LEVE

Definizione: corpi rigidi liberi di ruotare attorno ad un asse fisso, in cui forza applicata $\bar{F}$ equilibria una forza $\bar{R}$ (di resistenza)

Se nella **condizione di equilibrio**

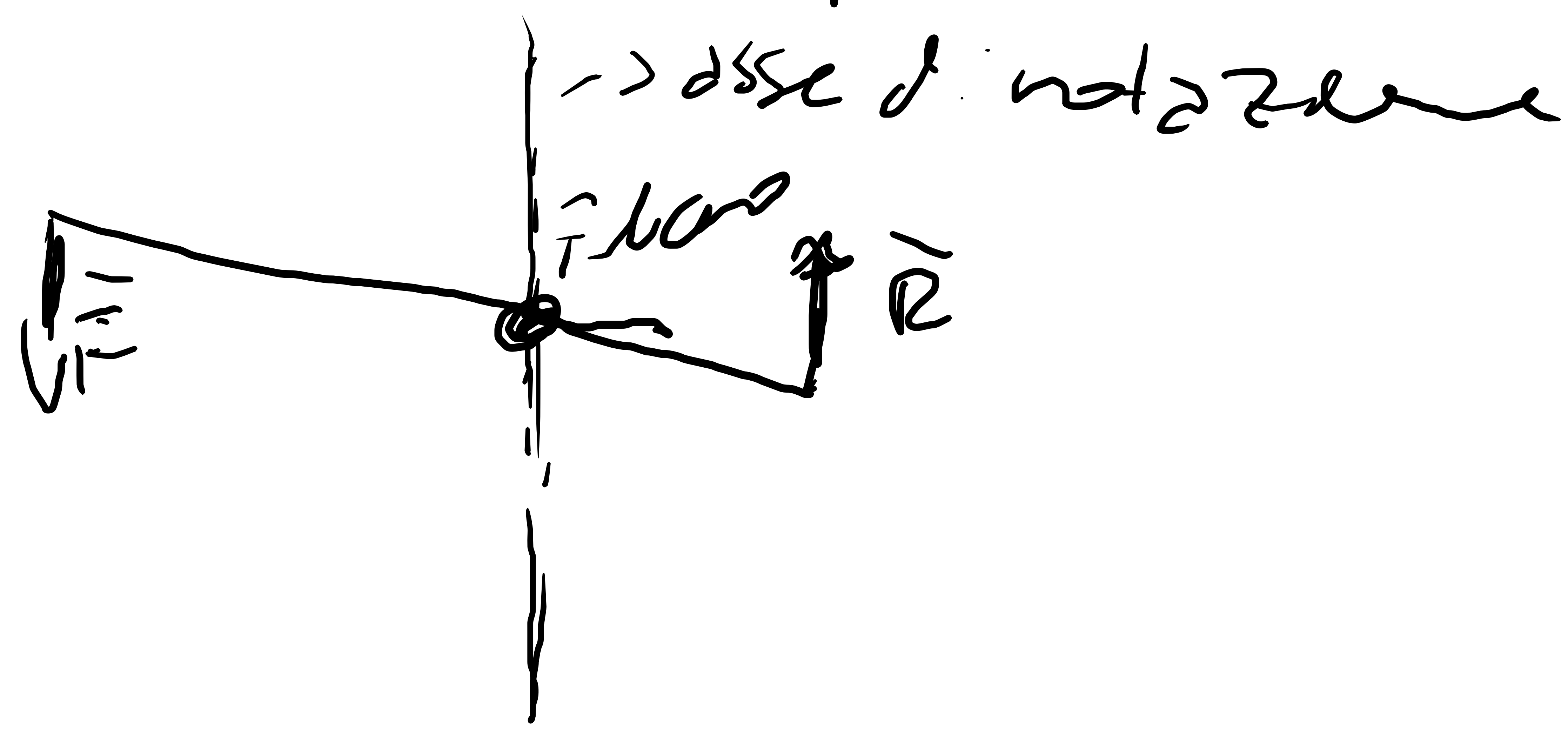
- $\Rightarrow F > R \Rightarrow$ leva svantaggiosa
- $\Rightarrow F < R \Rightarrow$ leva vantaggiosa

Assumiamo che le rette d'azione di $\bar{F}$ e $\bar{R}$ siano complanari, la condizione di equilibrio è

$$M_F + M_R = 0 \Rightarrow F a = R b$$

"bracci"

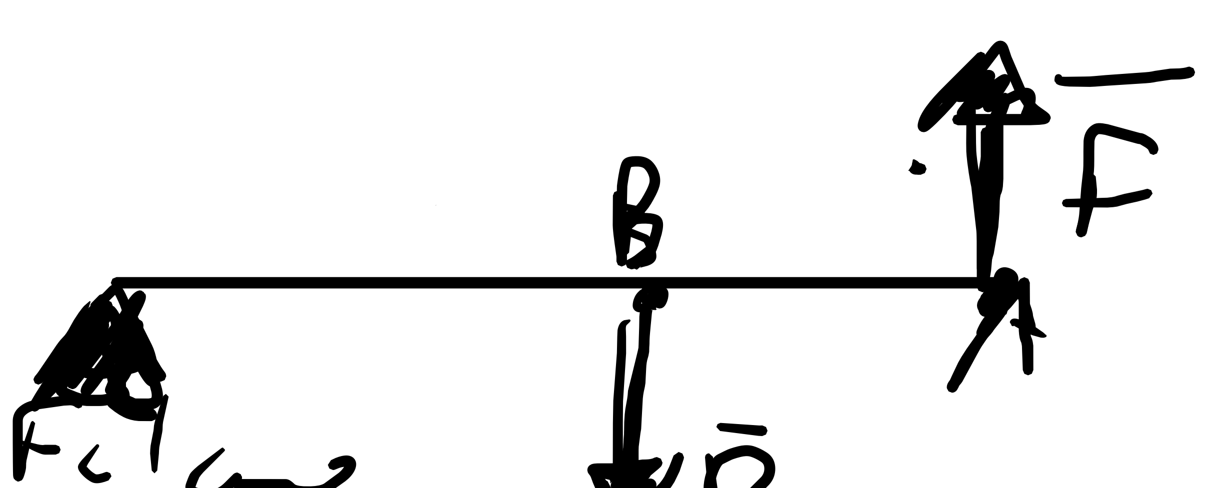
Si definisce Fulcro l'intersezione tra l'asse di rotazione con il piano definito dalle forze



•) Leva di primo genere

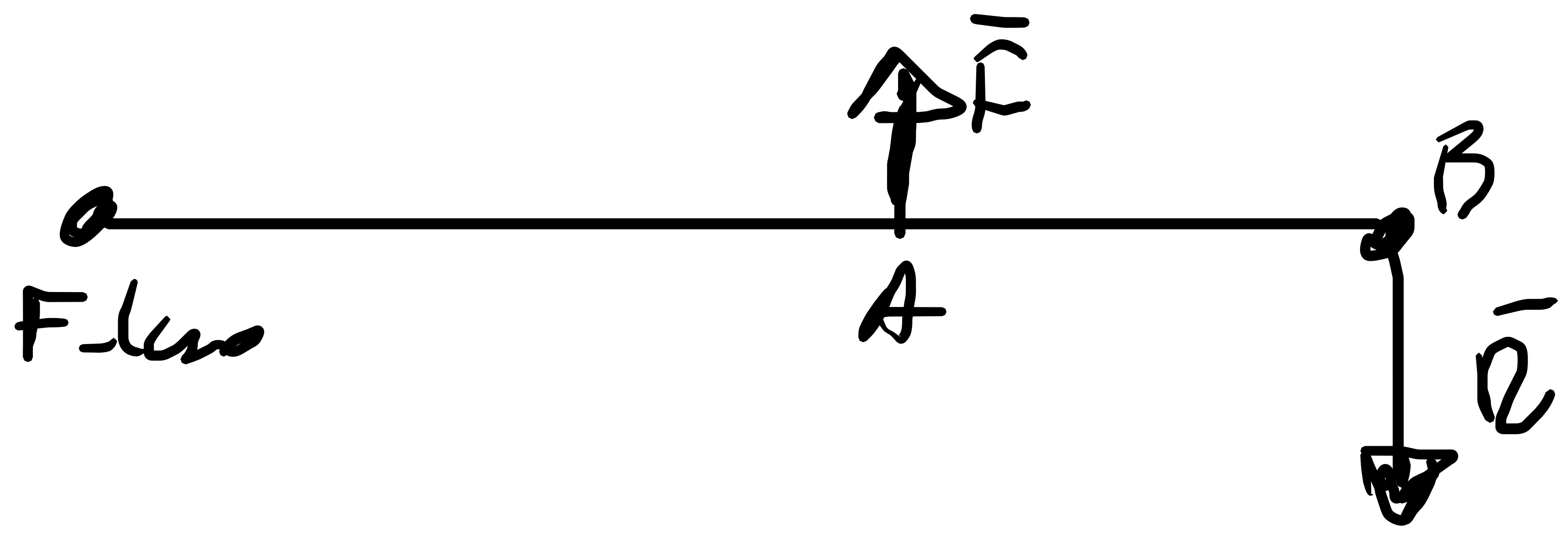
Fulcro tra i 2 punti di applicazione A e B

