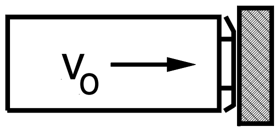
4. Kinetik des Massenpunktes

4.1 Prinzip von D`Àlambert

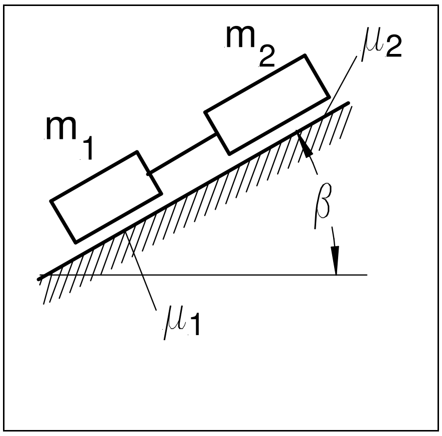
Aufgabe 4.1: Ein PKW fährt auf ein starres Hindernis zu. Es gelingt dem Fahrer vor dem Aufprall, seine Geschwindigkeit auf $\mathbf{v_0}$ zu reduzieren. Während der Aufprallphase wird die Knautschzone des Fahrzeuges um Δl zusammengedrückt.



1.) Berechnen Sie unter der Annahme einer konstanten Verzögerung während des Aufpralls die Bremsverzögerung **a** und die Zeitdauer Δt bis das Fahrzeug zum Stillstand kommt.
2.) Welche Kraft müsste der Fahrer (Masse **m**) aufbringen, um sich im Sitz zu halten?

Gegeben: $\mathbf{v_0}$ = 20 m/s; Δl = 1 m ; **m** = 75 kg .

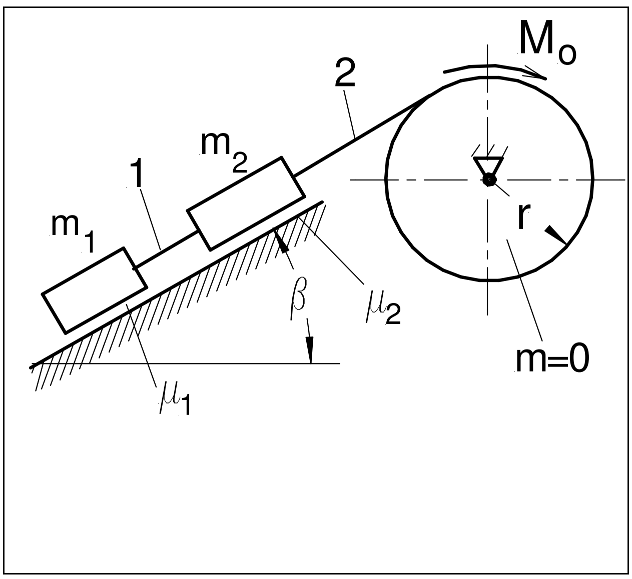
Aufgabe 4.2: Zwei Körper (Massen $\mathbf{m_1}$ und $\mathbf{m_2}$) sind miteinander durch eine starre masselose Stange verbunden und rutschen aus der Ruhelage auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel β) abwärts. Zwischen dem Körper 2 und der Unterlage existiert die Reibung (Gleitreibungszahl μ). Man berechne:



- Die Bahnbeschleunigung der beiden Körper
- Die Kraft in der zur schiefen Ebene parallelen Stange
- Den Weg, den die beiden Körper in der Zeit $\mathbf{t_1}$ zurückgelegt haben.

Gegeben: $\mathbf{m_1}$ = 100 kg; $\mathbf{m_2}$ = 50 kg; $\beta = 30^o$; $\mathbf{t_1}$ = 5 s; μ_1 = 0,1; μ_2 = 0,2;

Aufgabe 4.3: Zwei Körper (Massen $\mathbf{m_1}$ und $\mathbf{m_2}$), die über eine masselose Stange **1** miteinander verbunden sind, sind an einem Seil **2** befestigt. Das Seil ist auf einer masselosen Kreisscheibe aufgewickelt. Durch die Drehbewegung der Kreisscheibe, auf die ein Drehmoment $\mathbf{M_o}$ ausgeübt wird, werden die beiden Körper eine schiefe Ebene (Neigungswinkel β) hinaufgezogen. Zwischen jedem Körper und der Unterlage existiert die Reibung (Gleitreibungszahlen μ_1 und μ_2). Man berechne:



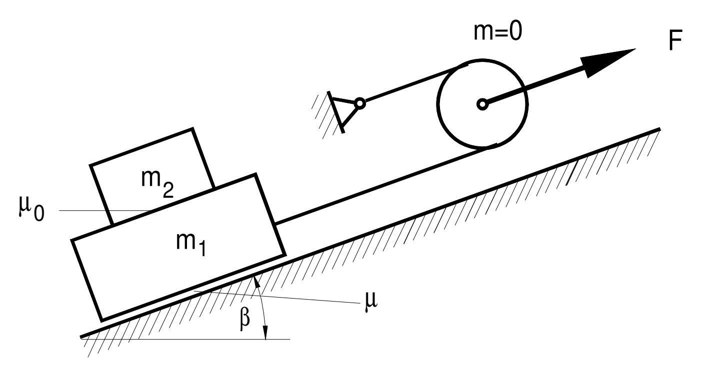
- Die Bahnbeschleunigung der beiden Körper
- Die Kraft in der zur schiefen Ebene parallelen Stange **1**
- Die Kraft im Seil **2**.

Gegeben: $\mathbf{m_1}$ = 20 kg; $\mathbf{m_2}$ = 10 kg; $\beta = 30^o$; μ_1= 0,1; μ_2= 0,15; r = 0,2 m; $\mathbf{M_o}$ = 40 Nm.

