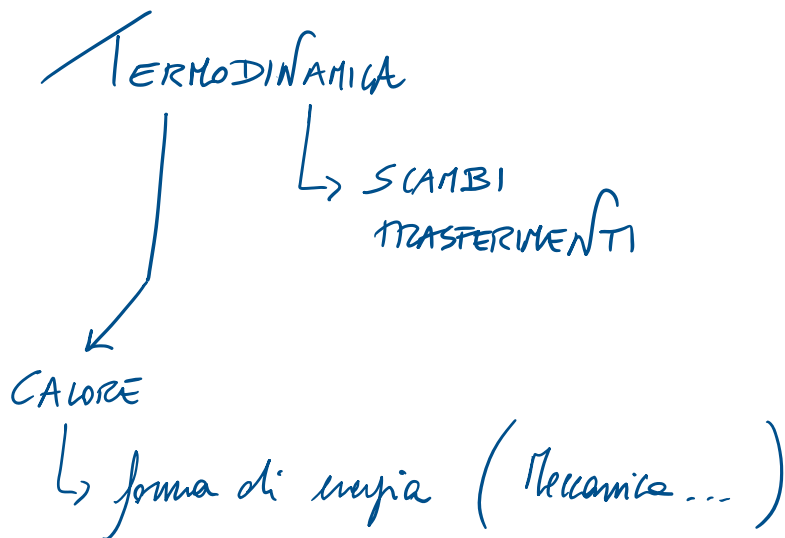


Lezione # 17

14/05/2025



Fenomenologica vs Statistica

- Una nuova grandezza fisica

Temperatura $\Rightarrow T$

è una grandezza scalare

$$[T] = \text{Kelvin} = K$$

Sistema SI

$$\left\{ \begin{array}{l} m \\ K \\ s \\ \pi \leftarrow \\ \text{Ampere} \\ \text{mole} \leftarrow \\ \text{Candela} \end{array} \right.$$

$$T \rightarrow \infty$$

ma invece $T \rightarrow 0 K$ (zero assoluto)

$$\text{Prima del big bang} \left\{ \begin{array}{l} T = 10^{39} K \\ T = 3 K \end{array} \right.$$

$$T_{\text{Celsius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273,15^{\circ}$$

Principio 0 Termodinamica

"Se due corpi A e B si trovano in equilibrio termico con un terzo corpo C allora sono in equilibrio tra loro"

Lo scambio di energia termica (calore) avviene solo se i corpi hanno una temperatura diversa. Quando $T_A = T_B \Rightarrow$ eq. termico

DEFINIZIONE

AMBIENTE - SISTEMA

1) SISTEMA S
AMBIENTE A

$$T_S > T_A$$

$$Q_S \rightarrow Q_A$$

calore ceduto dal sistema

$$Q < 0$$

questo trasferimento avviene fino a che $T_S \equiv T_A$

2) $T_S < T_A$

$$Q_A \rightarrow Q_S$$

calore assorbito dal sistema

$$Q > 0$$

3) $T_A = T_S \Rightarrow$ nessuno scambio di calore

$$Q = 0$$

Calore è una forma di energia

$$[Q] = \text{Joule} = J$$

si utilizza spesso anche un'altro unità di misura

$$[Q] = \text{caloria} = \text{cal}$$

1 cal = la quantità di calore necessaria ad
innalzare la temperatura corporea di un
grado nel range $14,5^\circ \rightarrow 15,5^\circ$

$$1 \text{ cal} = 4,185$$

TRASMISSIONE DEL CALORE $Q(T)$?

