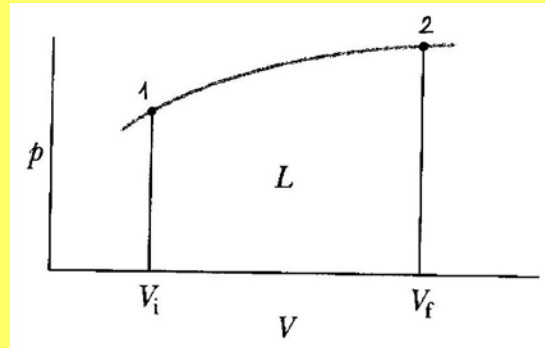


CALORE / LAVORO / SCAMBI DI ENERGIA

LAVORO IN UN SISTEMA TERMODINAMICO

$$L = \int F dx = - \int p dV$$



IL LAVORO E' DATO DALL'AREA SOTTESA DALLA
TRASFORMAZIONE NEL PIANO p-V E DIPENDE DAL
CAMMINO SEGUITO NELLA TRASFORMAZIONE

CALORE

E' L'ENERGIA SCAMBIATA FRA UN SISTEMA E L'AMBIENTE CIRCOSTANTE A CAUSA DELLA LORO DIVERSA TEMPERATURA

LA QUANTITA' DI CALORE NECESSARIA PER PORTARE UN CORPO DALLA TEMPERATURA T1 ALLA TEMPERATURA T2 E' L'ENERGIA NECESSARIA PERCHE' I MOTI DELLE SUE PARTICELLE PASSINO DA QUELLI CARATTERISTICI DEL PRIMO STATO A QUELLI DEL SECONDO

SI CONSIDERA POSITIVO IL CALORE CEDUTO DALL'AMBIENTE ESTERNO AL SISTEMA TERMODINAMICO E NEGATIVO QUELLO CEDUTO DAL SISTEMA TERMODINAMICO

UNITA' DI MISURA

ENERGIA

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ N} \times \text{m}$$

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ Joule}$$

ORIGINARIAMENTE LA CALORIA ERA STATA DEFINITA (SPERIMENTALMENTE) COME UNITA' DI MISURA DEL CALORE ED E' DATA DALLA QUANTITA' DI CALORE NECESSARIA PER INNALZARE DI 1°C (DA 14.5°C A 15.5°C) LA TEMPERATURA DI 1 g DI ACQUA

POTENZA

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s}$$

$$1 \text{ W} = 0.860 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$$

1 - TRASFORMAZIONE ISOBARA

LA PRESSIONE RIMANE COSTANTE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

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

2 - TRASFORMAZIONE ISOTERMA

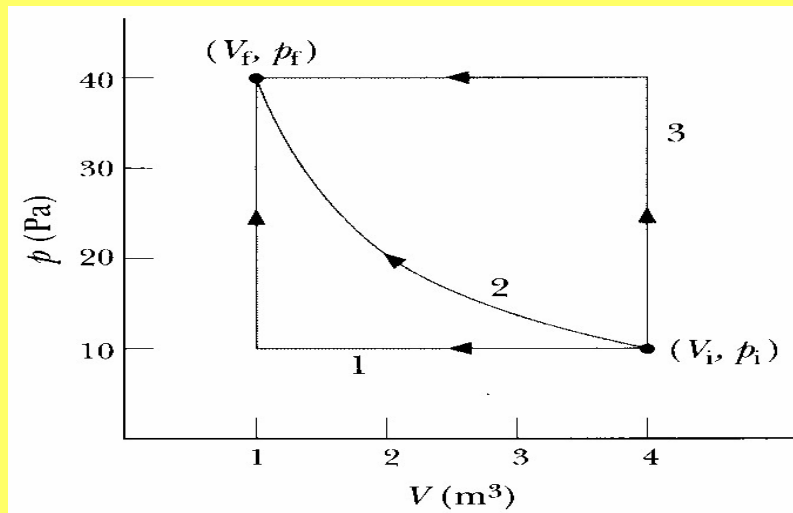
LA TEMPERATURA RIMANE COSTANTE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

