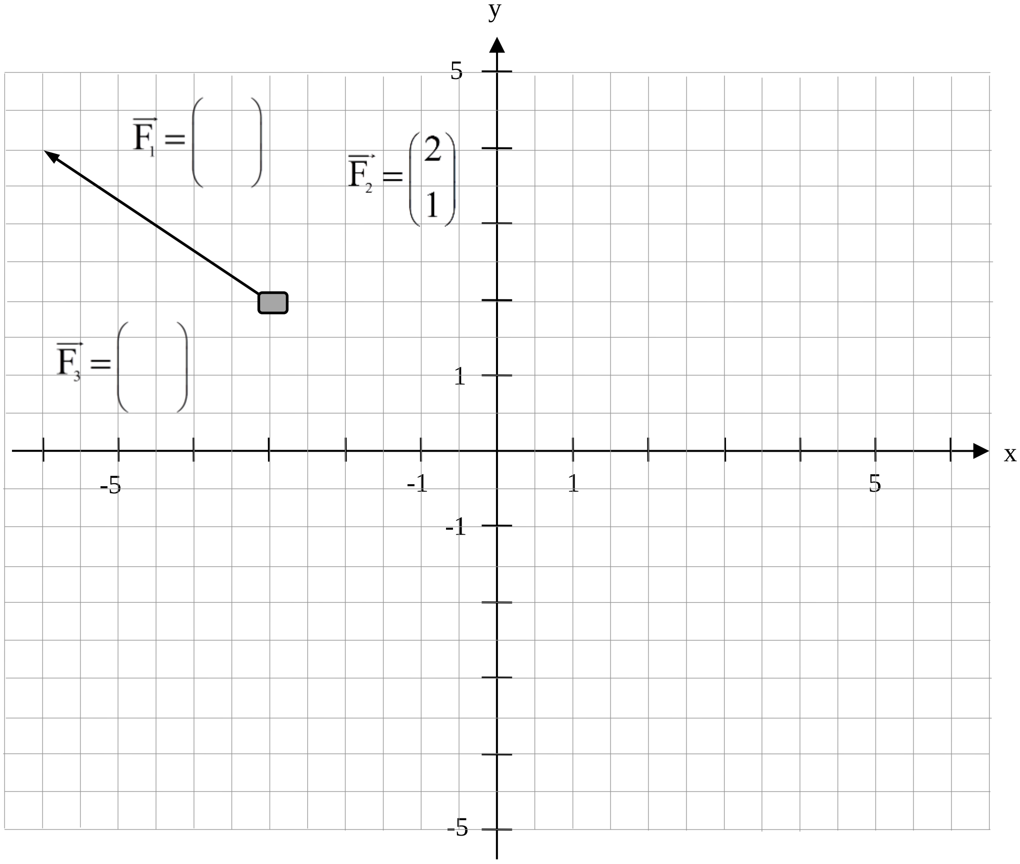
1.3. Prüfungsaufgaben zur Statik

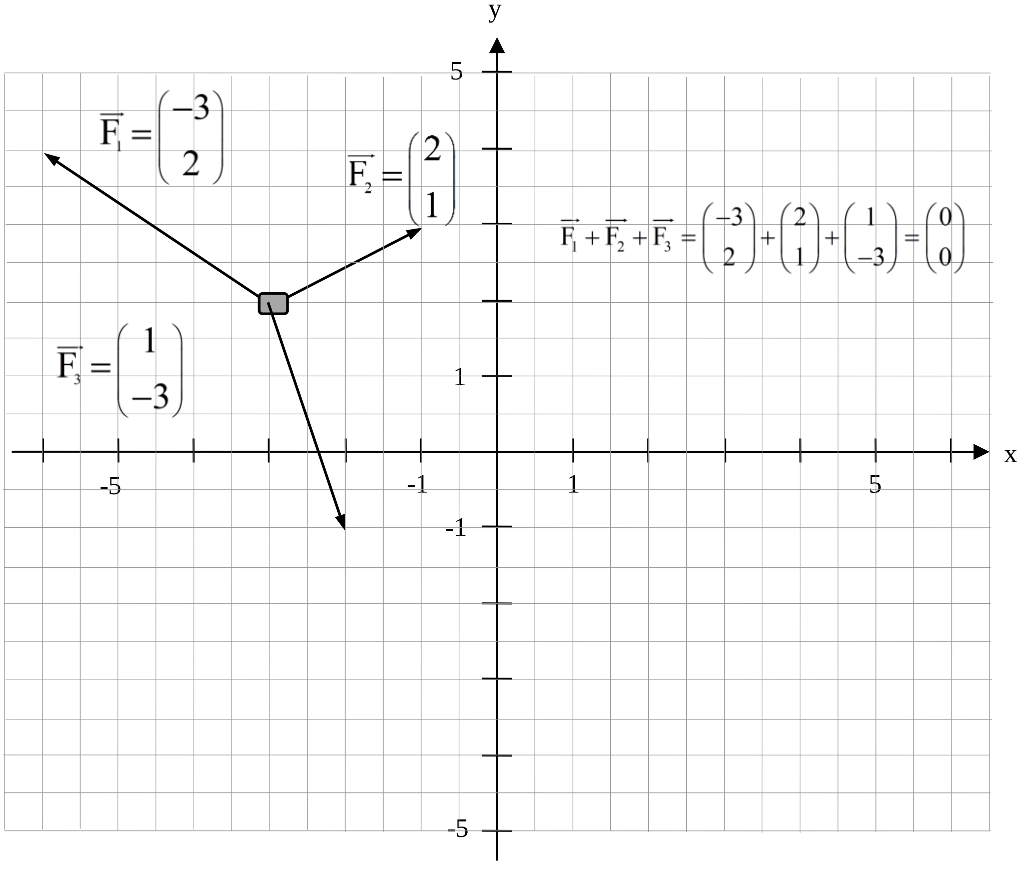
Aufgabe 0a: Kräftezerlegung (5)

a) Ergänze jeweils die fehlenden Kraftpfeile bzw. die Komponenten der beiden Kräfte $\vec{F_1}$ und $\vec{F_2}$.(2)

b) Ergänze den Kraftpfeil und die Komponenten für eine dritte Kraft $\vec{F_3}$, so dass die die drei Kräfte im Gleichgewicht sind. (3)



