



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

370. Weitere Beziehungen zwischen elektrischen und Lichterscheinungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Einen anderen Einfluß des Magnetismus auf die Lichtschwingungen hat in jüngster Zeit Zeeman entdeckt (1897). Wenn eine Natriumflamme in ein sehr starkes magnetisches Feld gebracht wird, so kann man mittels sehr empfindlicher Spektroskope nachweisen, daß der Charakter der von der Flamme ausgesandten Schwingungen durch das magnetische Feld verändert wird. Die gewöhnliche Natriumflamme sendet (344) ein gelbes Licht aus, das bei schwacher spektraler Zerlegung als eine einfache, bei stärkerer Zerlegung als eine Doppellinie erscheint. Im magnetischen Felde erfährt jede dieser Linien eine Spaltung und zugleich hört das Licht, aus dem sie gebildet werden, auf, natürliches, unpolarisiertes Licht zu sein. Untersucht man das Licht, das die Natriumflamme in Richtung der magnetischen Kraftlinien aussendet, so zeigt sich jede Linie in zwei Linien gespalten, von denen die eine aus rechts herum, die andere aus links herum kreisförmig polarisiertem Licht besteht. Senkrecht zu den Kraftlinien aber erscheint jede Spektrallinie in drei Teile zerlegt, welche geradlinig polarisiert sind, und zwar schwingen die beiden äußeren Anteile senkrecht, der mittlere parallel zur Richtung der Kraftlinien. Man kann diesen Einfluß des Magnetfeldes auf die Lichtschwingungen folgendermaßen darstellen: Die Teilchen, welche das Licht des leuchtenden Dampfes aussenden, führen Schwingungen nach allen möglichen Richtungen aus. Denken wir uns alle diese Schwingungen zerlegt in solche, welche den Kraftlinien parallel und solche, welche zu ihnen senkrecht sind, so werden die ersten vom Magnetfeld nicht beeinflußt, die letzteren aber in zwei entgegengesetzte kreisförmige Schwingungen zerlegt, von denen die eine ein wenig beschleunigt, die andere um ebensoviel verzögert wird, so daß zwei Strahlen von etwas verschiedener Schwingungsdauer entstehen, die bei der spektralen Zerlegung zu einer Doppellinie auseinander treten. Die größere Schwingungszahl erhält dabei derjenige Strahl, dessen Kreisschwingung im Sinne der das magnetische Feld erzeugenden Ströme vollzogen wird, die kleinere derjenige, dessen Schwingung diesem Sinne entgegen gerichtet ist.

Denkt man sich die Lichtschwingungen durch schwingende Bewegungen elektrisch geladener Teilchen erregt, so würde sich der Einfluß des Magnetfeldes auf diese Schwingungen aus der Kraft erklären, welche ein Magnetfeld auf eine bewegte elektrische Ladung ausübt (280). Dann aber folgt aus dem Sinn, in dem diese Beeinflussung erfolgt, daß die bewegten Teilchen als negativ geladen angenommen werden müssen. Aus der Größe des Zeeman-Effektes im Verhältnis zur Stärke des magnetischen Feldes hat man sogar den weiteren Schluß ziehen können, daß das Verhältnis der Ladung zur Masse für diese schwingenden Teilchen dasselbe ist wie für die Kathodenstrahlteilchen (282). Danach würde man also schwingende Elektronen als Ausgangspunkte der Lichteerregung anzusehen haben.

370. Weitere Beziehungen zwischen elektrischen und Lichterscheinungen. Durchsichtige nichtleitende (dielektrische) Körper, sowohl feste als flüssige, zwischen zwei entgegengesetzt elektrisch geladene Pole gebracht, werden doppelbrechend (Kerr, 1875, vgl. 185), wie der folgende Versuch beweist. In einem mit Schwefelkohlenstoff gefüllten parallelwandigen Glastrog stehen sich in horizontaler Linie zwei Metallkugeln gegenüber, die mit den Elektroden einer Influenzmaschine verbunden sind. Zwischen ihnen geht ein von einem Nicol kommender polarisierter Lichtstrahl durch, dessen Schwingungsebene unter 45° zur Horizontalen geneigt ist; er wird durch einen zweiten Nicol, dessen Schwingungsebene mit jener des ersten gekreuzt ist, ausgelöscht, solange die beiden Kugeln unelektrisch sind. Wird aber die Maschine erregt, so zeigt sich auf dem Schirm, auf welchem man mittels einer Linse das Bild des Trogs projiziert hat, der Raum zwischen den Kugeln wieder hell, weil die vom polarisierenden Nicol kommenden Schwingungen parallel und senkrecht zur Verbindungs-

linie der beiden Pole zerlegt werden, wie bei Glas, das in dieser Richtung gedrückt oder gestreckt wird (367) und zwar zeigen einige Flüssigkeiten, darunter Schwefelkohlenstoff, denjenigen Charakter der Doppelbrechung, welcher dem gestreckten Glase zukommt (positive Doppelbrechung), während andere Flüssigkeiten die dem gepreßten Glase eigentümliche (negative) Doppelbrechung annehmen.

