

Exergi och energikvalitet

$$E_W = q \cdot Q$$

q : energikvalite för värmemängden Q

E_W : exergi (max potentiellt arbete som värmeenergikälla kan ge upphov till)

Q : upptagen värme från energikällan

$$q = 1 - T_{kall} / T_{varm}$$

T_{varm} : energikällans temperatur

T_{kall} : omgivningens temperatur

q blir 1 för elektrisk och mekanisk energi

Exergi förbrukas i irreversibla processer

Exergi finns då termodynamisk jämvikt inte råder. (olja, kol, trä, uran, sol, vind, vågor, strömmar)

'Energiförlust' borde heta exergiförlust (entropiökning)

Exempel $E_w [J]$ Energikv. t. q

Energikälla
 T_v

Reservoar:
str. $\Delta T = 0$

omg T_k

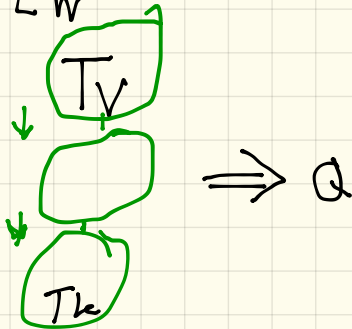


$$E_w = q \cdot Q = \frac{T_v - T_k}{T_v} Q$$

q blir 1
om en Carnot värme-
motor anv. mellan

Energikällan & omg.

E_w : möjligt arbete



Uppvärmning: låg energikvalitet räcker.
Bränslen med hög energikvalitet används.

Oljepanna: $\frac{T_1 - T_0}{T_1} Q = \dot{E}_{Wp}$ $\dot{E}_{Wp} = \frac{2500 - 300}{2500} \cdot Q$

Radiator: $\frac{T_2 - T_0}{T_2} Q = \dot{E}_{Wr}$ $\dot{E}_{Wr} = \frac{330 - 300}{330} \cdot Q$

$$\begin{aligned}\dot{E}_{Wp} - \dot{E}_{Wr} &= Q \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} - \frac{T_2 - T_0}{T_2} \right) = Q \left(\frac{T_0}{T_2} - \frac{T_0}{T_1} \right) = \\ &= T_0 \left(\frac{Q}{T_2} - \frac{Q}{T_1} \right) = T_0 (S_2 - S_1)\end{aligned}$$

Förlorat möjligt arbete = omgivningens temp-Entropi ökning

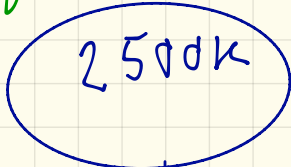
Ex. Energi- och värmeförbrukning.

Vi har $Q = 1000 \text{ J}$ vid temp $= 2500 \text{ K}$ för
virkelpremering.