••) Leva di secondo genere



$d(\text{fulcro}, A) > d(\text{fulcro}, B)$

...) Leva di terzo genere

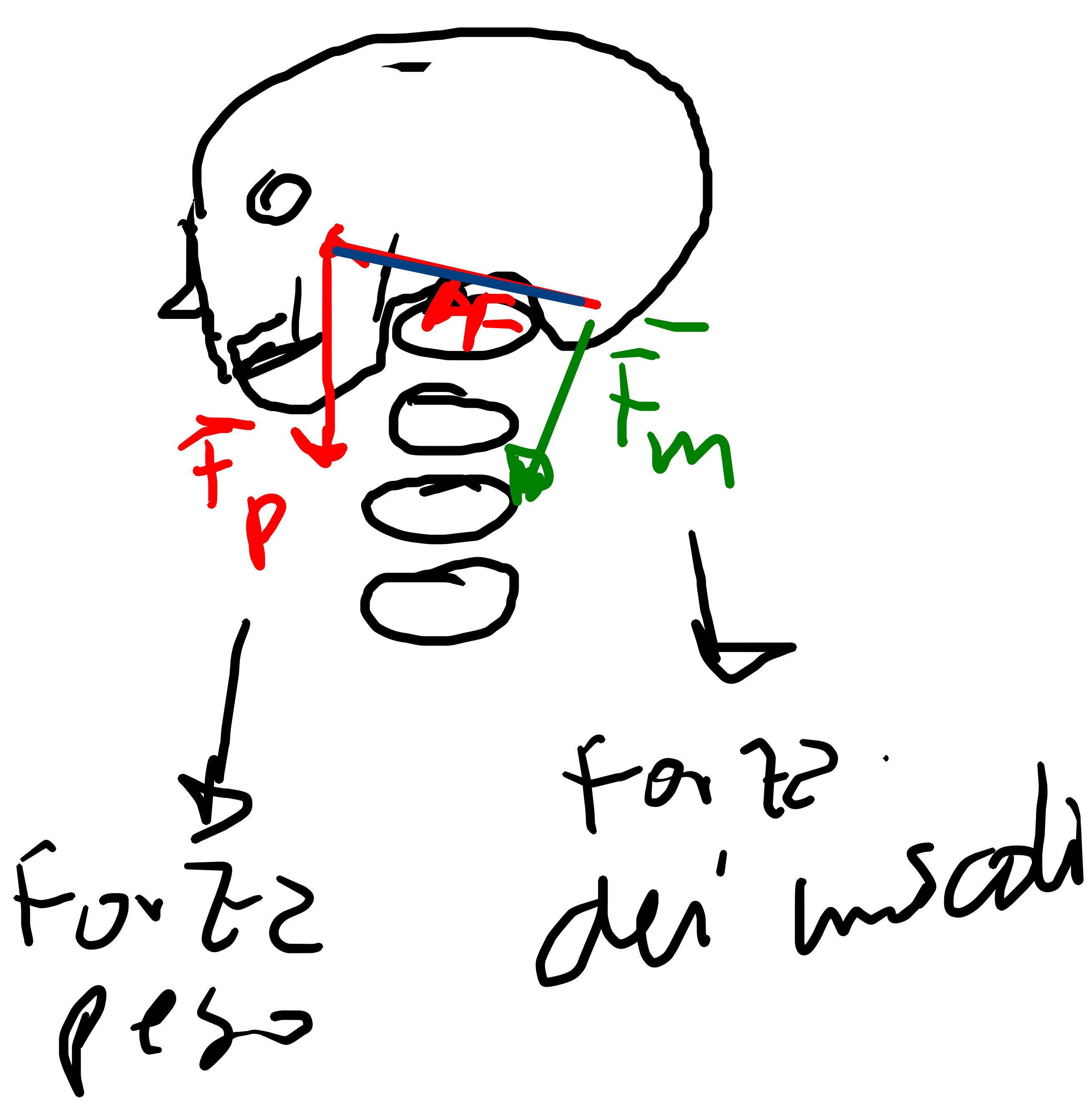


$$d(\text{Fulcro}, A) < d(\text{Fulcro}, B)$$

Leve nel corpo umano

• Articolazione della testa

↳ Leva del primo tipo



Esercizio: considerando $m = 8\ kg$ e che la distanza del centro di massa dal fulcro è di 8 cm. e che la distanza fulcro-muscolo è di 2 cm, calcolare

la forza meccanica necessaria a tenere in equilibrio ~~da~~ il cap
(approssimiamo la direzione delle forze come ortogonale alla leva).

$$\underbrace{F_p \cdot d_p}_{d_p = 8\,cm} = \underbrace{F_m \cdot d_m}_{d_m = 2\,cm}$$

$$F_m = F_p \cdot \frac{d_p}{d_m} = (8 \cdot 10\,N)\,\frac{8\,cm}{2\,cm} = (80 \cdot 4)\,N = 320\,N$$

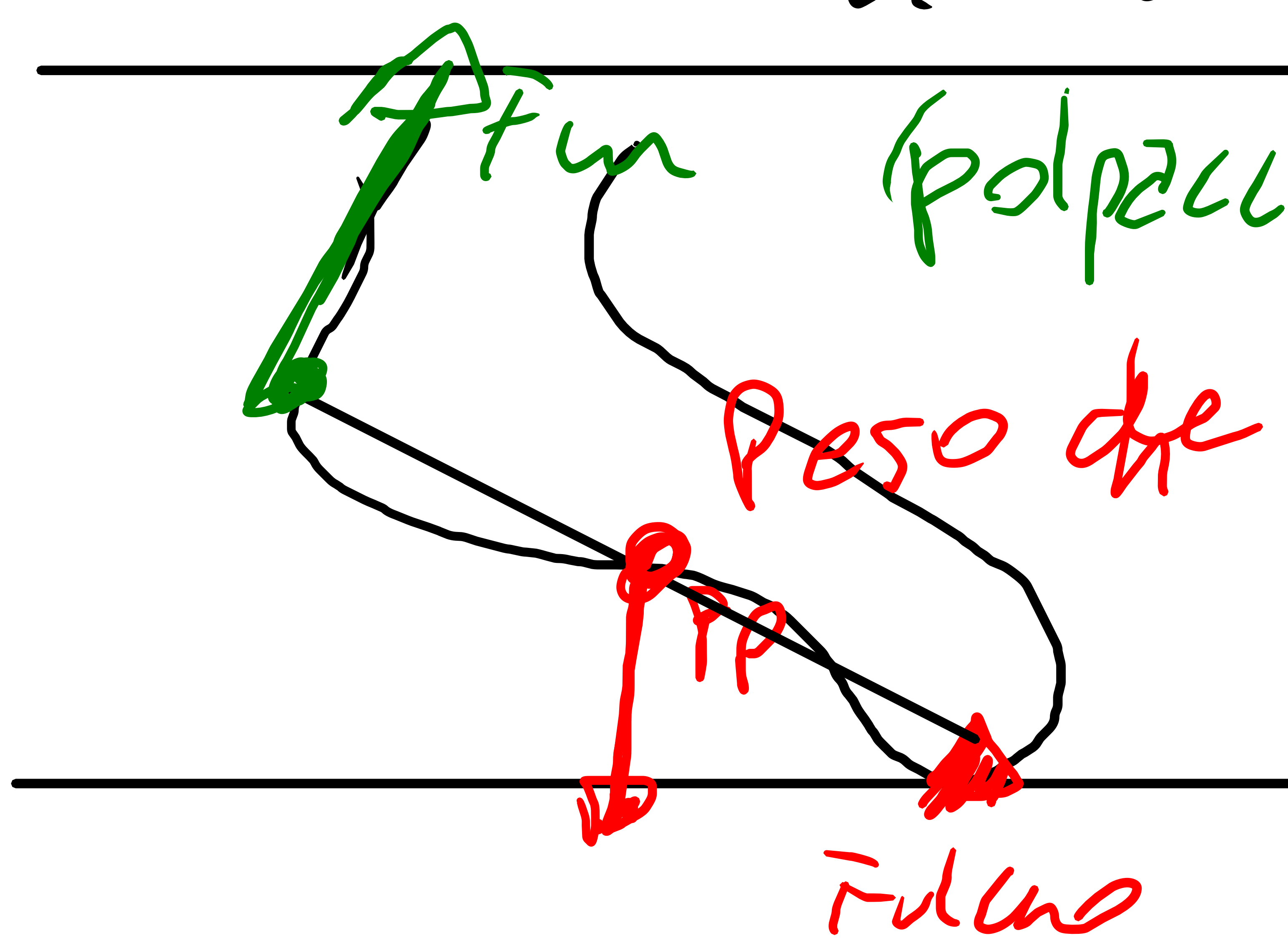
$\simeq$ forza peso di 32 kg.

