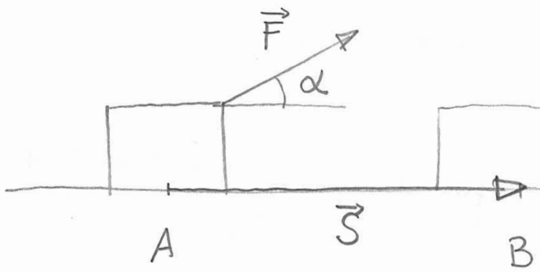
LAVORO

Consideriamo solo il caso di una forza $\vec{F}$ costante e di uno spostamento $\vec{s}$ rettilineo.
Definiamo $\mathcal{L}$ il lavoro della forza $\vec{F}$

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

Nota: unita' di misura
SI: N m = Joule (J)
cgs: dyne cm =erg

Esempio:



si noti che

$\mathcal{L} > 0$ per $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$

$\mathcal{L} = 0$ per $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$\mathcal{L} < 0$ per $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$

ENERGIA

L'energia è la capacità di compiere lavoro.
Ci sono molti tipi di energia e si assiste spesso alla trasforma-zione di energia di un tipo in un altro.

ENERGIA CINETICA

E' la particolare energia che possiede un corpo di massa m quando si muove con velocità v. Vale

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

Nota: unita' di misura:
kg m s^{-2} = J

TEOREMA LAVORO-ENERGIA

Detto anche "teorema dell'energia cinetica" o "teorema delle forze vive". Siano:

$\mathcal{L}$ = lavoro della risultante delle forze su un corpo di massa m, o, equivalentemente, la somma dei lavori di tutte le forze agenti sul corpo.

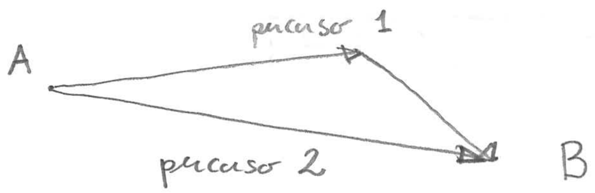
$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$ variazione di energia cinetica del corpo di massa m.

Allora:

$$\boxed{\mathcal{L} = \Delta K}$$

FORZE CONSERVATIVE

→ Una forza si dice conservativa se il lavoro di tale forza su un percorso da A a B dipende solo da A e B e non dal particolare percorso seguito.



$$\mathcal{L}_1 = \mathcal{L}_2 = \mathcal{L}_{AB}$$

→ Se $\vec{F}$ è conservativa, il lavoro di $\vec{F}$ su qualsiasi percorso chiuso è nullo

→ Sono conservative la forza peso $\vec{P} = m\vec{g}$ e la forza elastica, $\vec{F}_e = -K\vec{x}$

Non sono conservative le forze d'attrito (→ f. dissipative)

ENERGIA POTENZIALE

→ Per le forze conservative, e solo per le forze conservative, definisco "Energia Potenziale" una funzione della posizione $U(\vec{r})$ tale che:

$$\mathcal{L}_{AB} = U(\vec{r}_A) - U(\vec{r}_B) = U_A - U_B = -\Delta U$$

$$\boxed{\mathcal{L} = -\Delta U}$$

⚠ attenzione! Posizione Iniziale − Finale quindi $-\Delta U$

Esempi: per la forza peso $U = mgh$

per la forza elastica $U = \frac{1}{2}Kx^2$

ENERGIA MECCANICA

→ Definiamo "energia meccanica" Emecc la somma di energia cinetica ed energia potenziale

$$\boxed{E_{mecc} = K + U}$$

Conservazione dell'energia meccanica

Se in un sistema compiono lavoro solo forze conservative, allora:

$$\mathcal{L} = \Delta K = K_B - K_A \quad \text{(teorema lavoro-energia)} \quad ①$$

$$\mathcal{L} = -\Delta U = U_A - U_B \quad \text{(solo forze conservative)} \quad ②$$

sottraendo: $0 = \Delta K + \Delta U$ $\qquad K_B - K_A - (U_A - U_B) = 0 \quad ① - ②$

Quindi:

$$\Delta K + \Delta U = 0 \qquad K_B - K_A - U_A + U_B = 0$$

$$\Delta(K+U) = 0 \qquad K_B + U_B = K_A + U_A$$

$$\boxed{\Delta E_{mecc} = 0} \qquad \boxed{E_{mecc\,B} = E_{mecc\,A}}$$

L'energia meccanica si conserva!
Ecco perché queste forze si chiamano conservative.

Forze dissipative

In presenza di forze conservative e non-conservative (dissipative) scriviamo il teorema lavoro-energia come:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_C + \mathcal{L}_D = \Delta K$$

lavoro delle forze dissipative

lavoro delle forze conservative

per le forze cons.
$\mathcal{L}_C = -\Delta U$

$$\mathcal{L}_C + \mathcal{L}_D = \Delta K$$

$$-\Delta U + \mathcal{L}_D = \Delta K$$

$$\boxed{\mathcal{L}_D = \Delta K + \Delta U = \Delta E_{mecc}}$$

Il lavoro $\mathcal{L}_D$ delle forze dissipative è sempre negativo. (si pensi ad esempio alle forze d'attrito, orientate sempre in verso contrario allo spostamento). Quindi in presenza di forze dissipative

$$\boxed{\Delta E_{mecc} = \mathcal{L}_D \leq 0}$$

SISTEMI ISOLATI

Un sistema si dice isolato se non scambia nè materia nè energia con l'ambiente che lo circonda.
Nei sistemi isolati si può definire l'energia interna E_{int}
Nei sistemi isolati, l'eventuale perdita di E_{mecc} dovuta a forze dissipative è compensata da un analogo aumento dell'energia interna

$$-\Delta E_{mecc} = \Delta E_{int}$$

Quindi, da $\Delta K + \Delta U = \Delta E_{mecc}$

$$\boxed{\Delta K + \Delta U - \Delta E_{int} = 0}$$

In conclusione, l'energia meccanica non si conserva, ma l'energia totale del sistema isolato ($K + U + E_{int}$) sì.

POTENZA

La potenza è il lavoro compiuto per unità di tempo:

$$P_m = \frac{\mathcal{L}}{\Delta t} \quad \text{potenza media}$$

unità SI: il Watt (W)

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\mathcal{L}}{\Delta t} \quad \text{potenza istantanea}$$

$$1W = 1\frac{J}{s}$$

Poichè $\mathcal{L} = \vec{F} \cdot \vec{s}$ vale anche

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\vec{F} \cdot \vec{s}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$, con $\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\vec{s}}{\Delta t}$, velocità

RENDIMENTO

Si definisce il rendimento di una macchina η (adimensionale)

lavoro compiuto dalla macchina

$$\eta = \frac{\mathcal{L}}{E} \cdot 100$$

in questo modo η è espresso in percentuale

energia necessaria a far funzionare la macchina