Aufgabe 4.4: Das nebenstehend gezeichnete System besteht aus den aufeinander liegenden Massen $\mathbf{m_1}$ und $\mathbf{m_2}$, einer masselosen Umlenkrolle und einem masselosen Seil. Die Masse $\mathbf{m_2}$ wird durch Reibung gehalten (Haftreibungskoeffizient $\boldsymbol{\mu_0}$). An der Masse $\mathbf{m_1}$ ist ein Seil befestigt, das um die Umlenkrolle gelegt und dann an einer Wand festgemacht ist. An der Umlenkrolle wird mit der Kraft **F** gezogen. Die Reibung zwischen der Masse $\mathbf{m_1}$ und der schiefen Ebene beträgt $\boldsymbol{\mu}$.

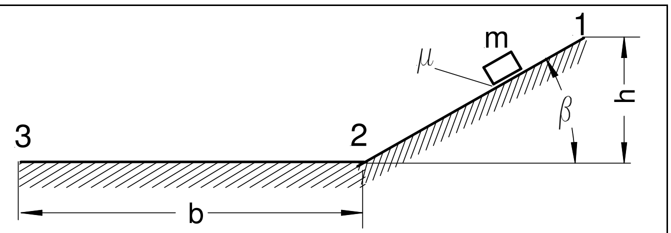
a) Wie groß ist die Beschleunigung der Massen?
b) Wie groß darf die Beschleunigung maximal sein, ohne dass die Masse $\mathbf{m_2}$ herunterfällt?

Gegeben: $\mathbf{m_1} = 8$ kg, $\mathbf{m_2} = 2$ kg, $\mathbf{F} = 120$ N, $\boldsymbol{\beta} = 30°$, $\boldsymbol{\mu_0} = 0.7$, $\boldsymbol{\mu} = 0.1$



Aufgabe 4.5: Die skizzierte Förderanlage für Pakete soll so ausgelegt werden, dass das Paket der Masse **m** mit einer Geschwindigkeit $\boldsymbol{\upsilon_3}$ den Auslauf der Rutsche verlässt. Die Anfangsgeschwindigkeit des Paketes am Kopf der Rutsche ist $\boldsymbol{\upsilon_1}$. Die Gleitreibungszahl zwischen Paket und Rutsche beträgt $\boldsymbol{\mu}$ und gilt für die Strecke von 1 bis 3. Man berechne:

- Die Bahnbeschleunigung des Paketes auf der Strecke 1-2.
- Die Geschwindigkeit des Paketes im Punkt 2.
- Die Verzögerung des Paketes im Auslauf 2-3.
- Die Länge **b** des Auslaufes.

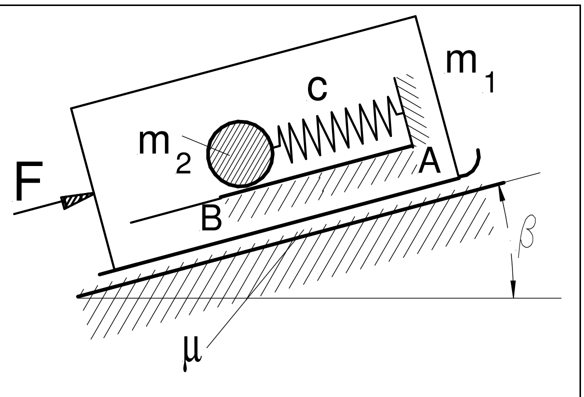


Gegeben: $\mathbf{m_1} = 50$ kg; $\boldsymbol{\upsilon_1} = 1{,}2$ m/s; $\boldsymbol{\upsilon_3} = 1{,}0$ m/s; $\boldsymbol{\beta} = 30^o$; $\boldsymbol{\mu} = 0{,}3$; h = 4,0 m.

Aufgabe 4.6: Ein Schlitten der Masse $\mathbf{m_1}$ wird von einer Antriebskraft **F** entlang einer geneigten Fläche (Neigungswinkel $\boldsymbol{\beta}$) beschleunigt. Im Schlitten befindet sich eine Abschaltvorrichtung, die den Antrieb abschaltet, wenn die Masse $\mathbf{m_2}$ unterhalb des Punktes **B** kommt, und wieder einschaltet, wenn die Masse $\mathbf{m_2}$ auf die Strecke **AB** zurückkommt. So wird eine nahezu konstante Beschleunigung des Schlittens erreicht. Zwischen der Masse $\mathbf{m_2}$ und dem Schlitten existiert keine Reibung, zwischen dem Schlitten und der Unterlage die Gleitreibung mit der Gleitreibungszahl $\boldsymbol{\mu}$. Ermitteln Sie:

a) Beschleunigung des Schlittens, wenn bekannt ist, dass die entspannte Feder die Länge **L** hat.
b) die entsprechende Antriebskraft **F**.

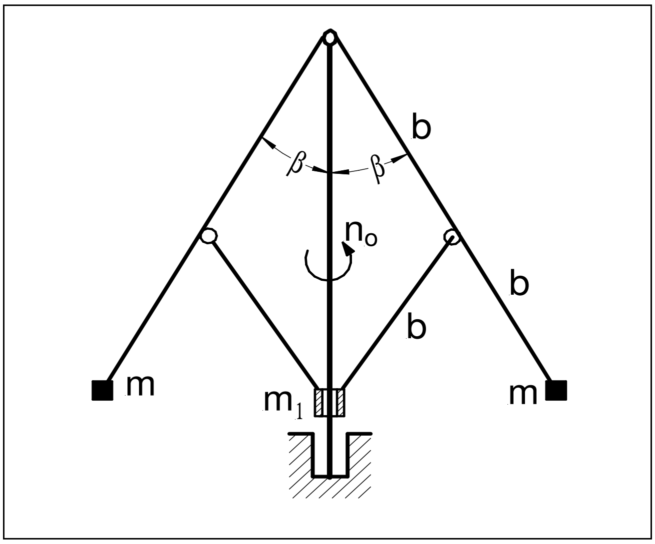
Gegeben: $\mathbf{m_1} = 1500$ kg; $\mathbf{m_2} = 5$ kg; $\boldsymbol{\beta} = 10^o$; $\boldsymbol{\mu} = 0{,}1$; $\mathbf{L} = 0{,}50$ m; $\mathbf{AB} = 0{,}62$ m; $\mathbf{c} = 200$ N/m.