leva svantaggiosa

• Piede in elevazione

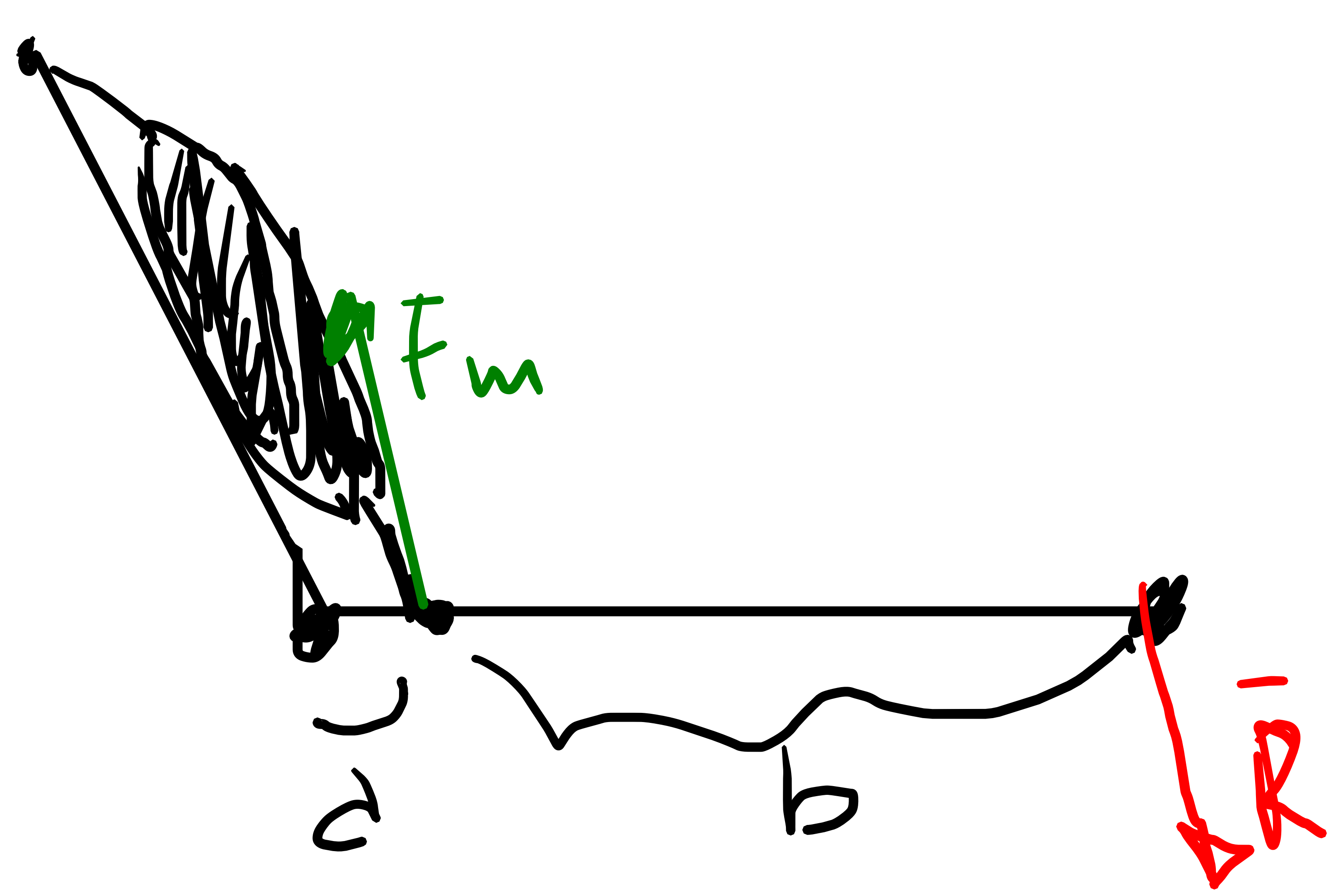
Fm (polpaccio, tendine di achille)