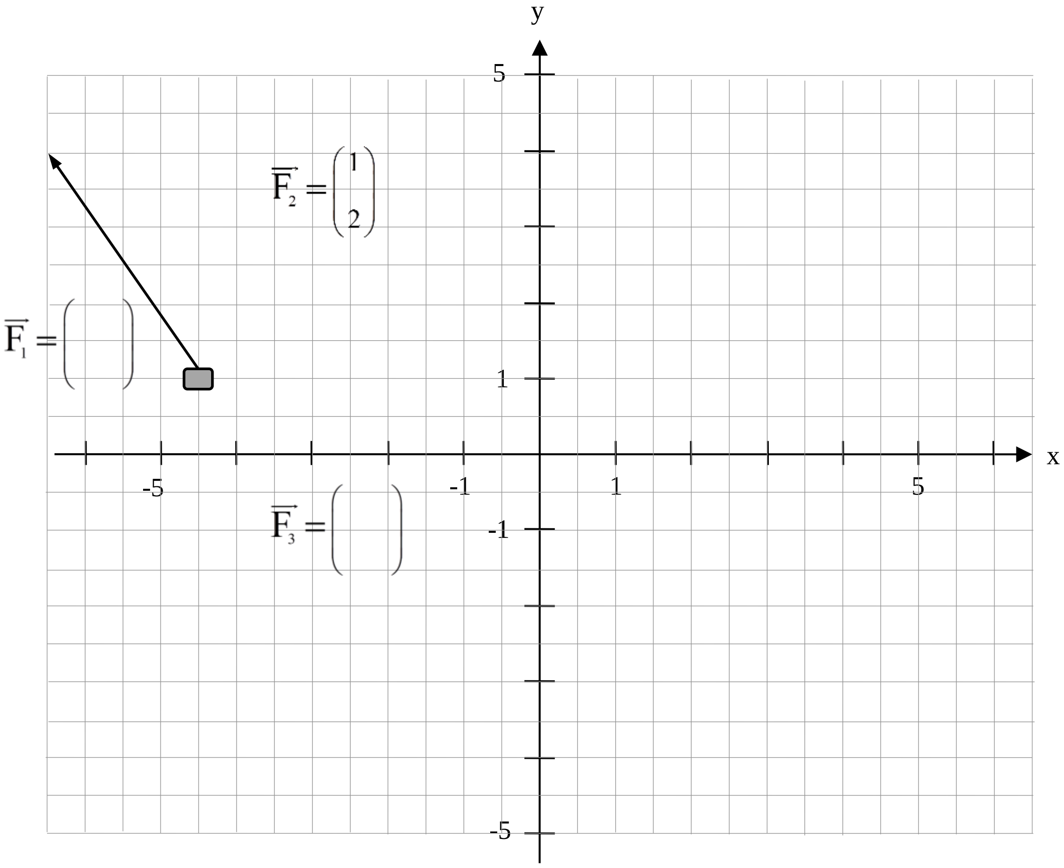
Lösung



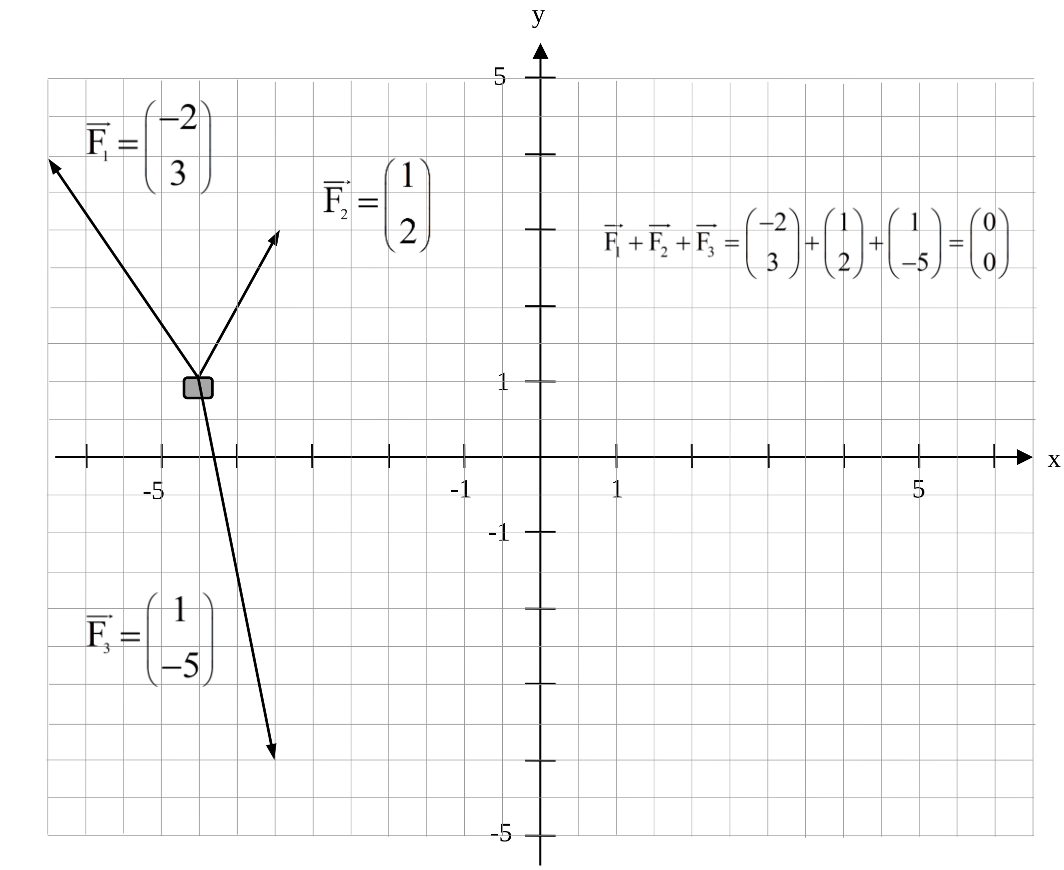
Aufgabe 0b: Kräftezerlegung (5)

a) Ergänze jeweils die fehlenden Kraftpfeile bzw. die Komponenten der beiden Kräfte $\vec{F_1}$ und $\vec{F_2}$.(2)

