

Über ein den Elementarprozeß der Lichtemission betreffendes Experiment.

Von A. EINSTEIN.

Daß die bei einem Elementarprozesse (im Sinne der Quantentheorie) von einem ruhenden Atom emittierte Strahlung monochromatisch sei, darüber besteht kein Zweifel. Für den Fall, daß das emittierende Teilchen eine Geschwindigkeit gegen das Koordinatensystem besitzt, soll die bei dem Elementarprozeß nach verschiedenen Richtungen emittierte Strahlung verschiedene Frequenz besitzen. Ist v die Bewegungsgeschwindigkeit des Teilchens, ν_0 die Emissionsfrequenz des Elementarprozesses vom Teilchen aus betrachtet, so soll in erster Näherung sein

$$\nu = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c} \cos \vartheta\right), \quad (1)$$

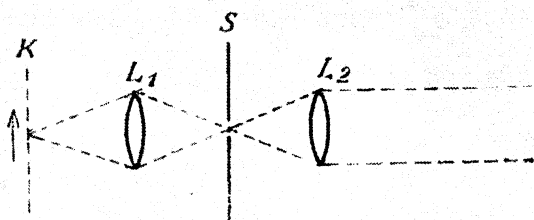
wobei ϑ der Winkel zwischen Bewegungsrichtung des Teilchens und der ins Auge gefaßten Emissionsrichtung ist.

Betrachtet man andererseits die für die Quantentheorie fundamentale Bohrsche Emissionsbedingung

$$E_2 - E_1 = h\nu, \quad (2)$$

welche die Energieänderung des Atoms mit der emittierten Frequenz verknüpft, so wird man geneigt, jedem elementaren Emissionsakt eine einheitliche Frequenz zuzuschreiben, auch dem Emissionsakt eines bewegten Atoms.

Die Frage, ob jene Konsequenz aus der Undulationstheorie oder jene durch die Quantentheorie nahegelegte, wenn auch nicht geforderte Auffassung das Richtige trifft, kann durch folgenden Versuch entschieden werden (vgl. nebenstehende Skizze).



Das die Lichtquelle bildende schmale Kanalstrahlbündel K wird durch die Linse L_1 in der Ebene des

Spaltes S abgebildet, wofür letzterer ein kurzes Stück dieses Bildes ausblendet. Das von dem Bilde eines jeden Elementarteilchens ausgehende Licht wird durch die Linse L_2 parallel gemacht; genauer gesagt, die Flächen gleicher Phase werden in Ebenen verwandelt.

Nach der Undulationstheorie wird das von einem Elementarakt herührende, nach dem unteren Linsenrand gelangende Licht gemäß dem DOPPLERSCHEN Prinzip kurzwelliger sein als das nach dem oberen Linsenrand gelangende Licht. Die hinter L_1 auftretenden Ebenen gleicher Phase werden nicht genau parallel, sondern fächerartig etwas gegeneinander geneigt sein. Stellt man hinter L_1 ein auf unendlich eingestelltes Fernrohr auf, so wird man in diesem ein Bild des Spaltes sehen, und zwar genau an dem gleichen Orte, wie wenn ein Licht von ruhenden Teilchen emittiert wäre. Die den einzelnen Phasenflächen eines Elementarprozesses entsprechenden Abbildungspunkte werden zwar nicht zusammenfallen, aber alle in das optische Bild des Spaltes hineinfallen.

Die Sachlage ändert sich aber, wenn man zwischen L_1 und das Fernrohr eine Schicht aus dispergierender Substanz, z. B. Schwefelkohlenstoff, einschaltet. Infolge der Dispersion und der Abhängigkeit der Frequenz vom Orte werden sich die Flächen gleicher Phase unten langsamer fortpflanzen als oben, so daß eine Ablenkung des von den bewegten Kanalstrahlteilchen emittierten Lichtes zu erwarten ist. Diese Ablenkung muß, wenn sie existiert, leicht beobachtbar sein. Sind die Distanzen KL_1 und L_1S gleich groß, nennt man Δ die Distanz SL_1 , l die Schichtdicke des dispergierenden Mediums, so ist der Ablenkungswinkel α durch die Formel

$$\alpha = \frac{l}{\Delta} \frac{v}{c} \frac{dn}{\left(\frac{dv}{v}\right)} \quad (3)$$

gegeben, wobei $\frac{v}{c}$ das Verhältnis der Geschwindigkeit des Kanalstrahlteilchens zu der des Lichtes, n den Brechungsindex der dispergierenden Substanz, ν die Frequenz, dn und $d\nu$ zusammengehörige Zuwächse dieser Größen bezeichnen. Für eine CS₂-Schicht von 50 cm Länge ist, bei $\Delta = 1$ cm, eine Winkelablenkung von über 2° zu erwarten.

Wenn dagegen der Elementarakt eine einheitliche Frequenz hat, dann wird die Frequenz des einzelnen Elementarprozesses von der Richtung unabhängig sein; die nach der Undulationstheorie geforderte Ablenkung wird dann nicht bestehen. Ich will hier nicht genauer auf diese Möglichkeit eingehen, sondern nur bemerken, daß sie sich mit der von J. STARK konstatierten Existenz des DOPPLER-Effektes sehr wohl in Einklang bringen ließe.

Die experimentelle Entscheidung der hier gestellten Frage habe ich mit Hrn. GEIGER in Angriff genommen.