Peso che grava sulla caviglia



Leva del secondo tipo

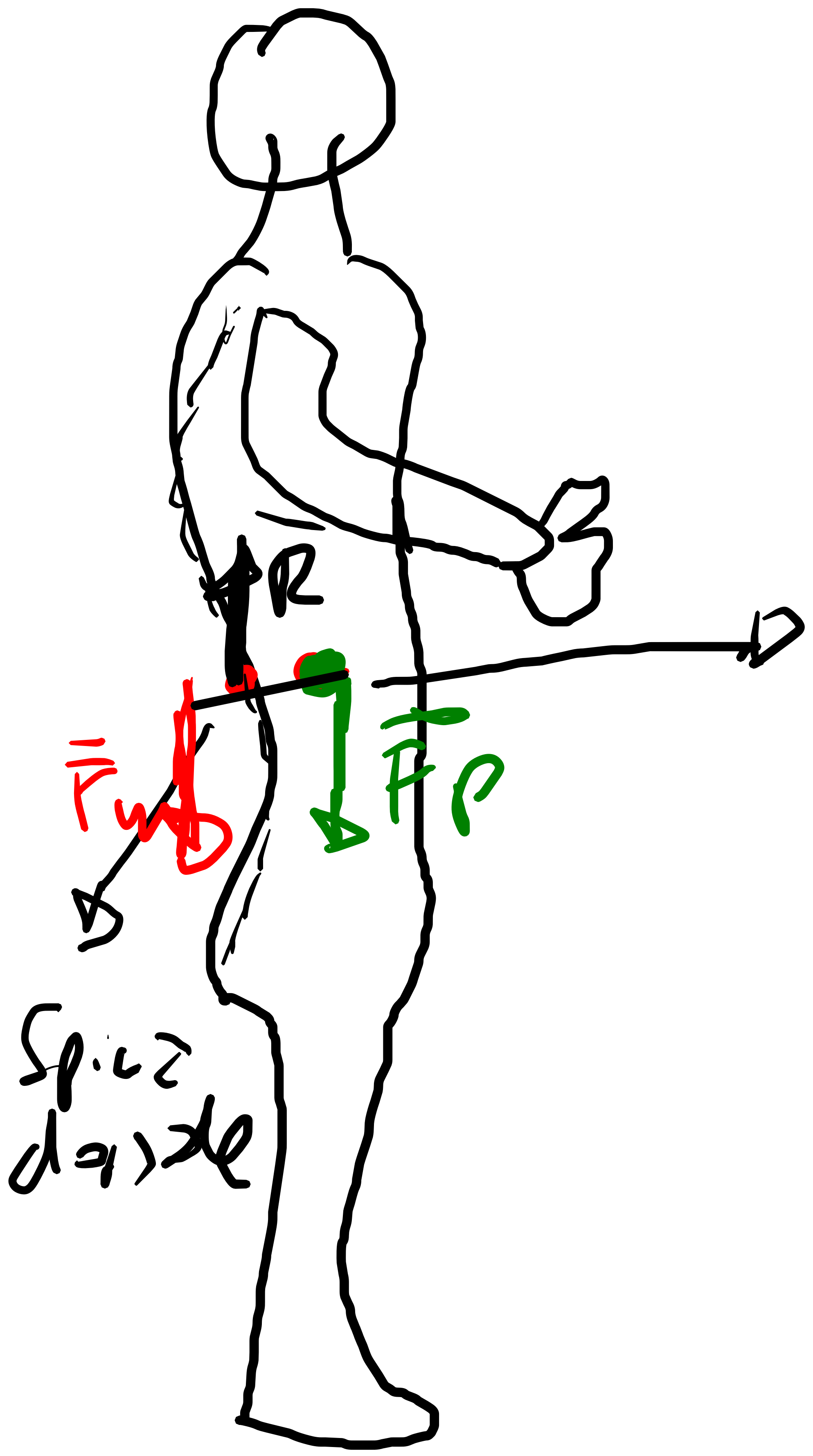
• Braccio - avambraccio



$a < b \Rightarrow R = \dfrac{F_m \, a}{b}$

Leve del terzo tipo

Esercizio: equilibrio tronco-vertebrale



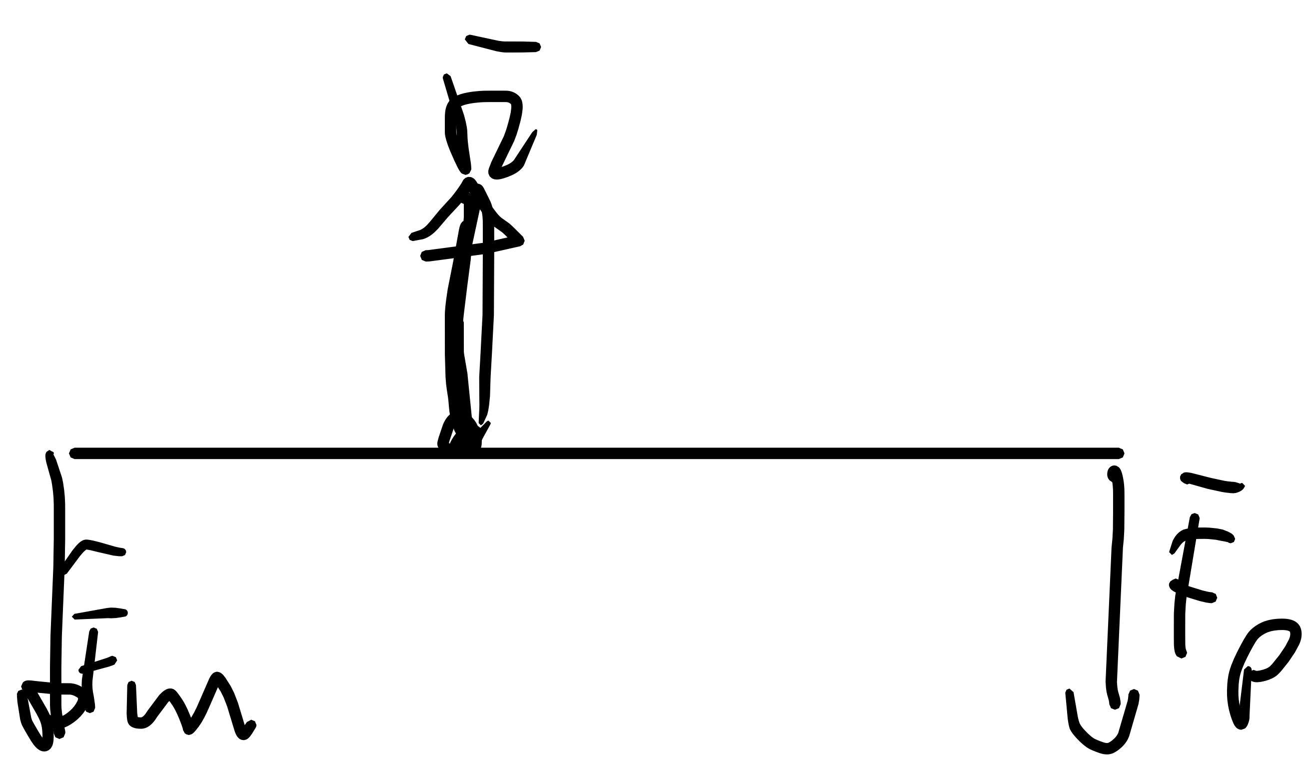
$m = 60\ kg$ $\quad d_{m-\text{spina dorsale}} = 4\ cm$

$d_{p-\text{spina dorsale}} = 8\ cm$

Baricentro davanti alla spina dorsale

(Tronco è appoggiato sulla spina dorsale, perno sulla 7a vertebra)

$F_m \to$ forza muscolare dei muscoli dorsali



$$\begin{cases} R = F_m + \bar{F}_p \\ F_m \cdot d_m = \bar{F}_p \cdot d_p \end{cases} \Rightarrow F_m = \bar{F}_p \frac{d_p}{d_m} = 1200\ N$$

"120 kg"

1) $F_m > F_p$

2) $R = F_p \left(1+\frac{d_p}{d_m}\right) = 1800\,N \approx$ "180 kg"

R aumenta con d_p

obesità provoca un aumento d_p, maggiore sforzo per i muscoli e vertebre per mantenere la condizione di equilibrio

---

- In generale si possono applicare le condizioni di equilibrio alle articolazioni per capire come agiscono le forze in gioco.

Semplificazione tutte le forze agiscono sullo stesso piano.

LAVORO ed ENERGIA

Data una forza $\bar{F}$ costante applicata ad un punto P che si sposta da A a B, dove

lavoro: $W = \bar{F} \cdot \bar{s} = F \cdot s \cos\theta$

forza — spostamento

(In generale, se $\bar{F}$ non è costante, $W = \int_A^B \bar{F} \cdot d\bar{s}$)

Casi particolari:

$\theta = 0 \Rightarrow W = F s$

$\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow W = 0$

Il lavoro è dato dalla componente della forza parallela allo spostamento

Teorema dell'energia cinetica

$$W = \Delta K$$

Il lavoro totale delle forze agenti su di un corpo, eguaglia la variazione di energia cinetica del corpo

→ si può dimostrare utilizzando il secondo principio della dinamica

Il concetto di energia

L'energia cinetica è un particolare tipo di energia:

- energia potenziale (gravitaz., elettrica, ...)
- energia termica
- energia chimica
- ...

Definizione di energia:

capacità di compiere lavoro

nel S.I. si misura in joule (J)

