

# 4a. Energia di un sistema

In questo capitolo non ci concentriamo semplicemente su un corpo schematizzato come un punto materiale ma su una piccola porzione di universo detta **sistema**.

Un sistema può essere:

- un corpo o un punto materiale
- un insieme di corpi o di punti materiali
- una regione di spazio

Il **contorno del sistema** divide l'universo in due parti : il sistema e l'**ambiente esterno**.

# Lavoro compiuto da una forza costante

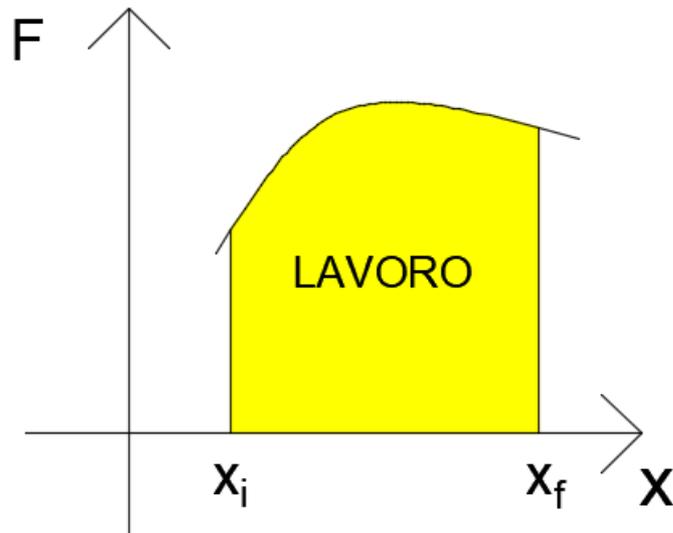
Il **lavoro**  $W$  compiuto su un sistema da una forza costante è uguale al prodotto tra il modulo  $F$  della forza, lo spostamento  $\Delta r$  del punto di applicazione della forza e  $\cos\theta$ , dove  $\theta$  è l'angolo tra il vettore forza e il vettore spostamento:

$$W = F\Delta r\cos\theta$$

Il lavoro è una quantità scalare e la sua unità di misura è il **joule** ( $J=Nm$ ).

# Lavoro compiuto da una forza variabile

Il lavoro  $W$  compiuto su un sistema da una forza che varia con la posizione è uguale all'area sottesa dall'andamento della forza in funzione dello spostamento nel tratto tra  $x_i$  e  $x_f$ , ovvero nella forma:



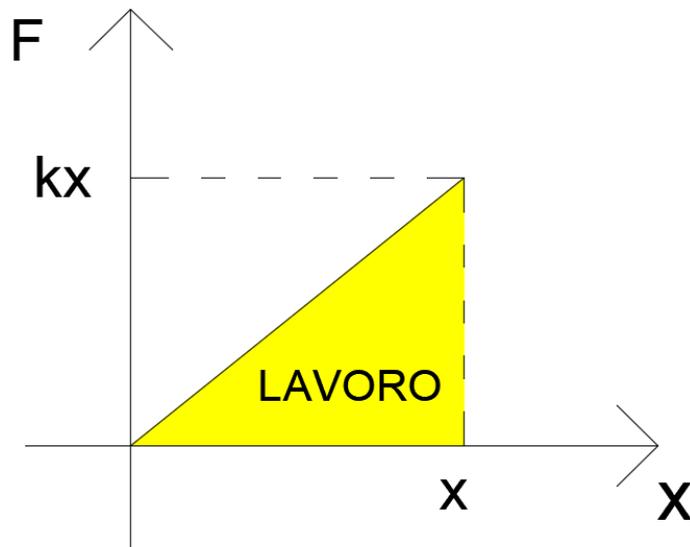
$$W = \int_{x_i}^{x_f} F dx$$

# Lavoro compiuto da una forza elastica

La forza esterna applicata su una molla per deformarla, è uguale in modulo ma opposta in verso alla forza elastica:

$$F_{app} = -F_e = -(-kx)$$

Quindi il lavoro compiuto da tale forza applicata è uguale all'area sottesa dall'andamento di  $F_{app}$  nel tratto tra  $x$  e  $0$  :



$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

# Energia cinetica

L'energia cinetica di un corpo di massa  $m$  è una quantità scalare che rappresenta l'energia associata al moto del corpo.

Viene espressa come:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

# Teorema dell'energia cinetica

Quando si compie lavoro su un sistema e come effetto si ha solo una variazione del modulo della sua velocità, il lavoro totale compiuto sul sistema è uguale alla variazione della sua energia cinetica.

$$W_{tot} = K_f - K_i = \Delta K$$

# Energia potenziale

L'energia potenziale del sistema è quantità di energia determinata dalla configurazione geometrica del sistema stesso.

L'espressione energia potenziale non si riferisce a qualcosa che potenzialmente può diventare energia. L'energia potenziale è energia.

**Energia potenziale gravitazionale:**

$$U_g = mgy$$

**Energia potenziale elastica:**

$$U_e = \frac{1}{2}kx^2$$

# Forze conservative e non conservative

Le **forze conservative** godono di due proprietà, tra loro equivalenti:

1. Il lavoro compiuto da una forza conservativa agente su un punto materiale, che si muove tra due punti qualsiasi, è indipendente dal percorso seguito.
2. Il lavoro compiuto da una forza conservativa agente su un punto materiale che descrive una linea chiusa è zero (una linea chiusa è una linea in cui il punto di partenza e il punto di arrivo coincidono).

Una forza è **non conservativa** se non soddisfa le proprietà 1 e 2.

# Relazione tra forze conservative ed energia potenziale

Il lavoro compiuto da una forza conservativa agente su un elemento del sistema è uguale alla variazione, cambiata di segno, dell'energia potenziale del sistema.

$$W_c = -(U_f - U_i) = -\Delta U$$

Es. forza conservativa → Forza di gravità

Es. forza non conservativa → Forza di attrito

# Energia meccanica

Definiamo la somma delle energie cinetica e potenziale di un sistema come l'**energia meccanica** del sistema:

$$E_{mecc} = K + U$$

Le forze non conservative agenti all'interno del sistema provocano una variazione dell'energia meccanica del sistema.

# Conservazione dell' energia meccanica

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

In un sistema isolato in cui non sono presenti forze non conservative, l'energia meccanica si conserva:

$$\Delta E_{mecc} = 0 \quad \rightarrow \quad E_{mecc} = K + U = cost$$

# Forze non conservative e variazioni dell'energia meccanica

In generale quando una forza non conservativa (Es. forza di attrito dinamico) è in azione all'interno di un sistema isolato:

$$\Delta E_{mecc} = \Delta K + \Delta U = -f_k d$$

Il lavoro compiuto da una forza non conservativa è uguale alla variazione dell'energia meccanica del sistema.

# Potenza

Se una forza esterna è applicata ad un corpo ed il lavoro compiuto sul corpo da questa forza in un intervallo di tempo  $\Delta t$  è  $W$ , la **potenza media** in quell'intervallo di tempo è:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F \Delta r}{\Delta t} = Fv$$

L'unità di misura della potenza è il **watt**  $\rightarrow 1W = 1J/s$

A partire dalla potenza si può definire il **chilowattora**(kWh), ovvero la quantità di energia trasferita in un'ora da una potenza costante di  $1kW$