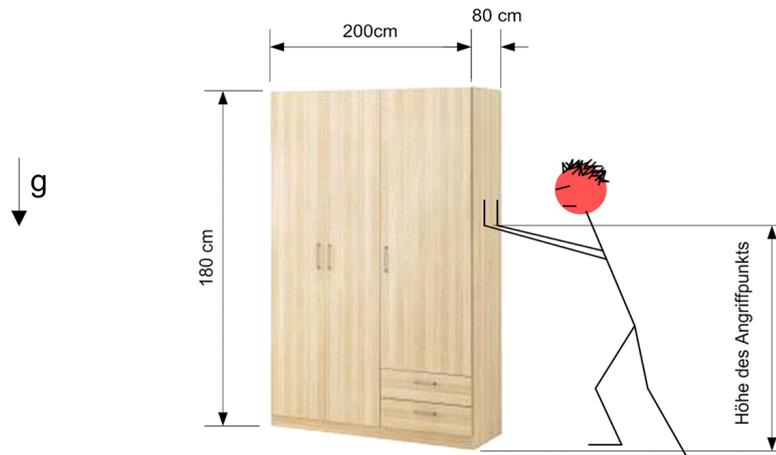


## 1 Innenarchitektur

Sie sind gerade nach Aachen gezogen und richten Ihr neues Zimmer ein. Nun stellen Sie fest, dass der Kleiderschrank nicht am richtigen Platz steht. Der Schrank wiegt 93,8 kg. Ihr Zimmer ist mit PVC ausgelegt. Zwischen Holz und PVC herrscht ein Haftungskoeffizient von  $\mu_0 = 0,67$  und ein Gleitreibungskoeffizient von  $\mu = 0,59$ . Der Schwerpunkt des Schrankes darf zur Vereinfachung in der Mitte angenommen werden. Die Erdbeschleunigung beträgt  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .



### 1.1

Welche Kraft benötigen Sie zum Anschieben des Schrankes?

#### Ergebnis

$$F_A = 616,52 \text{ N}$$

### 1.2

Welche Kraft müssen Sie aufbringen, um den Schrank in Bewegung zu halten?

#### Ergebnis

$$F_B = 542,91 \text{ N}$$

### 1.3

Wie hoch können Sie ansetzen, damit der Schrank sowohl beim Anschieben als auch in Bewegung nicht umkippt?

#### Ergebnis

$$h_A = 1,5 \text{ m}$$

$$h_B = 1,7 \text{ m}$$

### 1.4

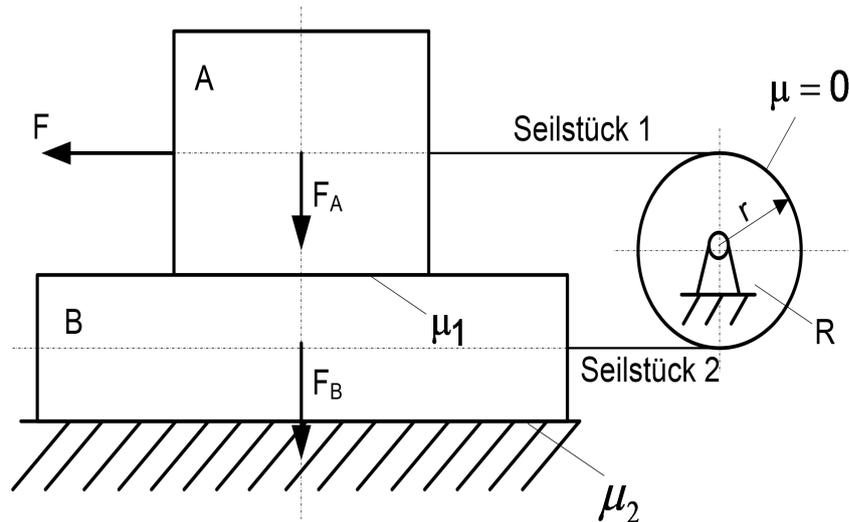
Nach der Arbeit wollen Sie sich mit einem Bierchen belohnen. Wie weit müssen Sie den Schrank geschoben haben, damit Sie die 177 kJ eines durchschnittlichen Bieres nicht sofort ansetzen?

