

4. Übung zur Physik A/B 1

SS 2019

Ausgabe: 19.04.2019

Abgabe: bis 26.04.2019 12:30 Uhr

Briefkästen: 247, 248, 249

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Looping

7 Punkte

Stellen Sie sich vor, Sie säßen in einer Looping-Achterbahn. Der Looping hat einen Radius von $r = 10$ m.

- Wie groß muss die Geschwindigkeit am höchsten Punkt des Loopings mindestens sein, damit der Wagen an dieser Stelle nicht herunterfällt? Erstellen Sie dazu eine Skizze und machen Sie sich klar welche Kräfte im höchsten Punkt auf den Wagen wirken.
- Welche Geschwindigkeit müssen Sie demnach beim Hineinfahren am untersten Punkt im Looping haben?

Hinweis: Hier gilt Energieerhaltung.

- Ihr Wagen befindet sich auf dem höchsten Achterbahnberg mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und ist kurz davor herunterzurollen. Berechnen Sie die Höhe h , die dieser Berg mindestens haben muss, damit Sie den Looping ohne Absturz überwinden können.

Hinweis: Falls Sie bei b) zu keinem Ergebnis gekommen sind rechnen Sie hier mit $v = \sqrt{500} \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

BONUS (1 Zusatzpunkt): Welche Höhe müsste der Achterbahnberg auf dem Mond haben?

Aufgabe 2: Kosmische Myonen

8 Punkte

Die Erdatmosphäre ist ständig der Bestrahlung durch hochenergetische Teilchen aus dem Kosmos ausgesetzt. Wenn solche Teilchen auf die Atmosphäre treffen, entstehen u.a. kurzlebige Teilchen, die man Myonen nennt: Nach einer durchschnittlichen Eigenzeit von $\tau \approx 2,2 \cdot 10^{-6}$ s zerfallen sie wieder. Da die Masse und die Energien solcher Myonen sehr kleine Werte annehmen, wenn man sie in Kilogramm und Joule angibt, verwendet man oft die Einheit Elektronvolt mit $1 \text{ eV} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, bzw. $1 \text{ MeV} \approx 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

- In der Teilchenphysik wird die Ruhemasse des Myons mit $m_0 \approx 106 \text{ MeV}/c^2$ angegeben, wobei c die Lichtgeschwindigkeit ist. Wieso lässt sich die Masse so schreiben?
Tipp: Wie lautet die berühmte Gleichung von Albert Einstein?
- Das Myon habe eine Gesamtenergie von 1 GeV. Berechnen Sie mithilfe der relativistischen Gesamtenergie $E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$ den Impuls des Myons. Benutzen Sie dazu den in der a) angegebenen Wert und rechnen Sie sowohl diesen als auch die Gesamtenergie **nicht** in Joule um. Rechnen Sie möglichst lange allgemein (d.h. setzen Sie Werte erst am Ende der Rechnung ein).
- Sie sollten in der b) rausbekommen haben, dass das Myon einen Impuls von 992 MeV/c besitzt. Der relativistische Impuls ist gegeben mit $p = \gamma m_0 v$, wobei γ der in der Vorlesung eingeführte Lorentzfaktor ist. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Myons.

- d) Berechnen Sie mithilfe der Geschwindigkeit aus c) den Lorentzfaktor γ und bestimmen Sie, nach welcher Zeit das Myon im Laborsystem zerfällt.
- e) Wie weit fliegen die Myonen im Schnitt bis sie zerfallen wenn Sie die relativistischen Effekte vernachlässigen und wenn Sie sie berücksichtigen?

Aufgabe 3: Erdmasse

2 Punkte

Der Mond umkreist die Erde innerhalb von $T = 27$ d in einem Abstand von $r = 384\,400$ km. Berechnen Sie mithilfe dieser Werte die Masse der Erde.