

Kernbeispiele Relativitätstheorie (Quantentheorie)

R1 Ein Stab ruht im Inertialsystem Σ' . Sie sollen nun die Stablänge in einem relativ dazu bewegten Inertialsystem Σ bestimmen. Welche Messvorschrift müssen Sie befolgen um eine Längenkontraktion zu beobachten? Welche Relativgeschwindigkeit ist erforderlich um eine Längenkontraktion von 90 % ($k = 10$) zu beobachten?

R2 Addieren Sie zwei Geschwindigkeiten $(0.4 + 0.6)c_0$ relativistisch ($c_0 =$ Vakuumlichtgeschwindigkeit).

Addieren und subtrahieren Sie die folgenden Geschwindigkeiten relativistisch ($c_0 =$ Vakuumlichtgeschwindigkeit):

$$(0.5+0.5)c_0 = ? \quad (0.99-0.98)c_0 = ?$$

Addieren und subtrahieren Sie die folgenden Geschwindigkeiten relativistisch ($c_0 =$ Vakuumlichtgeschwindigkeit):

$$(0.1+0.9)c_0 = ? \quad (0.9-0.8)c_0 = ?$$

R3 Sternenreisen mit extrem hohen Geschwindigkeiten bleiben ein immer wiederkehrendes Thema in der SF und Populärwissenschaft. Zeigen Sie das Reisen mit extremen Geschwindigkeiten unbedingt kollisionsfrei erfolgen müssen. Berechnen Sie dazu die kinetische Energie eines kleinen Meteoriten (Ruhemasse $m_0 = 1\text{g}$), der mit einer Geschwindigkeit von 99 % der Vakuumlichtgeschwindigkeit mit einem Raumschiff kollidiert. Drücken Sie zur besseren Veranschaulichung das Ergebnis in Atombombenenergien aus, wobei für die Hiroshima Bombe eine freigesetzte Energie von 5.2×10^{13} J berechnet wurde.

R4 In einem Beschleuniger werden Elektronen durch eine Potentialdifferenz von 100 kV beschleunigt. Wie groß ist ihre Geschwindigkeit? Wie groß ist ihre Massenzunahme?

R5 In der folgenden Fusionsreaktion werden He-Atome aus H-Atomen produziert:



He-Masse 4.0026 u, Deuterium 2.0141 u, Tritium 3.016 u, Neutron 1.0087 u.

Wie groß ist die freiwerdende Reaktionsenergie pro erzeugtes He-Atom in MeV ?

(atomaren Masseneinheit $u = 1.66 \times 10^{-27}$ kg)

R6 Die $\text{H}\alpha$ -Linie der Balmer-Serie besitzt eine Wellenlänge von 656 nm. Im Licht einer entfernten Galaxie ändert sich diese Wellenlänge auf 1458 nm. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich diese Galaxie relativ zur Erde? In welche Richtung bewegt sich diese Galaxie?

R7 Berechnen Sie die Rotverschiebung $\Delta f/f$ im Gravitationsfeld der Erde, die eine Lichtwelle auf einer Flugstrecke von 1 km senkrecht nach oben erfährt (die Gravitationsbeschleunigung wird näherungsweise als konstant mit 9.8 ms^{-2} angenommen).

Q1 Berechnen Sie die de Broglie Wellenlänge eines anfangs ruhenden Elektrons, das eine Potentialdifferenz von 36 V durchlaufen hat.