

# Lavoro, Potenza, Energia

## 1. Il Lavoro

Supponiamo di applicare una forza  $\vec{F}$  ad un corpo materiale per un determinato intervallo di tempo, con l'effetto di far spostare il corpo stesso dalla sua posizione iniziale di una quantità  $\Delta\vec{s}$ . Si definisce lavoro la grandezza definita come il prodotto scalare tra la forza e lo spostamento.

$$L = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s}$$

Ricordiamo che nel prodotto scalare (di due vettori) si moltiplicano due grandezze vettoriali e il risultato è una grandezza scalare. Vediamo come calcolare il prodotto scalare praticamente. Distinguiamo due casi a seconda di se la forza e lo spostamento hanno la stessa direzione o meno:

a) al carrello in fig. 1 è applicata una forza  $\vec{F}$  che produce uno spostamento  $\Delta\vec{s}$  nella stessa direzione della forza; in tal caso il lavoro  $L$  si ottiene moltiplicando il modulo di  $F$  con il modulo di  $\Delta s$ :

$$L = F \cdot \Delta s$$

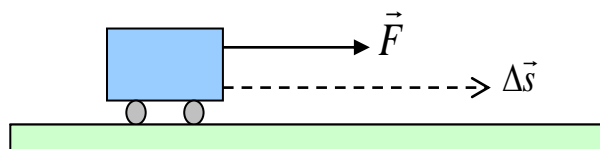


figura 1

b) nel carrello di fig. 2 le direzioni di  $\vec{F}$  e di  $\Delta\vec{s}$  sono diverse; in tal caso il lavoro  $L$  si ottiene prima effettuando la proiezione ortogonale di  $\vec{F}$  lungo lo spostamento e poi moltiplicando tale proiezione, indicata con  $F_s$ , con il modulo di  $\Delta\vec{s}$ :

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

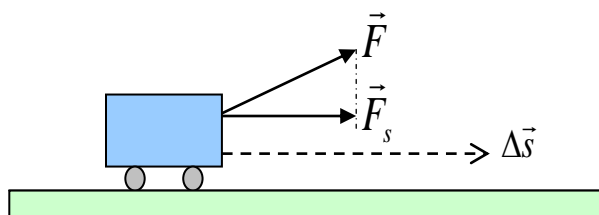


figura 2

Se in qualche caso particolare la Forza e lo spostamento fossero perpendicolari tra loro, il lavoro sarebbe pari a zero (in quanto la proiezione della forza lungo lo spostamento sarebbe nulla). Ad esempio, se si trasporta una valigia lungo un piano orizzontale, per tenere la valigia sollevata si esercita una forza  $\vec{F}$  (uguale ed opposta alla forza di gravità  $\vec{P}$ ), che risulta ortogonale allo spostamento; sebbene si compia uno sforzo (a volte anche pesante), dal punto di vista fisico si compie un lavoro nullo.

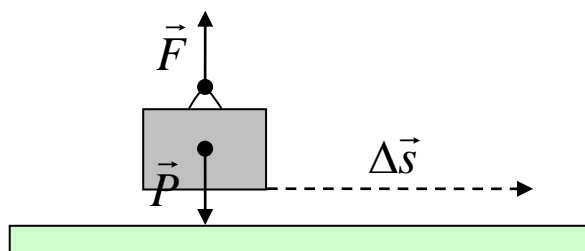


figura 3

### Lavoro motore e lavoro resistente.

In generale, se la forza applicata  $\vec{F}$  e lo spostamento prodotto  $\Delta\vec{s}$  hanno lo stesso verso il lavoro è positivo e viene anche detto **lavoro motore**. Se invece  $\vec{F}$  e  $\Delta\vec{s}$  hanno verso opposto il lavoro è negativo e viene anche chiamato **lavoro resistente**.

Consideriamo ora un'automobile in moto a velocità costante su un tratto autostradale rettilineo (*in moto rettilineo uniforme*) (Vi prego di soffermarvi sul *design* particolarmente curato dell'autoveicolo!).

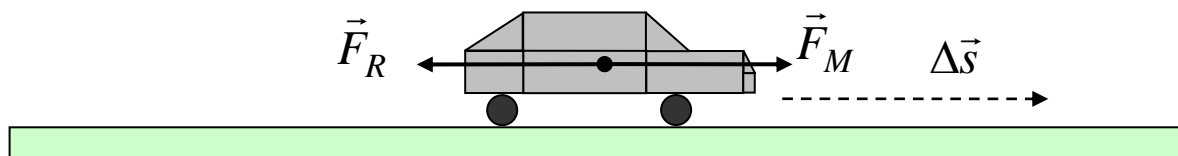


figura 4

Poiché la macchina procede a velocità costante, essa verifica sicuramente il 1° principio della dinamica e pertanto la somma delle forze applicate su di essa è zero. Infatti, per mantenere la velocità costante, il motore imprime con continuità una forza  $\vec{F}_M$  in avanti, che serve a bilanciare le forze di attrito  $\vec{F}_R$  (di rotolamento e del mezzo), che invece spingono l'autoveicolo all'indietro, in direzione opposta al movimento. È infatti facile constatare che, viaggiando su un tratto rettilineo pianeggiante, non appena si lascia l'acceleratore (eliminando così  $\vec{F}_M$ ), la macchina dopo poche centinaia di metri si ferma, proprio a causa delle forze di attrito  $\vec{F}_R$ . Nel caso suddetto il motore della macchina compie su questa un *lavoro motore* di segno positivo, poiché esercita una forza che ha lo stesso verso dello spostamento (in avanti); invece, le forze di attrito compiono sulla macchina un *lavoro resistente* di segno negativo, poiché esse hanno direzione opposta allo spostamento.

