszudrücken seien, ist schon so oft aufgestellt worden, dass man sich mit Recht wundern muss, dass sie noch nicht consequent durchgeführt worden ist. Auf dem Gebiete der Optik ist, soviel mir bekannt, ein dahin zielender Versuch überhaupt noch nicht angestellt worden. In der Wärmelehre ist zwar in einigen der Bücher, welche sich speciell mit den sogenannten absoluten Maassen beschäftigen<sup>2)</sup>, ein Anlauf in dieser Richtung gemacht; aber derselbe scheint nicht allgemeine Anerkennung gefunden zu haben, denn sowohl in den Lehrbüchern, welche die gesammte Physik behandeln, als auch in denen, welche sich speciell auf die Wärmelehre beschränken, wird stets die von Masse, Länge und Zeit unabhängige Definition der Temperatur nach Lord Kelvin<sup>3)</sup> vorgezogen, ein Beweis, dass man der ersteren nicht recht traut. Es muss also wohl in jener Forderung etwas liegen, was ihre Durchführung erschwert, wenn nicht gar unmöglich macht. Gegen diese letztere Eventualität scheint nun die Thatsache zu sprechen, dass man die Einheiten der elektrischen Grössen auf die Einheiten von Masse, Länge und Zeit zurückgeführt hat: Ohm Volt, Ampère etc. sollen ja nur von den Einheiten jener drei Fundamentalbegriffe abhängige, elektrische Einheiten sein.

Ich werde im Folgenden zeigen, dass auch für die elektrischen Grössen eine Darstellung der Einheiten durch die Einheiten von Masse, Länge und Zeit unmöglich ist, und somit jene Forderung etwas Unmögliches verlangt.

1) Nach einem am 3. Mai 1899 im Naturw. Vereine f. Neuvorpommern u. Rügen zu Greifswald gehaltenen Vortrage.

2) Czogler, Dimension u. absol. Maasse p. 66 ff. 1889.

3) Vgl. z. B. K. Schreiber, F. Auerbach, O. Wiedeburg, Wied. Ann. 64. p. 163 u. 754. 1898; 65. p. 648 u. 921. 1898; 66. p. 1186. 1898.

Dimensions of electrical quantities, K. Schreiber.

The requirement that the units of all physical quantities be expressed in units of mass, length and time has been raised so often that it would be fair to wonder that this has not yet been fulfilled. As far as I know, no attempt has been made in the field of optics to do this. In thermal theory, the beginning in this direction was actually laid in some books devoted to the so-called absolute measurements<sup>2)</sup>; but it does not seem to have received general acceptance, because both in textbooks that deal with all physics and those that deal with all physics, as well as those limited by the theory of heat, the definition of temperature according to Lord Kelvin is always preferable<sup>3)</sup>, which is independent of mass, length and time, proof that the former is indeed distrusted. Therefore, there must be something in this requirement that makes them difficult to implement, if not impossible. The fact that the units of measurement of **electrical quantities** have been reduced to units of mass, length and time, apparently speaks against this last possibility: ohm, volt, ampere, etc. should be only **electrical units**, depending on the units of these three basic terms. ,

Below I will show that even for **electrical quantities**, units **cannot be** represented by units of mass, length and time, and therefore the requirement requires something **impossible**

1) После учебы 3 мая 1899 г. лекции в естественном Клубе ф. Neuvorpommern u. Рюген цу Грайфсвальд.

2) Чоглер, Dimension u. абсолютные Измерения p. 66ff. 1889.

3) См. Например Б. К. Шребер, Ф. Ауэрбах, О. Видебург, Вид. Энн. 64. с. 163 ед. 754, 1898; 65. с. 648 ед. 921, 1898; 66. с. 1186. 1898.

Coulomb did not know how to mathematically express the mass of electricity, realizing that "kg" does not fit ... ???

Die gewöhnliche Zurückführung der elektrischen Grössen auf jene drei sogenannten Fundamentalbegriffe lässt sich auf sehr verschiedenen Wegen erreichen. Ein sehr anschaulicher ist der folgende:

Man hänge an eine Waage einen Magnetstab von hinreichender Länge und äquilibriere ihn. Durch das Aufstellen eines zweiten Magnetstabes unterhalb des ersten wird das Gleichgewicht gestört, welches man durch passendes Auflegen von Gewichtstücken wieder herstellen kann. Die gegenseitige Einwirkung zweier Magnetstäbe lässt sich also durch die Schwerkraft gewisser Gewichtstücke äquilibrieren; wir dürfen sie deshalb als eine analoge Kraft bezeichnen. Das Gesetz, nach welchem diese Kraft von den beiden Magnetstäben und ihrer Entfernung abhängt, ist zuerst von Coulomb aufgestellt worden zu einer Zeit, wo die Kraft noch unangegriffen als Fundamentalbegriff der Physik galt. Coulomb fand, dass sie umgekehrt proportional sei dem Quadrate der Entfernung  $r$  der einander zugekehrten Enden der beiden hinreichend langen Magnetstäbe. Die Abhängigkeit der Kraft von den Magnetstäben selbst zeigte sich gegeben durch eine messbare Eigenschaft der Enden der Magnetstäbe, der Pole, welche Coulomb Magnetismusmenge der Pole nannte. Was man sich darunter vorstellen will, ist gleichgültig; wichtig ist, dass die Magnetismusmenge messbar ist. Nehmen wir irgend eine beliebige Magnetismusmenge als Einheit an, so ist die Kraft dem Producte der Magnetismusmengen der einander zugekehrten Pole proportional, sodass wir also für die Kraft den Ausdruck erhalten:

