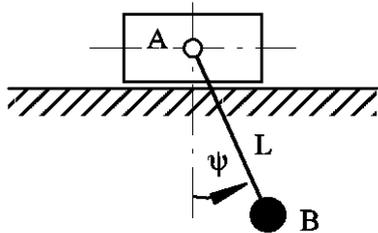


Aufgabe 1 *: In einem Aufzug mit der Masse $m_0 = 900 \text{ kg}$ befindet sich eine Person mit der Masse $m_1 = 70 \text{ kg}$. Mit welcher Beschleunigung fährt der Aufzug an, wenn an dem Seil eine Kraft von $S = 12500 \text{ N}$ wirkt?

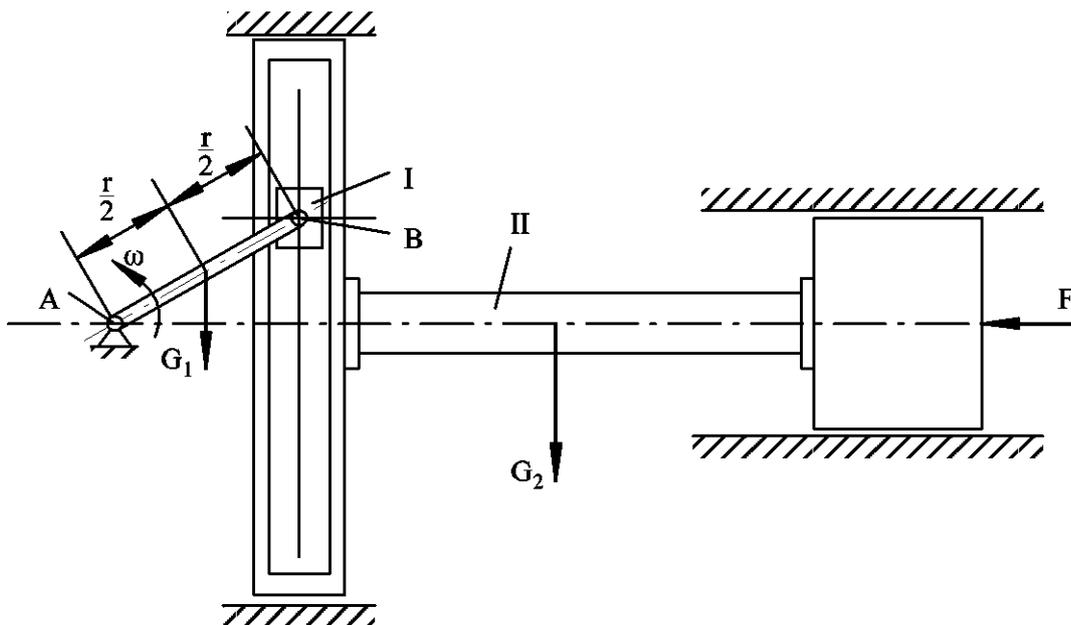
Aufgabe 2 *: Der Körper A mit der Masse m_1 kann sich auf der glatten Unterlage reibungslos bewegen. Im Schwerpunkt von A ist das Pendel B mit der Masse m_2 und der Pendellänge L befestigt. Die Pendelstange ist masselos. Das Pendel wird um einen Winkel ψ_0 ausgelenkt freigelassen.



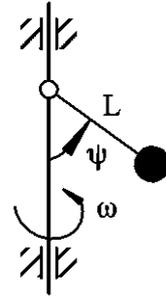
Man gebe die Lage von A als Funktion des Pendelausschlages ψ an.

Aufgabe 3 */:** Die Kurbel AB mit der Länge r und dem Gewicht G_1 rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω und bewegt dabei Kulisse (I) und den Kolben (II), deren gemeinsames Gewicht G_2 ist. Auf den Kolben wirkt die konstante Kraft F .

Man vernachlässige die Reibung und bestimme die maximale Horizontalkraft auf die Achse A der Kurbel.



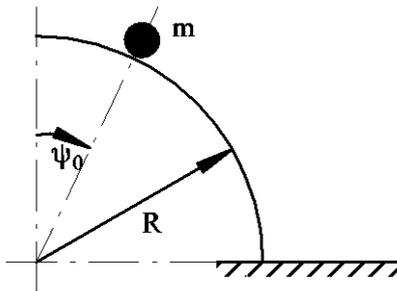
Aufgabe 4 **: Der Ausschlagwinkel ψ eines einfachen Fliehkraftpendels ist in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit ω darzustellen und das Ergebnis zu diskutieren



Aufgabe 5 *: Ein Schiff mit 8000 t Wasserverdrängung verringert seine Geschwindigkeit unter der Wirkung des Wasserwiderstandes von $v_1 = 15 \text{ m/s}$ auf $v_2 = 2 \text{ m/s}$ in einer Zeit von $t_0 = 7 \text{ min}$. Der Wasserwiderstand ist proportional zu dem Quadrat der Schiffsgeschwindigkeit.

Wie groß ist der Wasserwiderstand W bei $v = 1 \text{ m/s}$ und welchen Weg s_0 hat das Schiff in der Zeit t_0 zurückgelegt?

Aufgabe 6 **: Auf einer viertelkreisförmig gekrümmten zylindrischen Fläche mit dem Halbmesser R wird eine kleine Kugel m an der durch den Winkel ψ_0 gekennzeichneten Stelle ohne Anstoßen losgelassen.

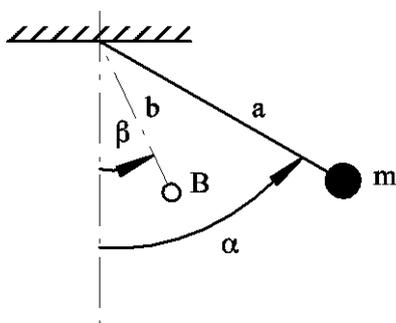


Wie groß ist der Wasserwiderstand W bei $v = 1 \text{ m/s}$ und welchen Weg s_0 hat das Schiff in der Zeit t_0 zurückgelegt?

- Bei welchem Winkel ψ_1 und mit welcher Geschwindigkeit v_1 verlässt die Kugel die Fläche?
- Mit welcher Geschwindigkeit v_2 und unter welchem Winkel ψ_2 trifft sie auf dem Boden auf?

Die Kugel darf als Massenpunkt behandelt werden. Von Bewegungswiderständen soll abgesehen werden.

Aufgabe 7 **: Eine Masse m ist an einem Faden mit der Länge a aufgehängt. Sie beginnt ihre Bewegung ohne Anfangsgeschwindigkeit in der durch α gegebenen Lage. Der Faden trifft auf einen zur Bewegungsebene senkrechten dünnen Stift B , dessen Lage durch b und β gegeben ist.



Die Kugel darf als Massenpunkt behandelt werden. Von Bewegungswiderständen soll abgesehen werden.

- Wie groß muss α mindestens sein, damit sich der Faden um den Stift B wickelt und dabei stets gespannt bleibt?
- Wie groß ist die Änderung der Fadenkraft beim Beginn des Aufwickelns?