Aufgabe 4.7: Der nebenstehend gezeichnete Fliehkraft-Drehzahlregler dreht sich um die vertikale Achse mit einer konstanten Drehzahl $\mathbf{n_0}$. Es hat sich dabei der Winkel $\boldsymbol{\beta}$ eingestellt.

Bestimmen Sie die Drehzahl $\mathbf{n_0}$ des Reglers.

Gegeben: $\mathbf{m} = 1$ kg; $\mathbf{m_1} = 10$ kg; $\mathbf{b} = 0{,}1$ m; $\boldsymbol{\beta} = 30^o$

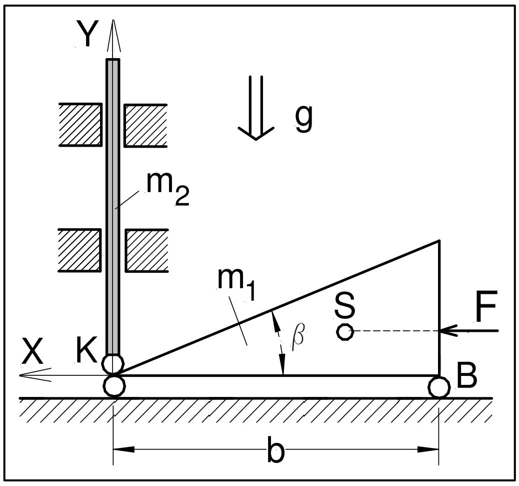


Aufgabe 4.8: In der gezeichneten Ruhelage berührt der Kontaktpunkt „K“ eines Stößels (Masse $\mathbf{m_2}$) den Anfang eines Keils (Masse $\mathbf{m_1}$). Die Kraft **F** wird zum Zeitpunkt t = 0 auf der Höhe des Schwerpunktes **S** des Keils eingeleitet und beschleunigt den Keil mit der Beschleunigung $\mathbf{a_1}$ in X-Richtung. Dabei wird der Stößel mit der Beschleunigung $\mathbf{a_2}$ angehoben. Die Bewegungen erfolgen reibungsfrei.

Berechnen Sie:

a) Die Beschleunigung $\mathbf{a_1}$ des Keils und $\mathbf{a_2}$ des Stößels
b) Die Auflagerkraft am Rad **B** zum Zeitpunkt $\mathbf{t_1}$.

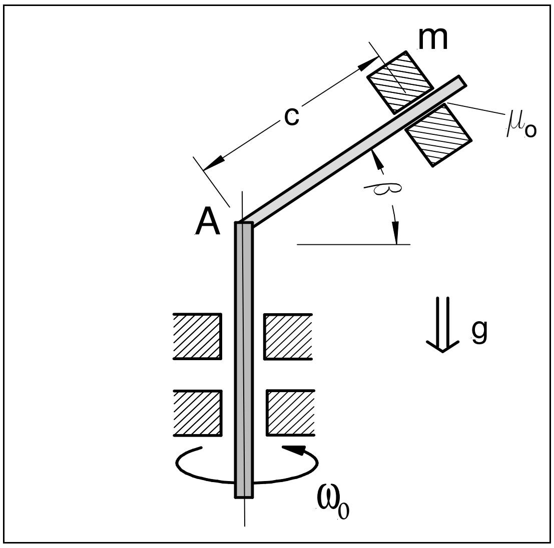
Gegeben: $\mathbf{m_1} = 2{,}0$ kg; $\mathbf{m_2} = 1{,}5$ kg; $\mathbf{F} = 10$ N; $\boldsymbol{\beta} = 20^o$;
$\mathbf{b} = 3{,}0$ m; $\mathbf{t_1} = 1{,}0$ s.



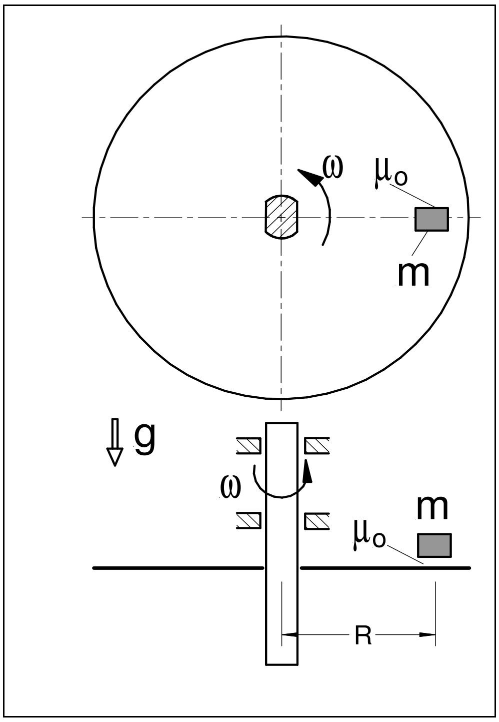
Aufgabe 4.9: Auf einem abgewinkelten Balken, der sich mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega_o}$ um die vertikale Achse dreht, sitzt ein Gleitstein der Masse **m**. Zwischen dem Gleitstein und dem Winkelbalken herrscht Reibung (Reibungskoeffizient $\boldsymbol{\mu_o}$).

Ab welchen Wert **c** tritt die Bewegung des Gleitsteines auf?