$$(1) \quad K = \alpha \cdot \frac{\mu \mu'}{r^2},$$

wenn  $\mu$  und  $\mu'$  die Magnetismusmengen der beiden einander zugekehrten Pole und  $r$  ihre Entfernung ist;  $\alpha$  ist ein von den Einheiten von  $K$ ,  $\mu$  und  $r$  abhängiger Factor.<sup>1)</sup>

Genau dieselbe Beobachtung und daraus zu ziehende Schlussfolgerung machen wir, wenn wir an die Waage eine elektrisch geladene Metallscheibe hängen und eine zweite, eben-

1) Vgl. P. Pietzkes, Unterrichtsblätter f. Mathem. u. Naturw. 4. p. 66. 1898; K. Schreber, Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht 12. p. 139. 1899.

The usual assignment of electrical quantities to these three so-called fundamental terms can be achieved in very different ways. The following is very clear:

Hang a **magnetic** bar of sufficient length on the balance and balance it. If you place the second **magnetic** bar below the first, the balance is upset, which can be restored by setting the weight. Thus, the mutual action of two magnetic rods can be balanced by the gravity of certain weights; so we can call it **analog power**. The law that this force depends on two **magnetic** rods and their distance was first **established by Coulomb** at a time when force was still considered a **fundamental concept** in physics. **Coulomb** found that it was inversely proportional to the square of the distance  $r$  from the ends of two sufficiently long **magnetic** rods. The dependence of the force on the magnetic rods themselves was demonstrated by the measurable property of the ends of the magnetic rod, the poles, which **Coulomb called** (!) the magnitude of the magnetism of the poles. What you want to represent does not matter: it is important that the **magnitude of magnetism** is **measurable**. If we assume that **any magnetism** is set as a whole, the force is proportional to **the product of the magnitudes of the magnetism** of the poles facing each other, so that we get the expression for the force:

$$K = \alpha \cdot \frac{\mu \mu'}{r^2}, \quad (1)$$

if  $\mu$  and  $\mu'$  are the **magnitudes of the magnetism** of two reversed poles and  $r$  is the distance between them;

$\alpha$  is a factor depending on the units of  $K$ ,  $\mu$  and  $r$ .<sup>1)</sup>

We make exactly the same observation and from this we draw a conclusion if we hang an electrically charged metal disk on the scales and for a second,

<sup>1)</sup> См. P. Pietzkes, Unterrichtsblätter f. Mathem. u. Naturw. 4. стр. 66, 1898; K. Шребер, журнал е. д. физ. у. брак. Уроки 12. с. 139, 1899.



falls geladene darunter stellen, oder wenn wir eine stromdurchflossene Drahtspule aufhängen und eine ebensolche darunter stellen, oder schliesslich, wenn wir entweder einen Magnetstab oder eine stromdurchflossene Drahtspule aufhängen und eine stromdurchflossene Drahtspule, bez. einen Magnetstab darunter stellen. Ueberall lässt sich die gegenseitige Einwirkung durch die Schwerkraft von Gewichtstücken äquilibriren, sodass wir sie durch eine Kraft ausdrücken dürfen.

Das Gesetz der ersten dieser Kräfte ist ebenfalls von Coulomb aufgestellt worden und heisst, wenn wir für die Elektrizitätsmenge, welche ebenfalls einfach als Ausdruck für eine messbare Eigenschaft der elektrisch geladenen Scheibe betrachtet werden soll, eine beliebige Einheit einführen

$$(2) \quad K = \beta \cdot \frac{e \cdot e'}{r^2}.$$

Für gewöhnlich wird nun die Frage, ob die elektrischen und magnetischen Grössen auf Masse, Länge und Zeit zurückführbar seien, von diesen beiden Gesetzen aus beantwortet, indem man  $\alpha$  und  $\beta$  gleich 1 setzt und dann als Einheit der Magnetismus- bez. Elektrizitätsmenge diejenige erhält, welche auf eine ihr gleiche, in der Entfernung 1 von ihr befindliche, die Kraft 1 ausübt. Soll aber die Antwort ohne irgend welche Willkür sein, so muss man auch die Gesetze der beiden anderen, an der Waage festgestellten Kräfte berücksichtigen, denn es ist ja nur historischer Zufall, dass die beiden Coulomb'schen Gesetze früher entdeckt worden sind als die Gesetze der beiden anderen Kräfte.

