

Werk

Titel: Submikroskopische Experimentalphysik

Untertitel: Bericht über die Ehrenhaften Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimete...

Autor: Konstantinowski , D.

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0284

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

äußeren Wassers auf glühende Lava oder durch Wiedererwärmung solfatarischer Sande oder durch Verdauung einer Tiefenklave. Die Gase, die Day und Shepherd am Kilauea erhielten, erklärt Brun für eine Mischung magmatischer Gase mit Gasen, die aus der Einwirkung fremden Wassers auf glühende Laven entstanden seien.

I. Friedländer¹⁾ weist seinerseits darauf hin, daß Day und Shepherd ihre Gase nicht dem Lavasee selbst, sondern einem Spratzkegel entnahmen und meint, daß damit die Frage nach dem Ursprung des Wassers noch nicht endgültig gelöst sei, denn „Green hat bereits die Vermutung ausgesprochen, daß die Spratzkegel zustände kämen, wenn Gase, namentlich Wasserdampf, aus der Atmosphäre resp. in die Tiefe gesickertes Regenwasser absorbiert werden“. Aber an anderer Stelle²⁾ hebt er hervor, daß es R. Zinckel³⁾ und W. Hempel⁴⁾ gelungen ist, Obsidian durch Einschmelzen entsprechender Glassätze unter hohem Wasserdampfdruck synthetisch herzustellen. Es ist damit nachgewiesen, daß entgegen der Brunschen Ansicht Obsidianbildung unter Mitwirkung von Wasser entstehen kann.

So ist denn die Frage nach der Rolle des Wasserdampfs noch keineswegs geklärt. Das große Laboratorium der Natur ist unserer unmittelbaren Beobachtung eben entzogen, und es ist kein Zweifel, daß unter den außerordentlich mannigfaltigen chemischen Einwirkungsmöglichkeiten unter Druckverhältnissen, die zum Teil unserer Technik nie erreichbar werden dürften, chemische Umsetzungen in sehr verschiedenartiger Weise erfolgen können. Ein und derselbe Körper kann sich sehr wohl auf verschiedenen Wegen bilden, und es erscheint kühn, auf Grund unserer Experimente jetzt schon theoretische Schlußfolgerungen größter Tragweite aufbauen zu wollen. So muß ich denn bei aller Anerkennung der wichtigen Untersuchungen Bruns (deren außerordentlicher Wert nie herabgesetzt werden könnte, auch wenn die Schlußfolgerungen sich als irrig erweisen sollten!) doch der Meinung zuneigen, daß das Problem ohne gründliche weitere Untersuchungen nicht gelöst werden kann. Der wissenschaftliche Streit zwischen dem Schweizer und den amerikanischen Forschern wird sicherlich zu neuen Laboratoriumsversuchen und Feldbeobachtungen führen, die unser gesichertes Tatsachenmaterial wesentlich bereichern werden. Daß aber bei den hohen Explosionstemperaturen der Vulkanausbrüche Wasserdampf als solcher zunächst nicht in den magmatischen Gasen enthalten ist, durfte man übrigens schon aus den alten Beobachtungen St. Claire Deville's⁵⁾ schließen, der gefunden hatte, daß Fumarolen von mehr als 500° C trocken sind.

¹⁾ Zeitschrift für Vulkanologie, III, S. 9.

²⁾ Ebenda S. 259.

³⁾ Einwirkung von Wasser und Kohlensäure unter Druck auf schmelzflüssige und feste Silikate bei hohem Druck. Weimar 1914.

⁴⁾ Zeitschrift für angewandte Chemie, 29, S. 173 ff.

⁵⁾ Bull. Soc. géol. de France 1856/57. 142. S. 254 ff.

Submikroskopische Experimentalphysik¹⁾.

(Bericht über die Ehrenhaftschen Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimeters.)

Von Dr. D. Konstantinowsky, Wien.

(Fortsetzung.)

