

Kraft und Bewegung

Aufgabe 1

Ein Block der Masse 4 kg liegt auf einem waagrechten Tisch mit rauer Oberfläche. Wenn eine horizontale Kraft von 10 N angelegt wird, ist die Beschleunigung 2 m/s^2 .

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block.
- Wie groß ist der Reibungskraft in Newton?
- Wie groß ist der Gleitreibungskoeffizient, μ_{GR} zwischen dem Block und dem Tisch?
- Wie groß ist die Beschleunigung des Blocks, wenn eine Kraft von 20 N in einem Winkel von $36,87^\circ$ (gemessen nach unten von der Waagrechten) angreift?

Lsg.: b) 2 N c) $\mu_{GR} \approx 0,051$ d) $a \approx 3,35\text{ m/s}^2$

Aufgabe 2

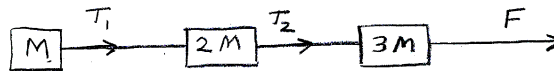
Ein Angler will einen Lachs von 8 kg anhalten, der mit einer Geschwindigkeit von 3 m/s schwimmt. Nach einer Strecke von 15 cm will er ihn zum Halten bringen.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Lachs.
- Welche Kraft in Newton muss die Angelschnur aushalten können?

Lsg.: b) 240 N

Aufgabe 3

Eine Kraft vom Betrag F zieht einen Zug mit drei Wagen nach rechts. Der erste Wagen hat eine Masse von $3M$, der zweite von $2M$ und der letzte von M . Ein Seil verbindet jeweils die Wagen. Nehmen Sie an, dass keine Reibung vorliegt und die Seile masselos sind.



- Zeichnen Sie einen Freischnitt für jede wagon.
- Berechnen Sie die Beschleunigung des Zuges, ausgedrückt mit Hilfe von F and M .
- Berechnen Sie die Seilkraft für jedes der drei Seile. Drücken Sie die Antwort mit Hilfe von F aus.

Lsg.: b) $a = \frac{F}{6M}$ c) $T_1 = F/6, T_2 = F/2$

Aufgabe 4

Zwei Blöcke mit den Massen 5 kg bzw. 10 kg liegen auf einem Tisch. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen den Blöcken und dem Tisch beträgt 0.4 . Die Blöcke sind verbunden durch ein masseloses Seil. Eine Kraft von 80 Newton zieht den 10 Kg Block nach rechts.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für jeden Block.
- Wie groß ist die Beschleunigung des Systems?
- Wie groß ist die Seilkraft?

Lsg.: b) $a = 1,413\text{ m/s}^2$ c) $T = 26,67\text{ N}$

Aufgabe 5

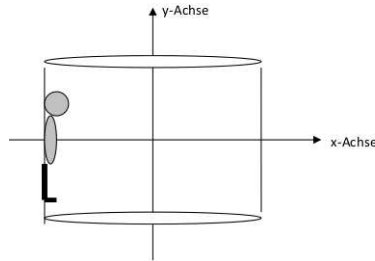
Ein Flugzeug fliegt mit konstantem Tempo von 420 km/h in einem Kreis mit Radius $8,0\text{ km}$.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt (Rückansicht).
- Was ist der Winkel der Tragflächen mit der Horizontalen?

Lsg.: b) $\theta \approx 9,85^\circ$

Aufgabe 6

Ein Fahrgeschäft auf dem Dultplatz besteht aus einem großen Zylinder mit Radius R , der um eine senkrechte Achse durch seine Mitte rotiert. Die Mitfahrer stehen mit dem Rücken gegen die Wand des Zylinders. Wenn der Zylinder schnell genug rotiert, fällt der Boden unter ihren Füßen weg.



- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Mitfahrer. (Tipp: Der Mitfahrer bewegt sich in gleichförmiger Kreisbewegung.)
- Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf, die in den gezeigten Moment für den Mitfahrer gelten. (Tipp: Was wissen Sie über die Summe der Kräfte in y -Richtung? In x -Richtung?)
- Wie groß ist die längste Rotationsperiode T , für die der Mitfahrer nicht rutscht, bei einem Radius des Zylinders von $2,5\text{ m}$ und einem Haftreibungskoeffizienten μ_{HR} von $0,4$?

Lsg.: $2,007\text{ s}$

Aufgabe 7

Der Haftreibungskoeffizient zwischen Autoreifen und der Straße beträgt $\mu_{HR} = 0.6$. Sie fahren um eine Kurve mit einem Radius von $r = 10\text{ m}$.

- Wie groß ist die höchste Geschwindigkeit in km/h , mit der Sie fahren können, ohne dass das Auto zu rutschen beginnt?