Principio di conservazione dell'energia

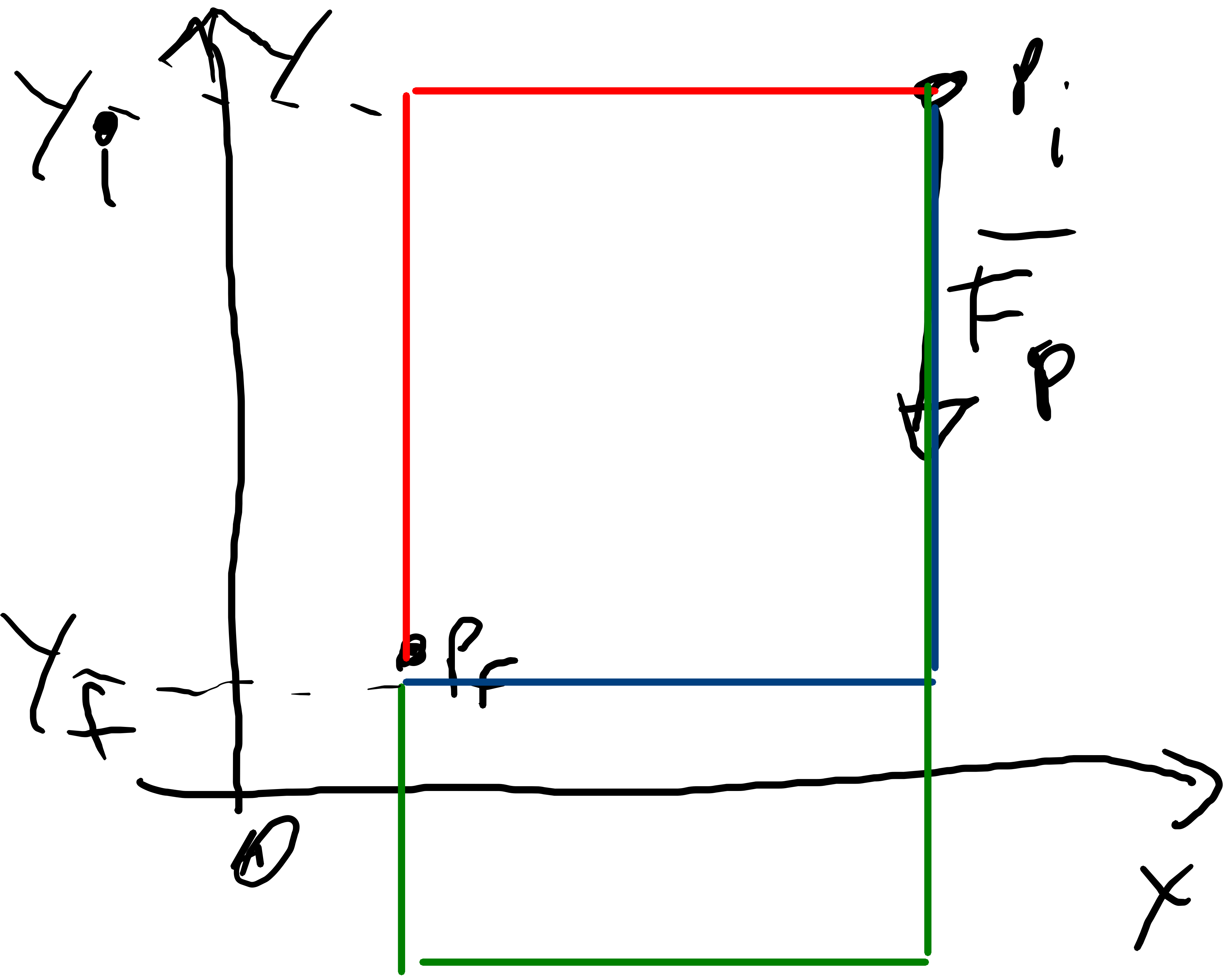
in un qualsiasi fenomeno fisico in cui ci sia trasformazione di energia, l'energia totale si conserva sempre

---

Forze conservative

Def: Il lavoro della forza (conservativa) è indipendente dalla traiettoria seguita dal suo punto di applicazione e dipende soltanto dalla posizione iniziale e finale del punto.

Esempio: forza di gravità



lungo x $W = 0$
lungo y $W = mg\Delta y$

$$W = mg(Y_i - Y_f)$$

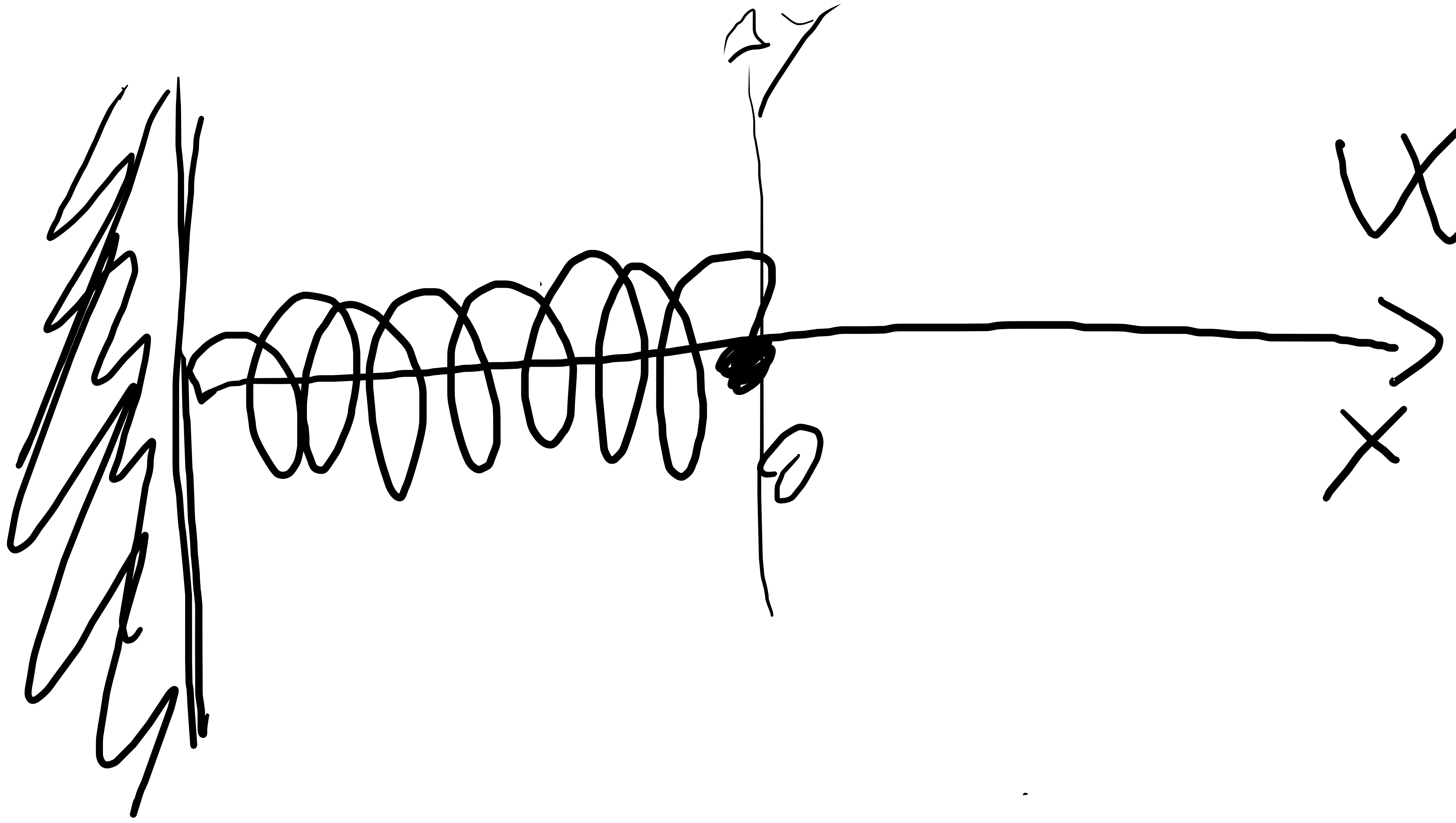
Esempio: forza elastica

Una molla ideale, perfettamente elastica, è descritta dalla legge di Hooke

$$\bar{F} = -K\bar{x}$$

$K \to$ costante elastica

$\bar{x} \to$ spostamento dall'equilibrio



$$W = \int_{x_1}^{x_2} \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_{x_1}^{x_2} (-kx) \cdot dx$$

$$= -k \int_{x_1}^{x_2} x\,dx = -k \left. \frac{x^2}{2} \right|_{x_1}^{x_2}$$

$$= -\frac{k}{2}\left(x_2^2 - x_1^2\right) = \frac{k}{2}\left(x_1^2 - x_2^2\right)$$

