

L'Energia

Energia – Lavoro – Potenza – Quantità di Moto

www.fisicaxscuola.altervista.org

Energia, Lavoro, Potenza

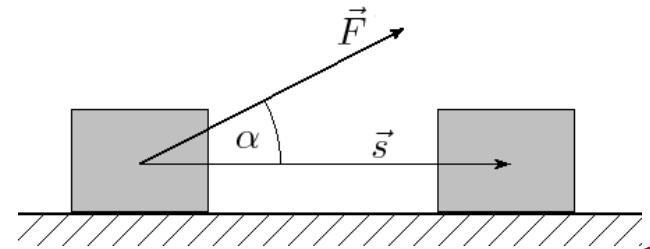
- Lavoro
- Potenza
- Cos'è l'energia?
- Le Forme dell'Energia
- Fonti di Energia
- Energia Cinetica
- Energia Potenziale
- Conservazione dell'Energia Meccanica
- Conservazione dell'Energia Totale
- Quantità di Moto
- Impulso
- Conservazione della Quantità di Moto

Il Lavoro

Consideriamo un punto materiale che si sposta da A a B in linea retta sotto l'azione di una **forza costante**, il lavoro compiuto da tale forza è così definito:

Il Lavoro di una forza costante è dato dal prodotto scalare fra la forza e lo spostamento:

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_{//} \cdot s = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

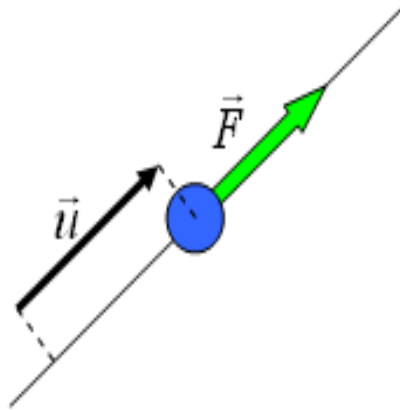


Il Lavoro è una grandezza **scalare** e la sua unità di misura, nel S.I., è il joule:

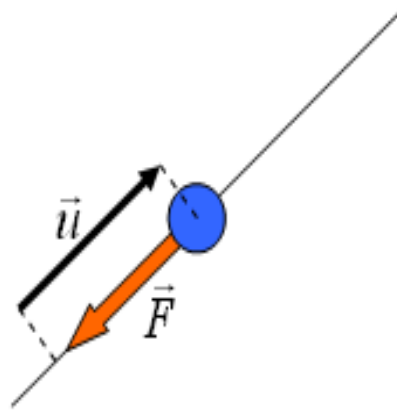
$$J = N \cdot m$$

Il Lavoro

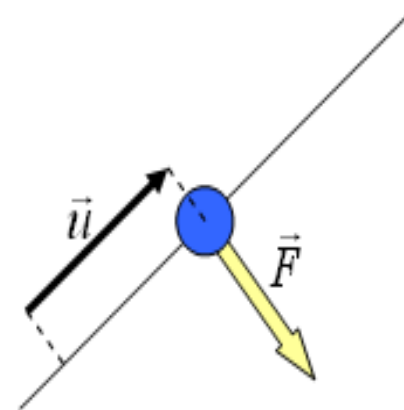
Poiché il $\cos\alpha$ assume valori compresi fra -1 e +1, il lavoro assumerà, a seconda dell'angolo fra forza e spostamento, valori negativi, positivi o nulli:



Lavoro Motore ($\alpha=0^\circ$)



Lavoro Resistente ($\alpha=180^\circ$)



Lavoro Nullo ($\alpha=90^\circ$)

$$\begin{cases} 0 \leq \alpha < \pi/2 \\ \alpha = \pi/2 \\ \pi/2 < \alpha \leq \pi \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq \alpha < 90^\circ \\ \alpha = 90^\circ \\ 90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0 < \cos \alpha \leq 1 \\ \cos \alpha = 0 \\ -1 \leq \cos \alpha < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L > 0 & \text{(Lavoro Motore)} \\ L = 0 & \text{(Lavoro Nullo)} \\ L < 0 & \text{(Lavoro Resistente)} \end{cases}$$

La Potenza

Supponiamo di dover portare una cassa dal piano terra all'ultimo piano di un palazzo, possiamo compiere questa operazione salendo per le scale o usando l'ascensore.

In entrambi i casi la forza che compie il lavoro è la forza peso e lo spostamento è sempre lo stesso, coincidente con il dislivello h che dobbiamo far fare alla cassa, quindi il lavoro è lo stesso. È però ovvio che il tempo impiegato nei due casi è ben diverso, la grandezza fisica che esprime la rapidità con cui si svolge un lavoro è chiamata potenza.