Aufgabe 8 *: Der Luftwiderstand eines Flugzuges beträgt $1/12$ seines Gewichtes $G = 15000 \text{ N}$. Wie groß ist die Fluggeschwindigkeit, wenn der Motor 221 kW effektiv leistet und der Propeller einen Wirkungsgrad von 81% besitzt?

Aufgabe 9 *: Ein Nachrichtensatellit sollte auf eine 24 -Stunden-Bahn gebracht werden. Infolge des etwas zu hohen Schubes der Trägerrakete ergab sich eine leicht elliptische Bahn mit 37900 km Apogäums- und 34170 km Perigäumshöhe, gemessen von der Erdoberfläche.

Wie groß wurde dadurch die prozentuale Abweichung von der geforderten Umlaufzeit?

Die Erde werde als Kugel vom Radius $R = 6370 \text{ km}$ betrachtet. Die Fallbeschleunigung an der Erdoberfläche betrage 9.81 m/s^2 .

Aufgabe 10 *: Der erdfernste Punkt einer Satellitenbahn liege bei 409 km , der erdnächste Punkt bei 178 km , jeweils gemessen von der Erdoberfläche.

- Wie groß ist die Umlaufzeit?
- Wie groß ist die Exzentrizität der Bahn?
- Man bestimme die minimale und die maximale Geschwindigkeit des Satelliten.
- Um welchen Betrag muss man die Geschwindigkeit im Apogäum bzw. Perigäum ändern, damit aus der elliptischen Bahn eine Kreisbahn wird?

Aufgabe 11 *:

- Ein Satellit S_1 bewegt sich mit der Geschwindigkeit $v_k = 6 \text{ km/s}$ auf einer Kreisbahn K um die Erde. In welcher Höhe h über der Erdoberfläche befindet er sich?
- Ein zweiter Satellit S_2 wird 15 min nach dem Start von S_1 mit demselben Aufstiegsprogramm auf die Umlaufbahn von S_1 gebracht.

Welchen Winkel bilden die vom Erdmittelpunkt zu den Satelliten S_1 und S_2 gezogenen Fahrstrahlen, wenn sich beide Satelliten auf der Kreisbahn K befinden?

- Zu einem späteren Zeitpunkt t_3 wird die Geschwindigkeit des Satelliten S_2 durch Abschuss einer Bremsrakete plötzlich um Δv auf $v(t_3) = v_A$ verringert, so dass jetzt S_2 eine neue, von K abweichende Bahn E beschreibt.

Wie groß muss Δv sein, damit die beiden Satelliten sich gerade dann treffen, wenn S_2 auf der neuen Bahn einmal umgelaufen ist?

- Man gebe für die neue Bahn E die große Halbachse a , die numerische Exzentrizität ε und die Umlaufzeit T an.

Aufgabe 12 *: Eine Rakete steigt in einem homogenen Gravitationsfeld, in dem $g = \text{konstant}$ ist, mit konstanter Beschleunigung $a = 3g$ auf. Die relative Ausströmungsgeschwindigkeit der Gase ist $v_{\text{rel}} = 2000 \text{ m/s}$.

Nach welcher Zeit ist die Masse der Rakete auf die Hälfte ihres ursprünglichen Wertes gesunken?

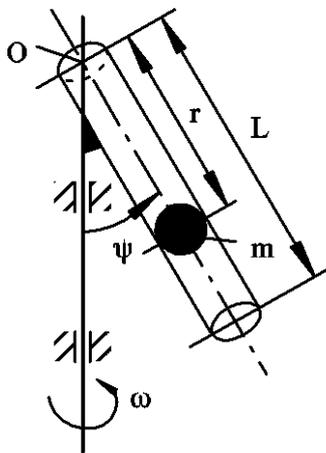
Aufgabe 13 **: Ein Flugmodell steigt mit einer konstanten Beschleunigung a senkrecht auf und nimmt ein Lenkseil mit sich, das am Boden aufgerollt ist. Das Seilgewicht beträgt $q = 0.5 \text{ N/m}$. In einer Höhe von 220 m misst man eine Seilzugkraft von 200 N .

Mit welcher Beschleunigung ist das Flugzeug aufgestiegen?

Aufgabe 14 *: Eine Rakete mit der Anfangsmasse m_0 steigt im Newtonschen Gravitationsfeld der Erde senkrecht nach oben.

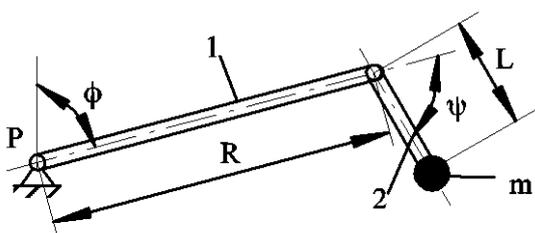
Wie muss sich die Masse der Rakete ändern, damit die Steiggeschwindigkeit konstant ist? Der Luftwiderstand werde vernachlässigt. Die relative Ausströmungsgeschwindigkeit der Gase sei konstant.

Aufgabe 15 **: Eine als Massenpunkt anzusehende kleine Kugel der Masse m wird am oberen Ende einer geraden Röhre ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen. Die Röhre dreht sich gleichförmig mit der Drehgeschwindigkeit ω um die Vertikale durch O und ist gegen diese um den konstanten Winkel ψ geneigt.



Man berechne als Funktion der Zeit den in der Röhre zurückgelegten Weg r und die Kraft, die die Kugel seitlich auf die Röhrenwand ausübt. Mit welcher Absolutgeschwindigkeit verlässt die Kugel das untere Ende der Röhre, wenn diese die Länge L hat? Die Reibung darf vernachlässigt werden.

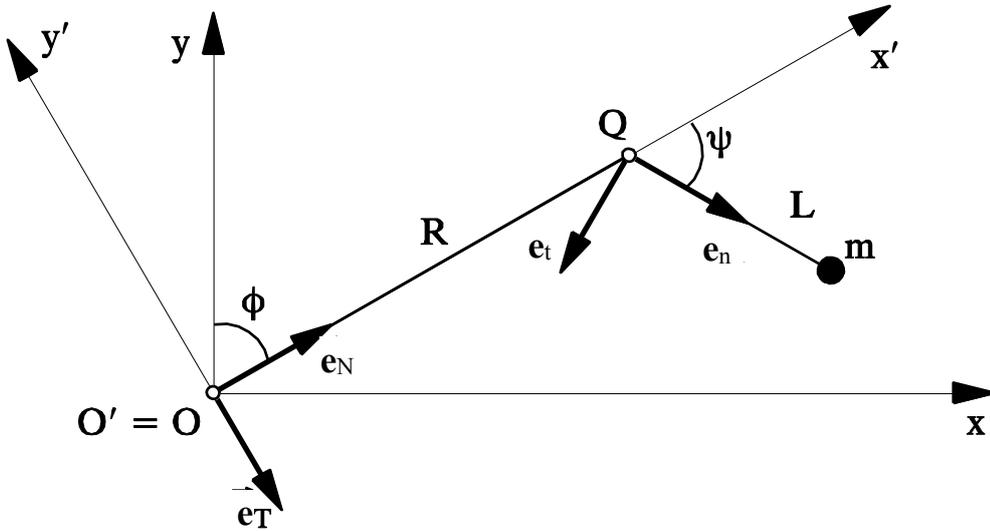
Aufgabe 16 **: An einer um den raumfesten Punkt P drehbaren Stange 1 ist im Abstand R von P eine Stange 2 angelenkt, an deren freien Ende sich eine Punktmasse m befindet. Die Stangen seien masselos, ferner sei $L < R$. Stange 2 drehe sich relativ zu Stange 1 mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\dot{\psi}$.



