Lezione 18 12/02/2026

martedì 12 maggio 2026 14:32

Lezione #18

12/05/2026

Prossima lezione 13/05/26 ONLINE 14:30

" 19/05/26 " 16:30

" 20/05/26 IN PRESENZA (14:30)

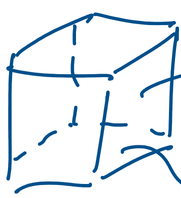
(SIMULAZIONE II^{e} PROVA IN ITINERE) $\boxed{\text{AULA 14}}$

$\underbrace{\text{TERMO}}_{\downarrow}\underbrace{\text{DINAMICA}}_{\to \text{ Scambi di calore}}$

Energia: Calore

Descrizione macroscopica in quanto da un p.to di vista microscopico $\Rightarrow$ # di particelle impossibile da trattare analiticamente

(ad. esempio



aria

10^{25} particelle

$\Rightarrow$ Valori medi delle grandezze $\Rightarrow$ Macroscopico

$\Rightarrow$ Statistico $\Rightarrow$ Probabilistico

- Nuova grandezza fondamentale:

Temperatura

$T \Rightarrow$ grandezza scalare

$[T]$ = Kelvin = K

SISTEMA INTERNAZIONALE

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura
lunghezza	l	metro	m
massa	m	kilogrammo	kg
tempo	t	secondo	s
corrente elettrica	I	ampere	A
temperatura	T	kelvin	K
quantità di sostanza	n	mole	mol
intensità luminosa	i_v	candela	cd

T: 2, l'energia delle particelle

$T \nearrow \infty$

$T \searrow 0\,K$

Subito prima del big bang $\begin{cases} T = 10^{39}\,K \\ T = 3\,K \end{cases}$

Come passare $T_{Celsius} = T_{Kelvin} - 273{,}15°$

Principio 0 della Termodinamica:

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

Lo scambio di calore (energia termica) avviene solo se i corpi hanno una temperatura diversa

Equilibrio termico $\Rightarrow T_A = T_B$

DEFINIZIONE SISTEMA - AMBIENTE

S A

1) $T_S > T_A$ $\qquad Q_S \to Q_A$

calore è ceduto dal sistema

$Q < 0$

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

2) $T_S < T_A$ $\qquad Q_A \to Q_S$

calore assorbito dal sistema

$Q > 0$

3) $T_S = T_A \Rightarrow Q = 0$

Il calore è una forma di energia:

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

alternativamente Q si può esprimere anche

$[Q] = \text{cal}$

1 cal = la quantità di calore necessaria ad innalzare la temperatura del corpo di un grado centigrado $[14{,}5° \to 15{,}5°]$

$1 \text{ cal} = 4{,}18 \text{ J}$

1 cal = 4,18 J

Quale è la relazione che lega Q e T?

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

T_f → Temperatura finale

T_i → Temperatura iniziale

C → Capacità Termica

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

C = calore necessario per far aumentare la T di 1 K
($\Delta T = 1K$)

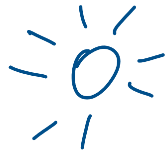
C → è una proprietà intrinseca
→ all'inerzia al cambiamento di temperatura.

