

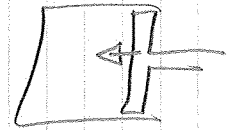
Termodynamik förel. 10

10-1

Verkliga värmemaskiner

• Explosionsmotor: Otto-cykeln

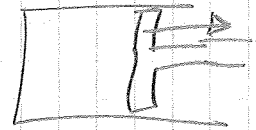
a) Gas (luft + bränsle)
komprimeras adiabatict



b) Antändning: T ökar \Rightarrow P ökar
konst V



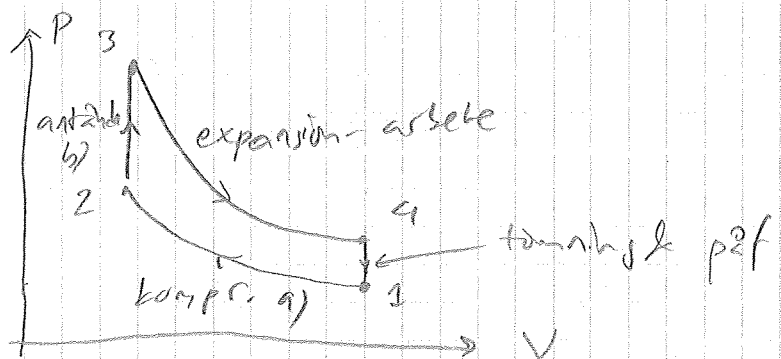
c) Expansion: Arbete utträffas
adiabatict



d) Tömning & påfyllning
av nytt bränsle vid lägre T



Modellera som att P minskar vid konst V



$$\therefore e = 1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} \quad \text{för Ottocykel}$$

Använd nu att $TV^{\gamma-1}$ konst under adiab.

$$\therefore \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_4}{T_3}$$

$$\therefore e = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_4}{T_3} \quad \text{Otto}$$

(Notera: högsta resp lägsta temp är T_3 resp T_1)

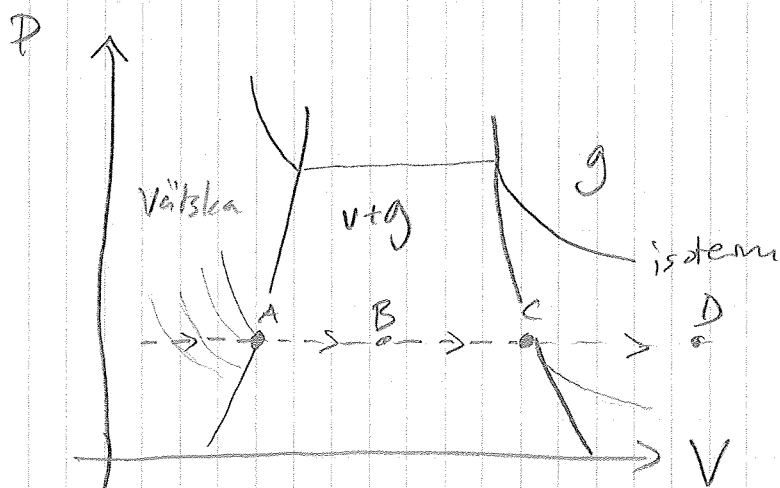
$$\text{Carnot: } e = 1 - \frac{T_1}{T_3}$$

Högre verkningsgrad om $\frac{V_1}{V_2}$ stor

Gräns: gasen självantänds för tidigt vid för kraftig kompression

Dieselmotor kommer runt problemet.

P-V-diagram vid fasövergång



Öka V vid konst P : enda sättet är att samtidigt öka U och därmed T

A) Fasövergång: kokpunkten

Om vi värmer mera kommer V öka

→ vätska blir till gas

B) delvis vätska, delvis gas

C) All vätska har förångats.

D) Temp har stigit ytterligare "superheated"
= gas över kokpunkten

Ångmaskiner & kylmaskiner opererar
över fasövergången.