Lsg.: a) $27,6\text{ km/h}$

Aufgabe 8

Nehmen Sie jetzt an, dass bei dem Auto von Aufgabe 7 die Straße nach innen geneigt ist in einem Winkel $\theta = 5^\circ$ zur Horizontalen.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für das Auto.
- Wie groß ist die Maximalgeschwindigkeit jetzt, so dass der Wagen nicht ins Rutschen kommt?

Lsg.: b) $30,4 \text{ km/h}$

Aufgabe 9

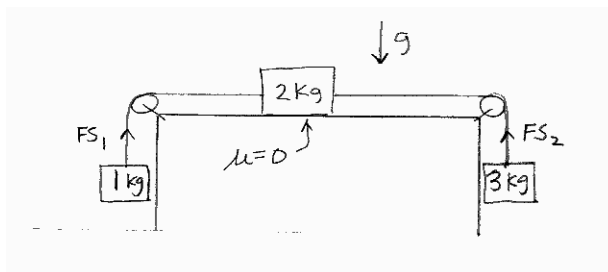
Ein Auto der Masse m fährt einen Berg hinauf. Die Straße hat einen Winkel von θ mit der Waagrechten. Der Haftreibungskoeffizient zwischen den Reifen und der Straße ist μ_{HR} . Die Fahrerin tritt auf die Bremse.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Wagen, wenn er den Berg hinauffährt.
- Wie groß ist die Maximalbeschleunigung, wenn das Auto bergauf fährt?
- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Wagen, wenn er den Berg hinunterfährt.
- Wie groß ist die Maximalbeschleunigung, wenn das Auto bergab fährt?

Lsg.: b) $|a_{max}| = g(\mu_{HR}\cos\theta + \sin\theta)$ d) $|a_{max}| = g(\mu_{HR}\cos\theta - \sin\theta)$

Aufgabe 10

Betrachten Sie den Aufbau in der angegebenen Skizze. Vernachlässigen Sie die Reibung zwischen dem 2 kg Block und dem Tisch. Alle Seile und Rollen sind masselos.

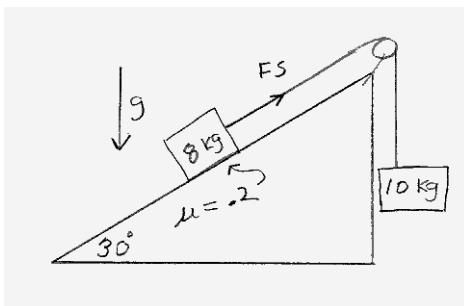


- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block.
- Wie groß ist die Beschleunigung des Systems? Drücken Sie Ihre Antwort mit Hilfe von g aus.
- Wie groß sind die Seilkräfte FS_1 und FS_2 ?

Lsg.: b) $a = g/3$ c) $FS_1 = 13,1\text{ N}$, $FS_2 = 19,6\text{ N}$

Aufgabe 11

Betrachten Sie den Aufbau in der angegebenen Skizze. Das Seil und die Rolle sind masselos. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Block und der Unterlage ist $\mu_{GR} = 0,2$.



- Zeichnen Sie einen Freischnitt für jeden Block.
- Wie groß ist die Beschleunigung des Systems? Drücken Sie Ihre Antwort mit Hilfe von g aus.
- Wie groß ist die Seilkraft FS ?

Lsg.: b) $a \approx 2,51\text{ m/s}^2$ c) $FS \approx 72,9\text{ N}$

Aufgabe 12

Ein Block der Masse $3,0\text{ kg}$ liegt auf einem waagrechten Tisch und ist über ein (masseloses) Seil und eine Winde mit einem zweiten Block (Masse $2,0\text{ kg}$) verbunden, der am Verbindungsseil in einer Höhe von $1,50\text{ m}$ über dem Boden hängt.

- Zeichnen Sie eine Skizze der Anordnung mit Freischnitten der beiden Blöcke, wobei Sie die Reibung zwischen Block 1 und dem Tisch berücksichtigen müssen.
- Welche Geschwindigkeit hat Block 2 in dem Moment, bevor er auf dem Boden auftrifft (bei Vernachlässigung der durch den Tisch ausgeübten Reibungskraft)?

- c. Welche Geschwindigkeit hat Block 2 in dem Moment, bevor er auf dem Boden auftrifft, unter Berücksichtigung der durch den Tisch ausgeübten Reibungskraft (Reibungskoeffizient: 0,15)?

Lsg.: b) $v \approx 3,42 \text{ m/s}$ c) $v \approx 3,02 \text{ m/s}$

Aufgabe 13

Ein Vater (Masse 150 kg ,) möchte auf einer Schaukel auf dem Spielplatz schaukeln. Die Schaukel hat zwei Seile, die jeweils die Länge 4 m haben. Jedes Seil kann einer Kraft von 1000 N standhalten, bevor es reißt.