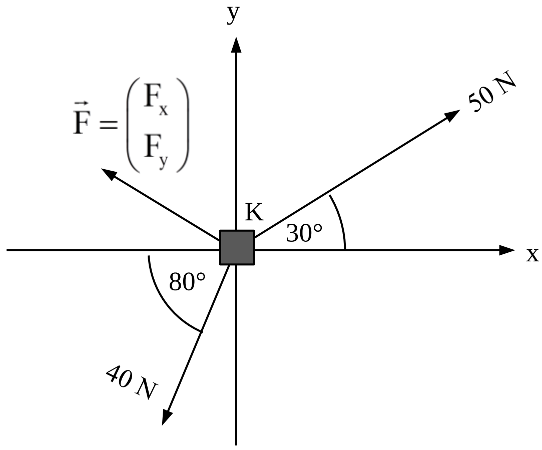
b) Ergänze den Kraftpfeil und die Komponenten für eine dritte Kraft $\vec{F_3}$, so dass die die drei Kräfte im Gleichgewicht sind. (3)



Lösung



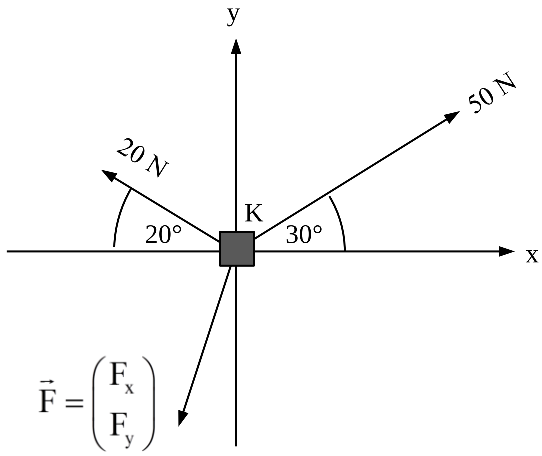
Aufgabe 1a (5)
Berechne die Komponenten F_x und F_y der Gegenkraft $\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix}$ so, dass der Körper K in Ruhe bleibt:



Lösungen:

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} \cos(30°)\cdot 50 - \cos(80°)\cdot 40 \\ \sin(30°)\cdot 50 - \sin(80°)\cdot 40 \end{pmatrix} N \approx \begin{pmatrix} -36,4 \\ 14,4 \end{pmatrix} N$$

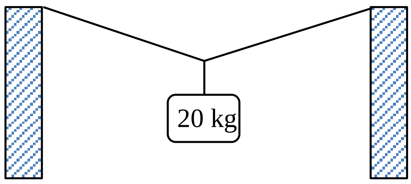
Aufgabe 1b(5)
Berechne die Komponenten F_x und F_y der Gegenkraft $\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix}$ so, dass der Körper K in Ruhe bleibt:



Lösungen:

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} \cos(30°)\cdot 50 - \cos(20°)\cdot 20 \\ \sin(30°)\cdot 50 + \sin(20°)\cdot 20 \end{pmatrix} N \approx \begin{pmatrix} -24,5 \\ -31,84 \end{pmatrix} N$$

Aufgabe 2a: Kräftezerlegung (3)
Eine 20 kg schwere Lampe ist in der Mitte eines 6 m breiten Durchganges an einem Seil aufgehängt, welches dort 1 m durchhängt. Wie groß sind die Seilkräfte?

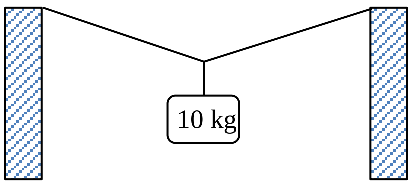


Lösung:

Neigungswinkel zur Horizontalen $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \approx 18{,}43°$. (1)

Kräftezerlegung $F_g = 2\cdot\sin(\alpha)\cdot F_s \Rightarrow F_s = \dfrac{F_g}{2\cdot\sin(\alpha)} \approx 316{,}2$ N (2)

Aufgabe 2b: Kräftezerlegung (3)
Eine 10 kg schwere Lampe ist in der Mitte eines 8 m breiten Durchganges an einem Seil aufgehängt, welches dort 1 m durchhängt. Wie groß sind die Seilkräfte?

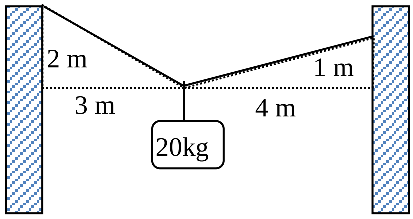


Lösung:

Neigungswinkel zur Horizontalen $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1}{4}\right) \approx 14{,}0°$. (1)

Kräftezerlegung $F_g = 2\cdot\sin(\alpha)\cdot F_s \Rightarrow F_s = \dfrac{F_g}{2\cdot\sin(\alpha)} \approx 206{,}2$ N (2)

Aufgabe 3a: Kräftezerlegung (6)
Berechne die Kräfte in den beiden Seilen, welche die 20 kg schwere Lampe rechts halten. Stelle dazu alle Teilkräfte in einer vollständig beschriftenen Skizze dar.



Aufgabe 3a: Kräftezerlegung (6)
Die Winkel zur Horizontalen sind

links $\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right) \approx 33{,}7°$ und rechts $\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{1}{4}\right) \approx 14{,}0°$. (1)

Gleichgewicht in x-Richtung:

$\cos(\alpha_1)\cdot F_1 - \cos(\alpha_2)\cdot F_2 = 0 \Leftrightarrow 0{,}83\cdot F_1 - 0{,}97\cdot F_2 \approx 0 \Leftrightarrow F_1 = 1{,}17\cdot F_2$. (1)

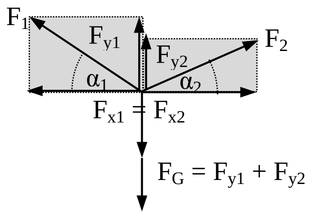
Gleichgewicht in y-Richtung:

$\sin(\alpha_1)\cdot F_1 + \sin(\alpha_2)\cdot F_2 = 200\ \text{N} \Leftrightarrow 0{,}55\cdot F_1 + 0{,}24\cdot F_2 \approx 200\ \text{N}$ (1)

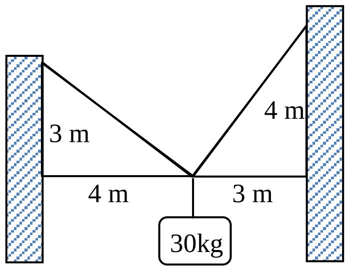
Einsetzen ergibt $0{,}65\ F_2 + 0{,}24\cdot F_2 \approx 200\ \text{N}$

$\Rightarrow F_2 \approx \frac{200\ \text{N}}{0{,}89} \approx \underline{224\ \text{N}}$ und $F_1 \approx 1{,}17\cdot F_2 \approx \underline{262\ \text{N}}$ (1)

Beschriftete Skizze (2)



Aufgabe 3c: Kräftezerlegung (4)
Berechne die Kräfte in den beiden Seilen, welche die 30 kg schwere Lampe rechts halten. Stelle dazu alle Teilkräfte in einer vollständig beschriftenen Skizze dar.



