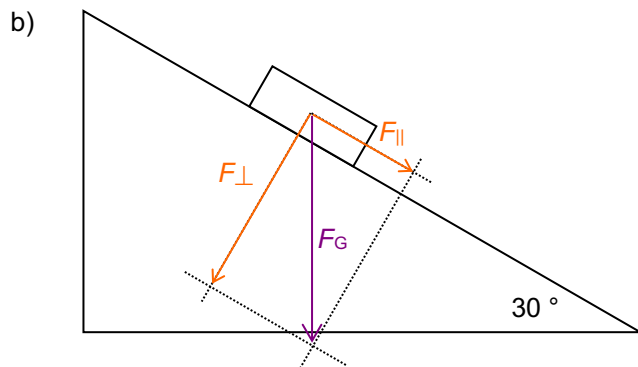
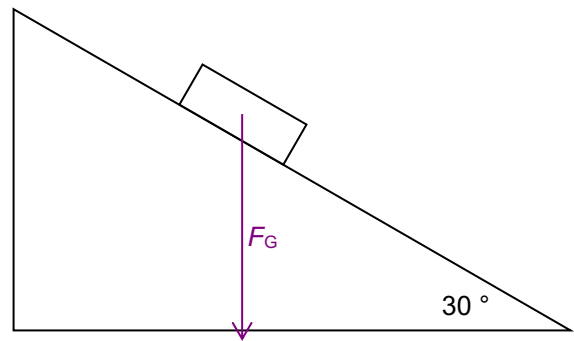


1. a)  $F_G = m \cdot g = 0.306 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3.00 \text{ N}$   
 wird dargestellt durch einen Pfeil der Länge 3.0 cm:

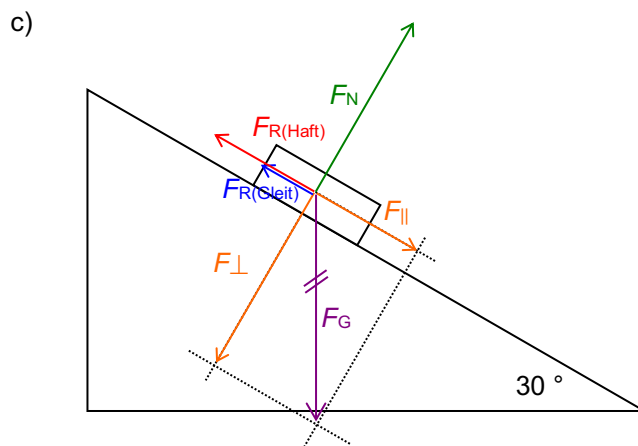


$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G}$$

$$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(30^\circ) \cdot 3.0 \text{ N} = \underline{\underline{1.5 \text{ N}}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\perp}}{F_G}$$

$$F_{\perp} = \cos \alpha \cdot F_G = \cos(30^\circ) \cdot 3.0 \text{ N} = \underline{\underline{2.6 \text{ N}}}$$



- d)  $F_{R(\text{Haft})} = \mu_{\text{Haft}} \cdot F_N = 0.7 \cdot 2.6 \text{ N} = \underline{\underline{2 \text{ N}}}$  Nein, da die maximale Haftreibungskraft  $F_{R(\text{Haft})}$  grösser ist als  $F_{\parallel}$ .

