

*I.P.S.I.A. "A.M. Barlacchi"*

*Crotone*

## *Appunti di Fisica*

*Capitolo IV*

### *Il lavoro e l'energia*

*Ugo Carvelli*

## Capitolo IV – Il lavoro e l'energia

### Il lavoro

Un uomo che spinge un oggetto con una forza di 100 newton in una nuova posizione distante 2 metri, esercita una forza e fa percorrere all'oggetto una certa distanza, in direzione della forza applicata. In definitiva, per spostare l'oggetto, si compie un lavoro. Il lavoro fatto dall'uomo dipende dall'intensità della forza applicata e dalla distanza percorsa, nella stessa direzione della forza ossia dallo spostamento.

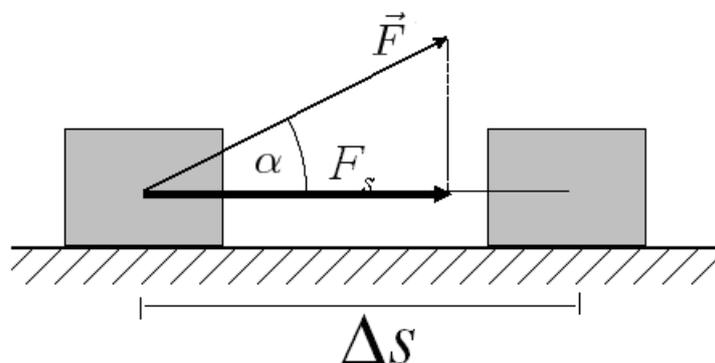


In fisica **il lavoro** si definisce come il **prodotto di una forza per uno spostamento**.

In questa definizione del lavoro ci sono tre parole chiave: la forza, lo spostamento e la causa dello spostamento. In altri termini, perché compia un lavoro su un oggetto, deve essere la forza stessa la causa dello spostamento dell'oggetto. Quindi non è sufficiente, per compiere un lavoro, applicare una forza. Se manca lo spostamento non ci sarà lavoro.

Data quindi una forza costante,  $F$ , che, applicata a un corpo, ne provoca lo spostamento di un segmento  $\Delta s$ , si definisce lavoro  $L$ , della forza il prodotto dello spostamento per la componente,  $F_s$ , della forza nella direzione dello spostamento:

$$L = F_s \cdot \Delta s$$



Se la forza è parallela allo spostamento, il lavoro sarà dato semplicemente dal prodotto della forza per lo spostamento; se invece la forza è perpendicolare allo spostamento, non avrà alcuna

componente nella direzione dello spostamento, quindi il lavoro è nullo. Perciò, una forza perpendicolare allo spostamento non compie alcun lavoro. Il lavoro sarà massimo in valore assoluto quando la forza è parallela allo spostamento e minimo (nullo) quando la forza è perpendicolare.

A seconda della direzione relativa del vettore forza e del vettore spostamento, il lavoro si divide in lavoro motore e lavoro resistente.

Se le direzioni della forza e dello spostamento hanno il medesimo verso, il lavoro è positivo e si dice lavoro motore: quando un corpo cade da una certa altezza, la forza di gravità (diretta verso il basso) compie un lavoro motore. Se forza e spostamento hanno direzione e verso opposti, il lavoro è negativo e si dice lavoro resistente: quando una molla viene compressa, la forza elastica, che tenderebbe a riportarla alla sua lunghezza originale, compie un lavoro resistente.

L'unità di misura del lavoro è il joule (simbolo J), definito come il lavoro compiuto da una forza di 1 newton quando il suo punto di applicazione si sposta di 1 metro e dimensionalmente uguale a una forza per uno spostamento:

$$1J = 1N \cdot 1m$$

### ***La potenza***

Se facciamo compiere la stessa quantità di lavoro a due macchine diverse, e una delle due impiegherà meno tempo dell'altra per compiere lo stesso lavoro, diremo che una è più potente dell'altra, cioè quella che ha impiegato meno tempo ha una potenza maggiore.