$$Q = C \Delta T = C (T_f - T_i)$$

$\downarrow$ Temp. finale $\rightarrow$ Temp. iniziale

$\rightarrow$ Capacità termica

proprietà intrinseca legata alle
"facilità" di assorbire/cedere calore

A parità ΔT se

$$C \nearrow \Rightarrow Q = C \Delta T$$

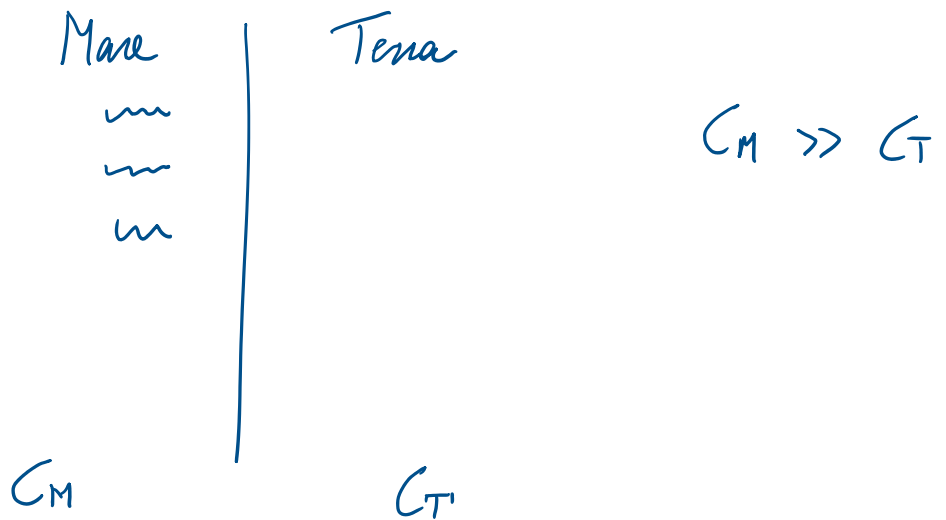
$\uparrow$ $\uparrow$ $\nwarrow$
 Q

in pratica si se

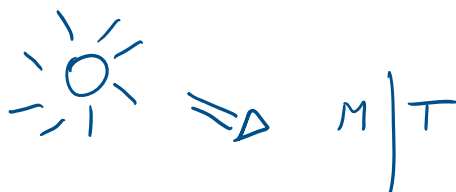
$$\left\{ \begin{array}{l} C \uparrow \Rightarrow Q = C \Delta T \\ C \downarrow \Rightarrow Q = C \Delta T \end{array} \right.$$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 $Q \nearrow$
 $Q \searrow$

Esempio Mare / Terra



Di fronte al giorno



Q data dal sole ha un effetto molto diverso

$$Q = C_M \Delta T_M \quad \text{se } C_M \gg 0 \Rightarrow \Delta T_M \ll 0$$

$\uparrow$ piccolo

il mare non cambia Temperatura

Sulla spiaggia

$$Q = C_T \Delta T_T \quad C_T \ll C_M$$

$$\Delta T_T \gg 0$$

la Terra si scalda molto di più

Di notte il calore assorbito viene ceduto dal mare e Terra

$$Q_M = C_M \Delta T_M$$

$\uparrow$ $\uparrow$
grande piccolo

$\rightarrow$ calore ceduto piccolo

ΔT piccolo

mare rimane "Tiepido"

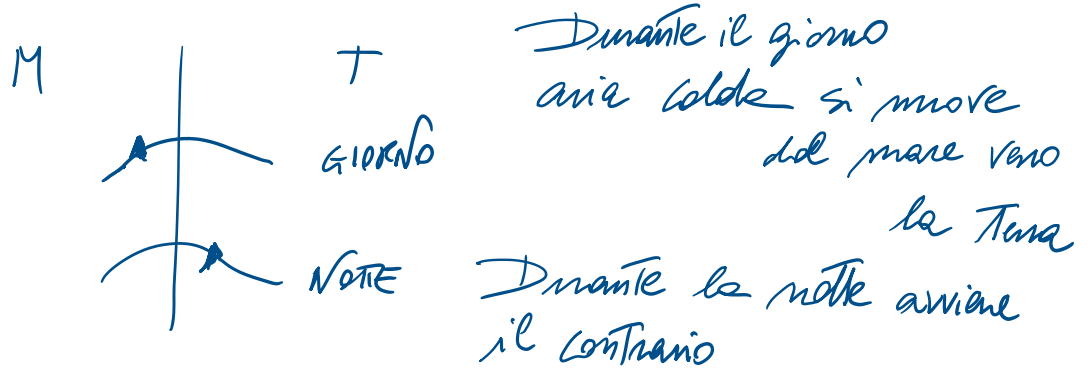
$$Q_T = C_T \Delta T_T \rightarrow \Delta T + \text{grande}$$

