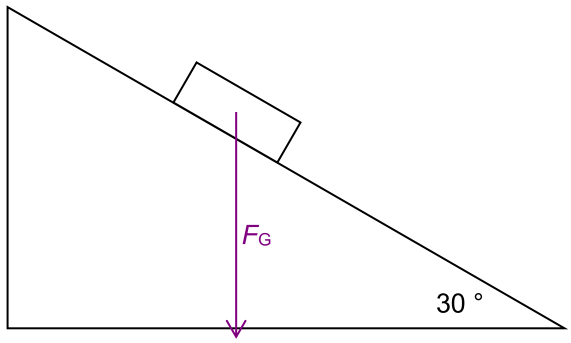
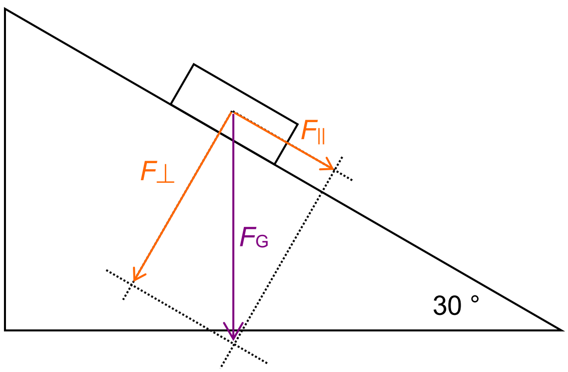
1. a) $F_G = m \cdot g = 0.306 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3.00 \text{ N}$
   wird dargestellt durch einen Pfeil der Länge 3.0 cm:



b)



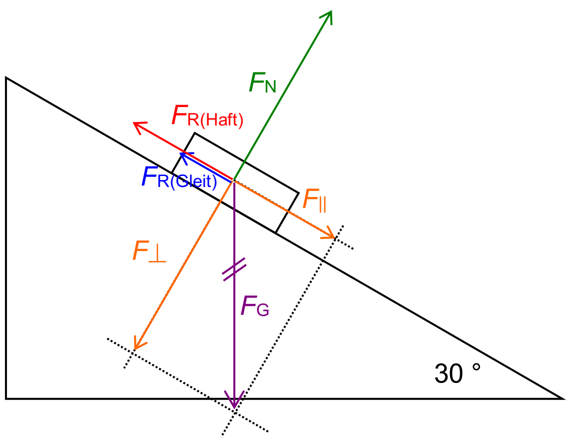
$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{\parallel}}{F_G}$$

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

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

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

c)



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

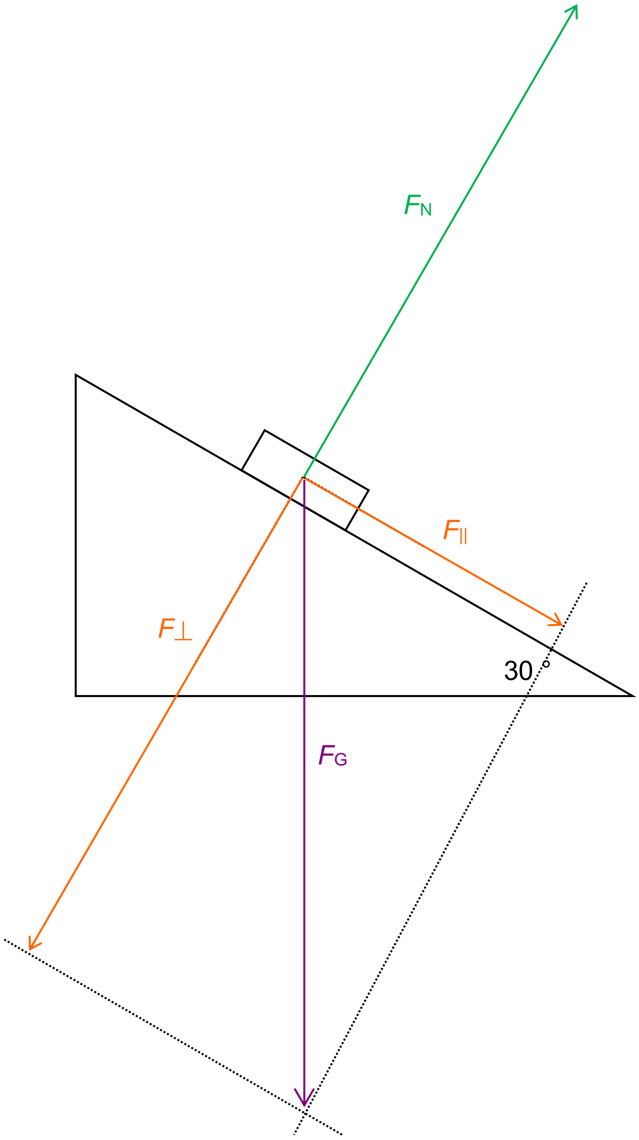
e) $F_{res} = 0$, das Klötzchen rutscht nicht. Die Haftreibungskraft $F_{R(Haft)}$ ist gleich gross wie $F_{\parallel}$.
Darstellung siehe c). (Auf das Klötzchen wirken die Kräfte $F_{\perp}$, $F_{\parallel}$, F_N und $F_{R(Haft)}$)

