(1)

a) Mengden luft som ~~flyttes~~ akselreres i tidsrom dt:

$$dV = Ads = Avdt$$

Massen til dette volumet med luft er,

$$m = \rho \cdot dV = \rho A v dt$$

Da denne massen akselreres til en hastighet v blir endring i bevegelsesmengde,

$$dp = mv = \rho A v^2 dt$$

Fra bevaring av bevegelsesmengde, må romfartøyet få samme endring i bevegelsesmengden men i motsatt retning. Endring i bevegelsesmengde per tidsenhet er det samme som kraft, slik at kraften på fartøyet blir

$$F = \frac{dp}{dt} = \rho A v^2$$

① b) Massetetthet til luften i 30 km høyde:

$$\rho(30\,\text{km}) = 0.020\ \text{kg/m}^3 \exp\left(-\frac{30\,\text{km}}{11\,\text{km}}\right)$$

$$= 0.0013\ \text{kg/m}^3$$

Setter inn i formel fra a)

$$F = 0.0013\ \text{kg/m}^3 \cdot \pi \cdot (2.25\,\text{m})^2 \cdot (5{,}5\,\text{km/s})^2$$

$$= 6.3 \cdot 10^5\,\text{N}$$

c) Farten blir konstant når netto kraft er null, altså at |luftmotstand| = |tyngdekraft|,

$$\rho A v^2 = mg$$

$$v^2 = \frac{mg}{\rho A}$$

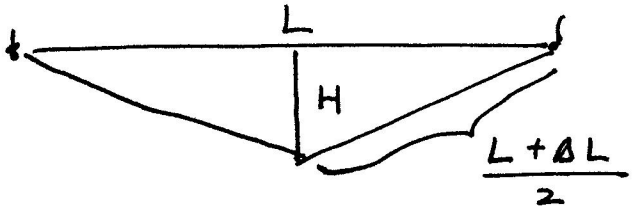
$$v = \sqrt{\frac{mg}{\rho A}}$$

$$g_{mars} = \frac{m_{mars}}{r_{mars}^2} \cdot G$$

$$= 3.7\ \text{m/s}^2$$

$$= \sqrt{\frac{3200\,\text{kg} \cdot 3{,}7\,\text{m/s}^2}{0.020\,\text{kg/m}^3 \cdot (10\,\text{m})^2 \cdot \pi}} = 43\,\text{m/s}$$

② a) Vi får følgende geometri når ~~snø~~ tråden utvider seg en lengde ΔL



Fra pytagoras:

$$\left(\frac{L+\Delta L}{2}\right)^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + H^2$$

$$\Rightarrow H^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{L\Delta L}{2} + \left(\frac{\Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow H^2 \approx \frac{L\Delta L}{2} \qquad \text{siden } \Delta L^2 \ll L\Delta L$$

$$\Rightarrow H = \sqrt{\frac{L\Delta L}{2}}$$

Def av utvidelseskoeffisient:

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta T$$

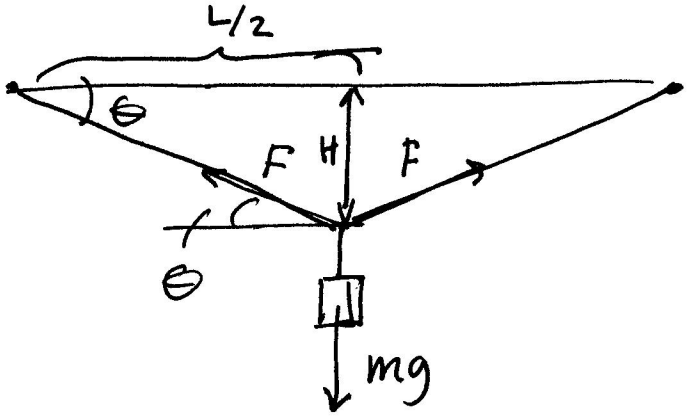
$$\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L \Delta T} = \frac{2}{\Delta T}\frac{H^2}{L^2}$$

$$= \frac{2}{200k}\left(\frac{5\,cm}{100\,cm}\right)^2 = \underline{\underline{25 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}}}$$

(2b) Den totale utvidelsen er elastisk + termisk:

$$\Delta L = \Delta L_t + \Delta L_e$$

Finne elastiske utvidelsen:



Snorkraften F må være slik at

$$2F\sin\theta = mg$$

Vi har at $\tan\theta = \frac{H}{L/2} \approx \sin\theta$

Fra Hookes lov har vi at

$$F = k\Delta L_e$$

Vi får dermed

$$\Delta L_e = \frac{F}{k} = \frac{\frac{mg}{2\sin\theta}}{k} = \frac{mg}{2k\frac{H}{L/2}} = \frac{mgL}{4kH}$$

Dermed:

$$\Delta L_t = \Delta L - \Delta L_e = \frac{2H^2}{L} - \frac{mgL}{4kH}$$

③ a) Begrepet virkningsgrad for varmemaskiner beskriver forholdet mellom netto arbeid man får ut av systemet og ~~arbeidet~~ ~~man setter in~~ energien (varmen) man tilfører. I dette tilfellet er det:

$$\eta = \frac{\cancel{Q_{in,netto}}}{} \frac{W_{netto}}{Q_{in,netto}}$$

$$= \frac{W - W_{fric}}{Q_{exch,h} - (1-\alpha_h) W_{fric,h}}$$

(B) b) For en syklisk varmemaskin er $\Delta U = 0$ gjennom en syklus. Vi kan dermed sett $W_{TOT} = Q_{TOT}$ for hele syklusen. Vi får da

$$W - W_{fric} = Q_{exch,h} - (1-\alpha_h) W_{fric,h} - Q_{exch,c} - (1-\alpha_c) W_{fric,c}$$