Esempio Mare vs Terra

MARE | TERRA

C_M | C_T

$C_M \gg C_T$

Durante il giorno  $\Rightarrow Q$

$$Q = C_M \, \Delta T_M$$

se $C_M \gg C_T$

$\Downarrow$

$\Delta T_M \ll \Delta T_T$

Mare temp. + bassa della sabbia

$$Q = C_T \, \Delta T_T$$

$\Delta T_T \gg \Delta T_M$

Durante la notte

↳ Calore viene ceduto

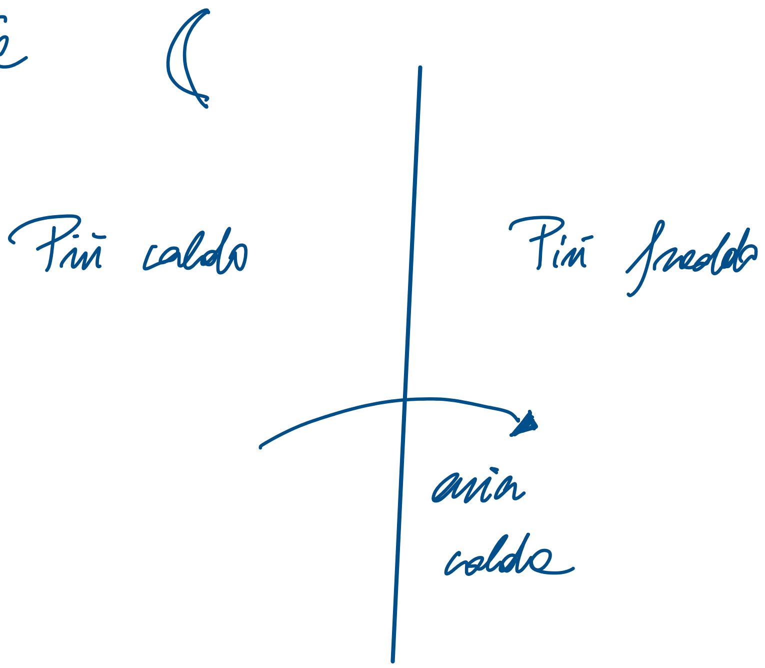
$Q_{ced} = C_M \Delta T_M$ $\qquad\qquad$ $Q_{ced} = C_T \Delta T_T$

se $C_M >> C_T \Rightarrow \Delta T_M << \Delta T_M$

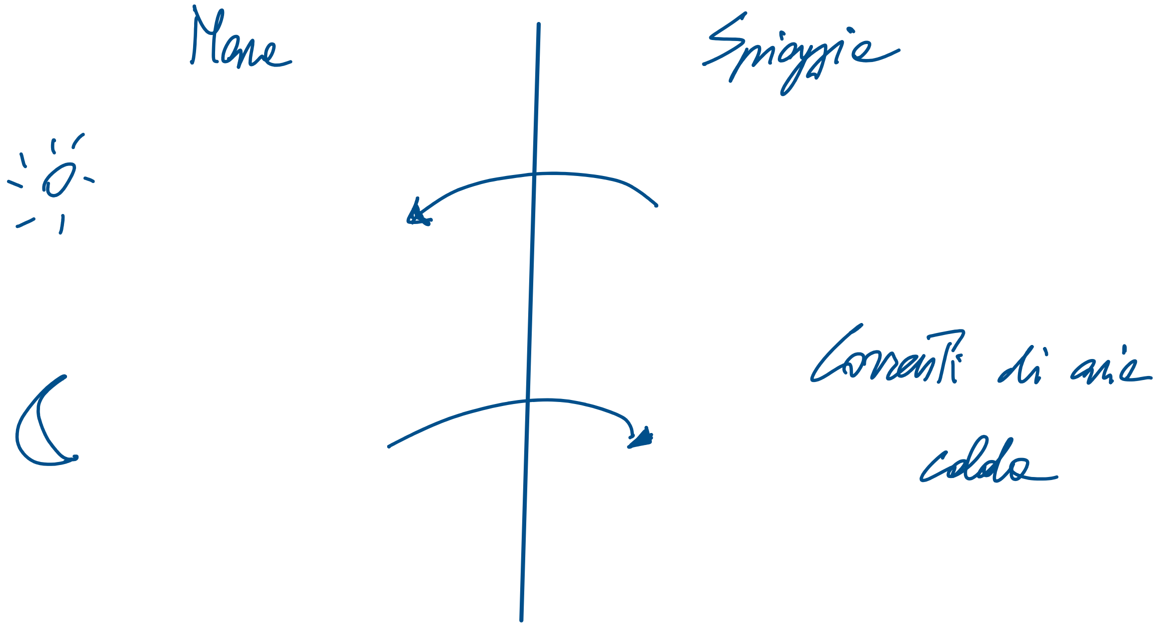
$\Downarrow$

la variazione di Temp. del mare è + bassa che della terra

Di Notte

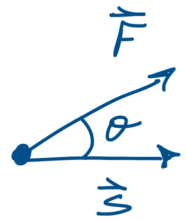


Durante il giorno il contrario:



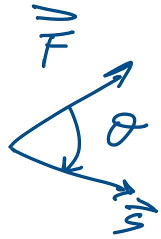
Lavoro svolto da una forza

$$L = \vec{F}\cdot\vec{s} \quad \sim \text{spostamento}$$



prodotto scalare

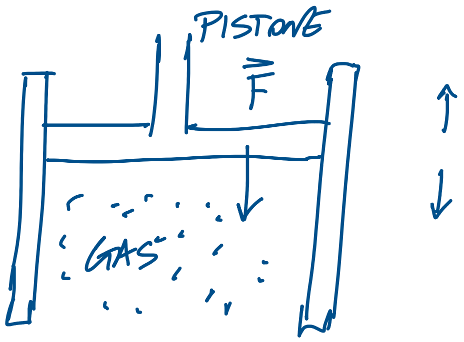
$$\boxed{L = \vec{F}\cdot\vec{s} = F s \cos\theta}$$

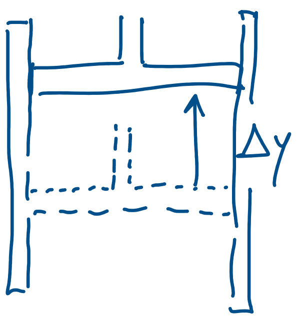


$$[L] = \text{Joule} = J$$

In un contesto di Termodinamica:

Lavoro





F_G

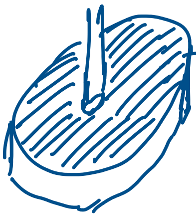
$$L_G = \vec{F}_G\cdot\vec{s} = F\,\underbrace{s}_{\Delta y}\,\underbrace{\cos\theta}_{1}$$

$\Delta y \quad 1$

$\vec{F}_G \quad \Delta y$

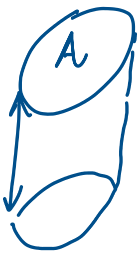
$\theta = 0 \Rightarrow \cos\theta = 1$

$$L_G = F_G \Delta y = p_G A \Delta y$$



A
sezione del pistone

$$\Rightarrow F = pA$$



Δy A

$$L_G = p_G \underbrace{A \Delta y}_{\Delta V} = p_G \Delta V$$

$$\boxed{L = p\Delta V = p(V_f - V_i)}$$

Se la pressione è costante

In generale, si può dimostrare:

$$\boxed{L = \int_{V_i}^{V_f} p\,dV}$$

In generale se ho più $\vec{F}$ che agiscono

$$L_{TOT} = L_1 + L_2 + \dots + L_n = p_1 \Delta V_1 + p_2 \Delta V_2 + \dots + p_n \Delta V_n$$

Il lavoro può essere:

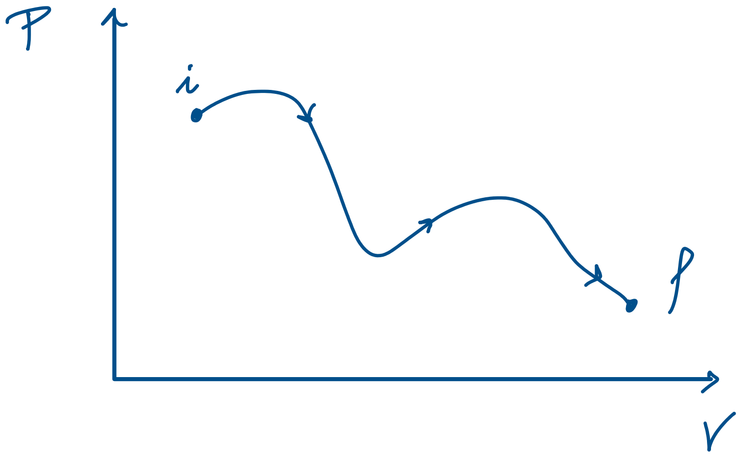
1) $L > 0$ se $\Delta V > 0 \Rightarrow V_f - V_i > 0 \Rightarrow V_f > V_i$