§ 19. Die Streitfrage über die Konstitution der Elektrizität. — Der Vergleich der Ehrenhaftschen Messungen des elektrischen Zustandes seiner Probekörper mit den Vorstellungen, welche die gegenwärtige Theorie der Elektrizität, die Elektronentheorie, beherrschen, hat zu einem Widerspruch geführt. Die Behauptung der Elektronentheorie geht dahin, daß Elektrizität nur in Form von positiven oder negativen, aber stets gleich großen und unteilbaren Quanten der Größe $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., den Elektronen, vorkommen kann. Daraus folgt, daß sich Ladungen, welche, wo immer in der Natur an festen Körpern, an Flüssigkeiten oder in Gasen auftreten, entweder als Elektronenladung oder deren Vielfache erweisen müssen. Bruchteile der Elektronenladung wären nicht existenzfähig; ebenso könnten Ladungen, welche sich nicht als ganzzahlige Vielfache der Elektronenladung darstellen lassen, in der Natur nicht aufgefunden werden. Diese Vorstellungen hat die Elektronentheorie, wie erwähnt, auf so verschiedene Gebiete der Physik angewendet, daß der Begriff des Elektrizitätsatoms namentlich in letzter Zeit in den Mittelpunkt physikalischen Denkens getragen wurde. Ehrenhaft hingegen findet an seinen einfachen Experimenten, daß die Ladungen seiner Probekörper sich nicht als Vielfache der erwähnten Elektronenladung darstellen lassen, ja daß Ladungen gefunden werden können, welche bis zu 2000 mal kleiner als die durch die Elektronentheorie für unteilbar postulierte sind.

Die weittragende Bedeutung dieses scheinbaren Widerspruches hat begreiflicherweise die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf sich gelenkt und lebhaft Diskussionen hervorgerufen, die sich nunmehr fast ein Jahrzehnt hindurch in der Fachliteratur abspielen, ohne daß die Diskrepanz zwischen den Vorstellungen der Elektronentheorie und den Messungsergebnissen Ehrenhafts behoben werden konnte. Es erscheint daher von Interesse, den gegenwärtig vorliegenden Stand der Frage in einer auch für Nichtfachleute zugänglichen Form wenigstens in großen Zügen zu skizzieren.

Irgendein Experiment wird dann als Stütze der Elektronentheorie angesehen werden können, wenn es eine rechnerische Behandlung zuläßt, welche auf Grund der Vorstellung eines Elektrizitätsatoms mit der Ladung $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. die errechneten Daten mit der Beobachtung in Übereinstimmung bringt. Der gleiche Gedankengang muß, in umgekehrter Richtung durchlaufen, mit mehr oder minder guter Annäherung aus den Beobachtungsdaten des Experimentes ein Elektron

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift Heft 29 u. 30.

der erwähnten Größe errechnen lassen. Man wird daher die die Physik seit einigen Jahren in Spannung haltende Frage wohl am klarsten so stellen dürfen:

Welcher Art sind die Experimente, deren Deutung zu einem Elektrizitätsquant der Größenordnung von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. geführt haben und wie verhalten sie sich zu den Ehrenhaftschen?

Eine Reihe von Versuchen, welche in der Absicht unternommen wurden, die Größe des elektrischen Elementarquantums festzustellen, hat Herr Geheimrat Prof. W. König in seinem Aufsatz: Der Streit um das Elektron¹⁾ in erschöpfender Form besprochen. Wir wollen daher auf diese Versuche nur so weit zurückkommen, als es zum Verständnis der vorliegenden Frage notwendig erscheint.

§ 20. Versuche zur Bestimmung des Elektrons aus elektrischen Ladungen. — Die ältesten unter ihnen befassen sich mit Ladungen, welche eine durch plötzliches Kondensieren von Wasserdampf erhaltene und aus sehr vielen, etwa 10^{-4} cm großen Wassertröpfchen bestehende *Nebelwolke* aus dem umgebenden Gase einfängt. Da man von diesen Versuchen den Nachweis dafür erwartete, daß die kleinsten Ladungen im Gase mit jenen identisch sein werden, die man aus der Zerlegung von Flüssigkeiten durch den elektrischen Strom errechnen konnte, erfreuten sie sich begreiflicherweise einer ganz besonderen Bedeutung, ja man glaubte in ihnen gleichsam eine Art experimentum crucis über die Existenz oder Nichtexistenz des Elektrons erblicken zu können.

Mit dem Ehrenhaftschen Experimente verglichen, fallen zunächst zwei wesentliche Nachteile der *Nebelmethode* auf.

Zunächst ist der Ehrenhaftsche Probekörper 50—100 mal kleiner und daher der interessierenden molekularen Größenordnung ebensovielmal verwandter als der Wassertropfen der Wolke.