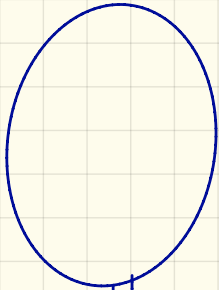
Värmemotor

Driv

Värmepump

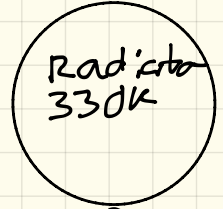


$Q_{in} = 1000 \text{ J}$

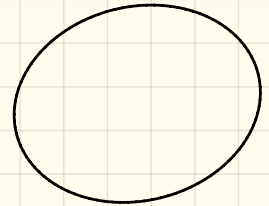


$Q_{ut} = 120 \text{ J}$

$= W = 880 \text{ J} \Rightarrow$



$Q_{ut} \uparrow$

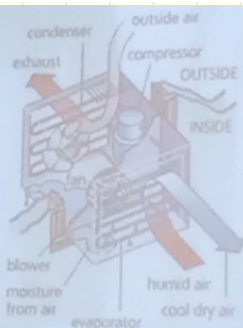


$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$$

$$\eta_f = \frac{330K}{330 - 280} = \frac{33}{5}$$

$$Q_{ut} = 880 \text{ J} \cdot \frac{33}{5} = 5808 \text{ J}$$

2. Uppgiften handlar om att jämföra kostnader för uppvärmning relativt kylning. Enklaste värmepump är av luft-till-luft typ och kan monteras på en husyttvägg. En sådan värmepump kan även användas för kylning (luftkonditionering) och kompressorn arbetar då i motsatt riktning (bilden visar kylning). Vid en utomhustemperatur på 10°C drar ett sådant aggregat $0,75\text{ kW}$ för att hålla innetemperaturen i ett hus på 20°C . Beräkna aggregatets effektförbrukningen när det i stället används för kylning vid en utetemperatur på 30°C ! Vid en temperaturskillnad på 10°C är den praktiska värmefaktor 3,0 i båda riktningarna. Värmeflöskaget in/ut ur huset kan antas vara det samma i de två fallen.



• samma ΔT sommar & vinter.

Vinter

Inside hus 20°C $\rightarrow 2,25\text{ kW}$
12 sekunder

$\uparrow P_{ut} = 1,25\text{ kW}$
 $\leftarrow P_{el} = 0,75\text{ kW}$
 $\uparrow P_{in} = 1,50\text{ kW}$

Ute 10°C

$$V_f = 3,0 = \frac{q_{tth}}{q_{ostr.}} = \frac{P_{ut}}{P_{el}} \Rightarrow P_{ut} = 2,25\text{ kW}$$