se $V_f > V_i \Rightarrow$ espansione $\Rightarrow L > 0$

2) $L < 0$ se $\Delta V < 0 \Rightarrow V_f - V_i < 0 \Rightarrow V_f < V_i$

se $V_f < V_i \Rightarrow$ compressione $\Rightarrow L < 0$

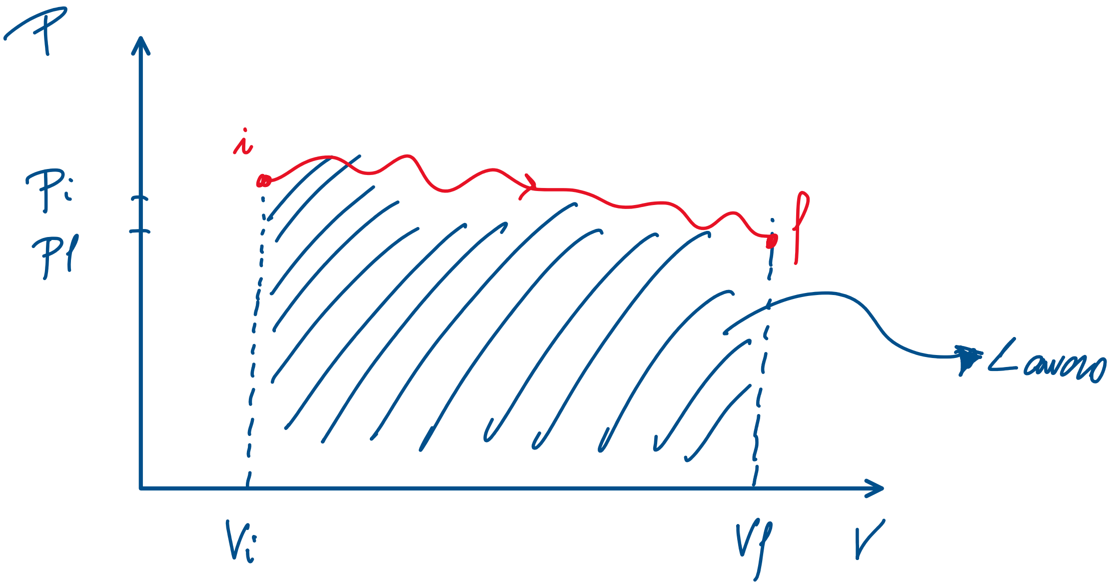
Le Trasformazioni Termodinamiche si rappresentano in un piano di Clapeyron (P, V)



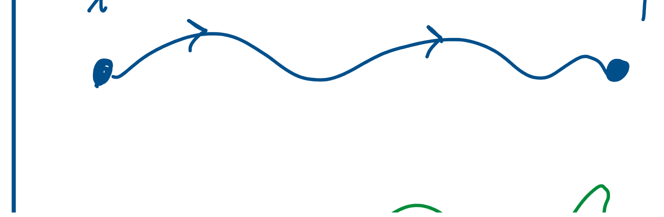
(P,V)

Ogni trasformazione termodinamica può essere rappresentata in (P,V) in cui sono riportati gli stati iniziali e finali

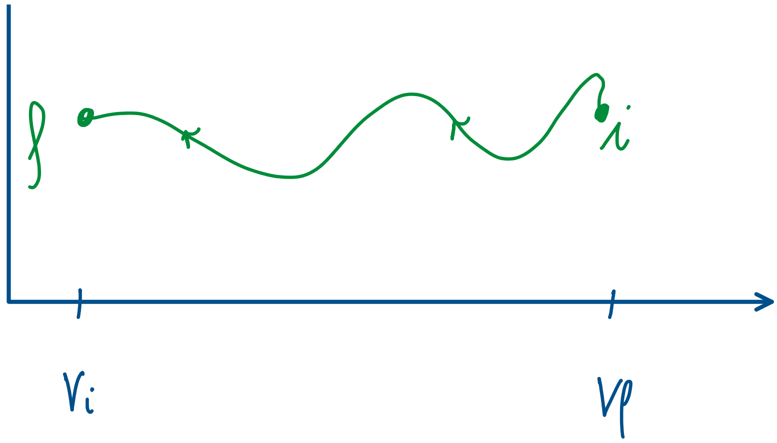
Rappresentazione grafica del lavoro



Dato che $L = \int p\,dV$ ⇒ l'area sottesa dalla curva P(V)