Bei der experimentellen Darstellung dieser Kräfte wurde von dem Begriffe des elektrischen Stromes  $i$  Gebrauch gemacht, welcher mit dem Begriffe der Elektrizitätsmenge durch die Definitionsgleichung

$$(3) \quad i = \frac{e}{t}$$

verknüpft ist, wo  $t$  die Zeit ist, in welcher die Elektrizitätsmenge  $e$  bei der Stromstärke  $i$  durch den Querschnitt des Leiters fliesst, bez. die Zeit, in welcher der Strom  $i$  die Elektrizität  $e$  durch den Querschnitt des Leiters führt.

Bei der Aufstellung der beiden Gesetze stösst man auf die mathematische Schwierigkeit, dass man dieselben, wenn

also loaded among them, or if we hang a coil with a conductive wire and place the same one under it, or, finally, if we hang either a magnetic rod or a coil with a conductive wire and place a coil with a conductive wire, respectively. put the magnetic bar at the bottom. Everywhere, mutual influence can be counterbalanced by gravity so that we can express them by force. The law of the first of these forces was also divided into Coulomb and means that if we introduce any unit for the amount of electricity, which should also be considered simply as an expression of the measurable property of an electrically charged disk

$$K = \beta \cdot \frac{e \cdot e'}{r^2}. \quad (2)$$

Enter any unit Usually, the question of whether it is possible to trace electric and magnetic quantities to mass, length and time is now answered by these two laws, setting  $\alpha$  and  $\beta$  equal to 1, and then as a unit associated with magnetism. The amount of electricity that receives a force 1 at an equal distance of 1 from it, but which should exert force 1. If the answer is to be free from arbitrariness, it is also necessary to take into account the laws of the other two forces defined on the scale, because this is only a historical coincidence that the two Coulomb laws were discovered earlier than the laws of the other two forces.

In the experimental representation of these forces, the concept of electric current  $i$  was used, which is used to describe the amount of electricity according to the equation for determining

$$i = \frac{e}{t} \quad (3)$$

where  $t$  is connected - the time during which the amount of electricity  $e$  at a current  $i$  flows through the cross section of the conductor, the time during which the current  $i$  directs the energy  $e$  through the cross section of the conductor.

When setting up two laws, everyone faces a mathematical difficulty.

(Note by A.I. Cherepanov - The phrase "the amount of electricity «e» later I began to read as the number of electrons ..., and not as the MASS of electrons - it was the mass of electrons that Coulomb meant - but in 1785 he did not know that they were - electrons are in nature. It is now clear and the logic of these physicists is understandable - the electric current for them is not the MASS of electrons, but the number of electrons. The concept of mass also hangs ... Coulomb has a formula - "

$m \left( \frac{D \delta}{a^2} \right)$ ", in which the product of  $D$  by  $\delta$  is a complete gibberish. )

man nur endliche Kräfte betrachten will, nicht für alle möglichen Fälle gültig aufstellen kann. Soll der Ausdruck des Gesetzes allgemein gültig sein, so muss man sich auf Elementarkräfte beschränken, aus denen man durch Integration erst die endlichen Kräfte erhält. Es wird aber dadurch die Bedeutung der Gesetze nicht berührt, denn durch die Integration erhält man stets wieder den experimentell sich als richtig erweisenden Werth der Kraft.

Beide Gesetze enthalten trigonometrische Functionen, welche von der Lage der Leiterelemente abhängig sind: wir wollen diese Lage so wählen, dass die trigonometrischen Functionen den Werth 1 erhalten; dann heissen die Gesetze:

$$(4) \quad K = \gamma \cdot \frac{i i' dl dl'}{r^2}.$$

$$(5) \quad K = \delta \cdot \frac{\mu i dl}{r^2}.$$

Da die Einheiten, nach denen  $\mu$  und  $i$  gemessen werden, zunächst noch willkürlich sind, so dürfen die Factoren  $\gamma$  und  $\delta$  nicht vergessen werden.

Die vier Kraftgesetze (1), (2), (4), (5) sind voneinander unabhängig. Will man die Aehnlichkeit zwischen den elektrodynamischen und elektromagnetischen Wirkungen eines geschlossenen Stromkreises zu einer Gleichheit machen, so sind die beiden letzten Kraftgesetze (4) und (5) nicht voneinander unabhängig und man erhält zwischen  $\gamma$  und  $\delta$  eine ganz bestimmte Beziehung.<sup>1)</sup> Da aber durch diese willkürliche Ersetzung der Aehnlichkeit durch eine Gleichheit, wie ich unten zeigen werde, nichts an der ganzen folgenden Discussion geändert wird, so mache ich von ihr keinen Gebrauch.

Wollen wir die Aufgabe, die Einheiten der elektrischen und magnetischen Grössen auf die Einheiten von Masse, Länge und Zeit zurückzuführen, allgemein und ohne jegliche Willkür lösen, so müssen wir die vier Kraftgesetze und die Definition der Stromstärke in Betracht ziehen. Es stehen uns aber dazu auch nur diese 5 Gleichungen zur Verfügung.

1) P. Duhem, Elect. et Magnét. 3. p. 453. 1892.

it is only necessary to take into account the finite forces, but it is impossible to correctly establish them for all possible cases. If the expression of the law is to be generally fair, then one must confine oneself to elementary forces, from which man receives finite forces through integration. However, this does not affect the meaning of the laws, because integration always gives us the meaning of force, which has been shown to be experimentally correct.

