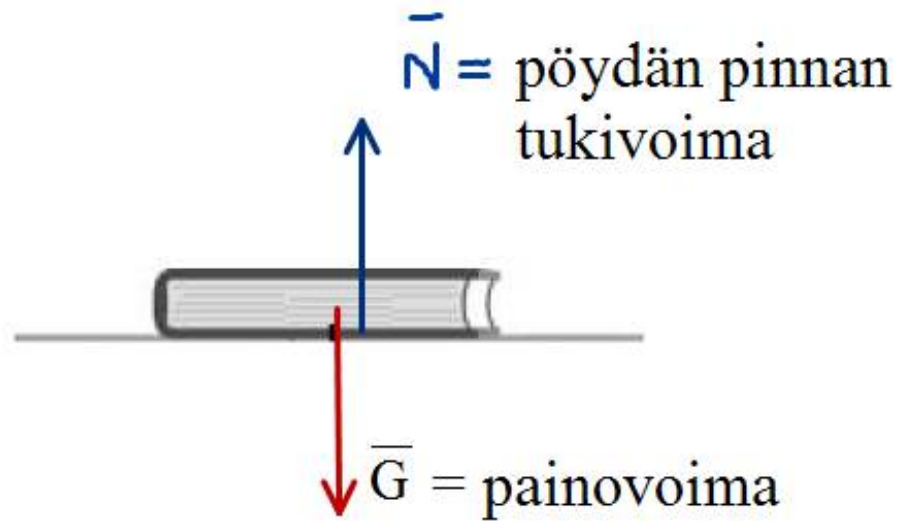
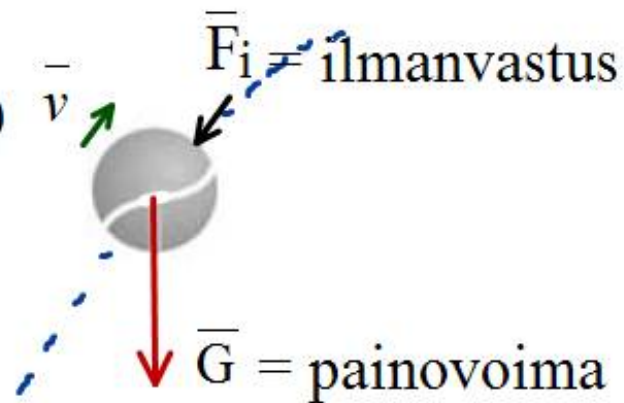


3.3

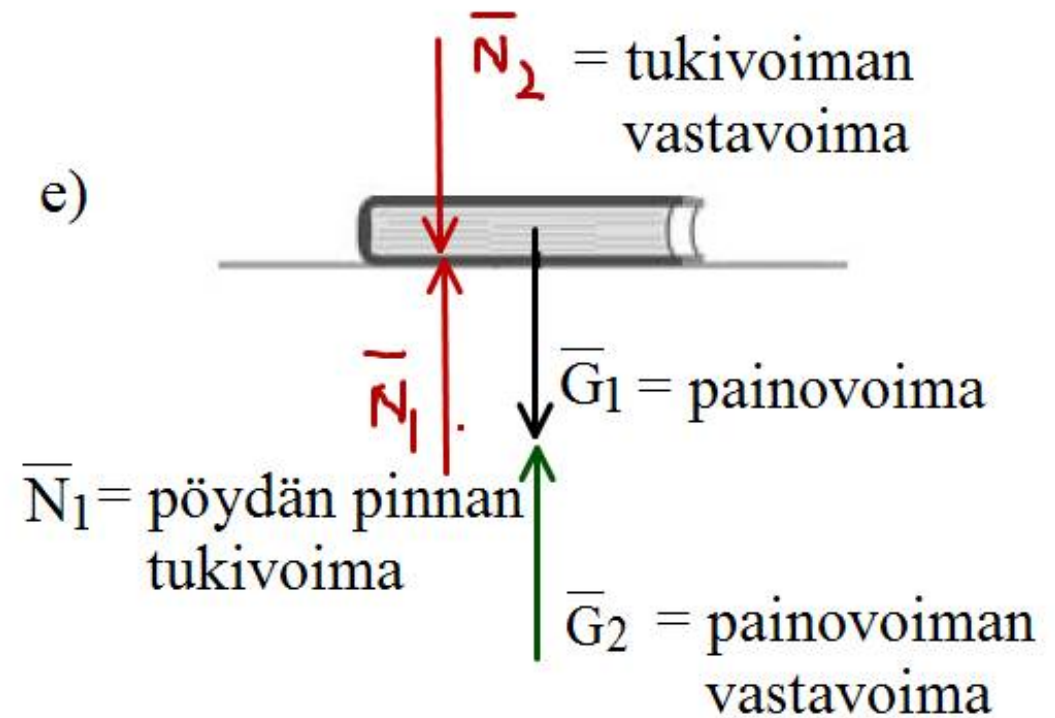
a)