$L > 0$

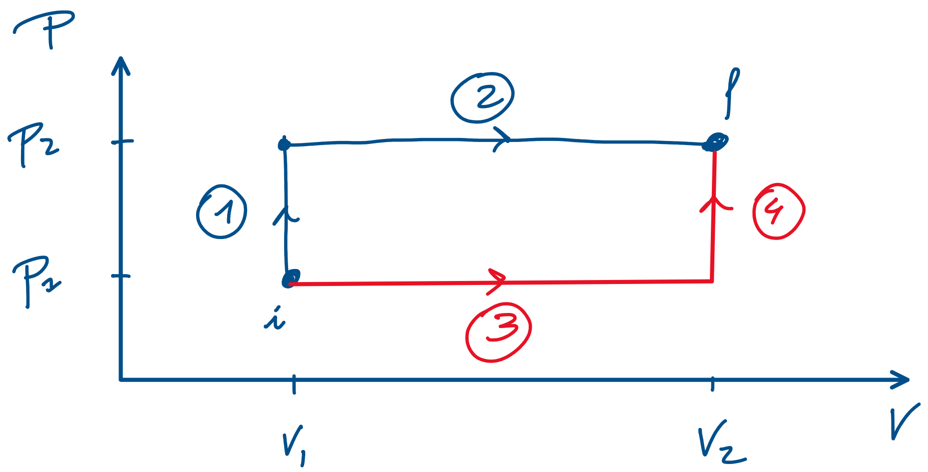


$\mathcal{L} < 0$

Una importante proprietà del lavoro svolto ($\mathcal{L} > 0$) che subito è che DIPENDE DALLA TRAIETTORIA nel piano (P,V)

" TRASFORMAZIONE SEGUITA

Dimostriamolo in un caso semplice:



$P_1 = P$

$P_2 = 2P$

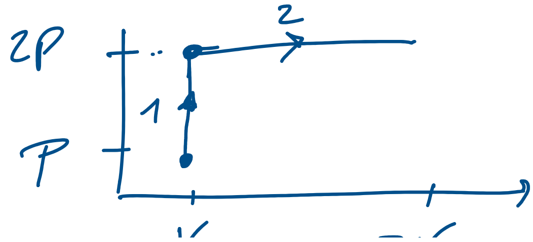
$V_1 = V$

$V_2 = 3V$

Due trasformazioni: 1 + 2

3 + 4

$$\mathcal{L}_{12} = \mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2$$



$$\mathcal{L}_1 = p\Delta V = 0$$

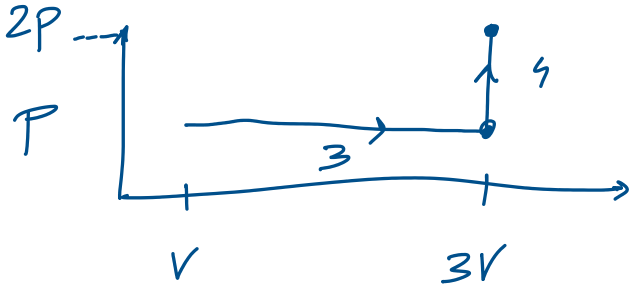
$$L_1 = p\Delta V = 0$$

$$\Delta V = 0$$

$$L_2 = 2p(3V - V) = 4pV$$

$$\boxed{L_{12} = 4pV}$$

L_{34}:



$$L_{34} = L_3 + L_4$$
$$= p(3V - V) + 0$$
$$= 2pV$$

$L_4 = p\Delta V$ ma $\Delta V = 0$

$$\boxed{L_{34} = 2pV}$$

$L_{12} = 4pV \neq L_{34} = 2pV$ Il lavoro è diverso tra 12 e 34

Il lavoro dipende dal percorso (Traiettoria, Trasformazione) non solo da stato iniziale e finale!!!