

# Le ceneri della Fenice

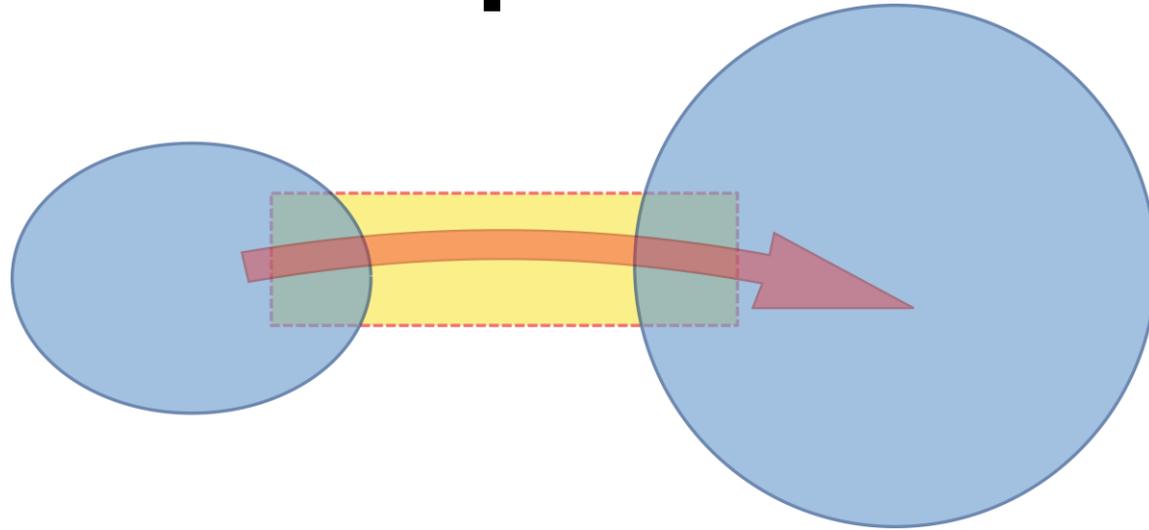
Inclusione della chimica e della termodinamica  
nel corso base di Fisica...

... ma, in primo luogo, tanta quantità di moto!

# Obbiettivi

- i. Identificare il sistema elementare
- ii. Introdurre sistematicamente la quantità di moto a partire dalla I liceo.
- iii. Trattare la chimica con un portatore conservato.

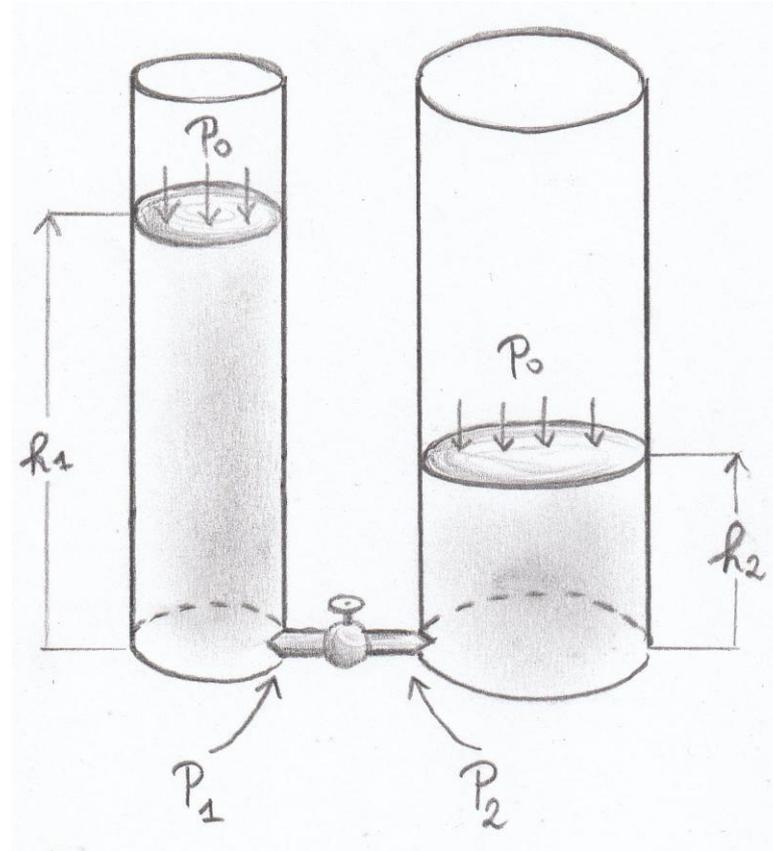
# Il sistema con la minima complessità



Un corpo solo nell'universo  
non combina un gran che...

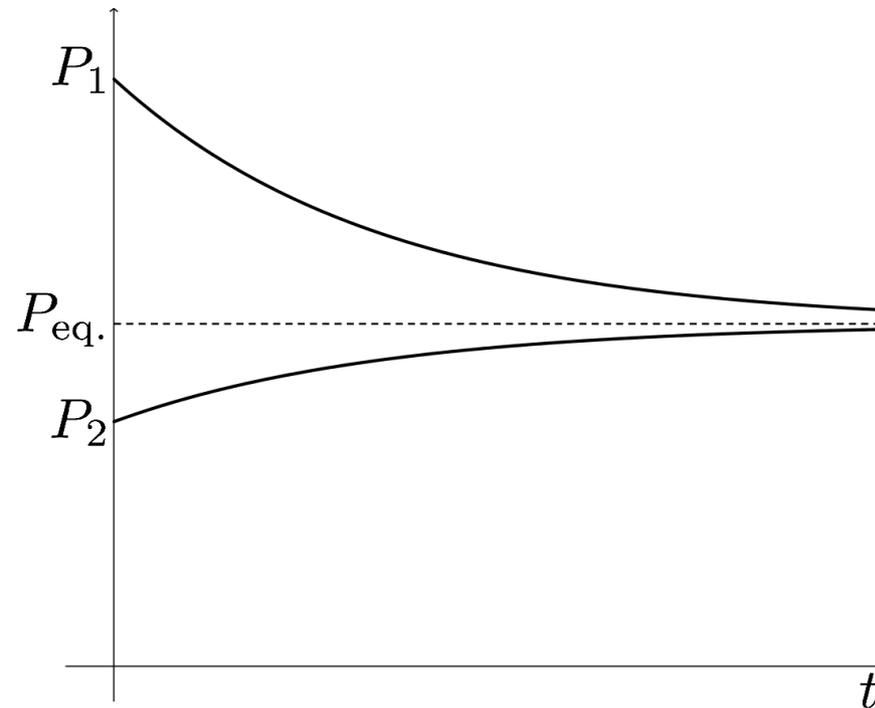
... Le cose si fanno interessanti quando  
di corpi ce ne sono almeno due.

# Processo spontaneo



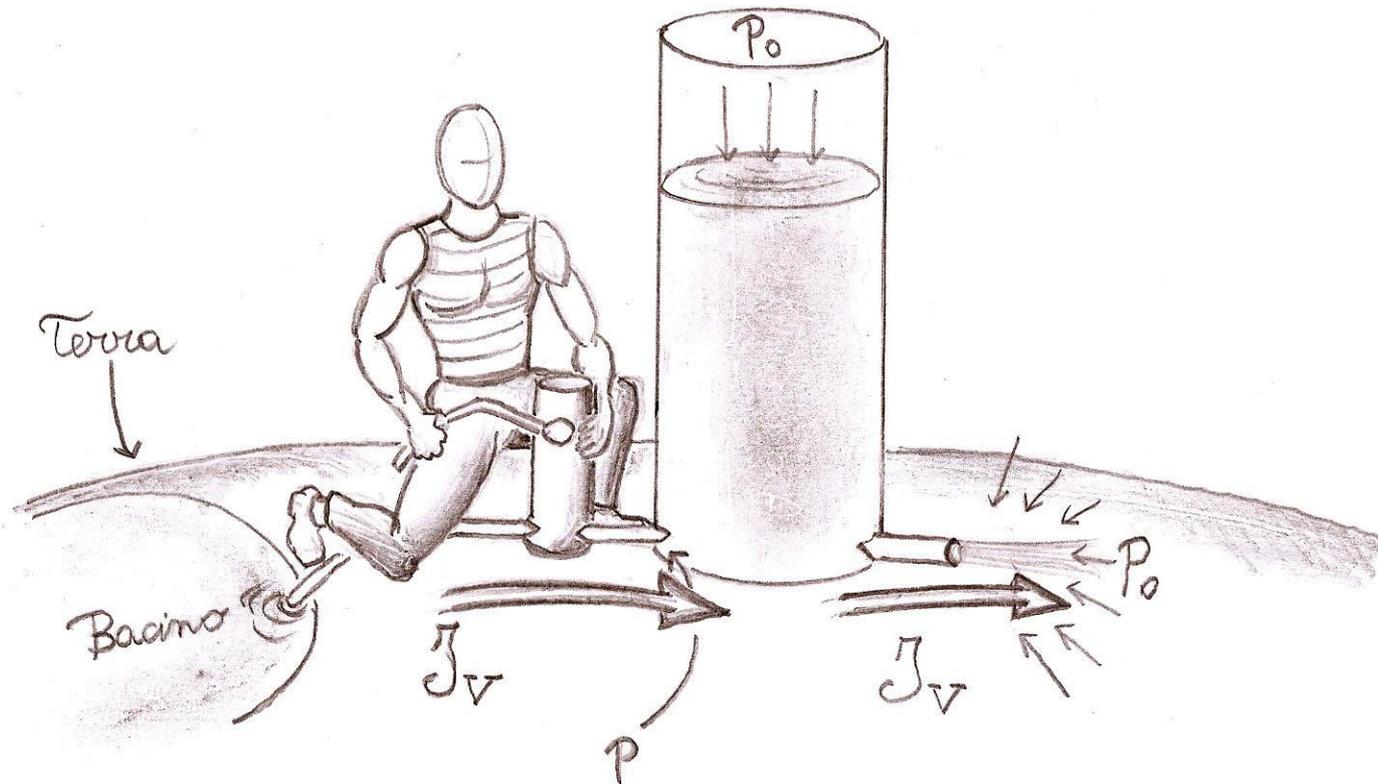
All'apertura del rubinetto, l'acqua si sposta dal vaso in cui il livello è maggiore, al vaso in cui il livello è minore.

# Equilibrio idraulico asintotico



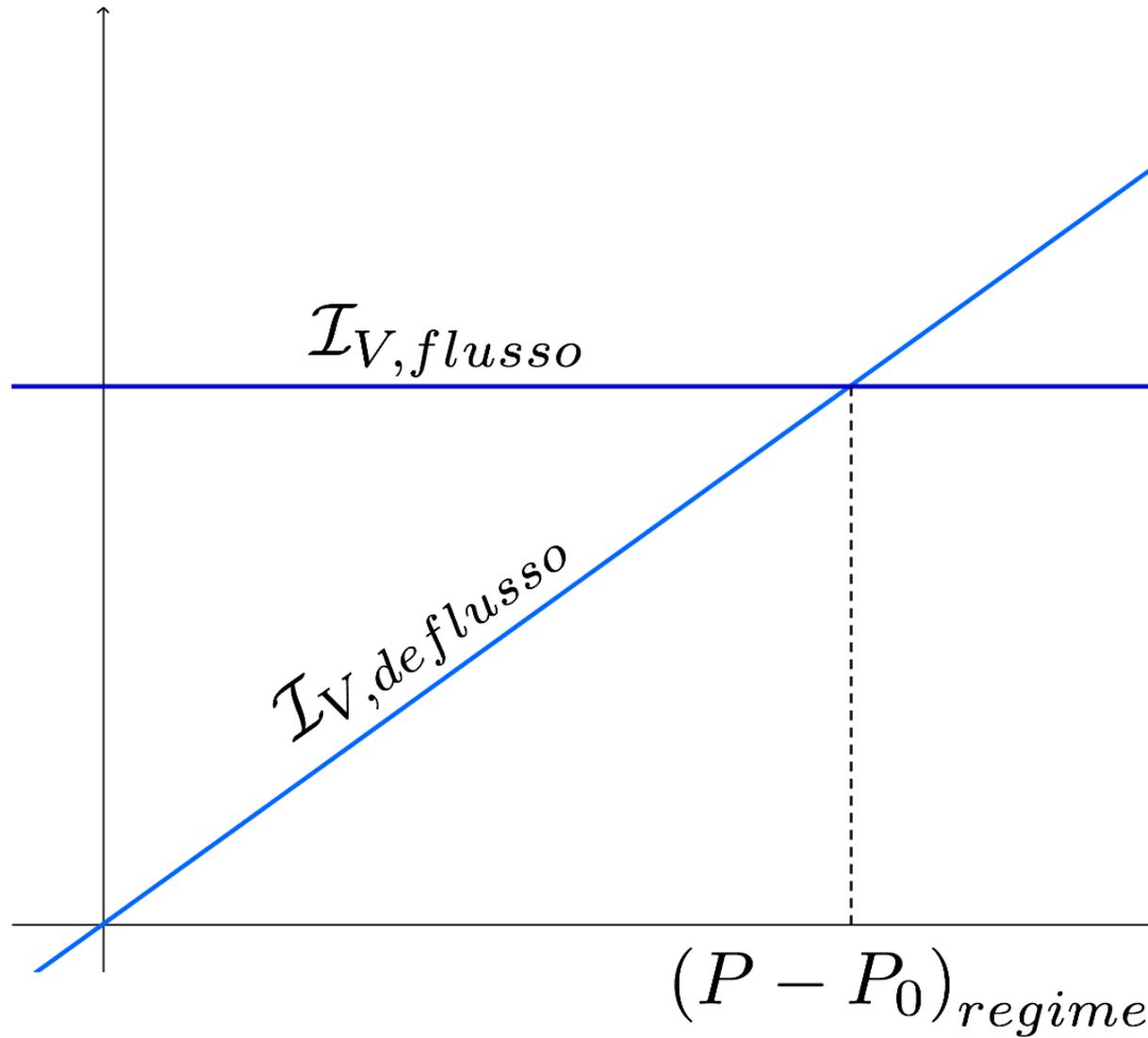
Il flusso spontaneo di corrente attenua i dislivelli, e le due pressioni tendono asintoticamente ad un valore comune di equilibrio (**morte termica del sistema**)

