

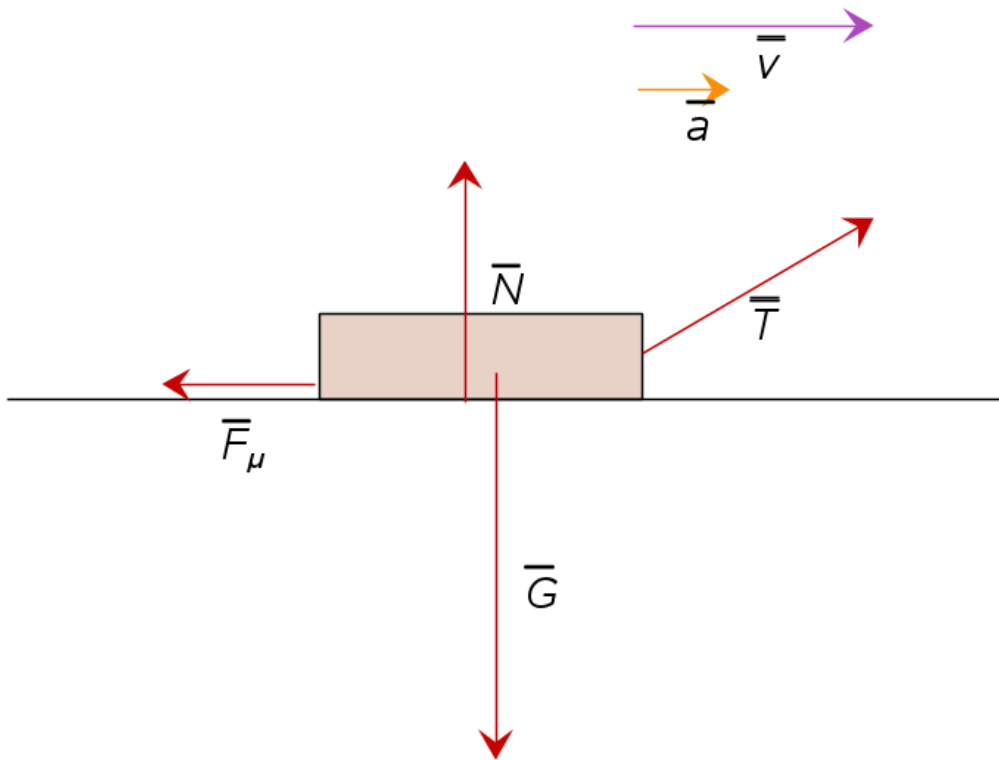
# Ohjeita dynamiikan ja statiikan tehtäviin

- Piirrä *voimakuvio* tutkittavasta kappaleesta.
- Merkitse kaikki *tutkittavaan kappaleeseen* vaikuttavat voimat kuvaan. Älä piirrä muihin kappaleisiin vaikuttavia voimia.
- Tyypillisiä voimia:
  - Painovoima  $\vec{G}$  suoraan alaspäin painopisteestä
  - Tukivoimat  $\vec{N}$  kohtisuorasti pintaa vastaan
  - Kitkavoimat  $\vec{F}_\mu$  liikesuuntaa vastaan (Mieti mihin suuntaan kappale liikkuisi, jos kitkaa ei olisi?)
  - Jännitysvoimat  $\vec{T}$  lankojen/vaijerien suuntaisesti (Langan molemmissa päissä on aina sama jännitys, jos lanka ei veny.)

- Jos kappale liikkuu, merkitse kappaleen liikkeen (ja kiihtyvyyden) suunnat kuvioon.
- Valitse positiiviset etenemissuunnat eli  $(x, y)$  –koordinaatiston suunta.
- Muodosta liikeyhtälö  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$  vektorimuodossa ja skalaarimuodossa.
- Tee komponentteihin ( $x$  ja  $y$ ) jako tarvittaessa.
- Muista käyttää yksiköitä laskuissa ja tarkista, että lopputuloksella on oikea yksikkö.
- Muista ilmoittaa vektorisuureille sekä suunta että suuruus.

t. 8.10. s. 120

a) Piirretään voimakuvio TI-Nspire:n ”Fysiikan piirto” –lisäosalla:



$\bar{G}$  = pulkan paino

$G = mg$ , missä pulkan massa  $m = 1,8$  kg.

