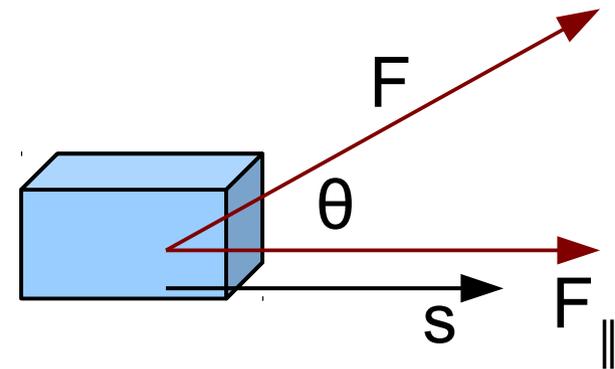


Lavoro ed energia

- Per spostare un oggetto o per sollevarlo dobbiamo fare un lavoro
- Il lavoro richiede energia sotto varie forme (elettrica, meccanica, ecc.)
- Se compio lavoro perdo energia
- Queste due quantità sono collegate da una legge di conservazione
- In assenza di lavoro ho la conservazione dell'energia.
- L'energia è quindi la capacità di compiere lavoro

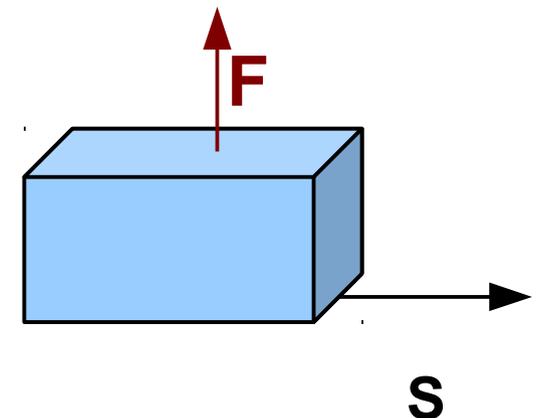
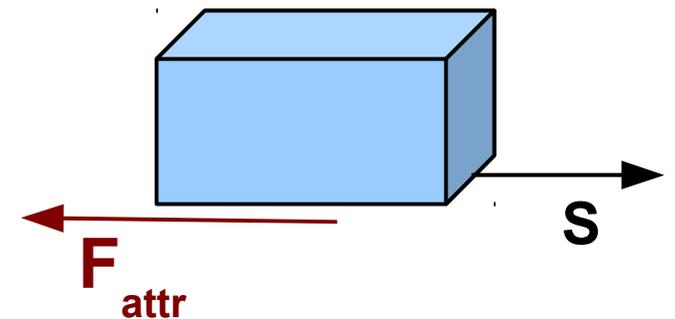
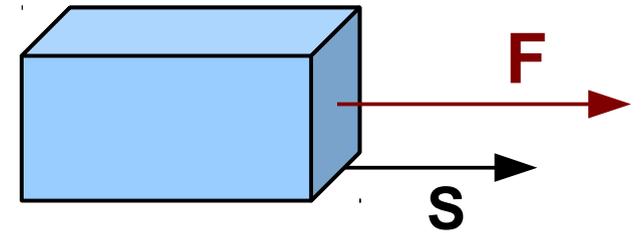
Lavoro di una forza costante

- Suppongo di spostare una valigia spingendo o tirando con una forza F
- Solo se la valigia si sposta ho fatto un lavoro
- Il lavoro è $F_{\parallel} \cdot s$
- $W = F \cdot s \cdot \cos(\theta)$
- L'unità di misura è il Joule
- $1 J = 1 N \cdot 1 m = Kg \cdot m^2 / s^2$
- $1 erg = 1 dine \cdot 1 cm = 10^{-7} J$
- Se teniamo una valigia sollevata da terra non compiamo alcun lavoro



Che segno ha il lavoro?

