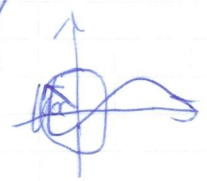
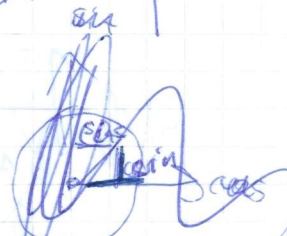
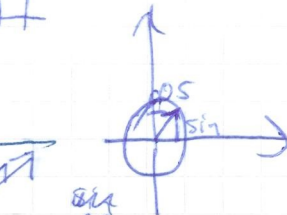
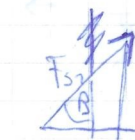
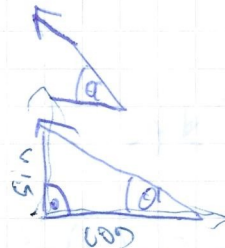
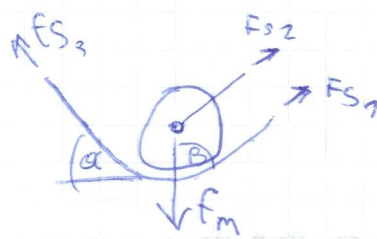
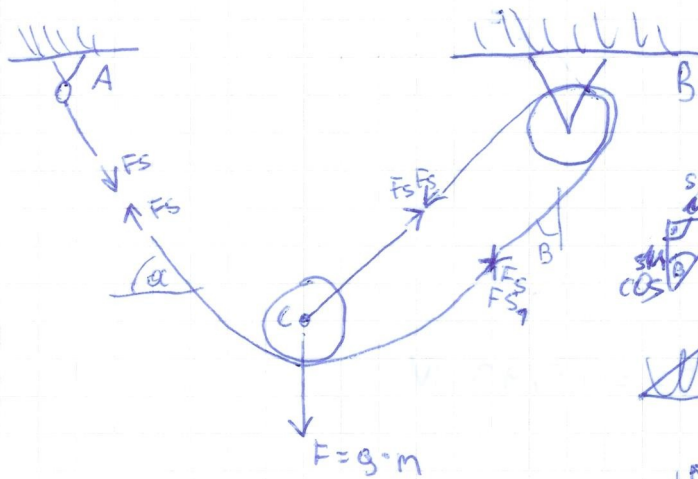
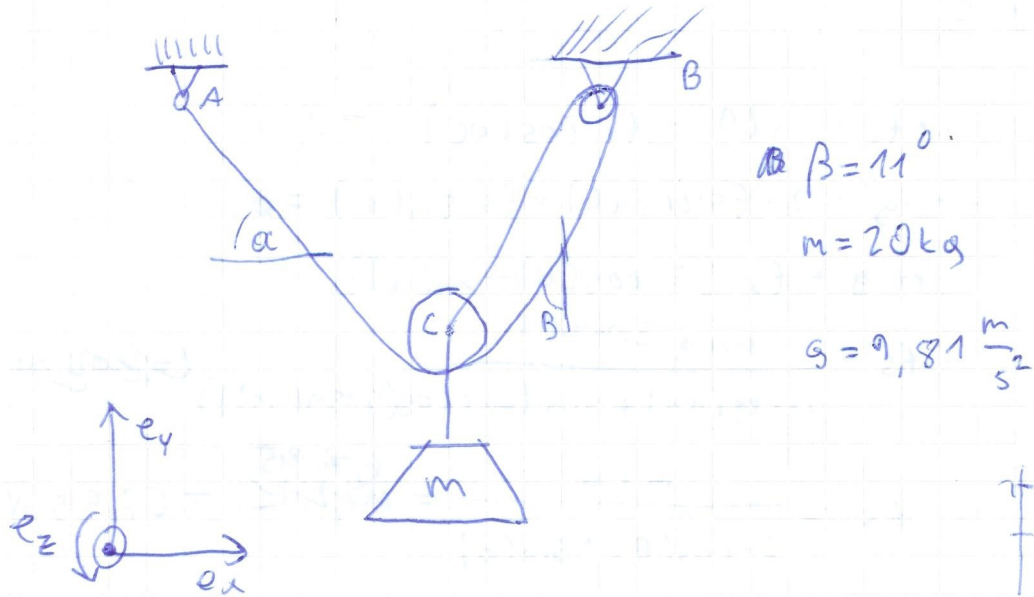