# Pompe idrauliche

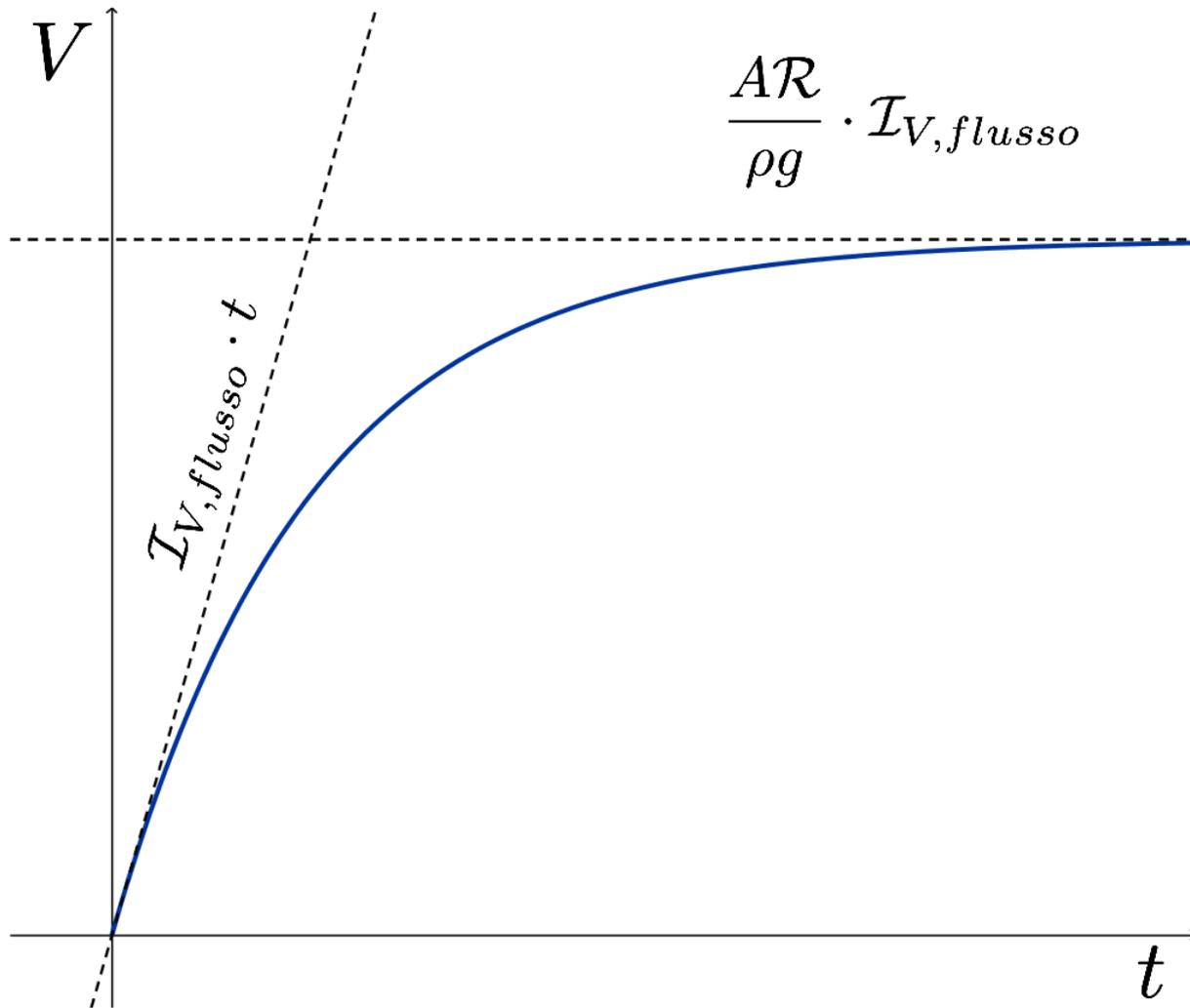


Una pompa idraulica consente il flusso nel verso opposto a quello spontaneo

# Regime stazionario - 1

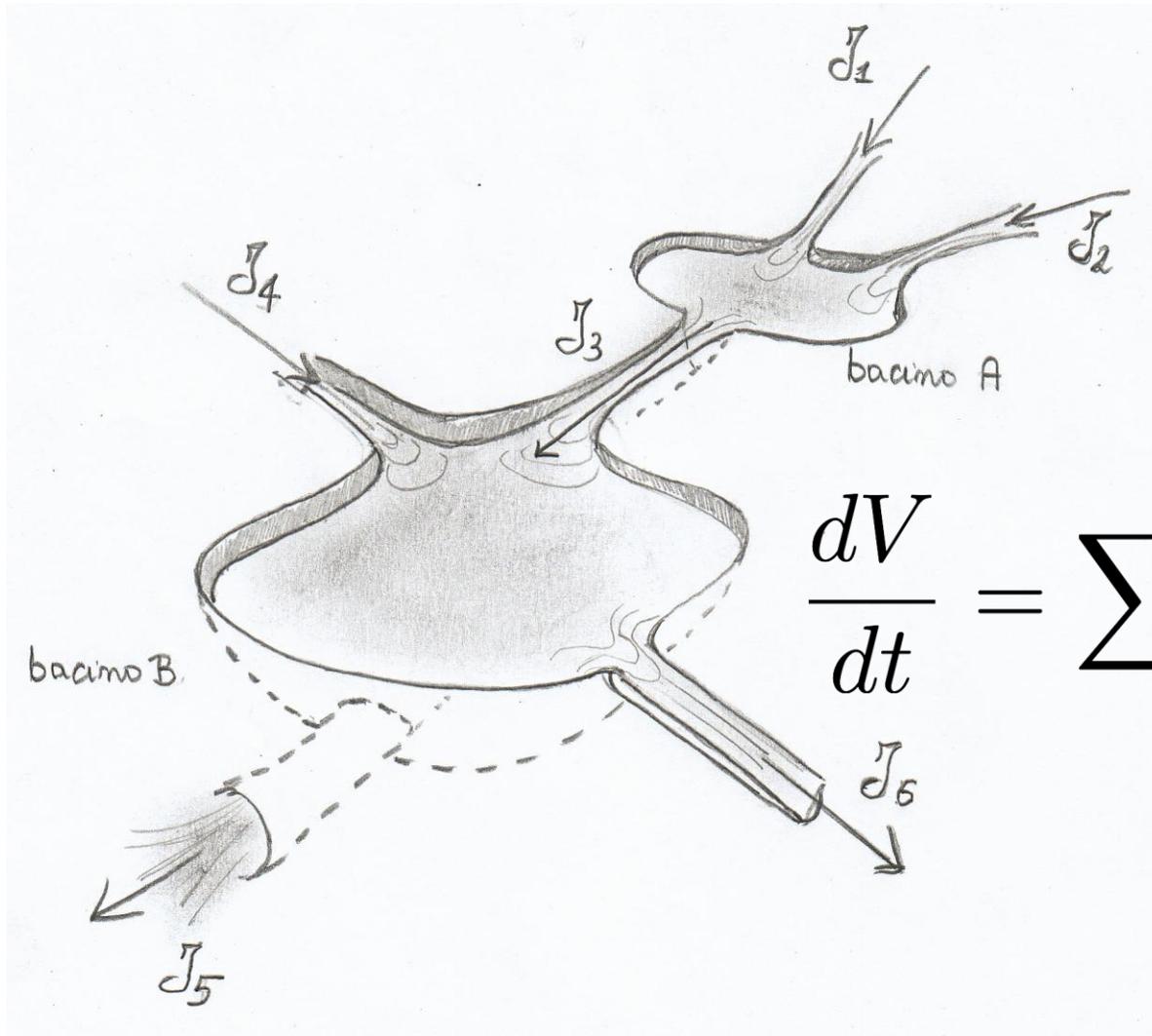


# Regime stazionario - 2



Il deflusso aumenta e raggiunge asintoticamente il valore del flusso in ingresso

# Equazione di bilancio



$$\frac{dV}{dt} = \sum \mathcal{I}_{V,\text{in}} - \sum \mathcal{I}_{V,\text{out}}$$

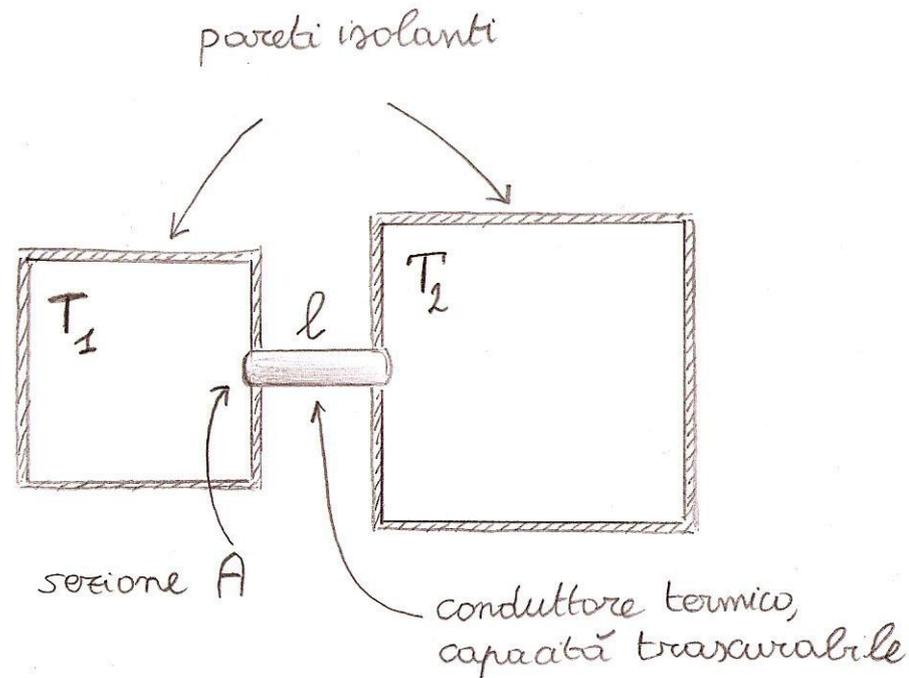
# Analogia idraulica



Cascata Gullfoss, Islanda (*crediti: voyagesphotosmanu.com*)

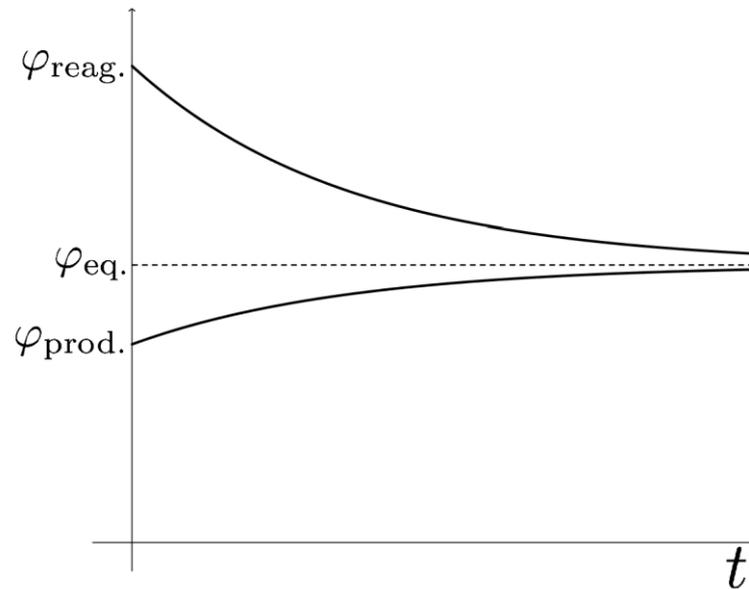
1. Due sistemi + interfaccia
2. Potenziali e portatori
3. Processi spontanei, pompaggi e regimi stazionari

# Processi termici



La corrente termica fluisce dal corpo a temperatura minore al corpo temperatura maggiore

# Equilibrio termico asintotico



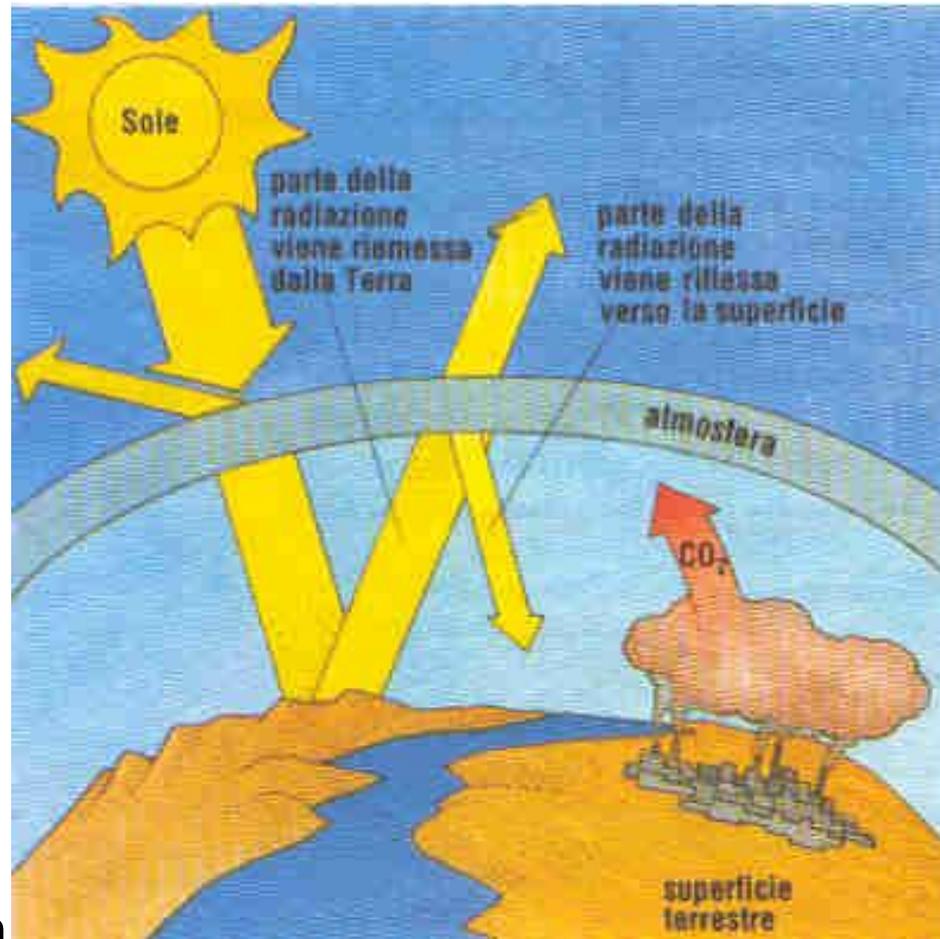
La corrente termica fluisce  
dal corpo a temperatura minore  
al corpo temperatura maggiore

# Pompa termica



Una pompa termica consente il passaggio di entropia dal corpo a temperatura minore al corpo a temperatura maggiore  
(*crediti: puntosienergia.it*)

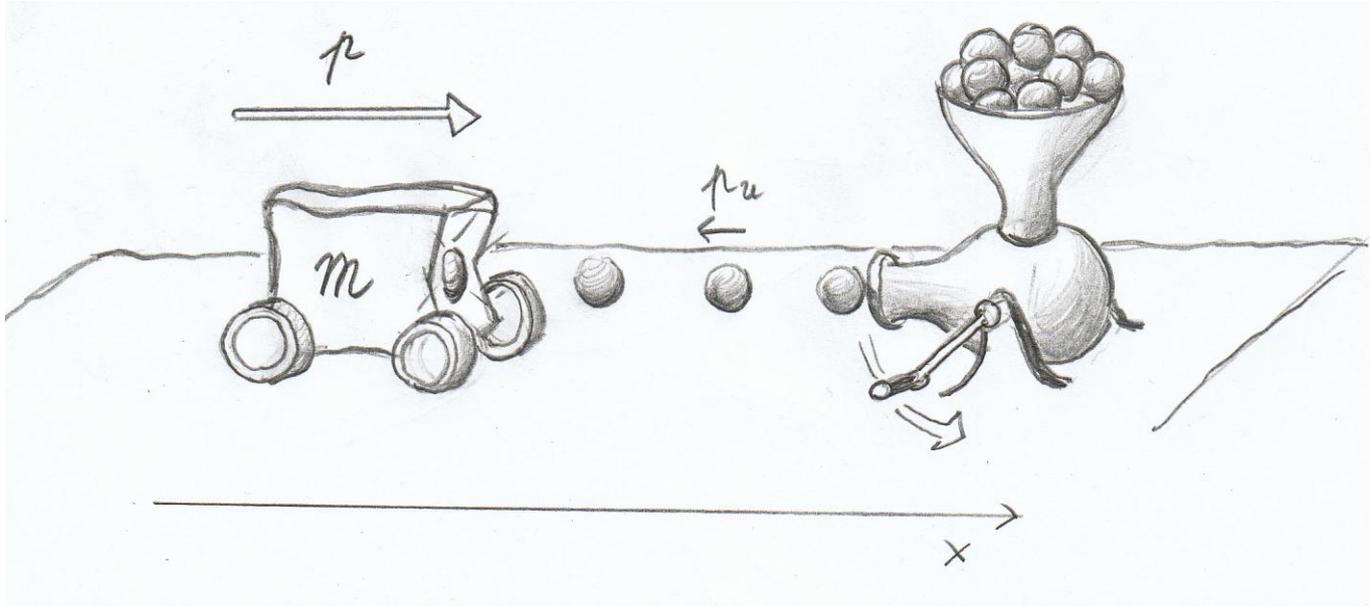
# Regime termico stazionario



La dispersione termica verso l'ambiente  
aumenta con la temperatura e raggiunge  
asintoticamente il valore del flusso in  
ingresso

