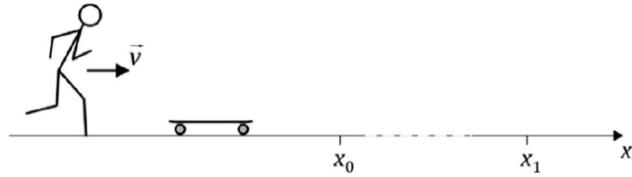


2.0 Ein Jugendlicher der Masse $m_J = 70 \text{ kg}$ läuft an und springt auf sein ruhendes Longboard, welches die Masse $m_L = 3,0 \text{ kg}$ hat. Zur Beschreibung der nachfolgenden Bewegung wird die in der Skizze dargestellte x -Achse verwendet. Die Geschwindigkeit des Jugendlichen hat unmittelbar vor dem Aufkommen auf dem Board die x -Koordinate $v_x = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Nach dem Aufkommen auf dem Board bewegt sich der Jugendliche mit seinem Board horizontal in x -Richtung weiter.



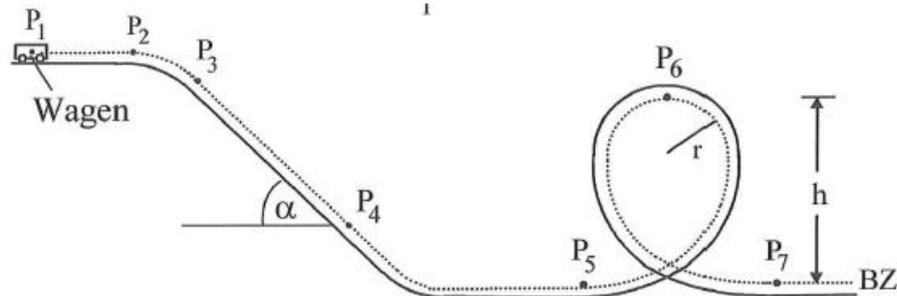
Zunächst werden alle Reibungseffekte vernachlässigt.

3 **2.1** Berechnen Sie die x -Koordinate u_x der Geschwindigkeit des Jugendlichen auf seinem Board unmittelbar nach dem Aufkommen.

5 **2.2** Die Spitze des Longboards mit dem darauf stehenden Jugendlichen hat später am Ort $x_0 = 0$ eine Geschwindigkeit mit der x -Koordinate $u_{0,x} = 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Die Reibung ist aufgrund eines anderen Bodenbelags nun nicht mehr vernachlässigbar. Der Reibungskoeffizient zwischen Bodenbelag und den Rollen des Boards ist konstant und hat den Wert μ . Deshalb wird der Jugendliche bis zum Ort $x_1 = 12,0 \text{ m}$ auf eine Geschwindigkeit mit der x -Koordinate $u_{1,x} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ abgebremst. Weitere Reibungseffekte werden nicht berücksichtigt. Berechnen Sie μ .

BE 1.0



Die oben stehende Abbildung zeigt das Profil einer Achterbahn. Ein Wagen bewegt sich auf Schienen vom Punkt P_1 bis zum Punkt P_7 ohne motorischen Antrieb. Der Wagen und die Insassen haben die Gesamtmasse $m = 950 \text{ kg}$. Die punktiert gezeichnete Linie ist die Bahnkurve, auf der sich der Schwerpunkt des Wagens mit Insassen bewegt. Das Bezugsniveau BZ für die potenzielle Energie ist die Horizontalebene durch die Punkte P_5 und P_7 .

Bei allen Teilaufgaben sind Luftwiderstand und Rotationsenergie der Räder zu vernachlässigen.

- 3 1.1 Um den Nervenkitzel für die Fahrgäste zu erhöhen, wird der Wagen kurz vor der steilen Abfahrt bei der Fahrt vom Punkt P_1 bis zum Punkt P_2 von der Geschwindigkeit \vec{v}_1 mit dem Betrag $v_1 = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Geschwindigkeit \vec{v}_2 mit dem Betrag v_2 abgebremst.

Die Strecke $[P_1P_2]$ hat die Länge $s_{12} = 5,0 \text{ m}$, die Verzögerung \vec{a}_v den Betrag $a_v = 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Berechnen Sie v_2 .

- 4 1.2 Zwischen P_3 und P_4 ist die Bahn um den Winkel $\alpha = 50^\circ$ gegen die Horizontale geneigt. Die Reibungszahl für die Reibung zwischen den Wagenrädern und den Schienen beträgt $\mu = 0,012$. Berechnen Sie den Betrag a der Beschleunigung \vec{a} , die der Wagen auf der Strecke $[P_3P_4]$ erfährt.

- 1.3.0 Den Punkt P_5 passiert der Wagen mit der Geschwindigkeit \vec{v}_5 , die den Betrag $v_5 = 27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hat.

Der Wagen mit den Fahrgästen besitzt in P_5 die mechanische Gesamtenergie $E_{\text{ges},5}$.