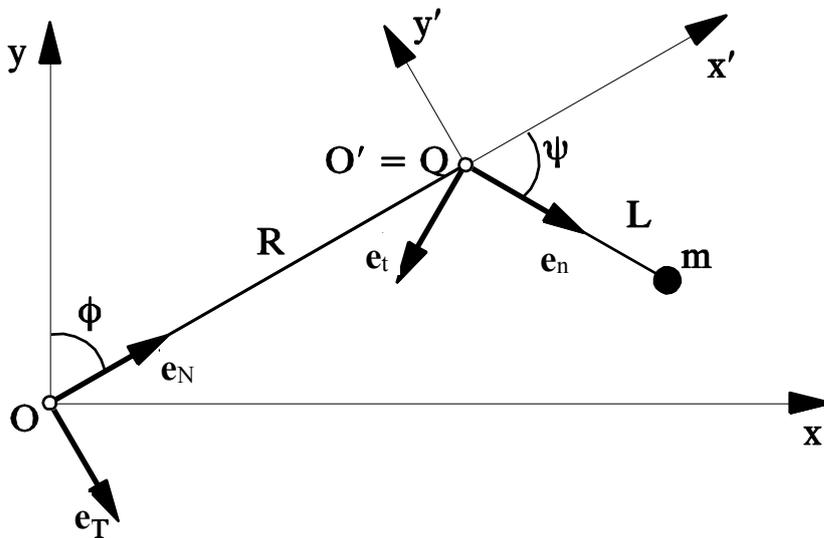
Welches Moment muss am Stab 1 angreifen, damit er sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega = \dot{\phi}$ dreht? Die durch die Stäbe definierte Ebene liege waagrecht. Zur Zeit $t = 0$ sei $\phi = \psi = 0$.

(Anmerkungen: siehe Blatt Ü 5)

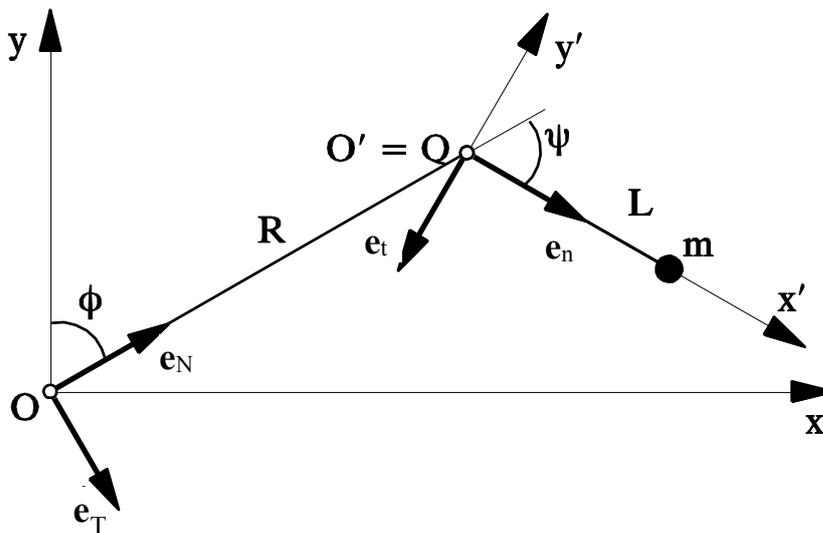
Zu Aufgabe 16: Relativkräfte in verschiedenen bewegten Koordinatensystemen



- 1) κ' fest in
 Stab 1,
 $o' = 0$

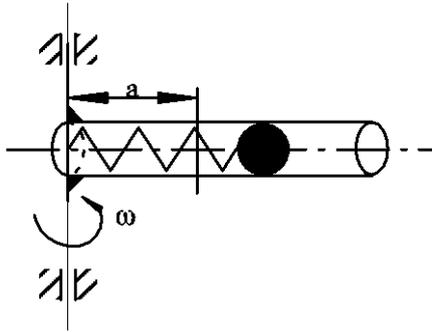


- 2) κ' fest in
 Stab 1,
 $o' = Q$



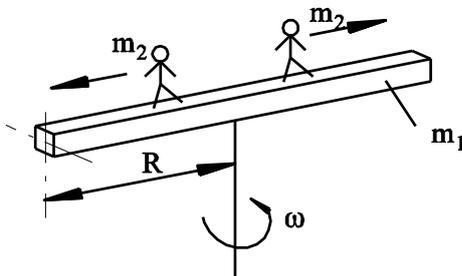
- 3) κ' fest in
 Stab 2,
 $o' = Q$

Aufgabe 17 *: Eine Kugel der Masse $m = 0.2 \text{ kg}$ befindet sich in einem glatten horizontalen Rohr, das um eine vertikale Achse drehbar gelagert ist. Die Kugel ist durch eine Feder mit der Drehachse verbunden. Die Federkonstante beträgt $c = 40 \text{ N/cm}$, die statische Ruhelage der Kugel ist durch $a = 3 \text{ cm}$ gekennzeichnet. Wie muss sich die Winkelgeschwindigkeit des Rohres ändern, damit die Kugel relativ zum Rohr die konstante Geschwindigkeit $v_{\text{rel}} = 1 \text{ cm/s}$ erhält? Die Kugel befindet sich zum Zeitpunkt $t = 0 \text{ s}$ im Abstand $b = 5 \text{ cm}$ von der Drehachse.



Die Federkonstante beträgt $c = 40 \text{ N/cm}$, die statische Ruhelage der Kugel ist durch $a = 3 \text{ cm}$ gekennzeichnet. Wie muss sich die Winkelgeschwindigkeit des Rohres ändern, damit die Kugel relativ zum Rohr die konstante Geschwindigkeit $v_{\text{rel}} = 1 \text{ cm/s}$ erhält? Die Kugel befindet sich zum Zeitpunkt $t = 0 \text{ s}$ im Abstand $b = 5 \text{ cm}$ von der Drehachse.