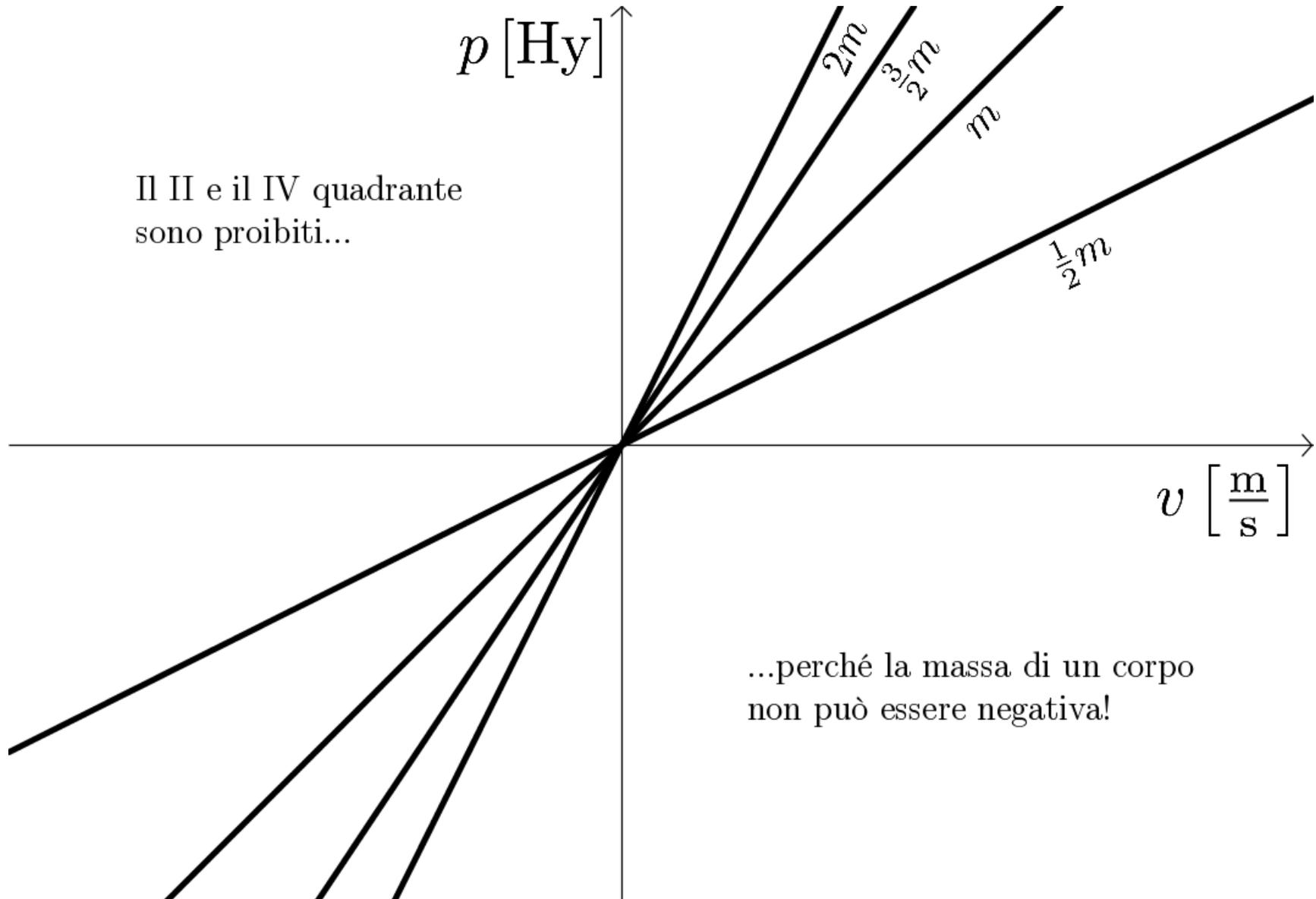
*(crediti: digilander.libero.it)*

# Introduzione della quantità di moto

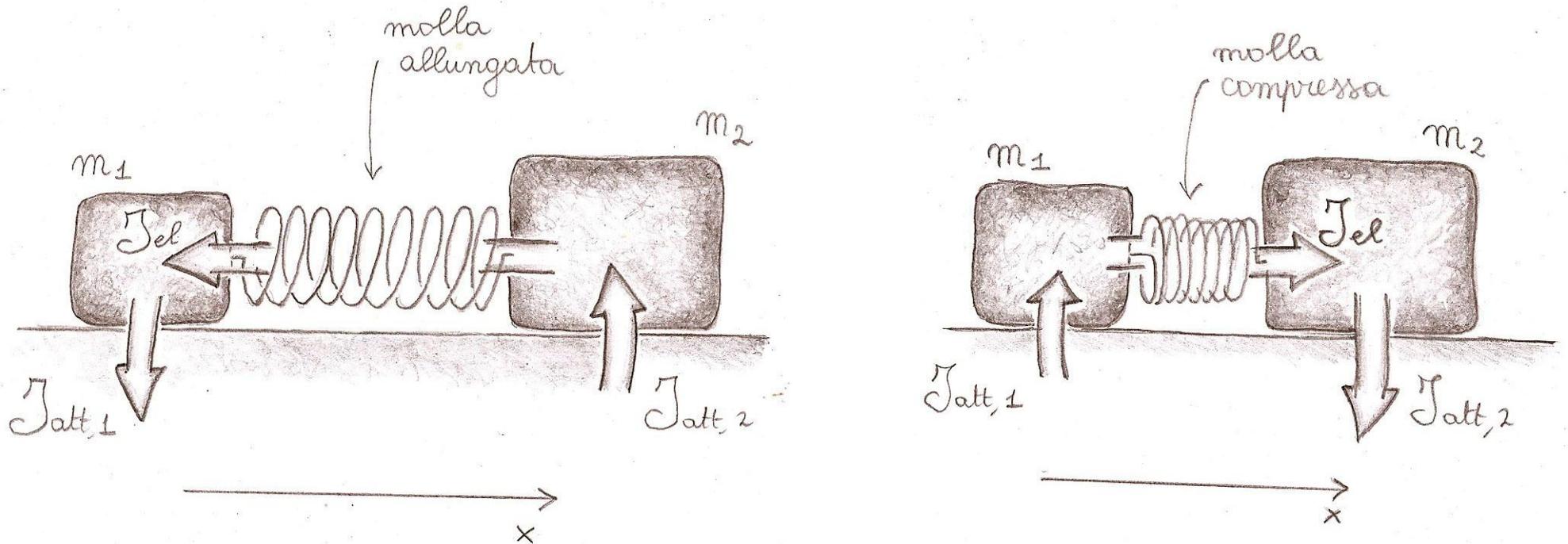


$$p_{x,\text{in}} = N \cdot (-p_{x,u})$$

# Equazione costitutiva

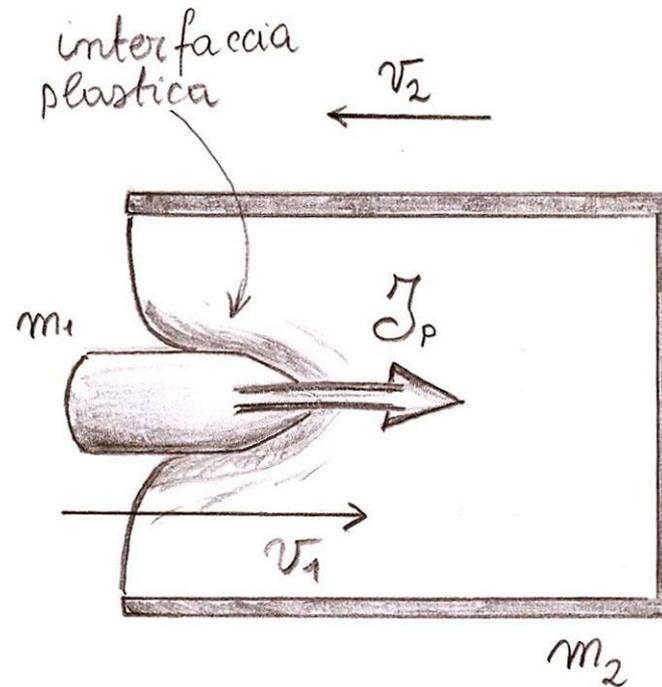


# Correnti di quantità di moto



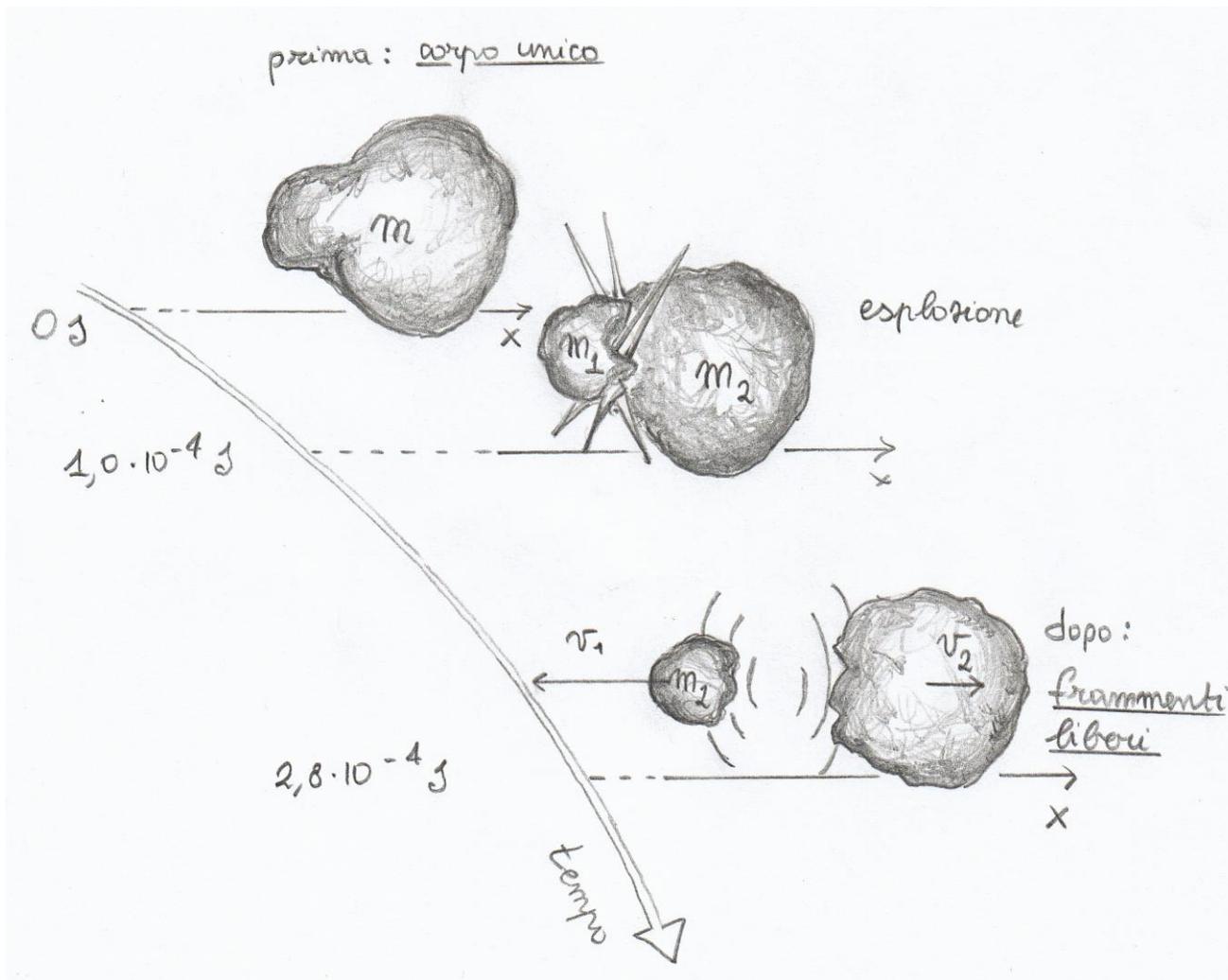
L'orientamento dell'asse coordinato gioca fin dall'inizio un ruolo fondamentale.

# Processi meccanici spontanei: collisioni anelastiche



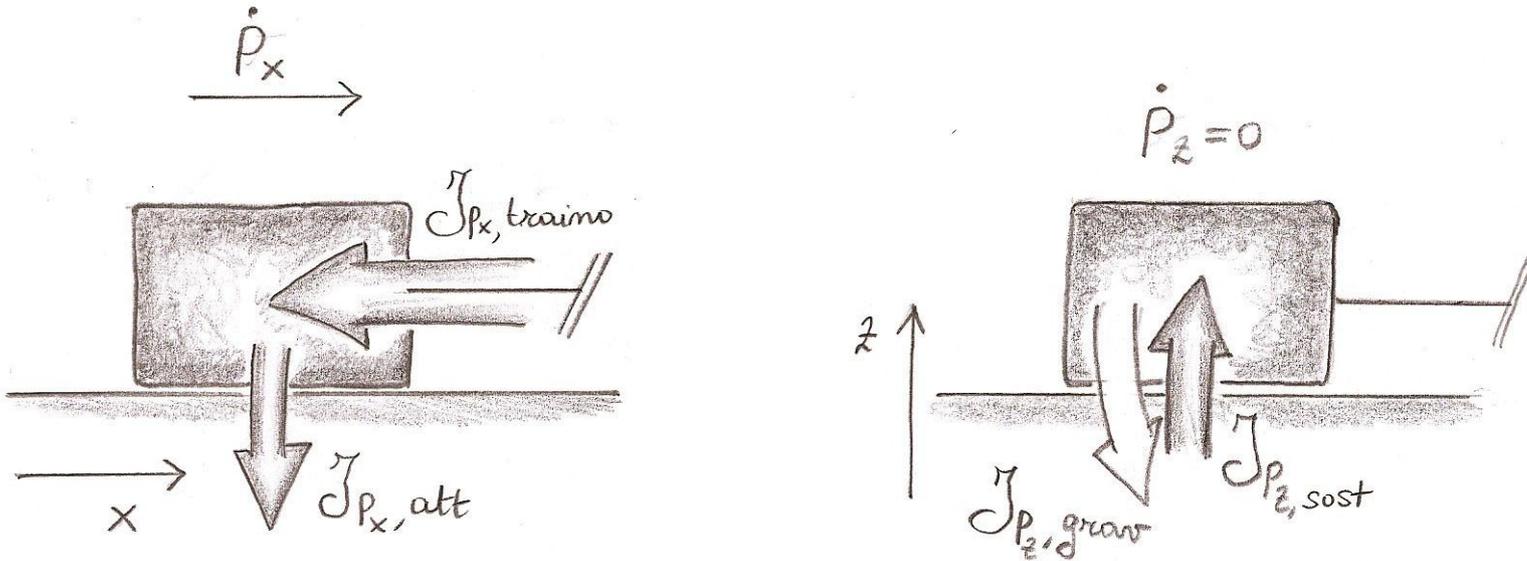
La quantità di moto procede  
dal corpo a velocità maggiore  
al corpo a velocità minore.