Setter inn i uttrykk for virkningsgraden

$$\eta = \frac{Q_{exch,h} - (1-\alpha_h) W_{fric,h} - Q_{exch,c} - (1-\alpha_c) W_{fric,c}}{Q_{exch,h} - (1-\alpha_h) W_{fric,h}}$$

$$= 1 - \frac{Q_{exch,c} + (1-\alpha_c) W_{fric,c}}{Q_{exch,h} - (1-\alpha_h) W_{fric,h}} = 1 - \frac{Q_{0,c}}{Q_{0,h}}$$

③ c) For en syklisk prosess er endringen i entropi $\Delta S = 0$, gjennom en syklus.
(S er en tilstandsvariabel og for å komme tilbake til utgangspunktet må $\Delta S = 0$)
Endringen i entropi i omgivelsene er

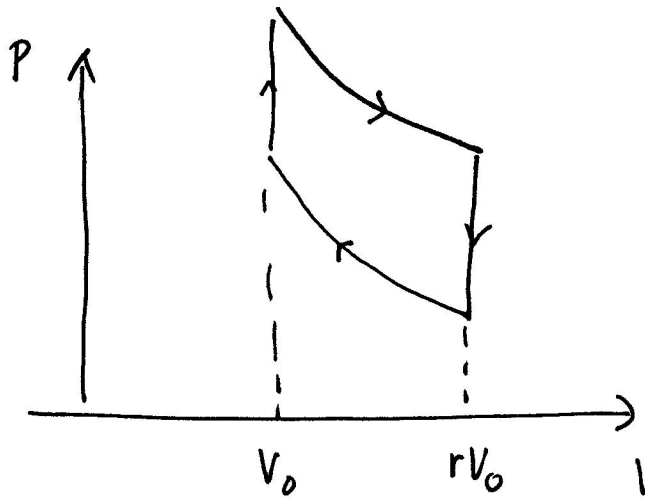
$$\Delta S = \frac{Q_{0,C}}{T_C} - \frac{Q_{0,H}}{T_H}$$

$$= \left(\frac{Q_{0,C}}{Q_{0,H}} - \frac{T_C}{T_H} \right) \frac{Q_{0,H}}{T_C}$$

$$= \left(\eta_{\text{Maskin}} \eta_{\text{carnot}} - \eta \right) \frac{Q_{0H}}{T_C}$$

QED

3d)



Ideell gass:

$$pV = nRT$$

3e)

$$W = \int_{V_0}^{rV_0} p\,dV = \int_{V_0}^{rV_0} \frac{nRT_H}{V}\,dV = nRT_H \int_{V_0}^{rV_0} \frac{dV}{V}$$

$$= nRT_H \ln\left(\frac{rV_0}{V_0}\right) = \underline{\underline{nRT_H \ln(r)}}$$

Flervalgsoppgaver

① Kraften som virker på klossen blir

$$F = m\frac{d^2x}{dt^2} = -2kx$$

Løsning: $x = A\cos\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}t\right)$

$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{\frac{2\,N/m \cdot 2}{1\,kg}} = 2\,s^{-1}$$

$$\Rightarrow f = \frac{2\,s^{-1}}{2\pi} = \frac{1}{\pi}\,s^{-1} = \frac{1}{\pi}\,Hz$$ (A)

② Dopplerskiftet øker med økende hastighet. (C) har derfor høyest hastighet.

③ Dopplerskiftet er gitt av hastighetskomponenten rettet mot mottageren. Jo nærmer personen står veien ambulansen passerer på, dess høyere Dopplerskift vil han måle. (A) er derfor nærmest.

④ A og B gir samme feltstyrke. C gir mindre fordi mer av ladningen er lengere unna. Feltet er proporsjonalt med $\frac{q}{r^2}$ og dermed ~~er~~ r. vil (E) gi sterkest felt.

⑤ Når bryteren lukkes vil kondensatoren lades opp inntil spenningen er lik spenningsbilden. Det er oppladningsstrømmen som får lyspæren til å lyse. (A) er derfor riktig.

⑥ $\Delta V = \gamma \Delta T V$

$= 2.0 \cdot 10^{-4} K^{-1} \cdot 5K \cdot 1.4 \cdot 10^{9} km^3$

$= 1.4 \cdot 10^{6} km^3$

$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{1.4 \cdot 10^{6} km^3}{3.6 \cdot 10^{8} km^2} = \underline{\underline{3.9 m}}$

(7) Laveste stående bølge har $\lambda = 2L$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340\ m/s}{2 \cdot 0.32\ m} = 531\ s^{-1} = \underline{\underline{531\ Hz}}$$

(8) Avstanden mellom knuter representerer en halv bølgelengde $d = \frac{\lambda}{2}$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = \frac{340\ m/s}{8000\ s^{-1}} = \underline{\underline{4.3\ cm}}$$