Cenni di Dinamica

- La dinamica studia le cause del moto:

1ª legge di Newton o legge d'inerzia:

in un sistema inerziale un corpo permane nel suo stato di quiete o moto uniforme.

2ª legge di Newton:

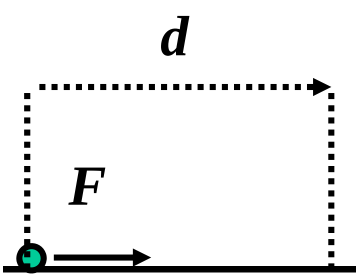
Ad una forza applicata ad un corpo di massa m corrisponde un'accelerazione data dalla relazione:

$\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$ (***F*** e ***a*** vettori, *m* scalare)

3ª legge di Newton

Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria.

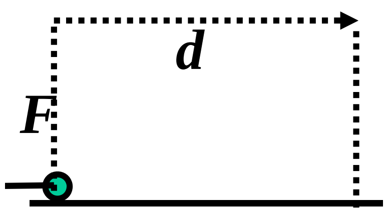
Forza e lavoro



Se applico una forza ***F*** lungo la direzione del moto, aumenterà la velocità (auto in accelerazione $a > 0$).

$$v_f^2 - v_i^2 = 2ad = 2\frac{F}{m}d$$

$$v_f^2 - v_i^2 > 0$$



Applico una forza ***F*** che si oppone al moto, diminuirà la velocità (auto in decelerazione $a < 0$).

$$v_f^2 - v_i^2 = 2\frac{F}{m}d < 0$$

$F = ma$

$$mv_f^2 - mv_i^2 = 2mad \equiv \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = F \cdot d$$

$$\boxed{\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = F \cdot d}$$

Teorema dell'energia cinetica

Chiamo energia cinetica $\boxed{E_c = \frac{1}{2} m v^2}$ [Joule] [J]

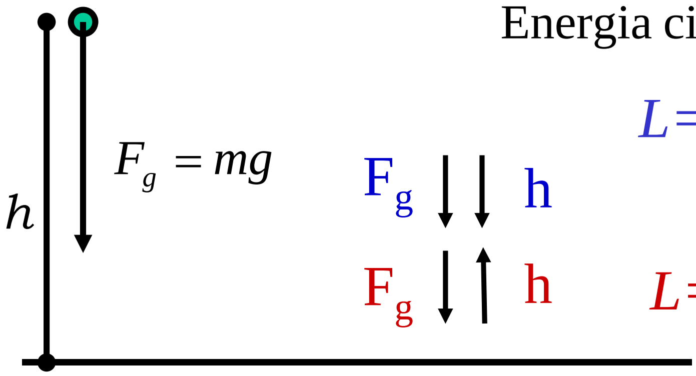
Sebbene ottenuto per una dimensione si può dimostrare per qualsiasi percorso che il lavoro *L*

$$\boxed{L = \boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{d} = \int_i^f \boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{ds} = E_{cf} - E_{ci} = \Delta E_c}$$

dato dal prodotto scalare tra ***F*** e lo **spostamento** fornisce la variazione di energia cinetica

Dove F la somma vettoriale di tutte le forze agenti.

Quanto maggiore è il dislivello più veloce sarà la navicella.



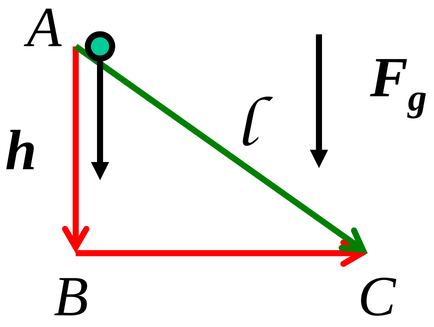
Energia cinetica $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

L=**Forza · Spostamento=***mgh*

L=**Forza · Spostamento= - *mgh***

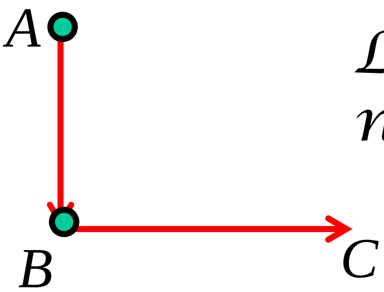
Per cambiare le condizioni del sistema devo fare del lavoro dall'esterno contro la forza di gravità per portare il peso in quota.