Der zweite Nachteil der *Nebelmethode* lag in den Voraussetzungen über die Gleichheit von Größe und Ladung der Tröpfchen, die tatsächlich nicht erfüllt sind, so daß die errechneten Zahlen bloß *Durchschnittsladungen* entsprechen würden.

Zudem stellte sich noch wider Erwarten heraus, daß für eine atomistische Deutung eigentlich jede neue Versuchsreihe mit bereits bekannten in Widerspruch kam. Die errechneten mittleren Ladungen (z. B. einmal $6,5 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., ein andermal $3,1 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., dann wieder $4,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E.) führten nämlich stets zu anderen Werten für die Elektronenladung, wobei jeder neu gefundene Wert mit bereits bekannten unvereinbar war.

Bald nachdem die Ehrenhaftschen Experimente bekannt wurden, verließ man die *Nebelmethode* und ging zur hypothesenfreieren Ehrenhaftschen Methode der Bestimmung von *Einzelladungen* über. Heute können die Resultate der Nebel-

methoden eher als Argument gegen das Elektron, zumindest aber nicht als Argument für dasselbe angesehen werden.

Der experimentelle Befund bei allen daraufhin unternommenen *Ladungsbestimmungen an Einzelteilchen* war bis auf eine, von der noch die Rede sein wird, offensichtlich der gleiche wie bei *Ehrenhaft*; qualitative Unterschiede in den Resultaten können auf die ungleiche Genauigkeit der Beobachtung und die verschiedene Größe der beobachteten Probekörper usw. zurückgeführt werden. Wenn nun trotzdem eine größere Zahl der Beobachter ihre Ergebnisse nicht im Widerspruch mit dem vermuteten Elektron zu sehen glaubte, so geht das darauf zurück, daß sie zur Deutung der Experimente zu Annahmen griffen, die sich mit einer strengen Überprüfung der Frage, ob die Elektrizität atomistisch konstituiert ist, nicht vertragen. Die folgenden Ausführungen sollen einige der am häufigsten vorkommenden Irrtümer an typischen Beispielen zeigen.

So erblickte ein Beobachter in der von ihm gemessenen Ladung $e = 7,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. zwei, in derjenigen von $e = 5,6 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. ein Elementarquantum. Für den Unbefangenen ist die Differenz der beiden Ladungen, $2,0 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., als die Hälfte des als unteilbar vermuteten Quantes mit der Elektronenvorstellung unvereinbar. Ein anderer Autor will sogar in der Ladung von $11,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. nur zwei und in der von $11,8 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. (Differenz $0,1 \cdot 10^{-10}$ e. st. E.) schon 3 Elektronen sehen! Solche Widersprüche werden durch die sorgsam ordnende Hand des Deuters geglättet, indem (für die erwartete Elektronenladung) zu kleine und zu große Ladungen zu einem *Mittelwerte* passend zusammengefaßt werden, so daß es eigentlich nur mehr von der Zufälligkeit der experimentellen Resultate und der Geschicklichkeit des Rechners abhängt, wie weit jedes beliebige „Elektron“ durch den schließlichen Mittelwert „bestätigt“ werden kann. Es hieße wohl den obersten Grundsatz naturwissenschaftlichen Forschens, den der Objektivität, verleugnen, wollte man in einer solchen „Bestimmungsmethode“ mehr als ein Rechenexempel erblicken.

Andere Autoren suchen derartige Widersprüche dadurch zu umgehen, daß sie Beobachtungen, welche mit dem erwarteten Elektronenwerte schwer oder gar nicht in Einklang zu bringen sind, einfach *ausmerzen*. Als Begründung führen sie an, daß die Partikel, an welchen die fraglichen Ladungen gemessen wurden, nicht die der Berechnung zugrunde gelegte Form (Kugelgestalt oder Dichte) besäßen. Da aber keiner dieser Autoren auf Grund eines Kriteriums anzugeben vermag, daß z. B. ein herausgegriffenes Partikel keine Kugelgestalt habe, bleibt es einzig und allein der Willkür des Rechners überlassen, welche der beobachteten Ladungen in das Endresultat einbezogen werden. Daß sich unter solchen Voraussetzungen jede beliebige Elektrizitätsladung als

¹⁾ Diese Zeitschr. 5, 373 u. 497, 1917.