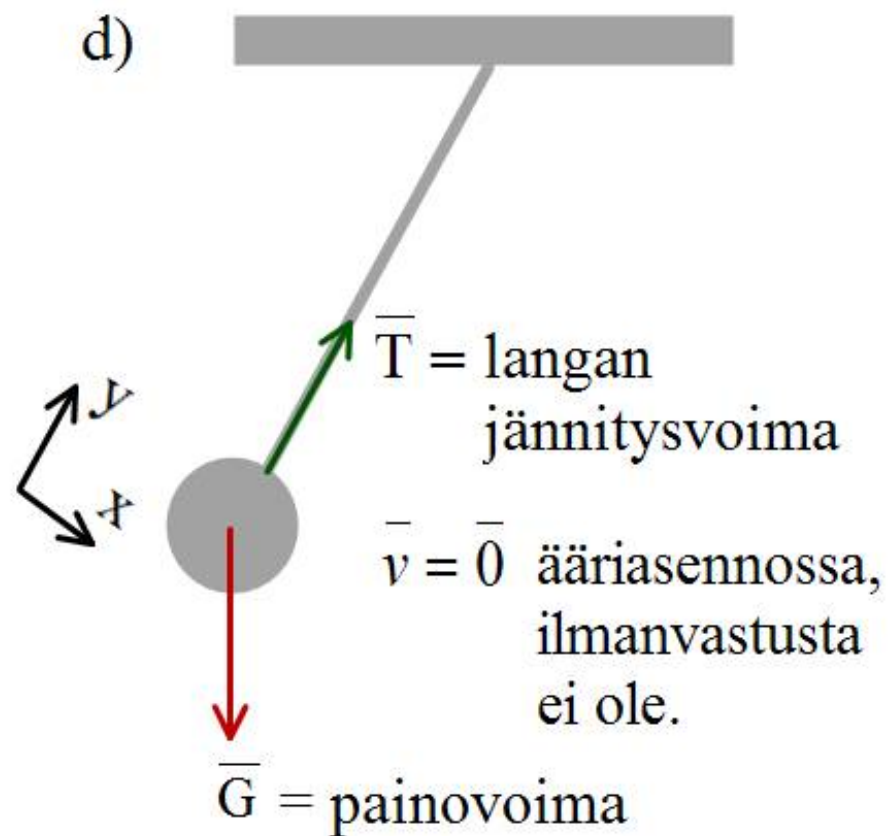
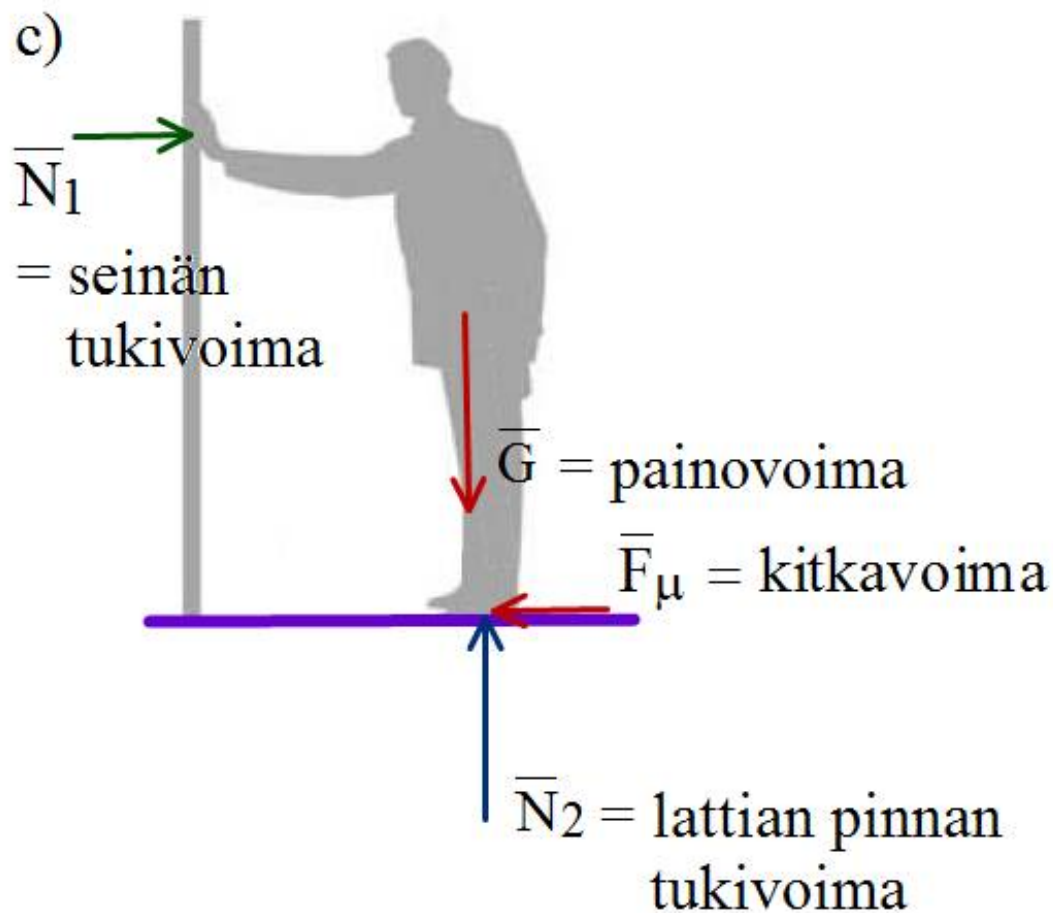


