

Einiges über das Elektron.

Von

Prof. Dr. Ernst Lecher.

Vortrag, gehalten den 1. März 1911.

Ich spreche heute, hochverehrte Versammlung, über das Elektron, weil mir von einigen Seiten die Aufforderung zukam, dieses Thema zu wählen. Ich habe über denselben Gegenstand vor etwa vier Jahren in Berlin einen Vortrag gehalten und da nannte ich das Elektron das neueste Lieblingskind der Physik. Es glich einem Wunderkinde, indem es so vielerlei bereits geleistet und noch mehr zu leisten versprach. Gleichwohl fügte ich damals schon hinzu, daß manche böse Menschen unter den Physikern an die Zukunft dieses Wunderkindes nicht mit Sicherheit glauben können. Nun, in den Zwischenraum von vier Jahren hat sich eigentlich sehr wenig geändert, weniger, als man erwarten durfte.

Wir wollen heute zuerst über den Begriff des Elektrons einiges vorbringen, über seine Provenienz und dann kurz berichten, wo das Elektron seinen Zweck erfüllt, wo es aber versagt hat.

Atom.

Wenn wir eine Materie immer weiter und weiter teilen und dabei die ausgesuchtesten Mittel der Physik und Chemie zur Hilfe nehmen, so werden wir nur bis zu einer gewissen Grenze kommen. Nichts hindert uns, diese Teilung in Gedanken noch weiter hinunter fortzusetzen. Auch da kommen wir zu einer gewissen Grenze, wo wir sagen müssen: das ist das Ende der Teilbarkeit. Und

zwar ist dies Ende der Teilbarkeit vorgeschrieben durch eine Erfahrung der Chemiker. Wenn wir irgend zwei chemisch einfache Körper, die also der Chemiker nicht weiter zerlegen konnte, sogenannte Elemente, z. B. das Gas Wasserstoff und das Gas Chlor miteinander verbinden, so kommt ein neuer Körper heraus, das Gas Chlorwasserstoff; oder wenn wir das Metall Natrium mit dem Gase Chlor verbinden, so bekommen wir Kochsalz usw. Diese Verbindungen entstehen durch Vereinigung der einfachen Atome, der Urbestandteile, zu zusammengesetzten Atomen, den Molekeln. Hier zeigt sich nun, daß immer 1 Gewichtsteil Wasserstoff mit 35·5 Gewichtsteilen Chlor sich verbinden, oder 23 Gewichtsteile Natrium mit 35·5 Chlor. So oft ich also Wasserstoff und Chlor verbinde, brauche ich 1 g und 35·5 g, oder 1 kg und 35·5 kg, oder 1 Lot und 35·5 Lot. Diese Verbindungszahl 35·5 tritt auch dann auf, wenn sich Chlor statt mit Wasserstoff mit Natrium verbindet. Also immer sind es zwei ganz bestimmte Maßverhältnisse, die zusammen einen neuen Körper geben. Das kann man am einfachsten in der Weise verstehen, daß man annimmt, das Natrium und jeder andere Körper besteht aus kleinen Körnchen, die nicht weiter teilbar sind. Und so ein kleines Natriumteilchen steht gegen das kleinste Chlorteilchen im Gewichtsverhältnisse von 23 zu 35·5. Aus diesem Gesetz hat sich der Begriff des unteilbaren Atoms gebildet. Unsere Materie ist nach diesem Befunde der Chemiker und Physiker von körniger Struktur, sie besteht aus unteilbaren Atomen.

Elektrolyse.