Energia potenziale

Per ogni forza conservativa si può definire l'energia potenziale U, tale per cui

$$W_{AB} = U_A - U_B = -\Delta U$$

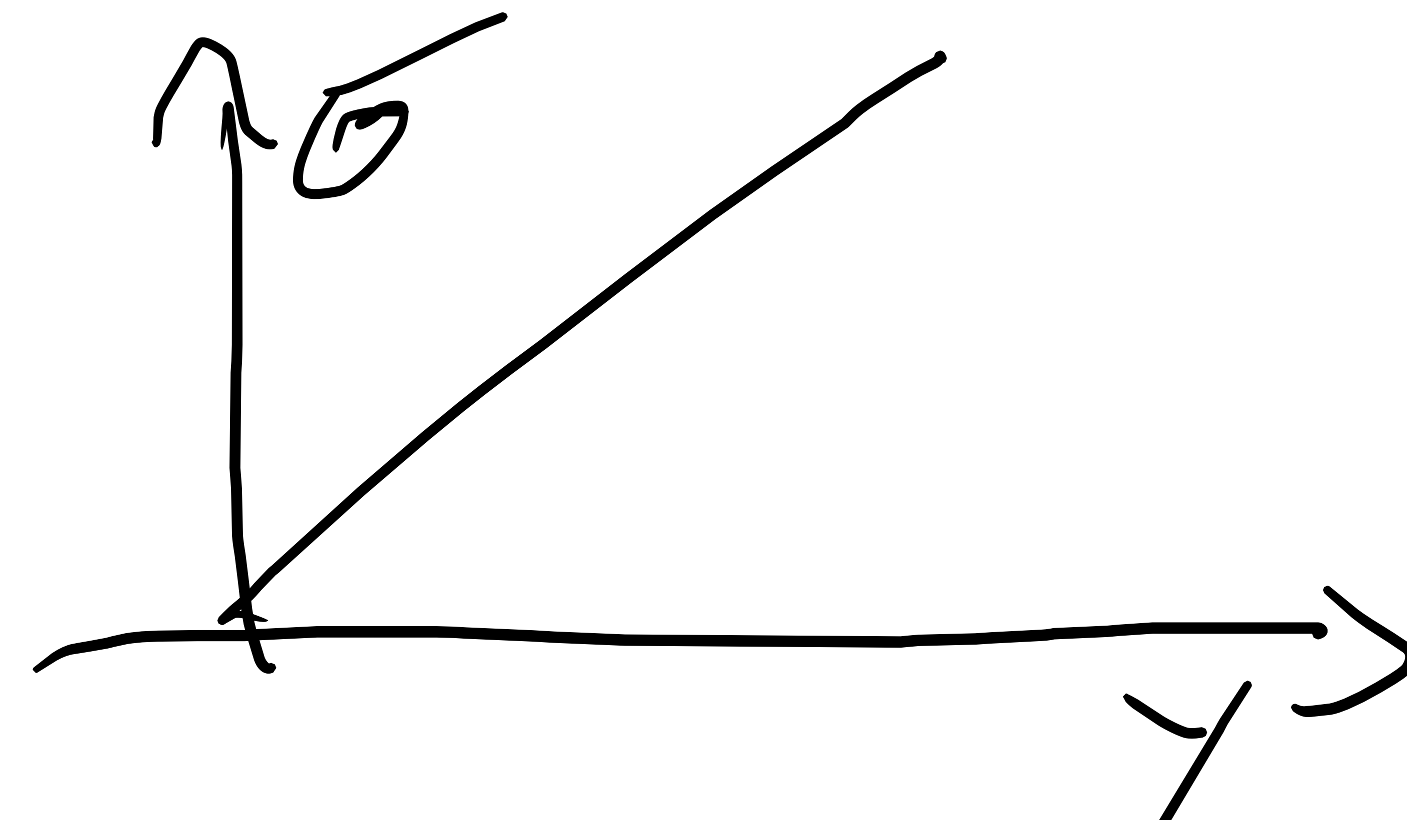
U è l'energia, ovvero la capacità di un corpo di fare lavoro, in virtù della presenza di un campo di forze conservativo

__Per definizione__, l'energia potenziale dipende solo dalla posizione

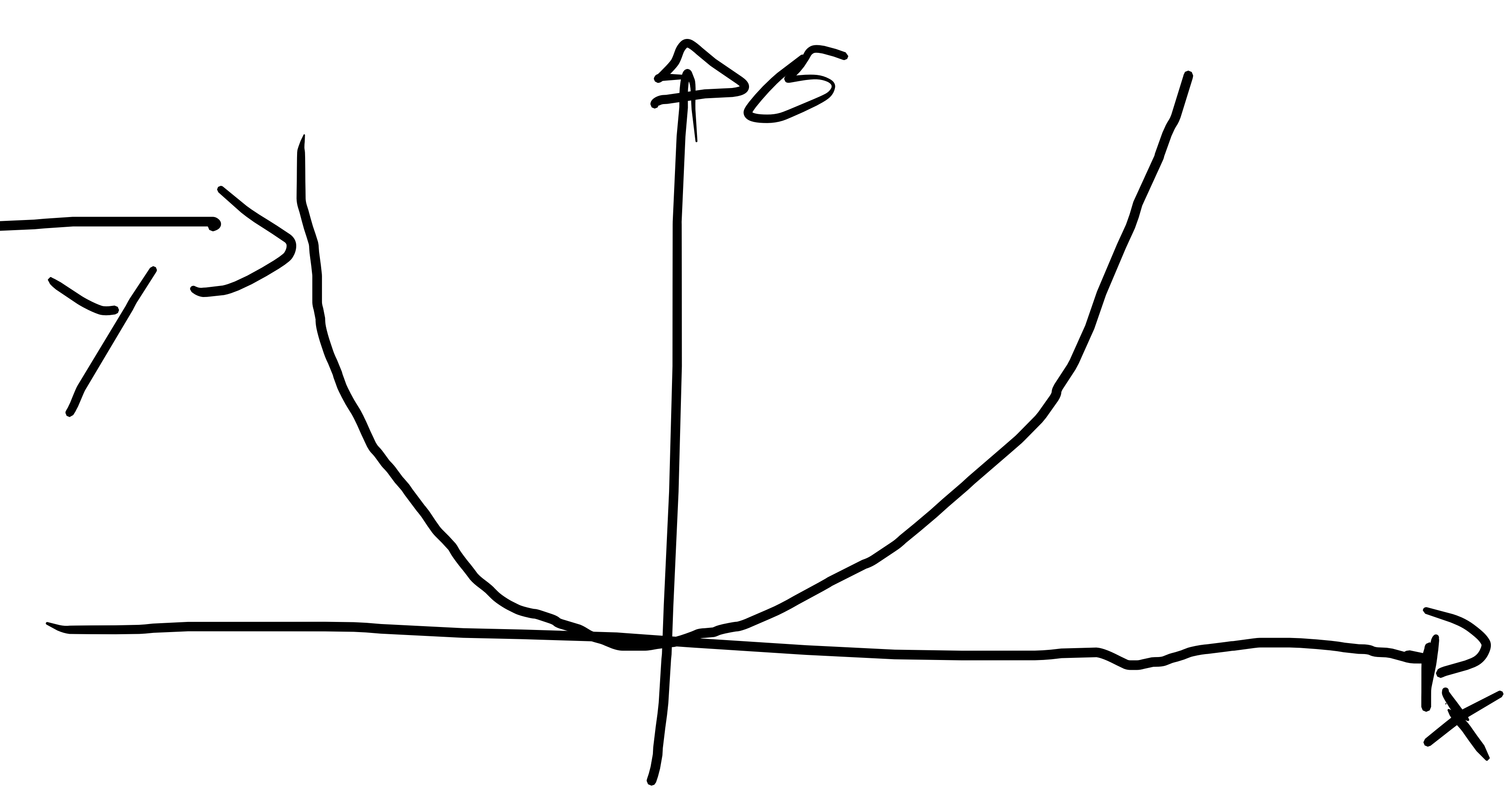
__Esempi__

•) Energia potenziale gravitazionale

$$U_g = m g h$$



••) Energia potenziale elastica $U_{el} = \frac{1}{2} k x^2$



Conservazione dell'energia meccanica

Consideriamo un corpo sottoposto a $\bar{F}_1, \dots, \bar{F}_N$ forze conservative:

$$W_1 + W_2 + \dots + W_N = \sum_{i=1}^{N} W_i = W = \Delta K$$

$$\Downarrow$$

$$-\Delta U_1 + (-\Delta U_2) + \dots + (-\Delta U_N) = \sum_{i=1}^{N} (-\Delta U_i) = \Delta K$$