- Se accelero un oggetto fino a una certa velocità compio un lavoro positivo sull'oggetto
- Ora lo lascio andare e l'oggetto si ferma: le forze di attrito compiono un lavoro negativo
- Se mi muovo a velocità costante con una valigia in mano \mathbf{F} è perpendicolare a \mathbf{s} e quindi $W=0$



Chi fa il lavoro?

- Se spingo un blocco esercito una forza F su quel blocco e lo sposto di s
- Il blocco esercita una forza $-F$ su di me con lo stesso spostamento
- Il lavoro fatto dal blocco su di me è opposto a quello fatto da me sul blocco
- Nel calcolare il lavoro occorre sempre precisare chi fa il lavoro su cosa

Energia cinetica

- Su di un oggetto agisco con forza F costante in modo da aver un moto uniformemente accelerato

$$W = F \cdot x = m \cdot a \cdot x = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = K_f - K_i$$

- Dove $K = \frac{1}{2} m v^2$ è l'energia cinetica di traslazione
- La variazione di energia cinetica del corpo è uguale al lavoro fatto sul corpo
- Se il lavoro positivo è fatto DAL corpo la sua energia cinetica diminuisce

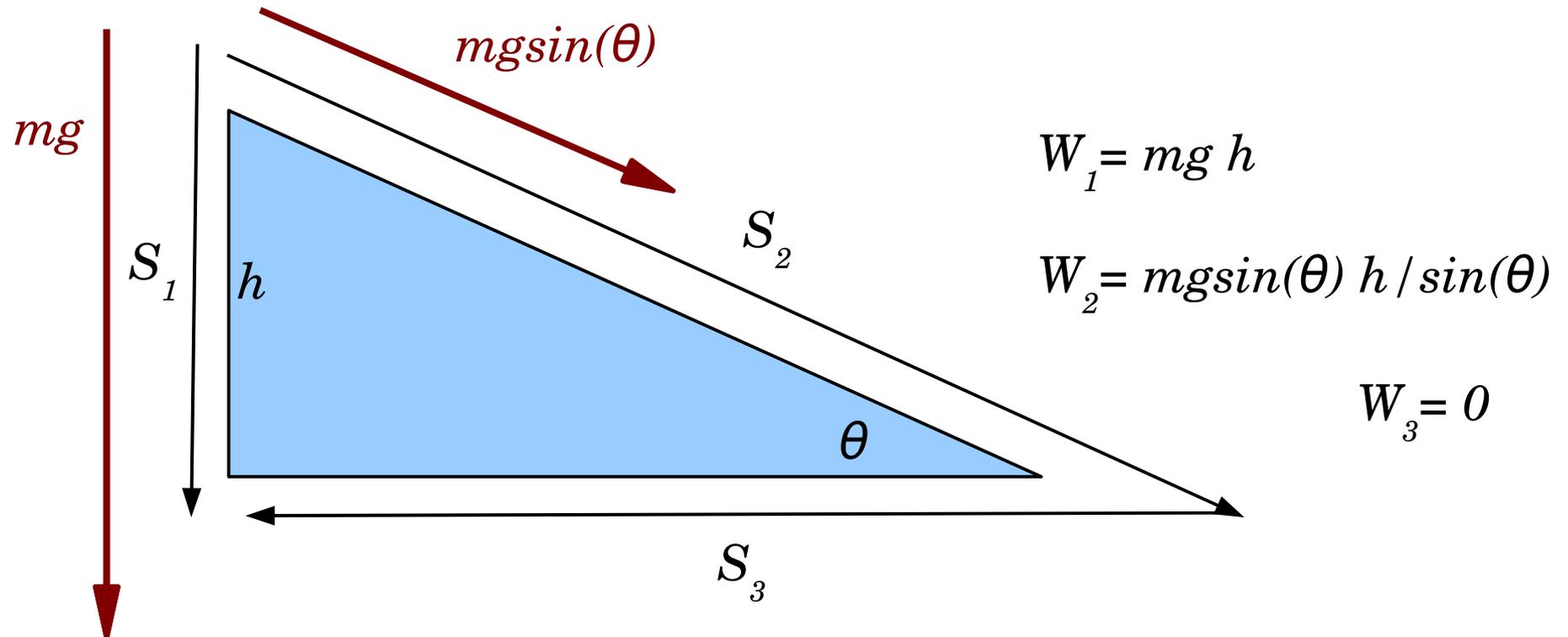
Energia potenziale gravitazionale

- Voglio spostare un corpo di massa m in alto con uno spostamento h
- Per fare lo spostamento devo almeno bilanciare la forza peso con una forza $F=mg$
- Il lavoro fatto sul corpo **CONTRO** le forze del campo gravitazionale sarà allora $W= mgh$
- Se invece lascio cadere un oggetto da un'altezza h questo acquista una certa velocità in virtù del lavoro fatto **DALLE** forze del campo
- L'energia cinetica così acquistata sarà

$$\frac{1}{2} m v^2 = mgh = mg(y_i - y_f)$$

Forze conservative

- Il lavoro fatto non dipende dal percorso, ma solo dai punti di partenza e arrivo
- La forza si dice *conservativa*, e posso definire un'energia potenziale



Conservazione dell'energia meccanica

- Su un sistema agiscano solo forze conservative. Allora il lavoro fatto sul sistema dalle forze conservative è

$$W = -\Delta U = -(U_f - U_i) = -mgy_f + mgy_i = mgh$$

- Dove U è l'energia potenziale

$$U = mgy$$

- Il teorema dell'energia cinetica diventa

$$W = -\Delta U = -(U_f - U_i) = K_f - K_i \rightarrow \Delta(K + U) = 0$$