Sommar

$$V_f = P'_{ut}/P'_{el} = 3,0 \Rightarrow P'_{ut} = 3P'_{el}$$

$$P'_{in} + P'_{el} = P'_{ut} = 3P'_{el}$$

$$2P'_{el} = P'_{in} \Rightarrow P'_{el} = 1,25\text{ kW}$$

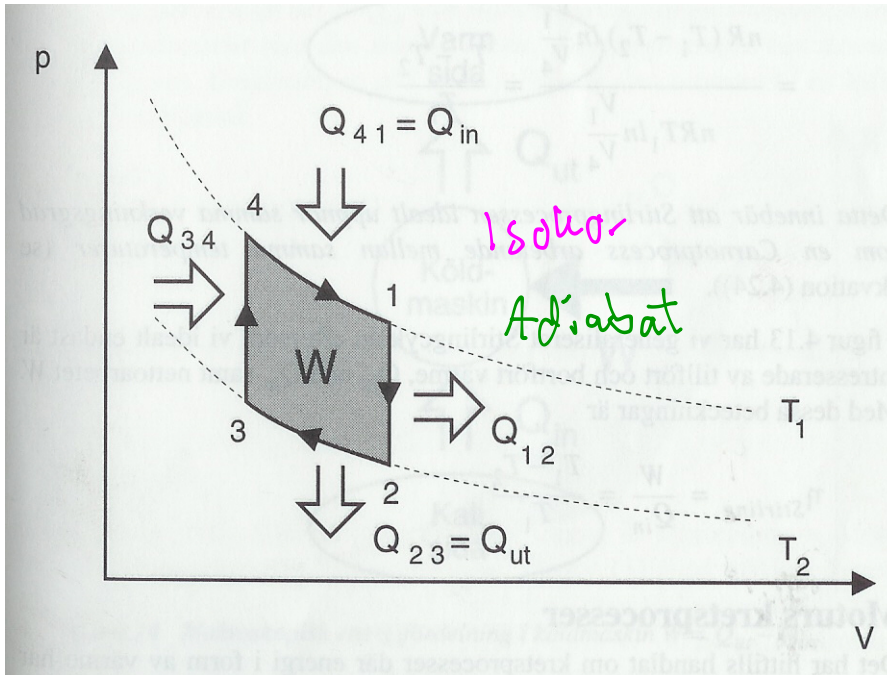
Ute 30°C

$P'_{el} \rightarrow$

$\uparrow P'_{in} = 2,25\text{ kW}$

$2,25\text{ kW} \Rightarrow$ Inne 20°C

STIRLINGPROCESSEN

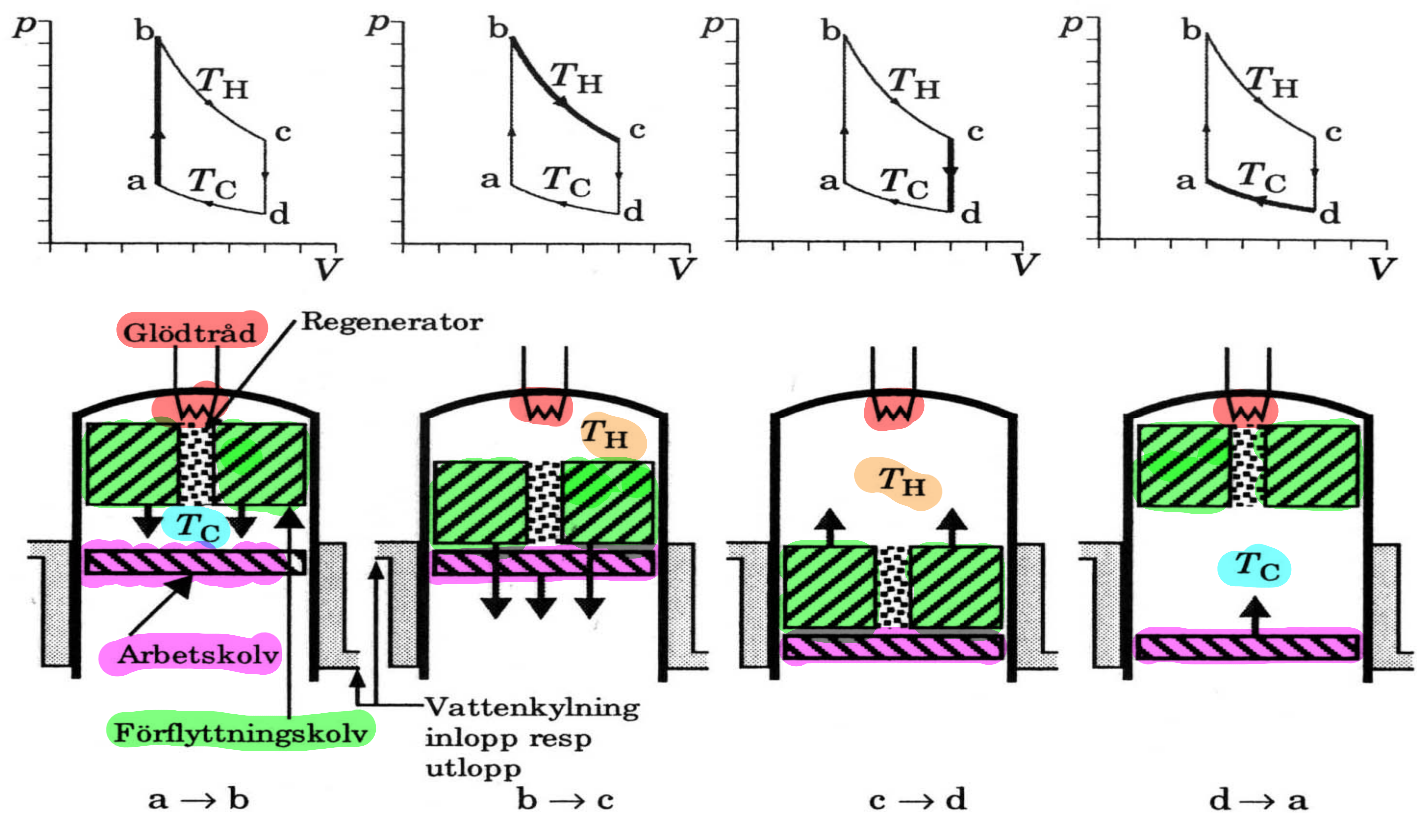


Q₁₂ tas tillvara och stoppas in som Q₃₄

Teoretiskt blir då verkningsgraden densamma som för Carnotprocessen

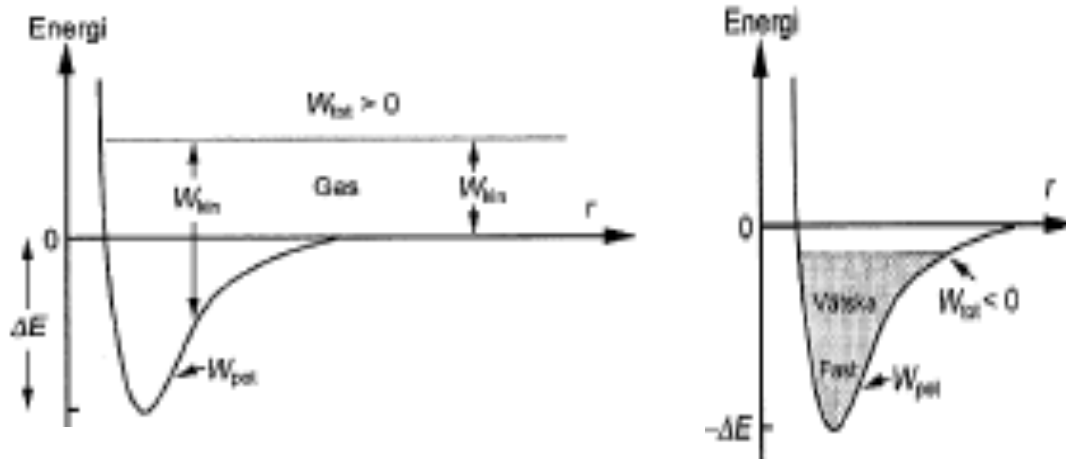
$$\eta_{Stirling} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Arbetsgasen är så varm som möjligt vid expansion, så kall som möjligt vid kompression.



Tillstånds- ändring	Gasens temperatur	Gasens volym	Arbetskolv	Förflyttning- skolv
a → b	Ökar	Konstant och liten	Stilla i övre vändläget	Uppifrån och ner
b → c	Konstant och hög	Ökar	Uppifrån och nedåt	Fortsätter nedåt
c → d	Minskar	Konstant och stor	Stilla i nedre vändläget	Nerifrån och upp
d → a	Konstant och låg	Minskar	Nerifrån och upp	Stilla i övre vändläget

FRI EXPANSION (REAL GAS)



$$W_{\text{tot}} = W_k + W_p, \quad W_p < 0$$

$W_{\text{tot}} > 0$ för gas

$W_{\text{tot}} < 0$ för vätska

Vid fri expansion för en real gas (eller gas vätske blandning):