b)



e)





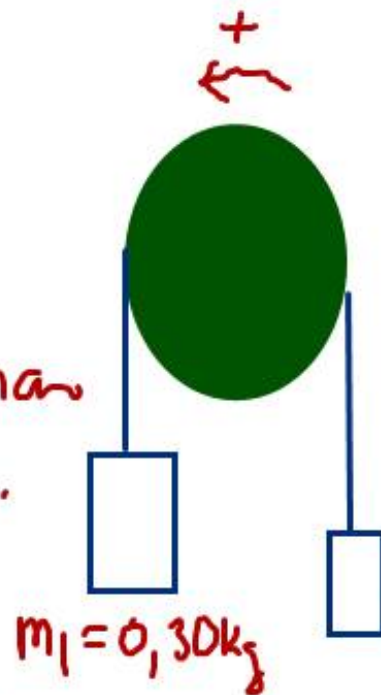
3.5

(s. 22)

Kappaleilla on sama
kiihtyvyyden paimavamman
kappaleen suuntaan.

Kappaleiden likeyht.

$$\begin{cases} \bar{G}_1 + \bar{T} = m_1 \bar{a} \\ \bar{G}_2 + \bar{T} = m_2 \bar{a} \end{cases}$$



$$m_1 = 0,30 \text{ kg}$$

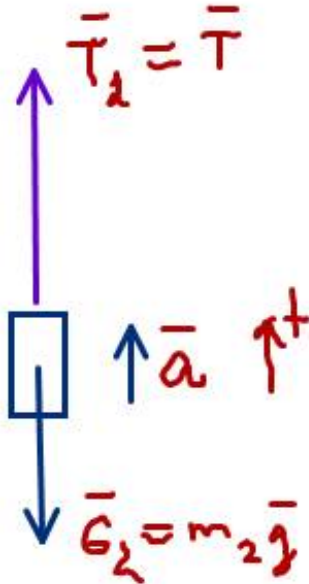
$$m_2 = 0,1 \text{ kg}$$

$$\bar{T} = \bar{T}_1$$

$$+ \downarrow \bar{a}$$



$$\bar{G}_1 = m_1 \bar{g}$$



$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

$$= \frac{0,30 \text{ kg} - 0,1 \text{ kg}}{0,30 \text{ kg} + 0,1 \text{ kg}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 4,909... \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{4,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$\begin{cases} m_1 g - T = m_1 a \\ -m_2 g + T = m_2 a \end{cases}$$

$$+ \quad \underline{m_1 g - m_2 g = (m_1 + m_2) a}$$

$$(m_1 - m_2) g = (m_1 + m_2) a$$

$$T = m_2(a + g)$$

$$= 0,1 \text{ kg} (4,905 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$= \dots \approx \underline{\underline{1,5 \text{ N}}}$$