Elektronenladung nachweisen läßt, braucht nicht erst hervorgehoben werden.

Eine andere Art willkürlicher Deutung tritt dort auf, wo Ladungen gemessen werden, die im Verhältnis zum vermuteten Elementarquantum groß sind und wo es sich demnach darum handeln würde, diese Ladungen eventuell als *Vielfache einer Elementarladung* zu erkennen. Wir wollen an einem tatsächlichen Versuchsergebnisse den Gegensatz zwischen der allgemein üblichen Deutungsart und jener *Ehrenhafts* vergleichen.

An einem Probekügelchen werden die beiden Ladungen $e_1 = 48,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. und $e_2 = 17,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. gefunden. Die übliche Deutung der Messungen würde etwa folgendermaßen gelaute haben: $e_1 = 48,3$ als $n_1 = 10$ -fache und $e_2 = 17,3 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. als $n_2 = 4$ -fache Elektronenladung aufgefaßt, führen zu Werten für diese Ladung, welche mit der bereits bekannten von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. auf weniger als 3 bzw. 9% übereinstimmen. Die Versuche bestätigen also aufs neue die Existenz eines solchen Elementarquantums.

Anders *Ehrenhaft*; um zu ermitteln, welcher Art die Zusammensetzung der beiden gefundenen Ladungen sein könnte, müssen sie auf der „elektrischen Wage“ (§ 16) eingeeengt werden. Man findet so für die Verhältnisse der Vielfachheitszahlen $2,743 < \frac{n_1}{n_2} < 2,834$ und für diejenige der ersten Ladung e_1 zu einer gemessenen dritten

$$e_3, \quad 0,456 < \frac{n_1}{n_2} < 0,475.$$

Die kleinstmöglichen ganzen Zahlen, die Mindestvielfachheiten, aus denen die drei Ladungen des Probekügelchens zusammengesetzt gewesen sein müssen, sind $n_1 = 22$, $n_2 = 8$, $n_3 = 17$.

Eine Atomistik der Elektrizität ist demnach nur dann denkbar, wenn das Elektron kleiner oder

höchstens gleich der Ladung von $\frac{48,3}{22} = 2,2 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. gesetzt wird. Insbesondere ist ein Elementarquantum mit der Ladung $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. unmöglich. Nunmehr überblickt man auch ganz deutlich den Unterschied der beiden Schlüsse. Der eine besteht darin, daß man die Vielfachheiten der Ladungen nach dem als bereits bekannt vorausgeschickten Elektron *aussucht*, also gewissermaßen das bereits voraussetzt, was dem Versuche erst entnommen werden soll. Die andere gelangt auf vollkommen *objektivem* Wege, der keine andere Voraussetzung als die der Existenz kleinster und gleicher Quanten überhaupt voraussetzt, zu den Mindestvielfachheiten für die Ladungen. Daß von den beiden Schlußweisen nur die zweite eine Naturerkenntnis beinhaltet, ist klar.

Lassen die bis nun erwähnten Gruppen von Versuchen die nötige Präzision im Experimente und Objektivität in der Deutung vermissen, so sind namentlich in Amerika Bestimmungen ausgeführt worden, welche durch die für ihre Resultate angegebene Genauigkeit berechtigtes Erstaunen erregten. Allerdings wurden auch bei ihnen

im Hinblick auf ein vermutetes Elektrizitätsatom Beobachtungen, welche die Ehrenhaftschen Schlüsse bestätigten, ausgemerzt, obwohl außer der Nichtübereinstimmung mit der geltenden Theorie auch hier ein Kriterium hierzu nicht vorlag. Nun sind Erscheinungen, die wir unter dem physikalischen Sammelbegriffe „elektrische Ladungen“ vereinen, in der Natur gewiß weitaus häufiger als wir vermuten, geschweige denn als wir sie der messenden Beobachtung unterziehen können. Alle diese Erscheinungen sollen der Theorie nach das Gemeinsame des Aufbaues aus dem gleichen elektrischen Elementarquantum haben. Was will es daher besagen, wenn selbst ein und derselbe Beobachter trotz der vermuteten Universalität des Elektrons nur dann in seinen Beobachtungen Einklang zu finden vermeint, wenn er diese Erscheinungen an einem ganz bestimmten Materiale (Öl) und in einer ganz bestimmten Größenordnung untersucht?