$\bar{T}$  = narun jännitysvoima

$T = 8,8$  N

$\bar{F}_\mu$  = liikettä vastustava voima

$F_\mu = 6,3$  N

$\bar{N}$  = pinnan tukivoima

b) Pulkan liikeyhtälö vektorimuodossa:

$$\sum \vec{F} = \vec{N} + \vec{G} + \vec{T} + \vec{F}_\mu = m\vec{a}$$

Muodostetaan pulkan liikeyhtälö skalaarimuodossa  $y$  –suunnassa. Positiivinen suunta on ylöspäin.

Pystysuunnassa pulkalla ei ole kiihtyvyyttä (tai nopeuttakaan), joten

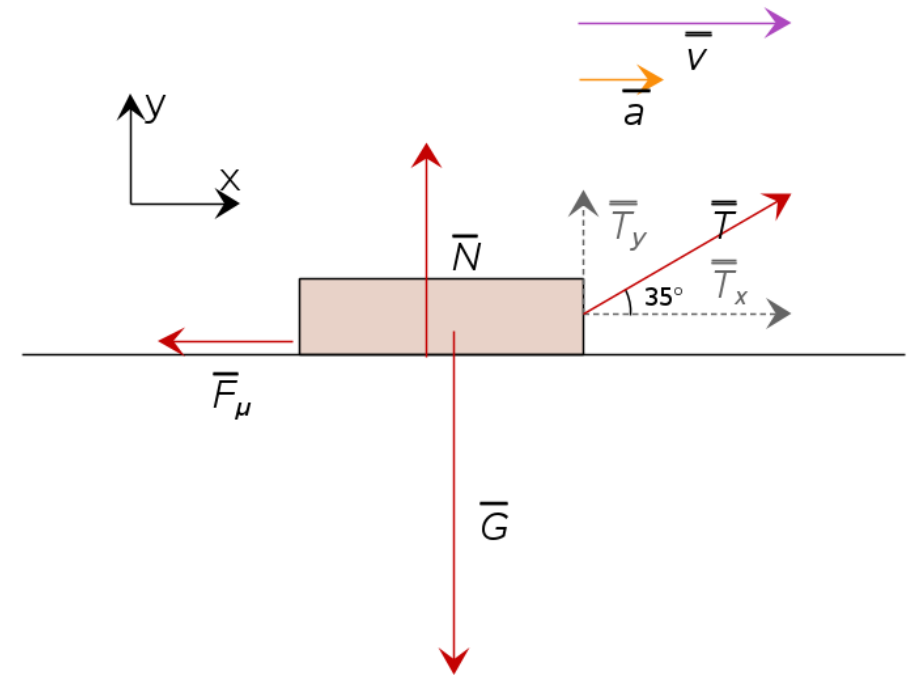
$$N + T_y - G = 0$$

$$N = G - T_y$$

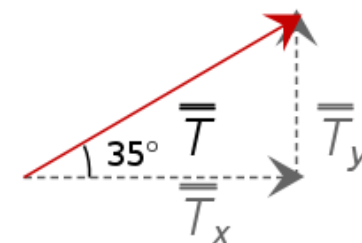
$$N = mg - T \sin 35^\circ \approx 13 \text{ N}$$

$$1.8 \cdot 9.8 - 8.8 \cdot \sin(35) \quad 12.6045 \cdot \text{N}$$

Pinnan tukivoiman suuruus on n. 13 N.



Jännitysvoiman  $y$  –komponentti on kulman vastainen kateetti, joten se saadaan sinin avulla.



- c) Muodostetaan pulkan likeyhtälö skalaarimuodossa  $x$  –suunnassa. Positiivinen suunta on oikealle kiihtyvyyden suuntaan.