# Pompe meccaniche carica esplosiva



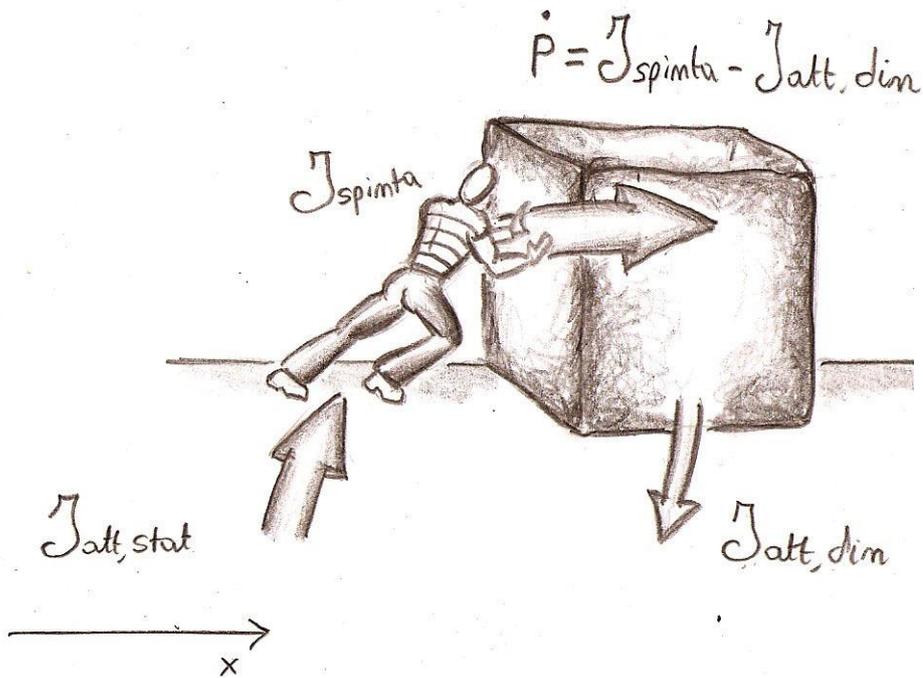
La quantità di moto procede dal corpo a velocità minore al corpo a velocità maggiore

# Corpo trascinato su un piano

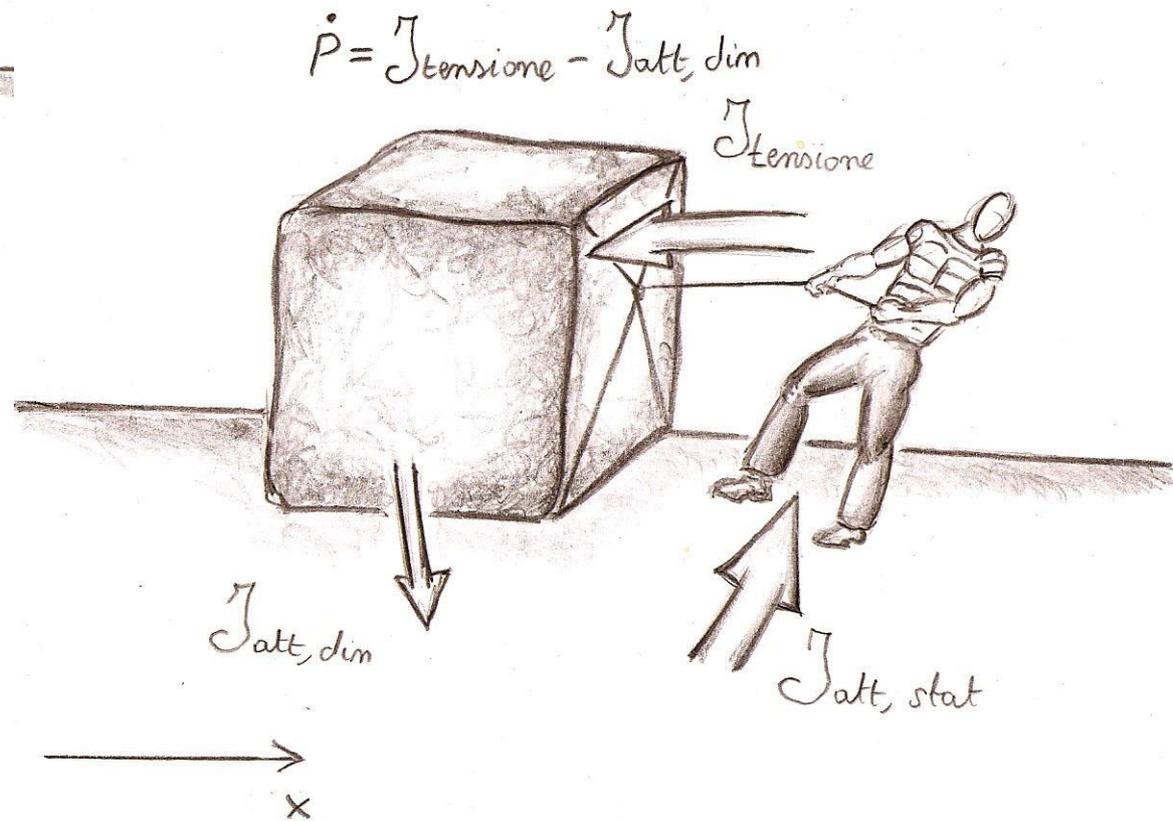


La quantità di moto procede dal corpo a velocità maggiore al corpo a velocità minore.

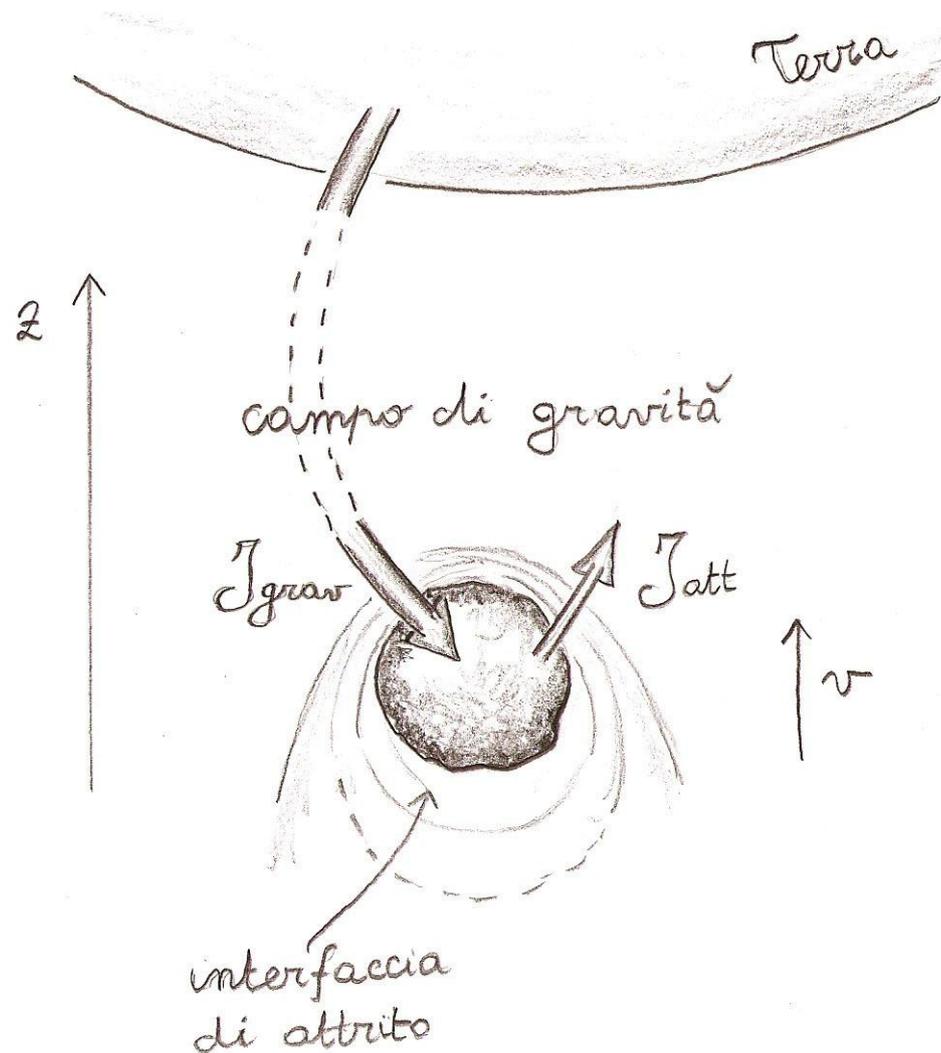
# Pompe meccaniche apparato locomotore



L'apparato locomotore carica  
la corrente di quantità di moto  
da Terra al corpo in movimento



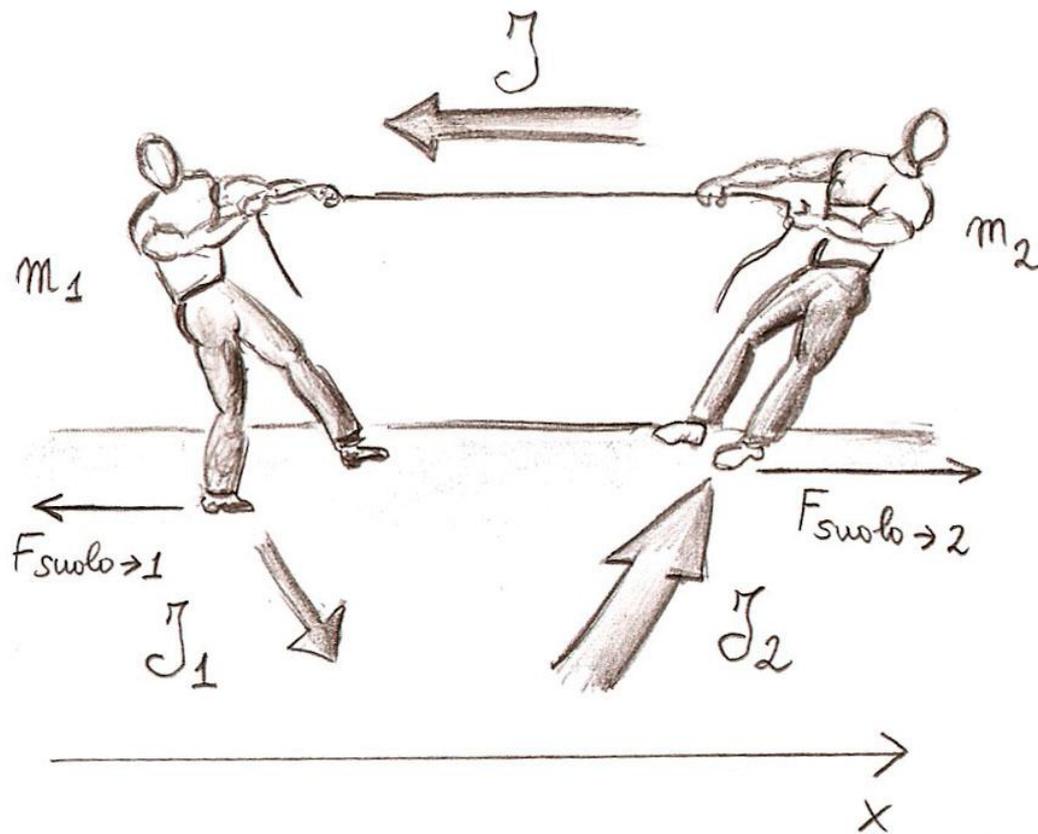
# Regime stazionario meccanico caduta in aria



La corrente di quantità di moto che fluisce tra corpo e Terra attraverso all'**interfaccia** di attrito viscoso (l'aria) aumenta con la velocità e, in condizione di regime, eguaglia la corrente di quantità di moto che fluisce tra Terra e corpo attraverso il **mediatore** campo di gravità

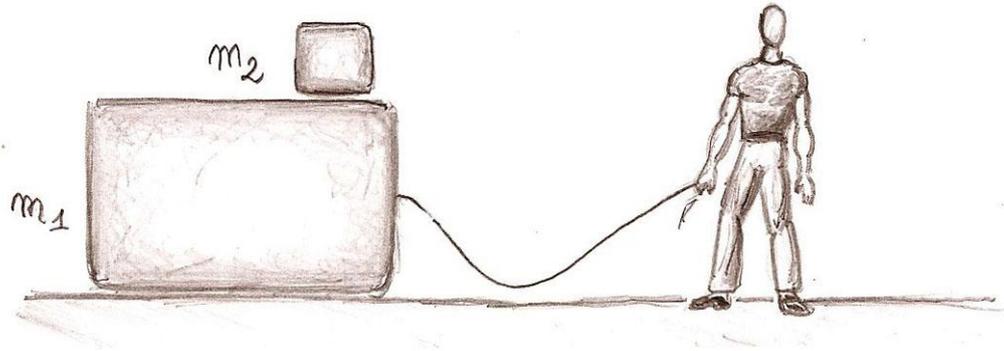
# Il tiro alla fune

(un problema per i più coraggiosi)