Si definisce **Potenza** media il rapporto tra il lavoro e l'intervallo di tempo in cui tale lavoro è stato svolto:

$$P = \frac{L}{\Delta t}$$

La Potenza è una grandezza scalare e la sua unità di misura, nel S.I., è il watt:

$$W = \frac{J}{s}$$

Poiché il watt è un'unità di misura piccola molto spesso si usano i multipli di tale unità di misura: $1kW=1000W$.

Cos'è l'Energia?

Il termine Energia proviene dalla contrazione di due parole greche: *en - dentro* ed *ergon - lavoro*.

Da ciò segue una delle definizioni di energia:

L'Energia è la capacità di un sistema di compiere un lavoro o un'azione.

L'energia dà il movimento alla materia che riempie il nostro universo.

Se non ci fosse energia, ogni cosa, ogni particella di materia sarebbe ferma e fredda.

Gli esseri umani hanno bisogno di energia per tutte le funzioni che svolgono: per camminare, correre, alzarsi, sedersi ...

Anche la nostra vita quotidiana richiede continuamente energia: per scaldare l'acqua della doccia al mattino, per raffreddare e conservare il cibo, per riscaldare le case in inverno, per spostarci con l'auto, la moto, il treno o l'aereo.

Le Forme dell'Energia

L'energia può assumere forme diverse.

Nel cibo, ad esempio, è immagazzinata l'**energia chimica** che il nostro corpo utilizza per correre, giocare, pensare e fare moltissime altre cose.



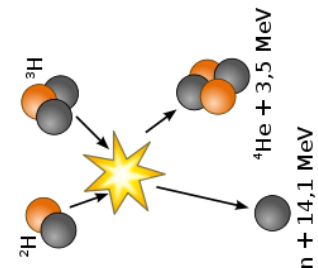
Le centrali elettriche e le pile forniscono **energia elettrica**.

Le pale eoliche, l'acqua che scorre, un'automobile che si muove o un'onda sonora sono tutte forme di **energia meccanica**.



Nelle nostre case, i termosifoni e il forno producono **energia termica**.

L'**energia nucleare** si libera quando si rompono o si fondono gli atomi.

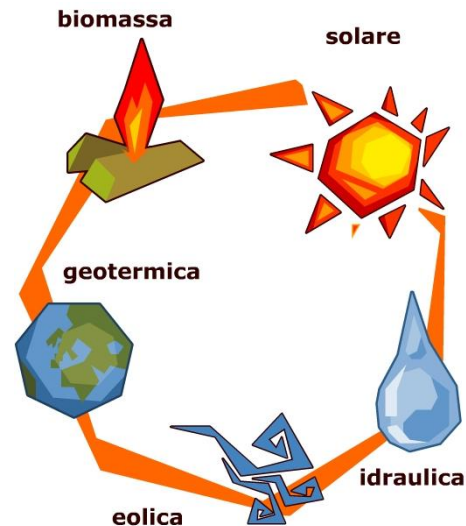
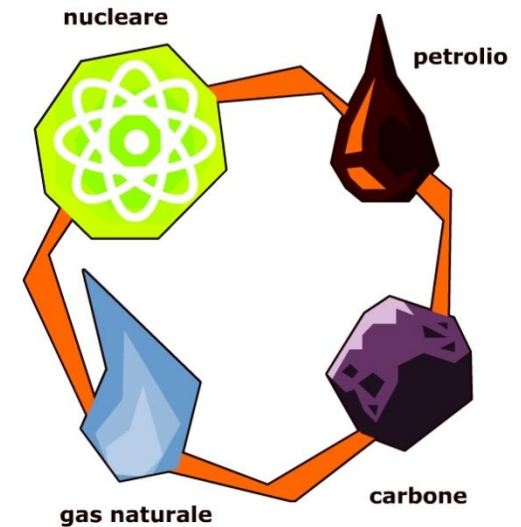


Le Fonti di Energia

FONTI DI ENERGIA **NON** RINNOVABILI

Sono destinate in periodi più o meno lunghi ad esaurirsi. Per rigenerarle occorrono milioni di anni, per questo non possono essere considerate "rinnovabili". I combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale) ma anche il "combustibile" per l'energia nucleare, appartengono a questa categoria.

La maggior parte dell'energia oggi utilizzata è ottenuta da combustibili fossili.