$$T_x - F_\mu = ma$$

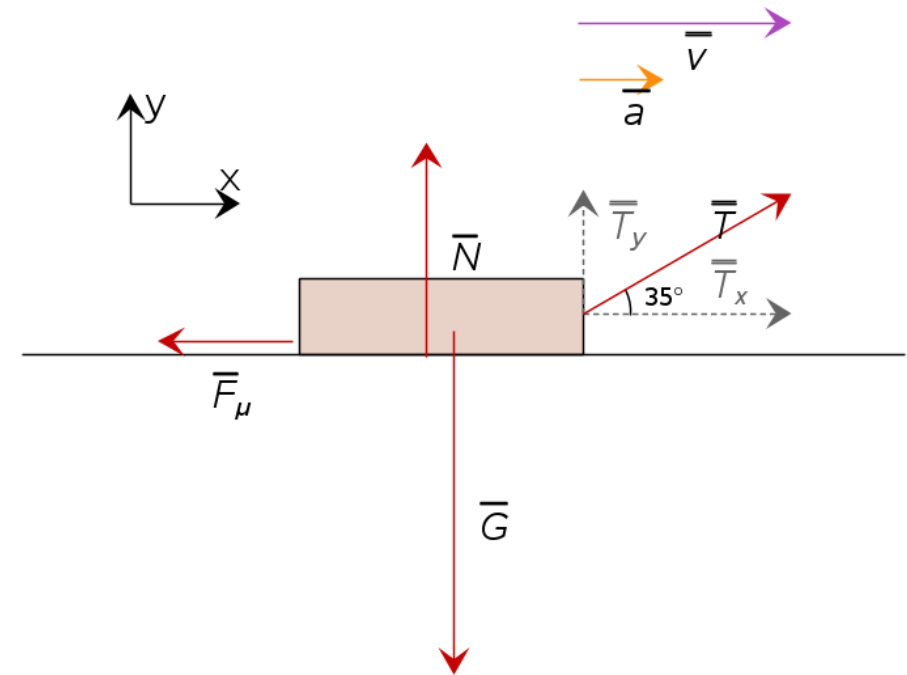
$$a = \frac{T_x - F_\mu}{m}$$

$$a = \frac{T \cos 35^\circ - F_\mu}{m} \approx 0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

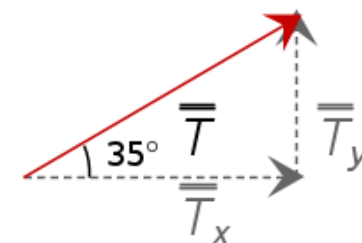
$$\frac{8.8 \cdot \text{N} \cdot \cos(35) - 6.3 \cdot \text{N}}{1.8 \cdot \text{kg}}$$

$$0.504743 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Pulkan kiihtyvyys on n.  $0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

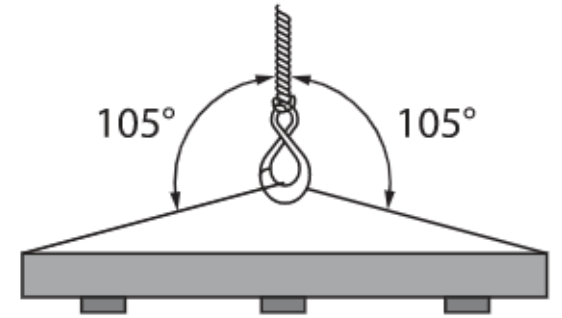


Jännitysvoiman  $x$  –komponentti on kulman viereinen kateetti, joten se saadaan kosinin avulla.



### Esimerkki:

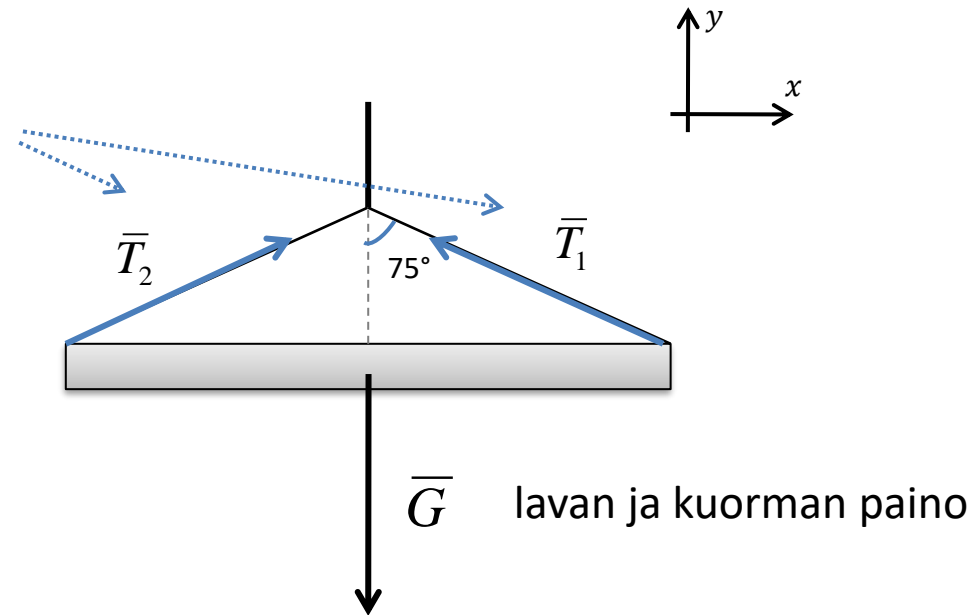
Nostolavan siirtämiseksi sen reunoihin on kiinnitetty vaijeri kuvan mukaisesti. Vaijeri kestää 12 kN:n voiman. Kuinka suuri lavan ja kuorman massa saa korkeintaan olla, jotta vaijeri kestäisi noston?