Aufgabe 3c: Kräftezerlegung (4)
Die Winkel zur Horizontalen sind

links $\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) \approx 36{,}7°$ und rechts $\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) \approx 53{,}3°$. (1)

Gleichgewicht in x-Richtung:

$\cos(\alpha_1)\cdot F_1 - \cos(\alpha_2)\cdot F_2 = 0 \Leftrightarrow 0{,}8\cdot F_1 - 0{,}6\cdot F_2 = 0 \Leftrightarrow F_1 = 0{,}75\cdot F_2$. (1)

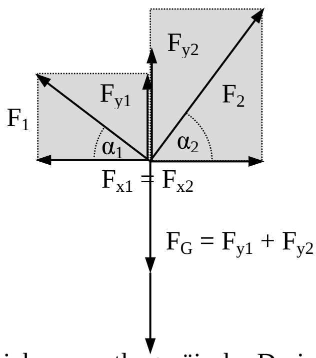
Gleichgewicht in y-Richtung:

$\sin(\alpha_1)\cdot F_1 + \sin(\alpha_2)\cdot F_2 = 200\ \text{N} \Leftrightarrow 0{,}6\cdot F_1 + 0{,}8\cdot F_2 = 300\ \text{N}$ (1)

Einsetzen ergibt $0{,}45\ F_2 + 0{,}8\cdot F_2 = 300\ \text{N}$

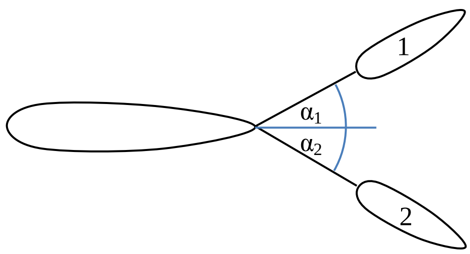
$\Rightarrow F_2 = \frac{300\ \text{N}}{1{,}25} = \underline{240\ \text{N}}$ und $F_1 = 0{,}75\cdot F_2 = \underline{180\ \text{N}}$ (1)

Beschriftete Skizze (2)

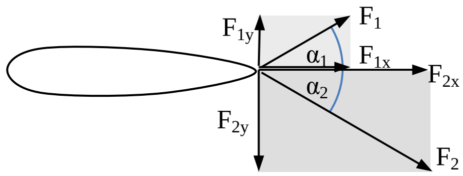


(Die glatten und trotzdem exakten Ergebnisse kommen dadurch zustande, dass es sich um pythagoräische Dreiecke mit 5 m langen Hypotenusen handelt. Daher lässt sich in diesem Fall das Ergebnis auch über Ähnlichkeitsbetrachtungen bzw. gleiche Proportionen von Seil- und Kräftedreiecken ziemlich leicht gewinnen.)

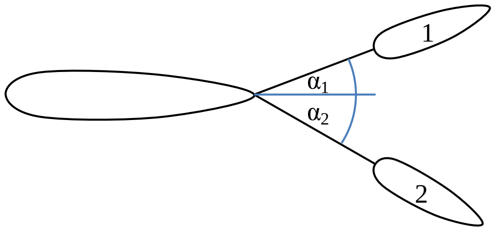
Aufgabe 4a: Kräftezerlegung
Schlepper 1 zieht mit $F_1 = 600$ kN im Winkel $\alpha_1 = 30°$ links zu Fahrtrichtung, Schlepper 2 mit $F_2 = 1200$ kN im Winkel $\alpha_2 = -30°$ rechts zur Fahrtrichtung. In welche Richtung und mit wieviel kN wird das Schiff gezogen?



Aufgabe 4a: Kräftezerlegung
Die Resultierende in Fahrtrichtung ist $F_x = F_1\cdot\cos(\alpha_1) + F_2\cdot\cos(\alpha_2) = 1558{,}8$ N. Die Resultierende senkrecht zur Fahrtrichtung ist $F_y = F_1\cdot\sin(\alpha_1) + F_2\cdot\sin(\alpha_2) = -300$ kN. Die Resultierende hat also den Betrag $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \approx \underline{\underline{1587{,}4\ \text{kN}}}$ und den Winkel $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) \approx$ $\underline{\underline{-10{,}9°}}$ rechts zur Fahrtrichtung.



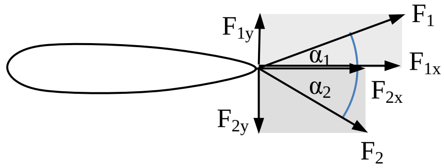
Aufgabe 4b: Kräftezerlegung
Schlepper 1 zieht mit F_1 = 600 kN im Winkel α_1 = 30° links zu Fahrtrichtung, Schlepper 2 wurde etwas abgetrieben und zieht nun im Winkel α_2 = 40° rechts zur Fahrtrichtung. Mit welcher Kraft F_2 muss er ziehen, damit das Schiff noch geradeaus fährt und mit welcher Kraft wird es dann in Fahrtrichtung gezogen?



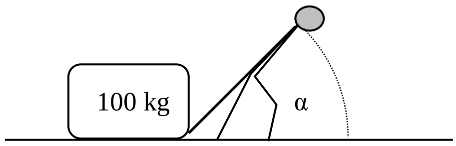
Aufgabe 4b: Kräftezerlegung
Die Komponenten quer zur Fahrtrichtung müssen sich aufheben:

$F_y = F_1\sin(\alpha_1) + F_2\sin(\alpha_2) = 0 \Leftrightarrow F_2 = F_1\cdot\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} \approx \underline{\underline{466{,}7\text{ kN}}}$.

Die Resultierende in Fahrtrichtung ist
$F_x = F_1\cdot\cos(\alpha_1) + F_2\cdot\cos(\alpha_2) = \underline{\underline{877{,}1\text{ kN}}}$.



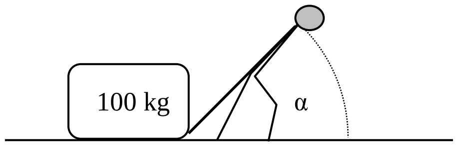
Aufgabe 5a: Kräftezerlegung (4)
Ein Arbeiter zieht eine 100 kg schwere Kiste an einem um 45° geneigten Seil über den Boden mit Gleitreibungskoeffizient μ = 1. Wie stark muss er an dem Seil ziehen? Beachte, dass er durch den nach oben gerichteten Anteil der Kraft auch die Reibungskraft vermindert.