FONTI DI ENERGIA RINNOVABILI

Sono tutte le fonti di energia non fossili : solare, eolica, idraulica, geotermica, del moto ondoso e le biomasse che vengono continuamente riprodotte, in tempi brevi, come ad esempio dagli alberi e dagli arbusti che crescono utilizzando l'energia solare.

Tra breve dovremmo cambiare il nostro utilizzo dell'energia e passare dallo sfruttamento di materiali non rinnovabili alle risorse rinnovabili

L'Energia Cinetica

Si definisce **Energia Cinetica** l'energia posseduta da un corpo in movimento, dovuta al movimento stesso.

Tale energia è proporzionale al quadrato della velocità ed alla massa del corpo:

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

L'Energia Cinetica è legata al Lavoro dal:

TEOREMA DELL'ENERGIA CINETICA

Il lavoro L compiuto da una qualunque forza risultante F su un corpo di massa m che si sposta dalla posizione A (al tempo t_0) alla posizione B (al tempo t_F), lungo un tratto della sua traiettoria, è dato dalla variazione dell'energia cinetica tra l'istante t_0 e l'istante t_F :

$$L = \Delta E_C = E_{C_F} - E_{C_0} = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(v_F^2 - v_0^2)$$

L'Energia Cinetica è una grandezza scalare e la sua unità di misura, nel S.I., è il joule così come per il Lavoro.

L'Energia Cinetica

Il Teorema dell'Energia Cinetica è una diretta conseguenza del II Principio della Dinamica, come possiamo vedere in un caso semplice quale quello di un corpo inizialmente in quiete che, sotto l'azione di una forza, inizia a muoversi di moto rettilineo uniformemente accelerato:

$$s = \cancel{s_0} + \cancel{v_0}t + \frac{1}{2}at^2; \quad v = \cancel{v_0} + at;$$

$$s = \frac{1}{2} \frac{v}{t} t^2 = \frac{1}{2} vt; \quad a = \frac{v}{t};$$

$$F = m \cdot a$$

$$L = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \cdot \frac{v}{t} \cdot \frac{1}{2} vt = \frac{1}{2} mv^2$$

$$L_{A \rightarrow B} = \Delta E_C = \frac{1}{2} mv_B^2 - \frac{1}{2} mv_A^2 = \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2)$$

L'Energia Potenziale

Si definisce **Energia Potenziale** l'energia associata alla posizione di un corpo in un campo di forze generato da altri corpi.
Tale energia è legata al lavoro che il corpo, in virtù della sua posizione, può **potenzialmente** compiere.

Possiamo calcolare l'energia potenziale e verificare come questa sia legata strettamente alla posizione nel semplice caso della forza gravitazionale.

Supponiamo di avere un corpo di massa m posto ad una altezza h rispetto al suolo e consideriamo trascurabile la resistenza dall'aria. Sappiamo che su tale corpo agisce la forza gravitazionale pertanto, se il corpo è libero di muoversi, cadrà sotto l'azione della forza peso e, al termine della caduta, avrà acquisito una velocità che dipende solo dall'altezza iniziale e non dal percorso seguito.

Ciò significa che quando il corpo si trova ad una altezza h possiede una certa quantità di energia, energia potenziale gravitazionale, legata essenzialmente alla sua posizione ed alla forza peso, che gli consente di compiere un lavoro:

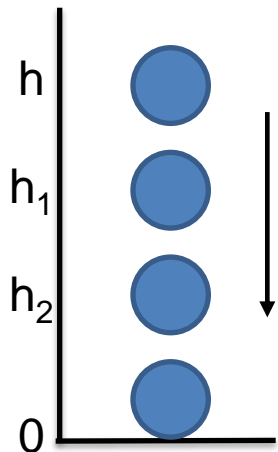
$$\begin{cases} v_F = \sqrt{2gh}; \\ v_0 = 0; \end{cases} \Rightarrow L = \frac{1}{2}mv_F^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2gh = mgh \Rightarrow E_{P_G} = mgh$$

L'Energia Potenziale

Consideriamo ora gli andamenti dell'energia potenziale (gravitazionale) e dell'energia cinetica durante il moto descritto in precedenza.