Both laws contain trigonometric functions that depend on the position of the pivot elements: we want to choose this position so that the trigonometric functions are assigned the value 1; then the laws are as follows:

$$K = \gamma \cdot \frac{i i' dl dl'}{r^2}. \quad (4)$$

$$K = \delta \cdot \frac{\mu i dl}{r^2}. \quad (5)$$

Since the units of measurement used to measure  $\mu$  and  $i$  are initially arbitrary, the factors  $\gamma$  and  $\delta$  must not be forgotten.

Four power laws (1), (2), (4), (5) are independent of each other. If you want to make the similarities between the electrodynamic and electromagnetic effects of a closed loop the same, the last two force laws (4) and (5) are independent of each other, and you will get a very specific relationship between  $\gamma$  and  $\delta$  ...<sup>1)</sup>. But there is this arbitrary replacement of similarity with equality, as I will show below, it will not change anything in the following discussion, so I do not use it.

Let's make a problem, units of measurement of electrical and magnetic quantities per unit of mass. Due to duration and time, general and no arbitrary decision, we must take into account the four laws of force and the definition of current. However, we only have these 5 equations available.

<sup>1)</sup> P. Duhem. Elect. et Magnat. 3. p. 453. 1892.

(Cherepanov A.I. - Schreiber, unfortunately, also did not understand the erroneousness of the "product" or the "multiplication" option, conventionally speaking "apples by apples" - you cannot do this. But THEY are fatal reasoning - "units of measurement of electrical and magnetic quantities per unit of mass." and

|  |                                                                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | this is what Coulomb meant by "a mass of electricity." These are the difficulties of the mathematical expression of physics.) |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Aus den 5 Gleichungen (1 bis 5) erhalten wir zunächst:

$$(6) \quad \mu = r \sqrt{\frac{K}{\alpha}} \quad e = r \sqrt{\frac{K}{\beta}} \quad i = \frac{r}{t} \sqrt{\frac{K}{\beta}}$$

und es bleiben dann zur Bestimmung der vier Proportionalitätsfactoren die Gleichungen:

$$(7) \quad \begin{aligned} \beta &= \gamma v^2, \\ \alpha \cdot \gamma &= \delta^2. \end{aligned}$$

wo  $v = r/t$  eine Geschwindigkeit ist. Wie sich durch Combination der Gesetze (2) und (4) leicht zeigen lässt, ist  $v$  die sogenannte kritische Geschwindigkeit, wie sie z. B. von Rowland experimentell dargestellt worden ist.

Wir haben also zur Bestimmung von  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , nur zwei Gleichungen, und da ein System von zwei Gleichungen mit vier Unbekannten nicht zu lösen ist, so ist die Frage, ob die Einheiten der elektrischen und magnetischen Grössen durch die Einheiten von Masse, Länge und Zeit darstellbar sind, mit „Nein“ zu beantworten.

Sollte vielleicht noch einmal ein weiteres fünftes, von den oben gegebenen vierten unabhängiges Kraftgesetz gefunden werden, so wird dadurch nichts an diesem Resultat geändert, denn man würde zwar im System (7) eine dritte Gleichung, gleichzeitig aber auch eine weitere Unbekannte, einen fünften Proportionalitätsfactor erhalten. Dasselbe würde sich ergeben, wenn eines oder das andere der obigen Gesetze sich als nicht unabhängig erwiese; es würde dadurch zwar ein Proportionalitätsfactor, d. h. eine Unbekannte weniger vorhanden sein; gleichzeitig aber hätten wir auch im System (7) eine Gleichung weniger. Stets behalten wir im System (7) zwei Unbekannte mehr als Gleichungen; es bleibt also stets unlösbar.

Die Folgerung aus dieser Unlösbarkeit des Gleichungssystems (7), die Antwort „Nein“ auf die unser Thema bildende Frage, scheint aber dadurch widerlegt zu sein, dass man ja elektrische Grössen durch Masse, Länge und Zeit dargestellt hat: Volt, Ampère etc. sind ja Einheiten, denen angeblich nur die Einheiten jener drei Fundamentalbegriffe zu Grunde liegen. Wie verträgt sich dieses mit jener verneinenden Antwort?

From 5 equations (1 to 5), we first get:

$$\mu = r \sqrt{\frac{K}{\alpha}} \quad e = r \sqrt{\frac{K}{\beta}} \quad i = \frac{r}{t} \sqrt{\frac{K}{\beta}} \quad (6),$$

and then it remains to determine four coefficients of proportionality. Equations:

$$\begin{aligned} \beta &= \gamma v^2, \\ \alpha \cdot \gamma &= \delta^2. \end{aligned} \quad (7)$$

where  $v = r/t$  is the speed. It is easy to show by combining laws (2) and (4) that  $v$  is the so-called **critical velocity**, as, for example, was experimentally presented by B. Rowland.