Wenn zudem durch Wiederholung der Versuche von seiten anderer Autoren sowie durch Berechnungen an den amerikanischen Meßreihen selbst auch an diesem „Standard“-Präparate (Öl) der Ehrenhaftsche Befund wiedergefunden wurde?

Derartige Experimente scheinen daher nicht geeignet, Schlüsse von einer Tragweite zu stützen, wie sie die Universalität eines elektrischen Elementarquantums mit sich bringen würde.

Fassen wir zusammen, so spiegeln alle bis nun zum Vergleiche herangezogenen Experimente, obwohl ihre Daseinsberechtigung im genauen Gegenteil, nämlich in der Festlegung eines bestimmten Wertes für die atomare Elektrizitätsladung gelegen gewesen wäre, den Ehrenhaftschen Befund insofern wieder, als sie bei entsprechend kritischer Betrachtung alle zu dem Ergebnis führen, daß ein Elektrizitätsatom in der vermuteten Größe nicht denkbar ist; so weit das aus den Beobachtungen einzelner nicht mit voller Deutlichkeit hervorgeht, haben verwandte Versuche anderer auch nicht annähernd das Gefundene zu bestätigen vermocht, vielmehr zugunsten *Ehrenhafts* entschieden.

§ 21. *Die Experimente der Elektronentheorie zur Bestimmung der Elektronenladung.* — Was nach dem Erörterten noch in scheinbarem Widerspruch mit den Ehrenhaftschen Experimenten bleibt, ist die Deutung eines großen Komplexes physikalischer Erfahrung, die ihr Entstehen nicht der Absicht, einen bestimmten Elektronenwert sicherzustellen, verdankt, sondern aus welcher die Elektronentheorie geboren und an welcher sie groß wurde.

Wird der Physiker befragt, welche Tatsache unter den vielen als genügendes Argument der Ehrenhaftschen Behauptung gegenüber dienen kann, so ergeht es ihm wie dem Manne, der seinen Söhnen an einem Bündel von Stäben die Macht der Einigkeit zeigen will. Solange er seine Tatsachen durch das — sei es nun künstliche oder in der Natur der Erscheinungen begründete — eini-

gende Band der Elektronenvorstellung zusammenhält, scheinen sie ihm stark und überzeugend genug, um als Beweismittel dem Drucke des Ehrenhaftischen Experimentes gegenüberzutreten. So wie er aber jede einzelne einer Belastungsprobe unterwerfen will, lassen sie ihn im Stiche und er findet kaum eine Handvoll Messungen, die in der Frage über Existenz oder Nichtexistenz eines Elektronenwortes von $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. mit der Kraft der Ehrenhaftischen Argumente auch nur in Konkurrenz gebracht werden könnten.

Der älteste Versuch, derjenige, aus welchem der Gedanke an eine Atomistik der Elektrizität entsprungen war, ist das bekannte *Faradaysche Erfahrungsgesetz der Zerlegung von Flüssigkeiten* durch den elektrischen Strom. Nimmt man an, daß mit jedem an die positive Stromzuleitungsplatte getragenen kleinsten Bausteine der Materie (Atome oder Atomgruppe) je nach seiner chemischen Valenz ein oder mehrere kleinste Bausteine der Elektrizität abgeschieden werden, so versteht man leicht, warum mit gleichen Elektrizitätsmengen (Anzahlen von Elektronen) die gleichen oder äquivalenten Mengen irgendeines Stoffes (Anzahlen von Atomen oder Atomgruppen) transportiert werden.

Das Gewicht eines einzelnen oder weniger abgechiedener Materieatome konnte nun ebenso wenig bestimmt werden, als die Elektrizitätsmenge gemessen werden konnte, welche das einzelne oder wenige Atome mit sich geführt hatten; zur messenden Verfolgung des Einzelvorganges reicht die Genauigkeit unserer Beobachtungsinstrumente nicht aus. Hingegen können wir beispielsweise jene Elektrizitätsmenge (das Faraday) messen, welche bei der Ausscheidung eines Grammatomes die Flüssigkeit passiert hat; da in jedem Grammatom eine zwar ungeheuer große, aber stets gleiche Anzahl von Atomen vorhanden ist (Avogadro'sche Hypothese), so kann man leicht die Durchschnittsladung finden, die mit einem Atome gewandert sein mußte, wenn die Anzahl der Atome eines Grammatomes¹⁾ bestimmt wird. Selbstverständlich haften derartigen Rechnungen neben den Unsicherheiten, welche die jeweilige Ermittlung der Atomzahl pro Mol mit sich bringt, alle Zweifel an, die man einer Durchschnittsmessung entgegenbringen muß. Die erhaltenen Angaben beziehen sich eben nur auf die Ladungen, welche von den wandernden Atomen oder Atomgruppen im Mittel getragen werden; über die Größe einer einzelnen Ladung und insbesondere über die Gleichheit der Einzelladungen untereinander, auf welche es hier besonders ankäme, geben sie uns keinen Aufschluß.