Aufgabe 5a: Kräftezerlegung (4)
x-Richtung: $F_R = \cos(\alpha)\cdot F_s$ (1)
y-Richtung: $F_N = m\cdot g - \sin(\alpha)\cdot F_s$ (1)

Reibungskraft $F_R = \mu\cdot F_N \Leftrightarrow \cos(\alpha)\cdot F_s = \mu\cdot(F_g - \sin(\alpha)\cdot F_s) \Leftrightarrow$ Seilkraft $F_s = \frac{\mu}{\cos(\alpha)+\mu\cdot\sin(\alpha)}F_g = \frac{1}{2}\sqrt{2}\,F_g \approx \underline{\underline{707\text{ N}}}$. (2)

Aufgabe 5b: Kräftezerlegung (4)
Ein Arbeiter zieht eine 100 kg schwere Kiste an einem um 30° geneigten Seil über den Boden mit Gleitreibungskoeffizient μ = 0,8. Wie stark muss er an dem Seil ziehen? Beachte, dass er durch den nach oben gerichteten Anteil der Kraft auch die Reibungskraft vermindert.



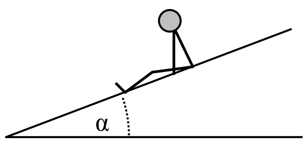
Aufgabe 5b: Kräftezerlegung (4)
x-Richtung: $F_R = \cos(\alpha)\cdot F_s$ (1)
y-Richtung: $F_N = m\cdot g - \sin(\alpha)\cdot F_s$ (1)

Reibungskraft $F_R = \mu\cdot F_N \Leftrightarrow \cos(\alpha)\cdot F_s = \mu\cdot(F_g - \sin(\alpha)\cdot F_s) \Leftrightarrow$ Seilkraft $F_s = \frac{\mu}{\cos(\alpha)+\mu\cdot\sin(\alpha)}F_g \approx \underline{\underline{632\text{ N}}}$. (2)

Aufgabe 6a: Schiefe Ebene
Bei einem Umzug soll eine 50 kg schwere Truhe über eine 30° steile Bretterrampe zum 1. Stock hochgezogen werden. Mit welcher Kraft muss man ziehen, wenn die Haftreibungszahl μ = 0,2 beträgt? Rechne mit der Gravitationsfeldstärke $g \approx 10\text{ m/s}^2$.

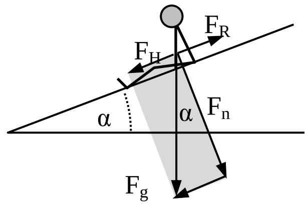
Aufgabe 6a: Schiefe Ebene
Da bei dieser Aufgabe nach oben gezogen wird, addieren sich diesmal Hangabtriebskraft und Reibungskraft zur Zugkraft
$F = F_H + F_R = [\sin(\alpha) + \mu\cdot\cos(\alpha)]\cdot m\cdot g \approx 336{,}6\text{ N}$

Aufgabe 6b: Schiefe Ebene (8)
Ein 20 kg schweres Kind sitzt auf eine Rutsche mit dem Neigungswinkel α = 40° und der Gleitreibungszahl μ = 0,3.



a) Stelle alle Teilkräfte in einer beschrifteten Skizze dar. (2)
b) Berechne die resultierende Beschleunigungskraft, die infolge der Schwerebeschleunigung $g \approx 10\text{ m/s}^2$ in Bewegungsrichtung auf das Kind wirkt. (3)
c) Welchen Neigungswinkel muss eine Rutsche mindestens aufweisen, wenn sie mit Nylon-Matschhosen (Haftreibungszahl μ = 0,5) noch funktionieren soll? (2)
d) Bei welcher Reibungszahl μ funktioniert die Rutsche aus a) nicht mehr? (1)

Aufgabe 6b: Schiefe Ebene (8):

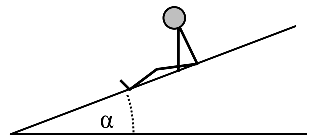


a) Beschriftete Skizze (2)
b) Hangabtriebskraft $F_H = \sin(\alpha)\cdot F_g \approx$ 128,5 N (1)
Reibungskraft $F_R = \mu\cdot F_N = \mu\cdot\cos(\alpha)\cdot F_g \approx$ 46 N (1)
Die resultierende Beschleunigungskraft ist: $F_{res} = F_H - F_R \approx$ 82,5 N (1)
c) Das Kind fängt an zu rutschen, wenn die resultierende Beschleunigungskraft $F_H - F_R = 0$ ist. Durch Einsetzen erhält man

$$0 = \sin(\alpha)\cdot F_G - \mu\cdot\cos(\alpha)\cdot F_G = [\sin(\alpha) - \mu\cdot\cos(\alpha)]\cdot F_G \Leftrightarrow \sin(\alpha) = \mu\cdot\cos(\alpha) \Leftrightarrow$$
$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \mu \Leftrightarrow \tan(\alpha) = \mu \Leftrightarrow \alpha = \tan^{-1}(\mu) \approx 26{,}2°. \quad (2)$$

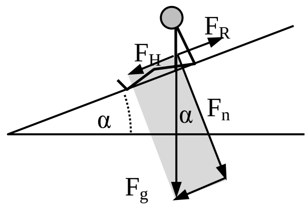
d) Ansatz wie bei b), aber diesmal löst man nach μ auf: $\mu = \tan(\alpha) \approx$ 0,84. (1)

Aufgabe 6c: Schiefe Ebene (8)



Ein 15 kg schweres Kind sitzt auf eine Rutsche mit dem Neigungswinkel $\alpha = 30°$ und der Gleitreibungszahl $\mu = 0{,}3$.
a) Stelle alle Teilkräfte in einer beschrifteten Skizze dar. (2)
b) Berechne die resultierende Beschleunigungskraft, die infolge der Schwerebeschleunigung $g \approx 10$ m/s^2 in Bewegungsrichtung auf das Kind wirkt. (3)
c) Welchen Neigungswinkel muss eine Rutsche mindestens aufweisen, wenn sie mit Haftreibungszahl $\mu = 0{,}4$ noch funktionieren soll? (2)
d) Bei welcher Reibungszahl μ funktioniert die Rutsche aus a) nicht mehr? (1)

