

Physikaufgabe 80

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

Aufgabe: Zeigen Sie, daß ein aus Licht erzeugtes Teilchenpaar keine Ruhemasse besitzt.

Beweis: Die Gleichung aus der Relativitätstheorie

$$m_0 = m \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{mit} \quad m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$$

wird häufig als Beweis genommen, daß das Photon keine Ruhemasse m_0 besitzt, indem argumentiert wird, daß die Geschwindigkeit des Photons $v = c$ ist. Diese Argumentation kann allerdings auf jedes massebehaftete Teilchenpaar angewandt werden, sofern es nur Lichtgeschwindigkeit erreicht. Grundsätzlich müssen wir daher unterscheiden, daß Licht alles ist, was Lichtgeschwindigkeit annimmt, und Materie, was sich mit einer Geschwindigkeit $v < c$ bewegt. Insofern kann Licht auch jederzeit in Materie umgewandelt werden, wenn man etwa zwei Photonen beim unelastischen Stoß so aufeinander schießt, daß beide ihre Energie teilweise oder ganz verlieren und z.B. in ein Elektron-Positron-Paar umgewandelt werden.¹ Umgekehrt zerstrahlen Materie und Antimaterie in einem Lichtblitz, wenn sie bei der Paarvernichtung aufeinandertreffen. Insbesondere folgt damit aus der Einsteinschen Beziehung

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

für $v \rightarrow 0$ der Grenzwert für vollständig abgebremste, d.h. in Materie-Antimaterie-Paare zerfallene Strahlung der Ruhemasse $m_0 = 0$:

$$\lim_{v \rightarrow 0} E = m_0 c^2 \lim_{v \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 c^2 = 0,$$

was aus Paritäts- und Energieerhaltungsgründen auch für auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigte Materie-Antimaterie-Paare gelten muß.²

$$\lim_{v \rightarrow c} E = \lim_{v \rightarrow c} \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 0.$$

Dabei ist $m_0 = m_0^+ + m_0^-$ die Masse des Materie-Antimaterie-Teilchenpaares, woraus folgt:

$$m_0^- c + m_0^+ c = 0 \quad \text{bzw.} \quad E_0 = E_0^+ + E_0^- = 0,$$

¹ Während Materie sozusagen aus „abgebremstem“ Licht entsteht, kann Licht dementsprechend als auf Lichtgeschwindigkeit „beschleunigte“ Materie angesehen werden.

² Indem man etwa Protonen und Antiprotonen gleicher Energie aufeinander schießt

Physikaufgabe 80

d.h. Ruheimpuls und Ruheenergie eines Materie-Antimaterie-Teilchenpaars sind null,
qed

Anmerkung: Erstens gibt es nichts Unendliches, zweitens ist das Etwas³ nur die sichtbare Hälfte des Nichts, während die andere Hälfte als dunkle Materie unsichtbar bleibt.

³ bzw. das Sein