In fisica definiremo la potenza come il rapporto tra il lavoro compiuto e il tempo impiegato per compierlo:

$$***P = L / t***$$

e si misura in Watt (W),

$$1W = 1J/1s$$

La potenza indica quindi quanto lavoro viene svolto nell'unità di tempo.



## ***L'energia***

L'energia è definita come la *capacità di un corpo o di un sistema di compiere lavoro* e la misura di questo lavoro è a sua volta la misura dell'energia.

L'energia è quindi la grandezza fisica posseduta dal sistema che può venire "consumata" per svolgere un lavoro. La quantità di lavoro svolto è pari alla energia impiegata.

Anche l'energia viene misurata in joule (J).

L'energia può assumere varie forme: cinetica, potenziale, elastica, solare, eolica, elettrica, termica, ecc., e si può trasformare da una forma in un'altra.



## ***Energia cinetica***

L'**energia cinetica** è l'energia posseduta da un corpo a causa del suo movimento. Quando un corpo di massa "m" varia la sua velocità "v", con questa varia anche la sua energia cinetica. Il lavoro rappresenta questa variazione di energia cinetica. L'energia cinetica quindi è associata alla massa e alla velocità di un corpo in movimento.

$$E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

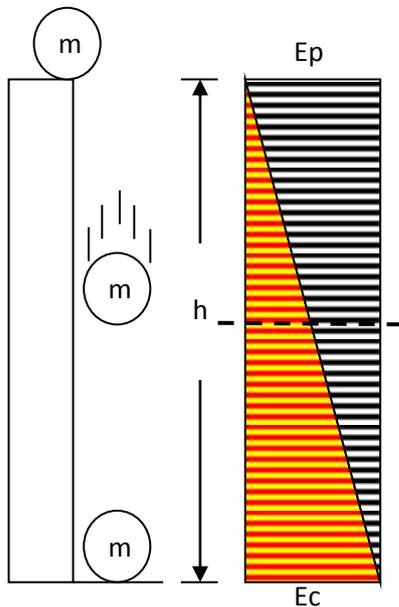
## ***Energia potenziale***

L'**energia potenziale** è l'energia che possiede un corpo ad una certa distanza da un altro corpo dovuta alla presenza della forza di gravità.

L'energia potenziale è data dal prodotto della massa "m", dell'accelerazione di gravità "g" e dell'altezza "h"

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Esempio:



Un corpo di massa “m” cade da un’altezza “h”. Nell’istante in cui si trova in alto (h) possiede una energia potenziale, legata alla sua posizione, che vale:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Durante la caduta la sua energia potenziale diminuisce in quanto diminuisce h, ma nel frattempo aumenta la sua velocità “v” che inizialmente era pari a zero.

Quando tocca terra l’energia potenziale sarà ormai zero, perché  $h = 0$ , ma l’energia cinetica sarà massima e pari a:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2.$$

A metà altezza l’energia potenziale e l’energia cinetica saranno uguali tra loro:

$$E_p = E_c$$

Ma la loro somma sarà sempre costante.

### ***Principio di conservazione dell’energia meccanica***

Il lavoro fatto da una forza su di un punto materiale produce, di norma, un aumento oppure una diminuzione della sua energia cinetica.

Ora impareremo che per alcune forze avviene un aumento dell’energia cinetica perché l’energia associabile alla posizione (energia potenziale) che occupa un punto materiale, è diminuita.

Per altre avviene una diminuzione dell’energia cinetica perché è aumentata l’energia potenziale.

Abbiamo visto che è possibile associare alla posizione che un punto materiale occupa nello spazio un’energia potenziale.

La parte di energia cinetica che viene guadagnata viene esattamente trasformata in una diminuzione di energia potenziale dello stesso punto materiale.

In altre parole, durante l’azione di una forza, la somma dell’energia cinetica e di quella potenziale di un punto materiale si mantiene costante nel tempo, lungo tutta la traiettoria percorsa dal punto materiale. La prova di un tale risultato è semplice.