$\downarrow$
 $\hookrightarrow$ piccolo

Terra si raffredda + rapidamente

Terra si raffredda + rapidamente

Terra + freddo del mare



$$Q = mc$$

↑
massa

→ calore specifico

$$Q = C \Delta T = mc \Delta T$$

- Lavoro -

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

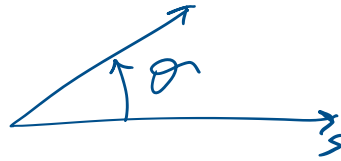
↑
scalare

→ spostamento

→ prodotto scalare

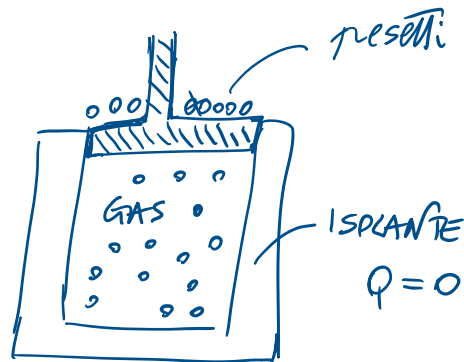
$\vec{F}$

$$L = F s \cos \theta$$



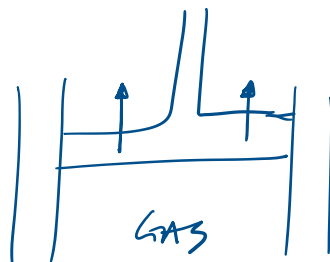
$$[L] = \text{Joule} = \text{J}$$

In Termodinamica



$$F_P = F_G$$

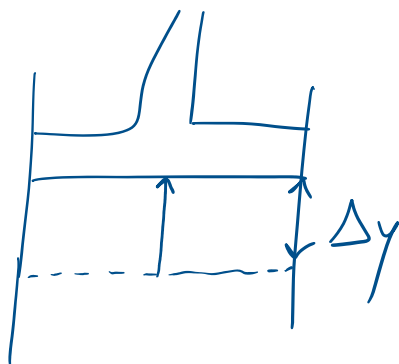
Supponiamo di perturbare il sistema alzando il pistone