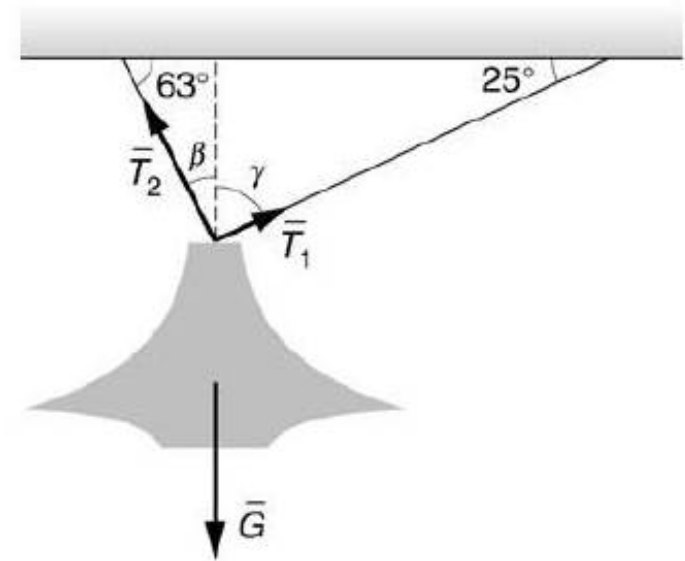
3.6 Lampun massa on $m = 3,7 \text{ kg}$.

Kuviosta saadaan kulmien suuruudeksi

$$\beta = 90^\circ - 63^\circ = 27^\circ$$

$$\gamma = 90^\circ - 25^\circ = 65^\circ.$$

Lamppuun vaikuttavat voimat ovat paino $\vec{G}$, ketjujen tukivoimat $\vec{T}_1$ ja $\vec{T}_2$.

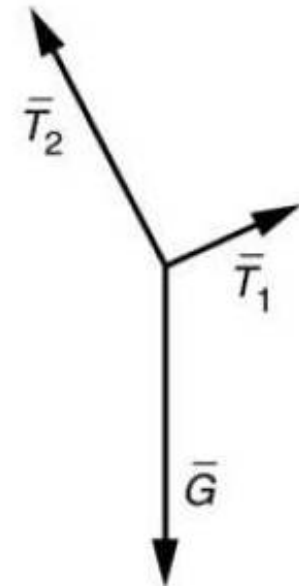
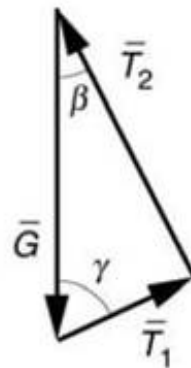


Koska lamppu on levossa, dynamiikan peruslain mukaan on

$$\Sigma \vec{F} = \vec{G} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}.$$

Piirretään voimakolmio

$$\alpha = 180^\circ - 65^\circ - 27^\circ = 88^\circ.$$



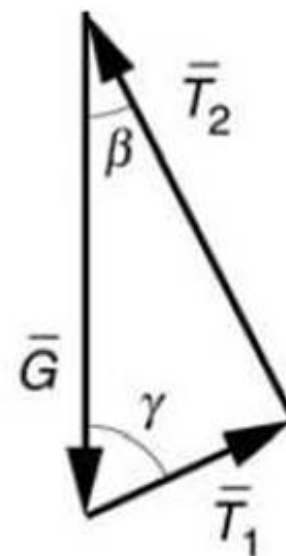
Sinilauseella saadaan

$$\frac{G}{\sin \alpha} = \frac{T_1}{\sin \beta}$$

$$T_1 = \frac{G \sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$= \frac{3,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 27^\circ}{\sin 88^\circ}$$

$$= 16,4885 \text{ N} \approx \underline{16 \text{ N.}}$$



Vastaavasti saadaan

$$\frac{G}{\sin \alpha} = \frac{T_2}{\sin \gamma}$$

$$T_2 = \frac{G \sin \gamma}{\sin \alpha}$$

$$= \frac{3,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 65^\circ}{\sin 88^\circ}$$

