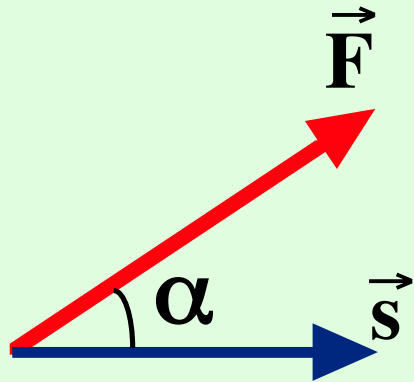


MECCANICA

parte II^a

- LAVORO E ENERGIA
- PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA
- ENERGIA CINETICA
- FORZE CONSERVATIVE ED ENERGIA POTENZIALE
- FORZE DISSIPATIVE (FORZA D'ATTRITO)
- CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA
- EQUILIBRIO DI UN SISTEMA MECCANICO
- POTENZA MECCANICA

LAVORO



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

$$[\text{lavoro}] = [M][L][t]^{-2} \quad [L] = [M][L]^2[t]^{-2}$$

• S.I. joule (J) = newton metro

• C.G.S. erg = dina cm

$$1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg}$$

• PRATICO: $\text{kg}_{\text{peso}} \text{ metro} = \text{kg}_{\text{peso}} \text{ metro}$

$$\text{kg}_{\text{peso}} \text{ metro} = 9.8 \text{ N m} = 9.8 \text{ joule}$$

ENERGIA

**capacità potenziale di compiere
lavoro meccanico**

unità di misura \equiv unità di misura del LAVORO

FORME di ENERGIA :

(evidenziate direttamente o nelle
trasformazioni da una forma all'altra)

- cinetica
- potenziale gravità
- potenziale elastica
- potenziale elettrica
- termica (calore)
- chimica
- nucleare
-
-



PRINCIPIO di CONSERVAZIONE dell'ENERGIA

ENERGIA

PRINCIPIO di CONSERVAZIONE dell'ENERGIA

$$E_{\text{totale}} = \text{costante}$$

oppure

$$\Delta E_{\text{totale}} = 0$$

(sistema isolato)



ENERGIA CINETICA

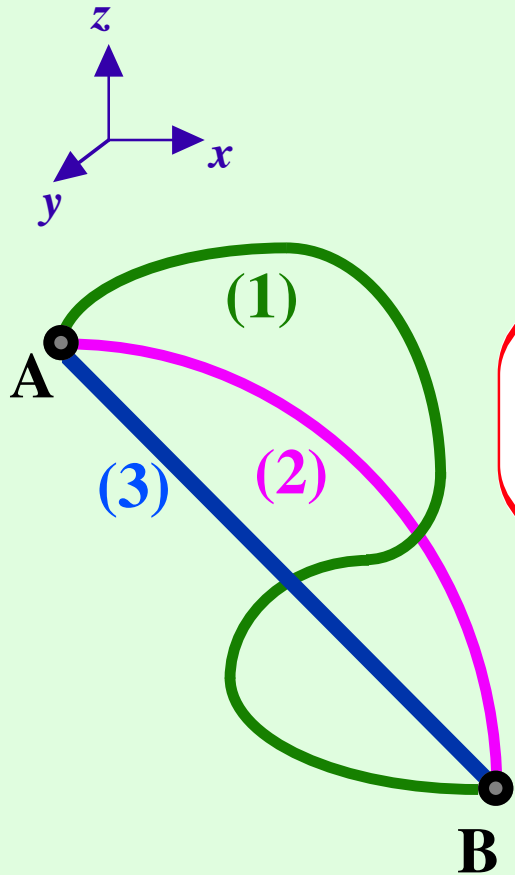
$$T = \frac{1}{2} m v^2$$

TEOREMA dell'ENERGIA CINETICA
(conservazione dell'energia)

$$L = \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$



FORZE CONSERVATIVE



$$L_{A \rightarrow B}^{(1)} = L_{A \rightarrow B}^{(2)} = L_{A \rightarrow B}^{(3)} = \dots \quad \text{oppure}$$

$$L_{A \rightarrow B} + L_{B \rightarrow A} = 0 \rightarrow L_{\text{linea chiusa}} = 0$$