Gegeben: $\boldsymbol{\beta} = 50^o$; $\boldsymbol{\mu_o} = 0{,}2$; $\boldsymbol{\omega_o} = 3\ s^{-1}$

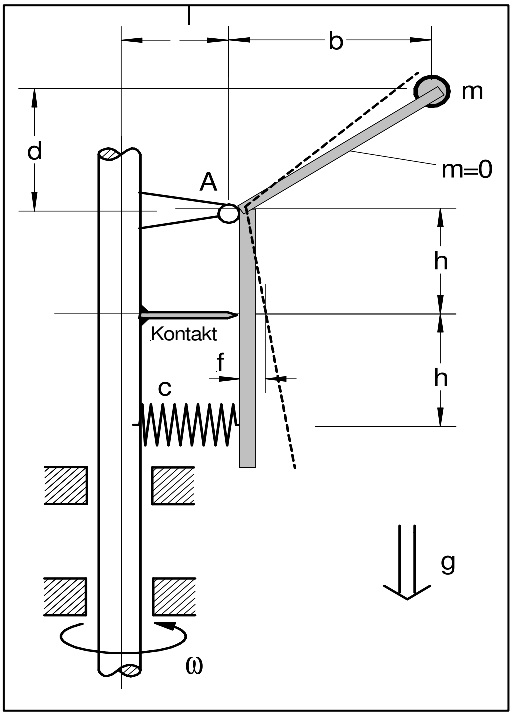


Aufgabe 4.10. Die Punktmasse **m** befindet sich im Abstand **R** von der vertikalen Drehachse eines ebenen Drehtellers. Der Drehteller wird aus der Ruhelage beschleunigt und erreicht zum Zeitpunkt $\mathbf{t_1}$ die Drehzahl $\mathbf{n_1}$. Zwischen der Punktmasse und dem Drehteller herrscht Reibung (Reibungskoeffizient $\boldsymbol{\mu_0}$).



a) Zu welchem Zeitpunkt beginnt die Punktmasse zu rutschen?
b) Welche Drehzahl hat der Drehteller in diesem Augenblick?

Gegeben: $\mathbf{R}$ = 20 cm; $\mathbf{t_1}$ = 5 s; $\mathbf{n_1}$ = 60 ^{1}/min; $\boldsymbol{\mu_0}$ = 0,4

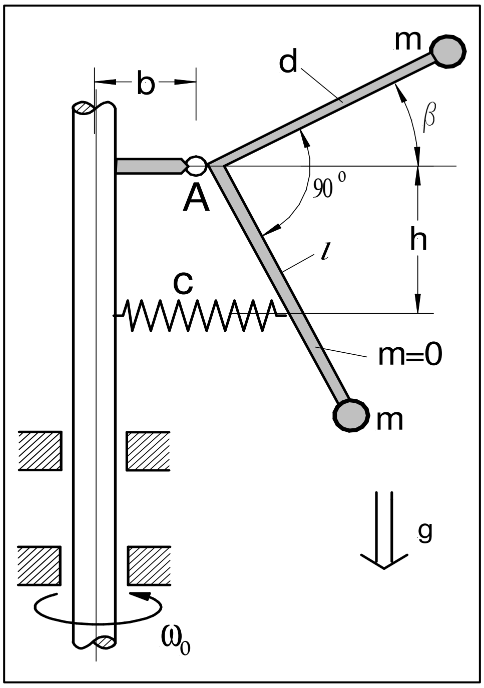


Aufgabe 4.11: Der nebenstehend gezeichnete Fliehkraftregler besteht aus einer senkrechten Welle, mit der ein abgewinkelter Stab gelenkig verbunden ist. An einem Ende des Stabs ist die Masse **m** befestigt. Der Stab selbst kann als masselos betrachtet werden. Bei ruhendem System (ω=0) ist der Kontakt um **f** geöffnet (gestrichelte Lage) und die Feder ist nur durch das Gewicht der Masse **m** gespannt. Wird das System auf Drehzahl n_1 gebracht, schließt sich der Kontakt (dick dargestellte Lage). Die Winkeländerung des Stabs ist sehr klein!

a) Wie groß muss die Drehzahl $\mathbf{n_1}$ wenigstens sein, damit sich der Kontakt schließt?
b) Wie groß ist in diesem Fall die Lagerkraft im Lager **A**?

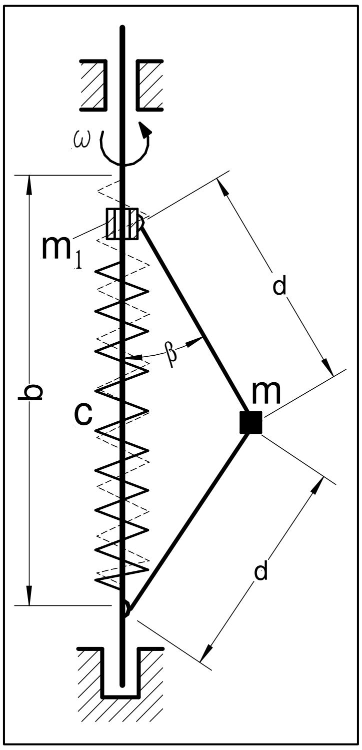
Gegeben: **b**=0,6m; **d**=0,3m; **h**=0,2m; **f**=0,01m; ***l***=0,1m;
m=0,5kg; **c**=10kN/m

Aufgabe 4.12: Die nebenstehend gezeichnete Anordnung dreht sich um die vertikale Achse mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega_0}$. Die Anordnung besteht aus einer senkrechten Welle, mit der im Abstand **b** ein abgewinkelter Balken gelenkig verbunden ist. Der abgewinkelte Balken besteht aus 2 Stäben der Länge **d** bzw. ***l***, die zusammengeschweißt sind. An beiden Enden des Balkens sind zwei gleiche Massen **m** befestigt. Der Balken selbst kann als masselos betrachtet werden.



a) Wie groß muss die Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega_0}$ sein, damit sich der Winkel $\boldsymbol{\beta}$ einstellt? Es ist bekannt, dass die Feder momentan um den Betrag **f** zusammengedrückt ist.
b) Wie groß ist die Auflagerkraft im Lager **A**?

Gegeben: **b** = 0,2 m; **d** = 0,3 m; ***l*** = 0,4 m; **h** = 0,2 m; **f** = 0,02 m;
m = 0,5 kg; **c**= 100 N/m; $\boldsymbol{\beta}$ = 30°.



Aufgabe 4.13: Das nebenstehend gezeichnete System rotiert mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega}$ um die vertikale Achse. Die beiden masselosen Stäbe sind gelenkig mit der Drehachse und den Punktmassen verbunden, so dass sich die Masse $\mathbf{m_1}$ entlang der Drehachse bewegen kann. Infolge der Flieh- und Gewichtskräfte stellt sich ein Winkel $\boldsymbol{\beta}$ ein, die Feder wird zusammengedrückt. Die Länge der entspannten Feder (Federkonstante **c**) beträgt **b**.

