

**FISICA**  
"IPS Paolo Segneri"  
Classe II Liceo Sez. A  
Settimana dal 09/03 al 13/03

## **Il lavoro**

In fisica si parla di lavoro tutte le volte che una forza agisce su un corpo in concomitanza con il suo spostamento. Se un corpo è appoggiato su una superficie, soggetto alla forza peso, e non si muove per effetto di forze esterne, la forza peso non compie alcun lavoro; se il corpo viene sollevato, la forza che ha agito sul corpo per determinarne lo spostamento ha compiuto un lavoro.

Il lavoro compiuto da una forza per innalzare un corpo di un certo tratto rispetto alla sua posizione originaria è proporzionale all'entità dello spostamento del corpo: occorrerà più lavoro per sollevare un corpo di 1 metro piuttosto che per innalzarlo di 1 centimetro.

Data una forza costante,  $\mathbf{F}$ , 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:

$$L = F_s \Delta s$$

Il lavoro è una grandezza scalare, quindi non è dotato di una direzione e di un verso.

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:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

### **Il lavoro di una forza non costante**

Nel caso più generale di una forza non costante (che cambia intensità mentre compie il lavoro nella direzione dello spostamento), il lavoro è definito come l'area della parte di piano sottesa dalla curva che rappresenta la forza.

Se, per esempio, la forza è rappresentata da una curva generica (fig. 7.1 A), il lavoro compiuto dalla forza lungo lo spostamento  $x$  è dato dall'area racchiusa dalla curva, che potrà venir calcolata suddividendola in tante striscie sottili, di spessore  $\Delta x$ , nelle quali si considera che la forza si mantenga costante.

Un caso di forza non costante è dato per esempio dalla forza elastica, espressa dalla legge di Hooke :

$$F = -k x$$

Per comprimere una molla di un tratto  $x$  occorre applicare una forza uguale e contraria,  $F = kx$ , rappresentata da una retta passante per l'origine (v. fig. 7.1 B), la cui pendenza rappresenta la costante elastica  $k$ . Il lavoro compiuto sulla forza elastica per comprimere la molla di un tratto generico  $x$  è dato dall'area del triangolo che ha per lati il segmento  $x$  e la forza  $kx$ , quindi:

$$L = \frac{1}{2} k x^2$$

Il lavoro compiuto dalla forza elastica (lavoro resistente) avrà segno opposto.

Nel caso della forza di gravità, che è rappresentata da una retta parallela all'asse  $x$  (v. fig. 7.1 C), il lavoro che la forza compie quando un oggetto cade liberamente di un tratto  $h$  è dato dall'area del rettangolo che ha per base il segmento  $h$  e per altezza la forza  $mg$ :

$$L = m g h$$

Per sollevare un corpo si dovrà agire contro la forza gravitazionale e compiere un lavoro resistente, uguale e opposto.

### *Esercizio 1)*

Un blocco di massa  $m$  si trova fermo su un piano orizzontale. Ad un certo punto viene sottoposto ad una forza  $F$  con direzione e verso orizzontali e costanti e di modulo variabile nel tempo secondo la legge:  $F(t) = kt$ , con  $k$  costante.

- Quanto vale la velocità del blocco all'istante  $t^*$  se il lavoro compiuto dalla forza?
- Quanto vale il lavoro compiuto dalla forza nell'intervallo di tempo  $(0, t^*)$  ?

Dati:  $m = 5 \text{ kg}$ ,  $k = 4 \text{ N/s}$ ,  $t^* = 20 \text{ s}$ .

### *Esercizio 2)*

Un corpo di massa  $m$  sta scivolando su di un piano inclinato di altezza  $h$  e inclinato di un certo angolo  $\theta$  rispetto all'orizzontale. Tra piano e blocco esiste un coefficiente di attrito dinamico pari a  $\mu d$ . Quanto vale il lavoro complessivo compiuto da tutte le forze? (da esprimere in funzione di  $\theta$ )