

Klausurersatzleistung

Spezielle Relativitätstheorie



1 Einsteins Postulate

Stelle dir vor, du hältst vor dich einen Handspiegel und würdest mit Lichtgeschwindigkeit durch den Raum laufen. Könntest du dich dann in dem Spiegel sehen? Was sagt die klassische Physik und was die Relativitätstheorie zu diesem Problem?

2 Geschwindigkeitsaddition

Ein Raumschiff fliege mit der Geschwindigkeit $v = \frac{3}{4}c$ relativ zu einem Asteroiden und feure nach vorne ein Raumtorpedo ab, das relativ zum Raumschiff die Geschwindigkeit $u' = \frac{3}{4}c$ habe.



- Welche Geschwindigkeit u hätte nach der klassischen Physik das Torpedo relativ zum Asteroiden?
- Informiere dich über das **relativistische Geschwindigkeitsadditionstheorem** und berechne damit die Geschwindigkeit u .
- Was ergibt sich, wenn das Raumschiff einen Lichtstrahl in Fahrtrichtung aussendet ($u' = c$)?

3 Zeitdilatation

Der nächste Fixstern ist Alpha-Centauri am südlichen Sternenhimmel. Seine Entfernung beträgt 4,5 Lichtjahre.

- Wie lange bräuchte ein Raumschiff, um zu dem Stern zu gelangen, wenn seine Geschwindigkeit $v = 0,5c$ beträgt?
- Wie lange würde der Flug für die Astronauten an Bord des Raumschiffs dauern?
- Welche Geschwindigkeit müsste das Raumschiff haben, damit für die Besatzung während der Reise nur ein Jahr vergeht?

4 Längenkontraktion

- Wie schnell muss eine Rakete an der Erde vorbeifliegen, damit ihre gemessene Länge die Hälfte ihrer Eigenlänge beträgt?
- Um wie viele Zentimeter ist für einen Beobachter im Sonnensystem die Erde aufgrund ihrer Bewegung um die Sonne kontrahiert? ($v_{Erde} = 30 \text{ km/s}$)

5 Relativistische Masse

- Berechne die Massenzunahme (in mg) eines Satelliten ($m_0 = 1000 \text{ kg}$), der auf seiner Erdumlaufbahn eine Geschwindigkeit von $v = 28000 \text{ km/h}$ hat.
- Im deutschen Elektronensynchrotron DESY bei Hamburg werden Elektronen auf eine Geschwindigkeit von $v = 0,999999997c$ beschleunigt. Wie viel mal größer ist dann ihre dynamische Masse im Vergleich zur Ruhemasse?

6 $E = m \cdot c^2$

In der Wasserstoffbombe werden die Isotope des Wasserstoff Deuterium (H-2) und Tritium (H-3) zu Helium (He-4) verschmolzen (ein freies Neutron entsteht), wobei eine riesige Menge an Energie frei wird. Dieser freiwerdenden Energie liegt der sogenannte Massendefekt zugrunde.

Berechne die bei der Reaktion **H-2 + H-3** → **He-4 + n + Energie** frei werdende Energie in MeV und in J. Angenommen, das emittierte Neutron erhält diese gesamte frei werdende Energie. Welche Geschwindigkeit bekommt es dann (rechne klassisch)?

	Kernmasse
Neutron (n)	1,0086650 u
Deuterium (H-2)	2,0135532 u
Tritium (H-3)	3,0155007 u
Helium (He-4)	4,0015061 u

Die atomare Masseneinheit u beträgt: $1 \text{ u} = 1,6605519 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$