In Fig. 1 haben wir zwei Gefäße mit Wasser. Im ersten ist ein Gas HCl , Chlorwasserstoff, gelöst, im zweiten $NaCl$, Kochsalz; was punktiert gezeichnet ist, ist Metall. Ich lasse einen elektrischen Strom in der Richtung des Pfeiles zuerst durch die eine Lösung gehen und dann durch die zweite. Man nennt die Stelle, wo der Strom in die Lösung hineingeht, die Anode A und jene, wo der Strom herauskommt, die Kathode K . Es tritt in der Flüssigkeit eine elektrolytische Zersetzung ein, in Fig. 1 durch die Buchstaben über der Flüssigkeit angegeben. Der Wasserstoff und das Natrium gehen zur Kathode. Nun hat sich herausgestellt, daß, wenn wir den Strom durchgehen

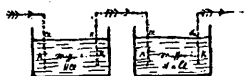


Fig. 1.

lassen, das Verhältnis des ausgeschiedenen Wasserstoffes und des ausgeschiedenen Natriums sich wieder verhält wie 1 zu 23. Also für jedes Atom, das aus der ersten Lösung an seiner Kathode frei wird, geschieht dies auch in der zweiten und jedes dieser Atome bringt eine bestimmte Elektrizitätsmenge an seine Kathode. Das führt uns unmittelbar zu der Vorstellung, daß möglicherweise auch die Elektrizität atomistisch sein kann. Diese Annahme wurde zuerst ausgesprochen von Helmholtz. Die Erfahrung also, daß ein Atom in den Moment, wo es frei wird, eine ganz bestimmte immer gleiche Elektrizitätsmenge abgibt, führt zu einer atomistischen Auffassung der Elektrizität, zur Möglichkeit einer Vorstellung eines „elektrischen Elementarquantums“.

Vakuurröhren.

Diese Anschauung von Helmholtz wurde als ein geistreiches Aperçu betrachtet, bis man zu Ende des letzten Jahrhunderts bei Experimenten in Vakuurröhren auf dasselbe Elementarquantum zu kommen glaubte.

Ich will zuerst ein einleitendes Experiment vorführen. Wir haben Fig. 2 eine Röhre, in welcher ein hochgespannter Strom an einer Stelle ein- und an anderer Stelle

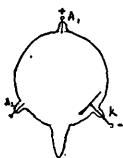


Fig. 2.

abgeleitet werden kann. *K* ist die Kathode und an einer anderen Stelle *A₁* ist die Anode. Wenn nun diese ausgepumpte Röhre, die kein vollständiges Vakuum enthält, ein Strom durchfließt, so geht er — eine Bahn kennzeichnet ein rötliches Lichtbündel — von der Kathode *K* zur Anode *A₁*. Wir

wollen nun die Kathode an ihrer Stelle lassen, aber die Anode nach *A₂* bringen und der Strom geht jetzt zwischen *K* und *A₂*. Der Druck in dieser Röhre dürfte ungefähr sein 2—3 mm Quecksilber. Nun will ich Ihnen dieselbe Röhre zeigen, jedoch stärker ausgepumpt. Da ist die Erscheinung ganz anders. Ich lege wieder den negativen Pol an die Kathode *K*, den positiven an die Anode *A₁*. Wir sehen jetzt nur mehr einen sehr hellen grünen Fleck gerade gegenüber der Kathode und es ist ganz gleichgültig, ob ich die Anode nach *A₁* oder nach *A₂* bringe, die Erscheinung ist davon vollständig unabhängig.

In Fig. 3 ist *K* die Kathode, *A* die Anode, die Luft ist möglichst ausgepumpt bis auf etwa $\frac{1}{100}$ mm Queck-

silberdruck. Wieder sieht man in G das Glas grün fluoreszieren.

Bringen wir zwischen K und G ein kleines Kreuz, so wirft dies Kreuz einen Schatten nach G . Zunächst würde man den Eindruck haben, als hätte man es hier mit einer Art Licht zu tun. Das ist aber nicht möglich, denn wenn von K Licht wegginge, so könnte es unmöglich einen so scharfen Schatten hervorbringen. Ferner kann man zeigen, daß die Strahlung von K durch eine dünne Metallplatte ungehindert hindurchgeht. Wir müssen also wohl annehmen, daß irgendwelche materielle Teilchen von K nach G fliegen. Diese Teilchen müssen

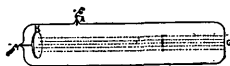


Fig. 3.

sehr klein sein, sonst könnten sie nicht durch ein dünnes Metall hindurchgehen. Da wir in G neben der Fluoreszenz auch starke Erwärmung spüren, so müssen diese Teilchen mit kolossaler Geschwindigkeit an G anprallen.

