LEZIONE 3

30/09/21

• LAVORO SU UN SISTEMA MECCANICO

PUNTO DI MASSA m

$$L = \int F_x \, dx$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

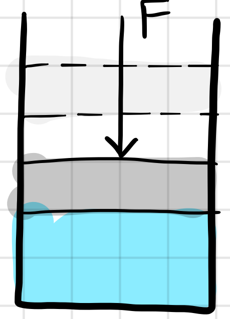
ENERGIA CINETICA

$$L = \Delta K$$

LAVORO FATTO SUL SISTEMA = VARIAZIONE ENERGIA MECCANICA ("ESTERNA")

ANALOGAMENTE DEFINIAMO

• LAVORO SU UN SISTEMA TERMODINAMICO



$$L_{ext} = \int F_x \, dx = F \Delta x$$

SE F È COSTANTE

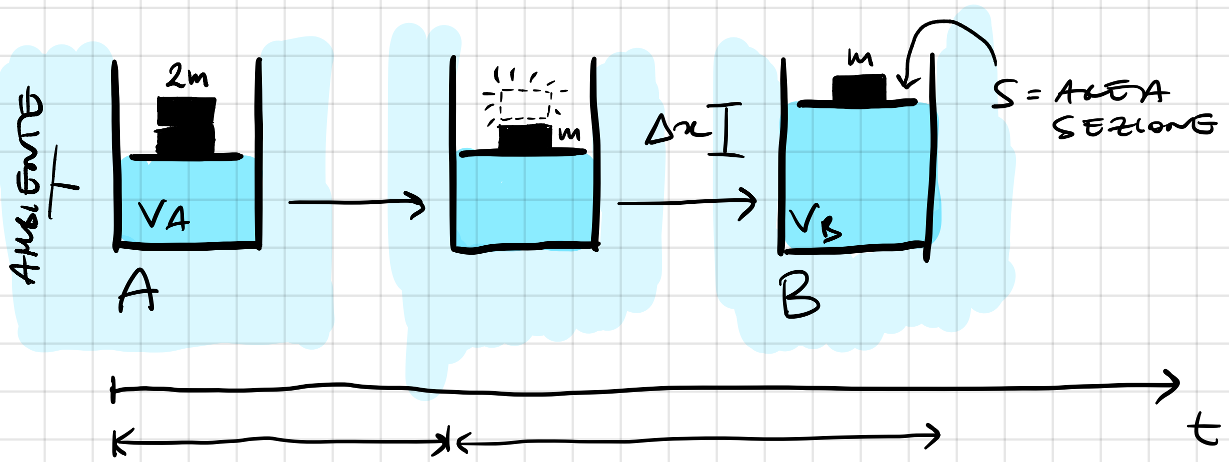
F: MODULO FORZA ESTERNA

$$\boxed{L = -L_{ext}}$$

L: LAVORO TERMODINAMICO, DIVERSA CONVENZIONE SEGNO

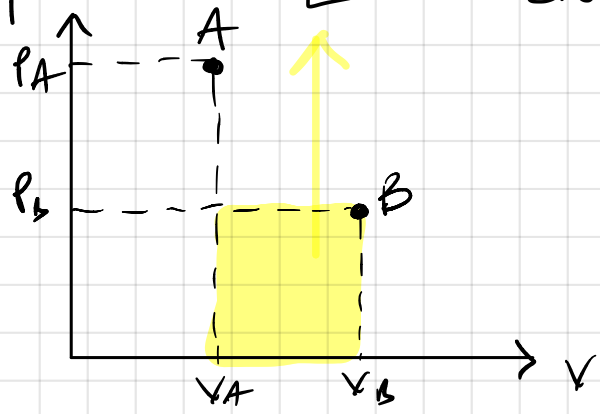
> 0 SE IL SISTEMA SI ESPANDE CONTRO FORZA ESTERNA