Lasciando cadere il corpo il lavoro fatto viene restituito sotto forma di energia cinetica, ora è la forza di gravità a fare lavoro.



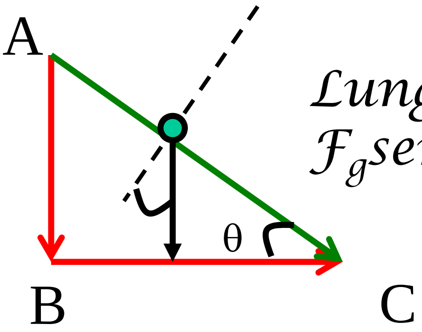
Forze Conservative

Il lavoro non dipende dal percorso o
Il lavoro lungo un cammino chiuso = 0



Lungo BC non c'è spostamento nella direzione della forza (L=0).

$$L_{AC} = L_{AB} + L_{BC} = mg\, h$$



Lungo l la forza F_g ha una componente $F_g sen\theta$

$$L_{AC} = mg\; l\; \mathrm{sen}\theta = mgh$$

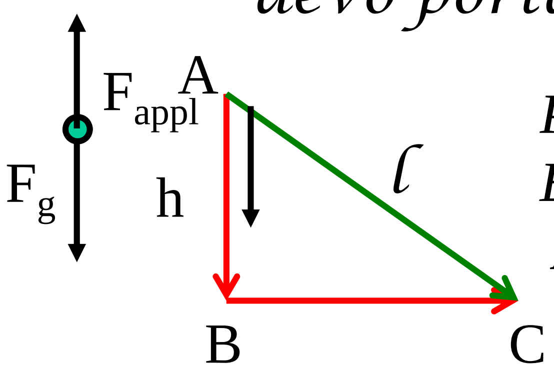
Energia potenziale

Ci sono forze per le quali il lavoro fatto non dipende dal percorso:

Forze conservative.

Per queste forze basta sapere la configurazione del sistema, posso definire quindi una funzione solo dello spazio, che mi dia il lavoro fatto per costruire questa configurazione.

Per poter avere energia cinetica, devo portare l'oggetto in A



Parto da B con velocità $v_B = 0$,
*E applico una **forza** per portarlo in A e mi fermo $v_A = 0$.*

$$L(F_{appl} + F_g) = \Delta E_c = 0$$

$$L(F_{appl}) = -L(F_g)$$

Energia potenziale

Questa **funzione** è detta energia potenziale, o la **configurazione** ottenuta si chiama energia potenziale

$$\Delta E_p = L(F_{appl}) = -L(F_g)$$

Utilizziamo il teorema delle E_c in presenza di F conservative.

$$\boxed{L = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = \Delta E_c}$$

Si riscriva il lavoro fatto da forze conservative $L = -\Delta E_p$ si ha:

$$\boxed{L = \Delta E_c \equiv -\Delta E_p = \Delta E_c} \qquad \boxed{0 = \Delta E_c + \Delta E_p}$$

Principio di conservazione dell'energia meccanica

$$\boxed{L = \Delta E_c} \qquad \boxed{\Delta E_p + \Delta E_c = 0}$$

Nel caso di forze conservative si ha:

$$\boxed{L(\text{forze conservative}) = -\Delta E_p}$$

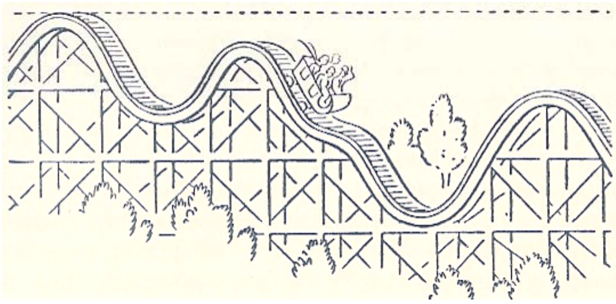
Energia Meccanica $\boxed{E_M = E_c + E_p}$

L' Energia Meccanica si conserva.

