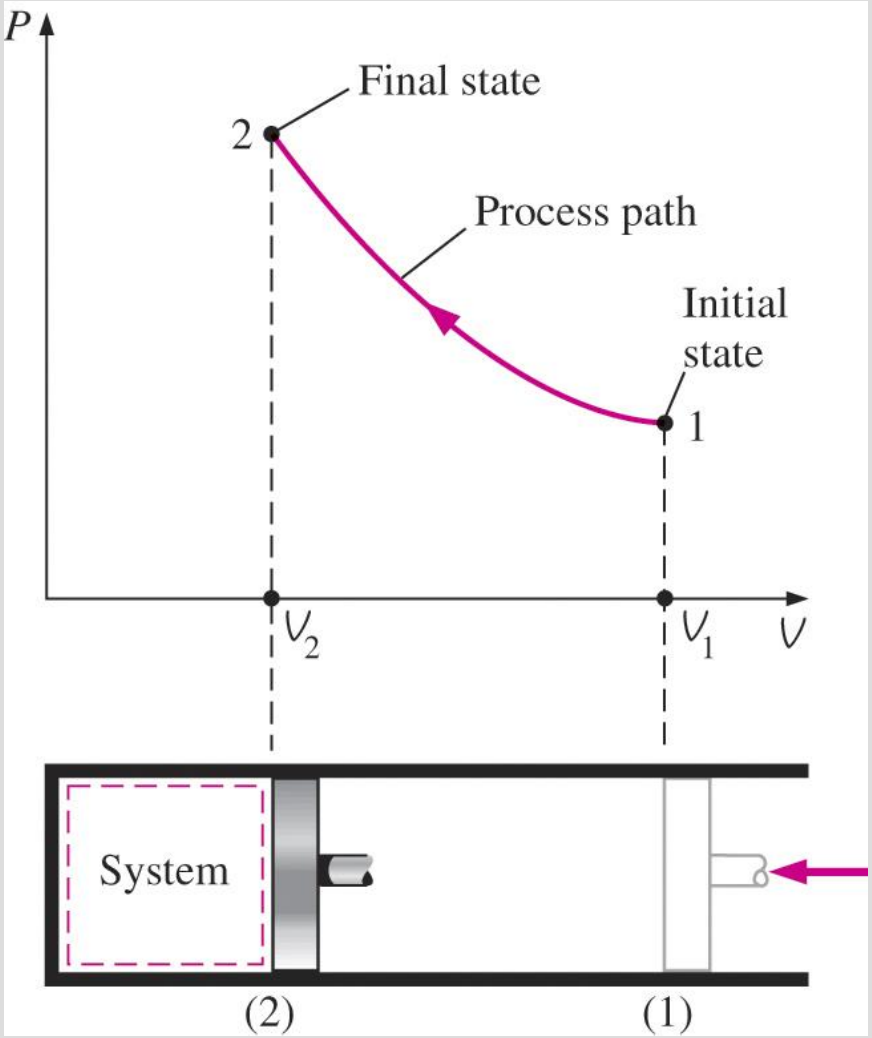
Lavoro di variazione di volume in una trasformazione isoterma

Applicazioni del I principio a trasformazioni notevoli

Con riferimento alla generica trasformazione 1-2:



