



fachhochschule
stralsund

university of
applied
sciences

fachbereich school of
maschinenbau mechanical engineering

Technical Mechanics

Technische Mechanik

for

für

Business Administration
and Engineering

Wirtschaftsingenieurwesen

Exercises

Übungsblock

Prof. Dr.-Ing. Joachim Venghaus

Stralsund 2006
1. Auflage

Inhaltsverzeichnis

1	Forces	2
1.1	General	2
1.2	Conditions of Equilibrium	4
2	Moment and Moment Vector	5
2.1	Couples	5
2.2	Conditions of Equilibrium	6
2.3	Systems of Bodies	6
3	Principles of Dry Friction	9
3.1	Static Friction	9
3.2	Kinetic Friction	11
3.3	Belt Friction on Circular Structures	12

Literatur

- [KES] S. Kessel / D. Fröhling;
Technische Mechanik Technical Mechanics. Teubner, 1998
- [SG1] Schnell / Gross;
Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 1 Statik. Springer 1996
- [SG2] Schnell / Gross;
Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 2 Elastostatik. Springer 1996
- [SG3] Schnell / Gross;
Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3 Kinetik. Springer 1996
- [ROM] Romberg / Hinrichs;
Keine Panik vor Mechanik!. Vieweg,1999
- [LIM] Spiegel / Limbrunner;
Applied Statics and Strength of Materials . Pearson/Prentice Hall, 2004
- [BED] Bedford / Fowler;
Engineering Mechanics, Dynamics Principles. Prentice Hall, 2003

Part I: Statics of Rigid Bodies

1 Forces

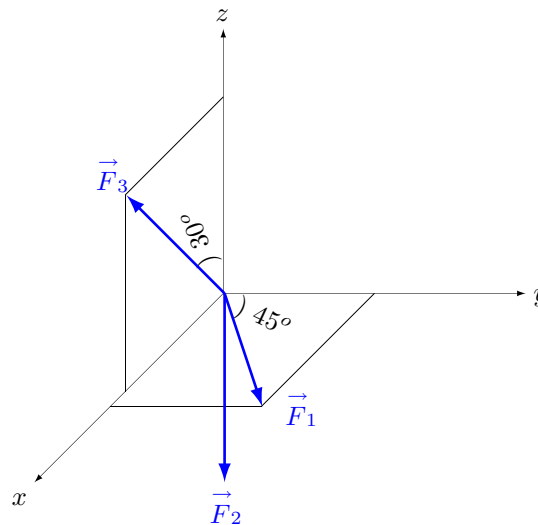
1.1 General

Exercise 1.1/1

Übung 1.1/1

Given values: $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$
 with $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}_3| = F$.

Gegeben: $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$
 mit $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}_3| = F$.



111-1.TEX

To be found: The resulting force \vec{R} .

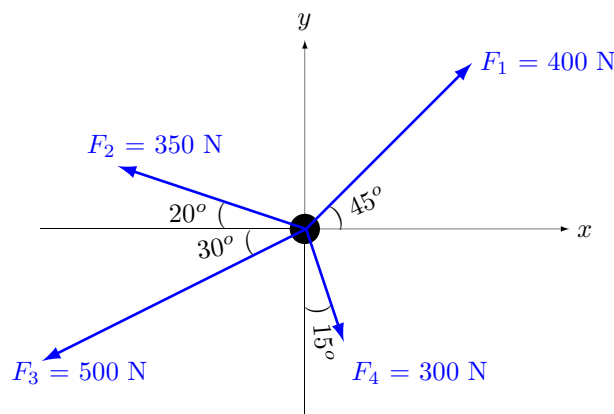
Gesucht: Die Resultierende \vec{R} .

Exercise 1.1/2

Übung 1.1/2

Four coplanar forces are applied to a telephone pole

Auf einen Leitungsmast wirken vier Kräfte in horizontaler Ebene



111-2.TEX

To be found: The resulting force \vec{R} .