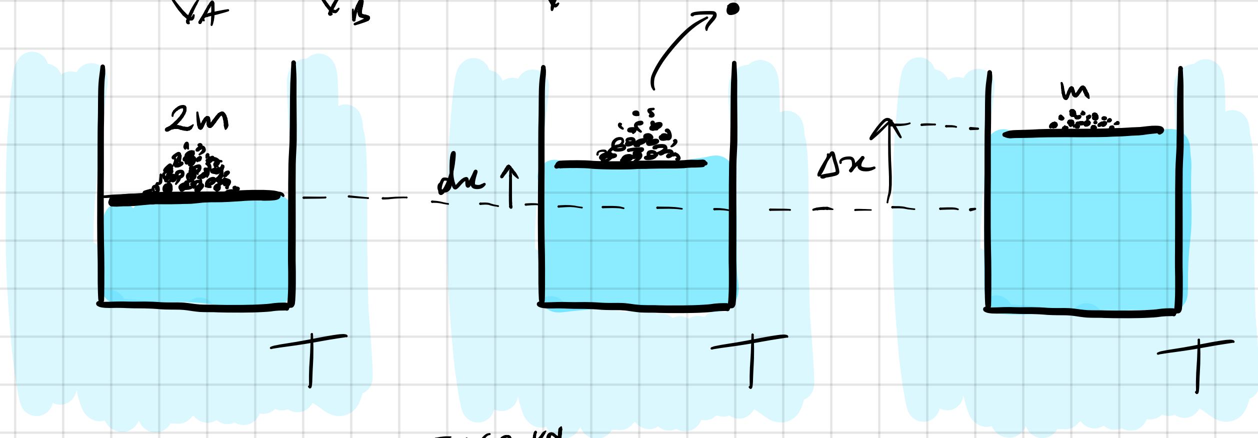
< 0 SE IL SISTEMA SI COMPRIME SOTTO L'AZIONE DI UNA FORZA ESTERNA

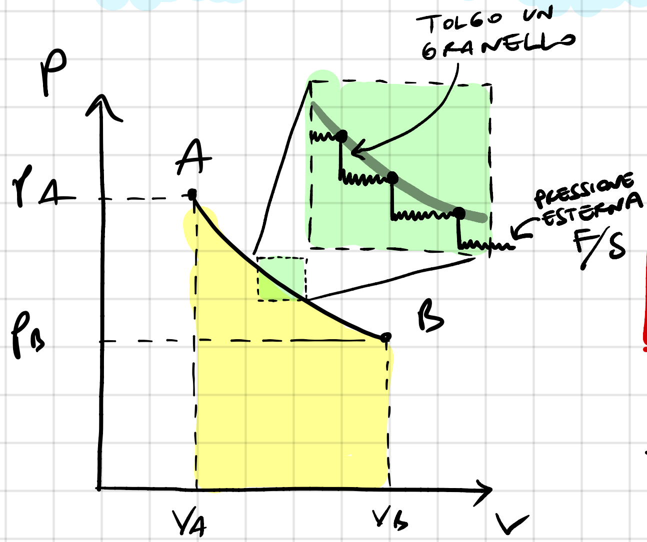


$$P_A = 2mg/S \qquad P_B = mg/S$$

$$L = -L_{ext} = \overbrace{P_B S}^{F} \Delta x = P_B \Delta V = P_B (V_B - V_A)$$







TRASFORMAZIONE QUASI STATICA:
PICCOLE PERTURBAZIONI, IL SISTEMA ATTRAVERSA STATI DI "EQUILIBRIO"

$\Downarrow$

PRESSIONE GAS $\rightarrow$ $PS = F$ DURANTE TUTTA LA TRASFORMAZIONE

LAVORO IN UNA TRASF. QUASISTATICA

$$L = -L_{ext} = \int_A^B F\,dx = \int_A^B P S\,dx = \int_A^B P\,dV$$

LAVORO IN UNA TRASFORMAZIONE ISOTERMA QUASISTATICA

$$P = \frac{nRT}{V}$$

ALL'EQUILIBRIO

$$L = \int_A^B P\,dV = \int_A^B \frac{nRT}{V}\,dV = nRT \ln \frac{V_B}{V_A}$$

LAVORO (A → B) DIPENDE DALLA TRASFORMAZIONE

GEOMETRICAMENTE (AREE)

L_{AB} (ISOTERMA Q.S.) > L_{AB} (NON Q.S.)

MATEMATICAMENTE

$$\underbrace{nRT}_{p_B V_B} \ln \frac{V_B}{V_A} > p_B (V_B - V_A)$$

$$\hookrightarrow \ln \frac{V_B}{V_A} > \left(1 - \frac{V_A}{V_B}\right) \longrightarrow \ln x > 1 - \frac{1}{x}$$