$$L_{12} = \int_{1}^{2} p \cdot dV$$

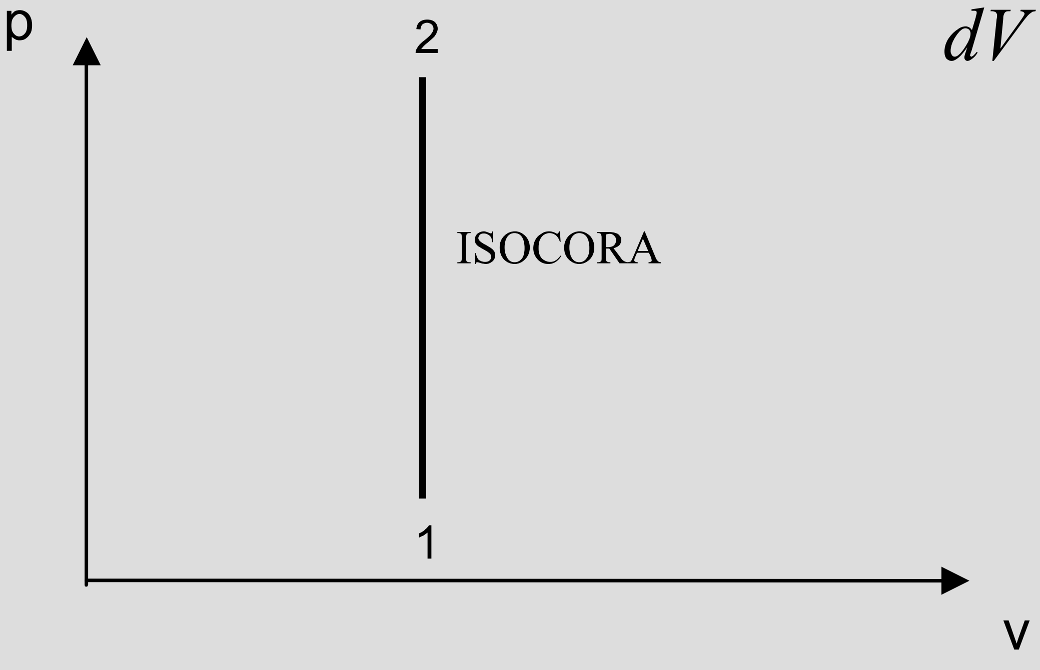
$$l_{12} = \int_{1}^{2} p \cdot dv$$

Applicazioni del I principio a trasformazioni notevoli

Processo ISOCORO

Il caso più semplice è quello di un processo a volume costante, caratterizzato da dv = 0.

Su un diagramma p-v tale trasformazione è rappresentata da un segmento perpendicolare all’asse delle ascisse



$$dV = 0 \Rightarrow dL = p \cdot dV = 0$$

$$L_{12} = \int_1^2 p \cdot dV = 0$$

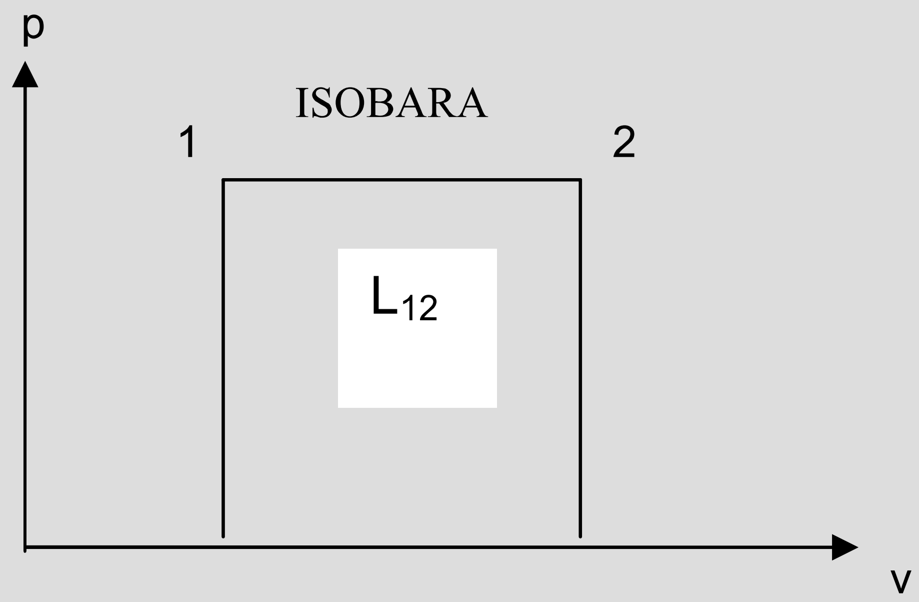
Applicazioni del I principio a trasformazioni notevoli

Processo ISOBARO

$$p = cost. \Rightarrow L_{12} = \int_1^2 p \cdot dV = p \cdot \int_1^2 dV = p(V_2 - V_1)$$