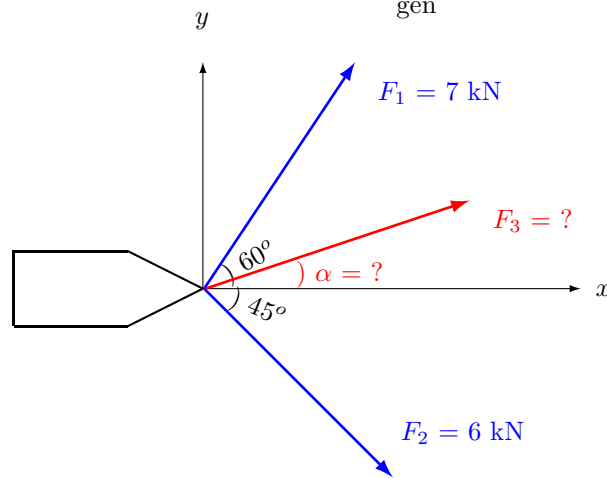
Gesucht: Die Resultierende \vec{R} .

Exercise 1.1/3

Übung 1.1/3

Three tugs are dragging a vessel

Ein Schiff wird von drei Schleppern gezogen



I11-3.TEX

How much is the force magnitude that tug # 3 must apply and in which direction must the tug captain steer so that the vessel will be dragged with 10 kN exactly in x -direction?

Mit welchem Kraftbetrag und in welche Richtung muss Schlepper 3 ziehen, damit das Schiff mit 10 kN genau in x -Richtung geschleppt wird?

Exercise 1.1/4

Übung 1.1/4

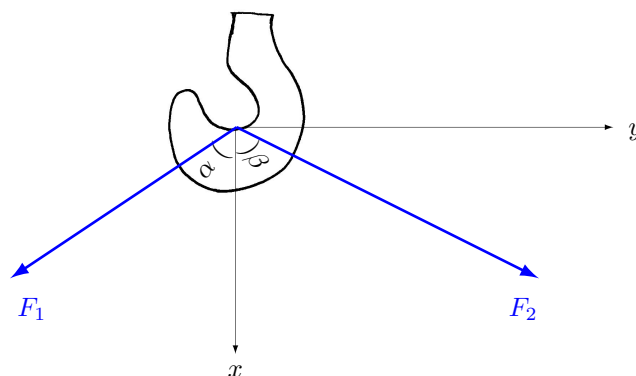
There are two forces \vec{F}_1, \vec{F}_2 applied to the hook of a crane

Am Lasthaken eines Krans wirken zwei Kräfte \vec{F}_1, \vec{F}_2 .

1. Calculate the magnitude of the resulting force.
2. Does the resulting force act vertically?

1. Welchen Betrag hat die auf den Haken ausgeübte Zugkraft?
2. Wirkt diese in lotrechter Richtung?

$$F_1 = 8,2 \text{ kN}, \quad F_2 = 9,7 \text{ kN}, \quad \alpha = 50^\circ, \quad \beta = 65^\circ.$$