$V_B > V_A$

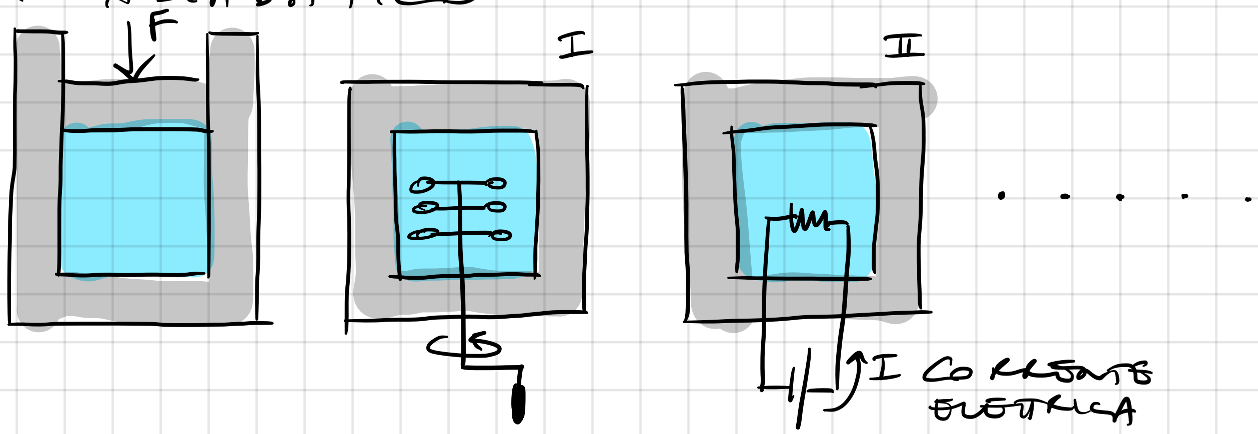
$x > 1$

$$\ln x \Big|_{x=1} = 1 - \frac{1}{x} \Big|_{x=1} = 0$$

$$\frac{d \ln x}{dx} = \frac{1}{x} > \frac{d\left(1 - \frac{1}{x}\right)}{dx} = \frac{1}{x^2}$$

$x > 1$

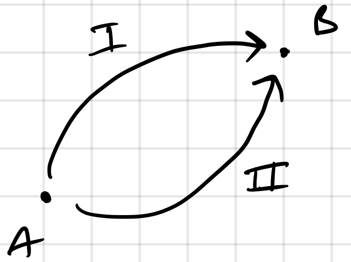
LAVORO ADIABATICO



LAVORO ADIABATICO SUL SISTEMA

L^{ad} : $F\Delta x$ $M\Delta\theta$ $RI^2\Delta t$

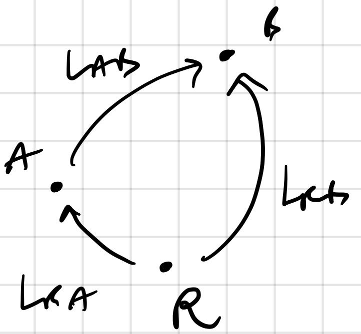
↳ MOMENTO TORCENTE



$$\left(L^{ad}_{AB}\right)^{I} = \left(L^{ad}_{AB}\right)^{II} = \dots$$

LAVORO ADIABATICO (A → B) NON DIPENDE DALLA TRASFORMAZIONE

(EMPIRICAMENTE)



$$L^{ad}_{RA} + L^{ad}_{AB} = L^{ad}_{RB}$$

$$\Downarrow$$

$$L^{ad}_{AB} = L^{ad}_{RB} - L^{ad}_{RA} = U_B - U_A$$

U = ENERGIA INTERNA

È UNA FUNZIONE DI STATO!

DIPENDE DA UN NUMERO DI VARIABILI PARI A QUELLO NECESSARIO A DEFINIRE UNO STATO DI EQUILIBRIO DEL SISTEMA

$U(V,T)$ (PER UN GENERICO SISTEMA OMOGENEO IDROSTATICO BASTANO 2

IN UNA TRASF. ADIABATICA

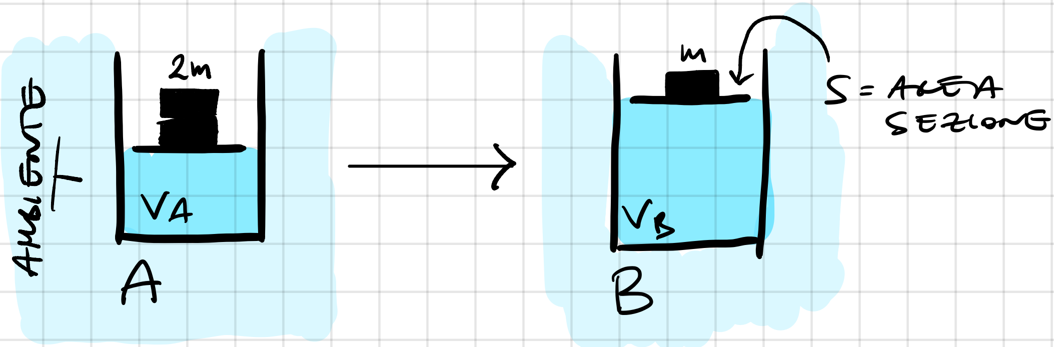
$$\Delta U = -L \Rightarrow \Delta U + L = 0$$

IN UNA GENERICA TRASF. NON ADIABATICA TRA GLI STESSI STATI ΔU NON CAMBIA PERCHÉ FUNZ. DI STATO, MENTRE L DIPENDE DALLA TRASF. $\Rightarrow \Delta U + L = Q \neq 0$

$$\Delta U = Q - L$$

I PRINCIPIO

- DEFINISCE U
- DEFINISCE Q
- STABILISCE CONS. ENERGIA



VEDREMO CHE NEI GAS IDEALI $U(T)$

$$\Delta U = U(\overset{\shortparallel\, T}{T_B}) - U(\overset{\shortparallel\, T}{T_A}) = 0 = Q - L$$

$$\Downarrow$$

$$L = Q$$

L'ENERGIA NECESSARIA A SOLLEVARE LA MASSA VIENE ASSORBITA DALL'AMBIENTE SOTTO FORMA DI CALORE