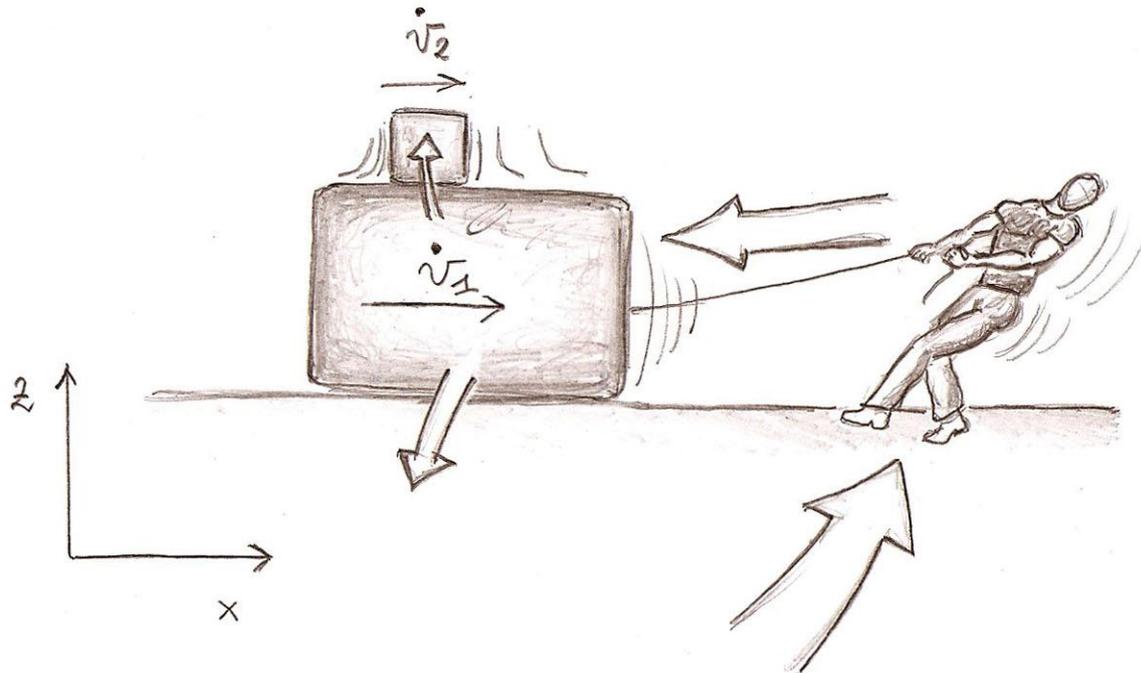


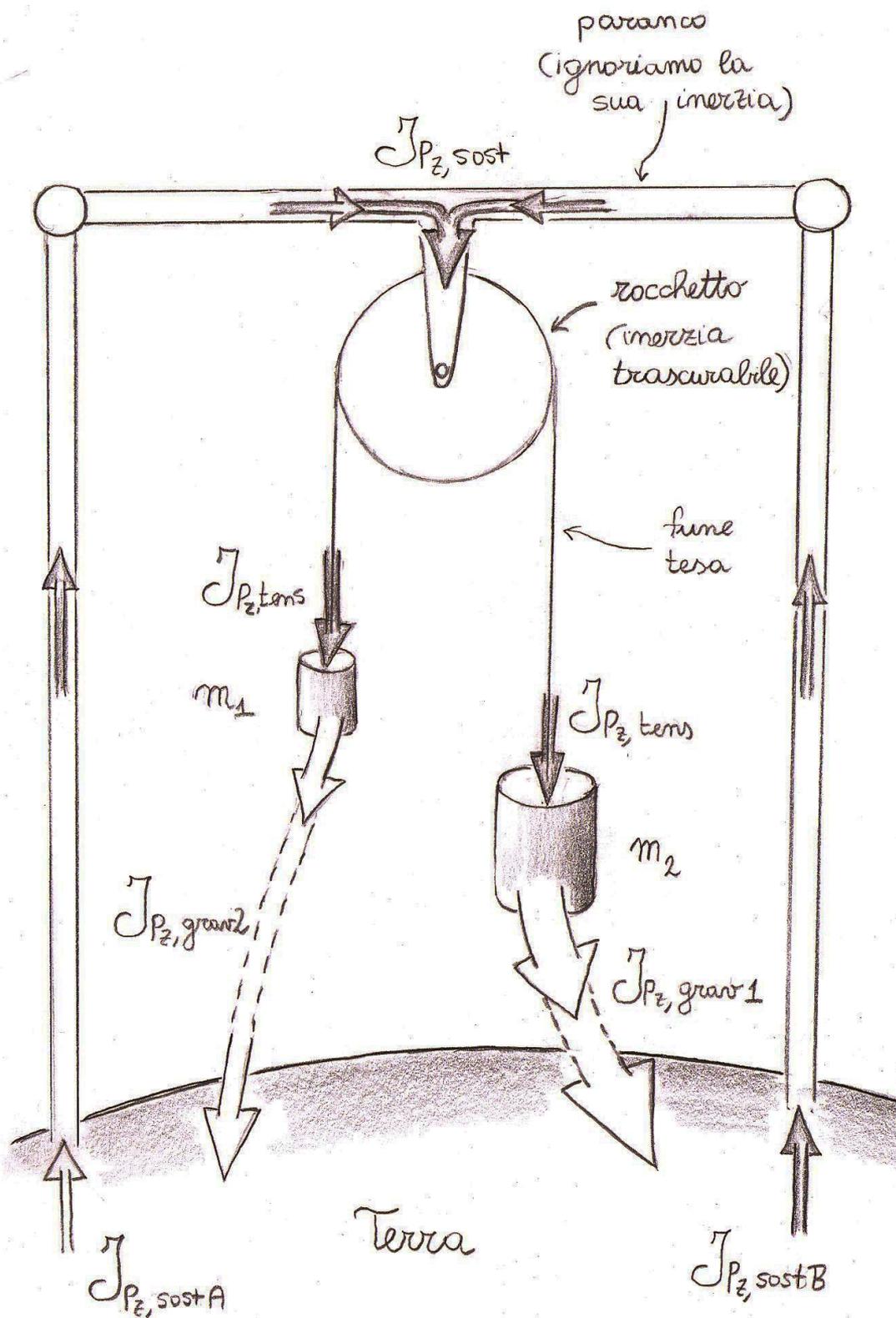
Alla corrente di interazione che scorre lungo la fune corrisponde un coppia azione - reazione

# Un uomo, due blocchi e la Terra (per tacer della fune)



Rappresentazione grafica delle correnti di interazione tra le parti che costituiscono il sistema

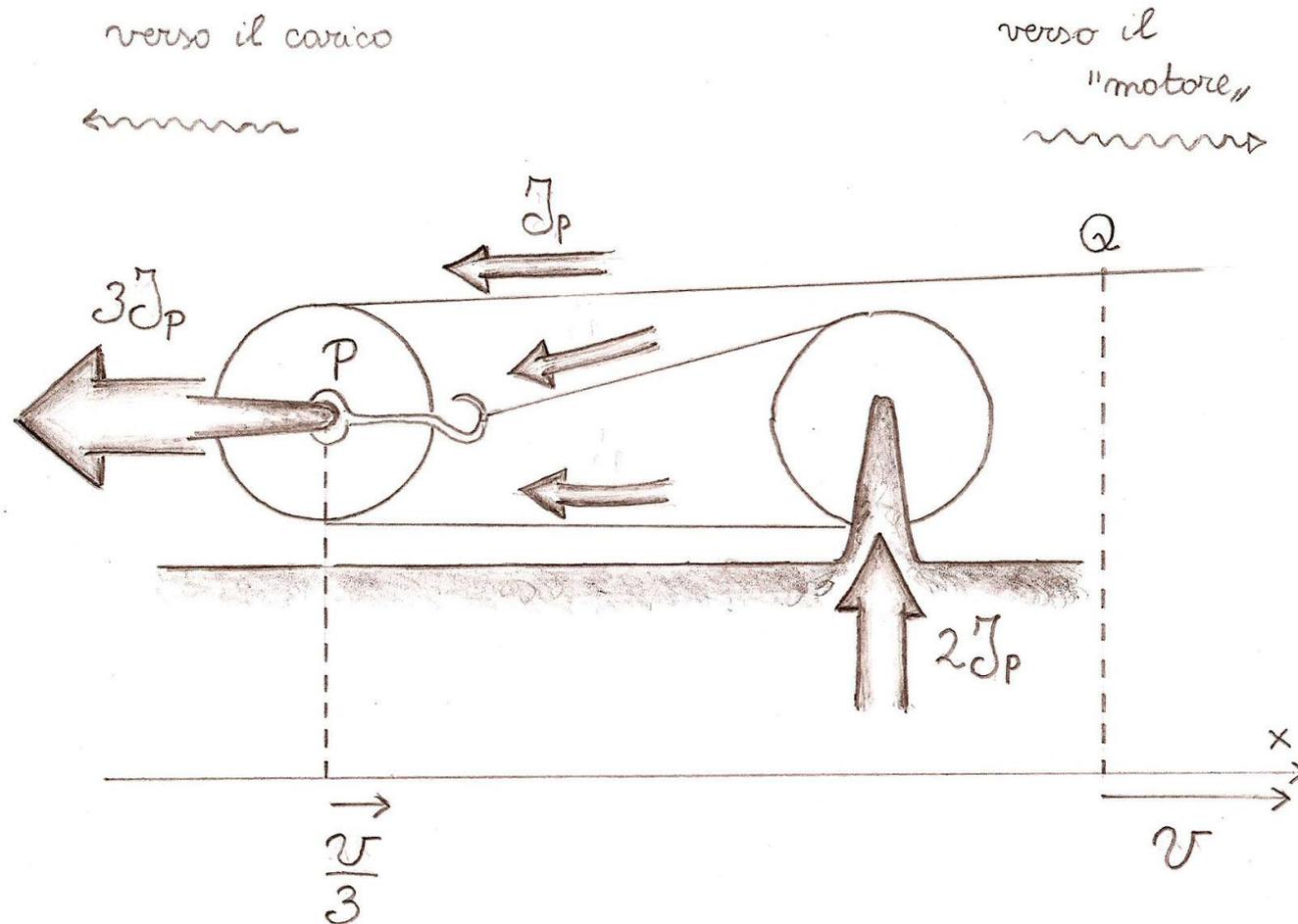




# La macchina di Atwood

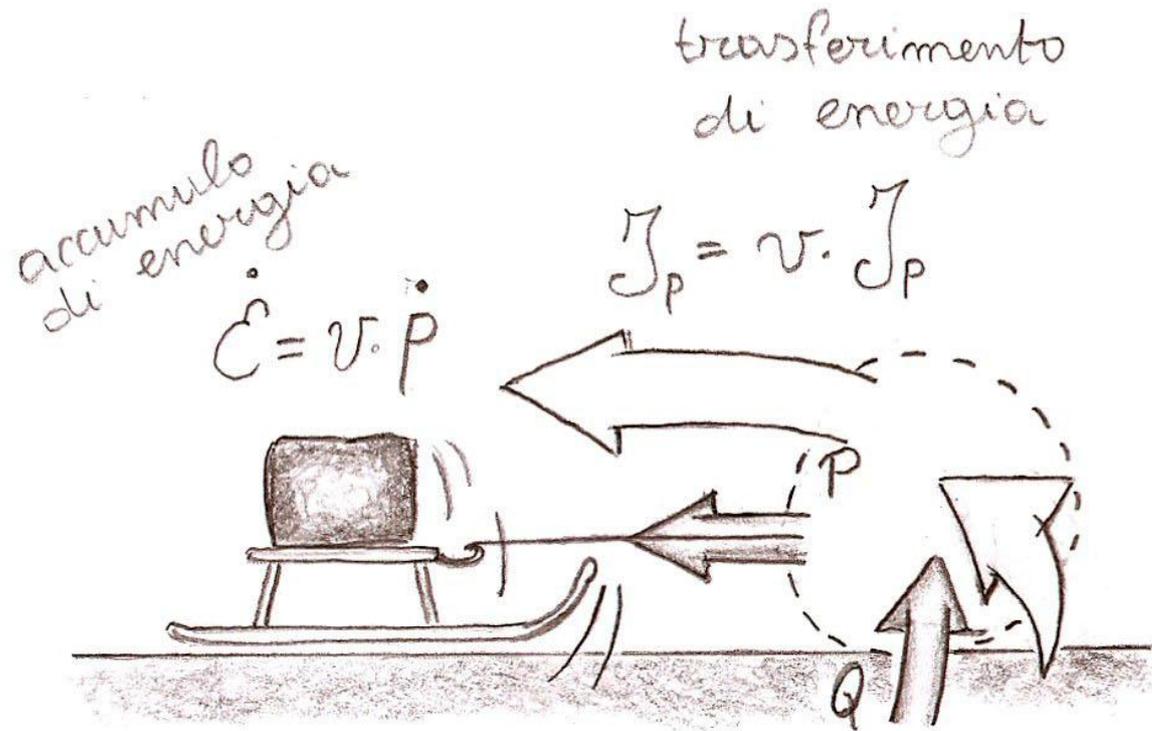
Rappresentazione grafica delle correnti di interazione tra le parti che costituiscono il sistema

# Introduzione dell'energia



$$(\mathcal{I}_{p_x} \cdot v_x)_{\text{in}} = (\mathcal{I}_{p_x} \cdot v_x)_{\text{out}}$$