Aufgabe 6c: Schiefe Ebene (8):



a) Beschriftete Skizze (2)
b) Hangabtriebskraft $F_H = \sin(\alpha)\cdot F_g =$ 75 N (1)
Reibungskraft $F_R = \mu\cdot F_N = \mu\cdot\cos(\alpha)\cdot F_g \approx$ 39 N (1)
Die resultierende Beschleunigungskraft ist: $F_{res} = F_H - F_R \approx$ 36 N (1)
c) Das Kind fängt an zu rutschen, wenn die resultierende Beschleunigungskraft $F_H - F_R = 0$ ist. Durch Einsetzen erhält man

$$0 = \sin(\alpha)\cdot F_G - \mu\cdot\cos(\alpha)\cdot F_G = [\sin(\alpha) - \mu\cdot\cos(\alpha)]\cdot F_G \Leftrightarrow \sin(\alpha) = \mu\cdot\cos(\alpha) \Leftrightarrow$$
$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \mu \Leftrightarrow \tan(\alpha) = \mu \Leftrightarrow \alpha = \tan^{-1}(\mu) \approx 21{,}8°. \quad (2)$$

d) Ansatz wie bei b), aber diesmal löst man nach μ auf: $\mu = \tan(\alpha) \approx$ 0,58. (1)

Aufgabe 7a: Gravitationskraft (3)
Bei uns in 6370 km Entfernung zum Massenmittelpunkt der Erde ist die Fallbeschleunigung ca. 10 m/s^2. Wie groß ist sie in 6370 km Höhe? Begründe.

Aufgabe 7a: Gravitationskraft (3)

Nach dem Gravitationsgesetz ist die Gravitationskraft $F_G = \gamma\cdot\frac{M\cdot m}{r^2}$ und damit auch die Fallbeschleunigung $g = \frac{F_G}{m} = \gamma\cdot\frac{M}{r^2}$ antiproportional zum Abstandsquadrat r^2. (2)
Bei doppeltem Abstand sinkt die Gravitationskraft bzw. die Fallbeschleunigung auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes, also 2,5 m/s^2. (1)

Aufgabe 7b: Gravitationskraft (3)
Der Jupiter ist ungefähr 300 mal so schwer und 12 mal so groß wie der Erde. Welche Fallbeschleunigung wirkt an seiner Oberfläche? Begründe.

Aufgabe 7b: Gravitationskraft (3)

Nach dem Gravitationsgesetz ist die Gravitationskraft $F_G = \gamma\cdot\frac{M\cdot m}{r^2}$ und damit auch die Fallbeschleunigung $g = \frac{F_G}{m} = \gamma\cdot\frac{M}{r^2}$ antiproportional zum Abstandsquadrat r^2 und proportional zur Masse M. (2)

Bei 12-fachem Abstand und 300-facher Masse steigt die Fallbeschleunigung also auf ca. $\frac{300}{12^2}\cdot 10$ m/s$^2 \approx 20$ m/s^2. (1)

Aufgabe 7c: Gravitationskraft (3)
Die Erde ist ungefähr 10 mal so schwer und 2 mal so groß wie der Mars. Welche Fallbeschleunigung wirkt an seiner Oberfläche? Begründe.

Aufgabe 7c: Gravitationskraft (3)

Nach dem Gravitationsgesetz ist die Gravitationskraft $F_G = \gamma \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$ und damit auch die Fallbeschleunigung $g = \frac{F_G}{m} = \gamma \cdot \frac{M}{r^2}$ antiproportional zum Abstandsquadrat r^2 und proportional zur Masse M. (2)

Bei 2-fachem Abstand und 10-facher Masse ist die Fallbeschleunigung auf der Erde also ca. $\frac{10}{2^2}$:= 2,5 mal größer als auf dem Mars. Auf dem Mars ist sie also 2,5 mal kleiner, d.h. ca 4 m/s^2. (1)

Aufgabe 8: Federkräfte (6)

a) Berechne die Federkonstante für eine Druckfeder in einem Fahrgestell, welche bei Belastung durch ein Gewicht von 1,5 Tonnen um 1 cm nachgibt. (2)
b) Berechne die Auslenkung einer Feder mit D = 120 N·m^{-1}, wenn sie durch ein Gewicht von 24 Gramm belastet wird. (2)
c) Berechne die Masse, welche eine Feder mit D = 25 N/mm um 1 cm verkürzt. (2)

Aufgabe 8: Federkräfte (4)

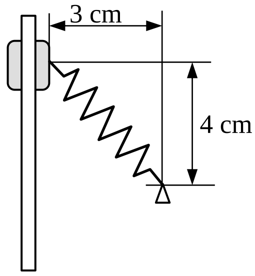
a) Die Federkonstante ist $D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{15\,000\,\text{N}}{0{,}01\,\text{m}} = 1{,}5 \cdot 10^6\ \frac{\text{N}}{\text{m}} = 1500\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ (2)

b) Die Auslenkung ist $\Delta s = \frac{\Delta F}{D} = \frac{0{,}24\,\text{N}}{120\,\text{N} \cdot \text{m}^{-1}} = 2$ mm (2)

c) Die Masse ist $m = \frac{\Delta F}{g} = \frac{D \cdot \Delta s}{g} = \frac{25\,\text{N/mm} \cdot 10\,\text{mm}}{10\,\text{N/kg}} = 25$ kg. (2)

Aufgabe 9: Federkräfte
Eine Hülse ist auf einer senkrechten Schiene beweglich und wird von einer schräg befestigten Rückstellfeder gespannt, die im entspannten Zustand 4 cm lang ist und die Federkonstante D = 5 N/cm besitzt.

a) Berechne den Gesamtbetrag der Federkraft.
b) Wie groß sind die Komponenten der Federkraft parallel zur Schiene (Rückstellkraft) und senkrecht zur Schiene?