#### Ergebnis

$$s = 326,02 \text{ m}$$

## 2 Zwei Kisten mit Rolle

Der Klotz  $A$  mit der Gewichtskraft  $F_A$  liegt auf dem Klotz  $B$  mit der Gewichtskraft  $F_B$ . Beide Klötze sind mit einem Seil verbunden, welches über eine reibungsfreie Rolle  $R$  mit dem Radius  $r$  geführt wird. Eine Kraft  $F$  greift in horizontaler Richtung am Klotz  $A$  an. Die Kontaktflächen zwischen  $A$  und  $B$  bzw. zwischen  $B$  und dem Untergrund sind reibungsbehaftet. Bestimmen Sie die Seilkräfte und die maximale Kraft  $F$ , sodass sich das System gerade noch in Ruhe befindet. Gegeben:  $F_A$ ,  $F_B$ ,  $r$ ,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$



### Ergebnis

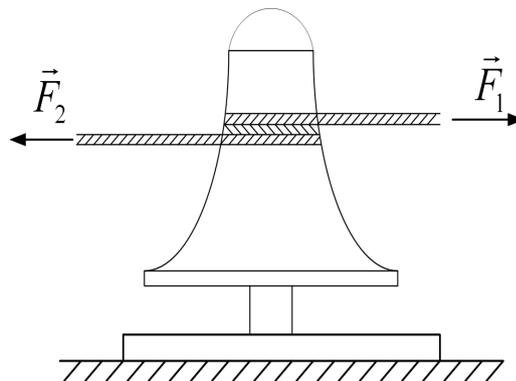
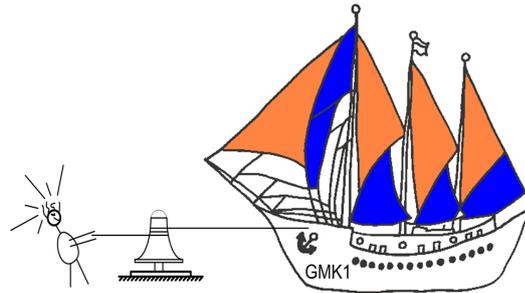
$$F_{max} = 2\mu_1 \cdot F_A + \mu_2 \cdot (F_A + F_B)$$

$$S_1 = S_2 = \mu_1 \cdot F_A + \mu_2 \cdot (F_A + F_B)$$

### 3 SS GMK1 vertäuen

Nach ihrer langen Reise über die sieben Weltmeere dockt die SS GMK1 im Hafen von Singapur an. Aushilfsmatrose Bud Spencer muss aufgrund seiner körperlichen Fähigkeiten während der Aufenthaltszeit das Schiff per Hand festhalten. Er weiß, dass das Schiff eine Seilzugkraft von 2000 N verursacht und dass zwischen seinem Seil und dem Hafepoller ein Haftreibungskoeffizient von  $\mu = 0,1$  herrscht. Er schlingt sein Seil dreimal um den Poller. Mit welcher Kraft muss er ziehen, damit die SS GMK1 nicht auf das südchinesische Meer hinaustreibt?

