

10.1 Adiabatisk prosess :  $Q=0$  ,  $\Delta U = -W$

Trykket synker , dvs. gassen har ekspandert og gjort et arbeid ( $W > 0$ ) på omgivelsene.

Dette betyr at indre energi synker.

10.2 Reversible prosesser :

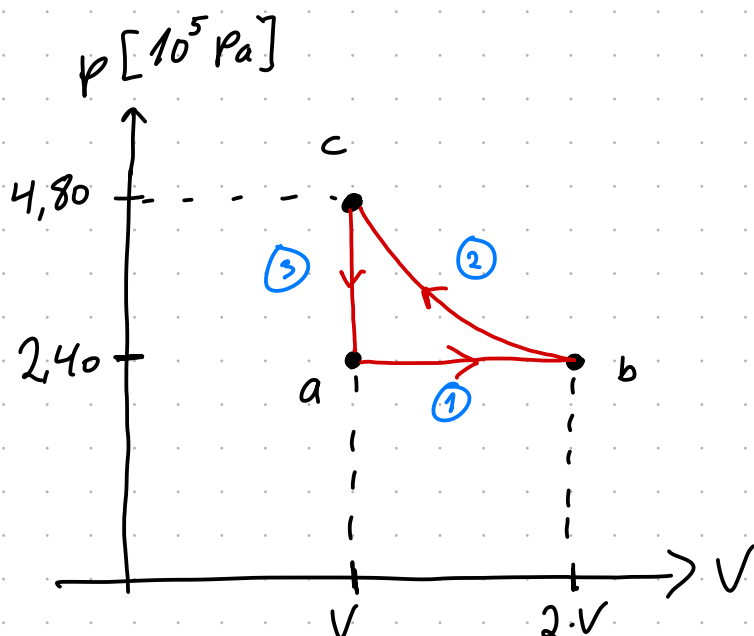
- en boks som sklir friksjonsfritt
- et tungt stempel som sklir nedover friksjonsfritt og komprimerer en gass.

Irreversible prosesser :

- en boks som sklir med friksjon og til slutt stopper
- en gitarstreng som vibrerer og sender ut lyd i alle retninger. Denne vil etter hvert dissipere energien sin i form av lyd og varme , og komme til ro.

10.3

a)



$$T_a = 355 \text{ K}$$

$$n = 0,250 \text{ mol}$$

b) Isotermisk prosess fra b til c.  $T_b = ?$

$pV = nRT$ , hvor  $nR = \text{konstant}$

$$\Rightarrow \frac{p_a V_a}{T_a} = \frac{p_b V_b}{T_b} \quad p_a = p_b$$

$$\Rightarrow T_b = T_a \frac{V_b}{V_a} = T_a \cdot \frac{2 \cdot V}{V} = 2 \cdot T_a = 2 \cdot 355 \text{ K}$$

$$\boxed{T_b = 710 \text{ K}}$$

c)  $b \rightarrow c$  isoterm prosess  $\Rightarrow p_b V_b = p_c V_c$

$$\Rightarrow p_b 2 \cdot V = p_c V$$

$$p_c = 2 \cdot p_b = 2 \cdot 2,40 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\boxed{p_c = 4,80 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

d) Arbeid i de ulike prosessene:

$$\textcircled{1}: W = p \Delta V = n R \Delta T = 0,250 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (710 \text{ K} - 355 \text{ K})$$

$$\underline{W = 738 \text{ J}}$$

$$\textcircled{2}: W = n R T \ln \frac{V_c}{V_b} = 0,25 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 710 \text{ K} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\underline{W = -1023 \text{ J}}$$

$$\textcircled{3}: \Delta V = 0 \Rightarrow W = 0$$

$$\text{Totalt arbeid: } W = (738 - 1023) \text{ J}$$

$$\boxed{W = -285 \text{ J}}$$

Negativt fortegn betyr at det har blitt gjort arbeid på gassen.

Gassen må ha avgitt 285 J med varme

Siden  $\Delta U = 0$ , ( $Q = W$ ).

10.4

a) Virkningsgrad :  $\eta = \frac{W}{Q_H}$   $\left( \frac{\text{det du får}}{\text{det du betalar}} \right)$

$$\Rightarrow W = \eta \cdot Q_H = 0,22 \cdot 410 \text{ J} = 90,2 \text{ J}$$

$$\underline{W = 90 \text{ J}}$$

b)  $\underline{Q_C = W - Q_H = 90 \text{ J} - 410 \text{ J} = -320 \text{ J}}$

c) Carnotmaskin :

$$\frac{Q_C}{Q_H} = -\frac{T_C}{T_H} \Rightarrow T_C = -T_H \frac{Q_C}{Q_H}$$
$$= -408 \text{ K} \cdot \frac{-320 \text{ J}}{410 \text{ J}}$$

$$\underline{T_C = 318 \text{ K}}$$

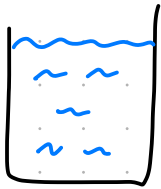
d)  $\text{Arb\u00e4id} = 90,2 \text{ J}$ .  $\text{Arb\u00e4id f\u00f6r \u00e4 l\u00f6fte en m\u00e5sse} = mgh$

$$W = mgh \Rightarrow m = \frac{W}{gh} = \frac{90,2 \text{ J}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 35 \text{ m}} = 0,263 \text{ kg}$$

$$\boxed{m = 263 \text{ g}}$$

10.5

Vann



is

$$m_v = 1,80 \text{ kg}$$

$$m_{is} = 1,80 \text{ kg}$$

$$T_v = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{is} = -5,0^\circ\text{C}$$

$$C_v = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$L_f = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{is} = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$a) Q = Q_v + Q_f + Q_{is}$$

$$= m_v C_v \Delta T_v - m_v L_f + m_{is} C_{is} \Delta T_{is} \quad (m_{is} = m_v)$$

$$= 1,80 \text{ kg} \left[ 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot (-25 \text{ K}) - 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} (-5 \text{ K}) \right]$$

$$\underline{Q = -809 \text{ kJ}}$$

negativt siden varme går  
fra vannet/isen.

$$b) \eta_c = \frac{|Q_c|}{|W|}$$

$$Q_c = 809 \text{ kJ} \quad \left( \begin{array}{l} \text{Varme går fra} \\ \text{vann til motor} \end{array} \right)$$

$$\Rightarrow |W| = \frac{|Q_c|}{\eta_c} = \frac{809 \text{ kJ}}{2,40} = \underline{337 \text{ kJ}}$$

$$W = -337 \text{ J} \quad (\text{arbeid utført på motor})$$

c) Frigjort varme =  $Q_H$ .

$$Q_H = W - Q_C = -337 \text{ kJ} - 809 \text{ kJ} = \underline{-1146 \text{ kJ}}$$

$|Q_H| > |Q_C|$ , mer varme går ut i rommet enn det som blir fjernet fra varmetilsetningen.