$$F_P < F_G$$

F_G compie un lavoro sul pistone per uno spostamento

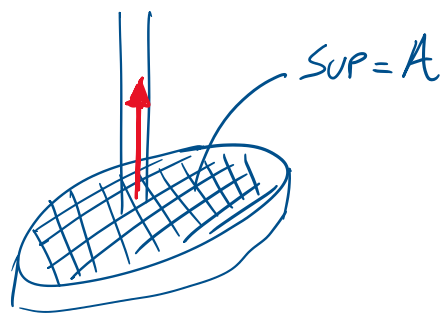
Δy



$\uparrow F_G$

$$L_G = F_G \Delta y \cos \theta$$

$$L_G = F_G \Delta y$$



$$\Delta G = P_G \Delta y$$

$$= P_G A \Delta y$$

$$\left(P = \frac{F}{A} \right)$$

$$= P_G \Delta V$$



$$\boxed{\Delta G = P_G \Delta V}$$

Lavoro Termodinamico

$$\Delta G = P_G (V_f - V_i)$$



se avviene a pressione costante

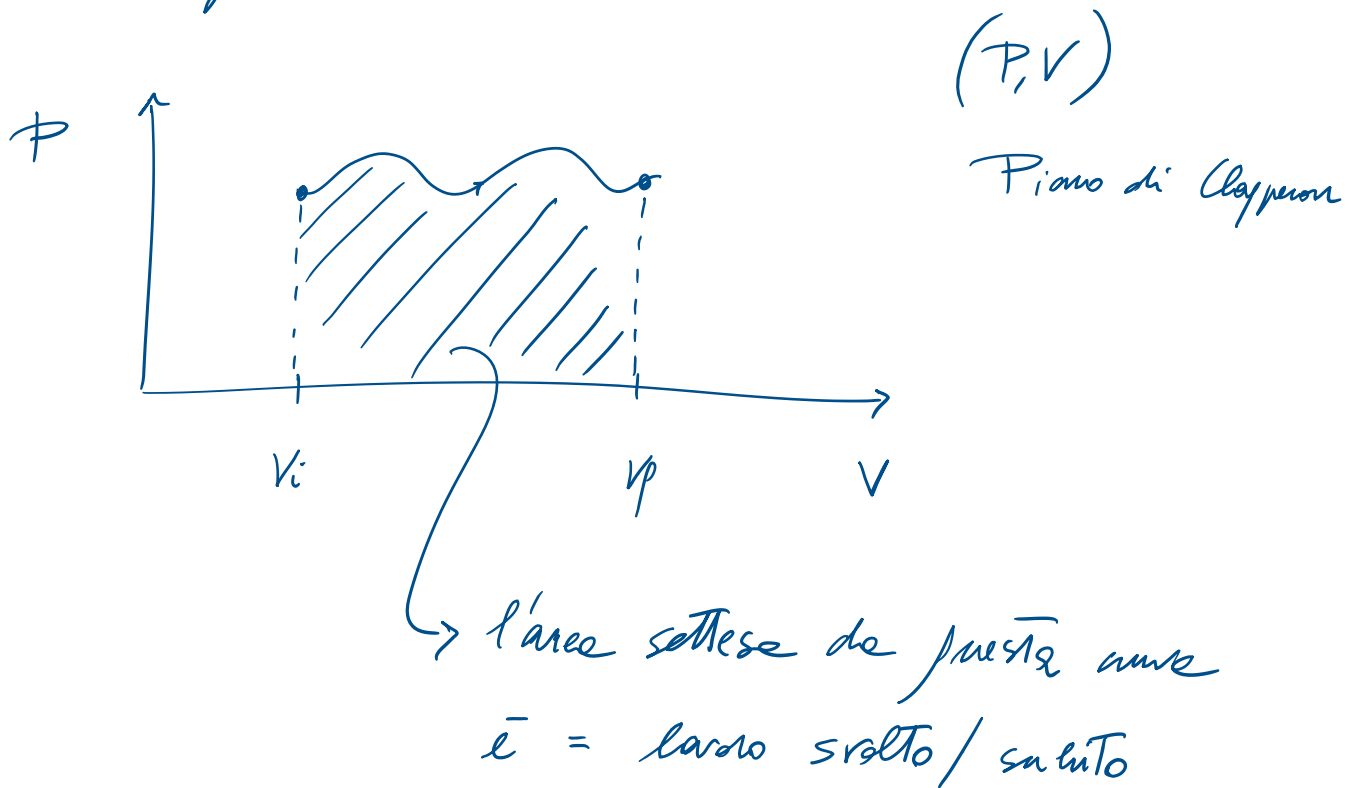
In generale

$$\Delta = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

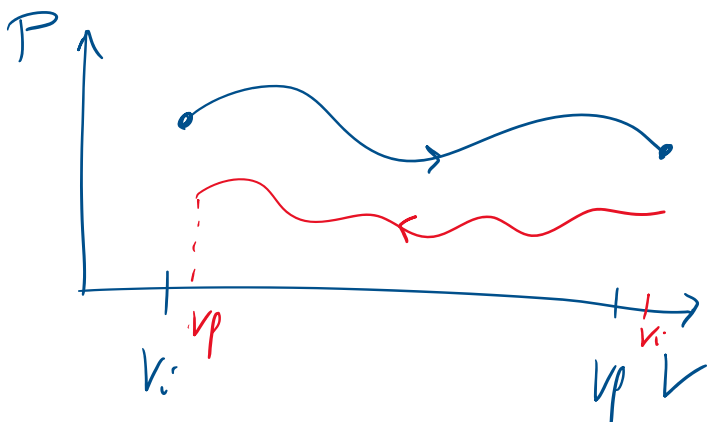
Se abbiamo più forze che compiono lavoro:

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= L_1 + L_2 + \dots + L_n = P_1 \Delta V_1 + P_2 \Delta V_2 + \dots \\ &\quad + P_n \Delta V_n \end{aligned}$$

Rappresentazione grafica del lavoro

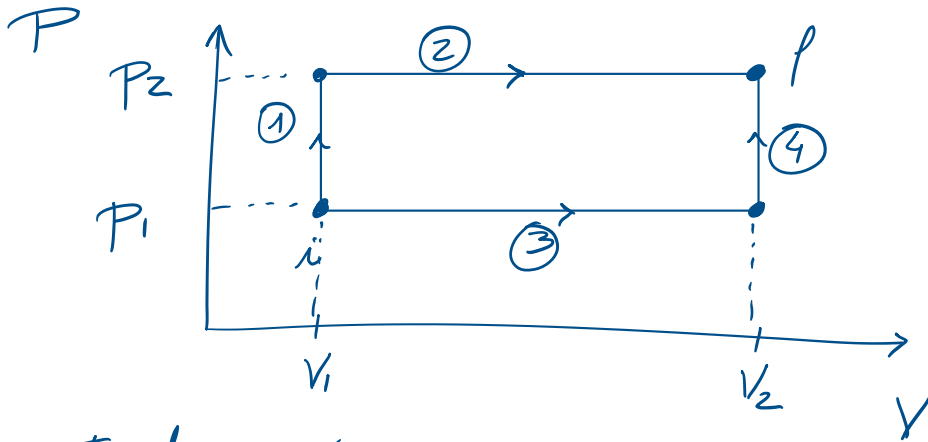


Quando il lavoro viene svolto dal sistema $L > 0$
 " " " " " sul " $L < 0$



Se $V_p > V_i \Rightarrow L > 0$