- a. Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Vater in niedriger Höhe des Schwungs.
- b. Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit des Vaters am tiefsten Punkt der Schaukel, ohne dass die Seile reißen?

Lsg.: b) $v_{max} \approx 3,76 \text{ m/s}$

Aufgabe 14

Ein Junge, der gern schaukelt, möchte wissen, wie schnell er sich bewegt am tiefsten Punkt der Schaukel. Deshalb setzt er sich auf eine Personenwaage auf der Schaukel. Außerdem misst er die Länge der Seile und erhält das Ergebnis $3,5 \text{ m}$. Wenn er auf der Personenwaage sitzt, ohne zu schaukeln, zeigt die Waage 400 N an. Dann schaukelt er. Wenn er am tiefsten Punkt der Schwingung ist, zeigt die Waage 550 N an.

- a. Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Jungen am tiefsten Punkt der Schwingung.
- b. Wie schnell ist er an diesem Punkt?

Lsg.: b) $v \approx 3,59 \text{ m/s}$

Aufgabe 15

Ein Block rutscht eine Schräge hinunter, die einen Winkel von 30° zur Waagrechten hat. Die Beschleunigung des Blocks die Schräge hinunter beträgt $g/3$.

- a. Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block.

- b. Wie groß ist der Gleitreibungskoeffizient, μ_{GR} zwischen dem Block und der Oberfläche der Schräge?

Lsg.: b) $\mu_{GR} = \frac{1}{3\sqrt{3}}$

Aufgabe 16

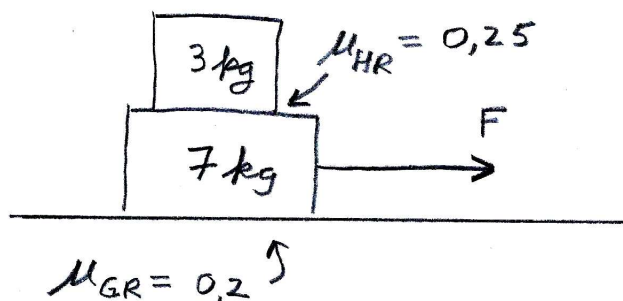
Wenn ein großer Block ruhig an einer Federwaage hängt, zeigt diese 100 Einheiten an. Wenn Sie den Block an der Federwaage mit konstanter Geschwindigkeit über eine waagrechte Oberfläche ziehen, zeigt die Waage 60 Einheiten an.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block, wenn er horizontal gezogen wird.
- Wie groß ist der Gleitreibungskoeffizient, μ_{GR} , zwischen dem Block und der Oberfläche?
- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block, wenn er auf ein Gefällstrecke von 30° gezogen wird.
- Was zeigt die Federwaage an, wenn Sie den Block mit konstanter Geschwindigkeit eine 30° Schräge aufwärts ziehen? Nehmen Sie den bereits oben berechneten Gleitreibungskoeffizienten an.

Lsg.: b) $\mu_{GR} = 0,6$ d) $FS = 50 + 30\sqrt{3} \approx 102$

Aufgabe 17

Betrachten Sie die in der Skizze dargestellten Blöcke. Ein Block (Masse 3 kg) liegt auf einem zweiten Block (Masse 7 kg). Der untere Block wird mit einer Kraft von F gezogen. Der Haftreibungskoeffizient zwischen den beiden Blöcken ist $\mu_{HR} = 0.25$. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem unteren Block und dem Tisch ist $\mu_{GR} = 0.2$.

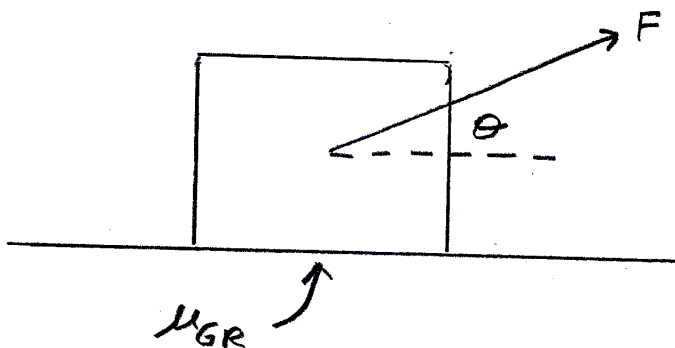


- Zeichnen Sie einen Freischnitt für jede Block.
- Wie groß ist die maximale Beschleunigung, die die Blöcke haben können, ohne dass der obere Block von dem unteren herunterrutscht?
- Wie groß ist die maximale Kraft F , so dass der obere Block nicht von dem unteren herunterrutscht?

