

**Tehtävä:** 1. Opiskelijan paino on 550N, kun hissi lähtee liikkeelle, vaaka näyttää 450N

- (a) Mikä on hissien kiihtyvyys? (b) Mikä on kiihtyvyys kun lukema on 670N?  
 (c) Onko huolestuttavaa jos lukema on nolla (0N)? Perustele.

**Vastaus:** (a)  $F = ma_{tot} = m(a + g)$  Normaalitilassa  $a_{tot} = g = 9.81m/s^2 \Rightarrow 550N = m * 9.81m/s^2 \Rightarrow m = 550N/9.81m/s^2 = 56.065kg \Rightarrow$

$$450N = 56.065kg * (9.81 + a)m/s^2 \Rightarrow$$

$450N/56.065kg - 9.81m/s^2 = a = -1.784m/s^2$  Koska  $g$  on alaspäin ja positiivinen,  $-1.784m/s^2$  on ylöspäin. V:  $1.78m/s^2$  ja suunta ylöspäin.

(b)  $F = ma_{tot} = m(a + g)$  Normaalipaino  $m = 56.065kg \Rightarrow 670N = 56.065kg * (9.81 + a)m/s^2 \Rightarrow 670N/56.065kg - 9.81m/s^2 = a = 2.140m/s^2$ . Koska  $g$  on alaspäin ja positiivinen,  $2.140m/s^2$  on myös alaspäin.

V:  $2.14m/s^2$  ja suunta alaspäin.

(c) Kyllä, jos vaaka näyttää nollaa, vaa'alla seisova ihminen leijuu, eikä saa tukea vaa'asta. Näin ollen kiihtyvyys  $a$  on vähintään sama kuin  $g$  (vaaka ei näytä negatiivisia). Henkilöhisseissä tällaista kiihtyvyyttä tuskin on normaalityönnössä, eli hissi voi olla esimerkiksi vapaapudotuksessa.

**Tehtävä:** 2. Keinogravitaatio luodaan pyörimisliikkeellä. (a) Kuinka monta kierrosta minuutissa 800m säteisen avaruusaseman on pyörittävä, jotta ulkokehällä keinogravitaatio olisi  $9.80m/s^2$ ? (b) Mikä on kierrosnopeus, jos keinogravitaatioksi tahdottaisiin  $g = 3.70m/s^2$ ?

**Vastaus:** Ympyräradalla ja vakionopeudella normaalikiihtyvyys  $a_c$  osoittaa suoraan keskipisteeseen.

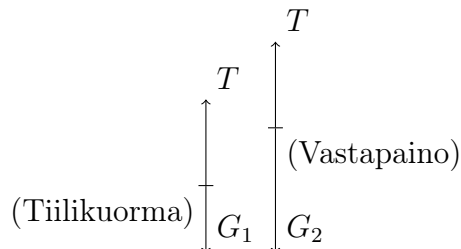
(a)  $a_c = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R}{a_c}}$ . Tässä  $R = 800m$  ja  $a_c = 9.80m/s^2$ . Näin ollen

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 * 800m}{9.80m/s^2}} = 56.769 \frac{1}{s} \Rightarrow 56.769/60 = 0.946 \approx 0.9RPM$$

(b) Tässä  $R = 800m$  ja  $a_c = 3.70m/s^2$ . Näin ollen  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 * 800}{3.70m/s^2}} = 92.3898 \frac{1}{s} \Rightarrow 92.3898/60 = 1.540 \approx 1.5RPM$

**Tehtävä:** 3.  $15.0\text{kg}$ :n tiilikuorma roikkuu vaijerin päässä, jonka toisessa päässä on kitkattoman rullan jännittämänä  $28.0\text{kg}$ :n vastapaino. (a) Piirrä kappaleille VKK:t kun systeemi päästetään liikkelle levosta. (b) Millaisen kiihtyvyyden tiilikuorma saa? (c) Millainen jännitys vaijerissa on, kun kuorma on liikkeessä? Vertaa jännitystä kappaleiden painoon.

**Vastaus:** (a)



(b)  $m_1 = 15.0\text{kg}$ ,  $m_2 = 28.0\text{kg}$ ,  $g = 9.8\text{m/s}^2$ .

$$G_1 = 15.0\text{kg} * 9.8\text{m/s}^2 = 147\text{N}$$

$$G_2 = 28.0\text{kg} * 9.8\text{m/s}^2 = 274.4\text{N}$$

Atwoodin koneessa:

$$a = g \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = 9.8\text{m/s}^2 * \frac{15.0\text{kg} - 28.0\text{kg}}{15.0\text{kg} + 28.0\text{kg}} = -2.9628\text{m/s}^2 \text{ (ylöspäin)}$$

(c)  $T = \frac{2g}{1/m_1 + 1/m_2} = \frac{2 * 9.8\text{m/s}^2}{1/15.0\text{kg} + 1/28.0\text{kg}} = 191.44\text{N} \approx 190\text{N}$

$2T \approx 380\text{N}$  ja  $G_1 + G_2 \approx 420\text{N}$ , Eli  $T$  on pienempi kuin levossa olevien massojen jännite olisi.

**Tehtävä:** 4. Lentokone tekee pystytasoisen silmukan  $150\text{m}$  kaarevuussäteellä. Lentäjän pää osoittaa kokoajan kohti keskipistettä. Nopeus vaihtelee huipun hitaimman ja pohjan nopeimman välillä. (a) Huipulla lentäjä tuntee itsensä painottomaksi, mikä on hänen vauhtinsa? (b) Pohjalla nopeus on  $280\text{km/h}$ , mikä on lentäjän näennäinen paino, kun todellinen paino on  $700\text{N}$ ?

