

## Repetition

$$PV = nRT$$

$$Q = \Delta E^{int} + W_{gas}$$

Enatomig gas:  $E_{medel} = \frac{3}{2} k_B T$   
 $E^{int} = N \frac{3}{2} k_B T$   
 $\Delta E^{int} = N \left( \frac{3}{2} k_B \right) \Delta T = n \frac{3}{2} R \Delta T$   
 $C_V = \frac{3}{2} R \Rightarrow E^{int} = n C_V \Delta T$

## Ex

Mät temp i en gasbehållare

Kasta kring behållaren.

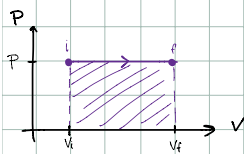
Mät temp igen.

Har den ändrats?

Nej, se formel. Den gäller alltid, oavsett volym.

## Isobar

Relation mellan  $C_V$  och  $C_P$ .



$$W_{gas} = P(V_f - V_i)$$

$$\Delta E^{int} = n C_V (T_f - T_i)$$

$$Q = n C_P (T_f - T_i)$$

$$PV_i = nRT_i$$

$$PV_f = nRT_f$$

$$Q = \Delta E^{int} + W_{gas}$$

$$n C_P (T_f - T_i) = n C_V (T_f - T_i) + P(V_f - V_i)$$

$$n C_P (T_f - T_i) = n C_V (T_f - T_i) + n R (T_f - T_i)$$

$$C_P = C_V + R$$

	$C_V$	$C_P$
1 atom	$\frac{3}{2} R$	$\frac{5}{2} R$
2 atom	$\frac{5}{2} R$	$\frac{7}{2} R$

$Q = n C \Delta T$  Välj C beroende av situation

## Adiabat

$$Q = 0$$

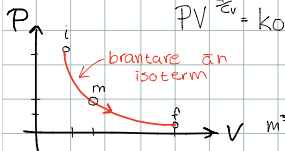
ingen värmeutbyte med omgivningen (gör något slutsnabbt så kan vi försumma värmeutbytet)



isoterm  
adiabat

Gasen utför ett arbete, men  $Q=0$  medför att den inre energin "betalar" för detta arbete.

$$PV^{\frac{C_P}{C_V}} = \text{konst} \Rightarrow P_i V_i^{\frac{C_P}{C_V}} = P_m V_m^{\frac{C_P}{C_V}} = P_f V_f^{\frac{C_P}{C_V}}, \text{ inför } \gamma = \frac{C_P}{C_V} \Rightarrow PV^\gamma = \text{konst}$$



Nu har vi gått igenom fyra idealiserade processer och nedan följer en sammanfattning:

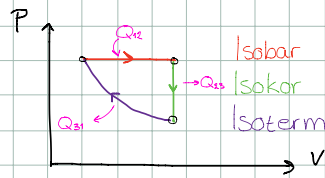
	Isoterm	Isobar	Isoterm	Adiabat
$W_{omg}$	0	$-P(V_i - V_f) = -nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$	$-n C_V (T_f - T_i)$	0
$Q$	$n C_V (T_f - T_i)$	$n C_P (T_f - T_i)$	$nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$	0
$\Delta E^{int}$	$n C_V (T_f - T_i)$	$n C_V (T_f - T_i)$	0	$n C_V (T_f - T_i)$

$W_{gas}$  (byte tecken)

Temp är ett mått på den inre energin.

$$1:a \text{ huvudsatsen: } \Delta E^{int} = Q + W_{omg} \Leftrightarrow Q = \Delta E^{int} + W_{gas}$$

# Kretsprocesser



Verkningsgrad för process:  $e$  (ibland  $\eta$ ):  $e = \frac{\sum W_{i, \text{gas}}}{\sum Q_{i, \text{pos}}} = \frac{W_{1 \rightarrow 2} + \overset{=0}{W_{2 \rightarrow 3}} + W_{3 \rightarrow 1}}{Q_{12}}$   
 Alla "positiva Q"  
 (Alternativ:  $Q_{1 \rightarrow 2}, Q_{2 \rightarrow 3}, Q_{3 \rightarrow 1}$ )

## Ex

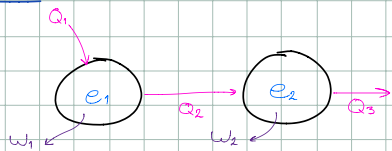


$W_{\text{netto}}$

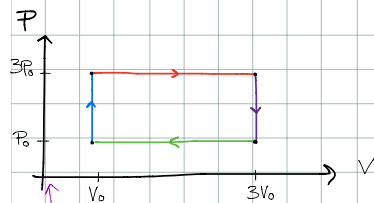
$$W_{\text{netto}} = Q_{\text{tillförd}} - |Q_{\text{bortförd}}| = Q_{\text{tillförd}} + Q_{\text{bortförd}}$$

$$e = \frac{\sum W_i}{\sum Q_{i, \text{pos}}} = \frac{\sum Q_i}{\sum Q_{i, \text{pos}}}$$

## Ex



$e_{\text{tot}} = \text{se nästa dokument}$



Tumregel: Nära origo  $\Rightarrow$  låg temperatur