$$\sum_{i=1}^{N} \Delta U_i + \Delta K = 0$$

$$\Downarrow$$

ΔE dove $E \stackrel{def}{=} \sum_i U_i + K$ ENERGIA MECCANICA TOTALE

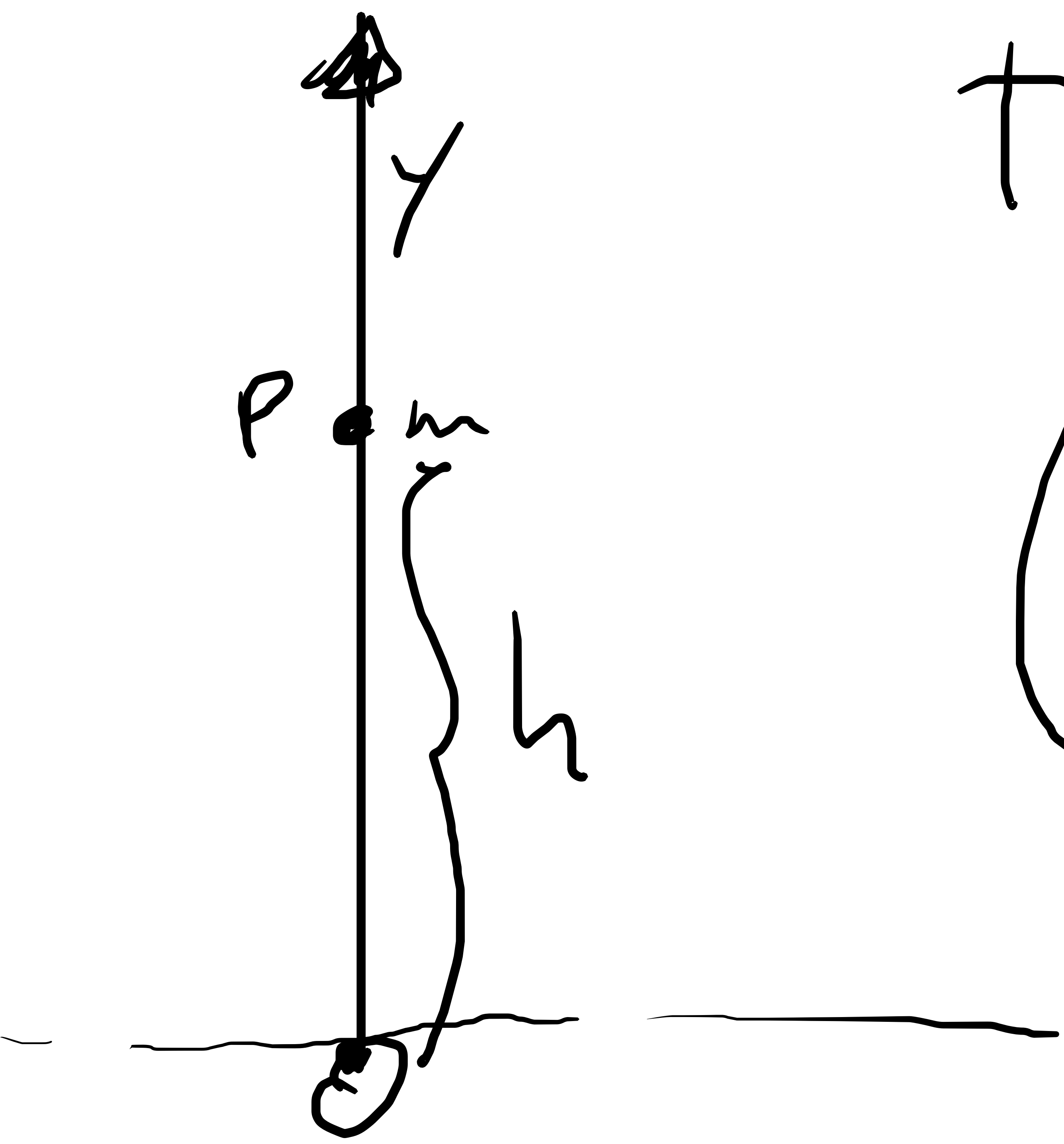
$\Delta E = 0 \Rightarrow$ conservazione dell'energia meccanica

L'energia meccanica di un corpo che risente solo di forze conservative rimane invariata nel tempo.

$\Downarrow$

Principio di conservazione dell'energia **per** sistemi meccanici conservativi.

