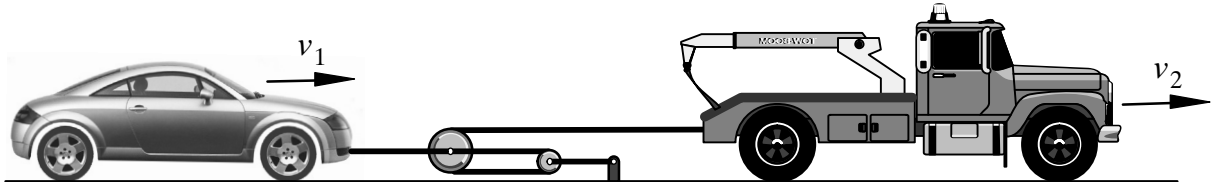


9 Mehrkörpersysteme

Aufgabe 1

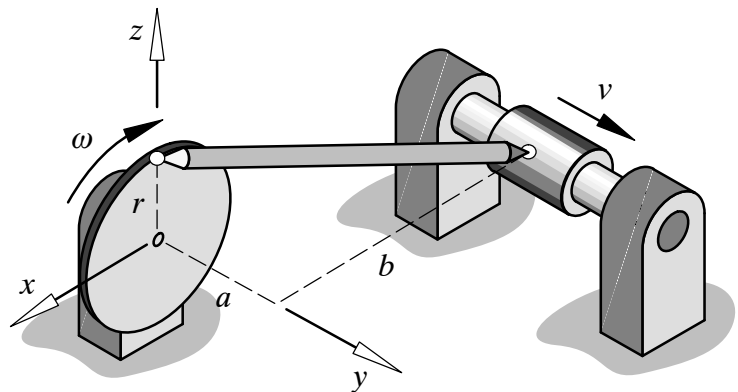
Ein steckengebliebenes Fahrzeug wird von einem Abschleppwagen mit Hilfe eines Flaschenzugs herausgezogen.



- Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Geschwindigkeiten v_1 und v_2 ?
- Welcher Zusammenhang ergibt sich daraus für die Fahrzeugbeschleunigungen und die zurückgelegten Wege?

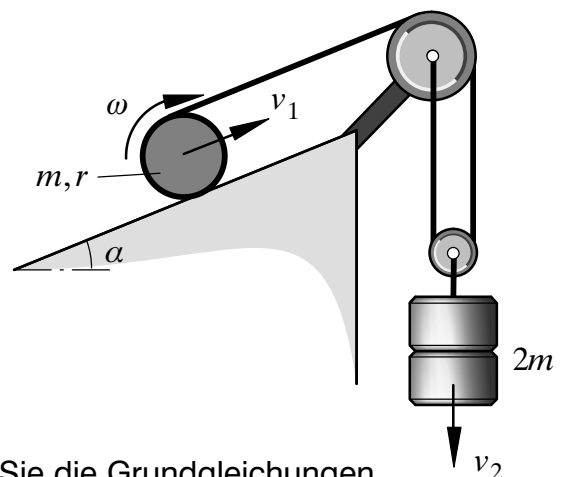
Aufgabe 2

In einem räumlichen Schubkurbelmechanismus treibt eine Exzenter-scheibe (Radius r , Winkelgeschwindigkeit ω) über eine starre Koppel einen Schieber. Wie groß ist die Schiebergeschwindigkeit v im skizzierten Augenblick?



Aufgabe 3

Ein homogener Zylinder (Radius r , Masse m) wird über einen Flaschenzug von einem Gewicht (Masse $2m$) auf einer schiefen Ebene (Winkel α) hochgezogen. Die Umlenkrollen können als masselos betrachtet werden, der Zylinder soll im Auflagepunkt nicht gleiten.

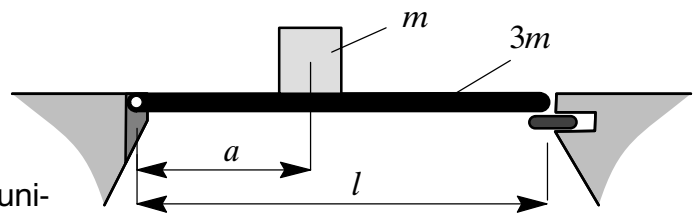


- Wie groß ist der Freiheitsgrad des Systems? Wählen Sie unabhängige Bewegungsgrößen und stellen Sie kinematische Beziehungen zu den anderen Größen her.
- Schneiden Sie das System frei und formulieren Sie die Grundgleichungen.
- Bestimmen Sie die Winkelbeschleunigung des Zylinders.
- Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient zwischen Zylinder und schiefer Ebene sein, um ein Abrollen zu garantieren?