Nähern wir dem Apparate Fig. 3 einen Magneten, so bemerken wir deutlich, wie sich der grüne Fleck in G verschiebt. Er wird herunter- oder hinaufgedrückt, wie Sie es hier sehen.

Wir wollen diesen Versuch noch in besserer Weise zeigen. Ich lasse (Fig. 4) den Strahl, der oben von der Kathode weggeht, schief gegen eine Wand gehen. Wenn ich einen Wasserstrahl in gerader Richtung gegen eine Wand anspritzen lasse, so wird das Wasser an einer Stelle nässen. Wenn ich den Strahl aber schief längs der Wand spritzen lasse, so wird das einen feuchten Strich auf der

Wand abzeichnen. Etwas Ähnliches sehen Sie hier. Der Kathodenstrahl läuft auf seinem ganzen Wege längs einer Wand *R*, die mit blau fluoreszierender Substanz bestrichen ist. Ein blauer gerader Strahl ist deutlich sichtbar, es ist die Bahn des Kathodenstrahles, von ihm selbst gezeichnet. In nebenstehendem Apparat (Fig. 5) sehen Sie einen kleinen hängenden Draht *Pt*, den ein durchgehender Strom glühend macht. Ich nehme nun einen Magnet *M*;

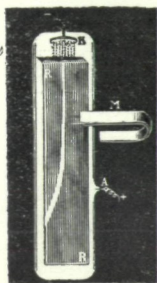


Fig. 4.

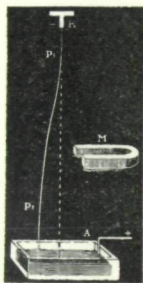


Fig. 5.

nähere ich diesen Magnet dem glühenden Drahte, so wird er nach der Seite gelenkt, genau ebenso wird der Kathodenstrahl in der Röhre nach der Seite gebogen. Wir haben hier also jedenfalls eine Art von Strom, aber einen merkwürdigen Strom, da er sich gar nicht um die Ableitung, um die Anode kümmert.

Denken wir uns eine große Kugel, die positiv geladen sei. Wenn ich einen Draht an diese anlege, so strömt durch diesen Elektrizität ab und Sie wissen, daß ein solcher Strom die Magnetnadel ablenkt; also muß umgekehrt

auch der Magnet auf den Strom wirken. Dieselbe Wirkung auf eine Magnetnadel können wir ohne Draht in folgender Weise erhalten. Denken wir uns von der großen Kugel weg eine Reihe von kleinen Kugeln wegfliegen und jede dieser Kugeln Elektrizität mitnehmend, so werden diese fliegenden geladenen Kugeln in ihrer magnetischen Wirkung nach außen genau identisch sein mit einem Strom in einem Leiter.

Während wir also in Fig. 5 zunächst den gewöhnlichen Strom im Leiter haben, stellt uns Fig. 4 eine Folge von kleinen Teilchen vor, die mit großer Geschwindigkeit von K nach abwärts fliegen. Diese Teilchen sind alle negativ geladen und prallen unten ans Glas. Daß es wirklich negativ geladene Teilchen sind, kann man in der Weise zeigen, daß man sie auffängt, herausnimmt und prüft. Man nennt diesen materiellen Schwarm von allerkleinsten negativen Teilchen, welche von der Kathode weggeschleudert werden, Kathodenstrahlen. Alle diese negativ geladenen Teilchen sind einander gleich, sie heißen „Elektronen“. Gibt es irgendwo negative Elektrizität, so muß es genau so viel positive geben; wo ist diese? Wenn wir nach A in passender Weise irgendein Salz bringen, so bildet sich von A ausgehend ein Lichtbüschel aus, die sogenannte positive Strahlung, α -Strahlen. Dieser Versuch ist etwas schwierig, deshalb will ich Ihnen das in etwas anderer Weise zeigen. Ich habe hier Fig. 6 die Kathode K mit einer Reihe von Löchern versehen. Die β -Strahlen fliegen wieder bis G . Die negative Elektrode K zieht aber positive Teilchen