$$L_{A \rightarrow B} = f(A, B)$$

$$A \rightarrow x_A, y_A, z_A$$

$$B \rightarrow x_B, y_B, z_B$$

ENERGIA POTENZIALE

$$L_{A \rightarrow B} = f(A, B)$$

$$A \rightarrow x_A, y_A, z_A$$

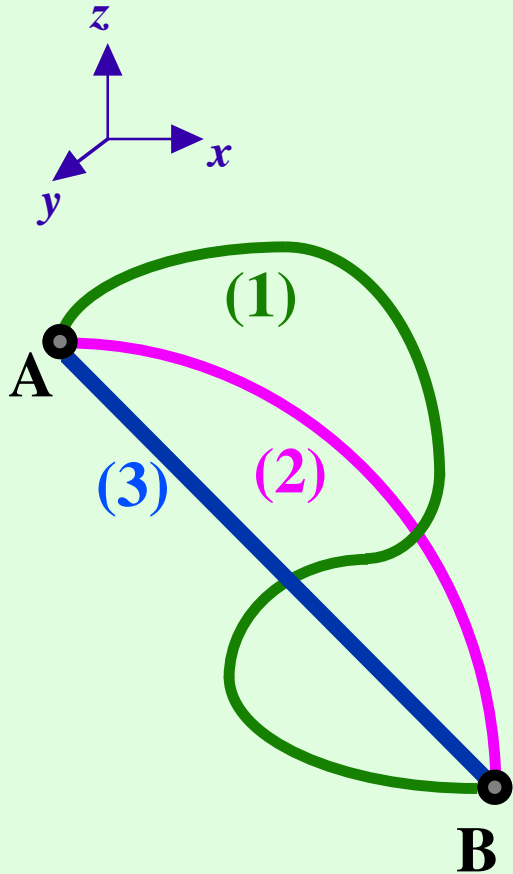
$$B \rightarrow x_B, y_B, z_B$$

$$\begin{aligned} L_{A \rightarrow B} &= f(A) - f(B) \equiv U(A) - U(B) \equiv \\ &\equiv U(x_A, y_A, z_A) - U(x_B, y_B, z_B) \end{aligned}$$

ENERGIA POTENZIALE

$$U(x, y, z)$$

FORZE DISSIPATIVE



$$L_{A \rightarrow B}^{(1)} \neq L_{A \rightarrow B}^{(2)} \neq L_{A \rightarrow B}^{(3)} \neq \dots$$