Aufgabe 4

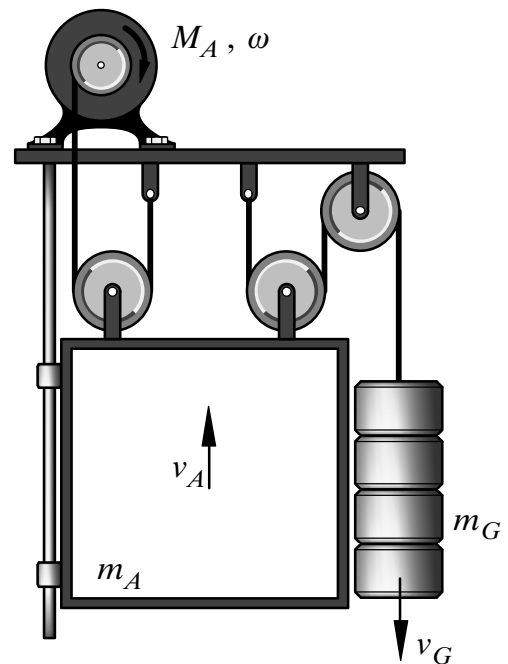
Eine Kiste (Punktmasse m) liegt auf einer Falltür, die als homogene Platte (Masse $3m$) modelliert werden kann.



- Wie groß ist die Anfangswinkelbeschleunigung der Falltür direkt nach Entriegeln, wenn die Kiste nicht abhebt?
- Wie groß ist dabei die Auflagekraft der Kiste? In welchem Bereich muss die Kiste liegen, um nicht abzuheben?
- Wie groß ist die Anfangswinkelbeschleunigung der Falltür, wenn die Kiste außerhalb dieses Bereichs liegt?

Aufgabe 5

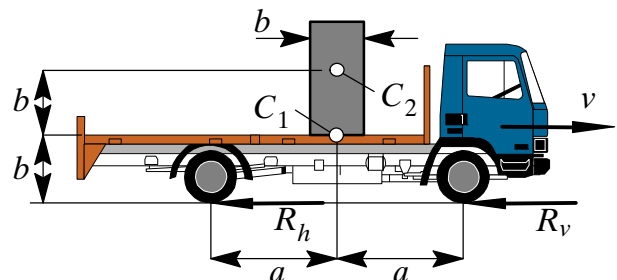
Ein Aufzug (Masse m_A) wird über masselose Seilrollen von einem Gegengewicht (Masse m_G) und einem Motor (Seiltrommelradius R , Antriebsmoment M_A , vernachlässigbare Trägheit) gehalten.



- Wie lauten die Zusammenhänge zwischen ω , v_A und v_G ?
- Schneiden Sie das Aufzugsystem frei und formulieren Sie die Grundgleichungen.
- Wie groß ist die Aufzugbeschleunigung \dot{v}_A ?
- Für welche Massenverhältnisse ist eine Abwärtsbewegung möglich? Wie groß ist für ein solches Massenverhältnis die maximale Abwärtsbeschleunigung des Aufzugs?
- Wie groß muss das Motormoment M_A sein, um eine ebenso große Aufwärtsbeschleunigung zu erreichen?

Aufgabe 6

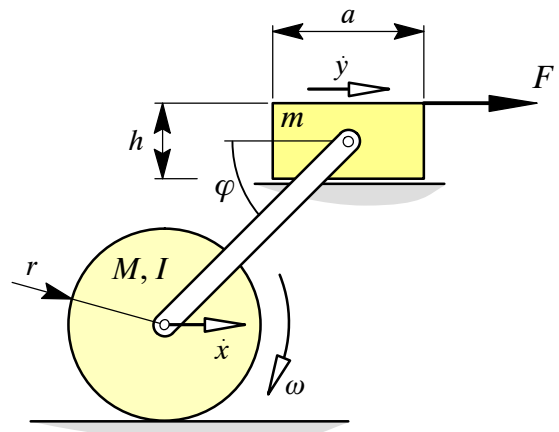
Ein Lkw (Masse M , Schwerpunkt C_1) mit Ladung (Masse m , Schwerpunkt C_2) bremst mit gegebener Verzögerung $\dot{v} < 0$.