I11-4.TEX

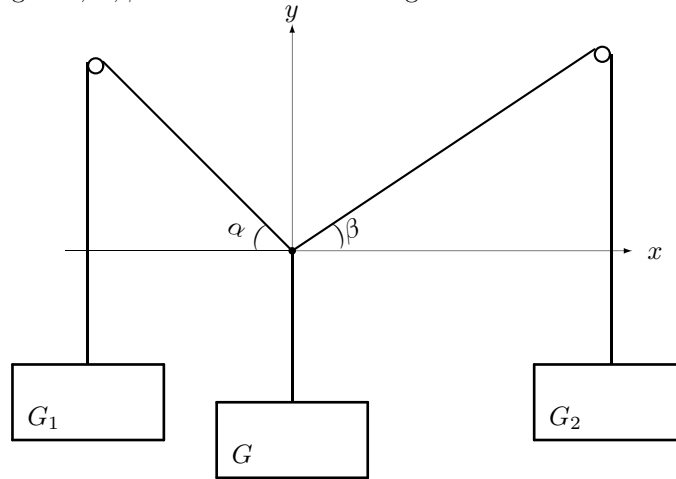
1.2 Conditions of Equilibrium

Exercise 1.2/1

Übung 1.2/1

Given Values: Weight G , α , β

Gegeben: Gewichtskraft G , α , β



112-1.TEX

To be calculated: G_1 , G_2

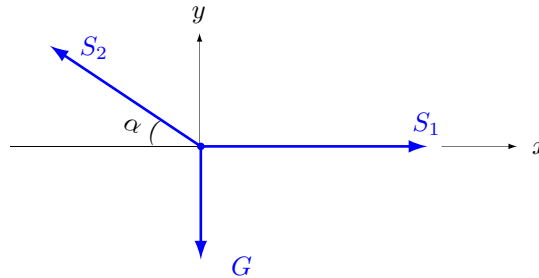
Gesucht: G_1 , G_2

Exercise 1.2/2

Übung 1.2/2

Given Values: G , α

Gegeben: G , α



112-2.TEX

To be calculated: S_1 , S_2

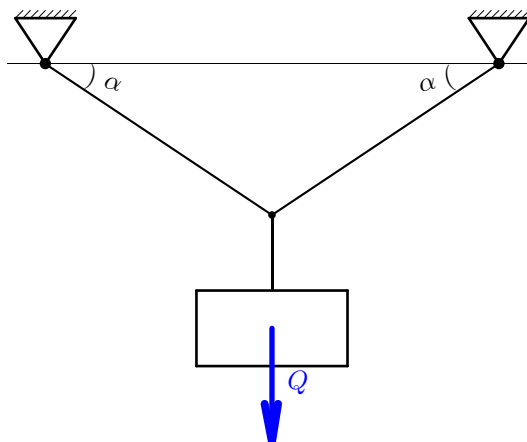
Gesucht: S_1 , S_2

Exercise 1.2/3

Übung 1.2/3

A load (weight $Q = 10$ kN) is supposed to be suspended with a rope that has a tensile strength of 20 kN.

Eine Last (Gewichtskraft $Q = 10$ kN) soll durch ein Seil gehalten werden, dessen Tragfähigkeit 20 kN beträgt.



112-3.TEX

Calculate the minimum allowed angle α so that the rope won't tear

Wie klein darf der Winkel α werden, ohne dass das Seil reißt?

2 Moment and Moment Vector

2.1 Couples

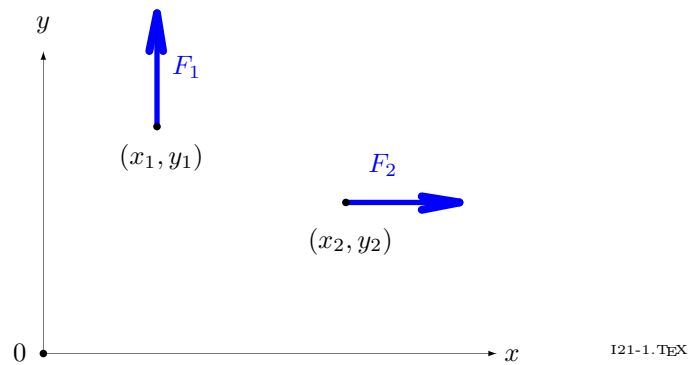
Exercise 2.1/1

Übung 2.1/1

Given values:

Gegeben:

$$x_1 = 1,5\text{m}, \quad y_1 = 3\text{m}, \quad x_2 = 4\text{m}, \quad y_2 = 2\text{m}, \quad F_1 = 10\text{N}, \quad F_2 = 20\text{N}.$$



Calculate the resulting force at point 0 and the resulting moment referring to point 0

Gesucht: Resultierende Kraft im Punkt 0, dazugehöriges Moment um den Punkt 0.

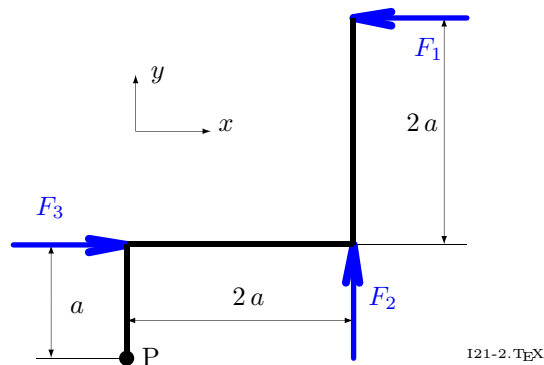
Exercise 2.1/2

Übung 2.1/2

A frame is loaded with 3 forces.

Ein Rahmen wird durch 3 Kräfte belastet.

$$F_1 = F_2 = 2F, \quad F_3 = F, \quad a.$$



Calculate the resulting force and moment referring to point P.

Gesucht: Resultierende Kraft im und resultierendes Moment um den Punkt P.

