

0.1 103. Hausaufgabe

0.1.1 Exzerpt von B. S. 380: Photonenmasse und -impuls

Entgegen unserer Definition von Photonen als Ereignisse, ordnet der Metzler Photonen Teilcheneigenschaften zu, namentlich Masse und Impuls. Die Herleitungsgedanken sind dabei folgende:

$$\left. \begin{array}{l} E = hf; \\ E = mc^2; \end{array} \right\} \Leftrightarrow E = hf = mc^2; \Leftrightarrow m = \frac{hf}{c^2};$$

$$p = mc = \frac{hf}{c};$$

0.1.2 Exzerpt von B. S. 380: Compton-Effekt

Laut Metzler kann man den Fotoeffekt so deuten, dass zwischen Photonen und Elektronen ein unelastischer Stoß stattfindet: Die gesamte Photonenenergie $E = hf$ wird an Elektronen übergeben.

Beim Compton-Effekt findet ein elastischer Stoß zwischen einem Photon und einem Elektron statt. Ankommende Photonen übertragen also einen Teil ihrer Energie und ihres Impulses auf (freie) Elektronen.

Eine mathematische Konsequenz dieses teilweisen Energieübertrags ist, dass sich die Photonfrequenz ändern muss: Wird E in der Formel $E = hf$ kleiner, so muss auch f kleiner werden.

Quantitativ: Wird E um ΔE kleiner, so muss f um $\frac{\Delta E}{h}$ kleiner werden.

0.1.3 Fragen

- Ist die Anwendung der Formel $E = mc^2$ bei Photonen zulässig?
- Wie kann im Metzler von einer Photonenmasse und -impuls gesprochen werden, wo doch Photonen Ereignisse sind – also mathematische Objekte ohne Energie, Masse, Impuls etc.? Wie kann der Metzler von (un-)elastischen Stößen mit Photonen sprechen?

- Viele Quellen – nicht nur der Metzler, auch die Wikipedia und Vortragsskripte – sprechen Photonen Teilcheneigenschaften zu. Dies ist ein erheblicher Konflikt zu unserer Definition von Photonen als Ereignisse.

Zusätzlich sehe ich nicht, wie unser Modell den Compton-Effekt erklären könnte, da ja der in der Erklärung im Metzler zentrale Begriff des elastischen Stoßes nicht auf Ereignisse anwendbar ist.

(Benötigte Zeit: 52 min)