

Aufgabe 13 : Relative Beschleunigung

Ein anfänglich ruhender Körper werde längs der x' -Achse beschleunigt (Beschleunigung a' im momentanen Ruhesystem K' des Körpers). Welche Beschleunigung sieht man vom System K aus, in dem sich der Körper anfänglich mit der Geschwindigkeit v in Richtung der x -Achse bewegt? Zur Berechnung verwende man das Additionstheorem der Geschwindigkeiten. Wie sieht $v = v(t)$ aus, wenn man die Beschleunigung a' im Ruhesystem des Körpers konstant hält? (3 Punkte)

Aufgabe 14 : Zwillingsparadoxon

In Aufgabe 5 reiste ein Astronaut mit der Geschwindigkeit von $v = 0.8c$ Richtung α -Centauri. Seine dortige, schlagartige Umkehr zur Rückreise mit $v = -0.8c$ hätte ihm wohl diverse Knochenbrüche (oder weitaus Schlimmeres) beschert.

Um eine bequemere Reise zu ermöglichen, lassen wir ihn 5 Jahre mit $+g$ beschleunigen, dann 10 Jahre mit $-g$ und erneut 5 Jahre mit $+g$. Die Rückkehr findet also nach 20 Jahren (in Eigenzeit des Astronauten) statt.

Wie groß war die maximale Entfernung der beiden Zwillinge und um wie viel ist der auf der Erde verbliebene Bruder in dieser Zeit gealtert? (5 Punkte)

Aufgabe 15 : Zyklotron

- Stellen Sie ausgehend von der Lorentz-Kraft $\mathbf{K}^N = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ die relativistische Bewegungsgleichung für die elektrische Ladung q mit Ruhemasse m_0 auf. (2 Punkte)
- Zeigen Sie, dass in einem homogenen Magnetfeld die Projektion der Bahn in die Ebene senkrecht zu \mathbf{B} ein Kreis ist (Radius r). Beweisen Sie, dass $rB = C\beta\gamma$ gilt, und berechnen Sie die Konstante C . (2 Punkte)
- Wovon hängen r und die Bahngeschwindigkeit ab? Berechnen Sie die Umlaufzeit. (2 Punkte)

Aufgabe 16 : Stabilität des Elektrons

Beweisen Sie, dass es für ein isoliertes freies Elektron unmöglich ist, ein Photon zu emittieren oder zu absorbieren. (3 Punkte)

Aufgabe 17 : Relativistischer Stoß**(schriftlich)**

Berechnen Sie den relativistischen Stoß zweier gleicher Massen m_0 . Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass eines der beiden Teilchen vor dem Stoß ruht.

Berechnen Sie den Winkel ϑ zwischen den Flugrichtungen der beiden Teilchen nach dem Stoß als Funktion der Stoßenergie. (2 Punkte)

Zeigen Sie, dass im Impulsraum die Spitzen der Vektoren \mathbf{p}_1 und \mathbf{p}_2 auf einer Ellipse liegen und geben Sie die Halbachsen der Ellipse an. Betrachten Sie stets auch den nichtrelativistischen Grenzfall. (2 Punkte)

Aufgabe 18 : Compton-Effekt

Ein Lichtquant wird an einem anfänglich ruhenden Elektron gestreut. Berechnen Sie den Impuls und damit die Wellenlängenänderung des gestreuten Lichtquants als Funktion des Streuwinkels (Winkel zwischen der Richtung des einfallenden und auslaufenden Lichtquants). (2 Punkte)

Diskutieren Sie den Fall, dass das Elektron vor dem Stoß nicht ruht. (1 Punkt)

Aufgabe 19 : Kosmische Strahlung

Berechnen Sie die Schwellenenergie E_{krit} eines Nukleons N für die Reaktion



wenn γ ein Photon der Temperatur 3 K bezeichnet. Nehmen Sie den Fall des zentralen Stoßes an: $E_\gamma \sim kT$; $m_N c^2 = 940 \text{ MeV}$; $m_\pi c^2 = 140 \text{ MeV}$. (1 Punkt)

Abgabe der schriftlichen Aufgabe am 4.12.2018 in der Vorlesung.