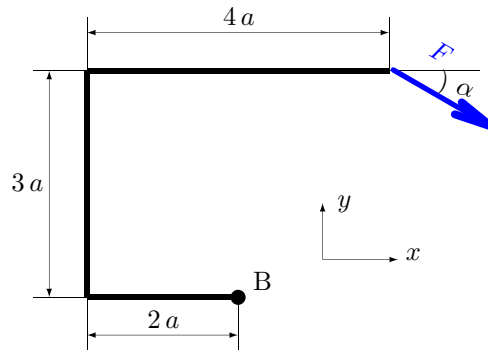
Exercise 2.1/3

Übung 2.1/3

A frame is loaded with one force. Given values:

Ein Rahmen wird durch eine Kraft belastet. Gegeben:

$$F, \alpha, a.$$



121-3.TEX

Calculate the resulting moment of force F referring to point B.

Gesucht: Resultierendes Moment der Kraft F um den Punkt B.

2.2 Conditions of Equilibrium

2.3 Systems of Bodies

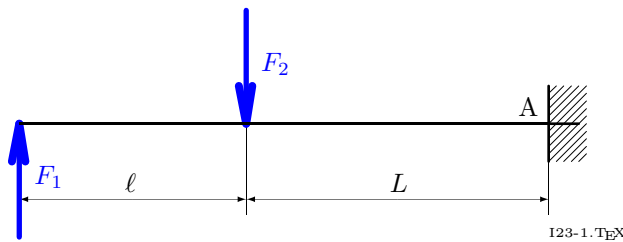
Exercise 2.3/1

Übung 2.3/1

A cantilever is loaded by two forces. The equilibrium conditions are fulfilled. Given values:

Ein einseitig eingespannter Balken wird von zwei Kräften belastet. Er befindet sich im Gleichgewicht. Gegeben:

$$F_1, F_2, \ell, L.$$



123-1.TEX

Calculate the values of support A.

Gesucht: Alle Lagerreaktionen in A.

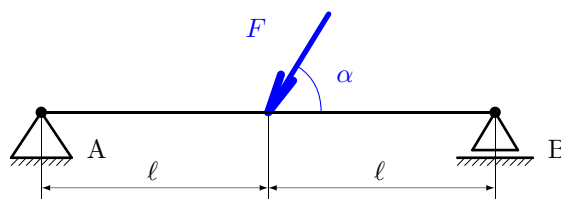
Exercise 2.3/2

Übung 2.3/2

A bridge is loaded. Given values:

Eine Brücke wird belastet. Gegeben:

$$F, \ell, \alpha.$$



123-1.TEX

Calculate the values of the supports A and B.

Gesucht: Alle Lagerreaktionen in A und B.

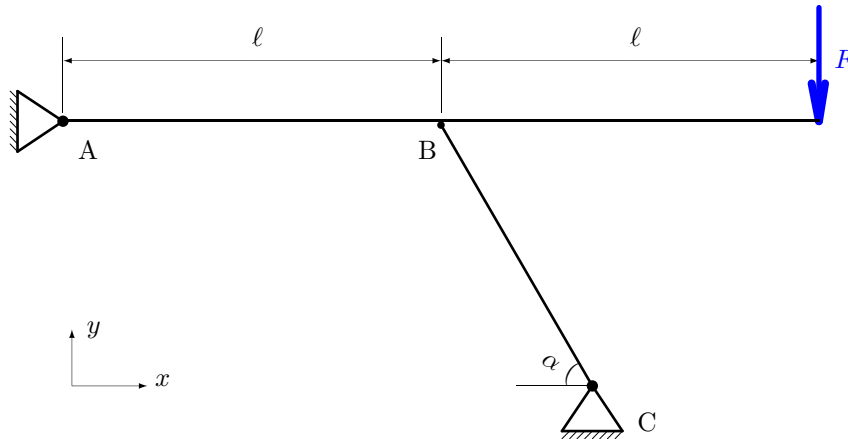
Exercise 2.3/3

Übung 2.3/3

A structure is loaded with force F . Given values:

Ein Tragwerk wird mit der Kraft F belastet. Gegeben:

$$F = 20 \text{ kN}, \quad \ell = 2 \text{ m}, \quad \alpha = 60^\circ.$$



123-3.TEX

Calculate the values of the supports A and B. Evaluate the force S in rod BC

Gesucht: Alle Lagerreaktionen in A und B, Stabkraft S im Stab BC.