Aufgabe 9: Federkräfte

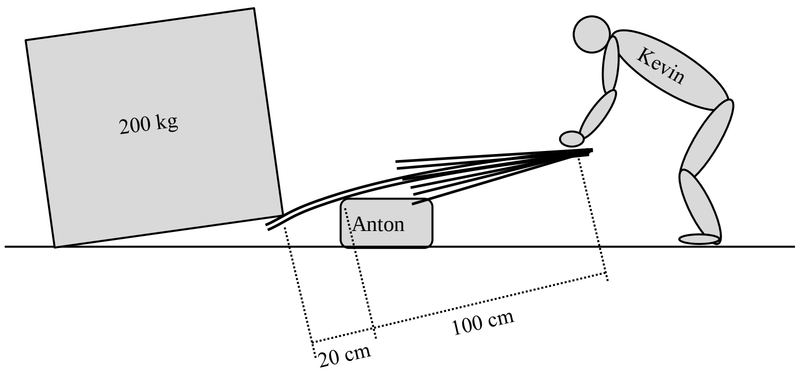
a) Die gespannte Feder hat die Länge $s = \sqrt{3^2 + 4^2}$ cm = 5 cm und wurde also um Δs = 1 cm gedehnt. Die dafür erforderliche Federkraft ist also ΔF = D·Δs = 5 N.

b) Die Komponente in Bewegungsrichtung ist $F_y = \frac{4}{5} \cdot 5$ N = 4 N und die Komponente senkrecht zur Schiene ist $F_x = \frac{3}{5} \cdot 5$ N = 3 N (Strahlensatz bzw. zentrische Streckung) Man kann natürlich auch wie gewohnt über den Winkel $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) \approx$ 53,13° zur Schiene rechnen, aber die Rechnung ist länger und die Ergebnisse weniger exakt!

Aufgabe 10a Hebelgesetz (5)

Kevin möchte auf die Umweltprämie nicht verzichten. Leider läuft morgen die Frist ab und weil er noch die letzten drei Staffeln von „seek, attack and destroy“ zu Ende sehen musste, hat er die dafür nachzuweisende Wärmepumpe nicht rechtzeitig bestellt. Glücklicherweise ist sein Nachbar Herr Schober im Urlaub und dessen natürlich fristgerecht gelieferte aber noch nicht angeschlossene Wärmepumpe steht provozierend nicht weit von der Grundstücksgrenze entfernt im Garten. Kevin braucht aber die Prämie unbedingt, damit er „sleaze and the city“ auf „suez prime“ bezahlen kann und beschließt, Herrn Schobers Wärmepumpe kurz auszuleihen. Als Hebel verwendet er Frau Schobers Sonnenschirm von der Terrasse. Als Lager muss Mähroboter Anton herhalten, der bis jetzt friedlich in seiner kleinen Garage schlief.

a) Ergänze die Zeichnung durch drei Kraftpfeile. (1)
b) Berechne den auf den Sonnenschirm wirkenden Anteil der Gewichtskraft der Wärmepumpe. (1)
c) Berechne die von Kevin aufzuwendende Kraft mit Hilfe des Hebelgesetzes. (1)
d) Berechne die Lagerkraft mit Hilfe des Kräftegleichgewichts (1)
e) Bestimme das Drehmoment, welches auf den Sonnenschirm wirkt. (1)



Lösungen

a) Kraftpfeile mit richtiger Richtung. (1)

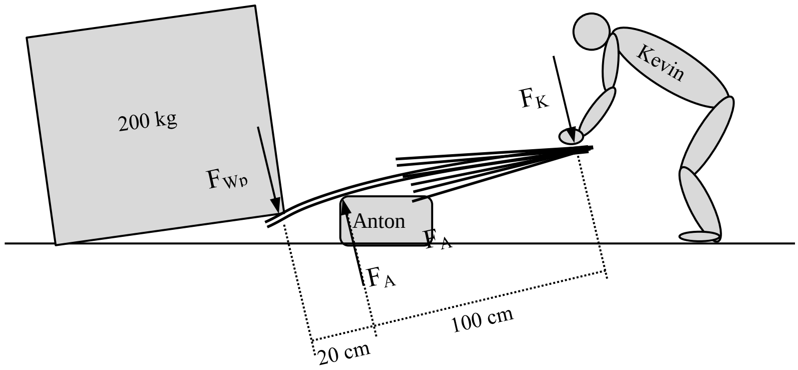
b) $F_{Wp} = \frac{1}{2} mg = 1000\text{ N}$ (1)

c) $F_{Wp} \cdot r_{Wp} = F_K \cdot r_K \Rightarrow$

$F_K = \frac{r_{Wp}}{r_K} \cdot F_{Wp} = \frac{20\,\text{cm}}{100\,\text{cm}} \cdot 1000\text{ N} = 200\text{ N}$ (1)

d) $F_A = F_{Wp} + F_K = 1200\text{ N}$ (1)

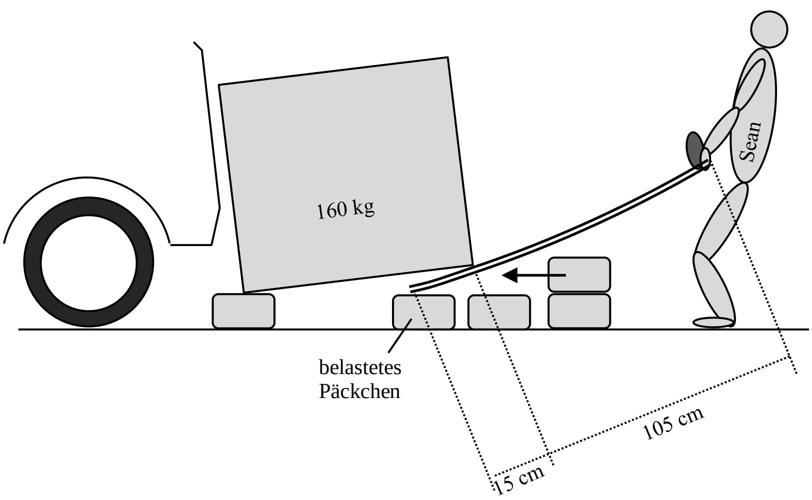
e) $M = F_{Wp} \cdot r_{Wp} = F_K \cdot r_K = 200\text{ Nm}$. (1)



Aufgabe 10b Hebelgesetz (5)

Sean hat sich original Ersatzteile von Porsche Belarus an die Adresse seines Geschäftsfreundes Johnny in die Schweiz schicken lassen und will sie jetzt mit Hilfe seiner Freundin Cindy und ihrer süssen zweijährigen blonden Tochter Nadine ganz entspannt über die Grenze bringen. Aber vorher muss er die Kiste irgendwie in den geliehenen Range Rover laden. Wie gut, dass Johnny seinen Golfschläger im Garten vergessen hat. Und die vielen Päckchen mit dem weißen Zeugs in Johnnys Garage lassen sich gut stapeln, um die Kiste langsam höher zu hebeln.