Esercizio: caduta di un grave



$t = t_i \Rightarrow K_i = 0,\ U_i = mgh$

$\begin{pmatrix} t = T_f \\ y = 0 \end{pmatrix} \Rightarrow V_f = ?$

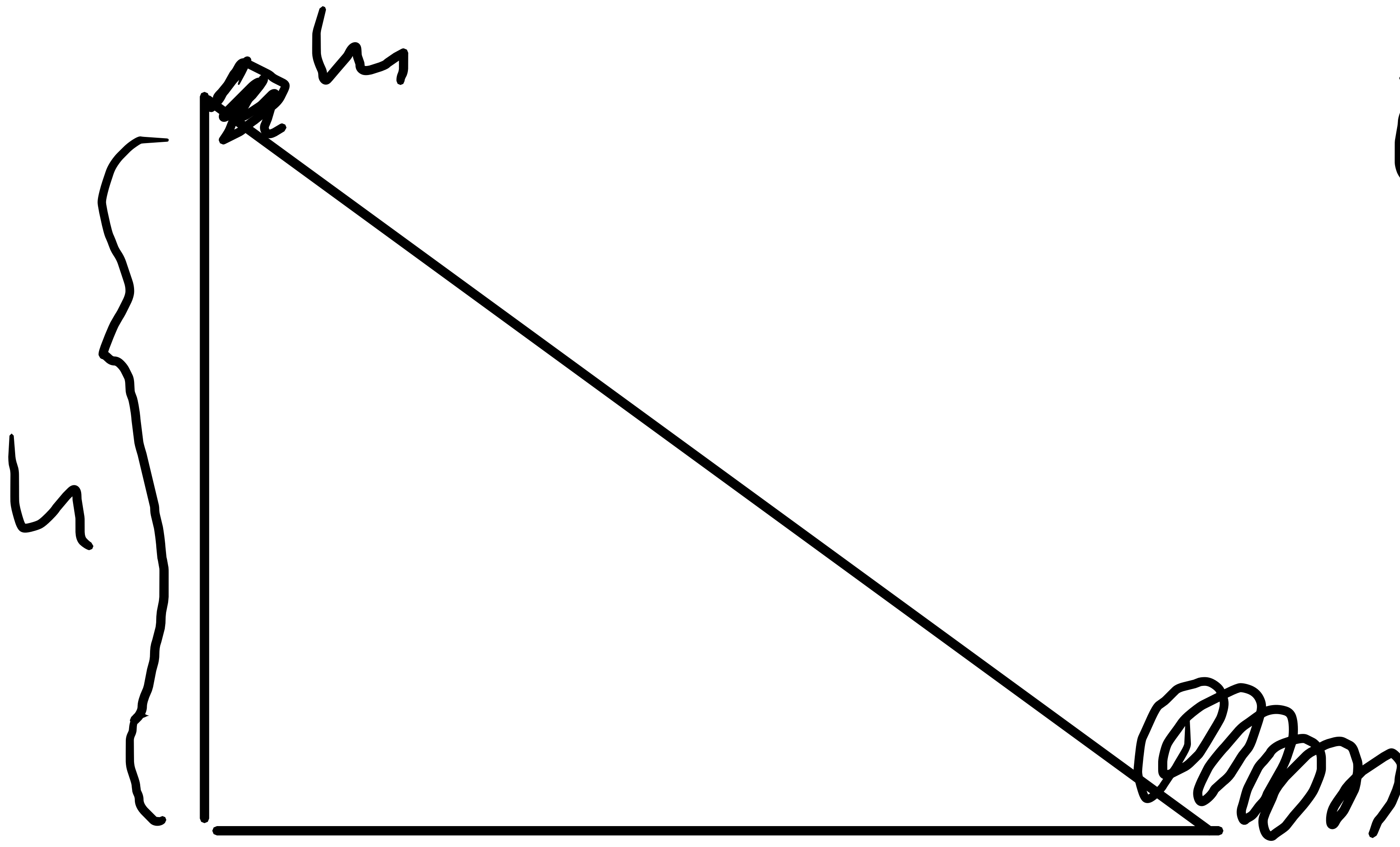
$E_i = E_f \;;\; E_i = U_i + K_i = mgh$

$E_f = \underbrace{U_f}_{0} + K_f = K_f = \frac{1}{2} m v_f^2$

$$\cancel{m} g h = \frac{1}{2} \cancel{m} v_f^2$$

$$V_f = \sqrt{2gh}$$

Esercizio: piano inclinato con molla alla base



$$E_i = mgh = E_f$$

$$E_f = \frac{1}{2} k l^2$$

$$mgh = \frac{1}{2} k l^2$$

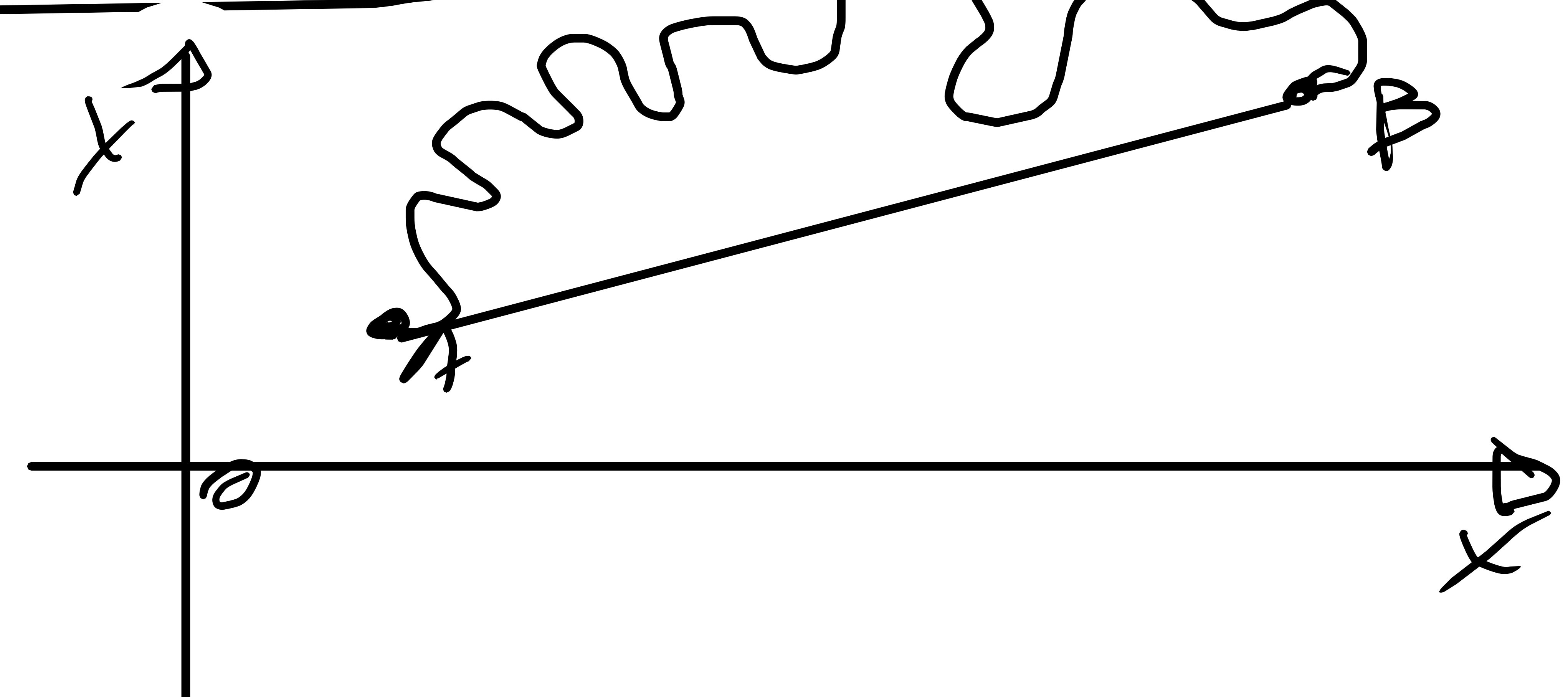
$$l = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

Forze non-conservative o dissipative

Lo sono forze d'attrito, forza di resistenza

$$W = f \cdot l$$

$$(F_A = \mu_d F_\perp)$$



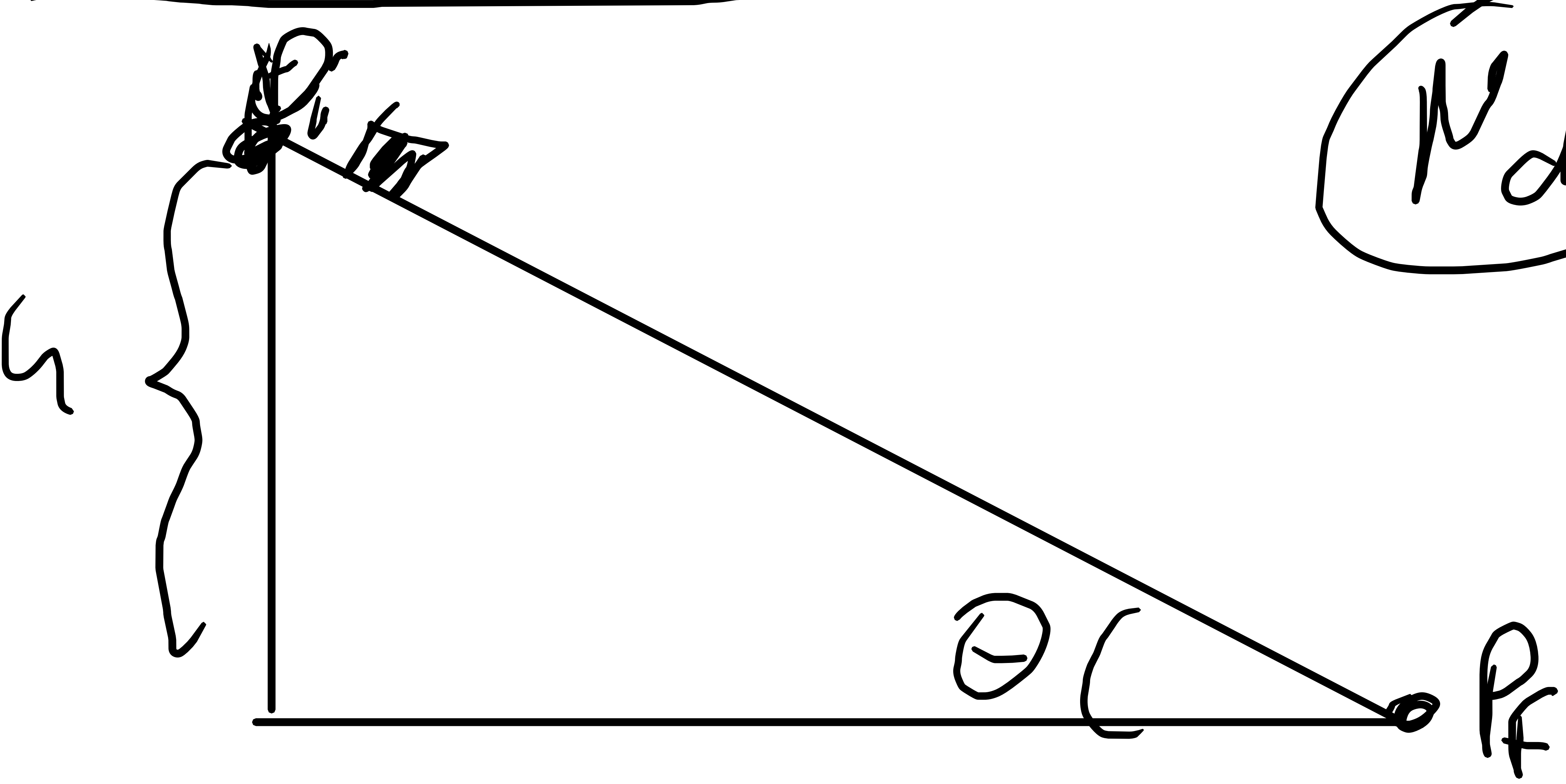
Visto che per le forze conservative l'energia mecc. si conserva

$$\Delta E = W_a$$

$\downarrow$

lavoro delle forze d'attrito

Esercizio: piano inclinato con attrito



$\mu_d \rightarrow E_f = ?$