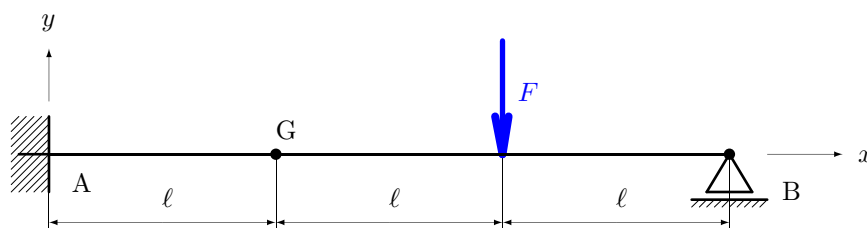
Exercise 2.3/4

Übung 2.3/4

Two beams are pin joint at point G. The structure is loaded with force F . Given values:

Ein Tragwerk besteht aus zwei gelenkig verbundenen Balken, es wird mit der Kraft F belastet. Gegeben:

$$F, \quad \ell.$$



123-4.TEX

Calculate the values of the supports A and B. Evaluate the forces in the pin connection G

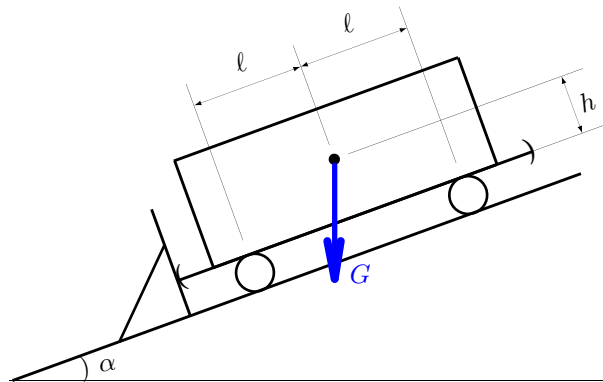
Gesucht: Alle Lagerreaktionen in A und B, Kräfte im Gelenk G.

Exercise 2.3/5**Übung 2.3/5**

A waggon is located on a ramp at well lubricated buffers. Given values:

Ein Güterwagen steht auf einer Rampe an einem gut gefetteten Prellbock. Gegeben:

$$G, \ell, h, \alpha.$$



123-5.TEX

Calculate the forces at the wheels and the buffers. Hint: the wheel brakes are released.

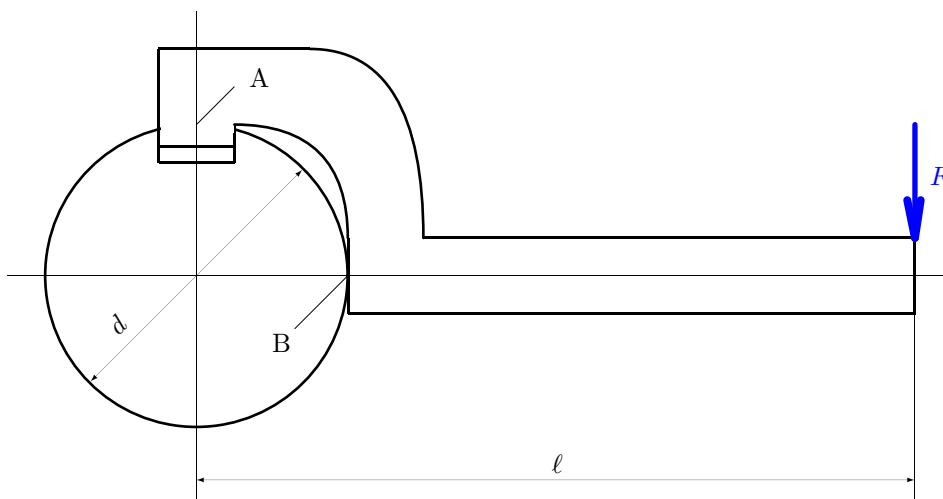
Welche Kräfte wirken auf Räder und Puffer? Hinweis: Die Radbremsen sind gelöst.

Exercise 2.3/6**Übung 2.3/6**

Apply a moment of $F \ell$ with the hook spanner (pin wrench). Given values:

Mit einem Hakenschlüssel soll das Moment $F \ell$ erzeugt werden. Gegeben:

$$F, \ell, d.$$



123-6.TEX

Calculate the reaction forces at the points A and B. Assume that the pin is arbitrarily lank (thin).

