

Lezione #18

20/05/2025

- Attenzione Giovedì 22/05/25 2 lezioni aggiuntive

9-13 (2 ore Teoria)

(1,30 esercitazioni)

PRIMO PRINCIPIO TERMODINAMICA

$$\Delta E_{int} = Q - L$$

↓
calore

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

 $Q > 0$ ass.

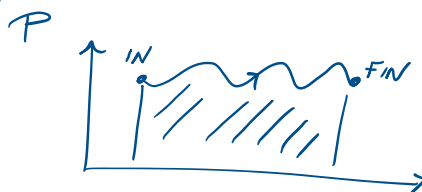
 $Q < 0$ ceduto

Q dipende dalle
trasf.

 $L > 0$ svolto

 $L < 0$ subito

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



$$\Delta E_{\text{int}}$$



la variazione di energia interna del sistema

•) è una f^{me} di stato (non dipende dalla Trasformazione ma solo da stato iniziale e finale)

••) $E_{\text{int}} = f(T)$ è una f^{me} solamente della Temperatura
 ↑
 Temperatura

$$\boxed{\Delta E_{\text{int}} = Q - L}$$

se singolarmente sia Q che L dipendessero dalla Trasformazione la loro differenza No!

$$[\Delta E_{\text{int}}] = \text{Scalare} = \text{S} \quad \text{è inv.}$$

$$[L] = \text{Scalare} = \text{S} \quad " \quad "$$

Per la prima volta viene definito il calore come forma di

magia.

- Consideriamo alcune trasformazioni "classiche"

1) Trasformazione isocora
↓
STESSO VOLUME

$$V = \text{cost.}$$

$$V_i = V_f \quad \Delta V = 0$$

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - L$$

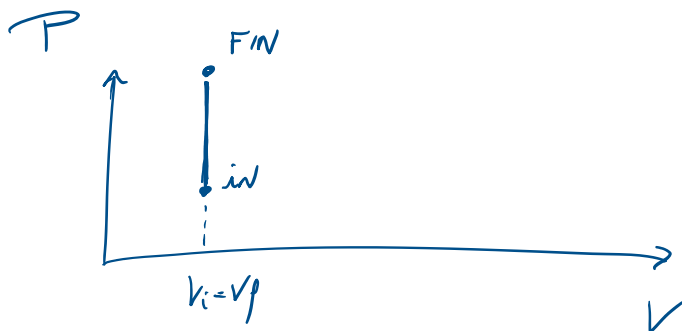
$$\text{se } \Delta V = 0 \Rightarrow L = 0$$

$$\boxed{\Delta E_{\text{int}} = Q}$$

Tutto il calore

$$Q > 0 \text{ assorbito} \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} \nearrow$$

$$Q < 0 \text{ ceduto} \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} \searrow$$



2) TRASFORMAZIONE ADIABATICA:

$$\hookrightarrow Q = 0$$

(SISTEMA E^- ISOLATO
CON L'ESTERNO NON PUÒ NE
ASSORBIRE NE CEDERE Q)

CON L'ESTERNO NON PUO' NE' ASSORBIRE NE' CEDERE Q)

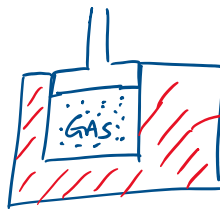
$$\Delta E_{INT} = \cancel{Q} - L$$

↑
T

$$\Delta E_{INT} = -L$$

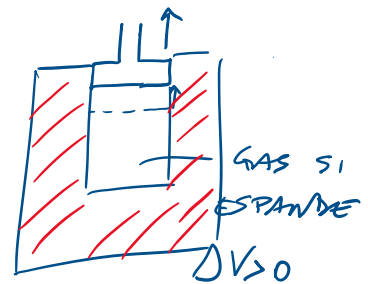
tutto il lavoro svolto $\Rightarrow \Delta E_{INT}$!