Aufgabe 1



1)

$$\cancel{F_{s1} \cdot \sin(\alpha) + F_{s1} \cdot \sin(\beta) + F_{s2} \cdot \sin(\beta) - F_{s3} \cdot \sin(\alpha)}$$

$$e_x: 0 = F_{s1} \cdot \sin(\beta) + F_{s2} \cdot \sin(\beta) - F_{s3} \cdot \cos(\alpha)$$

$$e_y: -F_m + F_{s1} \cdot \cos(\beta) + F_{s2} \cdot \cos(\beta) + \sin(\alpha) F_{s3}$$

$$F_1 = F_2 = F_3:$$

$$2 \cdot F_{s1} \cdot \sin(\beta) - F_{s3} \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$2 \cdot F_{s1} \cdot \sin(\beta) = \cos(\alpha) \cdot F_{s3}$$

$$\alpha = \arccos(2 \cdot \sin(11)) \quad 2 \cdot \sin(\beta) = \cos(\alpha) \Rightarrow \alpha = \arccos(2 \cdot \sin(11))$$

$$\beta = 11^\circ$$

$$\alpha = \arccos(2 \cdot \sin(11)) = 67,57^\circ$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2)

$$e_x: 2 \cdot f_s \cdot \sin(\beta) - f_s \cdot \cos(\alpha) = 0$$

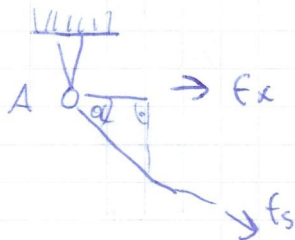
$$e_y: -m \cdot g + 2 \cdot f_s \cdot \cos(\beta) + f_s \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$m \cdot g = f_s (2 \cdot \cos(\beta) + \sin(\alpha))$$

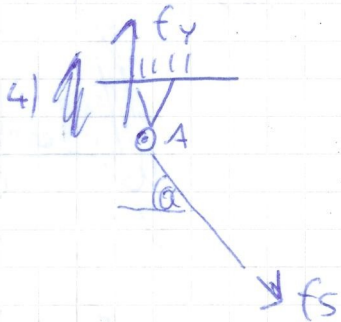
$$f_s = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \cos(11) + \sin(\arccos(2 \cdot \sin(11)))} \quad \text{Gibber$$

$$f_s = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \cos(\beta) + \sin(\alpha)} = \frac{20 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos(11) + \sin(67,57)} = 67,95 \text{ N}$$

3)



$$f_x = \cos(\alpha) \cdot f_s = 25,93 \text{ N}$$



$$f_y = -\sin(\alpha) \cdot f_s = -62,81 \text{ N}$$

4)