Der Wagen wird nun auf eine vertikale Schleife (Looping) gelenkt.

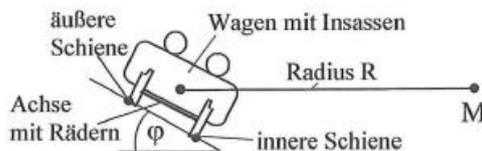
- 4 1.3.1 Auf dem Weg von P_5 zum Punkt P_6 in der Höhe $h = 29 \text{ m}$ über dem Bezugsniveau BZ verliert der Wagen durch Reibung $8,0\%$ der Energie $E_{\text{ges},5}$ und erreicht P_6 mit der Geschwindigkeit \vec{v}_6 .

Berechnen Sie den Betrag v_6 der Geschwindigkeit \vec{v}_6 . [Ergebnis: $v_6 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]

- 5 1.3.2 Im oberen Teil der Loopingbahn bewegt sich der Schwerpunkt des Wagens auf einem Halbkreis mit dem Radius $r = 6,5 \text{ m}$. Im Punkt P_6 üben die Schienen auf den Wagen die Kraft \vec{F}_S aus.

Berechnen Sie den Betrag F_S der Kraft \vec{F}_S .

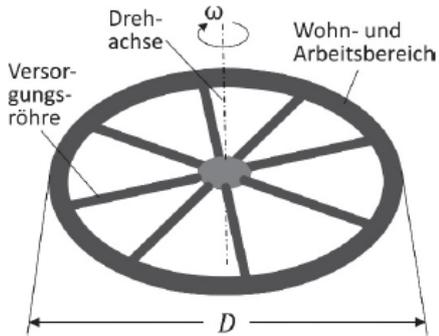
- 6 1.4 Der Wagen hat den Punkt P_7 passiert und fährt nun durch eine Kurve, die in einer horizontalen Ebene liegt. Dabei bewegt sich der Schwerpunkt des Wagens mit Insassen auf einem Kreisbogen mit dem Mittelpunkt M und dem Radius $R = 14 \text{ m}$.



Damit bei der Kurvenfahrt der seitliche Druck auf die Schienen möglichst klein ist, sind die äußeren Schienen höher angeordnet als die inneren Schienen, so dass die Radachsen des Wagens mit der Horizontalen einen Winkel φ einschließen.

Berechnen Sie anhand eines Kräfteplans diesen (Kurvenüberhöhungs-) Winkel φ für eine

Bahngeschwindigkeit mit dem Betrag $v = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 1.0** Die Besiedlung des Weltraums hat in der Science-Fiction-Literatur schon lange begonnen. Dort beschriebene Raumstationen sind in der Regel großzügig dimensioniert und komfortabel.
Im Folgenden soll eine Raumstation betrachtet werden, die sich antriebslos auf einer Kreisbahn mit dem Radius r um den Schwerpunkt der Erde (Masse $m_E = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg) bewegt. Die Raumstation bewegt sich dabei mit der Bahngeschwindigkeit \vec{v} .
- 4 **1.1** Zeigen Sie allgemein unter Verwendung des Gravitationsgesetzes, dass der Betrag v der Bahngeschwindigkeit dieser Raumstation nur von r abhängt.
- 6 **1.2** Beschreiben Sie kurz, was man unter der geostationären Umlaufbahn versteht und berechnen Sie den Radius r_{geo} dieser Umlaufbahn. Führen Sie eine Einheitenumrechnung durch.
- 1.3.0** Im Folgenden wird eine Raumstation betrachtet, deren Aufbau in der Skizze dargestellt ist. Der Wohn- und Arbeitsbereich befindet sich in dem kreisförmigen Ring mit dem Durchmesser $D = 1,8$ km.
Um die Veränderung der Belastung auf die Körper der Bewohner durch die Schwerelosigkeit so gering wie möglich zu halten, wird im Wohn- und Arbeitsbereich eine „künstliche Schwerkraft“ erzeugt. Dafür wird die Raumstation in eine Rotation mit der Winkelgeschwindigkeit ω um eine Drehachse senkrecht zur Ringebene versetzt (siehe Skizze).
- 
- 4 **1.3.1** Berechnen Sie die notwendige Umlaufdauer T der Raumstation um diese Drehachse, damit auf einen Bewohner im Wohnbereich radial eine Kraft wirkt, deren Betrag genauso groß ist wie der Betrag der Gewichtskraft auf diesen Bewohner auf der Erde.
- 5 **1.3.2** Die Umlaufdauer der Raumstation um die Drehachse beträgt $T = 60$ s.
Ein Arbeiter muss an der Außenhülle des Wohnbereichs im Abstand von $a = D/2$ zur Drehachse Servicearbeiten durchführen. In einem Augenblick der Unachtsamkeit löst sich unbemerkt ein Werkzeug vom Gürtel des Arbeiters.
Berechnen Sie die Entfernung e des Werkzeugs vom Arbeiter nach exakt einem halben Umlauf der Raumstation um die Drehachse.