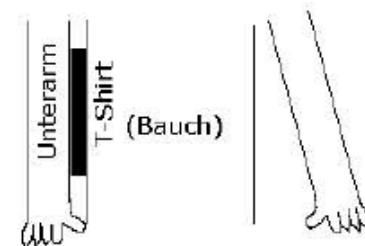


- (a) Beim Umzug sind wir vollgepackt, wollen aber nicht nochmal für das eine Brett die Treppen laufen. Wir klemmen es deswegen zwischen Unterarm und Bauch ein, wie nebenstehend gezeigt. Das Brett hat eine Masse von 3.2 kg, der Haftreibungskoeffizient zwischen Brett und Arm beträgt 0.32 und der zwischen Brett und T-Shirt 0.16.



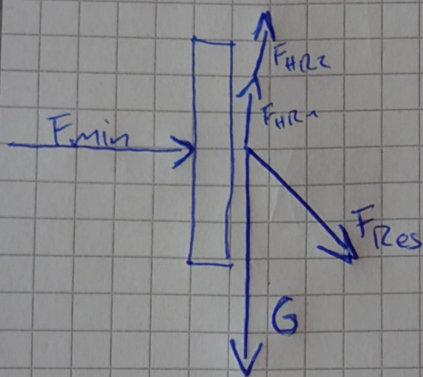
Verwenden Sie nun den Parameter a_3 .

- Für ein **gerades a_3** lösen Sie die Teilaufgaben i. – iii. aus Sicht des Bretts.
 - Für ein **ungerades a_3** lösen Sie die Teilaufgaben i. – iii. aus Sicht des Tragenden.
 - Für **$a_3 = 0$** lösen Sie die Teilaufgaben i. – iii. aus Sicht eines außenstehenden Beobachters.
- i. Bestimmen Sie die horizontale Kraft $F_{\min}$ zwischen Arm und Brett, mit der wir mindestens drücken müssen, um zu verhindern, dass das Brett herunter rutscht. (1,5 Punkte)
- ii. Durchs Schleppen auf der Treppe wird es anstrengend und wir schaffen nur eine Kraft von $F = 61\text{ N}$ zwischen Arm und Buch aufzubringen, was zum Halten nicht mehr ausreicht. Stellen Sie die Kräftebilanz auf und ermitteln hierüber, mit welcher Beschleunigung das Brett herunter rutscht. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen Brett und Arm beträgt 0.20, zwischen Brett und T-Shirt 0.12. (1,5 Punkte)
- iii. Skizzieren Sie im dynamischen Fall alle auftretenden Kräfte. (1 Punkt)
- (b) Sie (Masse $m_1 = (70 + \frac{1}{10}a_3)\text{ kg}$) fahren mit dem Roller (Masse $m_2 = (5 + \frac{1}{10}a_3)\text{ kg}$) eine Kreisbahn mit dem Radius $R = 20\text{ m}$ und sind dabei um 22° zur Seite geneigt. Skizzieren Sie die beteiligten Kräfte. Wie groß sind dann die Geschwindigkeit v und der minimale Haftreibungskoeffizient μ ?

Kräfte im Alltag

$a_3 = 0 \rightarrow$ aus Sicht eines außenstehenden Beobachters

(i) horizontale Kraft F_{min}



① F_{Res} ohne F_{min} würde im 90° Winkel nach unten gehen und entspräche $G - F_{HR1} - F_{HR2}$

② Mit F_{min} als senkrechte Kraft wird F_{Res} verschoben und zeigt in Bauch rein

③ F_{Res} muss 0 sein weil Statik. Wenn man G , F_{HR1} u. F_{HR2} zusammenrechnet erhält man die ursprüngliche Kraft nach unten: F_{Resy}

$$F_{Resy} = G - F_{HR1} - F_{HR2} \\ = mg - \mu_1 mg \cos(\alpha) - \mu_2 mg \cos(\alpha)$$