In termini specifici:

$$l_{12} = \int_1^2 p \cdot dv = p \cdot (v_2 - v_1)$$



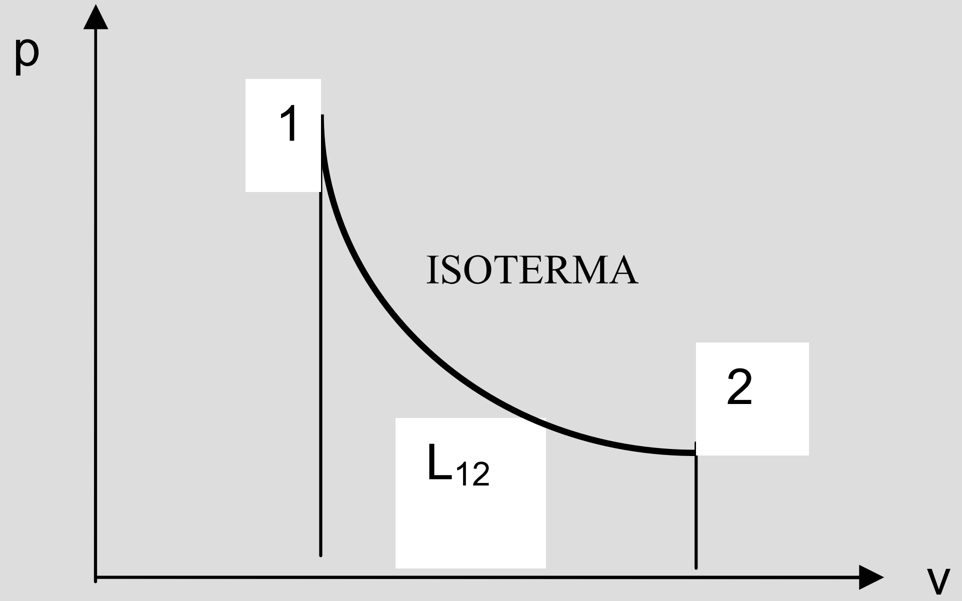
Gas ideali

Processo ISOTERMO DI UN GAS IDEALE

Una trasformazione isoterma è caratterizzata da un valore costante della temperatura del sistema durante l'intero processo.

$$T = \cos t. \Rightarrow p \cdot v = \cos t.$$

Sul piano p-v la trasformazione isoterma di un gas ideale è dunque rappresentata da un'iperbole equilatera



Gas ideali

Il lavoro specifico di espansione/compressione di un gas ideale in una trasformazione isoterma si può calcolare facendo ricorso all'equazione di stato dei gas ideali:

$$pv = RT \quad \Rightarrow \quad p = \frac{RT}{v}$$

$$l_{12} = \int_1^2 p\,dv = \int_1^2 \frac{RT}{v}\,dv = \int_1^2 RT\,\frac{dv}{v} = RT\int_1^2 \frac{dv}{v} = RT\ln\frac{v_2}{v_1}$$

In una trasformazione isoterma, essendo *T* costante, dall'equazione di stato si ha che *RT* è costante, quindi anche *pv* è costante cioè durante la trasformazione il prodotto *pv* è sempre lo stesso (Legge di Boyle):