- Schneiden Sie Lkw und Ladung frei und formulieren Sie die Grundgleichungen.
- Bestimmen Sie Größe und Angriffspunkt der Kontaktkräfte zwischen Ladung und Lkw. Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient μ_0 sein, damit die Ladung nicht verrutscht? Wie groß darf die Verzögerung maximal sein, damit die Ladung nicht kippt?
- Wie groß sind die Reifenkräfte bei einer Verzögerung von $\dot{v} = -g/2$? Warum lässt sich R_v und R_h nicht einzeln berechnen? In welchem optimalen Verhältnis sollte R_v und R_h stehen, wenn die Reibungsverhältnisse an beiden Achsen gleich sind?

Aufgabe 7

Eine horizontale Kraft F beschleunigt einen Quader (Masse m , Länge a , Höhe h), der sich reibungsfrei auf einer Schiene bewegen kann. Über einen masselosen Stab wird eine Walze (Masse M , Radius r , Massenträgheitsmoment bezüglich des Schwerpunkts I) mitbewegt. Die Walze soll dabei auf der Unterlage abrollen, der Quader soll nicht abheben oder kippen.

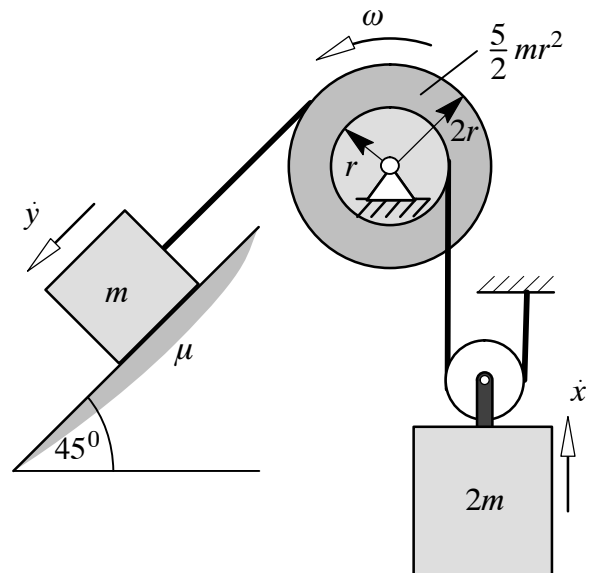


a) Stellen Sie kinematische Beziehungen zwischen \dot{x} , \dot{y} und ω her. Wie lautet die Bewegungsgleichung des Systems?

b) Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Annahmen der Berechnung (Rollen, kein Kippen) erfüllt sind?

Aufgabe 8

Ein Aufzug (Masse $2m$) wird durch ein auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel 45° , Gleitreibungskoeffizient μ) gleitendes Gegengewicht (Masse m) nach oben gezogen. Dabei laufen die Seile über eine Trommel (Massenträgheitsmoment $5mr^2/2$) mit unterschiedlichen Radien (äußerer Radius $2r$, innerer Radius r). Die Umlenkrolle am Aufzug ist masselos.

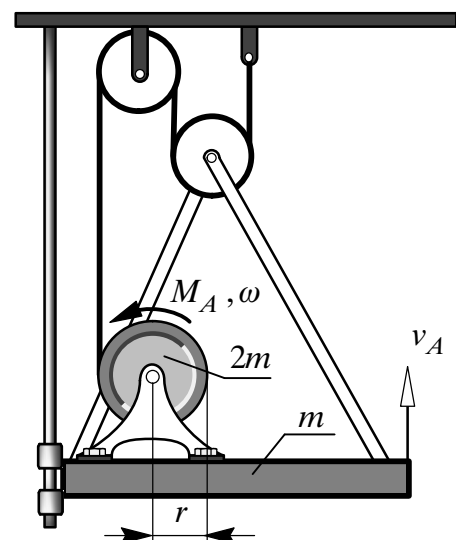


a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems auf.

b) Wie groß darf der Gleitreibungskoeffizient μ höchstens sein, damit der Aufzug nach oben beschleunigt wird?