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

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

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

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



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{II}}{F_G}$$

$$F_{II} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin(30°) \cdot 83\text{ N} = \underline{41.5\text{ N}}$$

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

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

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

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

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

alternativer Lösungsweg:

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

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

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

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

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

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

alternativer Lösungsweg:

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

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

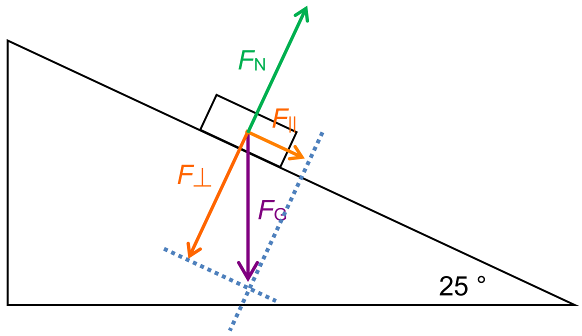
abwärts: $t_{abwärts} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2.07\text{ m}}{2.36\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1.32\text{ s}$

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

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

3. a) Fiktive Masse (kürzt sich später heraus, kann frei gewählt werden): $m = 0.204$ kg

$F_G = m \cdot g = 0.204\text{ kg} \cdot 9.81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{2.0\text{ N}}$ wird dargestellt durch einen Pfeil der Länge 2.0 cm



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{II}}{F_G}$$

$$F_{II} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin\left(25°\right) \cdot 2.0\text{ N} = \underline{0.85\text{ N}}$$

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

$$F_\perp = \cos\alpha \cdot F_G = \cos\left(25°\right) \cdot 2.0\text{ N} = \underline{1.8\text{ N}}$$

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

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

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

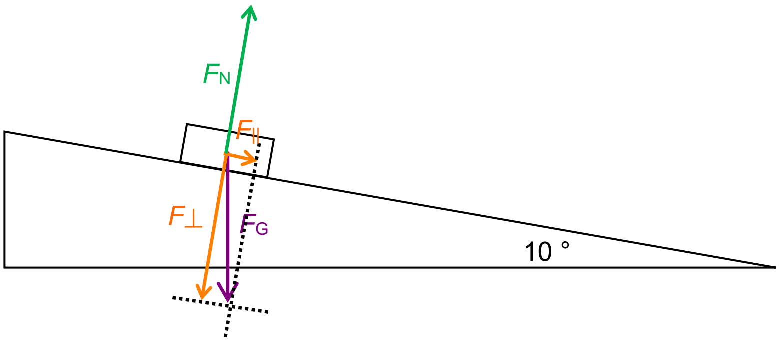
alternativer Lösungsweg:

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

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

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



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{II}}{F_G} \qquad F_{II} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin(10°) \cdot 196\text{ N} = \underline{34\text{ N}}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_\perp}{F_G} \qquad F_\perp = \cos\alpha \cdot F_G = \cos(10°) \cdot 196\text{ N} = \underline{193\text{ N}}$$

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

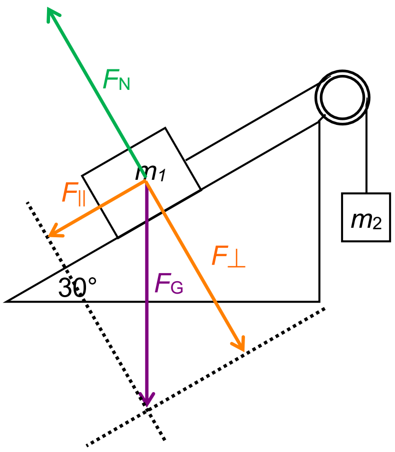
$F = F_{R(Haft)} - F_{II} = 77\text{ N} - 34\text{ N} = \underline{43\text{ N}}$

alternativer Lösungsweg:

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

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

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



$$\sin\alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{F_{II}}{F_G}$$

$F_{II} = \sin\alpha \cdot F_G = \sin(30°) \cdot 30.4\text{ N} = \underline{15.2\text{ N}}$

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

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

$F_{R(Gleit)} = \mu_{Gleit} \cdot F_N = \mu_{Gleit} \cdot F_\perp$
$= 0.3 \cdot 26.3\text{ N} = \underline{7.9\text{ N}}$

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

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

Das heisst <u>m_1 rutscht aufwärts und m_2 abwärts</u>.
$F_{res} = F_{G2} - F_{II} - F_{R(Gleit)} = 25.5\text{ N} - 15.2\text{ N} - 7.9\text{ N} = 2.4\text{ N}$

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

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:

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

$m_1 \cdot g \cdot \mu \cdot \cos\alpha = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g \cdot \sin\alpha$ (*g* kürzen)

$m_1 \cdot \mu \cdot \cos\alpha = m_2 - m_1 \cdot \sin\alpha$ (durch $m_1 \cdot \cos\alpha$ dividieren)

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