- La quantità $K+U$ è l'energia meccanica e si conserva in presenza di sole forze conservative

Forze non conservative

- Esistono forze non conservative, che non hanno un potenziale
- Gli attriti sono un esempio
- Posso scrivere il lavoro come fatto in parte da forze conservative e in parte non conservative

$$W = W_{NC} + W_C = W_{NC} - \Delta U = \Delta K$$

- Da cui segue

$$W_{NC} = \Delta (K + U) = \Delta E$$

Altre forme di energia

- L'energia si può trasformare da gravitazionale in cinetica o elastica.
- L'energia è sempre conservata, ma non sempre quella meccanica
- Esiste un'energia elettromagnetica
- L'attrito produce energia termica
- $E = mc^2$

Potenza

- L'energia esprime la capacità di fare lavoro, ma non dice in quanto tempo un lavoro può essere svolto
- Il lavoro svolto per unità di tempo è la potenza.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

- Dove ΔE è l'energia trasformata
- P si misura in $J/s = Watt(W)$ o in cavalli vapore (CV)
- $1 CV = 746 W$

Problemi

- Nel moto circolare uniforme, la forza centripeta compie lavoro?
- Una palla può rimbalzare a un'altezza superiore a quella da cui è stata lasciata cadere?
- Se comprimete una molla che appoggia verticalmente su di un tavolo e poi togliete la mano, la molla può sollevarsi?
- Una pallina viene lasciata cadere da una certa altezza e finisce sopra una molla, comprimendola. Descrivere le trasformazioni dell'energia

Esercizi

- Otto libri, di spessore 4.3 cm e di massa 1.7 Kg sono coricati su un tavolo. Quanto lavoro è necessario per impilarli?
- Che lavoro è richiesto per fermare un'auto di 1250 Kg che viaggia a 105 Km/h ?
- Un atleta salta un ostacolo di $2,10 \text{ m}$ con una velocità, nel punto più alto, di 5 m/s . Qual è la sua energia cinetica minima al momento di spiccare il salto?
- Una molla verticale di costante $k= 950 \text{ N/m}$ fissata a un tavolo viene compressa di 0.150 m . quale velocità verso l'alto può fornire a una palla di 0.300 Kg ?
- Un'auto di 1500 Kg può accelerare da 35 a 55 Km/h in 3.2 s . Quanto tempo impiegherà per accelerare da 55 a 75 Km/h a parità di potenza?