
Theoretische Physik I (Lehramt) – Blatt 10

Wintersemester 2022/23

Webpage: http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/tp1_22.html/

Abgabe: bis **Mittwoch, 11.01.23, 10:00** in elektronischer Form per ILIAS unter
https://www.ilias.uni-koeln.de/ilias/goto_uk_crs_4872329.html

42. Photonen

1+1+3=5 Punkte

- a) E und $v = |\vec{v}|$ seien Energie und Geschwindigkeitsbetrag eines Teilchens der Ruhemasse m . Zeigen Sie, dass

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{mc^2}{E}\right)^2}$$

- b) Folgern Sie aus a), dass Teilchen von verschwindend kleiner Ruhemasse $m \rightarrow 0$ sich notwendigerweise mit Lichtgeschwindigkeit bewegen müssen.
- c) Gemäß der Lichtquantenhypothese besteht Licht der Frequenz ν aus masselosen *Photonen* der Energie $E = h\nu$, wobei $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ das Plancksche Wirkungsquantum ist. Zeigen Sie mittels Relationen der relativistischen Mechanik, dass dann der Impulsbetrag eines solchen Photons durch

$$|\vec{p}| = \frac{h\nu}{c}$$

gegeben sein sollte.

[Anmerkung: mit Wellenzahl $k := \frac{2\pi\nu}{c}$ und $\hbar := \frac{h}{2\pi}$ also auch $|\vec{p}| = \hbar k$. Unter der plausiblen Annahme, dass der Impuls $\vec{p}$ parallel zum Wellenvektor $\vec{k} = k\hat{n}$ ist, folgt die quantenmechanische Beziehung $\vec{p} = \hbar\vec{k}$.]

43. Massenverlust der Sonne

5 Punkte

Strahlungsenergie der Sonne erreicht die etwa $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ entfernte Erde mit einer Rate von etwa 1.4 kJ pro Sekunde und Quadratmeter. Ermitteln Sie daraus den Massenverlust der Sonne pro Sekunde. Bestimmen Sie ebenfalls die Kraft, die diese Sonnenstrahlung auf eine ideal absorbierende, 1 m^2 große Fläche an der gleichen Position wie die Erde ausübt. [Hinweise: relativistische Energie-Impuls-Beziehung, Kraft = absorbierter Impuls pro Zeiteinheit!]

44. Inelastischer Stoß

5 Punkte

Zwei gleichschwere Teilchen (Masse jeweils m) stoßen mit genau entgegengesetzten Geschwindigkeiten (Geschwindigkeitsbetrag jeweils $0.9c$) zentral aufeinander und bilden ein einziges neues Teilchen der Masse M . Welche Geschwindigkeit hat das neue Teilchen und wie groß ist M ?

Wir wünschen frohe Weihnachten und ein gutes neues Jahr!