

0.1 93. Hausaufgabe

0.1.1 Abtippen der rechten Spalte von B. S. 371

Relativistische Dynamik

Die relativistische Raum-Zeit-Geometrie führt zu einer neuen Dynamik. Grundlegend ist die **relativistische Massenzunahme**: Die **dynamische** Masse m eines Körpers wächst mit seiner Geschwindigkeit v :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}};$$

Für den relativistischen Impuls p gilt

$$p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1-v^2/c^2}};$$

Äquivalenz von Energie und Masse

Die gesamte Energie E eines Körpers drückt sich in seiner dynamischen Masse m aus. Es gilt

$$E = mc^2;$$

Die **Gesamtenergie** E ist die Summe aus **Ruheenergie** $E_0 = m_0 c^2$ und **kinetischer Energie** E_{kin} :

$$E = E_0 + E_{\text{kin}};$$

mit

$$E_{\text{kin}} = E_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1 \right);$$

Der **Energieerhaltungssatz**, der dem Satz von der Erhaltung der dynamischen Masse äquivalent ist, gilt damit im erweiterten Sinn: Bei Elementarteilchenreaktionen kann sich Ruheenergie (äquivalent zur Ruhemasse) in kinetische Energie umwandeln und umgekehrt kinetische Energie in Ruheenergie (Ruhemasse).

Impulsenergie

Neben der **Energieerhaltung** gilt die **Impulserhaltung**: Bei Wechselwirkung von Teilchen in einem abgeschlossenen System bleibt die Summe der relativistischen Impulse erhalten.

Zuätzlich fügen sich Energie E und Impuls p zur Impulsenergie E_{Imp} zusammen:

$$E_{\text{Imp}} = E_0 = \sqrt{E'^2 - (cp')^2} = \sqrt{E''^2 - (cp'')^2} = \dots;$$

Die Impulsenergie genügt einem Erhaltungssatz und ist invariant gegenüber einem Wechsel des Bezugssystems: Die Impulsenergie E_{Imp} hat **vor** und **nach** einer Wechselwirkung in jedem Inertialsystem I, I', I'', \dots denselben Wert. Als **invariante Erhaltungsgröße**, die man in der klassischen Mechanik nicht kennt, ist sie grundlegend für das Verständnis vieler Elementarteilchenprozesse.

(Benötigte Zeit: 11 min (+ 43 min Recherche))