

Spezielle Relativitätstheorie

Relativitätsprinzip:

Die physikalischen Gesetze sind in allen Bezugssystemen, in denen der Newtonsche *Trägheitssatz* gilt, gleich. Man nennt diese Bezugssysteme auch *Inertialsysteme*.

Beispiel:

Lässt man in einem Zug, der sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, einen Gegenstand fallen, dann beobachtet man wie im Labor einen freien Fall.

Konstanz der Lichtgeschwindigkeit:

In allen Inertialsystemen hat die Lichtgeschwindigkeit den gleichen Wert

$$c = 2997942458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Folgerung:



Konsequenzen:

1. Relativität der Gleichzeitigkeit

Zwei Ereignisse, die man in einem Inertialsystem als gleichzeitig wahrnimmt, nimmt man in einem dazu bewegten Inertialsystem als nicht gleichzeitig wahr.

Es gibt keine universelle Zeit.

2. Zeitdilatation

Hat ein Vorgang in einem Inertialsystem die Dauer Δt , dann dauert dieser Vorgang in einem Inertialsystem, das sich dazu relativ mit der Geschwindigkeit v bewegt,

$$\Delta t' = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

3. Längenkontraktion

Die Länge eines Stab in einem Inertialsystem, in dem er sich nicht bewegt, heißt seine Ruhelänge l_0 . Bewegt er sich in Längsrichtung mit der Geschwindigkeit v relativ zu diesem Inertialsystem, dann misst man seine Länge zu

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

5. Die Addition von Geschwindigkeiten

Hat ein Körper A relativ zum Punkt O die Geschwindigkeit v_{OA} und der Körper B die Geschwindigkeit zu v_{OA} gleichgerichtete Geschwindigkeit v_{AB} , dann hat B relativ zu O die Geschwindigkeit

$$v_{OB} = \frac{v_{OA} + v_{AB}}{1 + \frac{v_{OA} \cdot v_{AB}}{c^2}}$$

4. Äquivalenz von Masse und Energie

Masse m kann sich in Energie E und Energie E in Masse m verwandeln. Es gilt

$$E = m \cdot c^2$$

Die Masse eines Körpers, gemessen in einem Inertialsystem, in dem der Körper ruht, heißt Ruhemasse m_0 des Körpers und

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

heißt Ruheenergie des Körpers.

Bewegt sich der Körper mit der Geschwindigkeit v relativ zu diesem Inertialsystem, dann hat er die Masse

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Die Differenz

$$E_{\text{kin}} = E - E_0 = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) \cdot m_0 c^2$$

ist dann die kinetische Energie des Körpers.