Come abbiamo visto quando il corpo è fermo, ad un'altezza h possiede solo energia potenziale, mentre cade la sua energia cinetica aumenta (perché passa da una velocità nulla ad una velocità non nulla) e quella potenziale diminuisce (perché diminuisce la quota in cui si trova), al termine del moto il corpo possiede solo energia cinetica (arriva al suolo con la velocità massima) in quanto la sua quota è divenuta nulla. Negli istanti in cui il corpo occupa posizioni intermedie possiede entrambe le forme di energia e, considerando il lavoro compiuto, si ha:

$$\Delta E_C = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = L = mgh_1 - mgh_2 = \Delta E_P$$



$$E_{M_2} = E_{C_2} + E_{P_2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = E_{C_1} + E_{P_1} = E_{M_1}$$

dove E_M , somma di Energia Potenziale e Cinetica, costituisce **l'Energia Meccanica**.

Conservazione dell'Energia Meccanica

Nel caso precedentemente esaminato è risultato che, istante per istante, l'energia meccanica posseduta dal corpo è costante.

Ciò vale perché quella gravitazionale è una **Forza Conservativa**, cioè una forza il cui lavoro su un oggetto lungo un percorso dipende esclusivamente dalla posizione iniziale e finale, e non dalla natura del percorso. Per tali forze vale la:

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA

Se un corpo è sottoposto solo a forze conservative l'energia meccanica è costante durante il moto:

$$E_M = E_C + E_P = \text{COSTANTE}$$

La forza peso e la forza elastica sono 2 esempi di forze conservative. Per tali forze si ha:

$$\text{Forza Gravitazionale } (\vec{F} = m \cdot \vec{g}): \quad E_C = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_P = mgh;$$

$$\text{Forza Elastica } (\vec{F} = -k \cdot \vec{x}): \quad E_C = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_P = \frac{1}{2}kx^2;$$

Conservazione dell'Energia

Non tutte le forze sono conservative, alcune, come ad esempio l'attrito, sono **dissipative**.

Ciò significa che, nel caso siano presenti tali forze, la legge di conservazione dell'energia meccanica non è valida e questo perché una parte dell'energia si trasforma in un altro tipo di energia, ad esempio quella termica nel caso dell'attrito.

Se però consideriamo l'insieme di tutte le energie, non solo la meccanica, la legge di conservazione è ancora applicabile.

Si parla in questo caso di:

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA TOTALE

In un sistema isolato la somma di tutte le forme di energia è costante nel tempo:

$$E_{TOT} = E_{Conservative} + E_{NonConservative} = COSTANTE$$

Sistemi Isolati

Quando si esaminano problemi connessi alla conservazione di grandezze fisiche è particolarmente importante valutare se il sistema, cioè l'ambiente, in cui le grandezze in esame interagiscono fra di loro sia o meno "isolato".

Per valutare se un sistema è isolato dobbiamo innanzitutto definire:

- ❑ **Forze Interne**: Forze esercitate dai corpi che fanno parte del sistema;
- ❑ **Forze Esterne**: Forze esercitate dai corpi che **non** fanno parte del sistema.

Su questa base diamo la seguente definizione di sistema isolato:

Si definisce **SISTEMA ISOLATO** un sistema in cui la risultante delle forze esterne applicate al sistema è uguale a zero.

In un sistema isolato, quindi, agiscono solo forze interne che, per il principio di azione e reazione, hanno una risultante nulla sul sistema.

Unità di Misura dell'Energia

L'unità di misura dell'Energia coincide con quella del lavoro, quindi, nel S.I., è il joule ($J = N \cdot s$). Esistono però altre UdM utilizzate.

kWh (kilowattora): energia sviluppata da una potenza di 1 kW per un periodo di 1 h

$$1 \text{ kWh} = (1 \text{ kW})(1 \text{ h}) = (1000 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

kcal: energia necessaria per innalzare di 1°C la temperatura di un kg di acqua distillata alla pressione di 1 atm

$$1 \text{ kcal} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J} = 4,19 \text{ kJ}$$

tep (tonnellata equivalente di petrolio) o **toe** (ton of oil equivalent): energia sviluppata dalla combustione completa di 1 tonnellata di petrolio

$$1 \text{ tep} = 1 \text{ toe} = 4,19 \cdot 10^{10} \text{ J} = 41,9 \text{ GJ}$$

Btu (British thermal unit): la quantità di calore per innalzare di 1°F la temperatura di una libbra d'acqua distillata alla pressione di 1 atm