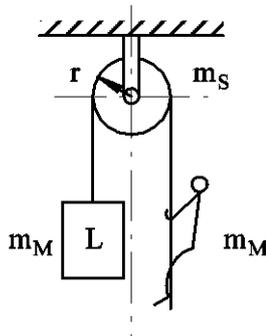
Aufgabe 18 *: Eine homogene Stange mit der Masse m_1 dreht sich reibungsfrei mit der Drehgeschwindigkeit ω_0 in der horizontalen Ebene um ihren Mittelpunkt. Dort stehen zwei Männer (Einzelmasse m_2). Sie beginnen nun nach außen zu gehen.



Wie groß ist die Drehgeschwindigkeit ω_1 , wenn sie an den Enden der Stange angekommen sind?

Wie groß ist die Drehgeschwindigkeit ω_1 , wenn sie an den Enden der Stange angekommen sind?

Aufgabe 19 *: Über eine homogene, zylindrische Scheibe mit der Masse m_S und dem Radius r läuft ein masseloses Seil. Ein Mann mit der Masse m_M klettert auf der rechten Seite hoch. Seine Geschwindigkeit gegenüber dem Seil sei v_{SM} . Links hängt eine Last L , die ebenfalls die Masse m_M hat.



Wie bewegt sich die Last, wenn $m_S = m_M / 4$ und die Anordnung zu Beginn in Ruhe ist?

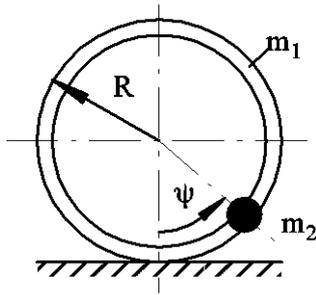
Wie bewegt sich die Last, wenn $m_S = m_M / 4$ und die Anordnung zu Beginn in Ruhe ist?

Aufgabe 20 *: Wie groß muss bei einem senkrechten Kreiskegel das Verhältnis der Höhe h zum Grundkreishalbmesser r sein, damit das Trägheitsellipsoid bezüglich des Schwerpunktes in eine Kugel ausartet? Für welche Punkte der Symmetrieachse wird das Trägheitsellipsoid zur Kugel, wenn h und r vorgeschrieben sind?

Aufgabe 21 *: Man berechne für einen geraden Zylinder, dessen Grundfläche ein Kreisabschnitt vom Öffnungswinkel 2α ist,

- a) den Schwerpunkt,
- b) das Trägheitsmoment bezüglich der Zylindermantellinie durch den Kreismittelpunkt.

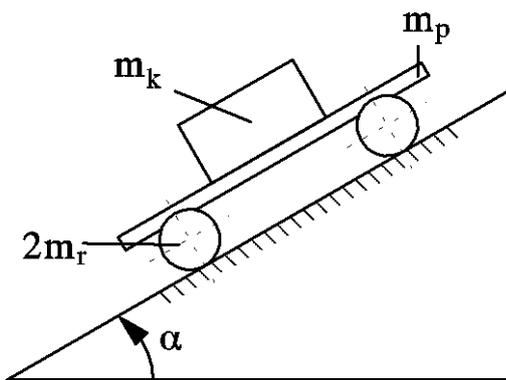
Aufgabe 22 *: Auf einem Kreisring mit der Masse m_1 , der auf einer horizontalen Ebene steht,



ist im höchsten Punkt eine Punktmasse $m_2 = m_1$ befestigt. Infolge einer kleinen Störung der labilen Gleichgewichtslage beginnt der Ring zu rollen ohne zu gleiten und ohne umzukippen.

Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Ringes als Funktion des Winkels ψ ?

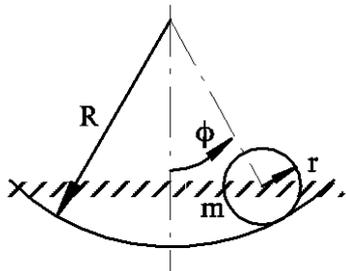
Aufgabe 23 *: Eine Kiste (Punktmasse m_k) liegt auf einem Eisenbahnwagen, der aus einer



Platte (Masse m_p) und 2 Radsätzen besteht. Jeder Radsatz besteht aus zwei Rädern (homogene Vollscheiben, Masse je Vollscheibe m_r , Radius R), die durch eine masselose Achse verbunden sind. Für die Coulombsche Reibung zwischen Kiste und Platte ist der Reibungswinkel $\rho = 10^\circ$ bekannt. Die Verhältnisse der Massen sind $m_p : m_k : m_r = 3 : 2 : 1$.

Wie groß darf der Winkel α einer schiefen Ebene höchstens sein, wenn die Kiste auf dem herunterrollenden Wagen liegen bleiben soll?

Aufgabe 24 **: Ein massiver, homogener Zylinder vom Radius r und der Masse m rollt ohne

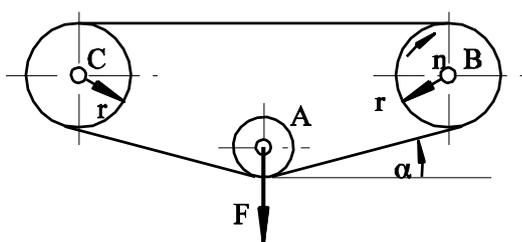


zu gleiten in einem festen Hohlzylinder vom Radius $R > r$. Der Zylinder wird ohne Anfangsgeschwindigkeit bei der Auslenkung ϕ_0 losgelassen.

Man bestimme für eine beliebige Lage die Geschwindigkeit des Mittelpunktes des rollenden Zylinders, die Normalkraft und die Reibungskraft.

Wie groß kann bei einem Reibungskoeffizienten von $\mu_0 = 0.1$ die Anfangsauslenkung ϕ_0 sein, so dass eine reine Rollbewegung stattfindet?

Aufgabe 25 **: Mit welcher Kraft F muss die Spannrolle A belastet werden, damit der Riemen

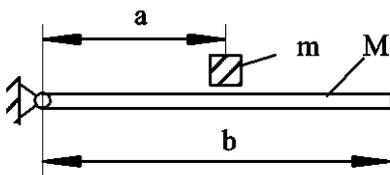


in der Lage ist, die Leistung $P = 36.8 \text{ kW}$ mit der Drehzahl $n = 250 \text{ U/min}$ von der Riemenscheibe B auf die Riemenscheibe C zu übertragen? Der Reibungskoeffizient zwischen Riemen und Scheiben sei $\mu_0 = 0.3$. ($r = 500 \text{ mm}$, $\alpha = 6^\circ$)

Aufgabe 26 **: Auf einer waagerechten Ebene wird ein homogener, voller Kreiszyylinder quer zu seiner Achse ohne jede Drehung mit der Geschwindigkeit $v_0 = 3 \text{ m/s}$ angestoßen. Zunächst gleitet er auf der Ebene, dann fängt er infolge der Gleitreibung (Reibungszahl $\mu_0 = 0,1$) an, sich um seine Achse zu drehen.

Wie lange dauert es, bis seine Drehgeschwindigkeit so groß geworden ist, dass er ohne Gleiten weiterrollt? Welche Strecke hat sein Schwerpunkt bis dahin zurückgelegt?