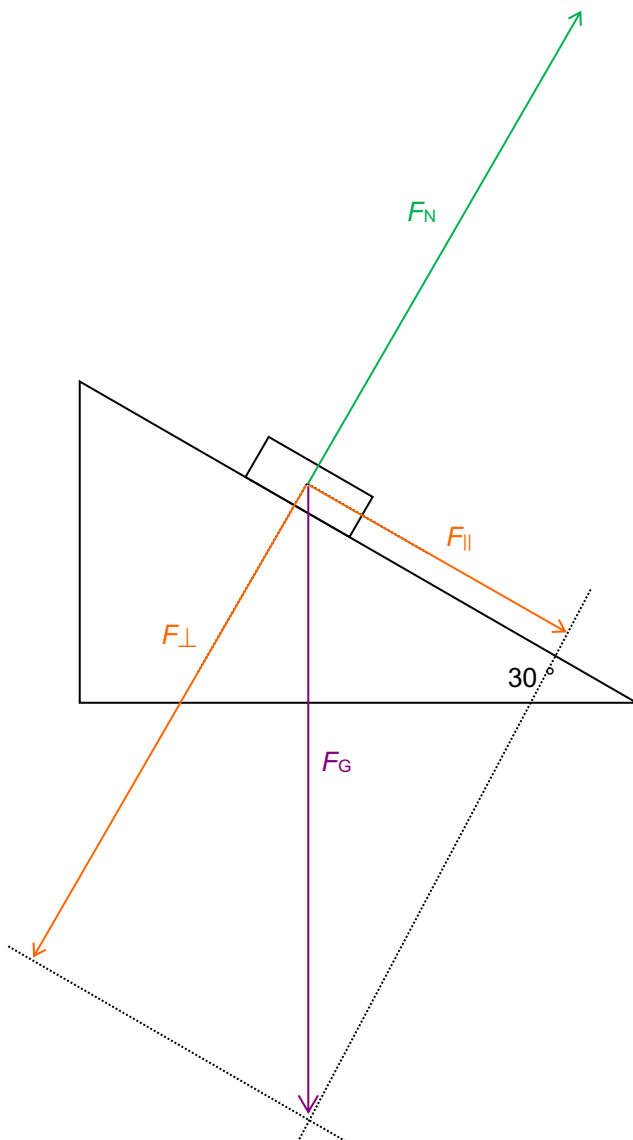
- e)  $F_{\text{res}} = 0$ , das Klötzchen rutscht nicht. Die Haftreibungskraft  $F_{R(\text{Haft})}$  ist gleich gross wie  $F_{\parallel}$ .  
 Darstellung siehe c). (Auf das Klötzchen wirken die Kräfte  $F_{\perp}$ ,  $F_{\parallel}$ ,  $F_N$  und  $F_{R(\text{Haft})}$ )

- f)  $F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = 0.3 \cdot 2.6 \text{ N} = \underline{\underline{0.8 \text{ N}}}$  Ja, da die Gleitreibungskraft  $F_{R(\text{Gleit})}$  kleiner ist als  $F_{\parallel}$ . Darstellung siehe c).

- g)  $F_{\text{res}} = F_{\parallel} - F_{R(\text{Gleit})} = 1.5 \text{ N} - 0.8 \text{ N} = \underline{\underline{0.7 \text{ N}}}$  (Auf das Klötzchen wirken die Kräfte  $F_{\perp}$ ,  $F_{\parallel}$ ,  $F_N$  und  $F_{R(\text{Gleit})}$ )

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{0.7 \text{ N}}{0.306 \text{ kg}} = \underline{\underline{2.3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

2.  $F_G = m \cdot g = 8.5 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{83 \text{ N}}$  wird dargestellt durch einen Pfeil der Länge 8.3 cm



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G}$$

$$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(30^\circ) \cdot 83 \text{ N} = \underline{41.5 \text{ N}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\perp}}{F_G}$$

$$F_{\perp} = \cos \alpha \cdot F_G = \cos(30^\circ) \cdot 83 \text{ N} = \underline{72 \text{ N}}$$

$$F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_{\perp} \\ = 0.3 \cdot 72 \text{ N} = \underline{22 \text{ N}}$$

a)  $a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} + F_{R(\text{Gleit})}}{m}$  Beide Kräfte wirken entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung (hangabwärts) und bremsen die Bewegung

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} + F_{R(\text{Gleit})}}{m} = \frac{41.5 \text{ N} + 21.6 \text{ N}}{8.5 \text{ kg}} = \underline{\underline{7.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

alternativer Lösungsweg:

$$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin \alpha \cdot m \cdot g$$

$$F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_{\perp} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha \cdot F_G = \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha \cdot m \cdot g$$

$$a = \frac{F_{\parallel} + F_{R(\text{Gleit})}}{m} = \frac{\sin \alpha \cdot m \cdot g + \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha \cdot m \cdot g}{m} = \sin \alpha \cdot g + \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha \cdot g$$

$$= g \cdot (\sin \alpha + \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha) = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\sin(30^\circ) + 0.3 \cdot \cos(30^\circ)) = \underline{\underline{7.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\text{b) } s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{\left(5.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 7.45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{2.1 \text{ m}}}$$

c)  $a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m}$  Die Reibungskraft wirkt entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung (hangaufwärts) und  $F_{\parallel}$  wirkt hangabwärts.