Thus, we have only two equations for determining  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , and since a system of two equations with four unknowns *cannot be solved*, the question is whether the units of measurement of electrical and magnetic quantities are units - **Mass**, length and time can be submitted to answer "No".

If one more law of the fifth force, independent of the four above, is found again, this will not change this result, since in system (7) there will be a third equation, but at the same time another unknown factor, the fifth proportionality coefficient, will be obtained. The same can happen if one or the other of the above laws turns out to be independent; this would indeed be a factor of proportionality, since one unknown is less accessible; at the same time, system (7) would have one more equation. In system (7), we always keep two unknowns more than the equations; it always remains **unsolvable**.

The conclusion from this undecidability of the system of equations (7), the answer "No" to the question that is our topic, seems to be refuted by the fact that **electrical quantities** were represented by mass, length and time: volts, amperes and etc. in units that should be based only on the units of these three basic terms. How is this consistent with this negative answer?

Die Mathematik lehrt, dass ein System von zwei Gleichungen mit vier Unbekannten nicht lösbar ist. Das System wird aber ein lösbares, wenn wir noch zwei weitere, von jenen beiden gegebenen unabhängige Gleichungen herbeischaffen. Da uns nun, wie schon oben gesagt, die Elektrizitätslehre keine weiteren Gleichungen bietet, so müssen wir die Ergänzungsgleichungen willkürlich geben. Diese Willkür gestattet uns, die ergänzenden Bedingungen so zu stellen, dass häufig benutzte abgeleitete Gesetze eine besonders einfache Gestalt erhalten. Nun ist für die Technik besonders wichtig das Gesetz, welches einen Stromkreis durch eine magnetische Schale zu ersetzen lehrt. Dieses Gesetz heisst:

$$\delta \cdot i f = \alpha \cdot m,$$

wo  $i$  die Stromstärke,  $f$  die Fläche und  $m$  das Moment der Schale ist. Es erhält seine einfachste Gestalt, wenn wir  $\alpha = \delta$  setzen. Neben diese eine willkürliche Ergänzungsgleichung setze ich, ohne eine besondere Veranlassung dafür zu haben, ganz nach Gutdünken, als zweite  $\alpha = 1$ . Wir erhalten dann für

$$(8) \quad \alpha = \delta, \quad \alpha = 1$$

das System

$$\alpha = 1, \quad \beta = v^2, \quad \gamma = 1, \quad \delta = 1.$$

Dieses System ist das sogenannte elektromagnetische, welchem die Einheiten Ohm, Volt etc. angehören.

Wir wollen nun zu  $\alpha = \delta$  als zweite Ergänzungsgleichung setzen  $\beta = 1$ . Wir erhalten dann für

$$(9) \quad \alpha = \delta, \quad \beta = 1$$

das System

$$\alpha = \frac{1}{v}, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = \frac{1}{v^2}.$$

Dieses System ist das von Clausius vorgeschlagene elektrostatische.

Da aus der zweiten Gleichung des Systems (7) für  $\alpha = \delta$  folgt  $\alpha = \gamma = \delta$ , so haben wir kein drittes Lösungssystem mehr, in welchem neben  $\alpha = \delta$  ein Factor gleich 1 gesetzt werden kann. Wir sind aber durch nichts gezwungen, uns an die von der Technik gebrauchten Gesetze zu halten und können deshalb als Ergänzungsgleichungen wählen

$$(10) \quad \alpha = 1, \quad \beta = 1.$$

Mathematics teaches that a system of two equations with four unknowns **cannot be** solved. However, the system becomes solvable if **we create** two more equations independent of these two. Since, as mentioned above, the **theory** of **electricity** does not offer us any additional equations, we must give additional equations **arbitrarily**. This **arbitrariness** (!) Allows us to establish additional conditions in such a way that frequently used derivative laws have a particularly simple form. The law that teaches how to replace a **magnetically sheathed circuit** is especially important for technology. This law means:

$\delta \cdot i f = \alpha \cdot m$ , where  $i$  is the current,  $f$  is the area, and  $m$  is the moment of the shell. It takes on the simplest form if we set  $\alpha = \delta$ . In addition to this one arbitrary complementary equation, I set  $\alpha = 1$  as the second, for no particular reason as you see fit.

$$(8) \quad \alpha = \delta, \quad \alpha = 1$$

System

$$\alpha = 1, \quad \beta = v^2, \quad \gamma = 1, \quad \delta = 1.$$

This system is the so-called **electromagnetic** system, which includes the units of Ohm, Volt, etc.

Now we want to set  $\alpha = \delta$  as the second complementary equation  $\beta = 1$ . Then we obtain for

$$(9) \quad \alpha = \delta, \quad \beta = 1$$

System

$$\alpha = \frac{1}{v}, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = \frac{1}{v^2}.$$

This system is **electrostatic**, proposed by Clausius.