Ad esempio



ISOLANTE
 $Q = 0$

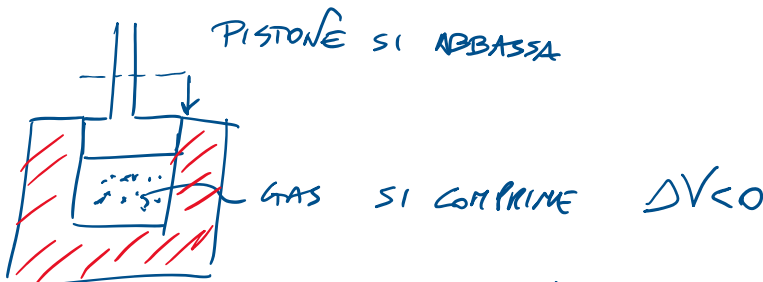
a) se



$$L > 0 \Rightarrow \Delta E_{INT} = -L$$

$\Rightarrow \Delta E_{INT}$ diminuisce

b) se



$$\Rightarrow L < 0 \Rightarrow \Delta E_{INT} = -L \Rightarrow \Delta E_{INT} \nearrow$$

$\Rightarrow$ Temperatura aumenta

3) TRASFORMAZIONE ISOTERMA ($T = \text{cost.}$)

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - L$$

$$\text{se } T = \text{cost} \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} = 0$$

$$\Rightarrow 0 = Q - L \Rightarrow \boxed{Q = L}$$

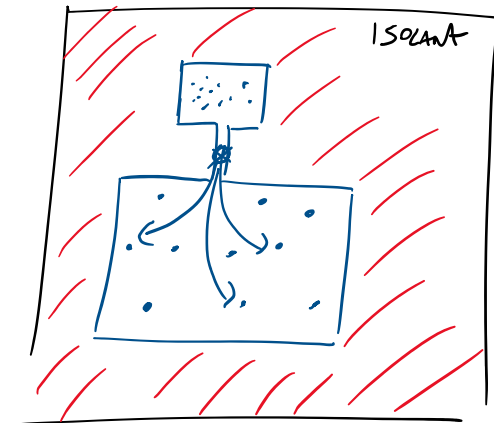
In una trasf. isoterma tutto il calore assorbito/ceduto si trasforma in lavoro svolto/sovrato e viceversa

4) ESPANSIONE LIBERA DI UN GAS

$$Q = 0 \quad (\text{SISTEMA È ISOLATO})$$

+

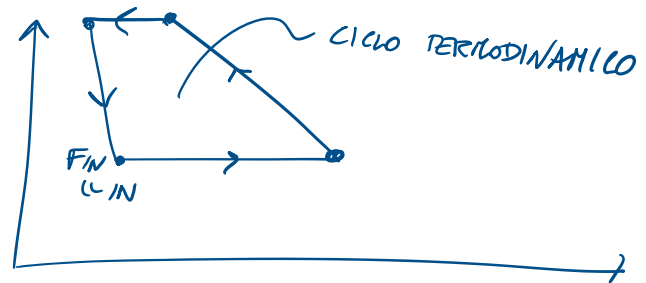
$$L = 0$$



$$\Delta E_{\text{int}} = Q - L$$
$$\begin{matrix} \parallel & \parallel \\ 0 & 0 \end{matrix}$$

$$\boxed{\Delta E_{\text{int}} = 0}$$

Una serie di Trasformazioni Termodinamiche tali che lo stato iniziale coincide con lo stato finale è definito un CICLO TERMODINAMICO



Se ΔE_{int} dipende solo dallo stato $\Leftrightarrow$ in un ciclo termodinamico

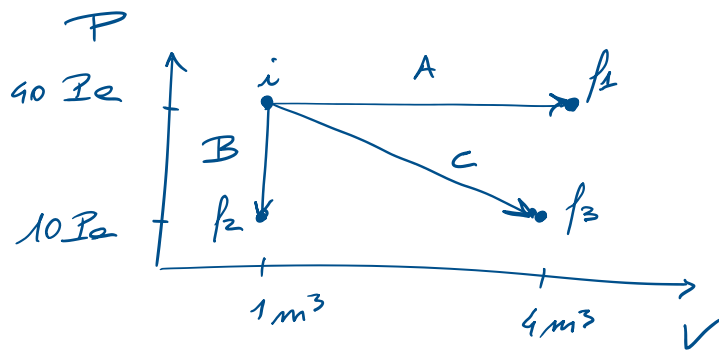
$$\Delta E_{int}(\text{ciclo}) = 0$$

$$\Rightarrow \text{in un ciclo} \quad 0 = Q - L$$

$$\boxed{Q = L}$$

Esercizio 37 (Hallyday - Resnick)