$$\text{Max } F = 74,2463 \text{ N}$$

$$f_s < F_{\text{max}} \Rightarrow \text{Lager h\u00e4lt stand}$$

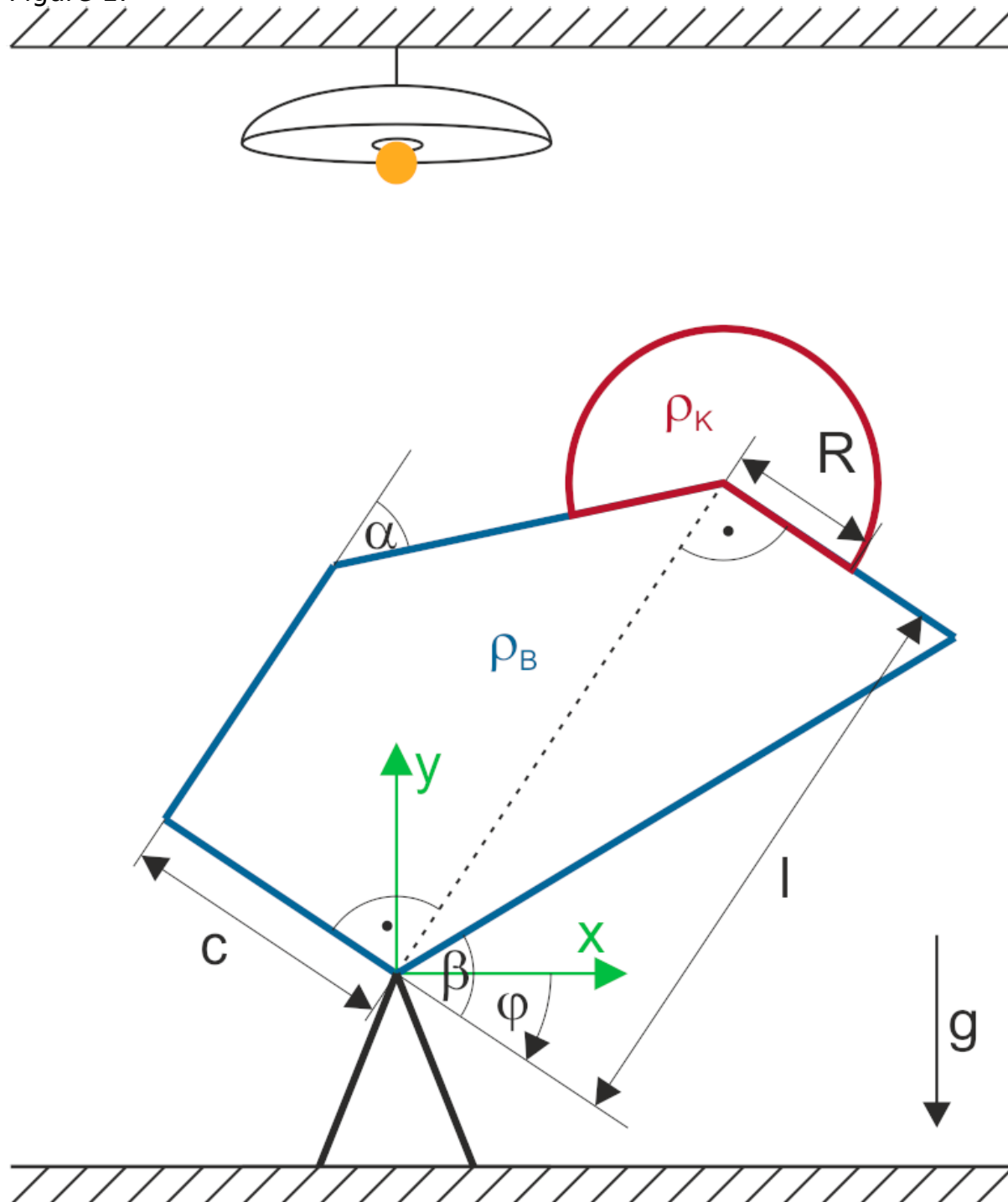
Aufgabe 2

--> numer : true \$

1 Angabe

1.1 Bild

Figure 1:



1.2 Daten

--> c : 0.45 ;