Aufgabe 9

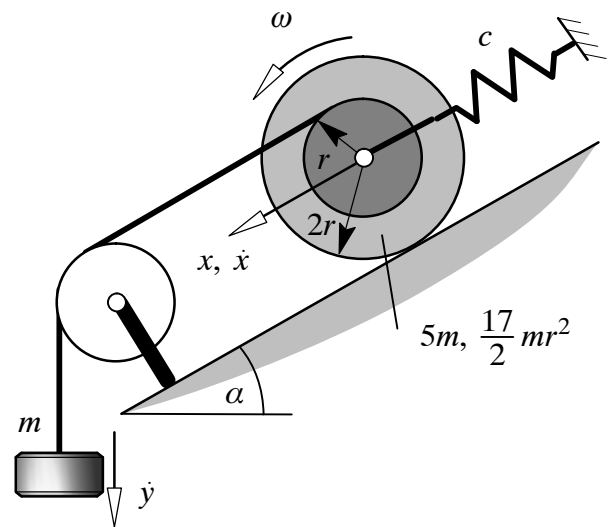
Die Aufwärtsgeschwindigkeit eines Aufzugskorbes (Masse m) mit eingebauter Seilwinde (Masse $2m$, Trommelradius r , Massenträgheitsmoment mr^2) ist $v_A(t)$. Die Winde erzeugt das Antriebsmoment M_A und bewegt den Aufzug über ein masseloses Seil, das über zwei ebenfalls masselose Rollen läuft. Die vertikale Führungsschiene ist reibungsfrei. Wie groß ist die Aufzugsbeschleunigung \dot{v}_A ?





Aufgabe 10

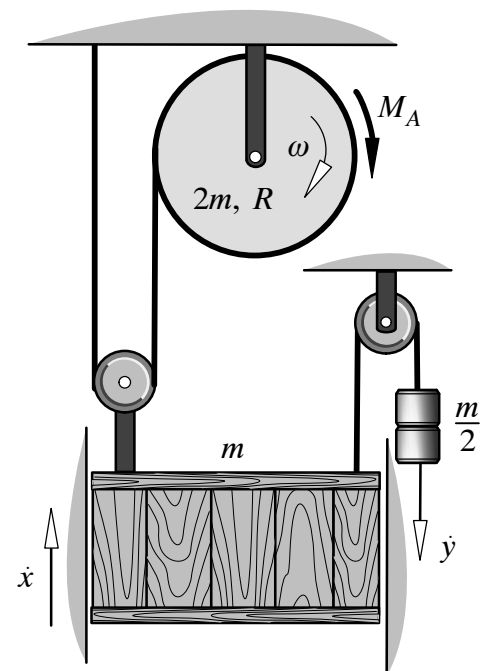
Auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel α) rollt eine Walze (Masse $5m$, Massenträgheitsmoment $\frac{17}{2}mr^2$), die über ein Seil und eine masselose Umlenkrolle durch ein Gewicht (Masse m) belastet ist und von einer Feder (Federsteifigkeit c) gehalten wird. Für $x = 0$ sei die Feder entspannt. Wie lautet die Bewegungsgleichung des Systems?



Aufgabe 11

Eine Kiste (Masse m) mit reibungsfreier seitlicher Führung wird durch ein Seil angehoben. Das Seil läuft über eine masselose Umlenkrolle zur Seiltrommel (homogener Zylinder, Masse $2m$, Radius R), die durch das Moment M_A angetrieben wird. Gleichzeitig wird dabei ein Gegengewicht (Masse $m/2$) abgesenkt.

- Wie lautet die Bewegungsgleichung des Systems?
- Wie groß muss das Antriebsmoment M_A mindestens sein, damit die Kiste nach oben beschleunigt wird?



Aufgabe 12

Ein Mann (Masse $2m$) bewegt einen einfachen Aufzug (Masse m) durch ein über eine homogene Rolle (Masse m , Radius R) geführtes Seil an dem er mit der Kraft F zieht. Der Fahrkorb wird durch eine seitliche reibungsfreie Führung in waagerechter Lage gehalten.

- Geben Sie die Bewegungsgleichung des Systems an.
- Berechnen Sie die Abstandskraft zwischen Fahrgast und Fahrkorb.
- Wie groß ist die maximale Aufwärtsbeschleunigung, ohne dass der Fahrgast abhebt?