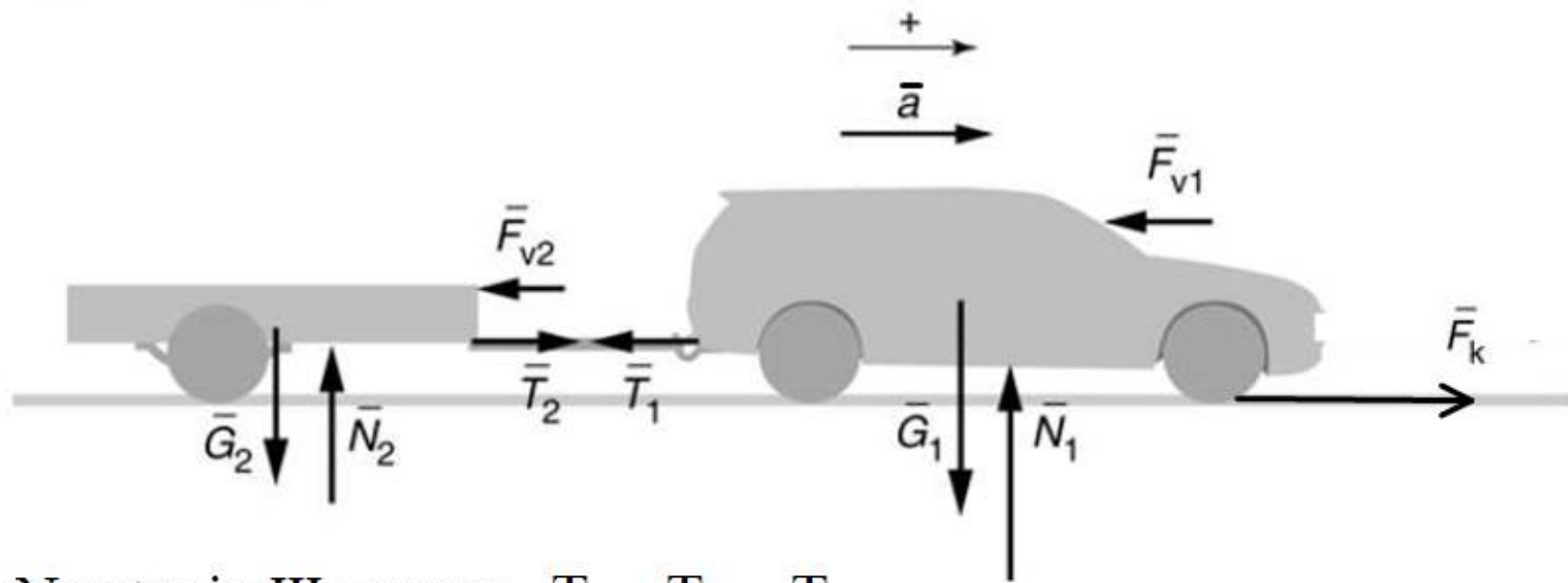
$$= 32,9163 \text{ N} \approx \underline{33 \text{ N.}}$$

3.7 Auton massa on $m_1 = 1030 \text{ kg}$, vaunun massa $m_2 = 550 \text{ kg}$ ja yhdistelmän kiihtyvyys

$$a = 0,98 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Kiihdyttävän kitkavoiman suuruus on $F_k = 3,6 \text{ kN}$ ja liikevastusvoiman suuruus on

$$F_{v1} = 0,25 \text{ kN}.$$



Newtonin III seuraa: $T_1 = T_2 = T$

Newtonin II mukaan

$$\begin{cases} \Sigma \bar{F}_{xa} = \bar{F}_k + \bar{F}_{v1} + \bar{T} = m_1 \bar{a} \\ \Sigma \bar{F}_{xv} = \bar{T} + \bar{F}_{v2} = m_2 \bar{a} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_k - F_{v1} - T = m_1 a \\ T - F_{v2} = m_2 a \end{cases}$$