Welche Reaktionskräfte wirken an den Punkten A und B? Die Breite des Hakens sei beliebig klein.

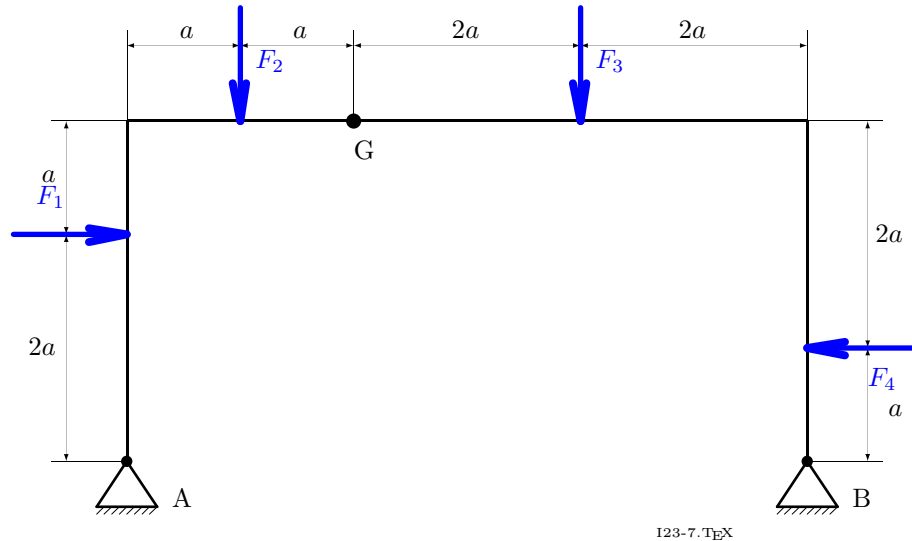
Exercise 2.3/7

Übung 2.3/7

There are four forces acting on a mine support. Given values:

Vier Kräfte wirken auf einen Grubenausbau. Gegeben:

$$F_1 = F_4 = 10 \text{ kN}, \quad F_3 = 30 \text{ kN}, \quad F_4 = 60 \text{ kN}, \quad a = 1 \text{ m}.$$



Calculate the values of the supports A and B. Evaluate the forces at the pin connection G.

Gesucht sind die Lagerreaktionen in A und B sowie die Kräfte im Gelenk G

3 Principles of Dry Friction

3.1 Static Friction

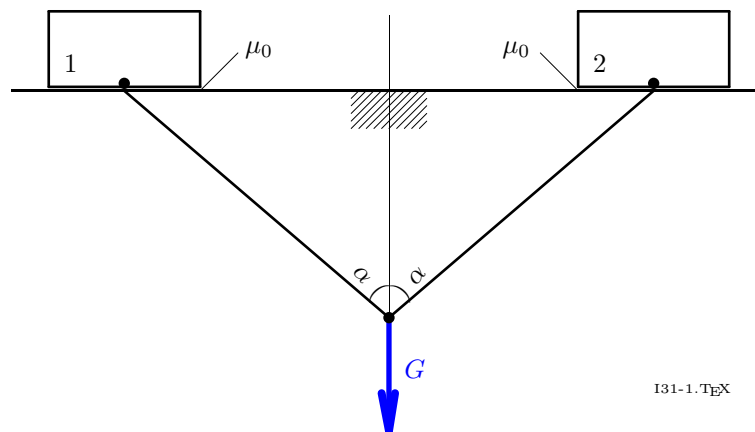
Exercise 3.1/1

Übung 3.1/1

Calculate the minimum value of μ_0 . The conditions of equilibrium must be fulfilled. Given values:

Wie groß muss μ_0 mindestens sein, damit Gleichgewicht herrscht? Gegeben:

$$\alpha, \quad G : \text{arbitrary, beliebig.}$$



Assume that the the weights of bodies 1 and 2 can be neglected.

