

Ass.Prof. Dr. R.A. Wilhelm
wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Grundlagen der Physik (130.001) 2022W

10.11.2022

Aufgabe 5.1 - 2 Pkt.

In Bremen (53°5' nördlicher Breite) steht ein Fallturm mit einer evakuierten senkrecht stehenden Röhre der Länge $L = 123\text{ m}$. Nehmen Sie an, dass Sie ein Fallexperiment mit einer Kugel der Masse $M = 100\text{ g}$ durchführen. Welche Abweichung des Auftreffpunktes der Kugel von der Vertikalen würden Sie (ausschließlich) unter Berücksichtigung der Corioliskraft erwarten? (Abweichungen durch eine zusätzliche Zentrifugalbeschleunigung sollen hier nicht berücksichtigt werden.)

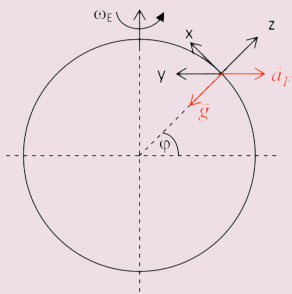


Figure 1: Skizze des Problems.

Lösung: ca. 1.8 cm.

Aufgabe 5.2 - 2 Pkt.

Ein Käfer krabbele auf einem Karussell ohne zu rutschen aus seiner Sicht gesehen in Bezug auf die Scheibe mit konstanter Geschwindigkeit radial von der Mitte nach außen. Bestimmen Sie alle auf den Käfer wirkenden Kräfte aus der Sicht des Käfers und aus der Sicht eines Beobachters, der neben dem Karussell steht.

Nehmen Sie an, dass sich die Scheibe gegen den Uhrzeigersinn dreht:

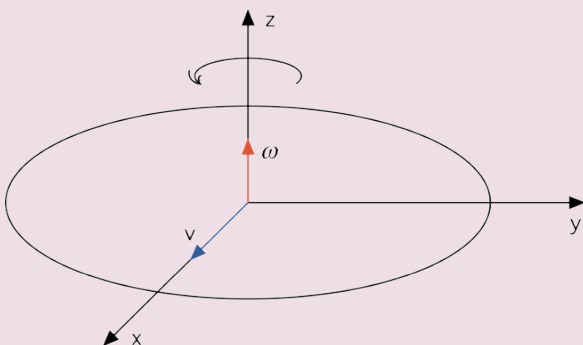


Figure 2: Skizze des Problems.

Lösung:

Aus Sicht des Käfers: $\vec{F}_Z = mr\omega^2\vec{e}_r$ und $\vec{F}_C = -2mv_0\omega\vec{e}_\varphi$

Aus Sicht des äußeren Beobachters: $\vec{F}(t)/m = \underbrace{2v_0\omega}_{2v_0\omega\vec{e}_\varphi} \begin{pmatrix} -\sin(\omega t) \\ \cos(\omega t) \end{pmatrix} - \underbrace{v_0\omega^2 t}_{\omega^2\vec{r}} \begin{pmatrix} \cos(\omega t) \\ \sin(\omega t) \end{pmatrix}$

Aufgabe 5.3 - 3 Pkt.

In einer Raumstation/einem Raumschiff will man Schwerelosigkeit vermeiden indem man durch Rotation ein „künstliches Schwerfeld“ erzeugt. Allerdings müssen dabei Coriolis-Kräfte in Kauf genommen werden. Stellen Sie sich deren Auswirkungen vor, z.B. für eine ringförmigen rotierenden Raum und jemanden, der den Ringkorridor entlang läuft (z.B. wie aus dem Film „2001: Odyssee im Weltraum“, Raumschiff „Discovery One“).



Figure 3: Bild aus dem Film 2001: Odyssee im Weltall

(a) Nehmen Sie an, der Ringkorridor habe einen Radius $R = 10\text{ m}$. Welche Umdrehungszeit wäre erforderlich, damit die Besatzung „Erdschwere“ erfahren würde.

(b) Damit die Besatzung fit bleibt, sollte sie regelmäßig trainieren, z.B. entlang des Ringkorridors laufen. Nehmen Sie an, das Besatzungsmitglied würde mit 5 m/s in Drehrichtung bzw. entgegen der Drehrichtung laufen. Würde sich die „gefühlte Schwere“ dadurch ändern, wenn ja wie?