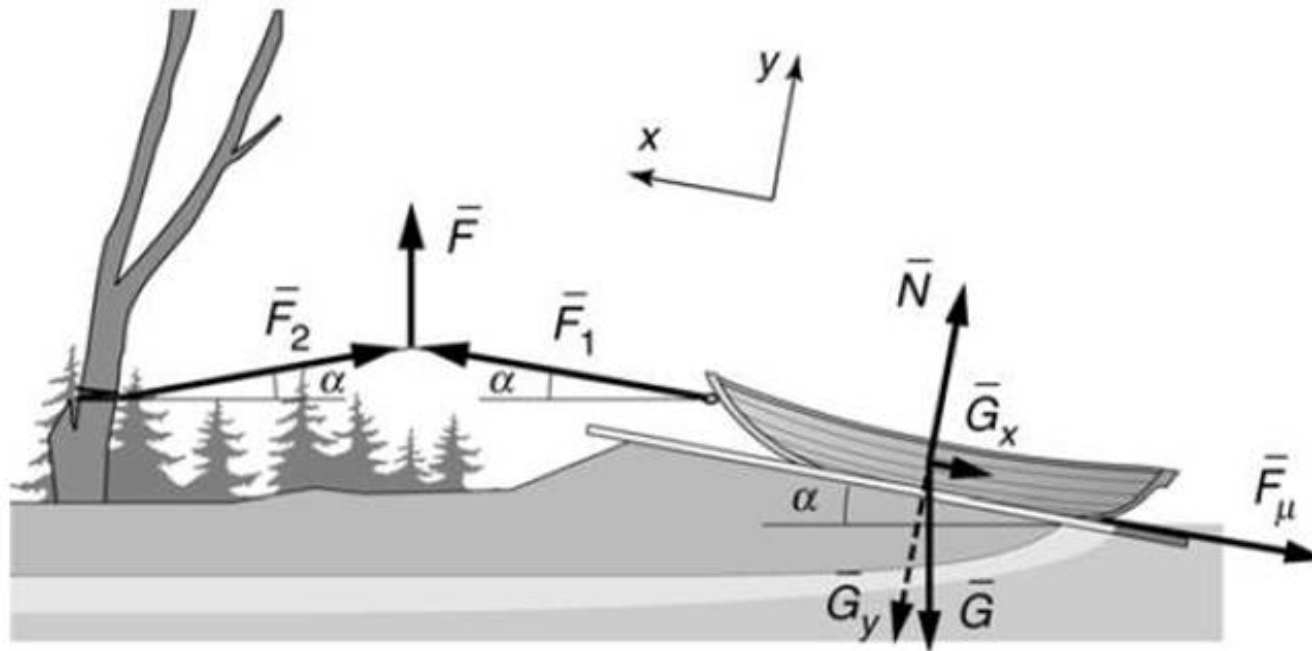
▪
▪
▪

$$\begin{aligned} F_{v2} &= F_k - F_{v1} - (m_1 + m_2)a = \dots \\ &= 1801,6 \text{ N} \\ &\approx \underline{1,8 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Vetokoukkuun kohdistuva voima

$$T = m_2 a + F_{v2} = \dots = 2340,6 \text{ N} \approx \underline{2,3 \text{ kN}}$$

3.8



Voimien F_1 ja F_2 suuruus on sama.

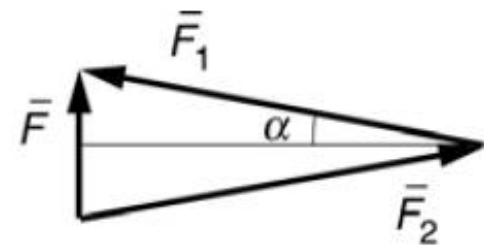
Piirretään vektorikolmio köyteen vaikuttavista voimista.

Kuviosta saadaan

$$\sin \alpha = \frac{F}{F_1}$$

$$\underline{F = 2F_1 \sin \alpha},$$

missä F_1 on köyden jännitysvoiman vastavoima.