Anledning: Latent värme \Rightarrow få ut mycket energi
över litet T -spann.

dessutom kan man använda gravitationen
för att få gasen från en plats till nästa

10-4

Ångmaskin (Ex. kärnkraftverk, kolkraftverk, m.m.)

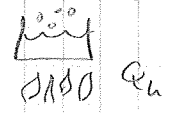
Runkel-cykeln

1. Vatten vid lågt T, P

1 → 2 Pumpas till högt tryck



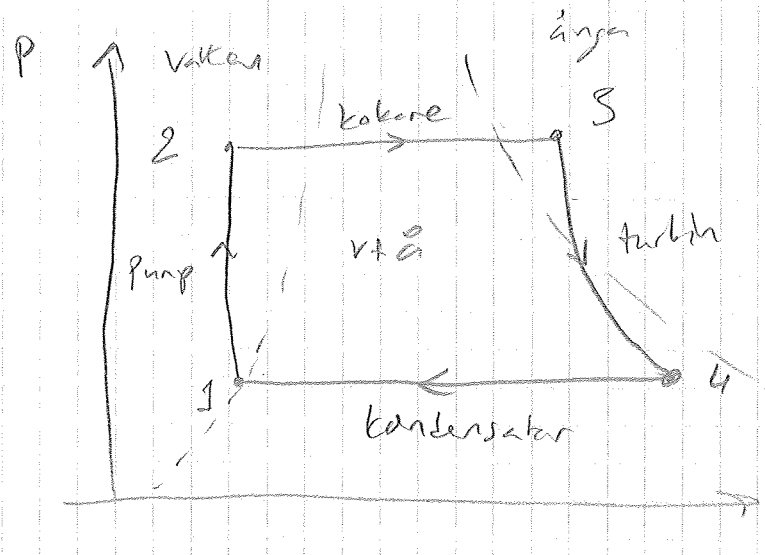
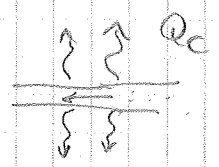
2 → 3: Kokare: Värme tillförs under konstant tryck
Vatten → ånga



3 → 4: Ångan expanderar adiabatiskt
utövar arbete på turbin



4 → 1: Kyla i kondensator:
avgas Q till kall reservoar
under konstant tryck



För att bestämma verkningsgrad behövs "ångtabel" "

Entalpi är användbart här!

$$\begin{aligned}
 H &= U + PV \\
 \Delta H &= \Delta U + P\Delta V + V\Delta P \\
 &= \Delta U - W + V\Delta P = Q + V\Delta P \\
 \text{Om } P &= \text{konstant} = Q = \Delta H
 \end{aligned}$$

Så verkar grad

10-5

$$e = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} =$$

$$= 1 - \frac{H_4 - H_1}{H_3 - H_2} \approx 1 - \frac{H_4 - H_1}{H_3 - H_1}$$

$H_1 \approx H_2$ det får vi acceptera som ett faktum

Punkt 1 är 100% vätskefas och punkt 3 100% gasfas

Ex. $P_1 = 0,023$ bar och vatten vid kokpunkten

Tabell 4.1: $H_{vatten} = 84$ kJ = H_1

$P_3 = 300$ bar, $T_3 = 600^\circ\text{C}$

Tabell 4.2: $H_3 = 3444$ kJ

$H_4 = ?$ Punkt 4 har samma entropi som punkt 3

$$S_3 = 6,233 \text{ kJ/K}$$

Punkt 4 är vid 0,023 bar och $S = 6,233$ kJ/K

Vad är proportionerna? $\rightarrow x \cdot 0,297 + (1-x) \cdot 8,667 = 6,233$

$$\Rightarrow x = \frac{8,667 - 0,297}{8,667 - 6,233} = 0,29 \quad \therefore \text{ vid punkt 4 } \\ 29\% \text{ vatten } 71\% \text{ ånga}$$

Då är $H_4 = 0,29 \cdot 84 + 0,71 \cdot 2538 = 1824$ kJ

$$\therefore e = 1 - \frac{1824 - 84}{3444 - 84} = 48\%$$