

## **D - LEGGI DEI GAS / CALORI SPECIFICI**

## **TRASFORMAZIONE ISOBARA**

LA PRESSIONE RIMANE COSTANTE DURANTE **TUTTA** LA TRASFORMAZIONE

$$V/T = \text{costante} \quad (n, p \text{ costanti})$$

## **TRASFORMAZIONE ISOTERMA**

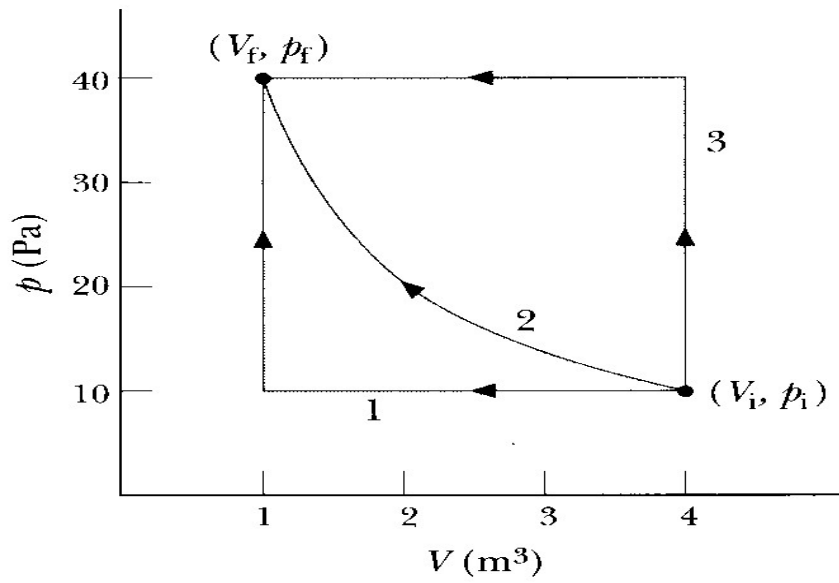
LA TEMPERATURA RIMANE COSTANTE DURANTE **TUTTA** LA TRASFORMAZIONE

$$pV = \text{costante} \quad (n, T \text{ costanti})$$

## TRASFORMAZIONE ISOCORA

IL VOLUME RIMANE COSTANTE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

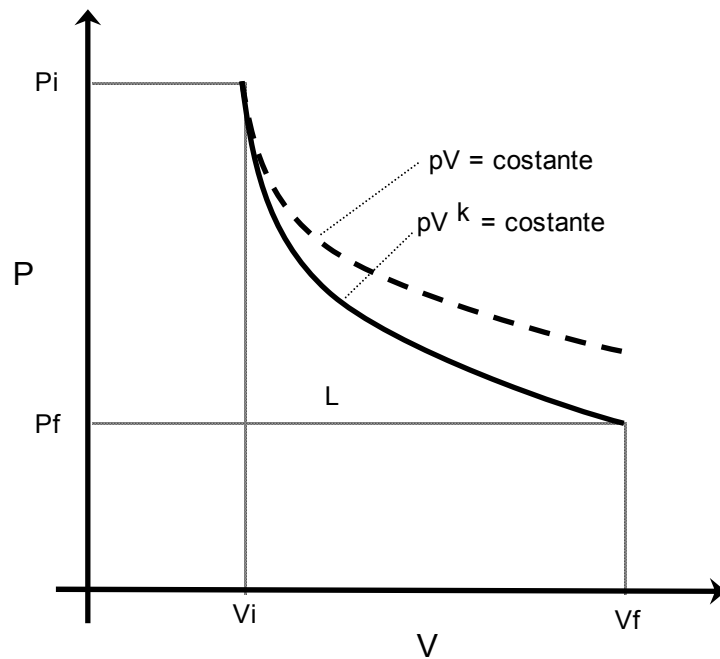
$p/T = \text{costante}$  ( $n, V$  costanti)



## TRASFORMAZIONE ADIABATICA

AVVIENE SENZA ALCUN SCAMBIO DI CALORE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

$$pV^k = \text{costante}$$
$$T / p^{(k-1)/k} = \text{costante}$$
$$T V^{k-1} = \text{costante}$$
$$k = C_p / C_v$$



## EQUAZIONE DI STATO DEI GAS IDEALI

$$pV = n R T = m R' T$$

$$pV = (m / M_m) R T = m (R / M_m) T = m R' T$$

$$p V/m = (m R' T) / m \qquad p v = R' T$$

$N =$  numero totale di particelle che compongono il gas

$N_a =$   $6,022 \times 10^{23}$  particelle/mole = numero di Avogadro

$n =$   $N / N_a =$  numero di moli

$R =$   $8,3145 \text{ J/ mole K} = 8.314,5 \text{ J/kmol K} =$   
= costante universale dei gas ideali

$v =$   $V/m =$  volume specifico (mc/kg)

$M_m =$  massa molare (kg/kmol)

$R' =$   $R/M_m =$  costante tipica di ogni gas (J/kg K)