Gegeben:  $\mu = 0,1$   $F_G = 2000$  N



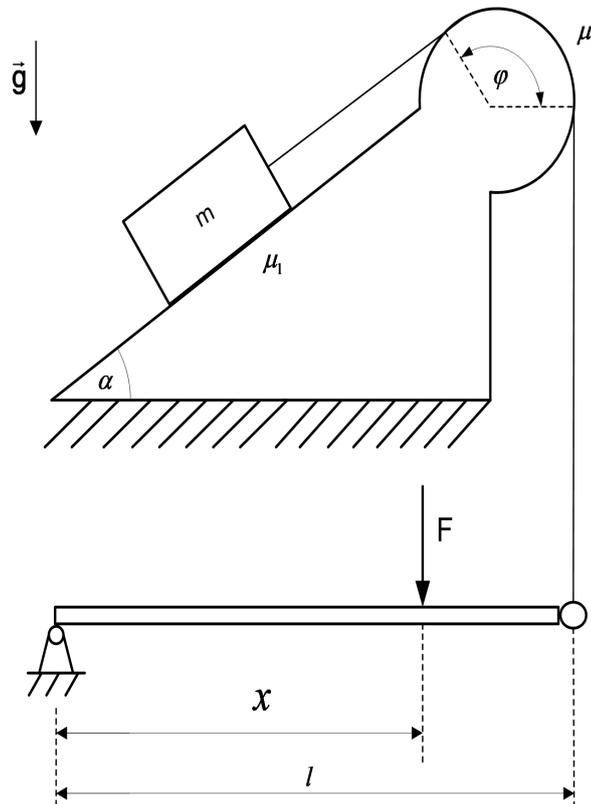
**Ergebnis**

$$F_2 = 303,67 \text{ N}$$

## 4 Grenzlagen

Gegeben ist das in der Skizze abgebildete System. Zwischen dem Klotz mit der Masse  $m$  und seiner Unterlage, sowie zwischen dem Seil und der Umlenkrolle herrscht Haftreibung. Die Reibungskoeffizienten sind in der Zeichnung gegeben. Die Lage der Kraft  $F$ , welche das System im Gleichgewicht hält, ist horizontal variierbar. Bestimmen Sie den Bereich  $x$ , in dem die Kraft  $F$  angreifen kann, sodass der Klotz die schiefe Ebene weder hinauf noch hinab rutscht.

Gegeben:  $m, \mu_1, \mu_2, \alpha, \phi, l, F, g$



### Ergebnis

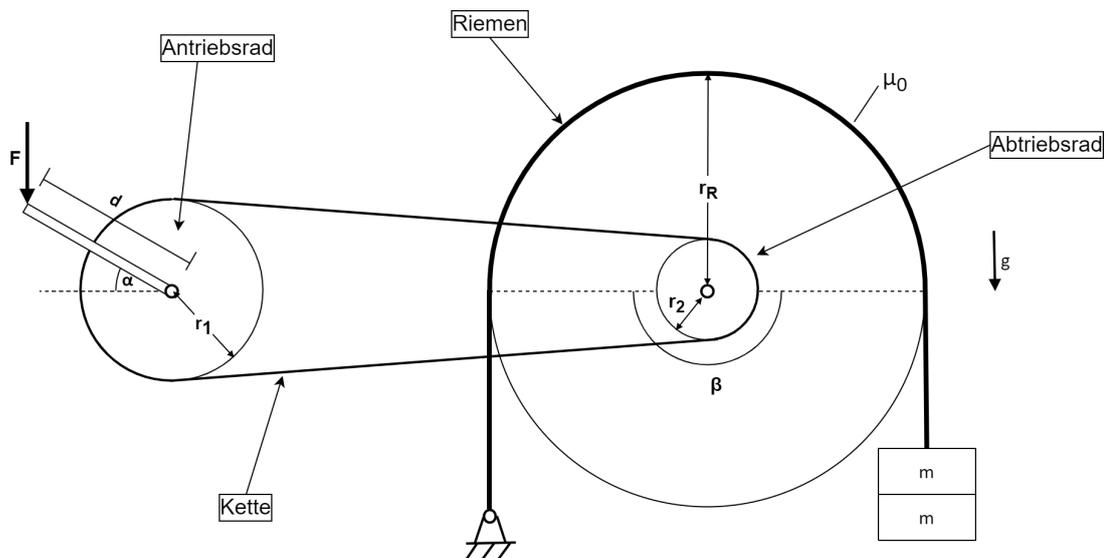
$$\frac{m \cdot g \cdot l \cdot (\sin \alpha - \mu_1 \cdot \cos \alpha) \cdot e^{-\mu_2 \cdot \phi}}{F} \leq x \leq \frac{m \cdot g \cdot l \cdot (\sin \alpha + \mu_1 \cdot \cos \alpha) \cdot e^{\mu_2 \cdot \phi}}{F}$$

## 5 Hometrainer

Bei Kims Fahrrad-Hometrainer kann die erforderliche Trittkraft  $F$  über Hantelscheiben der Masse  $m$  und einen reibungsbehafteten Riemen am Abtriebsrad reguliert werden. Um ihre tatsächliche Belastung zu berechnen, hat Kim sich das folgende Ersatzsystem überlegt. Das Pedal der Länge  $d$  ist mit dem Antriebsrad fest verbunden. Das Antriebs- und Abtriebsrad sind über die Kette schlupffrei (siehe Hinweis) miteinander verbunden. Der reibungsbehaftete Riemen bremst das Abtriebsrad und erschwert so das Treten.