Wie groß muss die Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega}$ sein, damit der Winkel $\boldsymbol{\beta}$ genau 30° beträgt?

Gegeben: **m**=8kg; $\mathbf{m_1}$= 3kg; **b**=1,3m; **d**=0,7m; $\boldsymbol{\beta}$ =30°; **c**=3500N/m

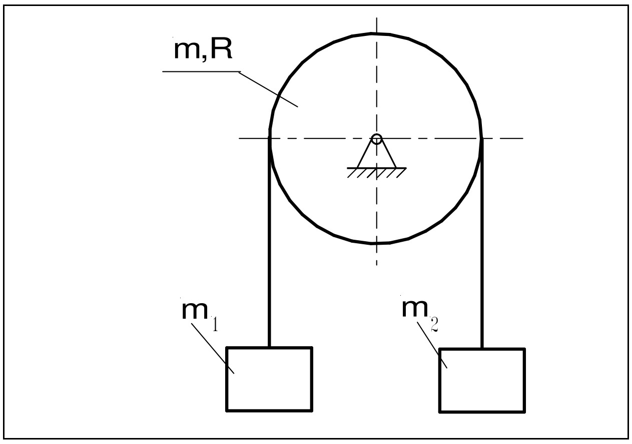
Aufgabe	**Ergebnisse**
4.1	$\Delta t = 0{,}1$ s; $a_0=200$ m/s^2; F = 15 kN
4.2	$a = 3{,}77$ m/s^2; F = 28,32 N; $S(t_1) = 47{,}15$ m
4.3	$a = 0{,}77$ m/s^2; $F_1 = 130{,}5$ N; $F_2 = 200{,}0$ N;
4.4	$a = 0{,}2455$ m/s^2; $a_{max} = 1{,}042$ m/s^2;
4.5	$a_1=2{,}356$ m/s^2; $\upsilon_2=6{,}25$ m/s; $a_2=-2{,}943$ m/s^2; b = 6,467 m
4.6	$a = 3{,}1$ m/s^2; $F_A = 8682{,}5$ N
4.7	$n_o= 176$ min^{-1}
4.8	$a_1=2{,}112$ m/s^2; $a_2= 0{,}769$ m/s^2; $F_B = 18{,}7$ N
4.9	c = 3,1 m
4.10	t = 3,523 s; n = 42,28 min^{-1}
4.11	n = 263,7 min^{-1}; $F_{AX} = -474{,}02$ N; $F_{AY} = 4{,}9$ N
4.12	$\omega_0 = 7{,}3$ s^{-1}; $F_{AX} = -24{,}91$ N; $F_{AY} = 9{,}81$ N
4.13	$\omega_0 = 9{,}9$ s^{-1};

5. Drehbewegung eines starren Körpers um eine feste Achse

Aufgabe 5.1: Eine Kreisscheibe (Masse **m**, Radius **R**) ist wie skizziert von einem Seil umschlungen, an dessen Enden die Massen $\mathbf{m_1}$ und $\mathbf{m_2}$ hängen.

Welche Beschleunigung stellt sich ein, wenn das System sich selbst überlassen wird?

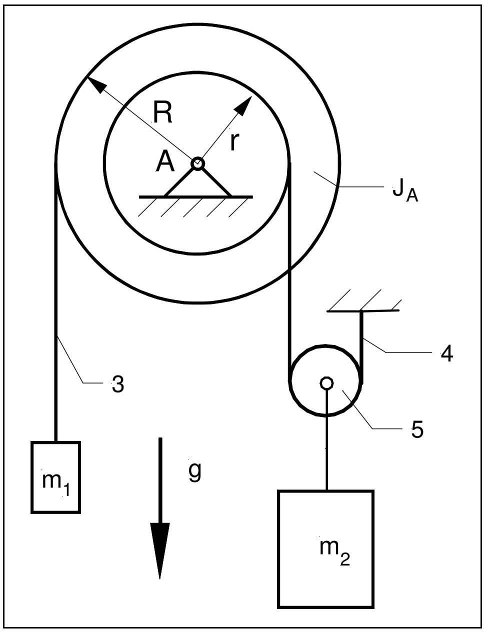
Gegeben: $\mathbf{m_1}$ = 200 kg; $\mathbf{m_2} = \mathbf{m}$ = 100kg; **R** = 0,4 m.



Aufgabe 5.2: Über die Walze mit dem Massenträgheitsmoment $\mathbf{J_A}$ sind biegeweiche, undehnbare Seile **3** und **4** geschlungen. An den Seilen sind wie skizziert die Massen $\mathbf{m_1}$ und $\mathbf{m_2}$ befestigt. Die Seilmassen selbst sind als vernachlässigbar klein anzusehen. Die masselose Scheibe **5** dient als Umlenkrolle.

Gesucht:
1. Winkelbeschleunigung der Walze
2. Seilkräfte in den Seilen **3** und **4**.

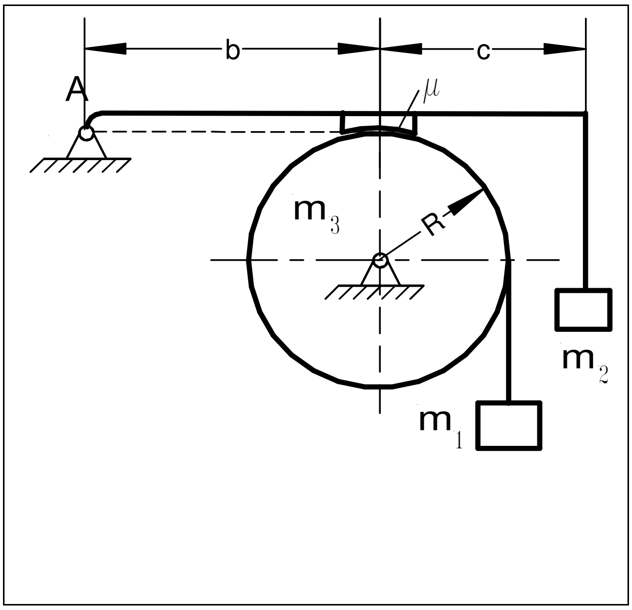
Gegeben:
$\mathbf{J_A}$ = 0,08 kgm^2; $\mathbf{m_1}$ = 100 kg; $\mathbf{m_2}$ = 400 kg; **R** = 0,3 m; **r** = 0,1 m