 $V_p < V_i \Rightarrow L < 0$

- Il lavoro dipende dalla Traiettorie nel piano (P, V) o solo dalle posizioni iniziale e finale?



Due Trasformazioni $A : ① + ②$

$B : ③ + ④$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_2 = 4V_1 \\ P_2 = 2P_1 \\ V_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \\ P_1 = 2 \text{ Pa} \end{array} \right.$$

$$L_A = L_1 + L_2$$

$$L_B = L_3 + L_4$$

$$L_A = \underbrace{L_1}_0 + P_2(4V_1 - V_1) = P_2 \cdot 3V_1 = 2P_1 \cdot 3V_1 = 6P_1V_1$$

($V_i = V_f \Rightarrow \Delta V = 0$; tr. isocora)

$$L_B = P_1(V_2 - V_1) + \underbrace{L_4}_0 = P_1(4V_1 - V_1) = P_1 \cdot 3V_1 = 3P_1V_1$$

$$\mathcal{L}_B = p_1 (V_2 - V_1) + \mathcal{L}_q = p_1 (4V_1 - V_1) = p_1 3V_1 = 3p_1 V_1$$

$\begin{matrix} \parallel \\ 0 \end{matrix} \quad (V_f = V_i \Rightarrow \Delta V = 0)$

$$\mathcal{L}_A = 6p_1 V_1 \neq \mathcal{L}_B = 3p_1 V_1$$

$\mathcal{L}_A = 2\mathcal{L}_B$ il lavoro dipende dalla Trasformazione !!!