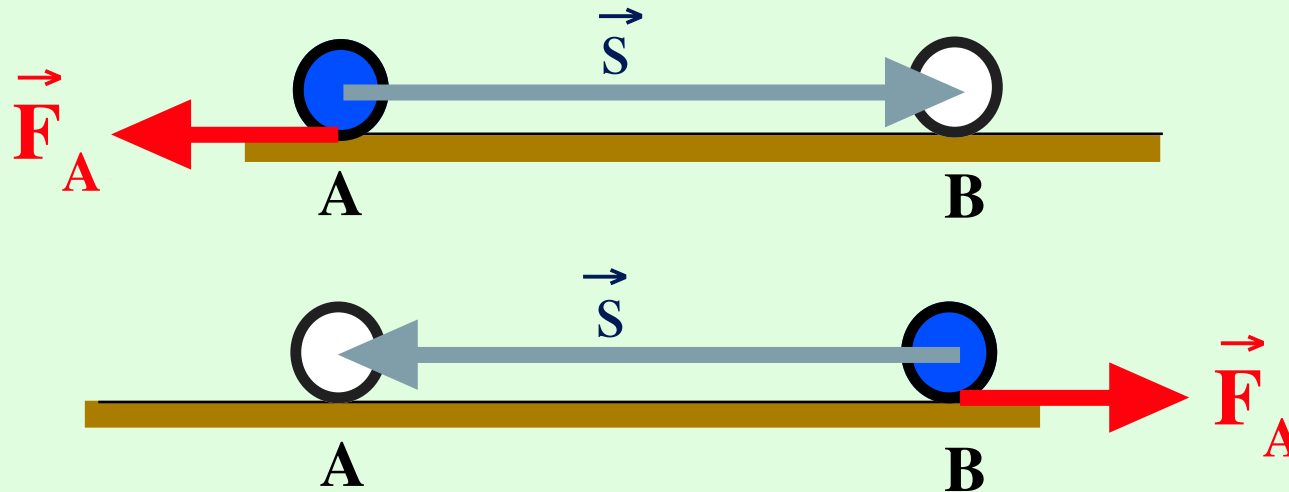
oppure

$$L_{\text{linea chiusa}} \neq 0$$

FORZE DISSIPATIVE

ESEMPIO

forze di attrito $\vec{F}_A = -f \vec{v}$



$$L_{AB} = \vec{F}_A \cdot \vec{s} = -F_A s$$

$$L_{BA} = \vec{F}_A \cdot \vec{s} = -F_A s$$

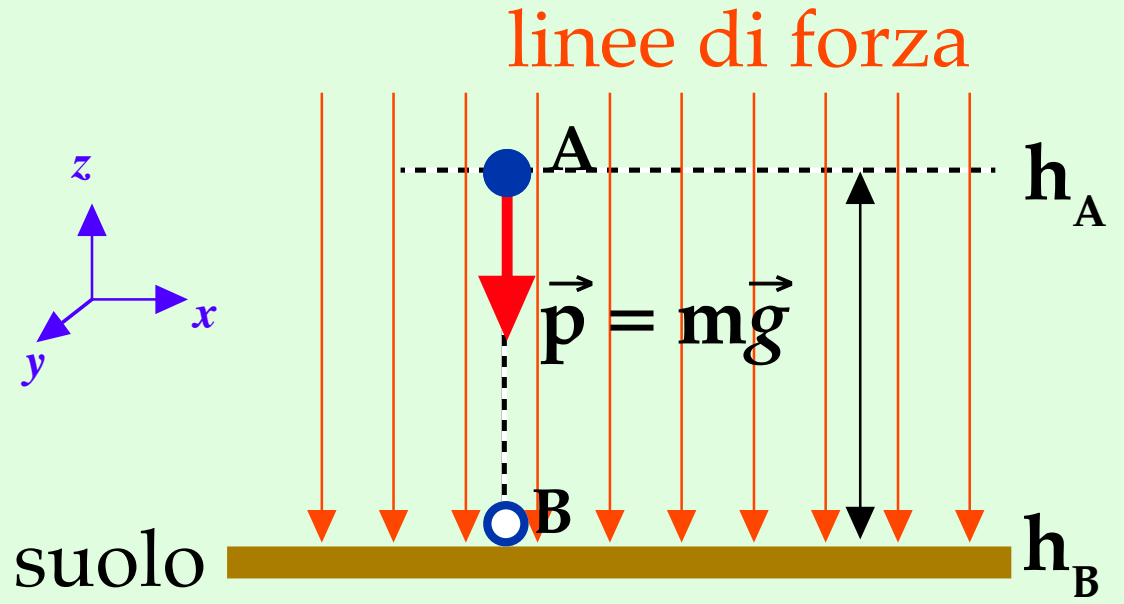
$$L_{\text{totale}} = -2 F_A s \neq 0$$

(traiettoria chiusa)

ENERGIA POTENZIALE di GRAVITA'

forza peso

$$\vec{p} = m \vec{g}$$



$$L = \vec{p} \cdot \vec{h} = p h = mg h = mg h_A - mg h_B = U(A) - U(B)$$

assumendo $h_B = 0$, $U(B) = 0$ → $U(A) = mg h_A$

in generale



ENERGIA POTENZIALE di GRAVITA'

in generale :

**ENERGIA POTENZIALE
della FORZA PESO**

$$U = m g h$$

dipende solo dall'altezza h rispetto al suolo
(coordinata z), non dalle coordinate orizzontali x, y



CONSERVAZIONE dell'ENERGIA MECCANICA

CAMPO di FORZA CONSERVATIVO

$$\left. \begin{aligned} L &= \Delta T = T_2 - T_1 \\ L &= U_1 - U_2 \end{aligned} \right\}$$

$$T_1 + U_1 = T_2 + U_2$$

$$E_{\text{totale}} = U + T = \text{costante}$$

energia
meccanica

nel campo di forze peso :