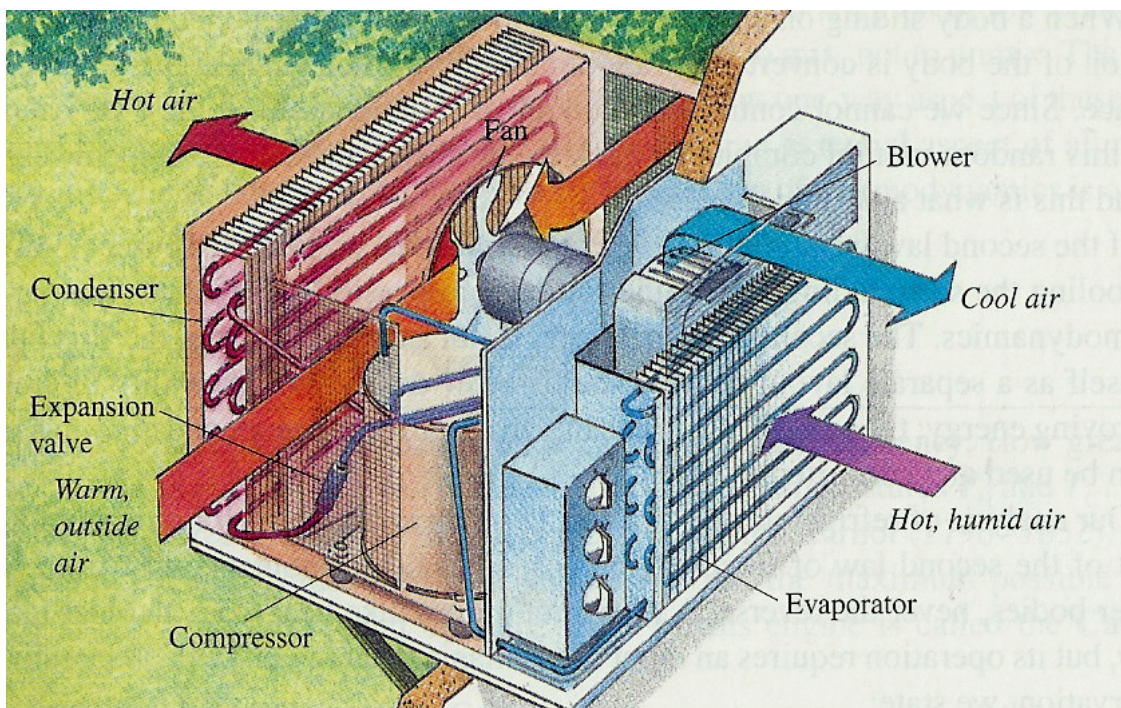
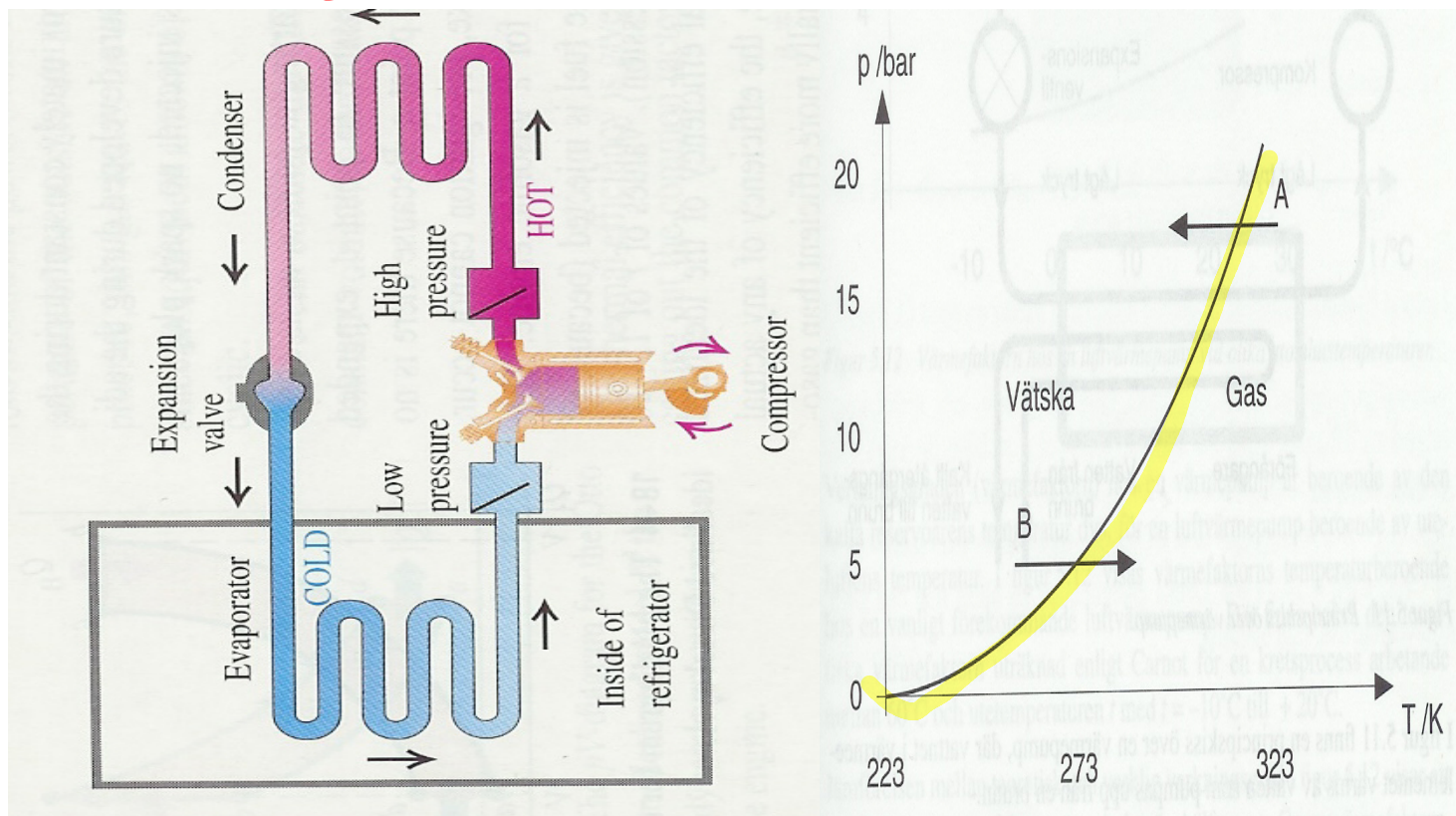
potentiell energi ökar $\Rightarrow$