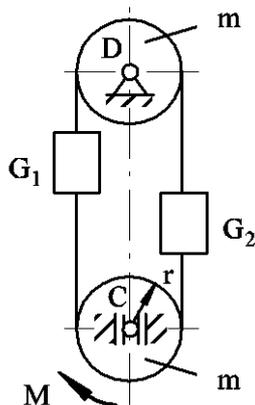
Aufgabe 27 **: Auf einem dünnen, homogenen Brett der Masse M , das an seinem linken Ende in einem reibungsfreien Gelenk gelagert ist, befindet sich ein kleiner Körper der Masse m . Das Brett werde aus der Horizontalen stoßfrei losgelassen.



Welche Kraft übt das Brett auf den Körper bei beliebigem Abstand a aus? Für welchen Abstand a_1 hebt der Körper sofort vom Brett ab?

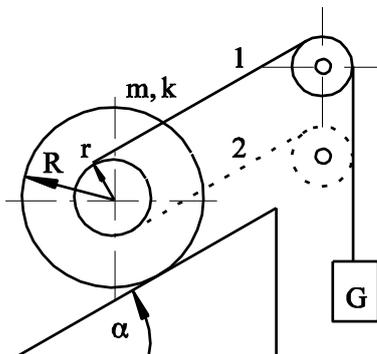
Welche Kraft übt das Brett auf den Körper bei beliebigem Abstand a aus? Für welchen Abstand a_1 hebt der Körper sofort vom Brett ab?

Aufgabe 28 *: Der unteren Riemenscheibe C eines Aufzuges wird das Drehmoment M erteilt.



Man bestimme die Beschleunigung der aufwärts bewegten Last G_1 . Das Gewicht der Gegenlast ist G_2 . Die Scheiben C und D stellen homogene Kreiszyylinder mit dem Halbmesser r und der Masse m dar. Man vernachlässige die Masse des Riemens.

Aufgabe 29 *: Ein Gewicht G wird durch nebenstehende Vorrichtung zum Absinken oder Aufsteigen gebracht. Die Masse des Seiles und der Umlenkrolle seien vernachlässigbar klein. Die Rauigkeit zwischen Rad und Ebene sei so groß, dass kein Gleiten stattfindet, sondern das Rad auf der Unterlage abrollt. Das Seil sei 1) entgegen dem Uhrzeigersinn und 2) im Uhrzeigersinn aufgewickelt. In beiden Fällen soll untersucht werden:



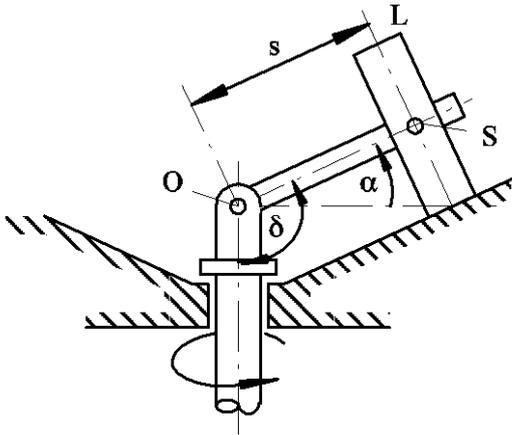
Die Masse des Seiles und der Umlenkrolle seien vernachlässigbar klein. Die Rauigkeit zwischen Rad und Ebene sei so groß, dass kein Gleiten stattfindet, sondern das Rad auf der Unterlage abrollt. Das Seil sei 1) entgegen dem Uhrzeigersinn und 2) im Uhrzeigersinn aufgewickelt. In beiden Fällen soll untersucht werden:

- Bewegt sich das Rad aufwärts oder abwärts?
- Welche Zeit t_0 vergeht, bis das Gewicht G den Weg $h = 12 \text{ m}$ durchlaufen hat?

($G = 1600 \text{ N}$, $m = 1100 \text{ kg}$, $R = 60 \text{ cm}$, $r = 12 \text{ cm}$, $k = 50 \text{ cm}$, $\alpha = 15^\circ$; von Bewegungswiderständen ist abzusehen)

Aufgabe 30 *: Ein homogener Zylinder mit dem Radius R und der Masse m rollt auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel α . Wie groß muss die Reibungskraft mindestens sein, wenn reines Rollen auftreten soll? Wie groß ist die Winkelbeschleunigung des Zylinders, wenn kein reines Rollen stattfindet?

Aufgabe 31 **: Der Läufer L des skizzierten Kollerganges habe die Masse $m = 1000 \text{ kg}$ und bezüglich der Achse OS einen Trägheitsarm von $k = 0.4 \text{ m}$.

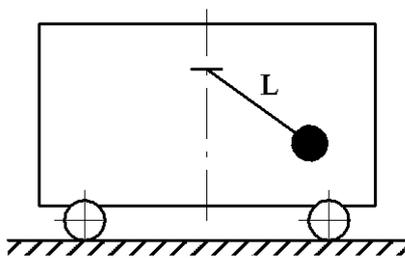


Wie groß ist die zusätzliche Presskraft, die der Läufer L infolge der Kreiselwirkung auf das Mahlgut ausübt, wenn sich die senkrechte Achse in einer Sekunde einmal dreht?

$$s = 0.5 \text{ m}, \alpha = 43^\circ, \delta = 117^\circ.$$

Aufgabe 32 **/****: Es ist die maximale, durch die Kreiselwirkung erzeugte Kraft auf die Lager einer Schiffsturbine zu ermitteln. Das Schiff stampft mit einer Amplitude von 9° und einer Periode von $T = 15 \text{ s}$ um eine Achse durch den Schwerpunkt des Läufers, die senkrecht zur Läuferachse steht. Der Turbinenläufer hat eine Masse von 3500 kg , einen Trägheitsradius von $k = 0.6 \text{ m}$ und eine Drehzahl von $n = 3000 \text{ U/min}$. Der Lagerabstand beträgt 2 m .

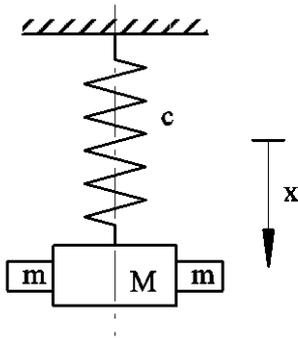
Aufgabe 33 **: In einem mit der Beschleunigung $a = 3 \text{ m/s}^2$ horizontal bewegten Fahrzeug hängt ein ebenes Punktpendel mit der Länge L .



Man bestimme die Gleichgewichtslage des Pendels und die Schwingungsdauer.