CONSERVAZIONE dell'ENERGIA MECCANICA

$$E_{\text{totale}} = U + T = \text{costante}$$

nel campo di forze peso :

$$m g h + \frac{1}{2} m v^2 = \text{costante}$$

esempio : caduta gravi
(sono trascurate le forze di attrito)

idem per liquido che
cade in un condotto

TEOREMA DI BERNOULLI

**In presenza di forze non conservative:
l'energia meccanica non si conserva**

$$\mathbf{L_{TOT} = \Delta T = T_2 - T_1 = L_{CONS} + L_{NONCONS}}$$

$$\mathbf{L_{CONS} = U_1 - U_2}$$

da cui

$$\mathbf{T_2 + U_2 - T_1 - U_1 = L_{NONCONS} \neq 0}$$

$$\mathbf{T_2 + U_2 = T_1 + U_1 + L_{NONCONS}}$$

CONDIZIONI di EQUILIBRIO di un SISTEMA MECCANICO

condizione di equilibrio traslazionale :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \sum_i \vec{F}_i \equiv \vec{F} = 0$$

forze conservative

$$L = F \Delta x = U_1 - U_2 = -\Delta U$$

$$\vec{F} = -grad U \quad \leftarrow \quad F = -\frac{\Delta U}{\Delta x}$$

equilibrio : $F = 0$

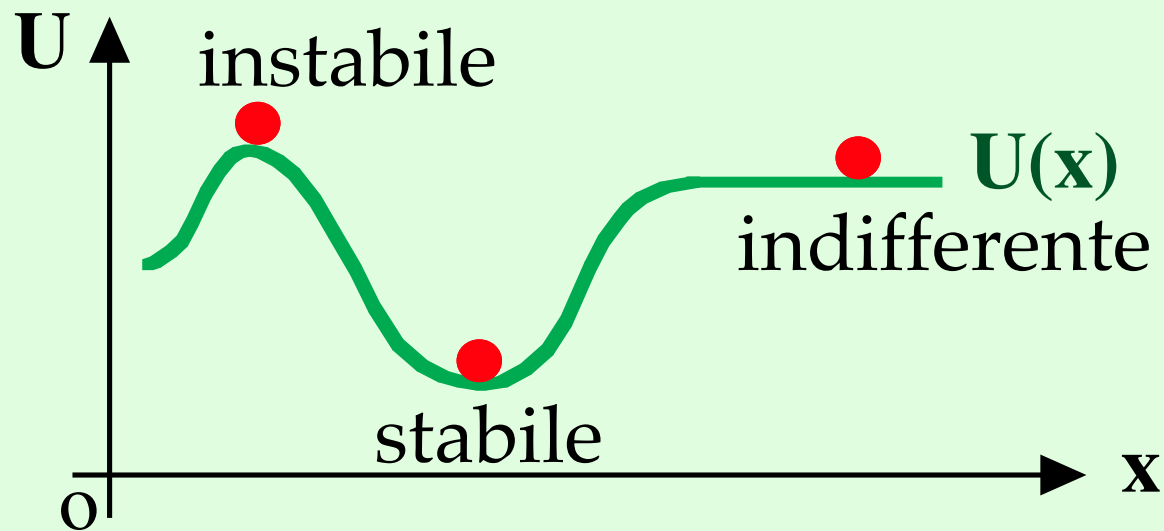
$$\Delta U = 0$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 0$$

$$U_1 = U_2$$

CONDIZIONI di EQUILIBRIO di un SISTEMA MECCANICO

$$\Delta U = 0$$



POTENZA MECCANICA

$$\text{POTENZA} \quad W = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \Delta \vec{s}}{\Delta t} = \vec{F} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \vec{F} \vec{v}$$

$$[W] = [M][L]^2[t]^{-2}[t]^{-1} = [M][L]^2[t]^{-3}$$

- S.I. watt (W) = joule s⁻¹
- C.G.S. erg s⁻¹
- sistemi pratici: kgmetro s⁻¹, hp

$$1 \text{ hp} = 75 \text{ kgm s}^{-1} = 735 \text{ watt}$$

(cavallo vapore)

POTENZA MECCANICA

$$\text{POTENZA} \quad W = \frac{L}{\Delta t}$$

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \alpha = 1000 \text{ N} \times 25 \text{ m} \times \cos 34.8^\circ = \\ = 25000 \times 0.821 \text{ N m} = 20529 \text{ joule}$$

lavoro compiuto in 15 secondi

$$\frac{20529 \text{ joule}}{15 \text{ secondi}} = 1.3686 \text{ kwatt}$$

$$1 \text{ kilowattora} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ joule}$$

unità pratica di energia