0.45

```
--> R : 0 . 45 ;
```

0.45

```
--> l : 2 . 1 ;
```

2.1

```
--> T : 0 . 31 ;
```

0.31

```
--> ρB : 6600 ;
```

6600

```
--> ρK : 1900 ;
```

1900

```
--> g : 9 . 81 ;
```

9.81

```
--> αgrad : 17 ;
```

17

```
--> α : ( αgrad / 360 ) · 2 · %pi ;
```

0.296705972839036

```
--> βgrad : 34 ;
```

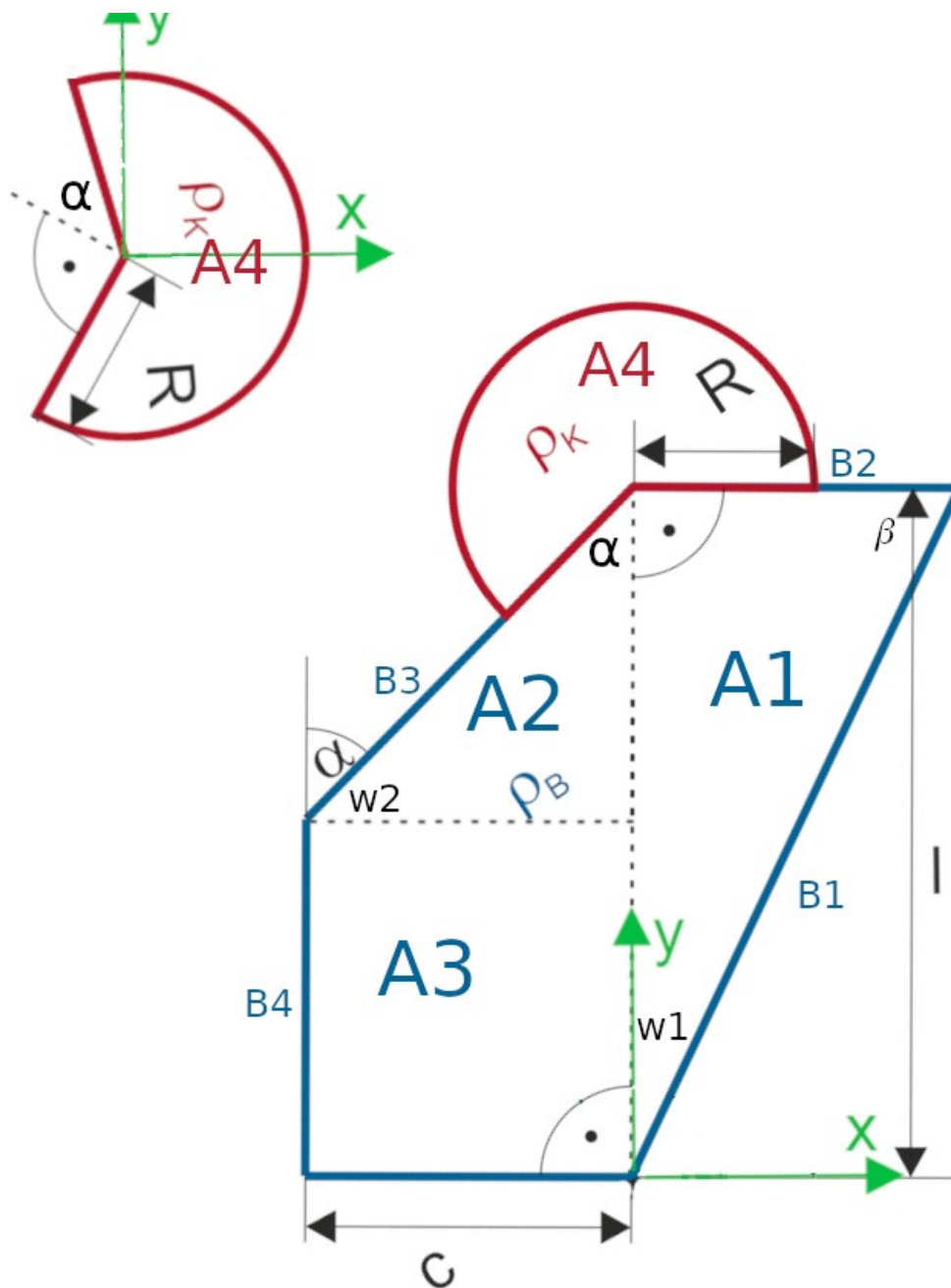
34

```
--> β : ( βgrad / 360 ) · 2 · %pi ;
```

0.593411945678072

2 Aufteilung der Objekte

Figure 2:



3 Objekt B berechnen

3.1 Winkel

```
--> w_1 : %pi - %pi / 2 - beta ;
```

0.9773843811168246

```
--> ( % * 360 ) / ( %pi * 2 ) ;
```

56.0

```
--> w_2 : %pi - %pi / 2 - alpha ;
```

1.274090353955861

```
--> ( % · 360 ) / ( %pi · 2 );
```

73.0

3.2 Seiten

```
--> B_1 : l / sin ( β );
```

3.755412464939942

```
--> B_2 : l / tan ( β );
```

3.113378033876755

```
--> B_3 : c / sin ( α );
```

1.539136628924971

```
--> B_5 : c / tan ( α );
```

1.471883678317863

```
--> B_4 : l - B_5 ;
```

0.6281163216821366

3.3 Flächen

```
--> A_1 : B_2 · l / 2 ;
```

3.269046935570593

```
--> A_2 : c · B_5 / 2 ;
```

0.3311738276215193

```
--> A_3 : B_4 · c ;
```

0.2826523447569615

3.4 Schwerpunkte

```
--> S_B1 : matrix (
  [ B_2 / 3 ],
  [ 2 / 3 · l ],
  [ T / 2 ]
);
```

$$\begin{pmatrix} 1.037792677958918 \\ 1.4 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

```
--> S_B2 : matrix (
  [ - c / 3 ],
  [ B_5 / 3 + B_4 ],
  [ T / 2 ]
);
```

$$\begin{pmatrix} -0.15 \\ 1.118744214454758 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

```
--> S_B3 : matrix (
  [ - c / 2 ],
  [ B_4 / 2 ],
  [ T / 2 ]
);
```

$$\begin{pmatrix} -0.225 \\ 0.3140581608410683 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