(c) Nehmen Sie an ein Besatzungsmitglied würde von einer Sitzposition rasch aufstehen und zwar mit einer Geschwindigkeit von $v = 0.5\text{ m/s}$. Was würde passieren?

Lösung: (a) $T = 6.34\text{ s}$, (b) $a_+ = 22.2\text{ m/s}^2$ und $a_- = 2.4\text{ m/s}^2$

Aufgabe 5.4 - 2 Pkt.

(a) Ein Stab habe in seinem Ruhesystem S die Länge L_0 und schließe mit der x -Achse einen Winkel θ ein. Berechnen sie, ausgehend von der Lorentztransformation, die Länge L dieses Stabes, die in einem System S' gemessen wird, das sich mit der Geschwindigkeit v_x relativ zum Ruhesystem S des Stabes in Richtung der positiven x -Achse bewegt. Wie groß wird L' , von S' aus gemessen?

Lösung zur Kontrolle:

$$L' = L_0 \sqrt{(1 - \beta^2) \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}.$$

(b) Wenden sie dieses Ergebnis auf ein bewegtes gleichseitiges Dreieck mit der Seitenlänge L_0 an, wobei hier der Beobachter ruht. Bestimmen sie den Umfang eines solchen Dreieckes für eine Geschwindigkeit v parallel zu einer Winkelhalbierenden (siehe Abb.). Überprüfen sie beim Ergebnis den Grenzfall $v \rightarrow 0$!

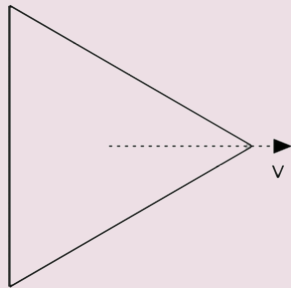


Figure 4: Skizze des Problems.

Lösung: (b) $U' = L_0(1 + \sqrt{4 - 3\beta^2})$

Aufgabe 5.5 - 2 Pkt.

Die mittlere Lebensdauer der Myonen (μ^-) beträgt im Ruhesystem $2 \cdot 10^{-6}$ s. Stellen Sie sich einen hoch in der Atmosphäre entstandenen großen Puls Myonen vor, der sich mit $v = 0.99c$ erdwärts bewegt. Die Anzahl der Stöße auf dem Weg abwärts sei gering. Bestimmen Sie die Entstehungshöhe, wenn 1% der ursprünglich vorhandenen Myonen die Erdoberfläche erreichen. (In dem bezüglich der Myonen ruhenden System beträgt die Anzahl der zum Zeitpunkt t überlebenden Teilchen $n(t) = n(0)e^{-t/\tau}$.)

Lösung: $h = 19.4$ km

Aufgabe 5.6 - 2 Pkt.

Ein Astronaut A startet zur Zeit $t = 0$ zu einer Reise zum Sirius (Entfernung 8.1 Lichtjahre) mit der Geschwindigkeit $v_A = 0.8c$. 1 Jahr später startet B mit $v_B = 0.9c$ zum gleichen Ziel. Wann überholt B seinen Kollegen A, gemessen im System von A, B und dem zuhause gebliebenen Kollegen C? Welche Relativgeschwindigkeit haben dabei A und B zueinander? Bei welcher Entfernung von C geschieht das?

Lösung: $t' = 5.4$ a und $t'' = 4.5$ a, $v_r = -0.36c$, $x_U = 7.2$ Ly

Aufgabe 5.7 - 2 Pkt.

Im August 2016 wurde bekannt gegeben, dass ein erdähnlicher Planet den Stern Proxima Centauri umkreisen soll. Da sich dieser Planet genannt Proxima b in der habitablen Zone befinden soll regt das sofort die Phantasie an. Sie stellen einige Rechnungen bezüglich eines Fluges dorthin an. Proxima Centauri ist günstigerweise mit einer Entfernung von 4.24 Lichtjahren der sonnennächste Stern.

(a) Mit welcher konstanten Geschwindigkeit müsste ein Raumschiff von der Erde dorthin fliegen um in 4 Jahren (Bordzeit) anzukommen?

(b) Welche Zeitdauer würde ein Beobachter auf der Erde messen?

Lösung: (a) $v/c = 0.727$, (b) $t_E = 5.83$ a