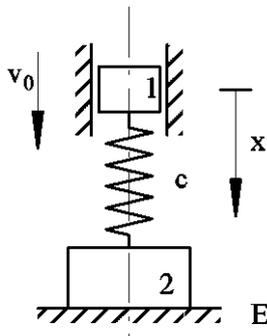
Aufgabe 34 **: An einer einseitig fest eingespannten Schraubenfeder mit der Federkonstanten c hängt eine Masse M , an der zwei Zusatzmassen m starr befestigt sind. Das System führt Schwingungen $x = x_0 + A \sin \omega t$ aus. Zur Zeit $t = t_0$ werden die Zusatzmassen von M getrennt, ohne dass dabei ein Stoß auf M ausgeübt wird.

a) Man berechne die Bewegung $x^* = x^*(\tau)$, $\tau = t + t_0$ der Masse M für $t > t_0$ und gebe die Daten der neuen Schwingung an (Amplitude A^* , Frequenz ω^* , Gleichgewichtslage x_0^*).



- b) Man diskutiere die Sonderfälle, bei denen die Trennung
- in der Gleichgewichtslage $x = x_0$,
 - im unteren Umkehrpunkt,
 - im oberen Umkehrpunkt erfolgt.
- c) Gibt es Bedingungen, unter denen $A^* = 0$ wird, und wie lauten diese gegebenenfalls?

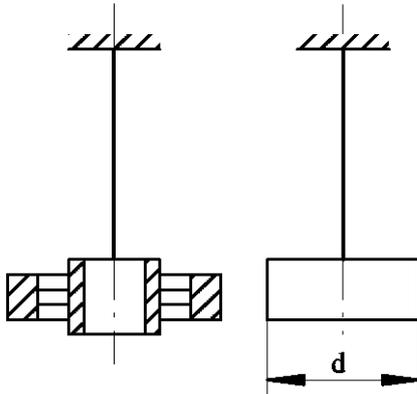
Aufgabe 35 *: Die Platte 2 der Masse m_2 liegt auf der Ebene E und ist mit der Platte 1 der Masse m_1 durch eine Feder verbunden. Die statische Verkürzung der Feder unter dem Eigengewicht der Platte 1 ist a .



- a) Wie groß ist die Eigenfrequenz kleiner Vertikal-schwingungen, die die Platte 1 um die Gleichgewichtslage ausführen kann?
- b) Man berechne den Verlauf der Bewegung von Platte 1 als Funktion der Zeit, also $x(t)$, wenn die Platte 1 zur Zeit $t = 0$ aus der Ruhelage mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 angestoßen wird. Platte 2 soll dabei auf der Ebene E liegen bleiben.
- c) Wie groß darf v_0 höchstens sein, damit sich die Platte 2 nicht von der Ebene E abhebt?

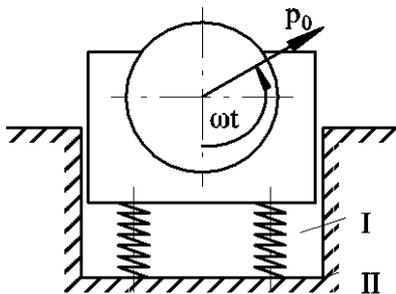
Aufgabe 36 *: Das Trägheitsmoment eines Schwungrades bezüglich seiner Drehachse wird

häufig dadurch ermittelt, dass man das Rad an einem Stahldraht aufhängt und die Schwingungszeit der Drehschwingungen misst. Da die Torsionssteifigkeit der Aufhängung in der Regel nicht genau bekannt ist, wiederholt man den Versuch mit einem anderen Körper von schon bekanntem Trägheitsmoment. Als solcher Vergleichskörper sei eine massive Stahlscheibe von 1500 N Gewicht und $d = 40$ cm Durchmesser gewählt. Die Schwingungsdauer der Scheibe beträgt $t_2 = 4$ s, die des Schwungrades $t_1 = 9.2$ s.

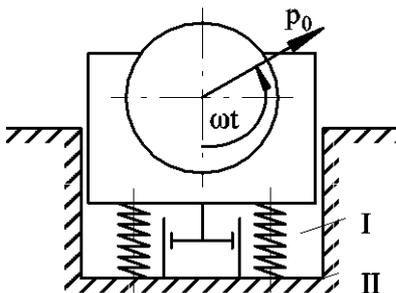


Wie groß ist das Trägheitsmoment des Schwungrades?

Aufgabe 37 **: Infolge unvollständigen Ausgleichs der umlaufenden Massen übt eine Maschine durch die dem Betrage nach konstante Zentrifugalkraft P_0 auf ihre Unterlage I eine periodisch veränderliche Kraft P aus (Unwuchtkraft). Die Drehzahl der Maschine ist $n = 1800$ U/min, und ihr Gewicht einschließlich Sockel ist $G = 500$ N.

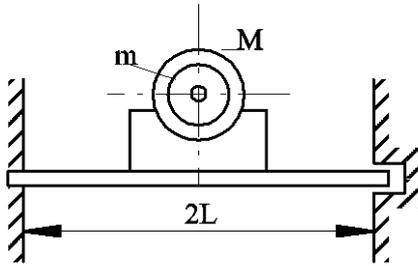


a) Wie groß muss die Federkonstante c der elastischen Unterlage I gewählt werden, auf der die Maschine, wie nebenstehend gezeichnet, ruht, damit der maximale Betrag der in den Boden II abgegebenen Störkraft N nur $1/10$ des Betrages der Zentrifugalkraft p_0 ist?



b) Wie groß ist das als Maß für die Güte der Schwingungsisolierung der Maschine geeignete Verhältnis $|N_{\max}|/P_0$, wenn die Unterlage, wie nebenstehend gezeichnet, nicht nur elastisch ist, sondern auch eine Dämpfung hat? Das Lehrsche Dämpfungsmaß der Unterlage betrage $D = 0.5$; die Federkonstante c der Unterlage möge den aus Frage a) errechneten Wert haben.

Aufgabe 38 **: Ein Elektromotor mit der Gesamtmasse $M = 800 \text{ kg}$ ist in der Mitte eines Trägers montiert, der an beiden Enden horizontal eingespannt und dessen freie Länge $2L = 3 \text{ m}$ ist. Die Masse des Läufers ist $m = 200 \text{ kg}$ und die Drehzahl ist $n = 1500 \text{ U/min}$. Sein Schwerpunkt liegt um $r = 0.05 \text{ mm}$ außerhalb der Wellenmitte. Der Elastizitätsmodul der Trägers ist $E = 2 \cdot 10^7 \text{ N/cm}^2$, das Gewicht des Trägers werde vernachlässigt und der Motor als Einzellast betrachtet.