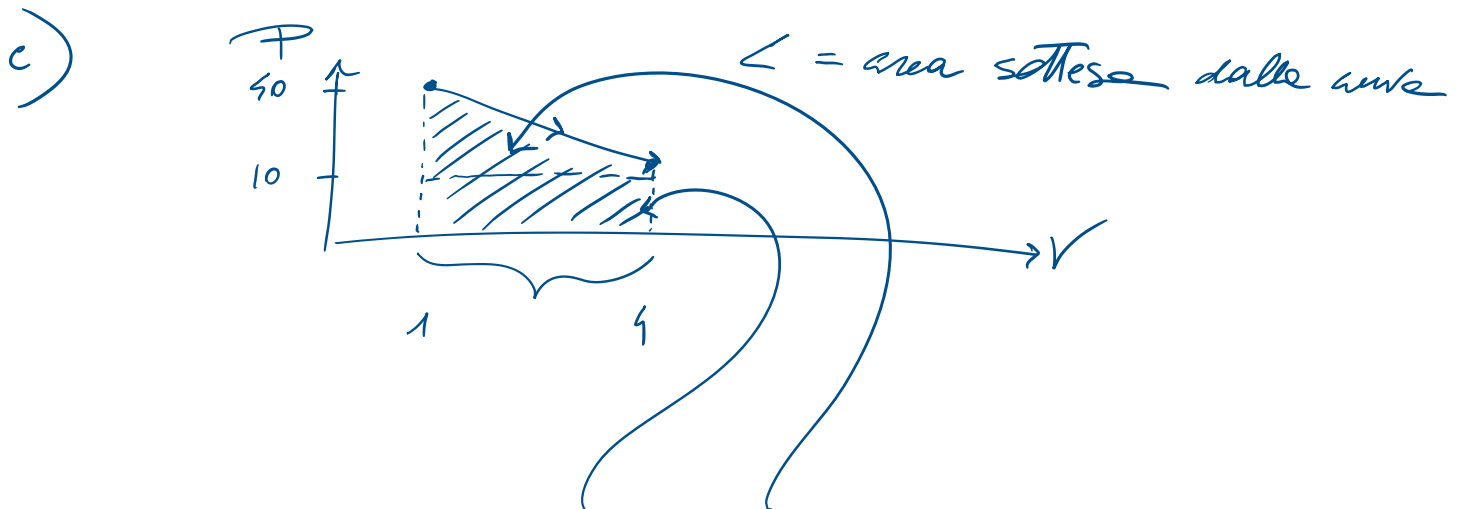
Un gas si espande da 1 m^3 a 4 m^3 mentre la pressione P varia da 40 Pa a 10 Pa . Quanto lavoro compie il gas lungo le trasformazioni A) B) C)



A) ISOBARA $P = \text{cost} = 40 \text{ Pa}$

$$\begin{aligned} \Delta &= P \Delta V = P(V_f - V_i) = \\ &= 40(4 - 1) = 120 \text{ J} \end{aligned}$$

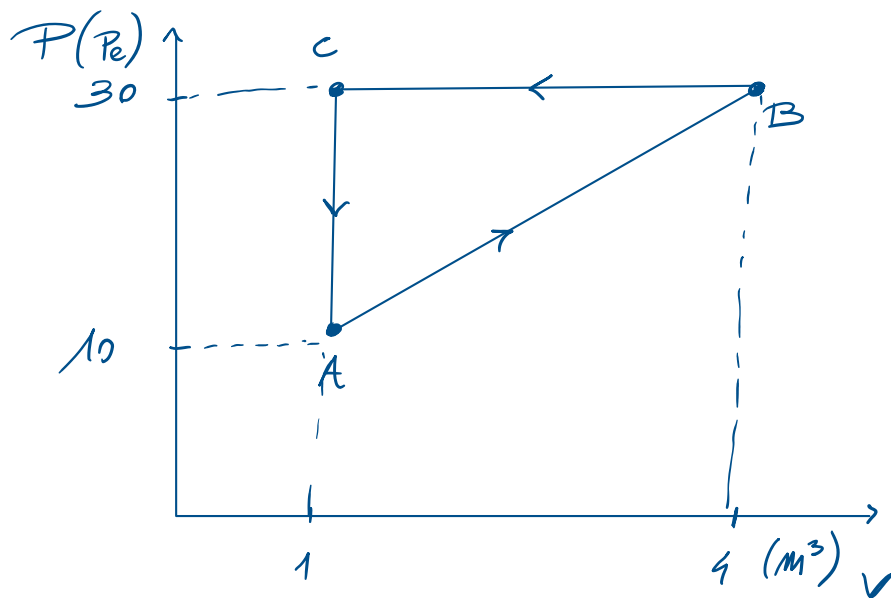
B) ISOCORA $\Delta V = 0 \Rightarrow \Delta = 0 \text{ J}$



$$\Delta = \text{area sottesa} = 3 \cdot 10 + 3 \cdot 30 \frac{1}{2} = 75 \text{ J}$$

$$\Delta = 75 \text{ J}$$

Esercizio 39 (Hally day - Pernick)