*Nostolavan voimakuvio:*

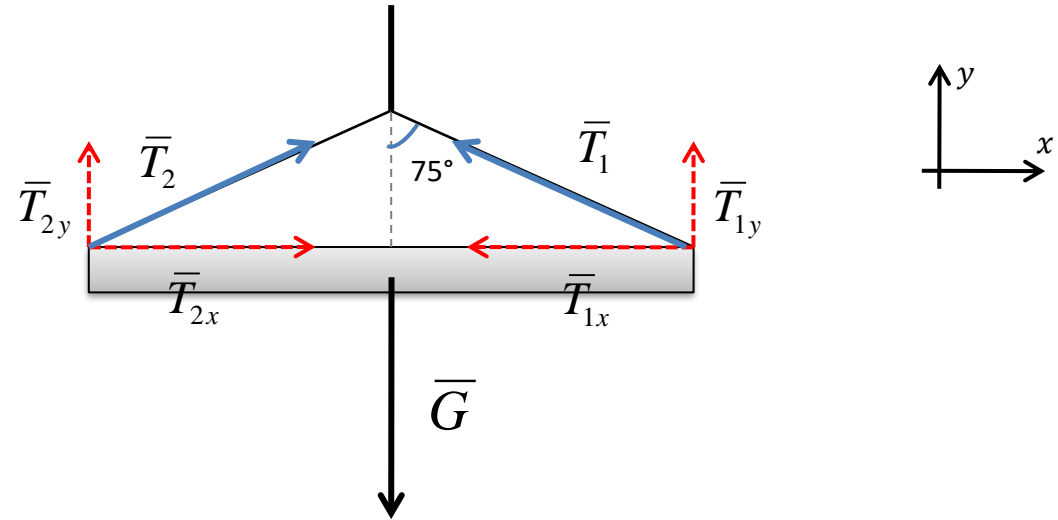
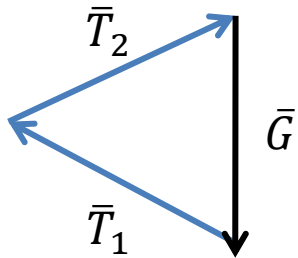
Vaijerin jännitysvoimat  
(Sama suuruus koko vaijerissa.)

$$T_1 = T_2 = 12 \text{ kN}$$



Koska lava on paikallaan (kiihtyvyyks  $\bar{a} = 0$ ), niin sen vektorimuotoinen liikeyhtälö on:

$$\sum \bar{F} = \bar{T}_1 + \bar{T}_2 + \bar{G} = \bar{0}$$



Valitaan koordinaatiston suunta kuvan mukaisesti.

Jaetaan jännitysvoimat  $x$  – ja  $y$  –komponentteihin (punaisilla katkoviivoilla voimakuviossa). Näiden yhteisvaikutus korvaa alkuperäiset jännitysvoimat.

Muodostetaan liikeyhtälö skalaarimuodossa komponenteittain.

$$x\text{-suunta: } T_{2x} - T_{1x} = 0$$

$$y\text{-suunta: } T_{1y} + T_{2y} - G = 0$$

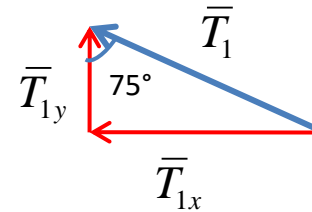
Koska symmetrian vuoksi  $T_{1y} = T_{2y}$ , niin  $2T_{1y} = G$

Jännitysvoiman  $y$  –suuntaiset komponentit yhdessä kumoavat painovoiman vaikutuksen

Ratkaistaan  $y$  –komponentti trigonometrialla:

$$\cos 75^\circ = \frac{T_{1y}}{T_1}$$

$$T_{1y} = T_1 \cos 75^\circ$$



Kuorman ja lavan paino:

$$G = mg = 2T_{1y} = 2T_1 \cos 75^\circ$$

Kuorman ja lavan massa:

$$m = \frac{2T_1 \cos 75^\circ}{g} \approx 630 \text{ kg}$$

TI-Nspire:

$$\frac{2 \cdot 12000 \cdot \_N \cdot \cos(75)}{\_g} \quad 633.413 \cdot \_kg$$

Vastaus: Kuorman ja lavan massa saa olla korkeintaan 630 kg.