Lsg.: b) $a_{max} = g/4 \approx 2,45\text{ m/s}^2$ c) $F_{max} = 4.5g \approx 44.1\text{ N}$

Aufgabe 18

Sie ziehen Ihren Koffer (Masse m) mit konstanter Geschwindigkeit über den Boden. Sie ziehen mit einer Kraft F in einem Winkel θ zur Waagrechten. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Koffer und dem Boden sei μ_{GR} .

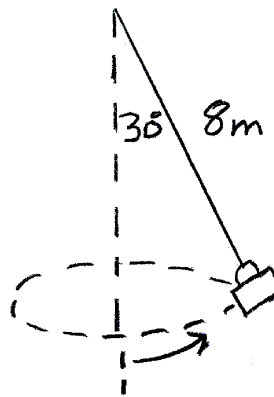


- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Koffer.
- Drücken Sie die Kraft F aus mit Hilfe der Größen m , g , μ , and θ .

Lsg.: $F = \mu_{GR}mg / (\cos\theta + \mu_{GR}\sin\theta)$

Aufgabe 19

Auf der Landshuter Dult gibt es ein Kettenkarussell, bei dem die Mitfahrer auf Stühlen sitzen, die an Ketten an einer rotierenden Scheibe aufgehängt sind. Wenn sich die Scheibe dreht, schwingen die Stühle in einem horizontalen Kreis. Zunächst bewegt sich der leere Stuhl (Masse 120 kg) in einem Kreis. Dabei macht die Kette (Länge 8 m) einen Winkel von 30° mit der Vertikalen, wie gezeigt in der Skizze.



- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Stuhl.
- Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit (das Tempo) des Stuhls?
- Wie groß ist der Betrag der Seilkraft der Ketten in Newton?
- Jetzt sitzt eine Mitfahrerin (Masse 50 kg) auf dem Stuhl, dessen Kette weiterhin einen Winkel von 30° mit der Vertikalen bildet. Wenn die Mitfahrerin auf einer Personenwaage sitzt, welchen Wert in kg zeigt diese an?

Lsg.: b) $4,757\text{ m/s}$ c) 1358 N d) $57,7\text{ kg}$ or $565,8\text{ N}$

Aufgabe 20.

Ein PKW der Masse $m = 1500 \text{ kg}$ fährt auf einer Ebene (Steigung 0%) unter dem Einfluss von Luft- und Rollreibung. Luftwiderstands- beiwert und Stirnfläche des Fahrzeugs sind durch $c_w = 0,32$ und $A = 2,4 \text{ m}^2$ gegeben. Der Rollwiderstandsbeiwert ist durch $c_r = 0,01$ definiert. Die Dichte der Luft beträgt $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Es wirkt die Erdbeschleunigung $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- Welche Antriebskraft F_0 und -leistung P_0 sind am Rad erforderlich, um eine konstante Geschwindigkeit von $v_0 = 100 \text{ km/h}$ zu fahren?
- Zeichnen Sie in ein Geschwindigkeits-Kraft-Diagramm qualitativ die Kräfte aus Luft- und Rollwiderstand sowie die gesamte Widerstandskraft in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit v ein und kennzeichnen Sie diese.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 , ab der der Luftwiderstand gegen über dem Rollwiderstand überwiegt? Kennzeichnen Sie v_1 auch im Diagramm.
- Welche Höchstgeschwindigkeit v_{max} erreicht das Fahrzeug, wenn die Antriebskraft $F_{v_{max}}$ am Rad bei v_{max} 1500 N entspricht. Welche Antriebsleistung am Rad $P_{v_{max}}$ ist für das Fahren mit v_{max} erforderlich?

Das Fahrzeug wird nun bei trockener Strasse (Reibkoeffizient $\mu_{GR} = 0,5$) durch eine Vollbremsung (alle Räder blockieren, kein ABS) aus der Geschwindigkeit v_0 bis zum Stillstand verzögert.

- Geben Sie die Bewegungsgleichung des Fahrzeugs an.
- Wie lange ist der Bremsweg bei eine Geschwindigkeit von $v_0 = 100 \text{ km/h}$, wenn der Luftwiderstand bei diesem Vorgang vernachlässigt wird?

Lsg.: a) $F_0 = 502,6 \text{ N}$, $P_0 = 13,96 \text{ kW}$ c) $v_1 = 64,3 \text{ km/h}$ d) $v_{max} = 195 \text{ km/h}$,
 $P(v_{max}) = 81,3 \text{ kW}$ f) $x \approx 78,7 \text{ m}$