an sich heran, die im Lichtstrahl selbst unsichtbar sind; erst wenn sie durch ihre Schwingkraft durch die kleinen Löcher hindurchgeflogen sind, sieht man sie hinten mit schwach rotem Lichte herauskommen. Die α -Strahlen

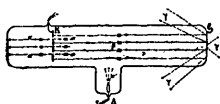


Fig. 6.

wurden zunächst in dieser hier gezeigten Weise entdeckt und heißen auch Kanalstrahlen, weil sie gleichsam durch diese Kanäle hindurchgehen.

Schließlich gibt es noch eine dritte Strahlenart: An jener Stelle, wo die β -Strahlen an das Glas auffallen, entsteht die Röntgenstrahlung γ , die nach allen Seiten von G weggeht.

Wir haben also drei Strahlengattungen kennen gelernt und wollen nun einige ihrer quantitativen Beziehungen betrachten. Aus der magnetischen und elektrostatischen Ablenkung der β -Strahlen kann man herausrechnen den Wert $\frac{e}{m}$, wo e die Ladung und m die Masse eines solchen Elektrons ist. Man nennt diesen Quotienten, Ladung durch Masse, die „spezifische Ladung“. Wir kennen diesen Quotienten genau, aber es kann das e und das m groß sein oder das e und das m klein. Das e allein oder das m allein kennen wir nicht.

Man hat nun hier eine Hypothese aufgestellt und durch eine Reihe von Experimenten zu kräftigen gesucht. Man nahm nämlich an, daß dieses e , die elektrische Ladung eines Elektrons in Kathodenstrahlen, genau so groß sei wie das Elementarquantum in der Elektrolyse. Unter

dieser Annahme ergibt sich folgendes: Eine Quatrillion Wasserstoffatome (d. i. eine 1 mit 24 Nullen) wiegt erst 1 g. Die Masse eines Elektrons ist dann gar nur der 2000 ste Teil eines solchen Wasserstoffatoms.

Die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen ergibt sich zu $\frac{1}{3}$ der Lichtgeschwindigkeit, d. h. 100.000 km pro Sekunde.

Die Anoden oder Kanalstrahlen α bewegen sich viel langsamer, sie haben höchstens einige tausend Kilometer pro Sekunde. Wenn wir die Masse der Teilchen durch elektromagnetische Ablenkung untersuchen, kommen wir auf eine Größe, die nicht allzu sehr von der Größe des Wasserstoffatoms abweicht. Die α -Partikeln sind also Riesen gegen die β -Partikeln und bewegen sich viel langsamer. Wir haben somit in der α - und β -Strahlung eine Emission von materiellen Teilchen, ganz ähnlich, wie sie Newton bei seiner Emissionstheorie sich ausgedacht.

Ganz anders ist aber die Röntgen- oder γ -Strahlung; sie besteht aus einer unregelmäßigen Wellenbewegung des Äthers, sie ist eine Art Licht mit sehr kleiner Wellenlänge.

Elektronenladung.