## **CAPACITA' TERMICA DI UN SISTEMA**

E' DATA DAL RAPPORTO FRA IL CALORE CEDUTO AD UN SISTEMA E LA SUA VARIAZIONE DI TEMPERATURA

$$C = Q / \Delta T$$

DIPENDE DALLA SOSTANZA CHE COSTITUISCE IL SISTEMA E DALLA SUA MASSA

## **CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DI UNA SOSTANZA**

E' DATA DAL RAPPORTO FRA LA CAPACITA' TERMICA DI UN SISTEMA E  
LA SUA MASSA

$$\mathbf{c = C / m = Q / m DT}$$

E' UNA CARATTERISTICA DELLA SOSTANZA CHE COSTITUISCE IL  
SISTEMA

IL CALORE NECESSARIO PER PROVOCARE UNA VARIAZIONE DI  
TEMPERATURA DT DI UNA MASSA m DI UN SISTEMA E' DATO DA:

$$\mathbf{Q = c m DT}$$

## **CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI**

E' SOSTANZIALMENTE INDIPENDENTE DALLE MODALITA' CON LE QUALI AVVIENE IL PASSAGGIO DI CALORE ED E' CIRCA COSTANTE IN AMPI INTERVALLI DI TEMPERATURA



## CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DEI GAS

DIPENDE DALLE MODALITA' CON LE QUALI AVVIENE LO SCAMBIO DI CALORE

$c_v$  = CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) A VOLUME COSTANTE

$c_p$  = CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) A PRESSIONE COSTANTE

SI MISURANO IN kJ/kg K

PER I GAS IDEALI SI UTILIZZANO ANCHE IL  $C_p$  E IL  $C_v$  RIFERITI ALLA MOLE ANZICHE' ALL'UNITA' DI MASSA

$C_v$  = CAPACITA' TERMICA MOLARE A VOLUME COSTANTE

$C_p$  = CAPACITA' TERMICA MOLARE A PRESSIONE COSTANTE

SI MISURANO IN kJ/kmol K

$$C_v = c_v \times M_m$$

$$C_p = c_p \times M_m$$

# CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DEI GAS

$c_v$  E  $c_p$  SONO DIVERSI DA UN GAS ALL'ALTRO, PERCHE' DIPENDONO DALLA MASSA MOLARE

PER  $C_v$  E  $C_p$  ESISTE UNA FORMULAZIONE PIU' GENERALE, CHE NON DIPENDE DAL TIPO DI GAS, MA SOLO DAL NUMERO DI ATOMI CHE COMPONGONO LA MOLECOLA

GAS MONOATOMICI (ESEMPIO: ELIO He)

$$C_v = 3/2 R$$

$$C_p = 5/2 R$$

GAS BIATOMICI (ESEMPIO: OSSIGENO O<sub>2</sub>)

$$C_v = 5/2 R$$

$$C_p = 7/2 R$$

# CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DEI GAS

GAS POLIATOMICI (ESEMPIO: METANO CH<sub>4</sub>)

$$C_v = 3 R$$

$$C_p = 4 R$$

PER TUTTI I GAS:  $C_p = C_v + R$

ESPONENTE DELL'ADIABATICA:

$$k = c_p / c_v = 1.67 \text{ per gas monoatomici}$$

$$k = c_p / c_v = 1.4 \text{ per gas biatomici}$$

$$k = c_p / c_v = 1.33 \text{ per gas poliatomici}$$

**CAPACITA' TERMICA MASSICA NELLE VARIE  
TRASFORMAZIONI**

ADIABATICA  $Q = 0$

$$c = Q / m \Delta T = 0$$

ISOTERMA  $\Delta T = 0$

$$c = Q / m \Delta T = \text{INFINITO}$$

ISOCORA  $V = \text{COSTANTE}$

$$c = c_v$$

ISOBARA  $p = \text{COSTANTE}$

$$c = c_p$$

## ENERGIA INTERNA DI UN GAS IDEALE

$$E = n C_v T = m c_v T$$

$$e = E / m = c_v T$$

$$E = \frac{3}{2} n R T \quad \text{gas monoatomici}$$

$$E = \frac{5}{2} n R T \quad \text{gas biatomici}$$

$$E = 3 n R T \quad \text{gas poliatomici}$$

L'ENERGIA INTERNA DI UN GAS IDEALE DIPENDE SOLO DALLA SUA TEMPERATURA E NON DA PRESSIONE E VOLUME

$$DE = n C_v DT$$

$$De = c_v DT$$

## ENTALPIA DI UN GAS IDEALE

$$H = E + pV$$

$$H = n C_v T + n R T = n (C_v + R) T = n C_p T$$

$$H = n C_p T = m c_p T$$

$$h = H / m = c_p T = e + pv$$

$$DH = n C_p DT = m c_p DT$$

$$Dh = c_p DT$$

## GRANDEZZE TOTALI

V = VOLUME (m<sup>3</sup>)

E = ENERGIA INTERNA (J)

H = ENTALPIA (J)

L = LAVORO (J)

Q = CALORE (J)

## GRANDEZZE SPECIFICHE

$v$  = VOLUME SPECIFICO ( $m^3/kg$ )

$e$  = ENERGIA INTERNA SPECIFICA ( $J/kg$ )

$h$  = ENTALPIA SPECIFICA ( $J/kg$ )

$l$  = LAVORO PER UNITA' DI MASSA ( $J/kg$ )

$q$  = CALORE PER UNITA' DI MASSA ( $J/kg$ )