

### Varmekraftmaskin

Definisjon	Omdanner varme til arbeid
Eksempler	Dampmaskin, gassturbin, dieselmotor
Syklisk prosess	$U = \Delta S = \Delta V = 0$ $\Delta U = Q + W_s$ $-W_s = Q = m C_p \Delta T$

### Varmekraftmaskin - Beregning 1

Utført arbeid = netto tilført varme	- W = Q
	= Q <sub>H</sub> + Q <sub>C</sub>
	=  Q <sub>H</sub>   -  Q <sub>C</sub>

### Varmekraftmaskin - Beregning 2

$$\frac{|Q_C|}{|Q_H|} = \frac{T_C}{T_H}$$

$\Delta S = 0$
$\Delta S_H = - Q_H  / T_H$
$\Delta S_C =  Q_C  / T_C$
$\Delta S_{total} = \Delta S_H + \Delta S_C = 0$

### Varmekraftmaskin - Beregning 3

$$|W| = |Q_H| - |Q_C|$$

$$\left(\frac{|W|}{|Q_H|}\right)_{rev} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \text{ eller } \left(\frac{|W|}{|Q_C|}\right)_{rev} = \frac{T_H}{T_C} - 1$$

### Carnotvirkningsgraden

$$\eta_{Carnot} = \frac{|W^{rev}|}{|Q_H|} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

Sier noe om maksimal omsetning eller maksimal utnyttelse fra arbeid  
 $\eta_{Carnot} = T_C, \ln / T_H$

### Kjølemaskin

Definisjon	Overfører varme fra lav til høy temperatur ved å tilføre arbeid
Eksempel	Varmepumpe

### Kjølemaskin - Beregning 1

$$\frac{T_C}{T_H} = \frac{|Q_C|}{|Q_H|}$$

$\Delta S = 0$
$\Delta S_H =  Q_H  / T_H$
$\Delta S_C = - Q_C  / T_C$
$\Delta S_{total} = \Delta S_H + \Delta S_C = 0$

### Kjølemaskin - Beregning 2

$$|W^{rev}| + |Q_C| = |Q_H|$$

### Kjølemaskin - Beregning 3

$$\left(\frac{|W|}{|Q_C|}\right)_{rev} = \frac{|Q_H|}{|Q_C|} - 1 = \frac{T_H}{T_C} - 1$$

### Energivirkningsgraden COP

For kjøleprosess:  $COP_C = \frac{|Q_C|}{|W|} \leq \frac{1}{\frac{T_H}{T_C} - 1}$   
 For varmepumpe:  $COP_H = \frac{|Q_H|}{|W|} \leq \frac{1}{1 - \frac{T_C}{T_H}}$

$$COP_H = COP_C + 1$$

$$COP_H = \eta_{Carnot}^{-1}$$

### Termodynamisk virkningsgrad

Ta ut energi  $\eta = \text{nyttig energi ut} / \text{maksimal nyttig energi ut}$

Eksempel Turbin

$$\eta = W_s / (W_s - W^{rev}) =$$

Tilføre energi  $\eta = \text{maksimal nyttig energi inn} / \text{nyttig energi inn}$

Eksempel Kompressor eller pumpe

$$\eta = W_s - W^{rev} / W$$