

Übungen zu Physik I für Geodäsie und Geoinformation

Wintersemester 2013/14

Blatt 10, Besprechung am 15.01.2014, 15:00 – 16:30, HS 0120

Aufgabe 1 Raumschiff

Ein Raumschiff bricht zum Stern Alpha Centauri auf, der von der Erde 4.3 Lichtjahre entfernt ist. Das Raumschiff fliegt mit einer Geschwindigkeit von $0,75c$. Wie lange braucht es, um dort hinzugelangen, ...

- aus der Sicht eines Beobachters auf der Erde?
- aus der Sicht eines im Raumschiff mitreisenden Passagiers?

Aufgabe 2 Relativistische Myonen

In den obersten Schichten der Erdatmosphäre werden durch die Höhenstrahlung Myonen erzeugt. Diese Myonen zerfallen (in ihrem Ruhesystem) mit einer Halbwertszeit von $T_{1/2} = 1.52 \mu\text{s}$. Nehmen Sie für die Rechnung an, dass in 20 km Höhe über der Erdoberfläche ca. 10^{10} Myonen gebildet werden, die sich mit einer Geschwindigkeit von $0.995c$ auf die Erdoberfläche zu bewegen. An der Erdoberfläche treffen von diesen Myonen insgesamt noch $4.7 \cdot 10^8$ auf.

- Zeigen Sie, dass nach klassischer Rechnung weniger als ein Myon auf der Erdoberfläche ankommen sollten.
- Bestätigen Sie mit Hilfe relativistischer Rechnung im Bezugssystem der Erde die tatsächliche Anzahl der auf der Erdoberfläche auftreffenden Myonen.
- Wie erklärt ein Beobachter, der sich im System der Myonen mitbewegt, den gesamten Vorgang?

Aufgabe 3 GPS-Satellit

An Bord der Satelliten, die für das GPS (Global Positioning System) benutzt werden, befinden sich extrem genaue Uhren. Das Positionierungssystem arbeitet sogar so genau, dass die relativistische Zeitdilatation, die diese Uhren gegenüber Beobachtern auf der Erde aufweisen, berücksichtigt werden muss. Der Orbit, in dem GPS-Satelliten die Erde umkreisen, hat einen Radius von ca. 26 900 km. Um welchen Faktor laufen die Uhren auf den Satelliten langsamer als eine Uhr auf der Erde? Schätzen Sie den Zeitunterschied zwischen einer Uhr auf der Erde und den Uhren auf den Satelliten nach einem Jahr ab.

Aufgabe 4 Relativistische Massenzunahme

Als Faustformel gilt, dass für Geschwindigkeiten kleiner als 10 % der Lichtgeschwindigkeit klassisch, d.h. nichtrelativistisch gerechnet werden kann.

- Berechnen Sie die relativistische Massenzunahme für ein Teilchen mit der Geschwindigkeit $v = 0.1c$.
- Bei welcher Geschwindigkeit (Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit) beträgt die relativistische Massenzunahme 1 % der Ruhemasse?