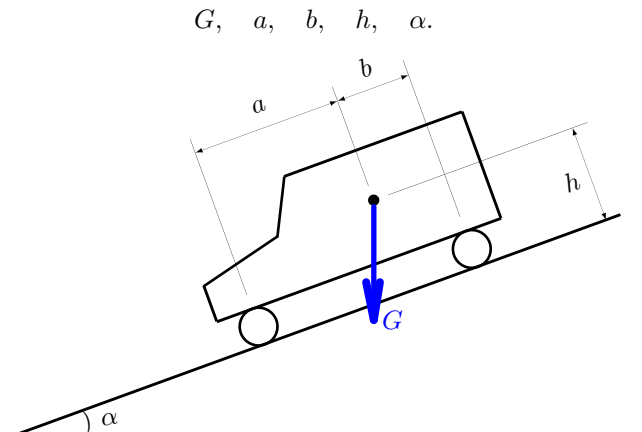
Die Körper 1 und 2 seien masselos.

Exercise 3.1/2

On a slope a car is parked facing downhill, the parking brake is applied. Calculate the minimum necessary value of μ_0 so that the car won't slide. Keep in mind that the parking brake acts on the rear axle (no Renault R4 or Saab 99). Given values:

Übung 3.1/2

Ein PKW steht mit angezogener Handbremse hangabwärts auf einer schiefen Ebene. Wie groß muss μ_0 mindestens sein, damit der Wagen nicht rutscht (Bremse wirkt auf die Hinterräder). Gegeben:



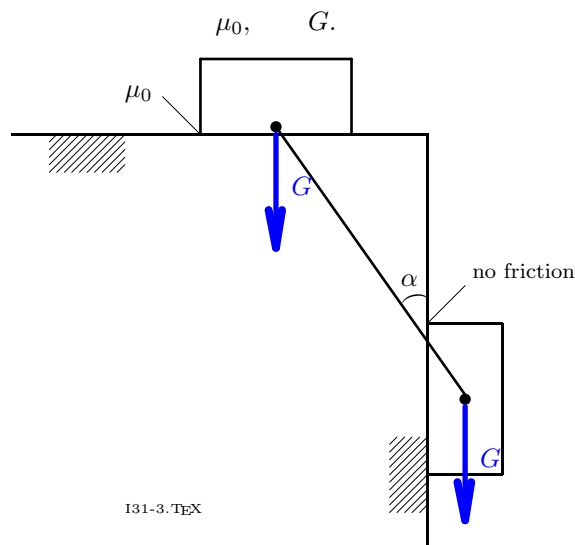
I31-2.TEX

Exercise 3.1/3

Two rigid bodies are connected with a rope whose weight can be neglected. The conditions of equilibrium have to be fulfilled. Calculate the maximum angle α . Given values:

Übung 3.1/3

Bis zu welchem Winkel α bleiben die beiden über ein gewichtsloses Seil miteinander verbundenen Gewichte in Ruhe? Gegeben:



I31-3.TEX

3.2 Kinetic Friction

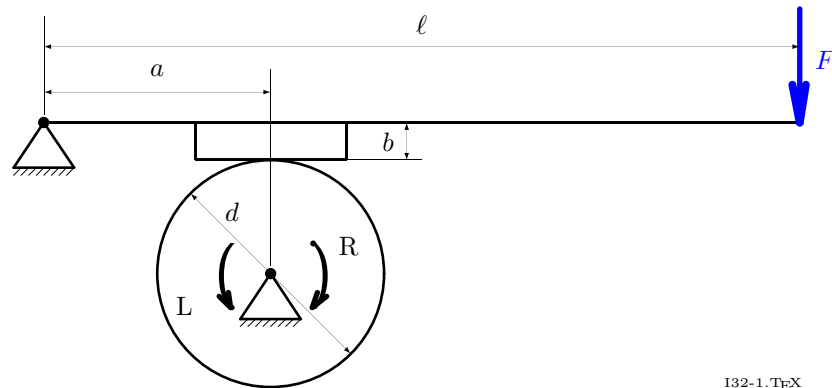
Exercise 3.2/1

Übung 3.2/1

Given values:

Gegeben:

$$a, \ell, b, \mu, d, F.$$



I32-1.T_EX

To be evaluated:

Gesucht:

1. Breaking torque when the wheel rotates clockwise (R) and counterclockwise (L).
 2. Which distance b should be chosen so that the breaking torque is equal for both senses of rotation?
 3. The brake can become an override clutch. Which distance b should be chosen? Which sense of rotation will be impossible?
1. Bremsmoment bei Rechts- und Linkslauf.
 2. Welcher Abstand b muss gewählt werden, damit bei beiden Drehrichtungen gleiche Bremswirkung auftritt?
 3. Bei welchem Abstand b wird die Bremse zum Freilauf? Welche Drehrichtung wird unmöglich?