Aufgabe 5.3: Über eine Kreisscheibe (Masse $\mathbf{m_3}$, Radius **R**) ist wie skizziert ein Seil geschlungen, am dessen Ende die Masse $\mathbf{m_1}$ hängt. Sie versetzt die Kreisscheibe aus der Ruhelage in Drehbewegung. An die Kreisscheibe wird durch die Masse $\mathbf{m_2}$ eine Backenbremse angedruckt, dadurch wird die Drehbewegung der Kreisscheibe abgebremst.

- Wie groß ist die Winkelbeschleunigung der Kreisscheibe?
- Zu welchem Zeitpunkt legt die Kreisscheibe 20 Umdrehungen zurück?
- Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt ihre Winkelgeschwindigkeit?

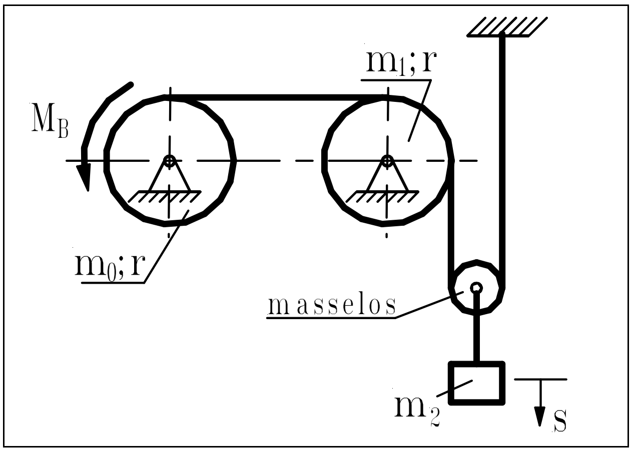
Gegeben: $\mathbf{m_1}$ = 50 kg; $\mathbf{m_2}$ = 10kg; $\mathbf{m_3}$ = 10 kg; $\boldsymbol{\mu}$ = 0,35; **b** = 0,2 m; **c** = 0,75 m; **R** = 0,15 m; $\boldsymbol{\varphi}$ = 20 U.



Aufgabe 5.4: Mit der skizzierten Hebevorrichtung soll die Masse $\mathbf{m_2}$ aus der Ruhelage abgesenkt werden. Die Kreisscheiben sind reibungsfrei gelagert.

1. Wie groß muss das Bremsmoment $\mathbf{M_B}$ sein, damit die Masse $\mathbf{m_2}$ mit der konstanten Beschleunigung $\mathbf{a_2}$ absenkt wird?
2. Wie lange dauert es, bis die Masse $\mathbf{m_2}$ die Strecke $\mathbf{S_2}$ zurückgelegt hat?

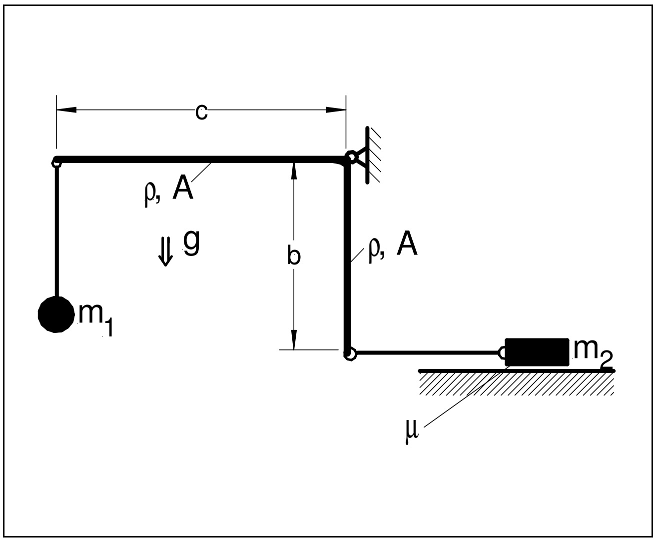
Gegeben: $\mathbf{m_0}$ = 100kg; $\mathbf{m_1}$ = 20kg; $\mathbf{m_2}$ = 500kg; **r** = 0.2m; $\mathbf{a_2}$ = 1 m/s^2; $\mathbf{S_2}$ = 2 m



Aufgabe 5.5: Das nebenstehend gezeichnete System besteht aus einem abgewinkelten massebehafteten Balken (Dichte $\boldsymbol{\rho}$, Querschnitt **A**), an dem die Masse $\mathbf{m_1}$ hängt und mit dem die Masse $\mathbf{m_2}$ über einen horizontalen masselosen Stab verbunden ist. Die Masse $\mathbf{m_1}$ versetzt das System in Bewegung, dabei rutscht die Masse $\mathbf{m_2}$ auf einer horizontalen Ebene. Zwischen $\mathbf{m_2}$ und der Ebene herrscht Reibung (Reibungskoeffizient $\boldsymbol{\mu}$).