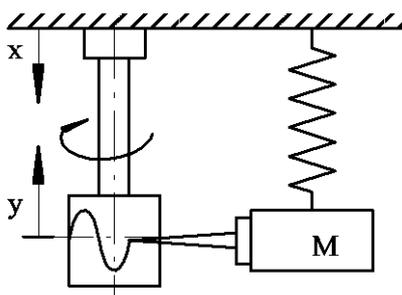


Welches Flächenträgheitsmoment I muss der Träger haben, damit die Amplitude der erzwungenen Schwingungen 0.25 mm nicht überschreitet? Der Rechengang kann durch folgende Teilfragen skizziert werden:

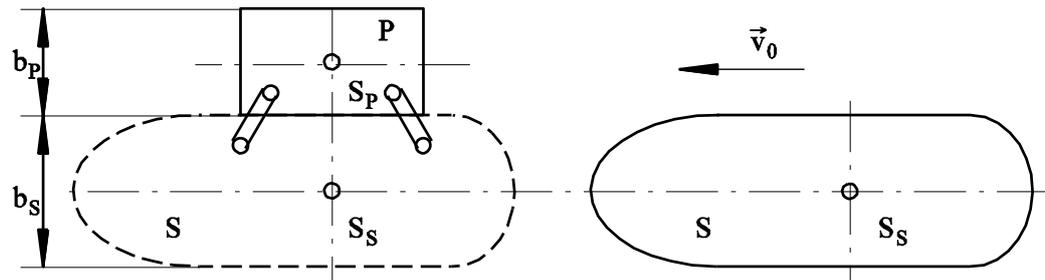
Welches Flächenträgheitsmoment I muss der Träger haben, damit die Amplitude der erzwungenen Schwingungen 0.25 mm nicht überschreitet? Der Rechengang kann durch folgende Teilfragen skizziert werden:

- Wie groß ist die Federkonstante des Balkens, d.h. das Verhältnis von Belastung zu Durchbiegung?
- Wie groß ist die Kraft senkrecht zur Balkenachse, die durch die Fliehkraft der umlaufenden Läuferunwucht hervorgerufen wird?
- Wie groß ist die Amplitude der dadurch entstehenden erzwungenen Balkenschwingung?
- Bei welcher Betriebsart (überkritische oder unterkritische Erregung) wird das Flächenträgheitsmoment am kleinsten?

Aufgabe 39 **: Ein Seismograph besteht im Wesentlichen aus einer großen Masse M , die an einer Feder aufgehängt ist. Die Eigenfrequenz dieses Systems sei $\omega_0 = 2,3 \text{ rad / s}$. Die Masse trägt einen Schreibstift, der auf einer rotierenden Trommel die Verschiebung zwischen Decke und Masse M aufzeichnet. Die Decke führt eine harmonische Schwingung aus, die durch $x = a \sin \Omega t$ beschrieben werden kann, wobei $\Omega = 56 \text{ rad / s}$ die Frequenz des Erdbebens ist. Man schätze ab, mit welcher Genauigkeit der Schreibstift die Amplitude a des Bebens aufzeichnet.



Die Eigenfrequenz dieses Systems sei $\omega_0 = 2,3 \text{ rad / s}$. Die Masse trägt einen Schreibstift, der auf einer rotierenden Trommel die Verschiebung zwischen Decke und Masse M aufzeichnet. Die Decke führt eine harmonische Schwingung aus, die durch $x = a \sin \Omega t$ beschrieben werden kann, wobei $\Omega = 56 \text{ rad / s}$ die Frequenz des Erdbebens ist. Man schätze ab, mit welcher Genauigkeit der Schreibstift die Amplitude a des Bebens aufzeichnet.

Aufgabe 40 **:


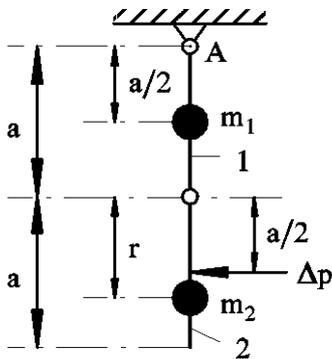
Ein Schiff S nähert sich nach Abstellen des Motors mit einer Restgeschwindigkeit $v_0 = 0.3 \text{ m/s}$ einem Prahm P (flacher Schwimmkörper), an dem es nach Erreichen der gestrichelt gezeichneten Stellung festgebunden wird. Der Prahm sei vor dem Anlegen in Ruhe. Schiff und Prahm sollen für die Dauer des Anlegemanövers als im Wasser frei beweglich angesehen werden. Der Wasserwiderstand soll vernachlässigt werden. Die Daten seien:

Massen:	$m_s = 20 \text{ t}$	$m_p = 10 \text{ t}$
Breiten:	$b_s = 3 \text{ m}$	$b_p = 4 \text{ m}$
Trägheitsmomente bezüglich der Schwerpunkte S_s bzw. S_p :	$J_s = 200 \text{ t m}^2$	$J_p = 40 \text{ t m}^2$

- Wie ist der Bewegungszustand des fest gebundenen Systems Schiff und Prahm unmittelbar nach dem Anlegemanöver? Dabei sind die Geschwindigkeit v des gemeinsamen Schwerpunktes und die Winkelgeschwindigkeit ω zu berechnen.
- Wie groß ist der durch die Kräfte senkrecht zur Anlegefläche entstehende Momentenstoß $\int M dt$, der zwischen Schiff und Prahm während des Anlegens wirksam ist?
- Wie groß müsste die Breite des Prahms (bei gleichem J_p) sein, wenn $\int M dt = 0$ werden soll?
- Wie groß ist die in der Berührungsebene übertragene mittlere Bremskraft, wenn das Abbremsen 10 s dauert?

Hinweis zur Lösung: Die zwischen Schiff und Prahm ausgeübten Kräfte können in eine Komponente F in der Berührungsebene sowie in Komponenten senkrecht dazu zerlegt werden. Die letzteren ergeben das Moment M .

Aufgabe 41 *: An einem masselosen Stab, der die Punktmasse m_1 trägt und in A drehbar aufgehängt ist, hängt ein zweiter masseloser Stab mit der Punktmasse m_2 . In halber Höhe trifft auf diesen Stab ein Kraftstoß Δp .



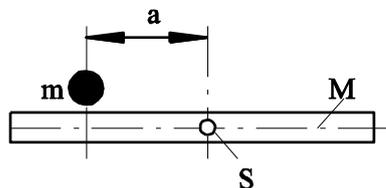
Für $m_1 = 3 m_2$ berechne man den Abstand r der Punktmasse m_2 , so dass sich unmittelbar nach dem Stoß

- der Stab 2 nicht dreht,
- beide Stäbe mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit bewegen.

Aufgabe 42 */**: Ein symmetrischer Stab hat die Länge $L = 1.2 \text{ m}$ und einen Trägheitsarm von $k = 0.5 \text{ m}$ bezogen auf eine Achse durch den Schwerpunkt und senkrecht zur Stabachse. Er fällt in horizontaler Lage ohne Drehung herab. Bei einer Geschwindigkeit von $v = 5 \text{ m/s}$ stößt das eine Stabende gegen einen Mauervorsprung. Die Stoßkraft sei genau senkrecht.

Wie bewegt sich der Stab unmittelbar nach dem Stoß, wenn dieser a) elastisch und b) plastisch ist?

Aufgabe 43 */**: Ein Stab habe die Masse M und Trägheitsarm k bezüglich einer Querachse durch den Schwerpunkt. Man lässt den Stab, ohne ihn anzustoßen, aus der waagerechten Lage fallen. Unmittelbar danach trifft im Abstand a vom Schwerpunkt entfernt eine herabfallende, punktförmige Masse m auf den Stab.