Nun wollen wir fragen: Kann man nicht durch Versuche diese Elektronenladung direkt bestimmen? Ich übergebe da eine Reihe von diesbezüglichen Experimenten aus früheren Jahren und will gleich eine Methode anführen, die sehr einfach ist und die zuerst in Wien vom Universitätsdozenten Dr. Ehrenhaft angegeben wurde. Er machte einen elektrischen Lichtbogen zwischen Platin-,

Gold- oder Silberspitzen. Dabei verdampft das Metall, der Metaldampf geht weg und kondensiert sich in der Luft in Form von ganz kleinen Tröpfchen. Diese ganz kleinen Metallkugelchen haben verschiedenen Durchmesser, sie schweben frei in der Luft wie Nebeltropfen und sind von selbst elektrisch geladen. Ein solches Kugelchen fällt natürlich, weil es aber sehr klein ist, ist die Reibung sehr groß; es fällt langsam.

Erinnern Sie sich, daß große Regentropfen rasch zu Boden fallen oder daß ein Hagelkorn in der Größe eines Taubeneis beim Herabfallen direkt verwunden kann, indes Nebel in der Luft schwebt. Je kleiner ein Körper wird, desto größer wird im Verhältnis zu seiner Masse seine Oberfläche. Darum sinken kleine Nebeltröpfchen sehr langsam. Es gibt nun eine Formel, seit einiger Zeit sogar mehrere Formeln, die gestatten, aus der Geschwindigkeit, mit der so ein Kugelchen in der Luft zu Boden fällt, den Durchmesser, also die Größe zu bestimmen. Wenn man den Fall eines solchen Kugelchens beobachtet, kann man sagen: Das Teilchen ist so und so groß. Ob diese Reibungsformeln richtig sind, ist noch eine Frage. Sie geben aber bei so kleinen Teilchen die einzige Möglichkeit, den Durchmesser zu bestimmen.

Bringt man solche schwebende Teilchen zwischen zwei Metallplatten, von denen die obere positiv, die untere negativ geladen ist, so wird in dem Moment, wo man an diese Platten Spannung anlegt, ein negativ geladenes Kugelchen nach oben gezogen werden. Man kann es also abwechselnd zwischen ungeladenen Platten fallen oder

aber nach aufwärts ziehen lassen. Das Fallen bestimmt die Größe, resp. die Masse, das Heben oder genauer gesagt die Schnelligkeit, mit der das Teilchen nach aufwärts geht, bestimmt die Ladung des Teilchens und man hat damit alles, was man braucht. Millikan in Amerika hat solche Teilchen beobachtet, und zwar verhältnismäßig große Teilchen, die er durch ein Fernrohr sehen konnte, und da stimmte die Größe, die man erwartet hat, nach der Elektronentheorie recht gut. Ehrenhaft, der diese Methode schon vorher ausgearbeitet, beobachtete aber mit Hilfe eines Ultramikroskops ganz besonders kleine Teilchen und da findet man Ladungen, die viel kleiner sind als das gemutmaßte Elementarquantum. Derzeit ist die Frage noch offen, ob die Ehrenhaft'schen Beobachtungen durch irgendeinen jetzt noch unbekanntem Fehler getrübt werden, oder ob sie wirklich in der Natur der Sache begründet sind dadurch, daß es kleinere Elektrizitätsmengen als das Elementarquantum gibt. Bisher ist diese Frage unentschieden und es wird ein interessantes Arbeitsgebiet der nächsten Jahre sein zu untersuchen, ob solche Unterschreitungen des Elementarquantums bei kleinen Massen wirklich in der Natur begründet sind oder nicht. Diese Frage ist nicht identisch mit der, ob es ein Elektron gibt oder nicht; es könnte ja auch viel kleiner sein, als es bisher angenommen worden ist.

Zeemaneffekt.