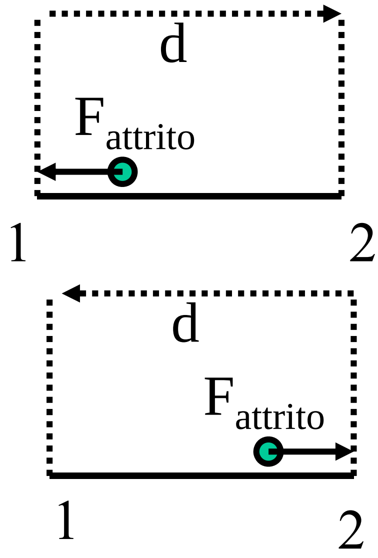
$$\boxed{L = L(\text{forze conservative}) + L(\text{altre forze})}$$

$$\boxed{L(\text{altre forze}) = \Delta E_p + \Delta E_c}$$

Equivalenza tra energia e calore



Attrito:



Nel caso reale il vagoncino per poter arrivare giù deve trovare gobbe ad altezze minori.

Si osserva il riscaldamento delle rotaie.

L'energia meccanica si trasforma in energia termica?

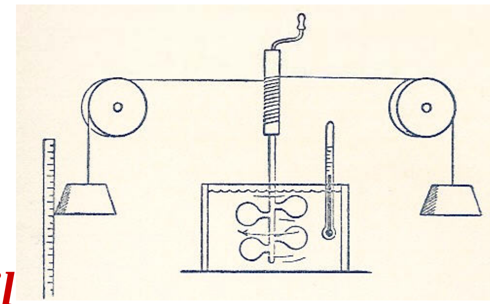
L(forza di attrito)= $-f_{attr}$ d

La forza di attrito si oppone sempre al moto, pertanto il lavoro è sempre negativo

Joule equivalenza tra calore ed energia

Si portano i pesi nella posizione più alta. L'energia iniziale è solo potenziale gravitazionale.

La caduta dei pesi provoca un innalzamento della temperatura come il calore.



Joule (1818-1889)

Misura del lavoro fatto dalla forza di gravità (energia potenziale) in kcal.

$$\boxed{L(f_{attrito}) = \Delta E_M}$$

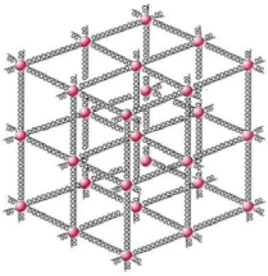
$$\boxed{L(f_{attrito}) = -\Delta E_{th}}$$

$$\boxed{\Delta E_p + \Delta E_k + \Delta E_{th} = 0}$$

Il lavoro fatto dalla forza di attrito tra le palette e l'acqua quindi è una forma di energia.

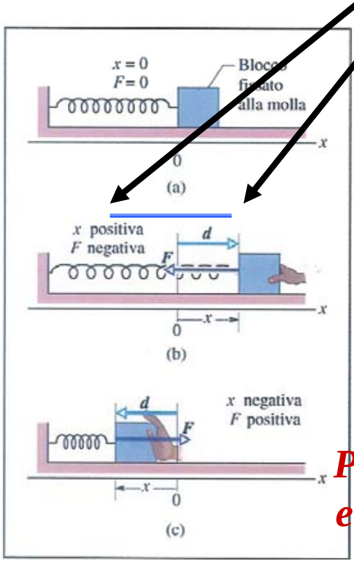
Il calore è una forma di energia

Dettaglio per energia e movimento



Forza di richiamo della molla $F = -kx$

$$E = E_c + E_{pe}$$



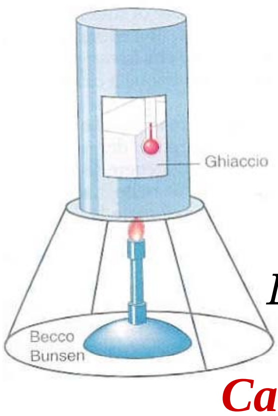
Senza attrito il corpo oscilla tra d e –d. Avremo massima E_{pe} potenziale e minima E_c cinetica in d e –d, mentre nella posizione O si invertono.

