

8-7)

nopeus $v = \text{vakio}$ massa $m = 180 \text{ kg}$ liukukitka kerroin $\mu = 0,085$ Vakionopeus $\rightarrow$ kiihtyvyys $a = 0$ $\rightarrow$ kokonaisvoima on nolla

NII-lain mukaan

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = \vec{0}, \text{ koska } \vec{a} = \vec{0}$$

pystysuunnassa $\vec{N} + \vec{G} = \vec{0}$ eli $N = G = mg$

Vaakasunnassa $\vec{F} + \vec{F}_p = \vec{0}$

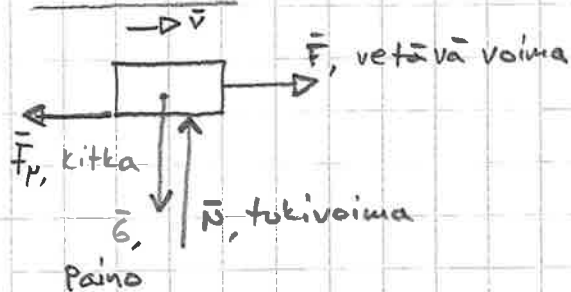
$$F - F_p = 0$$

$$F = F_p$$

$$F = \mu N = \mu mg$$

$$F = 0,085 \cdot 180 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 150,093 \text{ N} \approx \underline{\underline{150 \text{ N}}}$$

VOIMAKUVIO



8-9)

massa $m = 4,0 \text{ kg}$ voima $F = 35,0 \text{ N}$ kiihtyvyys saadaan t, v -koordinaatistossa suoran kulmakertoimena

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5,0 \text{ m/s} - 0,5 \text{ m/s}}{1,0 \text{ s} - 0,0 \text{ s}} = 4,5 \text{ m/s}^2$$

Pystysuunnassa $\vec{N} + \vec{G} = \vec{0}$
eli $N = G = mg$

Liiketytälö vaakasunnassa

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} + \vec{F}_p = m\vec{a}$$

$$F - F_p = ma$$

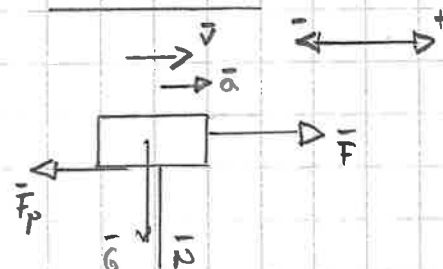
$$F - \mu N = ma$$

$$F - \mu mg = ma$$

$$\mu mg = F - ma \quad || : mg$$

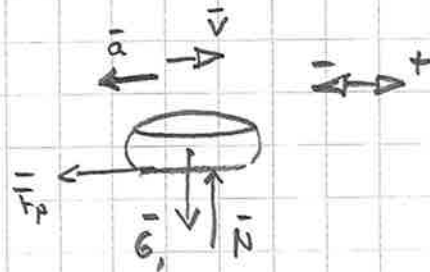
$$\mu = \frac{F - ma}{mg} = \frac{35,0 \text{ N} - 4,0 \text{ kg} \cdot 4,5 \text{ m/s}^2}{4,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,4332 \dots \approx \underline{\underline{0,43}}$$

VOIMAKUVIO



8-11) alkunopeus $V_0 = 4,2 \text{ m/s}$
aika $t = 23 \text{ s}$

Kivi ei liiku pystysuunnassa
 $\rightarrow \vec{N} + \vec{G} = 0$
 $N - G = 0$
 $N = G = mg$



Kiihtyvyys $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t}$

$$a = \frac{0 - 4,2 \text{ m/s}}{23 \text{ s}} = -0,1826... \text{ m/s}^2$$

Liikkeyhtälö vaakasuunnassa

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$-F_p = ma$$

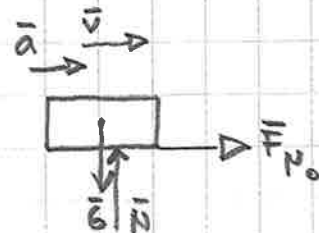
$$F_p = -ma$$

$$= -18,25 \text{ kg} \cdot (-0,1826... \text{ m/s}^2)$$

$$= 3,3326... \text{ N} \approx \underline{3,3 \text{ N}}$$

Liikelle vastakkaiseen suuntaan

8-12) massa $m = 165 \text{ kg}$
 lepokitkakerroin $\mu_0 = 0,37$
 kiihtyvyys $a = 1,8 \text{ m/s}^2$



a) Laatikkeon vaikuttaa painovoima $\vec{G}$,
 pinnan tukivoima $\vec{N}$ ja lepokitka F_{p0}

b) Lepokitkan suurin arvo (lähtökritka) on $F_{p0} = \mu_0 N$
 missä $N = G = mg$, eli $F_{p0} = \mu_0 mg$

$$F_{p0} = 0,37 \cdot 165 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 598,90... \text{ N}$$

Tämä voima voi saada aikaan enintään kiihtyvyyden a :n mukaan

$$a = \frac{F_{p0}}{m} \quad \text{eli} \quad a = \frac{598,90... \text{ N}}{165 \text{ kg}} = 3,629... \text{ m/s}^2$$

Koska tämä on suurempi, kuin auton kiihtyvyys, niin laatikko ei ala liukumaan lavalla.

Huom! Saman asian voisi todeta vertaamalla voimia.

8-16) lepokitkakerroin $\mu_0 = 0,50$
 vetäjän massa $m_v = 85 \text{ kg}$
 laatikon massa $m_L = 120 \text{ kg}$



a) Koska vetäjä ei liiku, on häneen vaikuttavien voimien summa $\Sigma F = 0$ Newtonin toisen lain mukaan. ($\Sigma F = m\ddot{a}$)

Silloin $F = F_{\mu_0}$ ja lepokitkan suurin arvo on $F_{\mu_0, \max} = \mu_0 N$
 missä $N = G = mg$

$$F_{\mu_0, \max} = \mu_0 mg = 0,50 \cdot 85 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ = 416,925 \text{ N} \\ \approx 420 \text{ N}$$

Henkilö voi siis vetää laatikkoa enintään n. 420 N:n voimalla, koska laatikko ei vielä liiku, on laatikkoon vaikuttava voima yhtä suuri, mutta vastakkais-suuntainen N:n mukaan.

b) Laatikko lähtee liikkeelle, kun vetävä voima on vähintään Laatikon lähtökitkan suuruisen.

$$F_{\mu_0, \max}^L = \mu_0 N, \text{ missä } N = G = mg$$

$$F_{\mu_0, \max}^L = \mu_0 m_L g$$

$$= 0,50 \cdot 120 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 588,6 \text{ N}$$

Vetäjän lepokitka $F_{\mu_0, \max}^v = \mu_0 m_v g \quad ||: mg$

$$\mu_0 = \frac{F_{\mu_0, \max}^v}{m_v g} = \frac{588,6 \text{ N}}{85 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,7058... \approx \underline{\underline{0,71}}$$