In glühendem gasförmigen Zustande sendet jeder Körper ein bestimmtes Licht aus, im Spektroskop sieht

man ganz bestimmte Linien; so haben z. B. Wasserstoff, Natrium usw. ganz bestimmte charakteristische Spektrallinien. Wenn man nun ein Gas zwischen den Polen eines sehr starken Magneten Licht ausstrahlen läßt, werden einige Linien verdoppelt oder verdreifacht usw., je nach der Richtung, in der man sieht. Das hat H. A. Lorentz vorausgerechnet. Ist ein Atom aus Elektronen aufgebaut, so haben wir in ihm positive und negative Elektronen, die umeinander kreisen und gegeneinander schwingen. In einem Magnetfeld muß sich der Theorie nach die Umlaufzeit des Elektrons ändern und infolgedessen muß die Farbe des ausgestrahlten Lichtes eine andere werden, die betreffende Spektrallinie muß sich verschieben. Merkwürdig war nun, daß man aus der Beobachtung eine „spezifische Ladung“ fand, die genau identisch war mit der aus den Kathodenstrahlen berechneten. Dieser Zeemaneffekt wurde aber im weiteren experimentellen Verfolge so kompliziert, daß wir heute sagen müssen, es sei dieses ganze Gebiet weniger klar, als es nach unmittelbarer Entdeckung schien. Einen wesentlichen Beitrag zur Klärung des Elektronenbegriffes haben wir eigentlich nicht zu verzeichnen.

Radioaktivität.

Es gibt unter den Atomen auch solche, die sehr groß und sehr schwer sind. So hat z. B. das Element Uran Atome, welche im Vergleich zum Wasserstoffatom geradezu Riesen sind. Überdies ist dies Uranatom nicht stabil, d. h. es kann vorkommen, daß es α - oder β -Zeil-

chen wegschleudert und daß es dabei sich in ein anderes leichtes Element verwandelt. Dieses Element kann dann wieder unter Abgabe von α - oder β -Strahlen sich in ein anderes verwandeln und so fort. Man erhält so eine ganze Reihe von Generationen, von Kindern und Kindeskindern. Eine dieser Generationen ist das Radium, dem zu Ehren man diesen ganzen Erscheinungskomplex mit dem Namen Radioaktivität benannt hat.

Wenn Radium längere Zeit gelegen ist, so sendet es α -, β - und γ -Strahlen aus, also

1. verhältnismäßig große α -Teilchen, die verhältnismäßig langsam fliegen und positiv geladen sind,
2. ganz kleine, negativ geladene β -Teilchen, die noch schneller fliegen als die Kathodenstrahlen, in der Wirkungsart aber mit ihnen-vollständig identisch sind, und
3. Röntgen- oder γ -Strahlen.

α -Strahlen werden magnetisch schwach abgelenkt, β -Strahlen in entgegengesetzter Richtung sehr stark, γ -Strahlen gar nicht. Man kann mittelst solcher Ablenkung die einzelnen Strahlenarten voneinander trennen. Überdies kann die radioaktive Strahlung auch durch Filtration separiert werden; die α -Strahlen bleiben schon in einer verhältnismäßig dünnen Metallschicht stecken, in einer dickeren die β -Strahlen, indes die γ -Strahlen das allergrößte Durchdringungsvermögen haben.

Wenn man für diese β -Strahlen das Verhältnis $\frac{e}{m}$ und die Ladung der Teilchen untersucht, so kommt man genau auf den Wert des Elektrons. Die Erscheinungen

der Radioaktivität bieten derzeit den wichtigsten Beweis für die Existenz des Elektrons.

Elektrodynamik.

Für das Folgende brauchen wir nur den Begriff des Elektrons; dessen Größe ist ganz gleichzeitig. Ob das derzeitige Elektron nun zu Rechte bestehen bleibt oder nicht, ist für das, was wir von jetzt an besprechen wollen, vollständig gleichgültig.



Fig. 7.



Fig. 8.

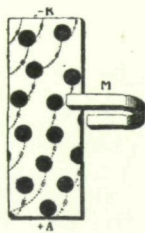


Fig. 9.