Since the second equation of system (7) implies  $\alpha = \gamma = \delta$  for  $\alpha = \delta$ , we no longer have a third system of solutions in which the coefficient can be set equal to 1 in addition to  $\alpha = \delta$ . However, **nothing forces** us to adhere to the laws used by technology, and therefore we can choose as additional equations

$$(10) \quad \alpha = 1, \quad \beta = 1$$

Dann erhalten wir die Lösung

$$\alpha = 1, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = \frac{1}{v}.$$

Dieses ist das System, welches v. Helmholtz den meisten seiner Arbeiten zu Grunde gelegt hat.

Oder wir setzen willkürlich

$$(11) \quad \beta = 1, \quad \delta = 1,$$

dann finden wir das elektrostatische System von Maxwell

$$\alpha = v^2, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = 1,$$

welches meist als das elektrostatische schlechtweg bezeichnet wird, obgleich es vor dem von Clausius nach keiner Richtung hin einen Vorzug hat; eher noch kann man es als Nachtheil desselben ansehen, dass  $\alpha$  und  $\delta$  verschieden sind, sodass die für die Techniker so überaus wichtige Gleichung keine einfache Gestalt erhält.

Die Zusatzgleichungen sind bisher so gewählt worden, dass die Proportionalitätsfactoren entweder dimensionslos wurden, oder ihre Dimensionen ausschliesslich Functionen der kritischen Geschwindigkeit waren. Man ist aber dazu durchaus nicht gezwungen. So haben z. B. Joubin<sup>1)</sup> und Lodge<sup>2)</sup> gesetzt  $\delta = 1$ , und die daraus folgende Gleichung  $\alpha \cdot \beta = v^2$  zerlegt in  $\alpha = g^{-1} \text{ cm}^3$  und  $\beta = g \text{ cm}^{-1} \text{ sec}^{-2}$  und dabei für die elektrischen Grössen Dimensionen erhalten, in welchen keine gebrochenen Potenzen der Masse vorkommen. Wir wollen die Zusatzgleichungen jetzt gleich so wählen, dass die Beziehungen der Einheiten der elektrischen und magnetischen Fundamentalbegriffe zu denen der mechanischen ganz besonders einfach werden. Zu dem Zwecke setzen wir:

$$(12a) \quad \gamma = g \text{ cm}^{-1}, \quad \delta = \text{cm sec}^{-1},$$

$$(12b) \quad \alpha = \delta, \quad \delta = g \text{ cm sec}^{-1},$$

$$(12c) \quad \gamma = g^{-1} \text{ cm}, \quad \delta = \text{cm}^{-2} \text{ sec}^{-2}.$$

<sup>1)</sup> P. Joubin, Journ. de Physique (3) 5. p. 898. 1896; 6. p. 57. 1897.

<sup>2)</sup> O. J. Lodge, Neueste Anschauungen über Elektrizität. Anhang p., deutsche Uebersetzung p. 519. 1896.

Then we get the solution

$$\alpha = 1, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = \frac{1}{v}.$$

This is the system that V. Helmholtz founded most of his work.

Or we put it arbitrarily

$$(11) \quad \beta = 1, \quad \delta = 1,$$

then we find Maxwell's electrostatic system

$$\alpha = v^2, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = 1,$$

commonly referred to as electrostatic in the wrong way, although he has no preference over Klasius in any respect; rather, it can be seen as a disadvantage of the same thing that  $\alpha$  and  $\delta$  are different, so that an extremely important equation for technicians does not have a simple form.

The additional equations so far have been chosen so that the proportionality coefficients either become dimensionless or their sizes are solely functions of the critical velocity. But you don't have to. So, z. B. Joubin<sup>1)</sup> and Lodge<sup>2)</sup> set  $\delta = 1$ , and the resulting equation  $\alpha \cdot \beta = v^2$  is split into  $\alpha = g^{-1} \cdot \text{cm}^3$  and  $\beta = g \cdot \text{cm}^{-1} \text{ sec}^{-2}$  and thus the dimensions for electrical quantities that do not have broken mass potentials. We now want to select additional equations to make the relationship between the units of electrical and magnetic fundamental terms and mechanical terms particularly simple. For this we use:

$$(12a) \quad \gamma = z \cdot \text{cm}^{-1}, \quad \delta = \text{cm} \cdot \text{cek}^{-1},$$

$$(12b) \quad \alpha = \delta, \quad \delta = z \cdot \text{cm} \cdot \text{cek}^{-1},$$

$$(12c) \quad \gamma = z^{-1} \cdot \text{cm}, \quad \delta = \text{cm}^{-2} \cdot \text{cek}^{-1},$$

<sup>1)</sup> P. Zhuben, Zh. de Physicist (3) 5.p. 898, 1896; 6. p. 57, 1897.

<sup>2)</sup> O. J. Lodge, Recent Views on Electricity Appendix S., German translation p. 519.1896.