Während in diesem Falle die Beziehung zwischen Licht und Elektrizität eine indirekte ist, indem das isolierende Mittel im elektrischen Felde durch die dielektrische Polarisation eine andere innere Struktur annimmt, die sich in der Doppelbrechung verrät, scheint in einer anderen Klasse von Erscheinungen eine direkte Beeinflussung eines elektrischen Vorganges durch die Lichtschwingungen vorzuliegen. Entfernt man die kugelförmigen Elektroden eines Funkeninduktors oder einer Influenzmaschine so weit voneinander, daß eben keine Funken mehr überspringen, so treten die Entladungen sofort wieder ein, wenn man die negative Elektrode durch Licht beleuchtet, welches, wie das elektrische Bogenlicht und das Magnesiumlicht, reich ist an Strahlen kurzer Wellenlänge, insbesondere an ultravioletten Strahlen (Hertz, 1887). Diese Beeinflussung der Funkenentladung steht in engem Zusammenhange mit dem Einflusse des Lichts auf statische Ladungen. Wird eine gut abgeschirmte Zinkplatte isoliert aufgestellt und negativ geladen, so verliert sie, wie man an einem mit ihr verbundenen Goldblattelektroskop erkennen kann, ihre Ladung binnen kurzem, wenn sie mit ultraviolettem Licht bestrahlt wird; eine positive Ladung dagegen behält sie auch während der Bestrahlung unverändert bei (Hallwachs, 1889). Der Versuch wird noch empfindlicher, wenn man statt der Zinkplatte Natriumamalgam benutzt, das sich in einer nahezu luftleer gemachten Glaskugel befindet (Elster und Geitel). In die Wand der Glaskugel sind zwei Platinalektroden eingeschmolzen, deren eine von dem Amalgam bedeckt ist. Man verbindet diese durch Drähte mit einem Goldblattelektroskop und mit dem negativen Pol einer Zambonischen Säule, die andere Elektrode mit deren positivem Pol und zugleich mit der Erde. Das Amalgam und das damit verbundene Elektroskop ist alsdann mit negativer Elektrizität geladen und die Goldblättchen geben einen Ausschlag, solange die Kugel beschattet ist; sie fallen aber zusammen, sobald man die Amalgamfläche mit elektrischem, Sonnen-, oder auch nur mit hellem Tageslicht beleuchtet, divergieren aber bei Beschattung sofort wieder. Man bezeichnet diese Erscheinungen als lichtelektrische Entladung.

Da hiernach die Bestrahlung den Weggang der negativen Elektrizität von einem Leiter veranlaßt oder begünstigt, so muß ein isolierter unelektrischer Leiter durch Beleuchtung mit Strahlen von hoher Brechbarkeit positive Ladung annehmen. (Lichtelektrische Erregung.)

In jüngster Zeit hat Lenard durch Versuche über lichtelektrische Entladung in einem möglichst hohen Vakuum nachgewiesen, daß bei diesen Vorgängen die negative Elektrizität die bestrahlte Oberfläche

in Form von negativ geladenen kleinen Teilchen verläßt, denen die gleichen Merkmale zukommen, wie den Teilchen, aus denen die Kathodenstrahlen bestehen.

371. Hertz'sche Versuche. Elektromagnetische Lichttheorie. Daß zwischen Licht und Elektrizität eine Beziehung ganz prinzipieller grundlegender Natur bestehen müsse, darauf deutete vor allem der Umstand hin, daß in dem Verhältnis der verschiedenen elektrischen Maße eine Geschwindigkeitsgröße eine Rolle spielt, die ihrem absoluten Betrage nach gleich der Lichtgeschwindigkeit ist (243, 280). Hier von ausgehend hat Maxwell eine Theorie entwickelt, nach der elektrische Schwingungen sich mit der Geschwindigkeit des Lichts durch den Raum hindurch fortpflanzen und Lichtschwingungen nichts anderes als elektrische Schwingungen sehr kleiner Schwingungsdauer sein sollen. Diese Theorie hat ihre experimentelle Bestätigung in den Versuchen von Heinrich Hertz (1888) erfahren, dem es gelang (279), elektrische Schwingungen von so kurzer Schwingungsdauer herzustellen, daß ihnen Wellen von bequem meßbarer Länge entsprachen. Wenn sich nämlich die elektrischen Schwingungen mit der Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen, so würden Schwingungen von der Art, wie sie von Feddersen untersucht worden sind (279) mit einer Schwingungsdauer von einer millionstel Sekunde, Wellen erzeugen, deren Länge nach der Formel $\lambda = V \cdot T$ (284) 300 m betragen würde. Die von Hertz benutzten Erreger elektrischer Schwingungen aber, deren Schwingungsdauer sich aus den viel kleineren Werten ihrer Kapazität und ihrer Selbstinduktion zu einhundert millionstel Sekunden berechnen läßt, würden Wellen von 3 m Länge aussenden. Daß dies in der Tat der Fall war, konnte Hertz durch folgenden Versuch beweisen. Dem Erreger der elektrischen Schwingungen, dem Oszillator, stellte er in größerer Entfernung eine metallene Wand gegenüber und untersuchte mit einem auf den Oszillator abgestimmten Resonator mit kleiner Funkenstrecke, wie die Wirkung zwischen dem Oszillator und der Wand beschaffen war. Er fand in unmittelbarer Nähe der Wand keine Funken im Resonator; entfernte er ihn aber von der Wand gegen den primären Leiter hin, so traten Funken auf, welche bei einem bestimmten Abstand ihre größte Lebhaftigkeit erreichten; dann nahmen bei weiterer Entfernung die Funken an Stärke wieder ab, verschwanden ganz beim doppelten Abstande, wuchsen zu einem abermaligen Maximum an bei dreifachem Abstande usf. Dieser Versuch zeigt, daß die induzierende Wirkung sich wellenartig durch den Raum fortpflanzt, und mithin zur Fortpflanzung Zeit braucht; denn nur so wird verständlich, daß sich zwischen der Wand und dem primären Leiter durch Interferenz der einfallenden und der zurückgeworfenen Welle ein Zustand mit Ruhepunkten oder Knoten und regelmäßig damit abwechselnden Stellen lebhaftester Bewegung oder Bäuchen, mit einem Worte eine stehende Wellenbewegung (286), ausbilden kann, ebenso wie bei der Reflexion von Schall- und Lichtwellen. Da sich die halbe Wellenlänge als