Wir wollen zuerst über die Leitung einiges sagen. Ich habe in Fig. 7 die Kathode *K* oben und vis-à-vis von der Kathode ist ein ganz kleines Metallblech *P*. Die Kathode ist eine Kugelfläche und darum fallen die Kathodenstrahlen konzentrisch auf das Ende von *P* und machen durch ihren Anprall, wie Sie hier sehen, das Platinblech glühend. Genau so geht auch die Leitung in einem Metalle vor sich. Fig. 8 soll ein Stück von einem metallischen Leiter vorstellen. Die schwarzen Kreise seien Metallatome und zwischen diesen Metallatomen vagabundieren eine Reihe von freien, wegen ihrer Klein-

heit nicht gezeichneten Elektronen herum. Wenn ich an der einen Seite die negative Kraft K anlege, an der anderen die positive A , so werden plötzlich diese Elektronen nach einer bestimmten Richtung bewegt. Da, wo sie anstoßen, bringen sie die Atome genau so zum Erwärmen oder Glühen, wie wir das eben in dieser Vakuumröhre Fig. 7 gesehen haben. Der Metalldraht ist nichts anderes als eine Reihe derartig parallel geschalteter Röhren.

Nehmen wir nun an, es wäre also wirklich ein Strom in einen Leiter eingeschaltet und dieser Leiter wäre nichts anderes als eine Röhre von solchen Kathodenröhren. Was geschieht, wenn ich einer solchen Kathodenröhre oder einem

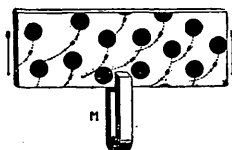


Fig. 10.

solchen Leiter einen Magneten nähere? Die Elektronen werden alle nach der einen Seite herübergedrückt, sie klopfen an die Seite an und klopfen den ganzen Draht heraus (Fig. 9). Das ist die eine Fundamentalweisheit der Elektrotechnik. Ein Strom durchflossene Leitung wird in einem Magnetfeld nach der Seite herausgedrückt. Wenn sie heute mit der Tramway nach Hause fahren, so sind die Elektronen die Wichtelmännlein, welche, durch ihre magnetischen Kräfte abgelenkt, den Wagen mit seinem Gewicht in Bewegung setzen.

Nehmen wir an, daß wir Fig. 8 durch ein Magnetfeld mechanisch nach abwärts bewegen, so wird jedes einzelne Elektron mit dem Draht mitbewegt und infolge dieser Bewegung nach der Seite abgelenkt (Fig. 10).

Wir werden daher auf der einen Seite ein Anstauen der Elektronen, also negative Ladung bekommen oder mit anderen Worten: Ein in einem Magnetfeld bewegter Leiter erzeugt elektromotorische Kräfte.

Scheinbare Masse.

Im Elektronenbegriff liegt auch der Begriff der sogenannten scheinbaren Masse.

Wenn ich einen Stein nehme und in Bewegung setze, so braucht das eine gewisse Anstrengung. Diese Anstrengung steckt gleichsam in der Bewegung des Steines. Der Stein leistet dem Versuche, ihn in Bewegung zu setzen, einen Widerstand. Ich muß ihm Energie mitteilen. Wenn der fliegende Stein dann zur Ruhe gebracht wird, braucht es wieder eine gewisse Anstrengung, die Energie kommt dann aus dem Stein wieder heraus. Der Stein wehrt sich also infolge seiner Trägheit sowohl gegen die Bewegung als auch, wenn er bewegt ist, gegen die Ruhe. Etwas ganz ähnliches aber haben wir beim elektrischen Strom. Wenn wir durch einen Draht einen Strom senden, so dauert es eine gewisse Zeit, bis der Strom seinen vollen Wert erreicht. Wollen wir umgekehrt den fließenden Strom aufhalten, ihn ausschalten, so sucht er womöglich noch eine Zeitlang in derselben Richtung weiter zu fließen. Man nennt diese Erscheinung den Extrastrom, und zwar den Schließungs- und Öffnungs-Extrastrom. Der Grund für diese Erscheinung liegt beim Strombeginn in der Schaffung eines magnetischen Feldes um den Draht herum,

die hier verbrauchte Energie kommt beim Öffnen des Stromes wieder zurück.