Bestimmen Sie in der dargestellten Lage die Beschleunigung $\mathbf{a_2}$ der Masse $\mathbf{m_2}$

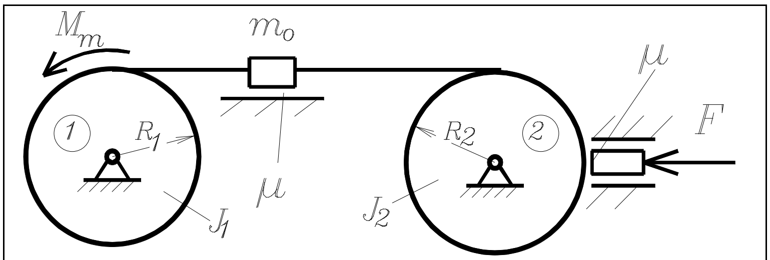
<u>Gegeben:</u> $\mathbf{m_1}$=10kg, $\mathbf{m_2}$=6kg, **b**=0.4m, **c**=0.6m, $\boldsymbol{\mu}$=0.2, $\boldsymbol{\rho}$=7800kg/m^3, **A**=0.0025m^2



Aufgabe 5.6: Das skizzierte Fahrantrieb, bestehend aus zwei Kreisscheiben und einer Punktmasse m_o, wird durch das Antriebsmoment M_m aus der Ruhelage heraus beschleunigt und teilt der Punkmasse m_o zum Zeitpunkt t_1 die Geschwindigkeit υ_1 mit. Die Bewegung des Systems wird durch die Reibung an zwei Stellen beeinflusst, die Gleitreibungszahl an beiden Stellen beträgt μ .

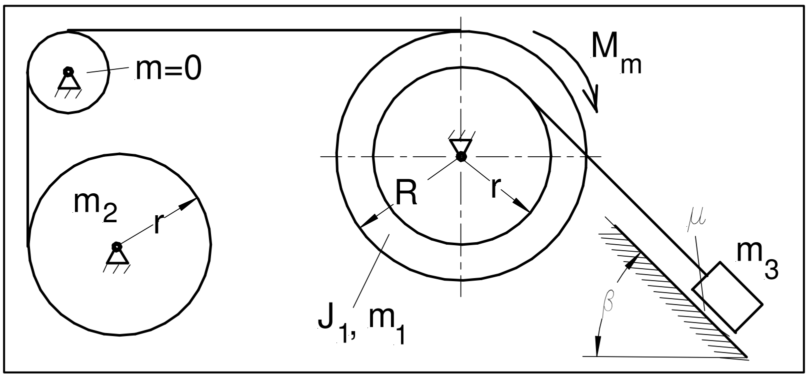
Berechnen Sie:

- Die Beschleunigung a_0 der Punktmasse.
- Die maximale Seilkraft
- Das Antriebsmoment M_m
- Die Arbeit der Reibungskräfte bis zum Zeitpunkt t_1



Gegeben: $R_1 = 0{,}6$ m; $R_2 = 0{,}5$ m; $m_0 = 200$ kg; $m_1 = 150$ kg; $m_2 = 120$ kg; $F = 100$ N; $\mu = 0{,}1$; $t_1 = 5$ s; $\upsilon_1 = 3{,}5$ m/s.

Aufgabe 5.7: Eine Walze (Masse m_1, Massenträgheitsmoment J_1) ist drehbar gelagert und über ein Seil mit der Masse m_3 verbunden. Durch ein anderes Seil ist die Walze über eine masselose Umlenkrolle mit einer Kreisscheibe (Masse m_2) verbunden. Beim Loslassen der Masse m_3 werden die Walze und die Scheibe aus der Ruhelage in Drehbewegung versetzt. Diese Bewegung wird von einem Moment M_m unterstützt.



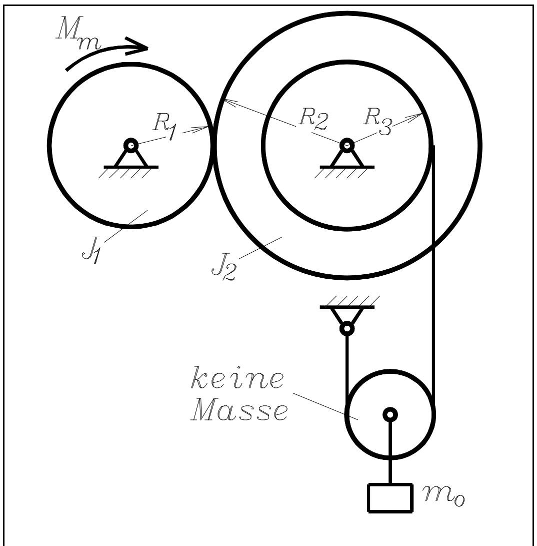
Es wird die Winkelbeschleunigung α_1 der Walze unter Beachtung der Reibung zwischen der Masse m_3 und der Unterlage gesucht.

Gegeben:
$R = 0{,}6$ m; $r = 0{,}4$ m; $M_m = 100$ Nm; $m_2 = 20$ kg; $m_3 = 50$ kg; $J_1 = 8$ kgm^2; $\beta = 60°$; $\mu = 0{,}3$.

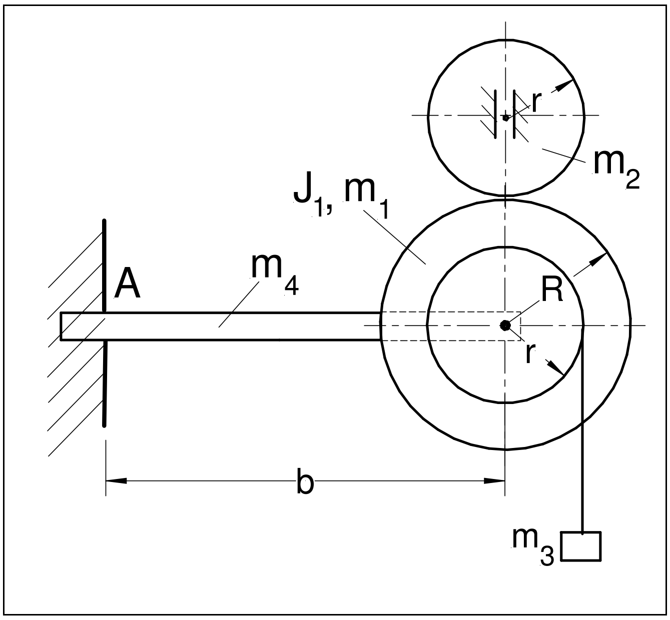
Aufgabe 5.8: Die Seiltrommel (Radius R_3) eines Hubwerkes wird von einem Elektromotor über ein Stirnradpaar angetrieben. Das Massenträgheitsmoment aller Massen auf der Antriebswelle beträgt J_1, das der Abtriebswelle - J_2. Die Umlenkrolle wird als masselos angesehen. Das Hubwerk wird aus der Ruhelage mit dem konstanten Drehmoment M_m auf die Enddrehzahl n_o beschleunigt, anschließend wird die Last m_o weiter bei konstanter Drehzahl gehoben.

a) Wie groß ist die Winkelbeschleunigung α_1 der Antriebswelle, wenn der Motor nach **N** Umdrehungen seine Enddrehzahl n_o erreicht?
b) Welches Antriebsmoment M_m ist für den Anfahrvorgang erforderlich?
c) Die maximale Motorleistung beim Erreichen der Enddrehzahl?