Dynamiikan peruslain mukaan $\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \vec{0}$, sillä vene ei vielä liiku

$$\Sigma \bar{F}_x = \bar{F}_1 + \bar{G}_x + \bar{F}_\mu = \bar{0}$$

$$F_1 - G_x - F_\mu = 0$$

$$F_1 = G_x + F_\mu.$$

Sijoitetaan F_1 , jolloin saadaan

$$F = 2F_1 \sin \alpha.$$

$$= 2(mg \sin \alpha + F_\mu) \sin \alpha.$$

$$= 2 \cdot \left(430 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 10^\circ + 310 \text{ N} \right) \sin 10^\circ$$

$$= 362,0565 \text{ N} \approx \underline{\underline{360 \text{ N}}}.$$

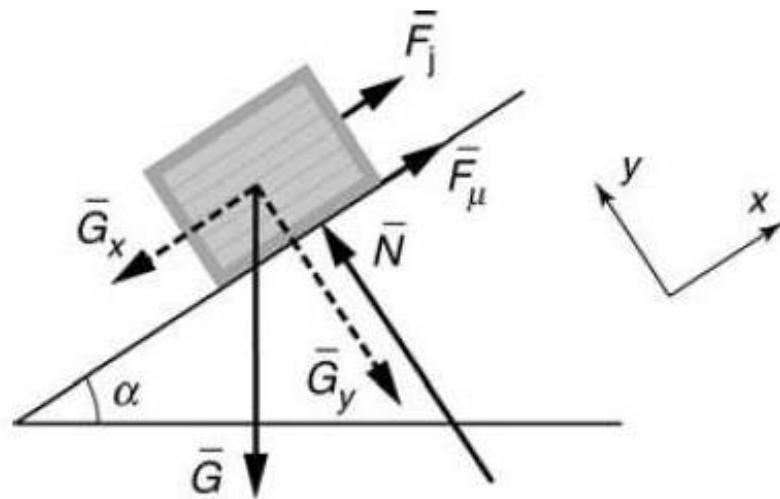
3.10 Kappaleen massa on 1,4 kg ja laatikon ja pinnan välinen lepokitkakerroin on 0,39. Tason kaltevuuskulma on 33° .

Kappale ei saa lähteä liikkumaan alaspäin eikä ylöspäin, joten tilanteet on tutkittava erikseen.

Kappale pyrkii liikkumaan alas (kuva 1):

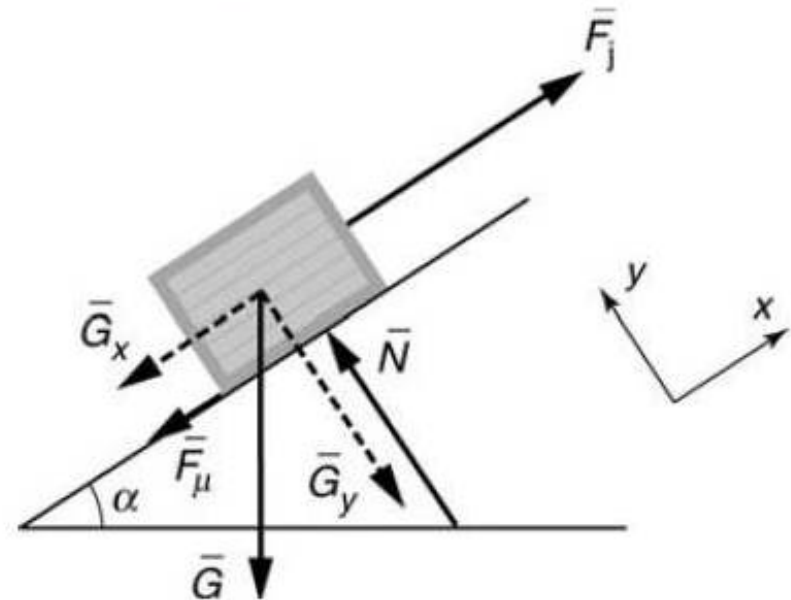
Kappale pyrkii liikkumaan ylös (kuva 2):

Kuva 1



Koska kappale on paikallaan, on dynamiikan peruslain mukaan

Kuva 2



$$\begin{cases} \bar{F}_j + \bar{F}_\mu + \bar{G}_x = \bar{0} \\ \bar{N} + \bar{G}_y = \bar{0} \end{cases}$$

ALAS

-
-
-

YLÖS

-
-
-

$$F_j = mg \sin \alpha - F_\mu$$

$$= \dots$$

$$= 2,9880 \text{ N} \approx 3,0 \text{ N.}$$

$$F_j = mg \sin \alpha + F_\mu$$

$$= \dots$$

$$= 11,9722 \text{ N} \approx 12 \text{ N.}$$

Vastaus: Jousivaa'an lukema vaihtelee välillä 3,0 N ... 12 N.