a) Ergänze die Zeichnung durch drei Kraftpfeile. (1)
b) Berechne den auf den Golfschläger wirkenden Anteil der Gewichtskraft der Kiste. (1)
c) Berechne die von Sean aufzuwendende Kraft mit Hilfe des Hebelgesetzes. (1)
d) Berechne die Lagerkraft auf das belastete Päckchen mit Hilfe des Kräftegleichgewichts (1)
e) Bestimme das Drehmoment, welches auf den Golfschläger wirkt. (1)



Lösungen

a) Kraftpfeile mit richtiger Richtung. (1)

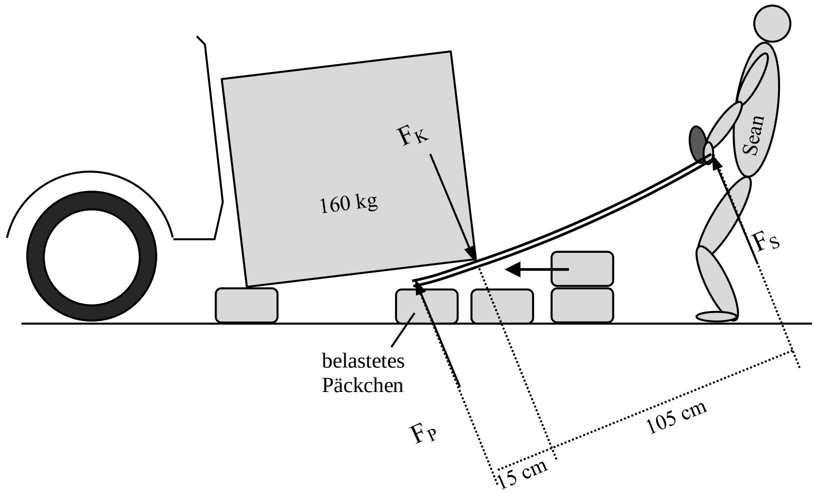
b) $F_K = \frac{1}{2} mg = 800\ N$ (1)

c) $F_K \cdot r_K = F_S \cdot r_S \Rightarrow$

$F_S = \frac{r_K}{r_S} \cdot F_K = \frac{15\,cm}{120\,cm} \cdot 800\ N = 100\ N$ (1)

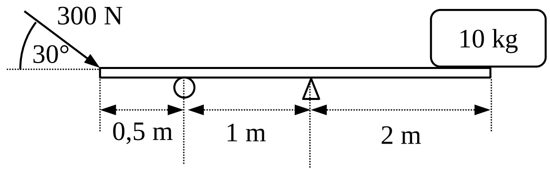
d) $F_P = F_S + F_K = 900\ N$ (1)

e) $M = F_K \cdot r_K = F_S \cdot r_S = 120\ Nm$. (1)



Aufgabe 11a: Gleichgewicht (6)

Berechne Betrag und Richtung aller Lagerkräfte. Zeichne die Lagerkräfte selbst ein und wähle eine geeignete Bezugsachse für die Drehmomentbilanz.

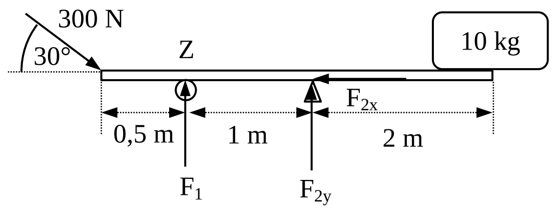


Lösungen (6)

Kräfte und Bezugsachse einzeichnen (1)

$\Sigma F_x = 0$

$\Rightarrow F_{2x} = 300\ N \cdot \cos(30°) \approx \underline{\underline{259{,}8\ N}}$ (1)



$\Sigma F_y = 0$

$-300\ N \cdot \sin(30°) + F_1 - 100\ N + F_{2y} = 0$

$\Rightarrow F_1 + F_{2y} = 250\ N$ (1)

$\Sigma M_Z = 0$

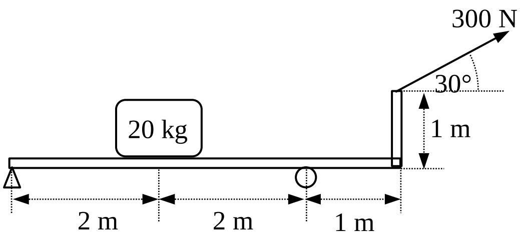
$+0{,}5\ m \cdot 300\ N \cdot \sin(30°) - 3\ m \cdot 100\ N + 1\ m \cdot F_{2y} = 0$ (1)

$75\ Nm - 300\ Nm = -1\ m \cdot F_{2y}$

$\Rightarrow F_{2y} = \underline{\underline{225\ N}}$ und $F_1 = 250\ N - F_{2y} \approx \underline{\underline{25\ N}}$ (2)

Aufgabe 11b: Gleichgewicht (6)

Berechne Betrag und Richtung aller Lagerkräfte. Zeichne die Lagerkräfte selbst ein und wähle eine geeignete Bezugsachse für die Drehmomentbilanz.

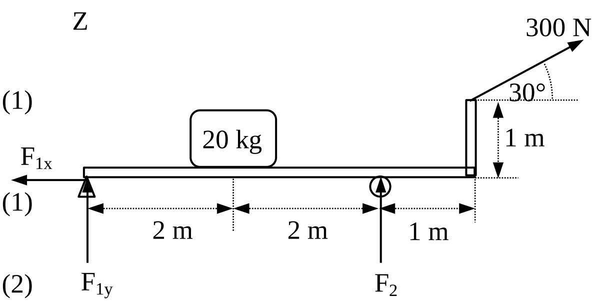


Lösungen (6)

Kräfte und Bezugsachse einzeichnen (1)

$\Sigma F_x = 0$

$\Rightarrow F_{1x} = 300\ N \cdot \cos(30°) \approx \underline{\underline{259{,}8\ N}}$ (1)



$\Sigma F_y = 0$

$300\ N \cdot \sin(30°) + F_{1y} - 200\ N + F_2 = 0$

$\Rightarrow F_{1y} + F_2 = 550\ N$ (1)

$\Sigma M_Z = 0$

$5\ m \cdot 300\ N \cdot \sin(30°) - 1\ m \cdot 300\ N \cdot \cos(30°) - 2\ m \cdot 200\ N + 4\ m \cdot F_{2y} = 0$ (1)

$\Rightarrow 750\ Nm - 259{,}9\ Nm - 400\ Nm = -4\ m \cdot F_{2y}$

$\Rightarrow F_2 \approx -\underline{\underline{22{,}5\ N}}$ (Zugkraft!) und $F_{1y} = 50\ N - F_{2y} \approx \underline{\underline{72{,}5\ N}}$ (2)