3.5 Gesamt Schwerpunkt

```
--> S_B : matrix (
  [ ( S_B1 [ 1 , 1 ] · A_1 + S_B2 [ 1 , 1 ] · A_2 + S_B3 [ 1 , 1 ] · A_3 ) / ( A_1 +
  A_2 + A_3 ) ],
  [ ( S_B1 [ 2 , 1 ] · A_1 + S_B2 [ 2 , 1 ] · A_2 + S_B3 [ 2 , 1 ] · A_3 ) / ( A_1 +
  A_2 + A_3 ) ],
  [ T / 2 ]
);
```

$$\begin{pmatrix} 0.844560208576527 \\ 1.296960690956239 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

3.6 Volumen und Masse

```
--> V_B : ( A_1 + A_2 + A_3 ) · T ;
```

$$1.203690663464213$$

```
--> m_B : V_B · ρ_B ;
```

$$7944.358378863804$$

4 Objekt K

4.1 Winkel

```
--> w_4 : 2 * %pi - %pi / 2 - alpha ;
```

4.415683007545653

```
--> ( % * 360 ) / ( %pi * 2 ) ;
```

253.0

4.2 Fläche

```
--> A_4 : w_4 / 2 * R ^ 2 ;
```

0.4470879045139974

4.3 Schwerpunkt

```
--> S_K : matrix (
  [ ( 2 / 3 * R * sin ( w_4 / 2 ) ) / ( w_4 / 2 ) ],
  [ 0 ],
  [ T / 2 ]
) ;
```

(0.1092275227968442
0
0.155)

4.3.1 Anpassung an Koordinatensystem von Objekt B

w_k Drehung damit es mit der Achse von Objekt K übereinstimmt.

+ pi/2 da Objekt K rotiert war für die Schwerpunktberechnung.

"l" ist der offset, da das Objekt K auf dem Objekt B liegt.

```
--> w_K : ( ( ( %pi / 2 ) + alpha ) / 2 - alpha ) + %pi / 2 ;
```

2.207841503772827

```
--> ( % * 360 ) / ( %pi * 2 ) ;
```

126.5

```
--> S_KB : matrix (
  [ S_K [ 1 , 1 ] * cos ( w_K ) - S_K [ 2 , 1 ] * sin ( w_K ) ],
  [ S_K [ 1 , 1 ] * sin ( w_K ) + S_K [ 2 , 1 ] * cos ( w_K ) + l ],
  [ S_K [ 3 , 1 ] ]
) ;
```


$$\begin{pmatrix} -0.0649710194999645 \\ 2.187803293568467 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

4.4 Volumen und Masse

--> $V_K : A_4 \cdot T;$

$$0.1385972503993392$$

--> $m_K : V_K \cdot \rho_K;$

$$263.3347757587445$$

5 Schwerpunkt

```
--> S : matrix (
  [ ( S_B [ 1 , 1 ] · m_B + S_KB [ 1 , 1 ] · m_K ) / ( m_B + m_K ) ],
  [ ( S_B [ 2 , 1 ] · m_B + S_KB [ 2 , 1 ] · m_K ) / ( m_B + m_K ) ],
  [ T / 2 ]
);
```

$$\begin{pmatrix} 0.8153789030039367 \\ 1.325542392608073 \\ 0.155 \end{pmatrix}$$

6 Winkel φ

$$0 = S[1,1] \cdot \cos(\varphi) - S[2,1] \cdot \sin(\varphi)$$

Der Winkel muss negativ sein, da der Winkel in der Angabe in die andere Richtung eingezeichnet ist.

--> $\varphi : \text{atan} (S [1 , 1] / S [2 , 1]) \cdot - 1 ;$

$$-0.5514691948431285$$

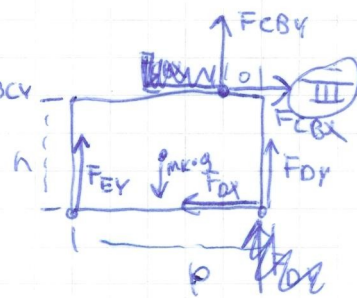
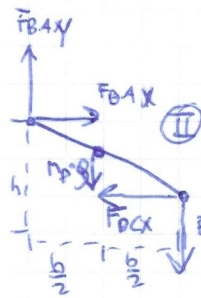
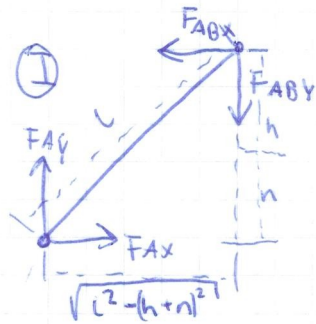
--> $\varphi_{\text{grad}} : (\varphi \cdot 360) / (2 \cdot \%pi) ;$

$$-31.59685739598893$$

Created with [wxMaxima](#).