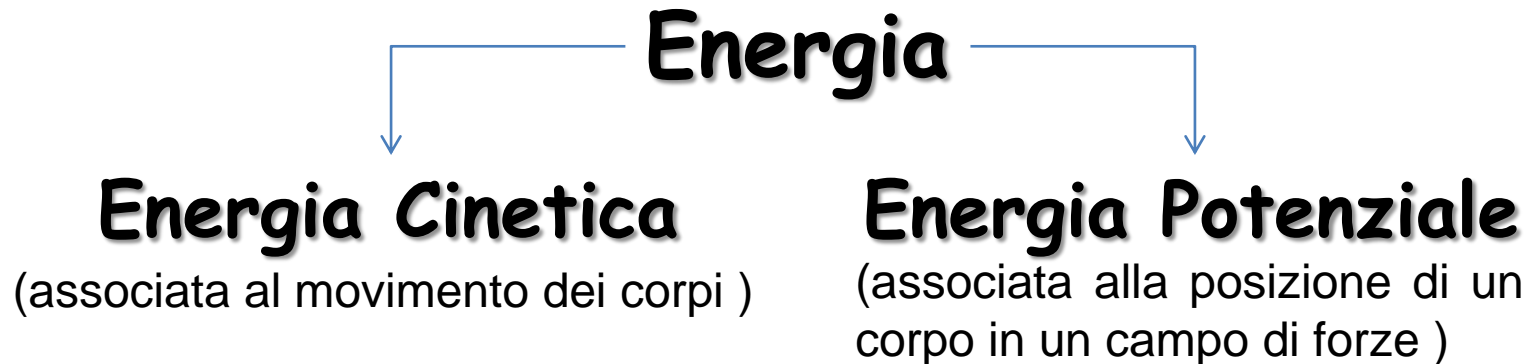
$$1 \text{ btu} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,05 \text{ kJ}$$

eV (elettronvolt): energia posseduta da una carica elettrica elementare, accelerata da una differenza di potenziale di 1 V.

$$1 \text{ eV} = q \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Energia Cinetica e Energia Potenziale

Come abbiamo visto esistono diverse forme di energia (trasformabili le une nelle altre), tali forme sono riconducibili a due tipologie:



Anche l'energia termica e quella chimica sono riconducibili rispettivamente a energia cinetica (l'agitazione termica è connessa al calore) e energia potenziale (i legami chimici sono connessi all'attrazione tra cariche elettriche)

L'energia cinetica si trasforma in energia potenziale e viceversa.
Le conversioni dell'energia da una forma a un'altra sono governate dai principi della termodinamica.

Quantità di Moto

Quando corpi diversi vengono a contatto tra loro, ad esempio negli urti, ciò che accade dipende sia dalle masse in gioco sia dalle loro velocità.

Ad esempio nell'urto tra una sferetta ferma e una in movimento la velocità che verrà impressa alla sferetta ferma a seguito dell'urto dipende dalla velocità della sferetta in moto, ma anche dalle relative masse.

Una sferetta di massa piccola acquista a seguito dell'urto una velocità maggiore di una di massa più grande.

Per questi motivi è utile introdurre una nuova grandezza che tenga in considerazione entrambe, questa è la quantità di moto cioè una grandezza vettoriale che misura la capacità di un corpo di modificare il movimento di altri corpi con cui interagisce dinamicamente.

La **QUANTITÀ DI MOTO** di un corpo è il prodotto fra la massa del corpo e la sua velocità:

$$\vec{q} = m \cdot \vec{v}$$

La Quantità di Moto è una grandezza vettoriale e la sua unità di misura, nel S.I., è il prodotto delle unità di misura di massa e velocità: kg·m/s.

Impulso di una Forza

Vediamo ora la relazione esistente fra la quantità di moto ed il II principio della dinamica.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m \cdot \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$$

da cui segue:

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \vec{\Delta v} = m \cdot (\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

Si definisce **IMPULSO DELLA FORZA** in un intervallo di tempo il prodotto tra la forza e l'intervallo di tempo in cui tale forza è applicata:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Da quanto visto segue il:

TEOREMA DELL'IMPULSO

L'impulso di una forza in un dato intervallo di tempo è pari alla variazione di quantità di moto nello stesso intervallo di tempo:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \vec{\Delta v} = \vec{q}_f - \vec{q}_i = \vec{\Delta q}$$

Conservazione della Quantità di Moto

Consideriamo il teorema dell'impulso e applichiamo nel caso di un sistema isolato.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \vec{\Delta v} = \vec{q}_f - \vec{q}_i = \vec{\Delta q}$$

Poiché il sistema è isolato la risultante delle forze è nulla, quindi:

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = \vec{\Delta q} = 0 \Rightarrow \vec{\Delta q} = 0 \Rightarrow \vec{q} = \text{cost.}$$

Da ciò segue che:

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

In un sistema isolato la quantità di moto totale del sistema si conserva:

$$\vec{Q} = \sum_i \vec{q}_i = \text{costante}$$