Gegeben: $n_o = 200$ U/min; $R_1 = 0{,}05$ m; $R_2 = 0{,}3$ m; $R_3 = 0{,}2$ m; $m_0 = 500$ kg; $N = 2$; $J_1 = 0{,}5$ kgm^2; $J_2 = 3$ kgm^2



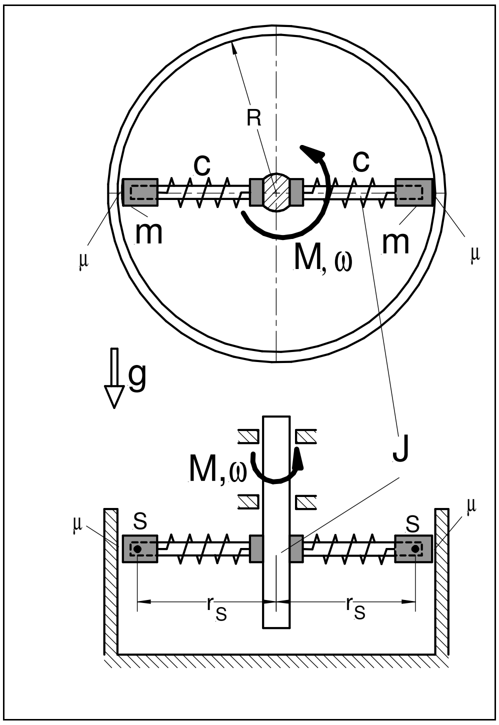
Aufgabe 5.9: Eine Walze (Masse $\mathbf{m_1}$, Massenträgheitsmoment $\mathbf{J_1}$) ist am Ende eines Balkens (Masse $\mathbf{m_4}$) drehbar gelagert und über ein Seil mit der Masse $\mathbf{m_3}$ verbunden. Beim Loslassen der Masse $\mathbf{m_3}$ wird die Walze in die Drehbewegung versetzt. Durch die ausreichende Haftreibung zwischen der Walze und der Kreisscheibe **2** (Masse $\mathbf{m_2}$, Radius **r**) wird die letzte auch mitbeschleunigt.



Berechnen Sie:
a) die Beschleunigung $\mathbf{a_3}$ der Masse $\mathbf{m_3}$.
b) die Auflagerkräfte an der Stelle **A**.

Gegeben: **R** = 0,6 m; **r** = 0,3 m; $\mathbf{m_1}$ = 20 kg; $\mathbf{m_2}$ = 6 kg; $\mathbf{m_3}$ = 10 kg; $\mathbf{m_4}$ = 8 kg; $\mathbf{J_1}$ = 0,8 kgm^2; **b** = 1,0 m.

Aufgabe 5.10: In einem fest eingespannten Zylinder (Innenradius **R**) dreht sich eine Fliehkraftbremse (Massenträgheitsmoment **J** einschließlich der Massen **m**). Die Massen **m** können sich entlang der Führungsstangen reibungsfrei bewegen. In der gezeichneten Lage, d.h. wenn die Massen **m** die Zylinderwand berühren, sind die Federn (Federsteifigkeit **c**) um die Länge **f** gespannt, der Schwerpunkt der Massen **m** rotiert auf einem Radius $\mathbf{r_s}$. Zwischen der Zylinderwand und den Massen m herrscht Reibung (Reibungskoeffizient $\boldsymbol{\mu}$). Die Fliehkraftbremse wird nun von der Drehzahl $\mathbf{n_0}$ in der Zeit $\mathbf{t_1}$ auf die Drehzahl $\mathbf{n_1}$ beschleunigt.



a) Wie groß ist die Winkelbeschleunigung $\boldsymbol{\alpha}$ der Fliehkraftbremse.
b) Welches Antriebsmoment **M** ist bei der Drehzahl $\mathbf{n_1}$ notwendig, um die Trägheit und die Reibungskräfte zu überwinden?

Gegeben: **m** = 3 kg; **J** = 4 kg m^2; **c** = 80 000 N/m, **f** = 0,03m; $\mathbf{r_s}$ = 0,09 m; **R** = 0,1 m; $\mathbf{n_0}$ = 955 ^{1}/min; $\mathbf{n_1}$ = 2865 ^{1}/min; $\mathbf{t_1}$ = 2s; $\boldsymbol{\mu}$ = 0,2

Aufgabe	**Ergebnisse**
5.1	a_0=2,8 m/s^2
5.2	$\alpha = 9{,}73\ s^{-2}$; $F_3 = 689{,}1$ N; $F_4 = 2059{,}3$ N
5.3	$\alpha = 39{,}7\ s^{-2}$; t = 2,5 s; $\omega = 99{,}2\ s^{-1}$
5.4	M_B= 416,5 Nm; t = 2 s
5.5	a_2=5,55 m/s^2
5.6	a_0=0,7 m/s^2; F_{max} = 388,2 N; M_m= 264,42 Nm; W = 1804,25 Ws
5.7	$\alpha = 12{,}27\ s^{-2}$;
5.8	$\alpha = 17{,}45\ s^{-2}$; M_m= 94,35 Nm; P = 1973,7 W
5.9	a_3=3,18 m/s^2; F_{AX} = 19,06 N; F_{AY} = 399,84 N; M_A= 360,6 Nm
5.10	$\alpha = 100\ s^{-2}$; M = 1276 Nm