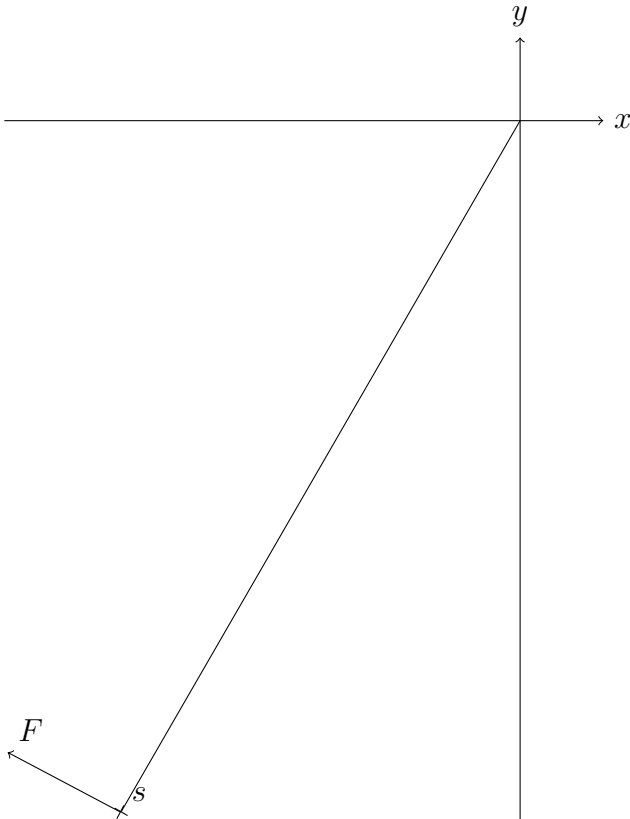
**Vastaus:** (a)  $a_c = \frac{v^2}{r} = 9.80\text{m/s}^2 \Rightarrow v = \sqrt{9.80\text{m/s}^2 * 150\text{m}} = 38.34\text{m/s} \approx 140\text{km/h}$  ( $a_c$  kumoo  $g$ :n)

(b)  $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{((280/3.6)\text{m/s})^2}{150\text{m}} = 40.33\text{m/s}^2$  ja  $m = \frac{G}{g} = \frac{700\text{N}}{9.8\text{m/s}^2} = 71.43\text{kg}$

$$F = m(a + g) = 71.43\text{kg} * (40.33\text{m/s}^2 + 9.8\text{m/s}^2) = 3580.71\text{N} \approx 3600\text{N}$$

**Tehtävä:** 5. Työnnät kärkyjä,  $m = 380\text{kg}$ , kohdistuen niihin voiman  $\vec{F} = (-68.0\text{N})\vec{i} + (36.0\text{N})\vec{j}$ . Kärkyt liikkuvat  $48\text{m}$  suuntaan, joka on  $240.0^\circ$  vastapäivään x-akselista. Kuinka suuren työn käyttämäsi voima tekee kärkyihin?

**Vastaus:**  $\vec{F} = (-68.0\text{N})\vec{i} + (36.0\text{N})\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_x = -68.0\text{N} \wedge \vec{F}_y = 36.0\text{N}$   
 $s = 48.0\text{m}$ ,  $\alpha = 240^\circ - 180^\circ = 60^\circ \Rightarrow$   
 $s_x = -48.0\text{m} * \cos(60^\circ) \wedge s_y = -48.0\text{m} * \sin(60^\circ)$ .  
 $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_x s_x + F_y s_y \Rightarrow$   
 $W = -68.0\text{N} * (-48.0\text{m} * \cos(60^\circ)) + 36.0\text{N} * (-48.0\text{m} * \sin(60^\circ)) \Rightarrow$   
 $1632\text{Nm} + (-1496\text{Nm}) = 136\text{Nm} = 136\text{J}$



**Tehtävä:** 6. Auto kulkee vaakasuoralla tiellä vauhdilla  $v_0$ . Kun jarrutetaan, auto alkaa liukua. (a) Laske (TET), miten auton lyhin pysähtymismatka riippuu  $v_0$ :sta,  $g$ :stä ja  $\mu$ :stä. (b) Auto pysähtyy etäisyydelle  $91.2\text{m}$ , jos  $v_0 = 80.0\text{km/h}$ . Mikä on pysähtymismatka, jos  $v_0 = 60.0\text{km/h}$ ? Oleta, että  $\mu$  on vakio.

**Vastaus:** (a)  $W_{tot} = \Delta E_K = E_{Kloppu} - E_{Kalku}$  (TET)  
 $E_{Kloppu} = 0$ ,  $E_{Kalku} = \frac{1}{2}mv^2$ , Kaikki työ kitkan tekemää.  $W_{tot} = -E_{Kalku}$   
 Kitkan suunta on liikkeen suuntaa vastaan eli  $W_{tot} = -f_\mu s = \mu mgs$   
 $\mu mgs = \frac{1}{2}mv^2$  Massat supistuu, jaetaan  $\mu g \Rightarrow s = \frac{v^2}{2\mu g}$   
 (b)  $80\text{km/h} = (80/3.6)\text{m/s}$  ja  $60\text{km/h} = (60/3.6)\text{m/s}$ .  
 Siis:  $s = \frac{v^2}{2\mu g} \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{2gs} \Rightarrow$   
 $\mu = \frac{(80/3.6\text{m/s})^2}{2 * 9.8\text{m/s}^2 * 91.2\text{m}} = 0.27626 \Rightarrow s = \frac{v^2}{2\mu g} \Rightarrow \frac{((60/3.6)\text{m/s})^2}{2 * 0.27626 * 9.8\text{m/s}^2} = 51.3\text{m}$