1) Quanto vale il Q_{TOT} fornito al sistema durante un ciclo completo
($i=1$)

$$Q_{TOT} = Q_{ASS} + Q_{CED}$$

Dal momento che è un ciclo Termodinamico

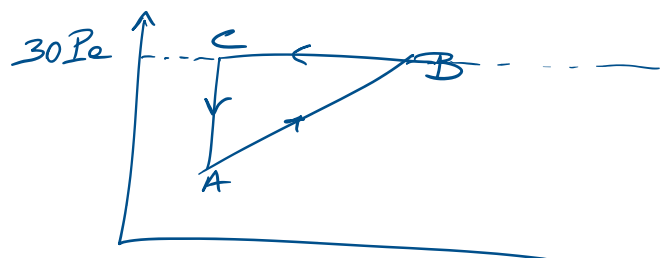
⇓

$$\Delta E_{int} = Q - L$$

$$\Delta E_{int} = 0$$

$$\boxed{Q = L} \quad \text{in un ciclo}$$

$$Q_{TOT} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA}$$



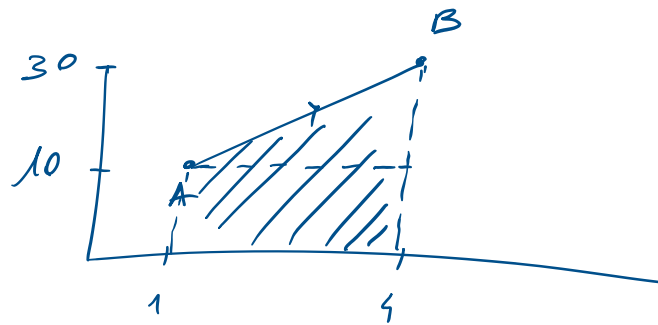
$$CA = \text{isocora} \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow L_{CA} = 0$$

$$BC = \text{isobara} \Rightarrow P = \text{cost.} \Rightarrow \angle_{BC} = P \Delta V = P (V_C - V_B)$$

$$= 30(1-4) = -90 \text{ J}$$

(Dato che $V_C < V_B \Rightarrow$ compressione $\Rightarrow \angle$ subito $\Rightarrow \angle < 0$)

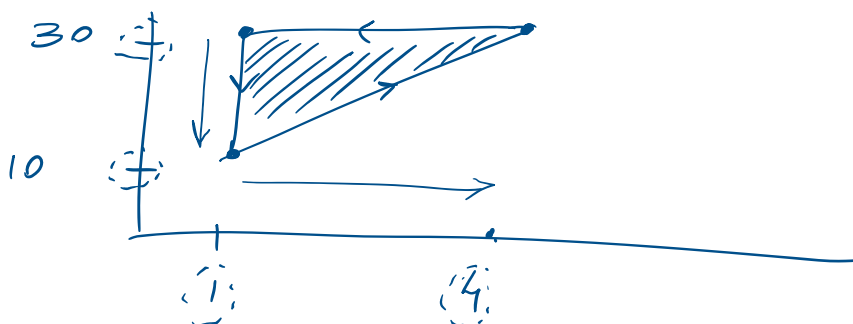
$AB \Rightarrow$ Trasl. ? $\Rightarrow$ geometria (area sottesa dalla curva)



$$\angle_{AB} = (3 \cdot 10) + 3 \cdot 20 \frac{1}{2} = 60 \text{ J}$$

$$\angle_{TOT} = (60 \text{ J} - 90 \text{ J} + 0 \text{ J}) = -30 \text{ J}$$

In realtà SEMPRE in un ciclo $\angle$ oppure Q_{TOT} è dato
sempre dall'area interna al ciclo:



$$\text{Area interna} = \underbrace{(4-1)}_{\substack{\text{base} \\ \text{pos.} \\ \text{(espansione)} \\ f > i}} \underbrace{(10-30)}_{\substack{\text{altezza} \\ \text{negative} \\ (f < i)}} \frac{1}{2} = -30 \text{ S}$$

$$\boxed{\angle_{\text{TOT}} = Q = -30 \text{ S}}$$