④ $\rightarrow \cos(\alpha) = \cos(90^\circ) = 1$

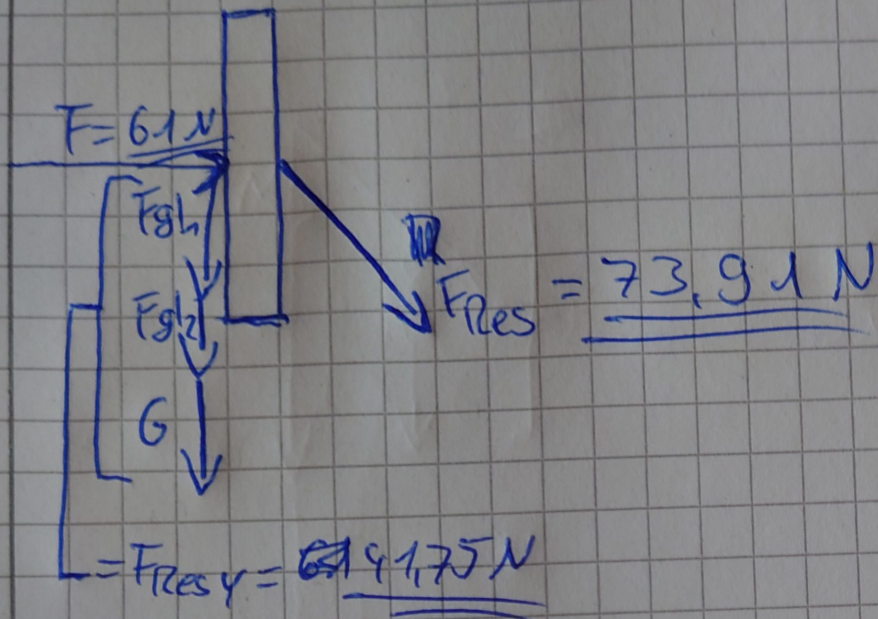
$$F_{Resy} = mg - \mu_1 mg - \mu_2 mg \\ = 3,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 - 0,32 \cdot 3,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 - 0,16 \cdot 3,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ = 16,32 \text{ N}$$

⑤ Da F_{Res} null sein muss wird F_{min} F_{Resy} ausgleichen müssen. Also muss gelten

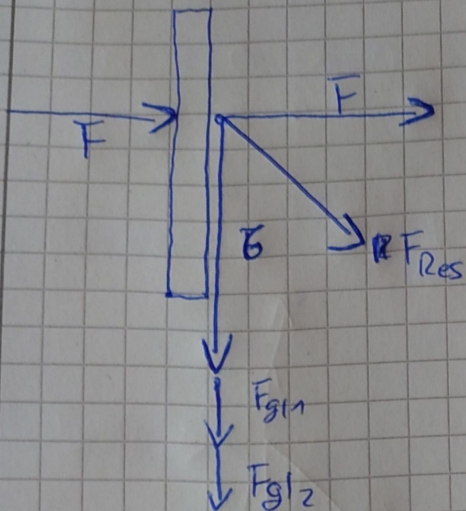
~~$$F_{Res} = 0 = F_{Resy} - F_{min}$$~~

$$F_{Res} = 0 = F_{min} - F_{Resy} \Rightarrow F_{min} = F_{Resy} = \underline{\underline{16,32 \text{ N}}}$$

(iii) im dynamischen Fall auftretende Kräfte



(ii)



① Kräfte auf Y-Achse können als $F_{Res\ y}$ zusammengefasst werden

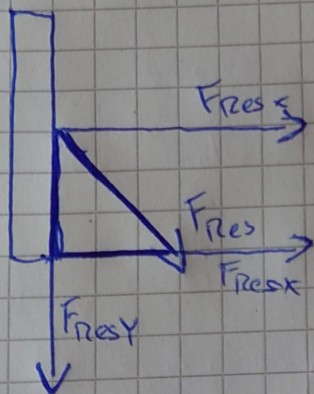
$$F_{Res\ y} = G + F_{g1} + F_{g2}$$

$$= mg + \mu_1 mg + \mu_2 mg$$

$$\Leftrightarrow 3,2\text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 0,2 \cdot 3,2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 + 0,12 \cdot \dots$$

$$F_{Res\ y} = 41,75 \text{ N}$$

② Das ergibt neues Bild mit $F_{Res\ y}$ und F als $F_{Res\ x}$



③ Da $F_{Res\ x}$ am ganzen Brett wirkt kann diese Parallelverschoben werden

④ F_{Res} ist nun die Hypotenuse in einem rechtwinkligen Dreieck und kann per Pythagoras berechnet werden

$$F_{Res} = \sqrt{F_{Res\ x}^2 + F_{Res\ y}^2}$$

⑤ weiterhin ist F_{Res} ja die resultierende Kraft welche das Brett im Fall annimmt, also gilt

$$F_{Res} = ma = \sqrt{F_{Res\ x}^2 + F_{Res\ y}^2} \Leftrightarrow a = \sqrt{F_{Res\ x}^2 + F_{Res\ y}^2}$$

$$a = \frac{\sqrt{(61 \text{ N})^2 + (41,75 \text{ N})^2}}{3,2 \text{ kg}} = \frac{73,91 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{3,2 \text{ kg}} = 23,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

⑥ Also ist die Beschleunigung des Brettes $23,09 \text{ m/s}^2$