3.3 Belt Friction on Circular Structures

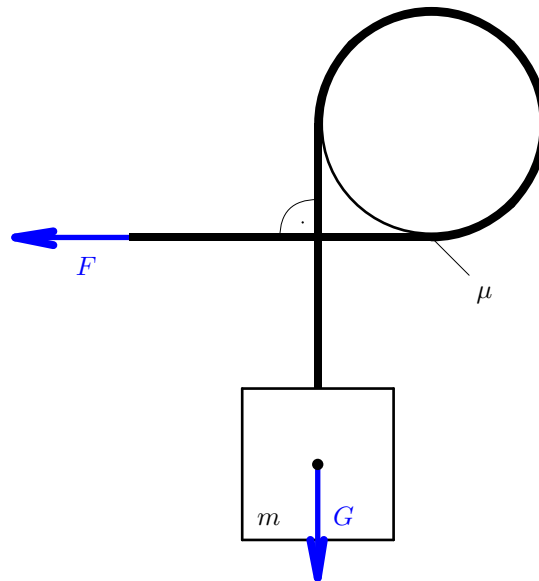
Exercise 3.3/1

Übung 3.3/1

An alpinist (mountaineer) is going to be roped down (to rope down = to abseil). The rope is wound around a guard rail with circular cross-section as shown. Given values:

Ein Bergsteiger soll abgeseilt werden, dazu wird eine Leine um einen Stab gewunden. Gegeben:

$$m = 100 \text{ kg}, \quad g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad \mu = 0,2.$$



133-1.TpX

Which force F must be applied so that the mountaineer will be roped down with constant velocity? In this case is $G = m g$.

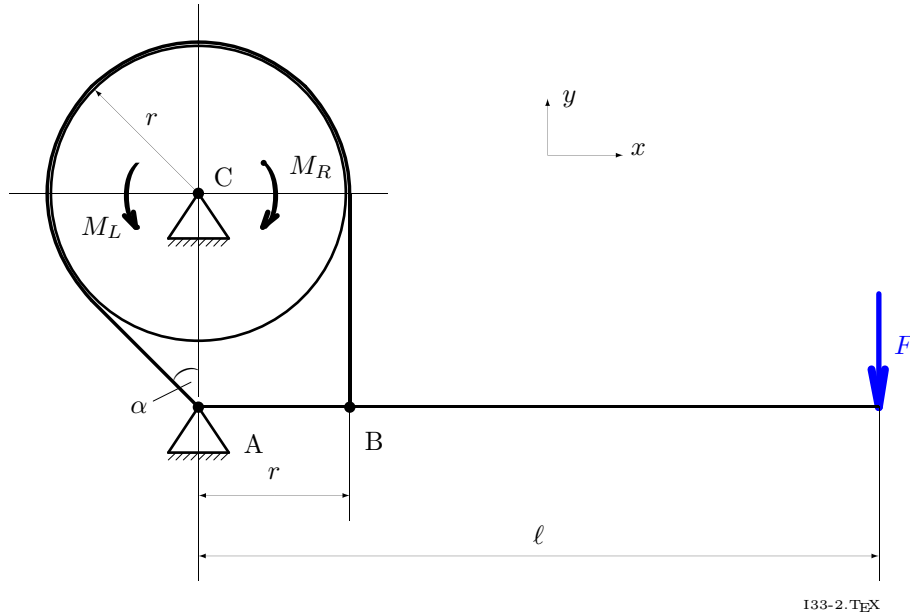
Welche Kraft F muss aufgebracht werden, damit der Bergsteiger (Masse m) mit konstanter Geschwindigkeit abgeseilt wird? In diesem Fall gilt $G = m g$.

Exercise 3.3/2

Übung 3.3/2

A strap brake, (belt brake). Given values: Eine Bandbremse. Gegeben:

$$F, r, \ell, \alpha = 45^\circ, \mu_0 = 0,2.$$



Calculate M_{Rmax} and M_{Lmax} . The wheel must not rotate.

Gesucht: M_{Rmax} und M_{Lmax} , ohne dass die Walze sich dreht.