FYSIKK-OLYMPIADEN 2023 - 2024

Løsningsforslag til 2. runde

Oppgave 1

De to motstandene med resistans $6R$ og $3R$ er koplet i parallell. De kan erstattes av:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6R} + \frac{1}{3R},$$

som gir $R_1 = 2R$ Da har vi igjen en parallellkopling med henholdsvis $3R$ og $6R$. Det vil si:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6R} + \frac{1}{3R}.$$

Som gir $R_T = 2R$.

Oppgave 2

Klossene har samme verdi for akselerasjonen, men de er motsatt retta. Newtons 2. lov for hver av klossene gir:

$$\begin{aligned} B: &\quad S - \mu mg = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{S - \mu mg}{m} \\ A: &\quad F - \mu 3mg - \mu mg - S = 2ma \end{aligned}$$

Setter inn for a:

$$F - 4\mu mg - S = 2m\frac{S - \mu mg}{m} = 2S - 2\mu mg.$$

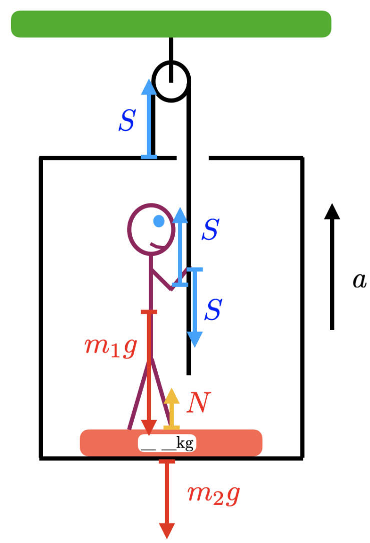
Siden $F = 2mg$ blir

$$2mg - 2\mu mg - 3S = 0$$

som gir

$$S = \frac{2mg(1-\mu)}{3}.$$

Oppgave 3



På figuren er snorkreftene, S, og dens motkraft på personen tegnet i blått. De røde kreftene er tyngdekreftene. Fra Newtons 2.lov:

$$2S - m_1 g - m_2 g = (m_1 + m_2)a$$

som gir

$$S = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)(g + a).$$

Ser vi nå på personen så får vi:

$$N + S - m_1 g = m_1 a$$

som gir

$$N = m_1(g + a) - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)(g + a) = \frac{1}{2}(m_1 - m_2)(g + a).$$

Vekta viser derfor (i kg):

$$M = N/g = \frac{1}{2}(m_1 - m_2)\left(1 + \frac{a}{g}\right) = 15,8\text{kg}$$

Oppgave 4

Energi fra varmeelementet i tiden Δt:

$$E = \frac{U^2}{R}\Delta t.$$

Energi tilført vannet i samme tidsintervall:

$$Q = mc\Delta T = \rho u \Delta t \cdot c\Delta T,$$

der u er vannstrømmen, og $u = 0,02\text{l/s} = 0,02 \cdot 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$. Da blir

$$\Delta T = \frac{U^2}{R\rho uc} = \frac{230^2}{20 \cdot 10^3 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 4200}\text{K} = 31\text{K}$$

Temperaturen stiger med 31 °C.

Oppgave 5

For at klossen skal nå toppen av halvsirkelen må den ha fart som er stor nok til at normalkrafta fra banen på klossen akkurat blir null på toppen av banen. Da er tyngdekrafta lik sentripetalkrafta, og hvis v_t er farta på toppen har vi

$$mg = m\frac{v_t^2}{r}$$

som betyr at $v_t = \sqrt{gr}$. Klossen faller ned nærmest halvsirkelen når den har denne farta, og tida det tar er

$$t = \sqrt{\frac{4r}{g}}.$$

Den beveger seg da den horisontale avstanden

$$L = v_t t = 2r.$$

Dette er dermed den minste avstanden den kan starte fra og fortsatt lande samme sted etter å ha fulgt halvsirkelen til topps.

Oppgave 6

For sirklingsfarten er $v_S = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}}$. Banefarten økes så til $v = \mu v_S$ hvor $\mu = 1.5$. Den totale mekaniske energien blir da:

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{\gamma mM}{r} = \frac{1}{2}m\mu^2 v_S^2 - mv_S^2 = \frac{1}{2}mv_S^2(\mu^2 - 2).$$

Siden $\mu^2 - 2 = 0.25 > 0$ vil romskipet unnslippe planetens gravitasjonsfelt. Vi finner asymptotisk fart ved å sette dette lik den kinetiske energien:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_S^2(\mu^2 - 2)$$

som gir

$$v = v_S\sqrt{\mu^2 - 2} = 0.5v_S.$$

Oppgave 7

Fra bevaring av bevegelsesmengde:

$$0 = m_{\text{Po}}v_{\text{Po}} + m_\alpha v_\alpha$$

får vi $v_{\text{Po}} = -m_\alpha v_\alpha/m_{\text{Po}}$.

Energien som frigjøres kommer fra massedifferansen

$$\Delta m = m_{\text{Før}} - m_{\text{Etter}} = m_{\text{Rn}} - m_{\text{Po}} - m_\alpha = 0.00600u$$

som gir den frigjorte energien

$$\Delta E = \Delta mc^2 = 8.97 \cdot 10^{-13}\text{J}.$$

Denne energien går over til kinetisk energi:

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_{\text{Po}}v_{\text{Po}}^2 + \frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2}m_\alpha\left(\frac{m_\alpha}{m_{\text{Po}}} + 1\right)v_\alpha^2$$

Dermed er

$$v_\alpha = \sqrt{\frac{2\Delta E}{m_\alpha\left(\frac{m_\alpha}{m_{\text{Po}}} + 1\right)}} = 1,63 \cdot 10^7\text{m/s}.$$

Oppgave 8

Skjermen må i likevekt stråle ut effekten ηP til omgivelsene, der $\eta = 60$ % er andelen stråling som absorberes og $P = 60$ W er effekten utstrålt av pæra. Dermed har vi

$$\eta P = \sigma T^4 4\pi r^2$$

der $r = 20$ cm er radien og T er temperaturen. Vi løser og finner

$$T = \sqrt[4]{\frac{\eta P}{4\pi r^2\sigma}} = 189\text{ K}$$