Wir haben früher gesehen, daß geladene materielle Teilchen, wenn man sie bewegt, magnetische Wirkungen hervorbringen. Es muß daher, wenn man ein geladenes Teilchen in Bewegung setzt, zur gewöhnlichen Trägheit noch die elektrische Trägheit hinzukommen. Wenn ich also eine Kugel werfe, ihr eine bestimmte Geschwindigkeit gebe, so verlangt das wegen der mechanischen Trägheit eine gewisse Energie. Wenn aber diese Kugel auch noch geladen ist, so erzeuge ich mit dem Wurf auch noch eine Art elektrischen Stromes, die Trägheit wird dadurch vergrößert. Bei Bewegung eines elektrisierten Körpers haben wir also

1. die gemeine Trägheit des Körpers,
2. die durch die elektrische Ladung vorgetauschte Trägheit des Körpers.

Die scheinbare Masse des Körpers ist gleich der wirklichen Masse mehr der durch die Elektrizität vorgetauschten Masse.

Man hat nun bei Beobachtung der Elektronen eine ganz merkwürdige Erscheinung gefunden: Ein Radium- β -Strahl bewegt sich rascher als ein Kathodenstrahl; solche Teilchen können eine Geschwindigkeit von 270 km pro Sekunde, also fast die Lichtgeschwindigkeit erreichen. Berechnet man bei diesen Strahlen aus der beobachteten magnetischen und elektrischen Ablenkung die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$, so ergibt sich das merkwürdige Resultat, daß

dieser Wert um so kleiner wird, je schneller der Strahl geht. Hält man an der Konstanz des e fest, so heißt das mit anderen Worten, daß die Masse bei größerer Geschwindigkeit größer wird. Berechnet man daraus jenen Teil, welcher beim Elektron auf die wirkliche Masse, und jenen, welcher auf die scheinbare Masse entfällt, so ergibt sich, daß im Elektron gar keine wirkliche Masse steckt und daß die ganze Masse nur vorgetäuscht wird durch die elektrische Ladung.

Wir haben in der Masse zwei Eigenschaften, die zu seiner Definition nötig sind: einmal die Anziehungskraft (Gravitation oder Schwerkraft), die noch nicht erklärt ist, und zweitens die Trägheit der Masse. Wenn wir nun die Trägheit elektrisch erklären können und uns der Hoffnung hingeben, auch einmal die Anziehung elektrisch verstehen zu können, so brauchen wir dann gar keine Materie mehr, sondern nur Elektrizität. Wenn, wie wir sahen, alle Materie aus Elektronen aufgebaut sein soll, aus positiven und negativen, so werden wir zu einem merkwürdigen Schlusse gedrängt. Diese Kreide, dieser Tisch, ich, Sie, alles besteht nur aus Elektronen, es gibt nur Elektrizität.

Vielleicht stehen wir am Anfang einer neuen Weltanschauung?

Zuerst hieß es „Kraft und Stoff“, dann kam Oswald und sagte: „Alles ist nur Energie“ und jetzt haben wir die Möglichkeit zu behaupten: „Alles ist nur Elektrizität.“

Ich glaube aber nicht, daß die letzte Vorstellungsweise einen dauernden Erfolg haben wird. Wir Menschen

können und müssen manches Unangenehme im Leben ertragen lernen, aber nichts ist so unangenehm, wie wenn wir etwas nicht wissen. Nun haben sich viele Menschen an das Nichtwissen vollständig gewöhnt und davon ist in gewisser Hinsicht der Gelehrteste nicht ausgenommen. Wir wissen ja eigentlich nicht, was Substanz ist, und wir wissen auch nicht, was Elektrizität ist. An das erstere Nichtwissen haben wir uns aber vollständig gewöhnt und darum wird es uns immer sympathischer sein, alles mit dem Substanzbegriffe und nicht mit Hilfe der Elektrizität zu erklären.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Lecher Ernst

Artikel/Article: [Einiges über das Elektron. 335-355](#)