

Bewegungsgleichung der Photonen

S. Reißig

In [1] wurde ein Modell vorgestellt, nachdem sich die Photonen nicht nur in eine Richtung fortpflanzen, sondern rotieren auch um eine Achse auf bestimmten Bahnen. Außerdem wurde durch die Überbrückung der Quanten- und Newtonmechanik sowie auch durch den Postulat über die gesamte Photonenenergie gezeigt, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v und die Umfangsgeschwindigkeit u gleich sind. Es wurde klar, dass die Newtonmechanik nicht völlig versagt, sondern entsprechend der neuen Entwicklungen und gesammelten Erkenntnissen weiterhin zu entwickeln ist.

Jetzt führen wir die Gleichung zur Bestimmung der auf ein Teilchen wirkenden Kräften ein. Es ergibt sich mit Berücksichtigung der Rotationskräfte folgender Ausdruck:

$$\frac{d(mv)}{dt} + \frac{d(mu)}{dt} = \vec{F} \quad (1)$$

Führt man die Transformation für den Zeitintervall [2] ein, so erhält man:

$$v \frac{d(mv)}{dx} + v \frac{d(mu)}{dx} = \vec{F} \quad (2)$$

Jetzt begrenzen wir unsere Betrachtung auf ein Spektrum der sich relativ gering ändernden Geschwindigkeiten. Es kann angenommen werden, dass sich die Masse geringfügig ändert. Dies vereinfacht die Gleichung (2):

$$vm \frac{dv}{dx} + vm \frac{du}{dx} = \vec{F} \quad (3)$$

Bei den Fällen, wo die Gleichung von Einstein $E = mv^2$ gültig ist, gilt die Gleichheit der Geschwindigkeiten v und u [1]. Es lässt sich die Formel (3) in den folgenden Ausdruck umwandeln:

$$2vm dv = dE \quad (4)$$

Wenden wir uns jetzt zu der Hauptgleichung der Quantenmechanik, die Planck vor ca. 100 Jahren eingeführt hat:

$$E = hf \quad (5),$$

wobei h – Naturkonstante von Planck [Js], f -Frequenz der Strahlung [Hz]

Die Naturkonstante h kann in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$h = mv\lambda \quad (6),$$

Wobei m – Masse des Photons [kg], v - Geschwindigkeit [m/s], λ - Wellenlänge [m].

Entsprechend der Gl. (6) kann das Glied mv so dargestellt werden:

$$mv = \frac{h}{\lambda} \quad (7)$$

Wir können jetzt mit (7) und mit der Berücksichtigung, dass sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit so- $v = \lambda f$ definieren lässt, die Gl. (4) anders darstellen:

$$2 \frac{h}{\lambda} d(\lambda f) = dE \quad (8)$$

Die Differenzierung der Formel (8) führt zum folgenden Verhältnis:

$$2 \frac{h}{\lambda} f d\lambda + 2 \frac{h}{\lambda} \lambda df = dE \quad (9)$$

Dividiert man die Gl. (9) auf $E = hf$ und merkt man $dE = h df$, so ergibt sich:

$$\frac{dE}{E} = -2 \frac{d\lambda}{\lambda} \quad (10)$$

Nach der Integration der Formel (10) im Intervall zwischen den Zuständen 1 und 2 folgt schließlich:

$$\ln \frac{E_2}{E_1} = 2 \ln \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad (11)$$

oder:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} \quad (12)$$

Compton-Effekt

Im Jahre 1922 hat Arthur Compton entdeckt, dass die monochromatische Röntgenstrahlung beim Durchgang durch Materie eine Vergrößerung der Wellenlänge verursacht. Dieser nach Compton benannte Effekt wird normalerweise durch den elastischen Stoß zwischen dem Röntgenphoton und einem Elektron einer Materie gedeutet. Die eigentliche Wellenlängenvergrößerung wird durch die Energie- und Impulserhaltung beschrieben. Dabei kann der Energieverlust des Röntgenphotons so dargestellt werden:

$$\Delta E = hf - hf' \quad (13)$$

Was findet physikalisch beim Durchgang statt? Wie ändern sich die energetischen Zustände der anfallenden Wellen?

Mit Hilfe der abgeleiteten Gleichung (12) können die Antworten auf diese Fragen gefunden und die stattgefundenen Prozesse veranschaulicht werden.

Die zu durchdringende Materie hat eine bremsende Wirkung auf die Röntgenstrahlen, was für die Reduzierung der Geschwindigkeit verantwortlich ist. Anlass für diesen Gedanken sind die Brechungsgesetze, die sich in der Optik und Elektrodynamik durchgesetzt haben.

Nehmen wir an, dass die Energie des Röntgenphotons E_1 und nach dem Durchgang E_2 ist.

Da wir mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu tun haben, lassen sich die energetischen Zustände 1 und 2 so bestimmen:

$$\begin{aligned} E_1 &= mv_1^2 \\ E_2 &= mv_2^2 \end{aligned} \quad (14)$$

Mit (14) wird die Gl.(12) so aussehen:

$$\frac{mv_2^2}{mv_1^2} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^2$$

bzw.:

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} &= \frac{v_2}{v_1} \\ \lambda_1 v_1 &= \lambda_2 v_2 \end{aligned} \quad (15)$$

Aus den Gleichungen (15) geht klar hervor, dass die Verringerung der Geschwindigkeit die Vergrößerung der Wellenlänge mit sich zieht, sowie auch umgekehrt: die Beschleunigung sollte die Länge der Wellen verkleinern.

Literatur

1. Vortrag auf der Konferenz EPS-12 „Trends in Physics“, 2002. S. Reißig, [//www.efbr.de](http://www.efbr.de)->Publikationen
2. Änderung der Masse der Photonen bei großen Geschwindigkeiten. Teil II. S. Reißig, [//www.efbr.de](http://www.efbr.de)->Publikationen

Erlangen, 29. Oktober 2002