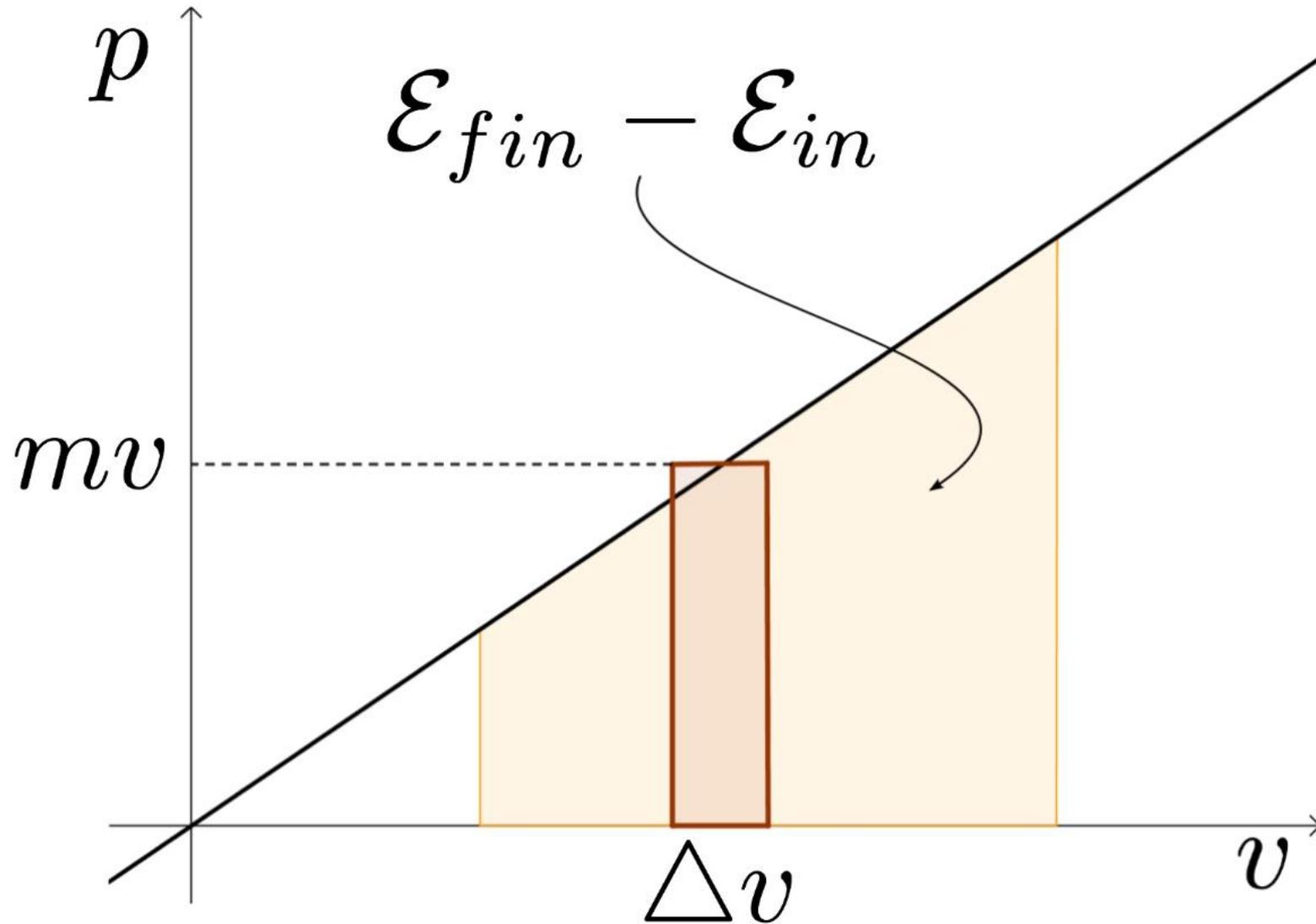
# Energia del sistema corpo + Terra



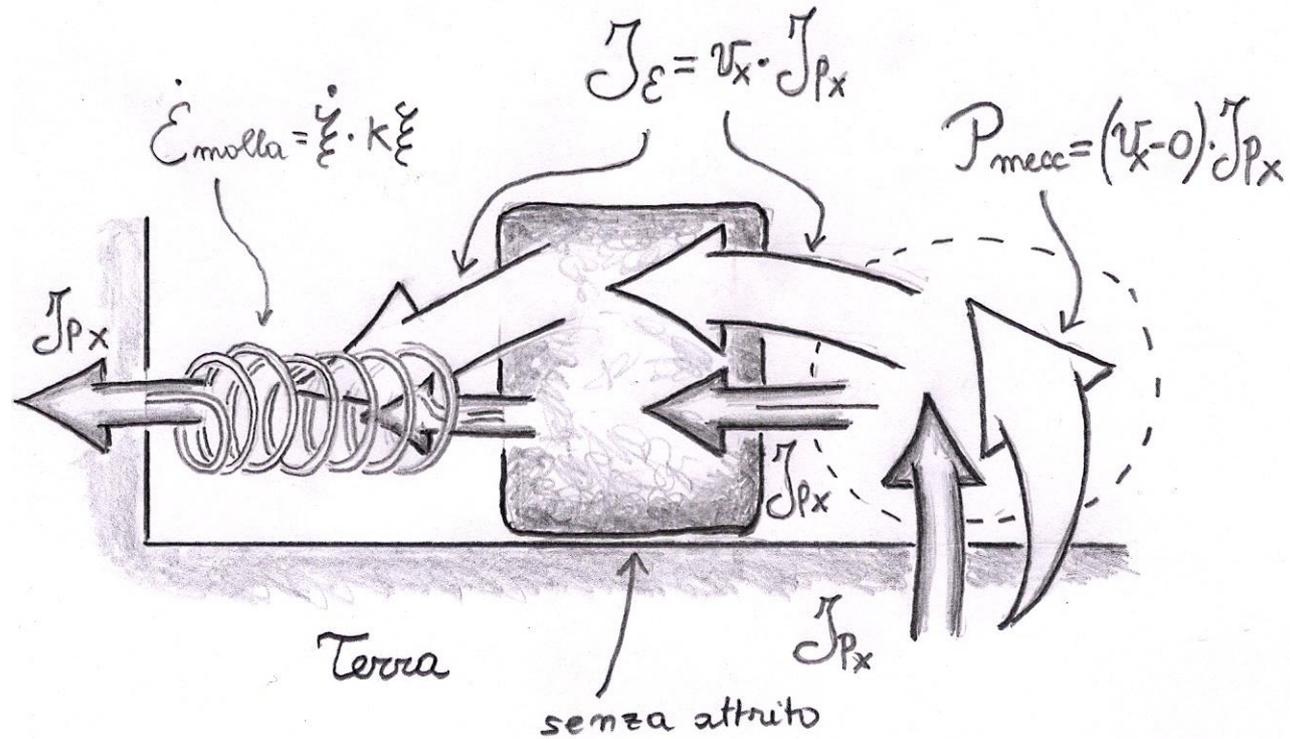
$$P_{mecc} = (v - 0) \cdot \dot{J}_p$$

potenza  
del processo

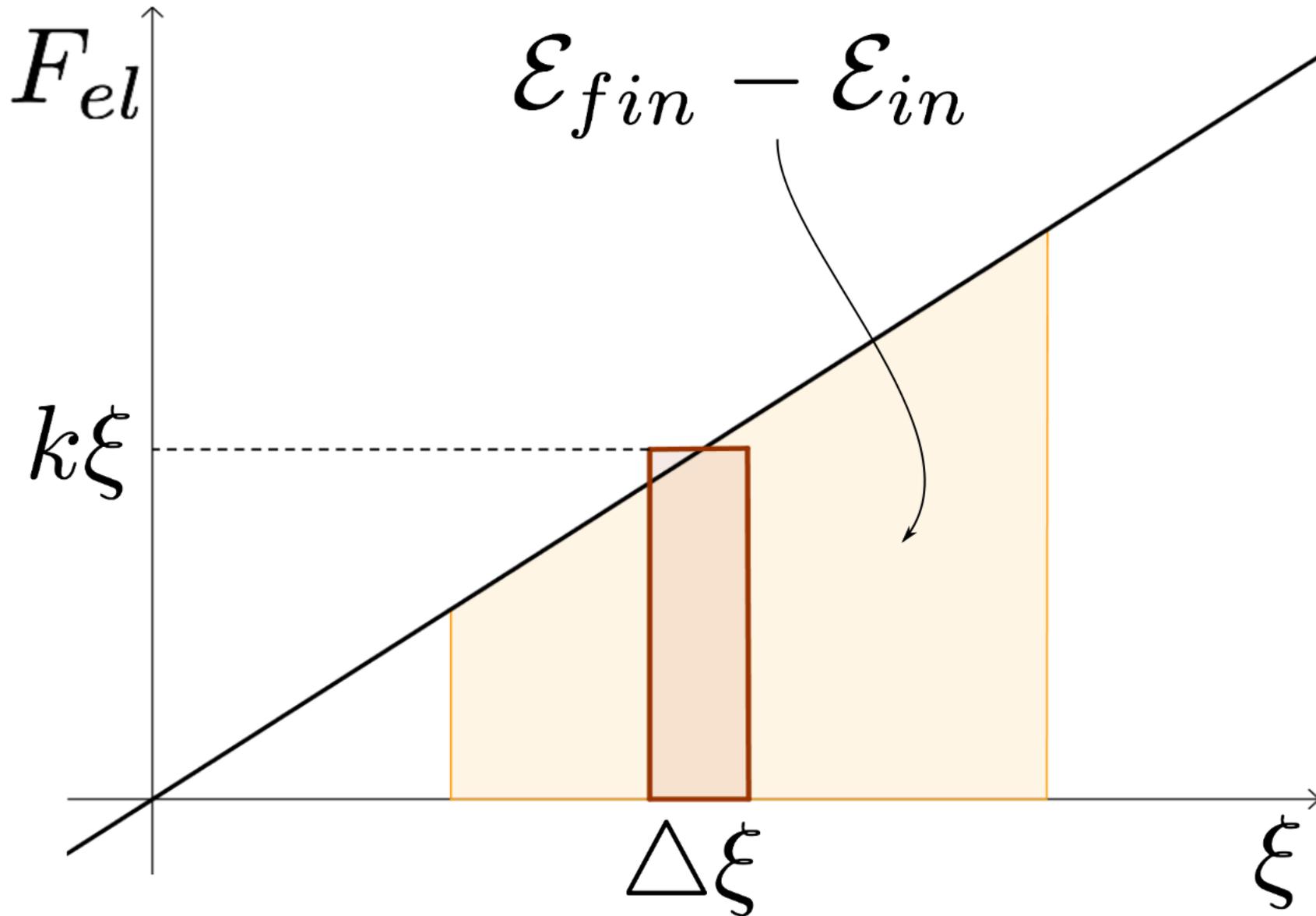
# Energia del sistema corpo + Terra



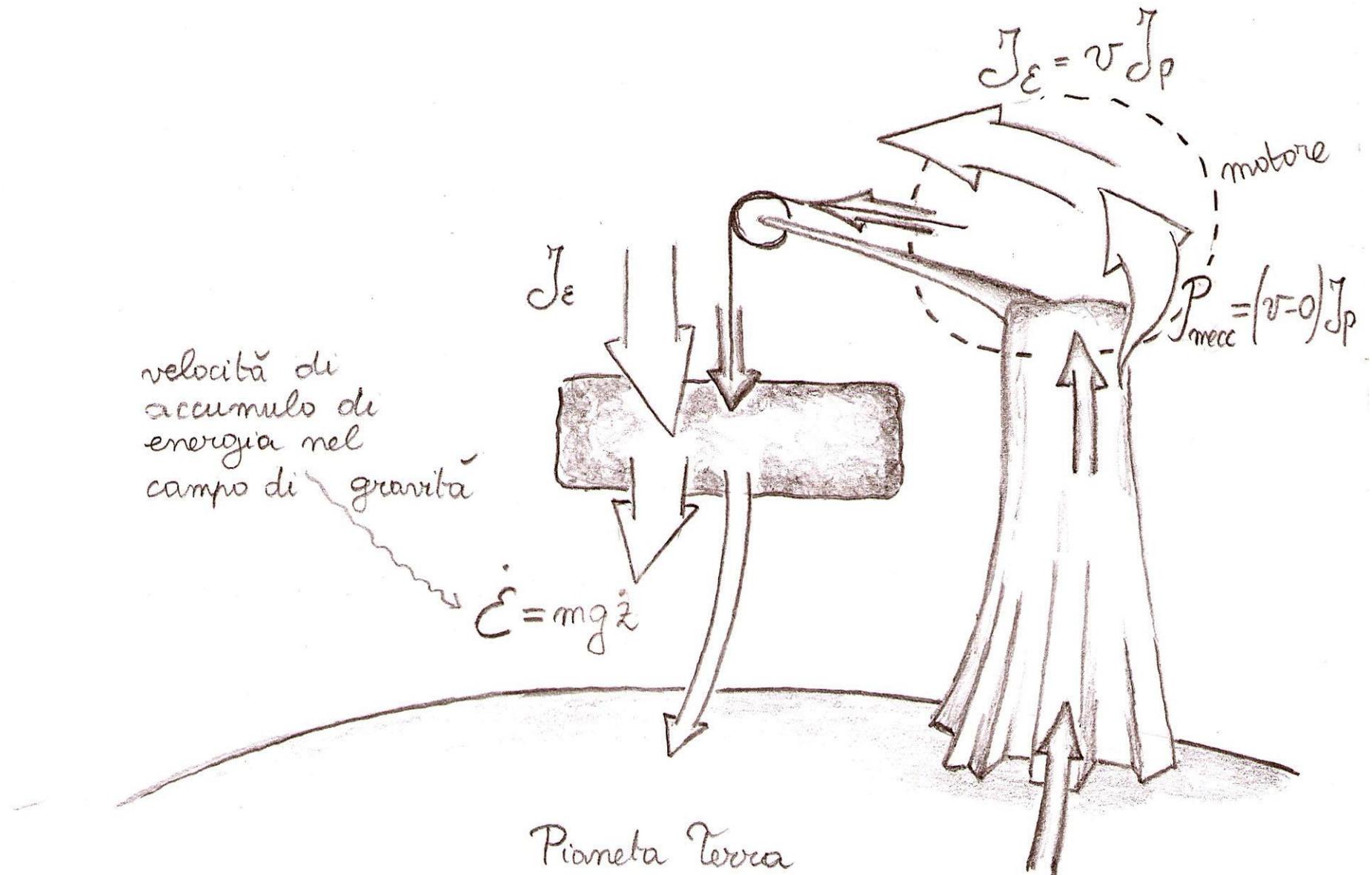
# Energia della molla



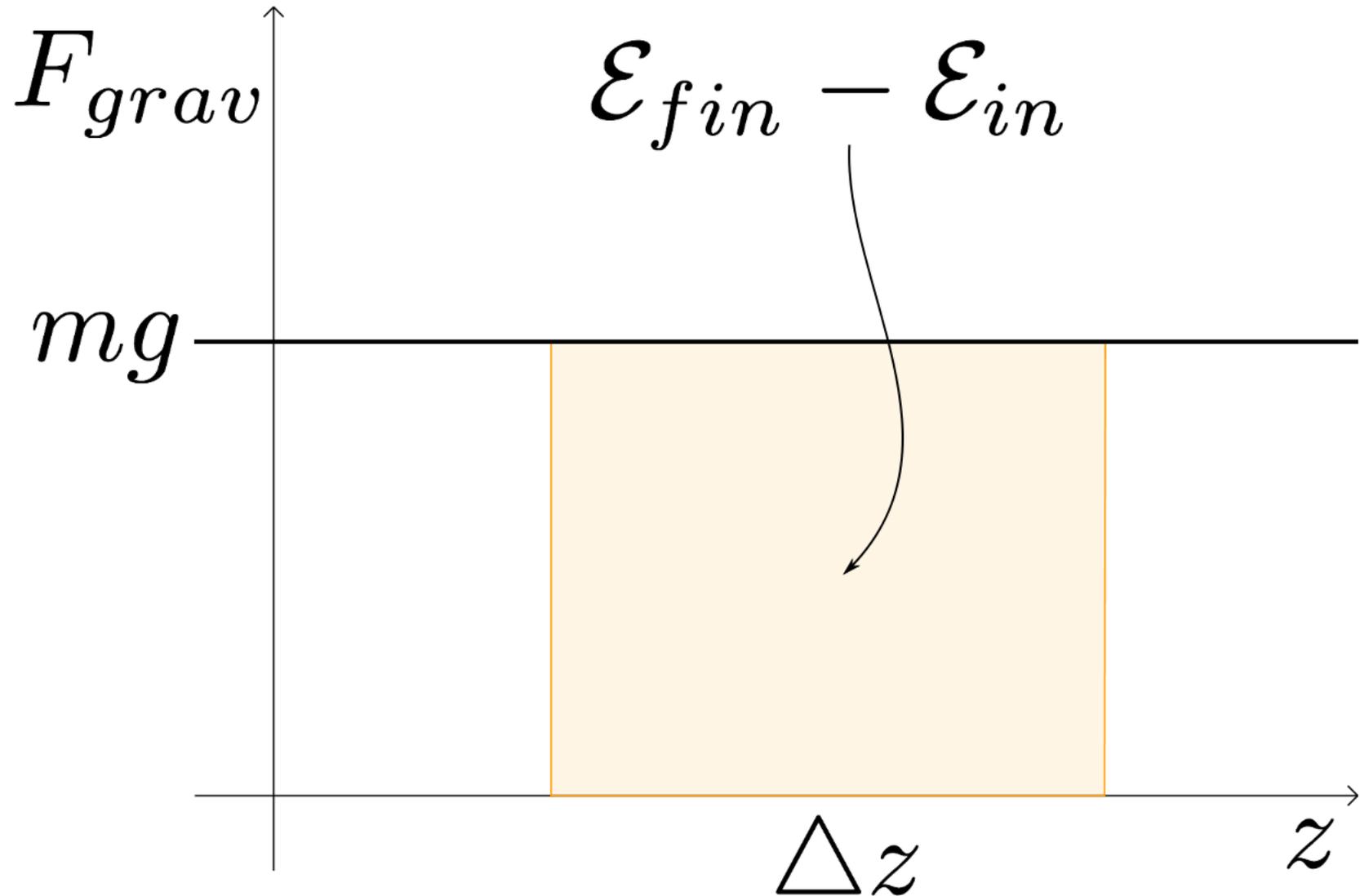
# Energia della molla



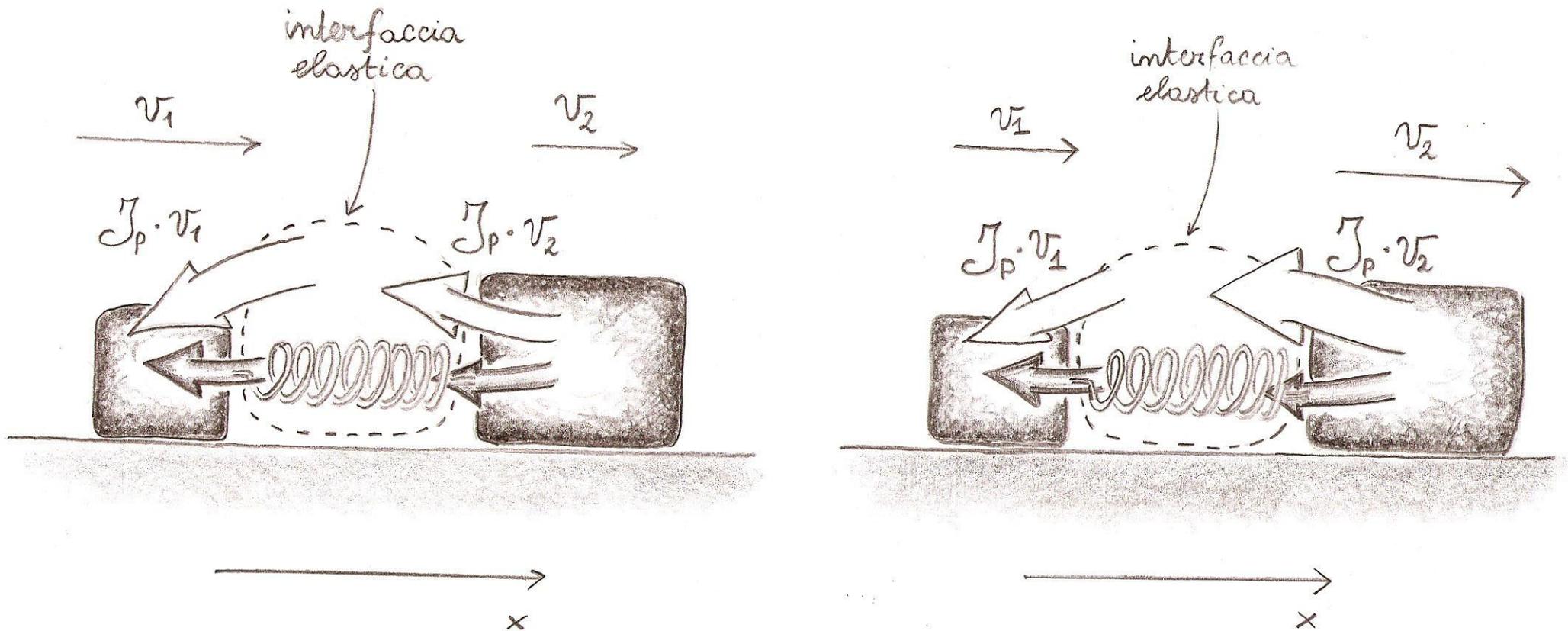
# Energia del campo di gravità



# Energia del campo di gravità



# Correnti di energia e potenza

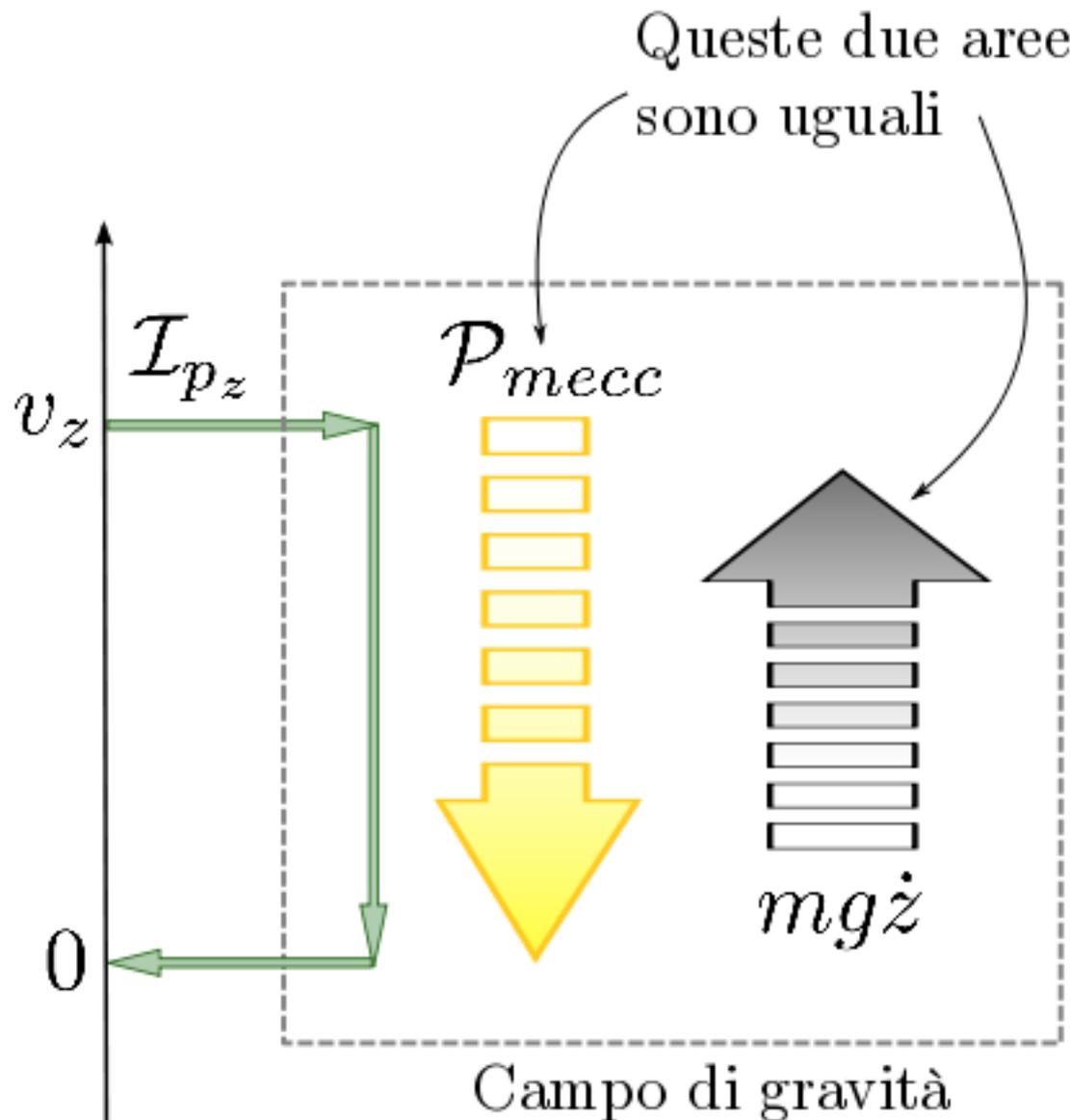


$$\mathcal{P}_{\text{mecc}} = \mathcal{I}_{p_x} \cdot (v_{x,1} - v_{x,2})$$

La potenza è indipendente dall'osservatore, la corrente di energia no



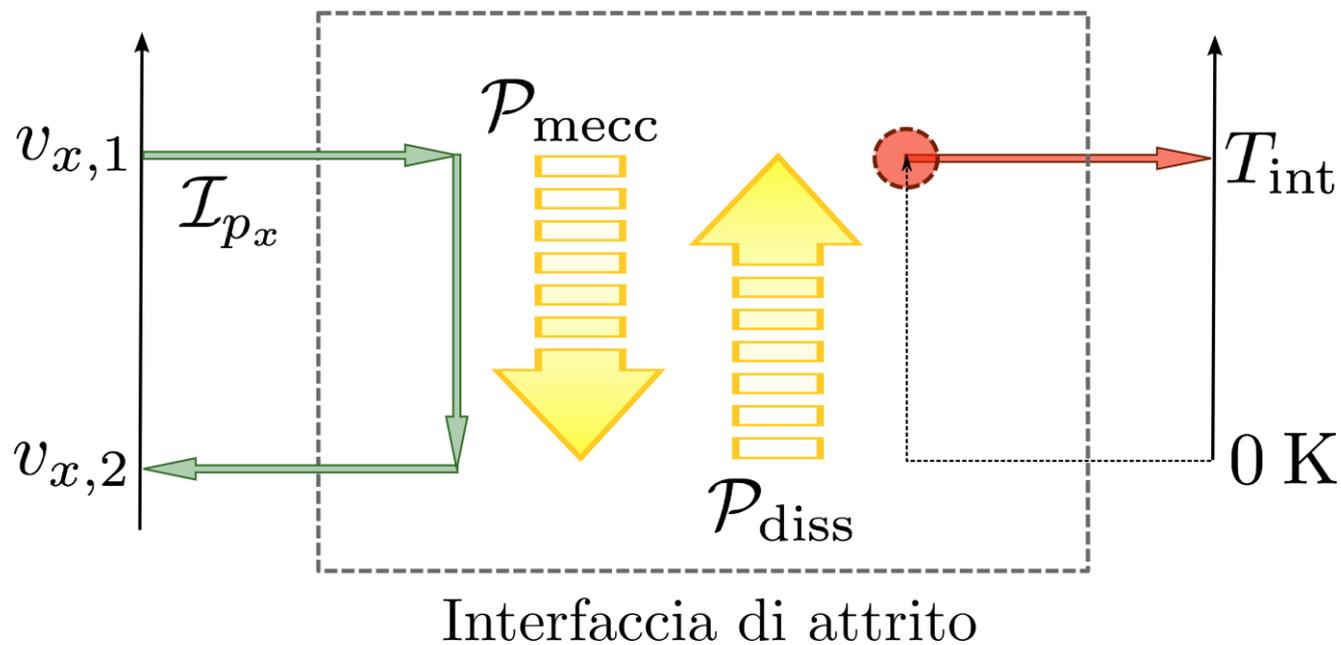
# Diagrammi di processo in meccanica



Un corpo sale libero nel campo di gravità. La potenza meccanica del sistema corpo + Terra è negativa, ed è uguale alla rapidità di variazione di energia accumulata nel campo di gravità