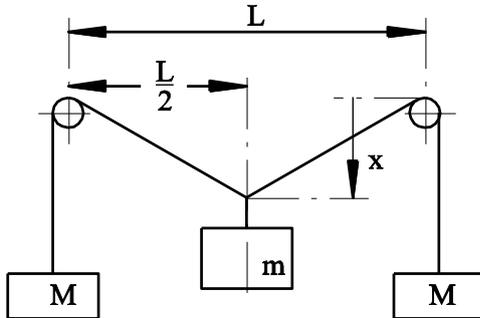


Wie bewegt sich dieser, wenn der Stoß plastisch ist?

Wie bewegt sich dieser, wenn der Stoß plastisch ist?

Aufgabe 44 *: Über zwei reibungsfrei laufende Rollen ist ein Seil gespannt, an dessen Enden die Massen M hängen.

a) Wie weit hängt das Seil nach Anhängen der Masse m in der Mitte durch, wenn das System im Gleichgewicht ist?



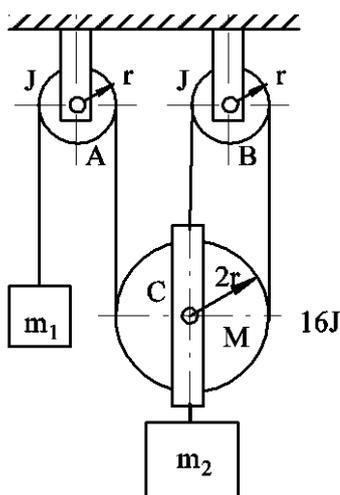
b) Wie groß wird der maximale Durchhang des Seiles, wenn die Masse m stoßfrei aus der Lage freigegeben wird, bei der das Seil zwischen den Rollen horizontal gespannt ist?

c) Man bestimme die Schwingungszeit der Masse m für $m \ll M$ bei kleinen Schwingungen um die Gewichtslage. Die Massen des Seiles und der Rollen seien vernachlässigbar klein.

Aufgabe 45 **: An dem skizzierten Flaschenzug hängen die Massen m_1 und m_2 . Die Rolle C habe zusammen mit dem Bügel die Masse M . Die Masse des Seiles kann vernachlässigt werden. Die Rollen A und B haben die Trägheitsmomente J und die Radien r . Für die Rolle C gilt $16J$ und $2r$. Die Rollen sollen sich reibungsfrei drehen, das Seil soll nicht auf den Rollen gleiten.

a) Welche Beziehung besteht zwischen den Massen m_1 , m_2 und M im Gleichgewichtsfall?

b) Wie groß ist das Übersetzungsverhältnis der Verschiebungen der Massen m_1 und m_2 ?



c) Wie groß ist die Beschleunigung der Masse m_2 , wenn das Gleichgewicht gestört ist, z.B. $m_2 > m_{2\text{GL}}$?

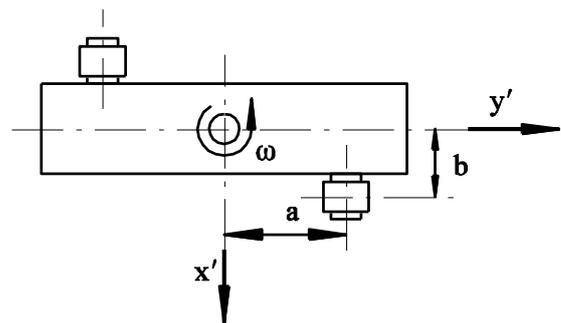
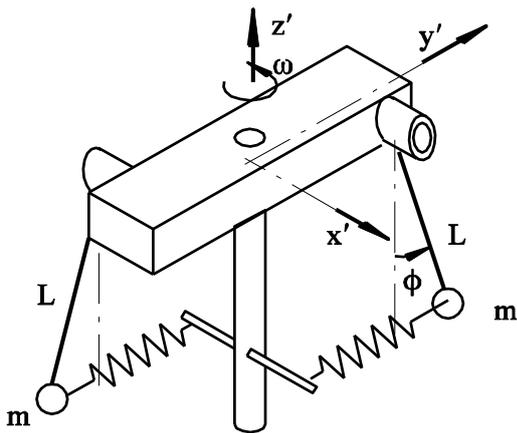
d) Man denke sich die Masse m_1 durch eine Schraubenfeder (Federkonstante c) ersetzt, deren unteres Ende fixiert ist.

α) Wie groß ist die Dehnung der Feder im Gleichgewichtsfall?

β) Welche Schwingungsdauer T haben die nach vertikalem Anstoß der Masse m_2 entstehenden Schwingungen?

Aufgabe 46 **: Die beiden Pendel eines Zentrifugalreglers können um Achsen parallel zur x -Achse schwingen. Sie können als Punktpendel der Masse m und Länge L aufgefasst werden. Zusammen mit der Federfesselung (Federkonstante c) ergibt sich bei ruhendem Regler ($\omega = 0$) eine Eigenfrequenz des Pendels von 40 Hz. Die Ruhelage für $\omega = 0$ sei $\phi = \phi_0 = 0$. Der Pendelwinkel ϕ kann als klein betrachtet werden ($\phi \ll 1$). Es sei $a = 2b = 0.2 L$.

- Welche Gleichgewichtslage $\phi_0(\omega)$ ergibt sich für $\omega \neq 0$?
- Wie groß ist ϕ_0 in Winkelgrad bei einer Drehzahl von 20 U/s?
- Welches ist die Eigenfrequenz ω_p des Pendels bei $\omega \neq 0$?
- Mit wie viel Hz schwingt das Pendel bei einer Drehzahl von 20 U/s?
- Das Pendel sei zunächst bei $\phi = 0$ arretiert. Nach Erreichen von $\omega = 2\pi \cdot 20 \frac{1}{s}$ vollführt es nach der Freigabe eine Schwingung $\phi = \phi(t)$.
 Wie lautet $\phi(t)$, wenn die Dämpfung vernachlässigt werden kann?
- Welches Moment muss maximal von der Achsmuffe des Pendels senkrecht zur x -Achse aufgenommen werden:
 - im Gleichgewichtsfall $\phi = \phi_0$ nach b)?
 - bei der Schwingung nach e)?
 Um welchen Faktor ist M_β größer als M_α ?





Aufgabe 47 *: Eine Rakete mit der Nettomasse m_E und der Gesamtmasse beim Start m_A steigt senkrecht von der Erdoberfläche in Folge des Ausstoßes der Verbrennungsgase auf. Nach der Zündung bildet sich ein konstanter Massenaustrittsstrom μ mit einer Strahlgeschwindigkeit w aus. Wie groß ist die theoretisch erreichbare Höchstgeschwindigkeit der Rakete nach Beendigung der Antriebsphase, d.h. nach Aufbrauchen des Treibstoffs. Nehmen Sie dabei an, dass eine konstante Erdbeschleunigung g wirkt und kein Luftwiderstand vorhanden ist.