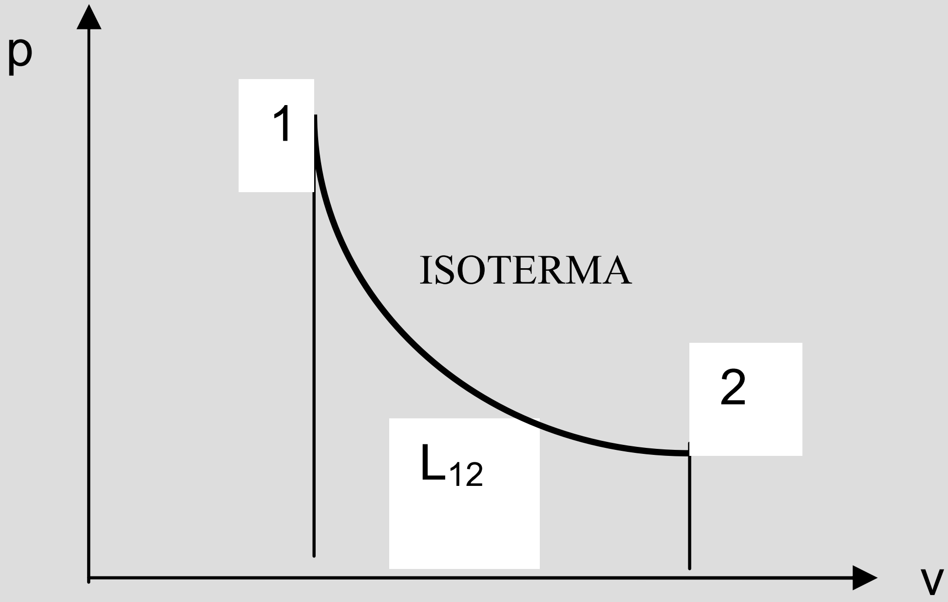
$$pv = RT = \cos t \quad \Rightarrow \quad p_1 v_1 = p_2 v_2 \qquad \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$l_{12} = RT\ln\frac{v_2}{v_1} = RT\ln\frac{p_1}{p_2}$$

Gas ideali

$$l_{12} = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

$$L_{12} = mRT \ln \frac{v_2}{v_1} = mRT \ln \frac{p_1}{p_2}$$



In una trasformazione isoterma l'energia interna del sistema rimane costante (Esperienza di Joule). Ne consegue che l'energia interna è una funzione della sola temperatura:

$$\boldsymbol{U = U(T)}$$

Dall'espressione del I principio, a variazione nulla di temperatura (trasformazione isoterma) corrisponde variazione nulla di energia interna, per cui:

$$\boldsymbol{Q = L} \qquad \boldsymbol{q = l}$$

Calore specifico

Si definisce *"calore specifico"* l'energia termica richiesta per innalzare la temperatura di 1° C o 1 K la temperatura di una massa unitaria di sostanza.

$$c = \frac{dQ}{M \cdot dT}$$

[J/kg K]

$$c = \frac{q}{\Delta T}$$

$$c = \frac{dq}{dT}$$

Calore specifico

In termodinamica interessano due tipi di calore specifico, a seconda del tipo di trasformazione:

-Calore specifico a volume costante $\boldsymbol{c_v}$

-Calore specifico a pressione costante $\boldsymbol{c_p}$

Si definisce *"calore specifico a volume costante"* l'energia termica richiesta per innalzare la temperatura di 1° C o 1 K la temperatura di una massa unitaria di sostanza, mantenendone costante il volume.

Si definisce *"calore specifico a pressione costante"* l'energia termica richiesta per innalzare la temperatura di 1° C o 1 K la temperatura di una massa unitaria di sostanza, mantenendone costante la pressione.

Calore specifico a volume costante

$$du = dq - dl$$

Se la trasformazione è a volume costante $dl = 0$, quindi:

$$du = dq$$

Essendo $c = \dfrac{dq}{dT}$, si può scrivere:

$$c_v = \frac{du}{dT}$$

Calore specifico a pressione costante

$$du = dq - dl$$

Se la trasformazione è a pressione costante ***dl* = *pdv***, quindi:

$$du = dq - pdv$$

$$u_2 - u_1 = q - p(v_2 - v_1)$$

$$q = u_2 - u_1 - p(v_2 - v_1) = h_2 - h_1$$

$$q = h_2 - h_1$$

Essendo $c = \dfrac{dq}{dT}$, si può scrivere: $c_p = \dfrac{dh}{dT}$

Relazione di Mayer tra i calori specifici

Partendo dalla definizione di entalpia

$$H = U + pV$$

$$h = u + pv$$

Ma, dall'equazione di stato, $pv = RT$, quindi:

$$h = u + RT$$

In termini differenziali:

$$dh = du + RdT$$

Divido per dT primo e secondo membro:

$$\frac{dh}{dT} = \frac{du}{dT} + R$$

$$\boldsymbol{c_p = c_v + R}$$

$c_p = c_v$ sempre essendo $R>0$