Il lavoro fatto dalla forza esterna genera un aumento dell'energia totale E.

Per un sistema complesso tipo, solidi, liquidi o gas si parla di energia interna, data dallla somma di tutte le energie di ogni singola molecola.

La variazione di energia interna: ΔE_{int}

Cambiamenti di stato

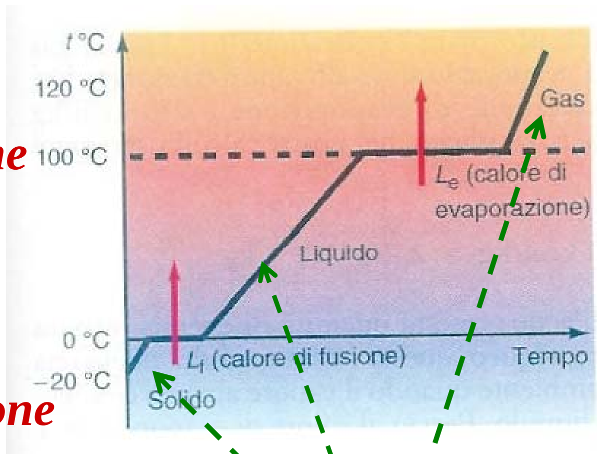


$$L_f = 79.7 \text{ kcal/kg}$$

Calore latente di fusione
raffr. solidificazione

$$L_e = 539 \text{ kcal/kg}$$

Calore latente di evaporazione
raffr. condensazione



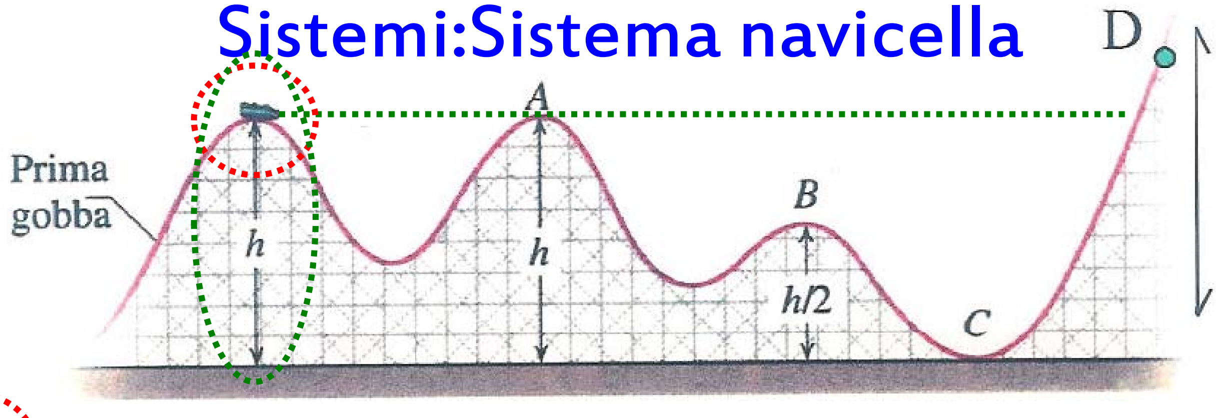
T aumenta

Solidi: molecole ordinate in strutture spaziali regolari e periodiche. L'agitazione termica è debole e le molecole oscillano in puniti di equilibio.

Liquidi: molecole interagenti fra loro ma in un involucro di dimensioni finite. L'agitazione termica è violenta al punto di non permettere la formazione di strutture ordinate.