kinetisk energi minskar (total energi konstant) $\Rightarrow$

temperatur minskar (beror bara på kinetisk energi)

Omvänt vid kompression

Värmepump eller kylpump



Drickande fäse

$$\eta = \frac{T_v - T_k}{T_v} = \frac{(293 - 290)K}{293K} \sim 1\% \quad \text{värde lite...}$$

påverka jordens klimat?

- Bli faktiskt

Förändra de?

- Oimma (RF 100%), ingen avdunst.

$$T_v = T_k$$

≡

+

hoppa & jærn.

$$T_1 < T_2$$

Batterí!

Lüspænningsaggregat

Peltier - element.

Peltier - element (ovan cpu)

Fig 10.2. Energikællor.

$$1 \text{ PJ} = 0,28 \text{ TWh}$$

$$1 \text{ kärnkraftsreaktor } 8,7 \text{ TWh} = 31 \text{ PJ}$$

$$\Sigma - 1700 \text{ PJ/år} \Rightarrow 170 \text{ GJ/år} \cdot \text{person} \approx 130 \text{ kWh/pers.: dag}$$

Enligt vänta 100 kWh/dag.

Vindmälla/kärnkraftsverk: 10 000 st!

2 av kärnkraftverk:

Kondenskärnkraftsverk.

- Värme ut i havet istället för fjärrvärme.