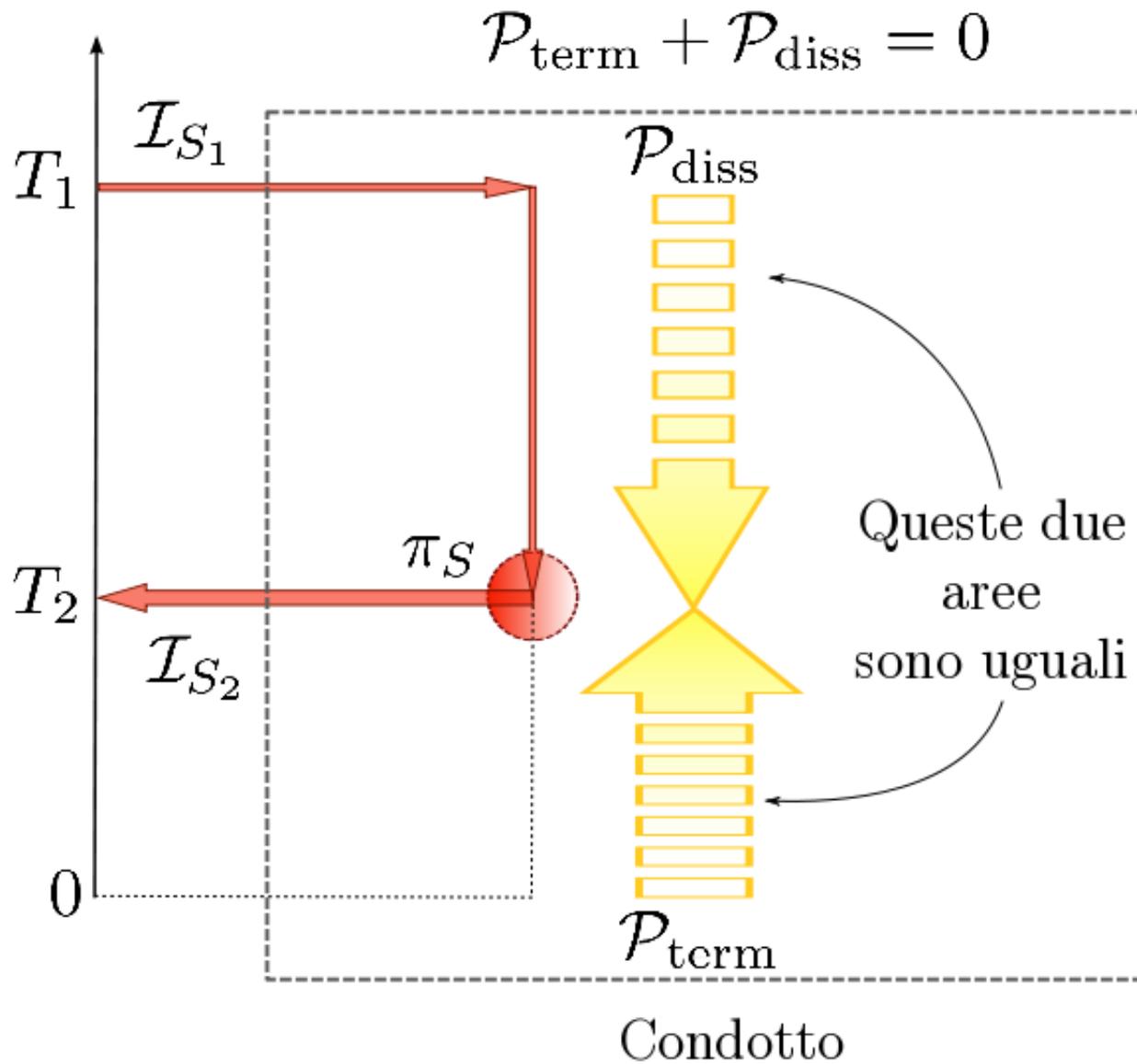
# Dissipazione per attrito

$$(v_{x,1} - v_{x,2}) \mathcal{I}_{p_x} + T_{\text{int}} \pi_S = 0$$



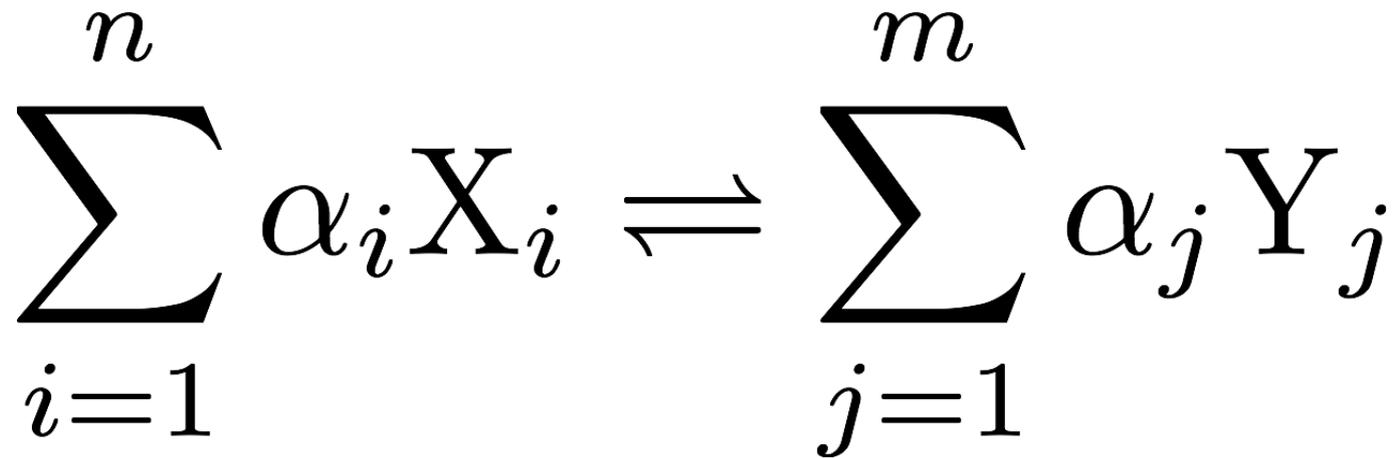
$$\pi_S = \frac{\mathcal{I}_{p_x} (v_{x,1} - v_{x,2})}{T_{\text{int}}}$$

# Conduzione termica



$$\pi_S = \kappa \frac{A}{l} \frac{(T_1 - T_2)^2}{T_1 T_2}$$

# Processi chimici



L'equazione di bilancio di una reazione chimica esprime il principio di conservazione del numero di nuclei delle singole specie chimiche

# Quantità chimica

$$\frac{dn_{\text{prod.}}}{dt} \stackrel{\text{def}}{=} - \frac{1}{\beta_j} \frac{dn_{Y_j}}{dt}$$

$$\frac{dn_{\text{reag.}}}{dt} \stackrel{\text{def}}{=} + \frac{1}{\alpha_i} \frac{dn_{X_i}}{dt}$$

Il contenuto dell'equazione di bilancio ci permette di introdurre la quantità chimica di un sistema (reagenti o prodotti)