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

3 - TRASFORMAZIONE ISOCORA

IL VOLUME RIMANE COSTANTE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

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



TRASFORMAZIONE ADIABATICA

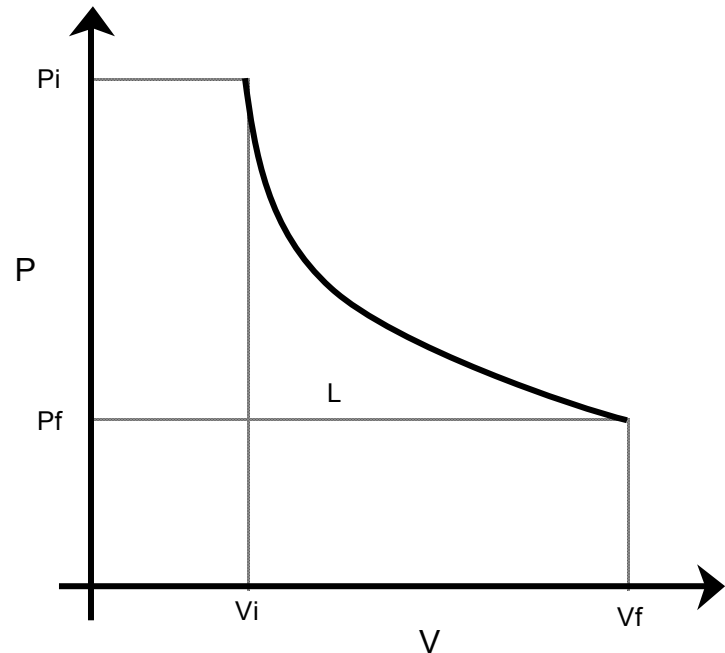
AVVIENE SENZA ALCUN SCAMBIO DI CALORE DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

$$pV^k = \text{costante}$$

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

$$T V^{k-1} = \text{costante}$$

$$k = C_p / C_v$$



EQUAZIONE DI STATO DEI GAS IDEALI

$$pV = n R T = (m / M_m) R T$$

$$p V/m = (m / M_m) R T / m$$

$$pv = (R/M_m) T$$

N = numero totale di particelle che compongono il gas

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

$n = N / N_a = m / M_m$ = 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 (m^3/kg)

M_m = massa molare (kg/kmol)

CAPACITA' TERMICA MASSICA (CALORE SPECIFICO) DI UNA SOSTANZA

E' UNA CARATTERISTICA DELLA SOSTANZA CHE COSTITUISCE IL SISTEMA ED E' DATA DAL RAPPORTO FRA IL CALORE SCAMBIATO E IL PRODOTTO MASSA x SALTO TERMICO

$$**c = Q / m DT**$$

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

$$**Q = c m DT**$$

CALORE SPECIFICO DI SOLIDI E LIQUIDI

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

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

$$C_v = c_v \times M_m \quad (\text{kJ/kg K} \times \text{kg/kmol})$$

$$C_p = c_p \times M_m$$

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

$$H = E + pV$$

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

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

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

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

$$Dh = c_p DT$$

COME **E**, ANCHE **H** E' FUNZIONE DI STATO

GRANDEZZE TOTALI

V = VOLUME (m^3)

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)

TRASFOR- MAZIONE	EQUAZIONE	LAVORO L	CALORE Q	VARIAZ. E.I. DE
T = COST.	$P_i V_i = P_f V_f$	$- n R T \ln (V_f / V_i)$	- L	0
P = COST.	$V_i / T_i = V_f / T_f$	$- P (V_f - V_i)$	$n C_p (T_f - T_i)$	$n C_v (T_f - T_i)$
V = COST.	$P_i / T_i = P_f / T_f$	0	$n C_v (T_f - T_i)$	Q
ADIABATICA	$P_i V_i^k = P_f V_f^k$	$(P_f V_f - P_i V_i) / (k - 1)$	0	L