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m} = \frac{41.5 \text{ N} - 21.6 \text{ N}}{8.5 \text{ kg}} = \underline{\underline{2.3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

alternativer Lösungsweg:

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m} = g \cdot (\sin \alpha - \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha) = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\sin(30^\circ) - 0.3 \cdot \cos(30^\circ)) = \underline{\underline{2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

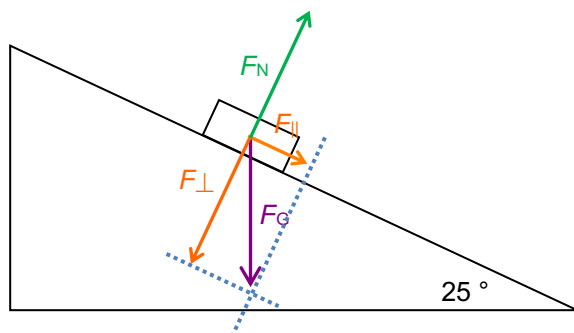
d) aufwärts:  $t_{\text{aufwärts}} = \frac{v}{a_{\text{aufwärts}}} = \frac{5.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7.45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.75 \text{ s}$

abwärts:  $t_{\text{abwärts}} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2.07 \text{ m}}{2.36 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1.32 \text{ s}$

$$t_{\text{gesamt}} = t_{\text{aufwärts}} + t_{\text{abwärts}} = 0.75 \text{ s} + 1.32 \text{ s} = \underline{\underline{2.1 \text{ s}}}$$

e)  $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 2.35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2.07 \text{ m}} = \underline{\underline{3.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad (= 11 \frac{\text{km}}{\text{h}})$

3. a) Fiktive Masse (kürzt sich später heraus, kann frei gewählt werden):  $m = 0.204 \text{ kg}$   
 $F_G = m \cdot g = 0.204 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{2.0 \text{ N}}}$  wird dargestellt durch einen Pfeil der Länge 2.0 cm



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G}$$

$$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(25^\circ) \cdot 2.0 \text{ N} = \underline{\underline{0.85 \text{ N}}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\perp}}{F_G}$$

$$F_{\perp} = \cos \alpha \cdot F_G = \cos(25^\circ) \cdot 2.0 \text{ N} = \underline{\underline{1.8 \text{ N}}}$$

$$F_{\text{R(Gleit)}} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_{\perp} = 0.2 \cdot 1.8 \text{ N} = \underline{\underline{0.36 \text{ N}}}$$

$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m}$  Die Reibungskraft wirkt entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung (hangaufwärts) und  $F_{\parallel}$  wirkt hangabwärts.

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m} = \frac{0.85 \text{ N} - 0.36 \text{ N}}{0.204 \text{ kg}} = \underline{\underline{2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

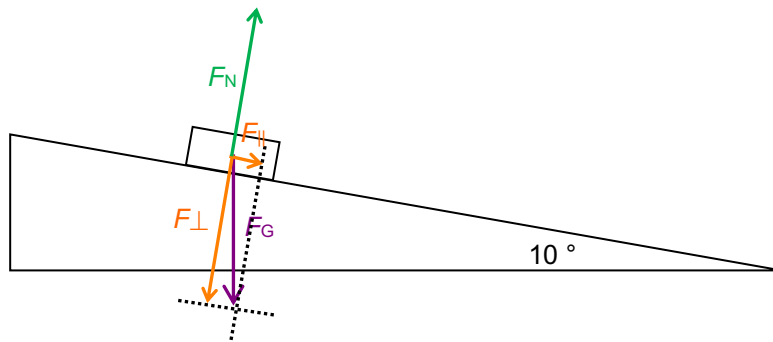
alternativer Lösungsweg:

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{\parallel} - F_{\text{R(Gleit)}}}{m} = g \cdot (\sin \alpha - \mu_{\text{Gleit}} \cdot \cos \alpha) = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\sin(25^\circ) - 0.2 \cdot \cos(25^\circ)) = \underline{\underline{2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

b)  $v = a \cdot t = 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5.0 \text{ s} = \underline{\underline{12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

c)  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5.0 \text{ s})^2 = \underline{\underline{30 \text{ m}}}$

4.  $F_G = m \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{196 \text{ N}}$  wird dargestellt mit einem Pfeil der Länge 2.0 cm



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G} \quad F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(10^\circ) \cdot 196 \text{ N} = \underline{34 \text{ N}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\perp}}{F_G} \quad F_{\perp} = \cos \alpha \cdot F_G = \cos(10^\circ) \cdot 196 \text{ N} = \underline{193 \text{ N}}$$

$$F_{R(\text{Haft})} = \mu_{\text{Haft}} \cdot F_N = \mu_{\text{Haft}} \cdot F_{\perp} = 0.4 \cdot 193 \text{ N} = \underline{77 \text{ N}}$$