Mit diesen drei Paaren von Zusatzgleichungen erhalten wir folgende drei Systeme von Proportionalitätsfactoren:

$$\begin{array}{ll} a = g^{-1} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-2}, & \beta = g \text{ cm sec}^{-2}, \\ \gamma = g \text{ cm}^{-1}, & \delta = \text{cm sec}^{-1}, \\ \alpha = g \text{ cm sec}^{-2}, & \beta = g \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-4}, \\ \gamma = g \text{ cm sec}^{-2}, & \delta = g \text{ cm sec}^{-2}, \\ \alpha = g \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-4}, & \beta = g^{-1} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-2}, \\ \gamma = g^{-1} \text{ cm}, & \delta = \text{cm}^2 \text{ sec}^{-2}. \end{array}$$

Drücken wir nun in diesen drei Systemen die Einheiten der Magnetismusmenge  $\mu$  und der Elektrizitätsmenge  $e$  aus, so erhalten wir der Reihe nach:

$$\begin{array}{ll} \mu = g, & e = \text{cm}, \\ \mu = \text{cm}, & e = \text{sec}, \\ \mu = \text{sec}, & e = g. \end{array}$$

Dieses Beispiel zeigt zur Genüge, dass wir nicht nur für die Einheiten der Magnetismus- und der Elektrizitätsmenge die Einheiten der Masse oder der Länge oder der Zeit ganz nach Belieben erhalten können, sondern dass wir auch die Einheit jeder beliebigen mechanischen Grösse zur Einheit jeder beliebigen elektrischen Grösse machen können. Ein Resultat, welches offenbar absurd ist. Da nun die letzten drei Systeme nach demselben Princip abgeleitet sind, wie die ersten vier in der Wissenschaft schon besprochenen, so muss in dem ganzen Princip der Ableitung ein Fehler stecken und dieser liegt eben darin, dass man Lösungen eines Systems von zwei Gleichungen mit vier Unbekannten gegeben hat, während doch die Mathematik lehrt, dass ein solches System unlösbar ist.

Wir finden also auf Grund dieses mathematischen Satzes als Resultat, dass die Einheiten der elektrischen und magnetischen Grössen sich nicht durch die Einheiten von Masse, Länge und Zeit darstellen lassen.

Der praktischen Verwendbarkeit der Einheiten Volt, Ohm etc. geschieht natürlich dadurch gar kein Abbruch.

(Eingegangen 6. Mai 1899.)

With these three pairs of complementary equations, we get the following three systems of proportionality coefficients:

$$\begin{array}{ll} \alpha = \Gamma^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cek}^{-2}, & \beta = \Gamma \cdot \text{cm} \cdot \text{cek}^{-2}, \\ \gamma = \Gamma \cdot \text{cm}^{-1}, & \delta = \text{cm} \cdot \text{cek}^{-1}, \\ \alpha = \Gamma \cdot \text{cm} \cdot \text{cek}^{-2}, & \beta = \Gamma \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cek}^{-4}, \\ \gamma = \Gamma \cdot \text{cm} \cdot \text{cek}^{-2}, & \delta = \Gamma \cdot \text{cm} \cdot \text{cek}^{-2}, \\ \alpha = \Gamma \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cek}^{-4}, & \beta = \Gamma^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cek}^{-2}, \\ \gamma = \Gamma^{-1} \cdot \text{cm}, & \delta = \text{cm}^2 \cdot \text{cek}^{-2}, \end{array}$$

If we now express the units of the amount of magnetism  $\mu$  and the amount of electricity  $e$  in these three systems, we get in turn:

$$\begin{array}{ll} \mu = g, & e = \text{cm}, \\ \mu = \text{cm}, & e = \text{cek}, \\ \mu = \text{cek}, & e = g. \end{array}$$

This example shows that we can not only get units of mass, length or time for units of magnetism and electricity, but also we can get units of any mechanical size in units of any electrical units. Size can be made. A result that is clearly absurd. Now, when the last three systems are obtained according to the same principle as the first four discussed in science, there must be an error in the whole principle of inference, and this is precisely because it gives one solution to a system of two equations with four unknowns, and mathematics teaches, that such a system is undecidable.

Therefore, based on this mathematical theorem, we find that the units of electrical and magnetic quantities cannot be represented by units of mass, length and time.

The practical use of units of Volts, Ohms, etc., of course, does not stop at all. (Recorded May 6, 1899)

(Cherepanov A.I. - a natural question arises whether Coulomb's law in its modern form is fair and is there any other law? Magnetism carries certain laws in itself and we will have to study and formulate these laws mathematically ... But for now - a pause for comprehension ... )

Here is such an article ... I have repeatedly noted in my articles, clearly understanding THIS, - modern technology was not created thanks to theorists such as Schrödinger, Pauli, Feinberg, Dirac, Born, Bohr, Landsberg, Landau and further down the list ... And this is paradoxical ... It was created by engineers empirically, measuring Ohms, Amperes and Volta ... And in this the Jew Kogan was a seer ... But ... But at the same time, it was those who did not hear Schreber who led physics into the jungle of quantum physics, since they relied on the Coulomb's law that does not exist in nature ... what happened? And there were simple patterns and approximate ratios of the interaction of "magnetized" objects and magnets, which physicists elevated to the rank of LAW ...

Above I wrote – «Coulomb has a formula - "  $m \left( \frac{D \delta}{\alpha^2} \right)$  ", in which the product of D by  $\delta$  is a complete gibberish. ».