Gas: molecole nel caos interazione solo in caso di urto.

Sistemi:Sistema navicella



Sistema Navicella

Si applica una forza per compiere lavoro dall'esterno e per portare la navicella in alto. $L_{fa}= mgh$, mentre $L_g = -mgh$. In caduta la forza di gravità compie lavoro sulla navicella L=mgh, come conseguenza aumenta l'energia cinetica. $L = \Delta E_c$

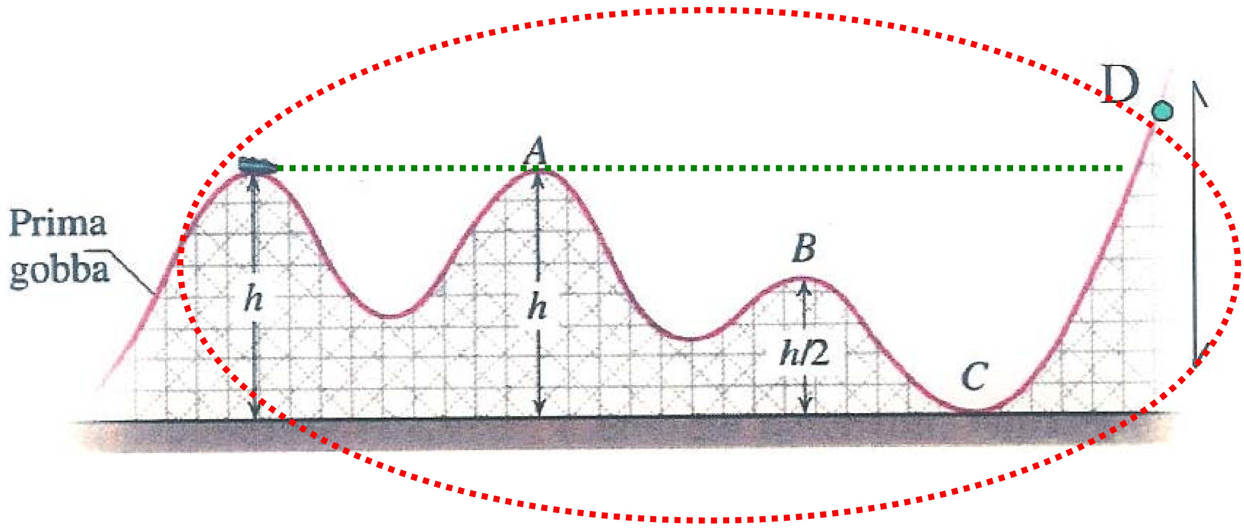
Sistema navicella e terra

Consideriamo come sistema la navicella e la Terra. Ovvero la forza di attrazione gravitazionale. Ci sono forza particolari (conservative) per le quali il lavoro non dipende dal percorso.

$0 = \Delta E_M$ Dove $E_M=E_p+E_c$

$$\boxed{L(\text{forza attrito}) = \Delta E_{TOT}}$$

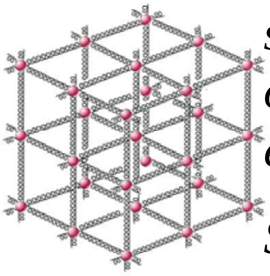
Sistemi: terra e navicella e rotaie



Considerando come sistema la navicella, la forza di Attrazione gravitazionale e le rotaie (con l'attrito che induce il loro riscaldamento).