The source of this Maxima session can be downloaded [here](#).

Aufgabe 3



I:

$$F_{Ay} - F_{By} = 0$$

$$F_{Ax} - F_{Bx} = 0$$

$$F_{Bx} \cdot (h+n) - F_{By} \cdot \sqrt{l^2 - (h+n)^2} = 0$$

$$F_{Ax} \cdot (h+n) - F_{Ay} \cdot \sqrt{l^2 - (h+n)^2} = 0$$

II

$$F_{BAx} - F_{BCx} = 0$$

$$F_{BAy} - F_{BCy} - m_k \cdot g = 0$$

$$F_{BAx} \cdot (h+n) + F_{BAy} \cdot \dots$$

$$-m_k \cdot g \cdot \frac{b}{2} - F_{BCx} \cdot h - F_{BCy} \cdot b = 0$$

$$m_k \cdot g \cdot \frac{b}{2} - F_{BAx} \cdot h - F_{BAy} \cdot b = 0$$

III

$$F_{CDx} - F_{Dx} = 0$$

$$F_{Ey} + F_{Dy} + F_{CBY} - m_k \cdot g = 0$$

$$F_{CBY} \cdot (p-d) + F_{Dy} \cdot p - F_{CDx} \cdot n + F_{Dx} \cdot 0 - m_k \cdot g \cdot \frac{p}{2} = 0$$

$$-F_{Ey} \cdot p - F_{CBx} \cdot n - F_{CBY} \cdot 0 + m_k \cdot g \cdot \frac{p}{2} = 0$$

$$F_{Dy} \cdot 0 - F_{Dx} \cdot n + m_k \cdot g \cdot (\frac{p}{2} - d) - F_{Ey} \cdot (p-d) = 0$$

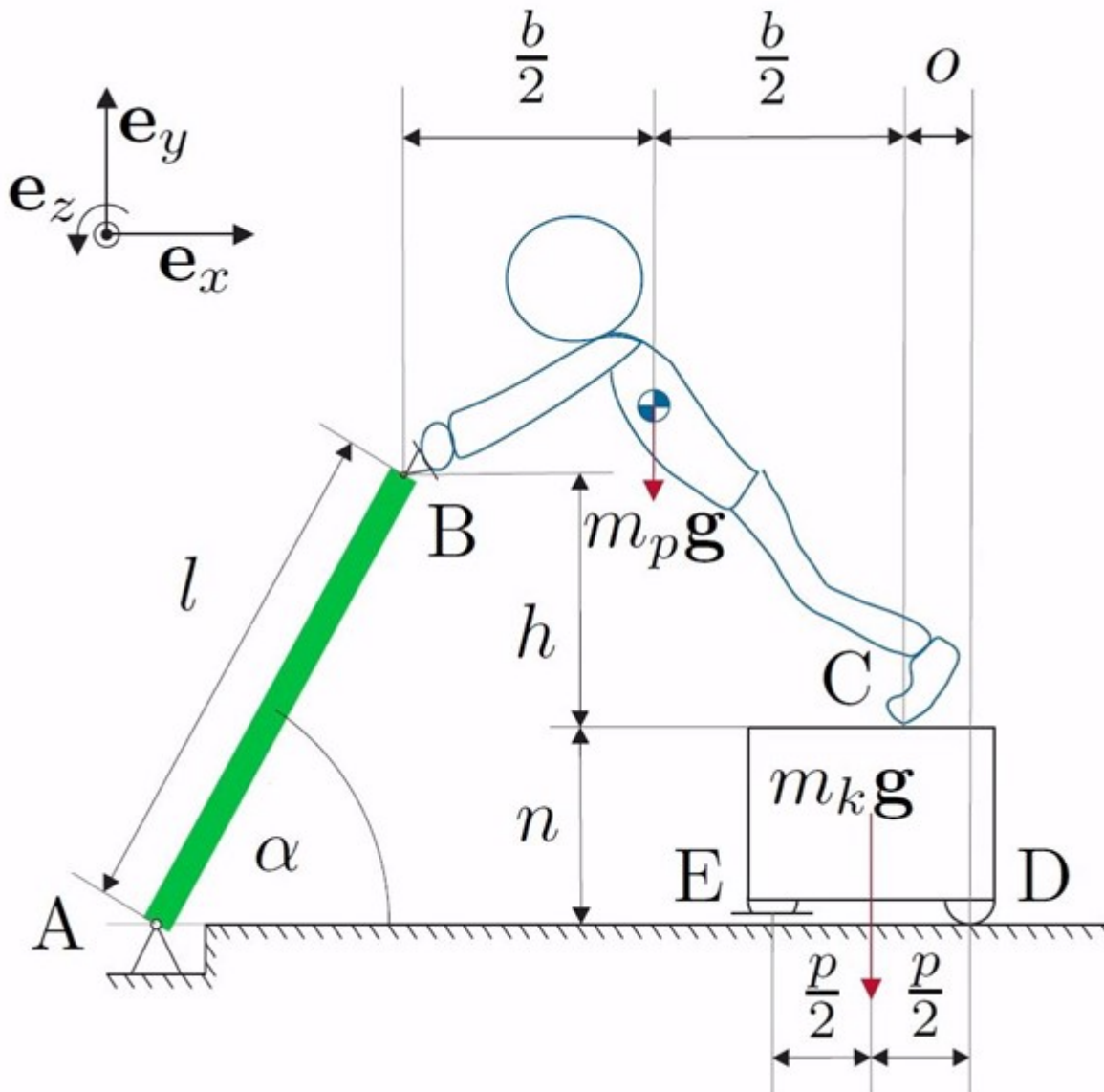
```
--> ratprint : false $
```

```
--> numer : true $
```