Il lavoro fatto da una qualunque forza  $F$  per spostare un punto materiale da una posizione  $A$  ad una posizione  $B$  è sempre uguale alla variazione di energia cinetica subita dal punto materiale (teorema dell'energia cinetica)

La somma dell'energia cinetica e potenziale viene chiamata energia meccanica " $E$ ":

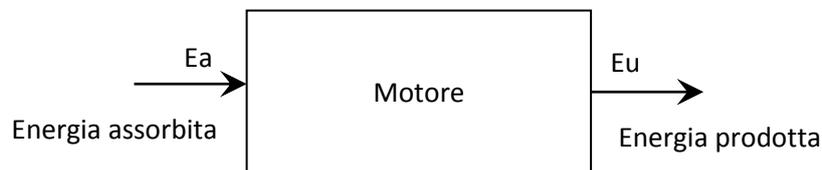
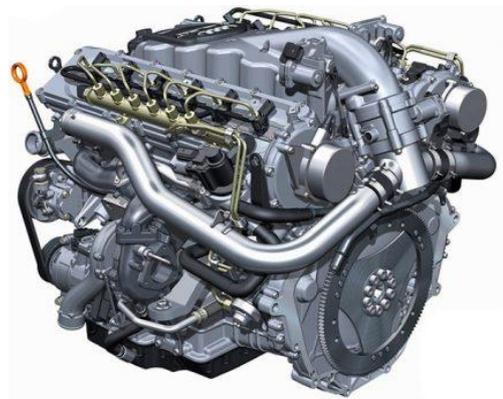
$$E = E_p + E_c = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

### ***Forze conservative***

La forza gravitazionale ha un'interessante proprietà: il lavoro da essa compiuto per portare un corpo da una quota più alta a una più bassa non dipende dal cammino percorso, ma soltanto dai punti iniziale e finale; una forza per la quale il lavoro non dipende dal particolare percorso seguito, ma solo dai suoi estremi, è detta *forza conservativa*. Il lavoro da compiere per sollevare un corpo avrà segno negativo, perché è fatto contro la forza gravitazionale (diretta verso il basso), e l'energia potenziale del corpo aumenta; quando il corpo cade, il lavoro delle forze del campo gravitazionale è positivo e la sua energia potenziale diminuisce.

### ***Il rendimento***

Un motore è un dispositivo in grado di trasformare un tipo di energia in un'altra. Da un punto di vista energetico, ci interessa sapere quanta energia produce rispetto a quanta ne assorbe.



Non succede mai che l'energia prodotta è maggiore dell'energia assorbita, è sempre minore. Cioè se calcoliamo il rapporto tra  $E_u$  e  $E_a$  questo è sempre minore di 1, essendo  $E_a > E_u$ :

$$E_u / E_a < 1$$

Il valore di questo rapporto  $E_u / E_a$  è chiamato *rendimento* del motore e si indica con la lettera “ $\eta$ ” (eta).

Quindi il rendimento è un numero compreso tra 0 e 1 che indica l’efficienza di un motore, più il suo valore si avvicina a 1 più il motore è efficiente.

Il rendimento può essere espresso anche in valore percentuale, basta moltiplicare  $\eta$  per 100.

Così, ad esempio, un motore che ha rendimento  $\eta = 0,75$  avrà un rendimento percentuale del 75%.

Ma dove finisce la parte di energia che non viene prodotta del motore?

Se il motore assorbe  $E_a$  e produce  $E_u$ , minore di  $E_a$ , la differenza tra  $E_a$  e  $E_u$ , chiamiamola  $E_p$  (energia persa), dove va a finire?

L’energia persa la ritroviamo sotto forma di calore, cioè nel suo funzionamento il motore produce calore, le sue parti si riscaldano per le inevitabili resistenze passive (attriti) sfruttando una parte di energia in entrata che, naturalmente non ritroveremo più in uscita.

$$E_p = E_a - E_u$$