Der Zerfall der sogenannten radioaktiven Stoffe ist stets mit einer Emission unsichtbarer Strahlen verbunden, welche z. B. Sidotsche Blende zum Aufleuchten bringen oder die photographische Platte schwärzen. Unter den dabei auftretenden

Arten von Strahlen werden die β -Strahlen von einem elektrischen Felde derart abgelenkt, als wären sie rasch bewegte negativ elektrische Teilchen. Auf die gleiche Weise erwiesen sich die Wirkungen, welche z. B. vom negativen Pole einer Röntgenröhre ausgehen, die sogenannten *Kathodenstrahlen*, als rasch bewegte negative Ladungen.

Die Messung der Größe der Ablenkungen ergibt in beiden Fällen bei bekanntem elektrostatischen und magnetischen Felde die mittlere Geschwindigkeit der bewegten Partikel und den Mittelwert des Verhältnisses ihrer Masse zu der von ihnen getragenen Ladung. Da jedoch Messungen der Masse eines solchen Kathoden- oder β -Strahlteilchens ausstehen, konnte auch keine Bestimmung der von ihnen getragenen Ladung vorgenommen werden. Mit Sicherheit hingegen läßt sich aus den Versuchen schließen, daß die Teilchen im Verhältnis zu ihrer Masse viel höher aufgeladen sein müssen als man dies bei den, den elektrischen Strom in Flüssigkeiten darstellenden gewohnt war. Nahm man daher trotzdem an, daß die bewegten Teilchen die niedrigste nach der Elektronentheorie noch zulässige Ladung, d. h. ein Elektron mit der Ladung um $4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E. tragen würden, so konnte man im Widerspruche zu allem Hergebrachten ihre Masse auch nicht annähernd mit einer der bekannten Atome oder gar einer Atomgruppe identifizieren: sie mußte vielmehr als etwa der zweitausendste Teil derjenigen des kleinsten Stoffatoms angesehen werden.

Die Erscheinungen am β - und Kathodenstrahl lassen sich demnach zwar durch verschiedene hypothetische Annahmen in das Gesamtbild der Elektronenvorstellung einreihen; einen Beweis für ein Elementarquantum bestimmter Größe ergeben sie ersichtlicherweise nicht.

Ein dem „negativen Elektrizitätsatom“ ähnlich positiv aufgeladener Körper konnte nicht gefunden werden. So erwiesen sich z. B. Strahlen, welche an der durchlöcherten Anode einer Vakuumröhre auftreten, die sogenannten *Kanalstrahlen*, und eine andere von radioaktiven Substanzen ausgesendete Strahlenart, die sogenannten α -Strahlen, durch die Richtung und Größe ihrer Ablenkbarkeit im elektrostatischen und magnetischen Felde als rasch bewegte positive Ladungen, doch war ihr Ladungszustand im Verhältnis zu ihrer Masse kein derartig hoher, als bei den β - oder Kathodenstrahlen.

Da beim Zerfall von radioaktiven Stoffen gleichzeitig mit der α -Strahlung Helium nachgewiesen werden konnte, nahm Rutherford an, daß in ihnen rasch bewegte positiv geladene Heliumatome beobachtet werden. Wenn man die Versuche in Einklang mit den bis dahin gefundenen Werten für die atomare Elektrizitätsladung bringen wollte, mußte man folgern, daß jedes Heliumatom 2 solcher Elektronen mit sich führe. Diese Folgerung konnte inzwischen experimentell bestätigt werden, so daß vielfach die α -Strahlen-Mes-

¹⁾ Loschmidtsche Zahl mal Atomgewicht.