1 Angabe

1.1 Bild

Figure 1:



1.2 Daten

```
--> m_p : 58 ;
```

58

```
--> m_k : 4 ;
```

4

```
--> l : 0.56 ;
```

0.56

`--> b : 1 . 18 ;`

1.18

`--> α_{grad} : 77 ;`

77

`--> α : (α_{grad} · 2 · %pi) / 360 ;`

1.343903524035634

`--> h : 0 . 094 ;`

0.094

`--> o : 0 . 131 ;`

0.131

`--> p : 0 . 39 ;`

0.39

`--> μ_C : 0 . 321 ;`

0.321

`--> μ_D : 0 . 369 ;`

0.369

`--> g : 9 . 81 ;`

9.81

2 Bestimmen Sie die Höhe n der Box in m.

`--> n : l · sin (α) – h ;`

0.4516472362797318

3 Gleichungen aufstellen

3.1 Kräfte und Momenten Bilanz bei Stange

`--> G_1 : F_AX – F_ABX = 0 ;`

$$F_{AX} - F_{ABX} = 0$$

$$\rightarrow G_2 : F_{AY} - F_{ABY} = 0 ;$$

$$F_{AY} - F_{ABY} = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt A

$$\rightarrow G_3 : F_{ABX} \cdot (h + n) - F_{ABY} \cdot \sqrt{l^2 - (h + n)^2} = 0 ;$$

$$0.5456472362797318 F_{ABX} - 0.1259725904325643 F_{ABY} = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt B

$$\rightarrow G_4 : F_{AX} \cdot (h + n) - F_{AY} \cdot \sqrt{l^2 - (h + n)^2} = 0 ;$$

$$0.5456472362797318 F_{AX} - 0.1259725904325643 F_{AY} = 0$$

G4 ist redundant und wird nicht zum Lösen benötigt.

$$\rightarrow L_1 : \text{solve} (\\ [G_1, G_2, G_3], \\ [F_{AX}, F_{AY}, F_{ABX}, F_{ABY}] \\);$$

Es ist erkennbar, dass es noch keine Eindeutige Lösung gibt, aber F_A und F_B gleich sind.

3.2 Kräfte und Momenten Bilanz bei Person

Kräfte Bilanz in x Richtung:

$$\rightarrow F_{BAX} : F_{ABX} ;$$

$$F_{ABX}$$

$$\rightarrow F_{BAY} : F_{ABY} ;$$

$$F_{ABY}$$

$$\rightarrow G_5 : F_{BAX} - F_{BCX} = 0 ;$$

$$F_{ABX} - F_{BCX} = 0$$

Kräfte Bilanz in y Richtung:

$$\rightarrow G_6 : F_{BAY} - F_{BCY} - m_p \cdot g = 0 ;$$

$$-F_{BCY} + F_{ABY} - 568.98 = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt C:

$$\begin{aligned} \text{--> } G_7 : & -m_p \cdot g \cdot (b/2) - F_{BCX} \cdot h - F_{BCY} \cdot b = 0 ; \\ & -1.18 F_{BCY} - 0.094 F_{BCX} - 335.6982 = 0 \end{aligned}$$