*Hinweis:* Die Zugkraft der Kette geht an Antriebsrad und Abtriebsrad vollständig in Reibkraft über. Die Kettenkraft auf der unbelasteten Seite ist somit null.

$$\begin{aligned}
 m &= 10\text{kg} \\
 \beta &= 180^\circ \\
 \alpha &= 30^\circ \\
 \mu_0 &= 0,2 \\
 r_1 &= 0,25\text{m} \\
 r_2 &= 0,18\text{m} \\
 d &= 0,3\text{m} \\
 r_R &= 0,4\text{m}
 \end{aligned}$$



### 5.1 Bestimmung der Reibkraft

Dargestellt ist der Freischnitt des Abtriebsrades und des Bremsriemens. Tragen Sie die Reibkraft  $F_R$  jeweils für das Rad und den Riemen an. Bestimmen Sie anschließend die Reibkraft  $F_R$  am Hinterrad.

#### Ergebnis

$$F_R \approx 91,53N$$

### 5.2 Bestimmung der Trittkraft

Mit welcher Kraft  $F$  muss Kim in der dargestellten Situation treten, um das Rad in Bewegung zu setzen?

#### Ergebnis

$$F \approx 195,72N$$

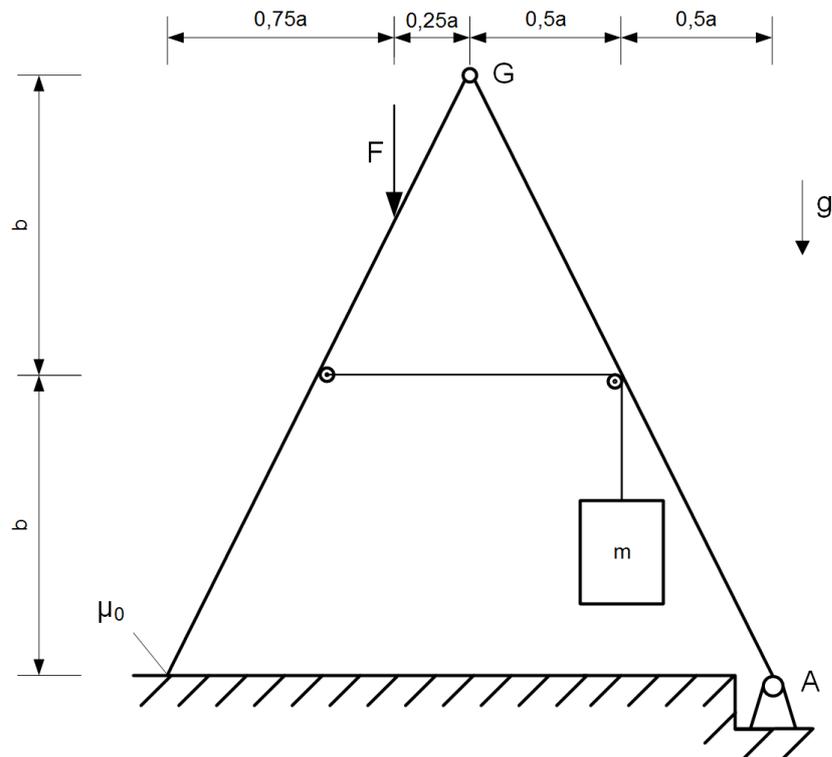
### 5.3 Leichtester Trittwinkel

Bei welchem Winkel  $\alpha$  fällt Kim das Treten am leichtesten?

## 6 Belastete Leiter

Eine Leiter stützt sich an der einen Seite auf dem Festlager  $A$  ab. Auf der anderen Seite steht sie auf einer reibungsbehafteten Ebene. Sie wird durch ein mit der Masse  $m$  belastetes Seil vorgespannt. Das masselose Seil wird an einer reibungsfreien Rolle umgelenkt. Das Eigengewicht der Leiter kann vernachlässigt werden. Bestimmen Sie den Haftreibungskoeffizient  $\mu_0$ , sodass die Leiter gerade nicht auseinanderklappt.

Gegeben:  $m, a, b, g, F = 2 \cdot m \cdot g$



### Ergebnis

$$\mu_0 = \frac{a-b}{3b}$$