$0 = \Delta E_M + \Delta E_{th}$

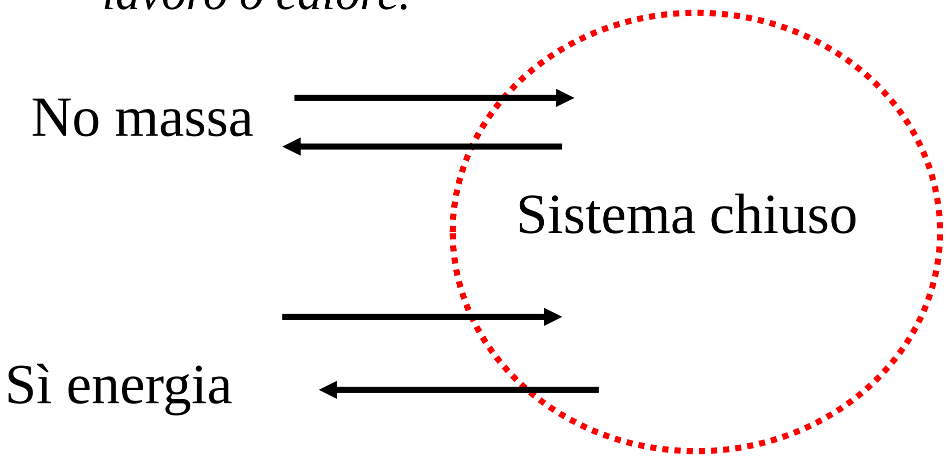
$$\boxed{L(\text{altre forze}) = \Delta E_{TOT}}$$

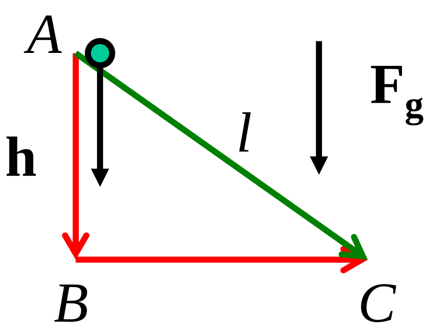


Possiamo estendere queste considerazioni ad un sistema costituito da un numero infinito di molecole o atomi chiamando energia interna la somma delle energie di ogni singola molecola o atomo.

Se il sistema è chiuso, non c`è scambio di materia, vale ancora il principio di conservazione dell'energia interna.

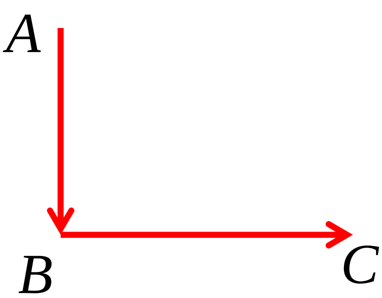
Il sistema può scambiare energia sotto forma di lavoro o calore.





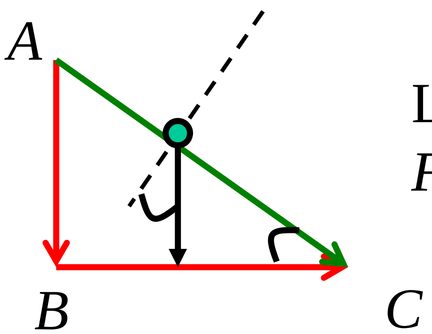
Appendice Forze Conservative

Il lavoro non dipende dal percorso o
Il lavoro lungo un cammino chiuso



$$L_{AC} = L_{AB} + L_{BC} = mg\,h$$

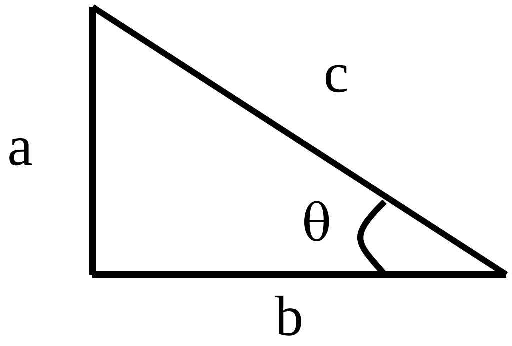
Lungo BC non c'è spostamento nella direzione della forza (L=0).



Lungo l la forza F_g ha una componente $F_g sen\theta$

$$L_{AC} = mg\,l\,sen\theta = mgh$$

Appendice richiami



Teorema di Pitagora

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$sen\theta = \frac{a}{c}; \quad \cos\theta = \frac{b}{c}$$

$$sen^2\theta + \cos^2\theta = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2 = \frac{a^2 + b^2}{c^2} = 1$$