Momenten Bilanz in Punkt B:

$$\begin{aligned} \text{--> } G_8 : & m_p \cdot g \cdot (b/2) - F_{BAX} \cdot h - F_{BAY} \cdot b = 0 ; \\ & -1.18 F_{ABY} - 0.094 F_{ABX} + 335.6982 = 0 \end{aligned}$$

G_3 und G_8 sind redundant und werden zum Lösen nicht benötigt.

```

--> L_2 : solve (
    [ G_1 , G_2 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 ] ,
    [ F_BAX , F_BAY , F_BCX , F_BCY , F_AX , F_AY ]
);

--> F_BAX : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 1 ] );
                        64.49357773625103

--> F_BAY : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 2 ] );
                        279.352376010841

--> F_BCX : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 3 ] );
                        64.49357773625103

--> F_BCY : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 4 ] );
                        -289.627623989159

--> F_AX : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 5 ] );
                        64.49357773625103

--> F_AY : rhs ( L_2 [ 1 ] [ 6 ] );
                        279.352376010841

```

3.2.1 Rutscht die Person?

```

--> p_r : not ( is ( abs ( F_BCY ) · μ_C > abs ( F_BCX ) ) );

                        %defaultfalse

```

3.3 Kräfte und Momenten Bilanz bei Kiste

Kräfte Bilanz in x Richtung:

$$\rightarrow F_{CBX} : F_{BCX} ;$$

$$64.49357773625103$$

$$\rightarrow F_{CBY} : F_{BCY} ;$$

$$-289.627623989159$$

$$\rightarrow G_9 : F_{CBX} - F_{DX} = 0 ;$$

$$64.49357773625103 - F_{DX} = 0$$

Kräfte Bilanz in y Richtung:

$$\rightarrow G_{10} : F_{CBY} + F_{DY} + F_{EY} - m_k \cdot g = 0 ;$$

$$F_{EY} + F_{DY} - 328.867623989159 = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt E:

$$\rightarrow G_{11} : F_{CBY} \cdot (p - o) + F_{DY} \cdot p - F_{CBX} \cdot n + F_{DX} \cdot 0 - m_k \cdot g \cdot (p / 2) = 0 ;$$

$$0.39 F_{DY} - 111.793700755562 = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt D:

$$\rightarrow G_{12} : -F_{EY} \cdot p - F_{CBX} \cdot n - F_{CBY} \cdot o + m_k \cdot g \cdot (p / 2) = 0 ;$$

$$16.46467260021001 - p F_{EY} = 0$$

Momenten Bilanz in Punkt C:

$$\rightarrow G_{13} : F_{DY} \cdot o - F_{DX} \cdot n + m_k \cdot g \cdot ((p / 2) - o) - F_{EY} \cdot (p - o) = 0 ;$$

$$-0.259 F_{EY} + 0.131 F_{DY} - 0.4516472362797318 F_{DX} + 2.51136 = 0$$

G10 und G12 sind redundant und werden nicht zum Lösen benötigt.

$$\rightarrow L_3 : \text{solve} (\\ [G_9, G_{11}, G_{13}], \\ [F_{DX}, F_{DY}, F_{EY}] \\);$$

$$\rightarrow F_{DX} : \text{rhs} (L_3 [1] [1]);$$

64.49357773625104

```
--> F_DY : rhs ( L_3 [ 1 ] [ 2 ] );
```

286.6505147578517

```
--> F_EY : rhs ( L_3 [ 1 ] [ 3 ] );
```

42.21710923130803

3.4 Rutscht die Kiste?

```
--> p_r : not ( is ( abs ( F_DY ) · μ_D > abs ( F_DX ) ) );
```

%defaultfalse

3.5 Bestimmen Sie die Kraft im Punkt E, die auf die freigeschnittene Kiste wirkt. Schließen Sie darauf, ob die Kiste, ungeachtet eines möglichen Wegrutschens, kippt.

3.5.1 Werte

Da es sich um ein Loslager handelt gilt:

```
--> F_EX : 0 ;
```

0

```
--> F_EY ;
```

42.21710923130803

Notiz: Leider nach dem letzten Abgabeversuch gesehen, dass die Angabe falsch abgeschrieben wurde.

3.5.2 Kippt die Kiste?

Die Kiste kippt sobald F_{DY} und F_{EY} in entgegengesetzte Richtungen wirken.

```
--> is ( ( F_DY < 0 and F_EY > 0 ) or ( F_DY > 0 and F_EY < 0 ) );
```

%defaultfalse

Created with [wxMaxima](#).

The source of this Maxima session can be downloaded [here](#).