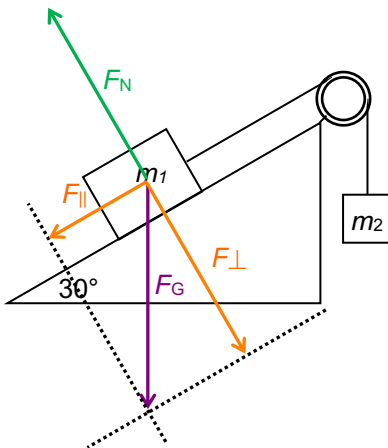
$$F = F_{R(\text{Haft})} - F_{\parallel} = 77 \text{ N} - 34 \text{ N} = \underline{43 \text{ N}}$$

alternativer Lösungsweg:

$$F = F_{R(\text{Haft})} - F_{\parallel} = \mu_{\text{Haft}} \cdot F_{\perp} - F_{\parallel} = \mu_{\text{Haft}} \cdot \cos \alpha \cdot m \cdot g - \sin \alpha \cdot m \cdot g = m \cdot g \cdot (\mu_{\text{Haft}} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$= 20 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0.4 \cdot \cos(10^\circ) - \sin(10^\circ)) = \underline{43 \text{ N}}$$

5. a)  $F_{G1} = m_1 \cdot g = 3.1 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{30.4 \text{ N}}$  wird dargestellt mit einem Pfeil der Länge 3.0 cm



$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G}$$

$$F_{\parallel} = \sin \alpha \cdot F_G = \sin(30^\circ) \cdot 30.4 \text{ N} = \underline{15.2 \text{ N}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_{\perp}}{F_G}$$

$$F_{\perp} = \cos \alpha \cdot F_G = \cos(30^\circ) \cdot 30.4 \text{ N} = \underline{26.3 \text{ N}}$$

$$F_{R(\text{Gleit})} = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_N = \mu_{\text{Gleit}} \cdot F_{\perp}$$

$$= 0.3 \cdot 26.3 \text{ N} = \underline{7.9 \text{ N}}$$

$$F_{G2} = m_2 \cdot g = 2.6 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{25.5 \text{ N}}$$

Wenn  $m_1$  abwärts rutschen würde, wäre die Kraft auf  $m_1$ :  $F_{\parallel} - F_{R(\text{Gleit})} = 15.2 \text{ N} - 7.9 \text{ N} = 7.3 \text{ N}$   
Das genügt aber nicht, um  $m_2$  hochzuziehen, dazu braucht es nämlich die Kraft 25.5 N

Das heisst  $m_1$  rutscht aufwärts und  $m_2$  abwärts.

$$F_{\text{res}} = F_{G2} - F_{\parallel} - F_{R(\text{Gleit})} = 25.5 \text{ N} - 15.2 \text{ N} - 7.9 \text{ N} = 2.4 \text{ N}$$

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_1 + m_2} = \frac{2.4 \text{ N}}{3.1 \text{ kg} + 2.6 \text{ kg}} = \underline{\underline{0.42 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

b) konstante Geschwindigkeit bedeutet  $F_{res} = F_{G2} - F_{II} - F_{R(Gleit)} = 0$

$$F_{G2} - F_{II} = F_{R(Gleit)} = 25.5 \text{ N} - 15.2 \text{ N} = 10.3 \text{ N}$$

$$\mu_{Gleit} = \frac{F_{R(Gleit)}}{F_{\perp}} = \frac{10.3 \text{ N}}{26.3 \text{ N}} = \underline{\underline{0.4}}$$

alternativer Lösungsweg:

$$F_{G2} - F_{II} = F_{R(Gleit)}$$

$$m_1 \cdot g \cdot \mu \cdot \cos \alpha = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (g \text{ kürzen})$$

$$m_1 \cdot \mu \cdot \cos \alpha = m_2 - m_1 \cdot \sin \alpha \quad (\text{durch } m_1 \cdot \cos \alpha \text{ dividieren})$$

$$\mu = \frac{m_2 - m_1 \cdot \sin \alpha}{m_1 \cdot \cos \alpha} = \frac{2.6 \text{ kg} - 3.1 \text{ kg} \cdot \sin(30^\circ)}{3.1 \text{ kg} \cdot \cos(30^\circ)} = \underline{\underline{0.4}}$$