$$\sim \eta \approx 25-30\%$$

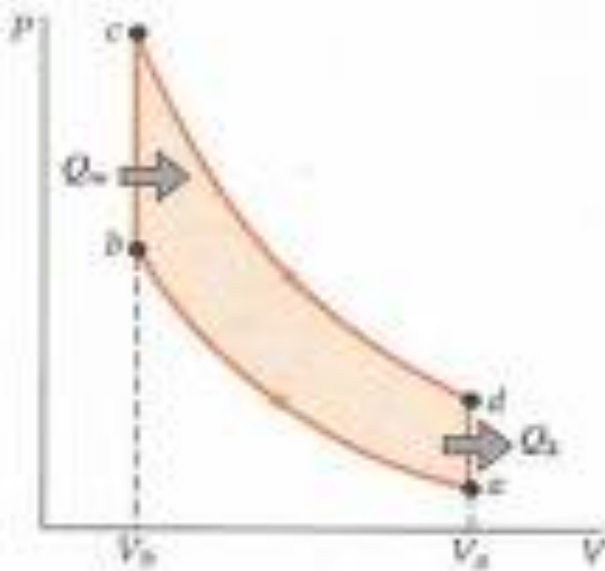
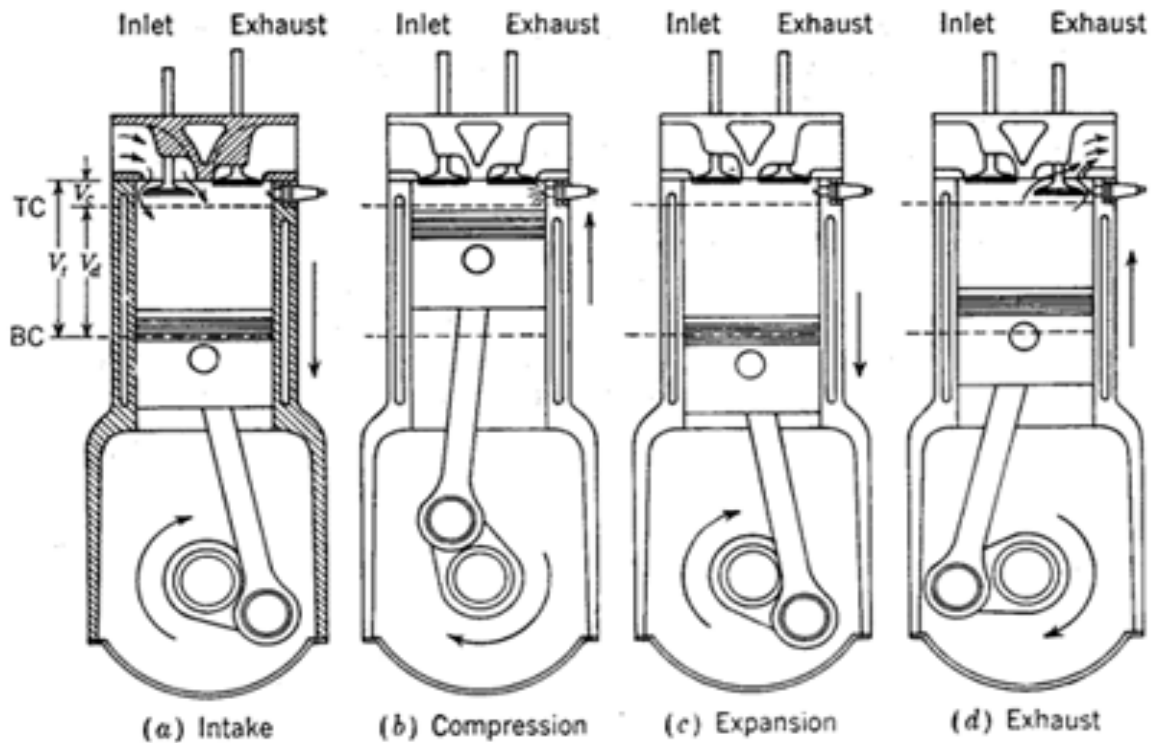
För 11.5: Husvärmning istället för elvärme.

11.4: Tungdiesel

Ödelt: η 20% konversion
50% förbrukning

2 adiabater, 2 isobarer.

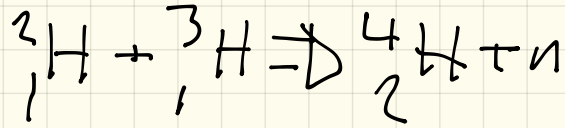
Otto motorn (vanlig bensinmotor)



$$\eta_{Otto} = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}, \quad r \text{ kompressionsförhållandet}$$

Höghastighet ökar r .

"Stuttig lösning" N:st



Problem: $T \sim 1'000'000$ K.
Har ej lyckats...
.....

"Tatanmang". Använda magnet fält
finns inget material som klarar av temp.
År 2020 (anl. Frankrike)