# Quantità chimica

$$\frac{dn_{\text{reag.}}}{dt} = -\mathcal{I}_n$$

$$\frac{dn_{\text{prod.}}}{dt} = +\mathcal{I}_n$$

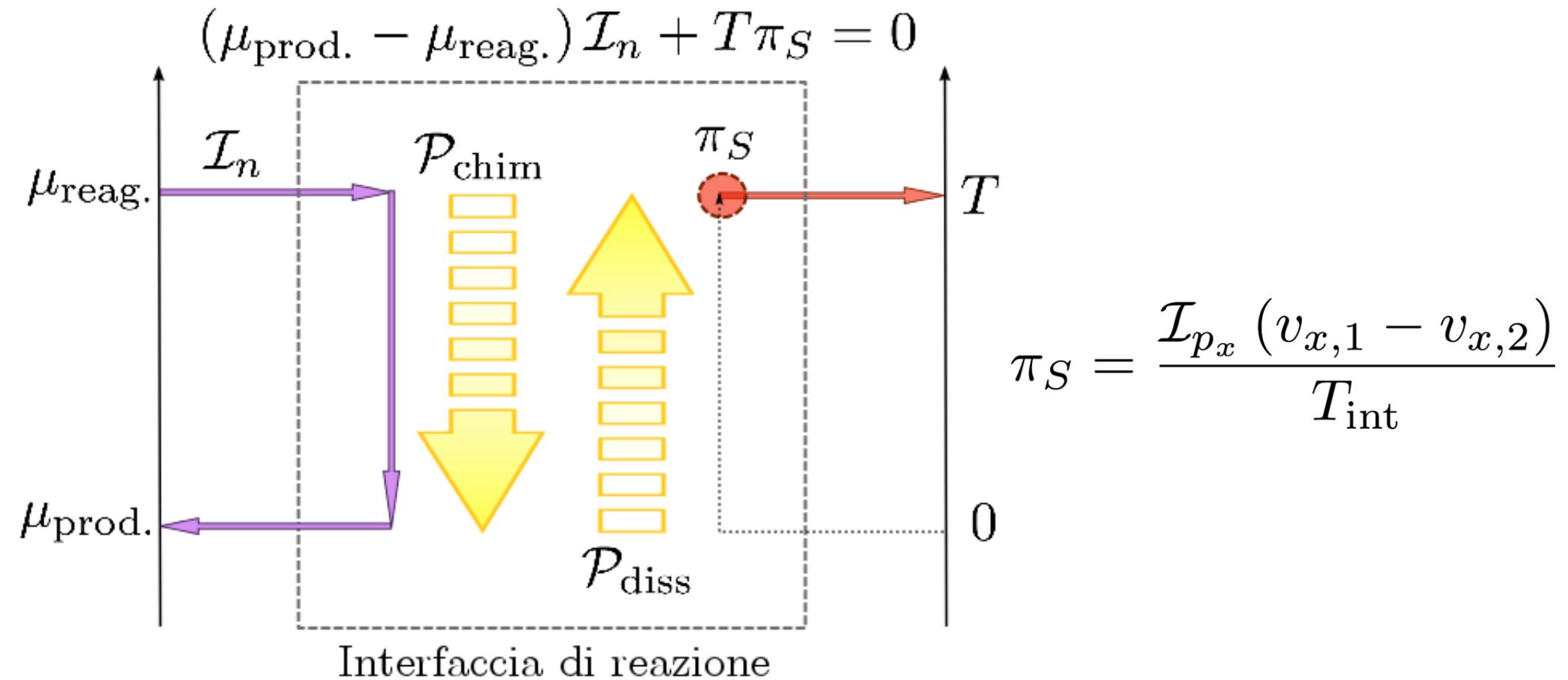
Ora possiamo riassumere la stechiometria di reazione con una coppia di equazioni di bilancio, ed introdurre una corrente chimica di reazione

# Processi chimici

$$\mathcal{I}_n = K_X [X_1]^{\alpha_1} [X_2]^{\alpha_2} \cdots [X_n]^{\alpha_n} - K_Y [Y_1]^{\beta_1} [Y_2]^{\beta_2} \cdots [Y_m]^{\beta_m}$$

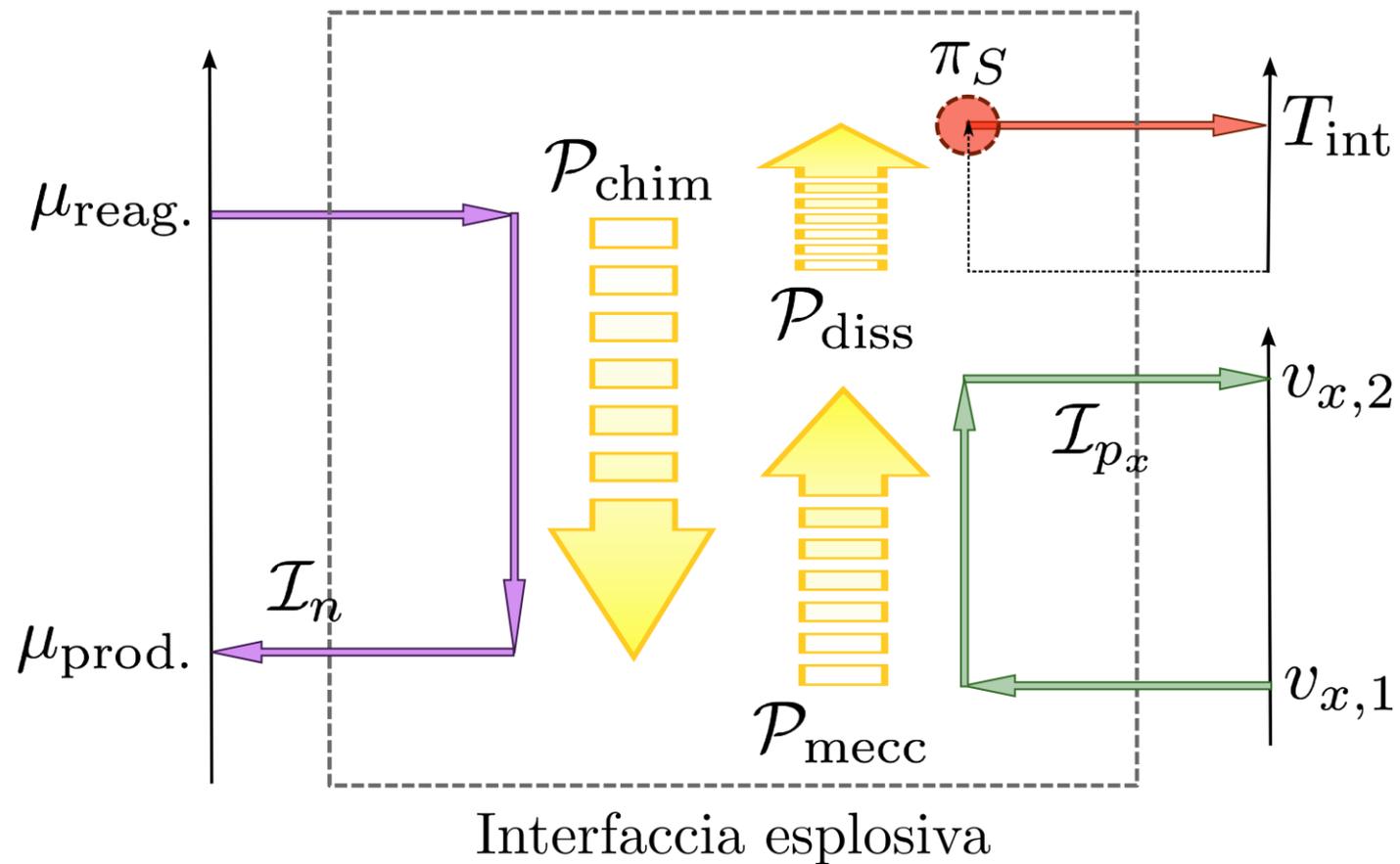
In un sistema chimico isolato, la reazione procede dal sistema caratterizzato da una concentrazione maggiore (i reagenti) a quello in cui la concentrazione è minore (i prodotti)

# Reazione chimica



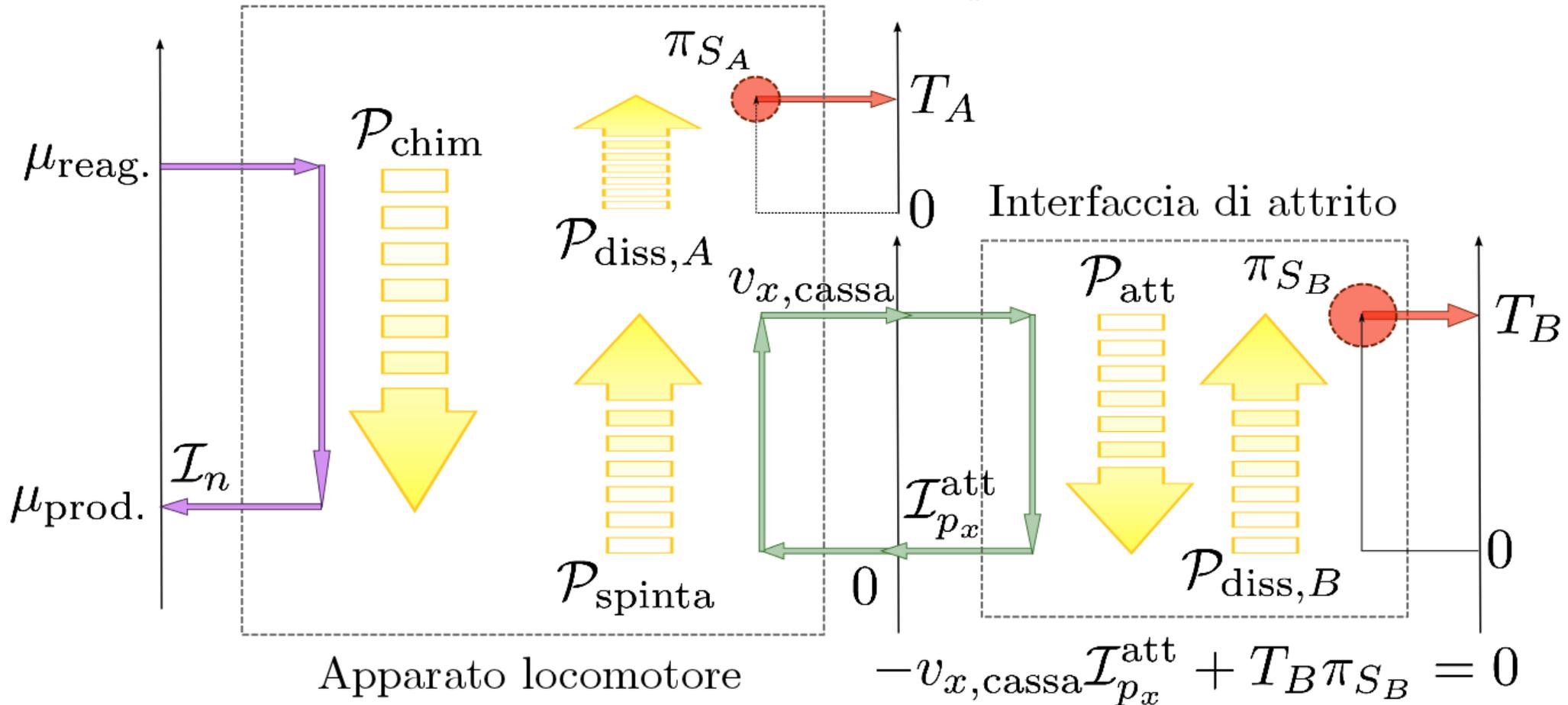
# Esplosione

$$(\mu_{\text{prod}} - \mu_{\text{reag}}) \mathcal{I}_n + (v_{x,1} - v_{x,2}) \mathcal{I}_{p_x} + T_{\text{int}} \pi_S = 0$$



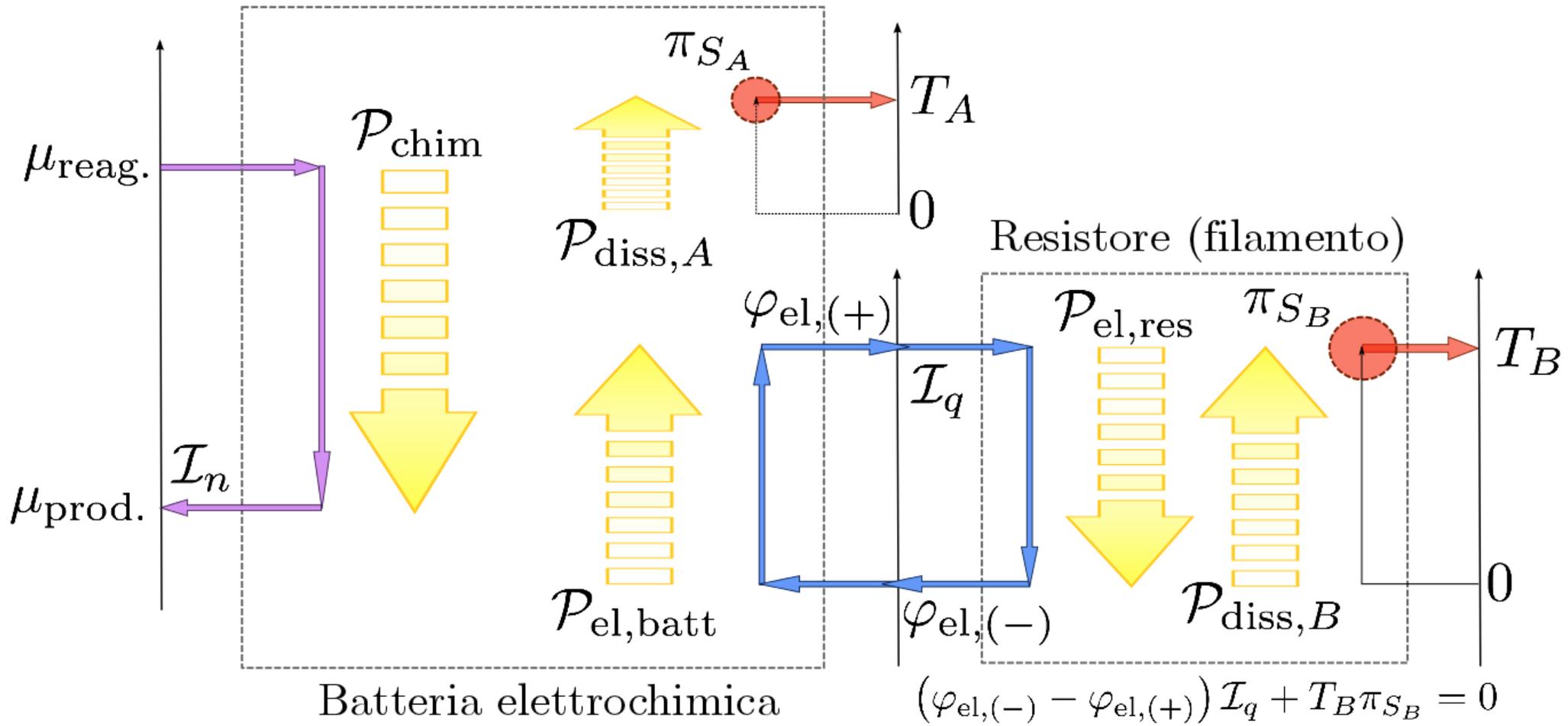
# Conan il barbaro

$$(\mu_{\text{prod.}} - \mu_{\text{reag.}}) \mathcal{I}_n + T_A \pi S_A + v_{x, \text{cassa}} \mathcal{I}_{p_x}^{\text{att}} = 0$$



# Circuito elettrico

$$(\mu_{\text{prod}} - \mu_{\text{reag}}) \mathcal{I}_n + T_A \pi_{S_A} + (\varphi_{\text{el},(+)} - \varphi_{\text{el},(-)}) \mathcal{I}_q = 0$$



# Conclusioni

Quanto più la nostra conoscenza della disciplina è approfondita, tanto più potremo riformulare e scegliere i temi in base agli obiettivi che ci prefiggiamo.