Let me explain ... Charles Coulomb's "D" is the density of electricity and Charles Coulomb's " $\delta$ " is also the density of electricity, i.e. "D" and " $\delta$ " have the same dimension.

Let's analyze again and again the two works that physicists have slipped to us - ( $\mu \cdot \mu'$ ) and ( $e \cdot e'$ ).

Of course, no matter how you twist in your brains and no matter how you try to "pull by the ears" some physical meaning to these works, nothing will work out for you ... I have written more than once in my articles that "apples by apples" cannot be multiplied ... Ah, Coulomb, cunning pendant - wisely hid behind the phrase -

"D = le produit de la masse électrique des deux balles" - dare to say followers ... And off they go ...

(III) . . . . .  $i = \frac{r}{t} \sqrt{\frac{K}{\beta}}$

Определяя изъ (3) величину  $i$  и сравнивая съ (III)  
получаемъ

(a) . . . . .  $\beta = \gamma v^2,$

гдѣ  $v$  есть скорость  $\left( v = \frac{r}{t} \right)$ .

and further -

$$\mu = r \sqrt{\frac{K}{\alpha}} \quad e = r \sqrt{\frac{K}{\beta}} \quad i = \frac{r}{t} \sqrt{\frac{K}{\beta}}$$

Here's how they understood IT from the point of view of physics, and not from the point of view of mathematics ???  
How ? Do you understand that in these formulations the formalism of the mathematician Coulomb, Thomson, Maxwell ... And this formalism does not correspond to physics!

Not knowing the physical properties of an electron - a free electron, physicists ascribed speed to it -

$$\beta = \gamma v^2,$$

$$\alpha \cdot \gamma = \delta^2.$$

but in fact, the "speed of current in a conductor" may well be the rate of transfer of photons from an electron to an electron ... Today, for example, I think so - electrons in a conductor conditionally stand still and "pump the mass of ether" or "pump the mass of photons, which they continuously absorb and emit ... And it may happen that a free electron does not move as a whole along the conductor, but only in a small area - from its cell to the nearest cluster of free electrons ...

Schreber writes - "In the experimental representation of these forces, the concept of electric current  $i$  was used, which is used to describe the amount of electricity according to the equation for determining

$$i = \frac{e}{t} \quad (3)$$

where  $t$  is connected - the time during which the amount of electricity  $e$  at a current  $i$  flows through the cross-section of the conductor, the time during which the current  $i$  directs the energy  $e$  through the cross-section of the conductor.»

Note - he writes "the amount of electricity  $e$  ...", not yet knowing that the electrons will be discovered and their rotation around their own axis will be open, the absorption of photons by electrons, the emission of photons by electrons, the free electron's own magnetic field, the electron's own magnetic moment and he will have his own magnetic poles ... Schreber writes, realizing that the "amount of electricity" in some way not understandable to him transmits a portion of energy during the time  $t_p$ , which the amount of  $e$ , as it were, carries - the amount of electricity  $e$  ... Do you feel it? I wrote this on purpose ... The first phrase and the second are very similar, and when the electron is discovered, the word "electricity" will be removed and replaced with the number of electrons. But ... But at the same time they will put "-" on it in order to characterize it, or rather, to attribute to it a property that would explain the existence of "negative electricity" ... Number  $e$  ... It took more than 100 years for us to realize that "electric liquid" has magnetic properties ...

What are two identical magnetic masses in the modern sense? These are either two protons or two electrons ... Both in nature mean a proton-proton bond and an electron-electronic bond ... There are NO experiments in the world that would measure either the strength of one bond – «electron-electron», or the strength of another bond –



«proton-proton» ... It is categorically impossible to apply Coulomb's law to these connections !!! Not for magnets, not for electrons and protons ...

Why ? Since any substance is essentially a "magnetic system" - each chemical element has its own due to the difference in the structuring of nuclei (atoms), molecules of matter ...

Alexey Cherepanov

[owt2012@mail.ru](mailto:owt2012@mail.ru)

Exposing Maxwell - A Treatise on Electricity and Magnetism, 19.01.2021 –

<https://cloud.mail.ru/public/pT8k/rWHqs5FsT>

Exposing Maxwell - A Treatise on Electricity and Magnetism, 19.01.2021 –

<https://drive.google.com/file/d/1brS8FUw1gfvSZMvqVf3oR46Vsdj6pm6G/view?usp=sharing>

18 different models of the hydrogen atom and all have their experimental confirmation -

<https://cloud.mail.ru/public/fzXC/4A1G5fdJT>

18 different models of the hydrogen atom and all have their experimental confirmation -

<https://docs.google.com/document/d/12lhOZc3O-9NxF73o5Ob7zr0bnJGHrdI/edit?usp=sharing>

Dimensions of Electrical Quantities, Karl Schreber, 1899 - <https://cloud.mail.ru/public/rZpb/fzFv6ttNv>

Dimensions of Electrical Quantities, Karl Schreber, 1899 -

[https://docs.google.com/document/d/1zRAN9j6adD6Q9CYqq84E\\_mKQueQn-mTE/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1zRAN9j6adD6Q9CYqq84E_mKQueQn-mTE/edit?usp=sharing)