### Unità di misura del lavoro.

Il lavoro, nel S.I., si misura in **joule (J)**: "Un joule equivale al lavoro che compie la forza di un newton per spostare il suo punto di applicazione di un metro nella sua stessa direzione".

$$1 J = 1 N \times 1 m$$

## 2. Forze Conservative e non Conservative

Supponiamo che un punto materiale si sposti, sotto l'azione di una forza  $F$ , da un punto  $P_1$  dello spazio ad un altro punto  $P_2$ , lungo una traiettoria  $C$  qualsiasi, anche curvilinea. È possibile calcolare il Lavoro  $L$  come detto precedentemente, eseguendo il prodotto scalare della forza per lo spostamento.

**Forze conservative.** Di particolare interesse sono le forze chiamate *forze conservative*; essi godono della proprietà che il lavoro compiuto dalla forza per spostare un punto materiale da una posizione qualsiasi ( $P_1$ ) ad un'altra ( $P_2$ ) non dipende dal percorso seguito ma soltanto dalle posizioni iniziale e finale.

$$L = L(P_1, P_2)$$

Si può dimostrare che sono conservative la forza Peso, la forza elastica, la forza di gravitazione universale e come vedremo più avanti, la forza elettrostatica.

Si può vedere facilmente poi che il lavoro svolto da una forza conservativa lungo un percorso chiuso è nullo.

**Forze non conservative.** Per le forze non conservative il lavoro compiuto per spostare un punto materiale da una posizione qualsiasi ( $P_1$ ) ad un'altra ( $P_2$ ) dipende oltre che dalle posizioni iniziale e finale, anche dal percorso seguito e dalla velocità con cui l'oggetto si muove.

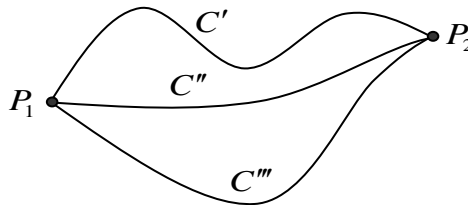
$$L = L(P_1, P_2, C, v)$$

Se consideriamo ad esempio tre percorsi diversi, come in figura, avremo:

$$L' = L(P_1, P_2, C', v')$$

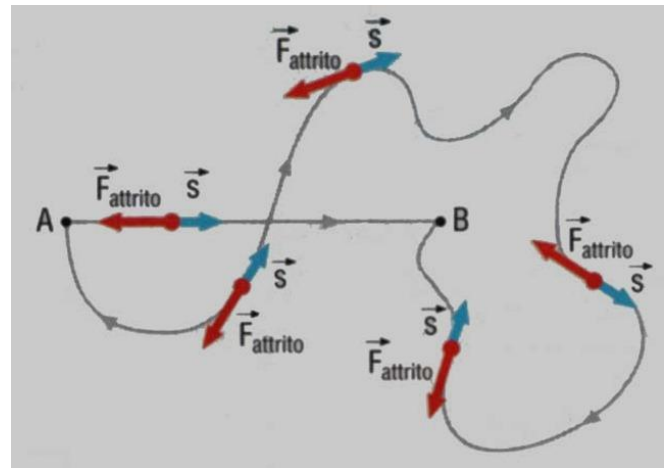
$$L'' = L(P_1, P_2, C'', v'')$$

$$L''' = L(P_1, P_2, C''', v''')$$



Il lavoro sarà diverso lungo ognuno dei percorsi  $C'$ ,  $C''$ ,  $C'''$ . Avremo cioè  $L' \neq L'' \neq L'''$

Si può vedere che è non conservativa sicuramente la forza di attrito (nelle sue varie forme: attrito statico, dinamico, volvente, del mezzo fluido). Poiché la forza d'attrito è sempre diretta in senso contrario allo spostamento, essa compie un lavoro resistente (negativo). Pertanto l'entità del lavoro è tanto maggiore quanto più lungo è il percorso; nel caso di attrito del mezzo, il lavoro dipende anche dalla velocità con cui l'oggetto si muove.



Le forze non conservative vengono anche chiamate *forze dissipative*.

Si può vedere facilmente che il lavoro svolto da una forza non conservativa lungo un percorso chiuso è diverso da zero.

### 3. La Potenza

La potenza è una grandezza fisica che esprime la rapidità con cui si esercita un lavoro; essa si ottiene eseguendo il rapporto tra il lavoro compiuto ed l'intervallo di tempo necessario a compiere tale lavoro:

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

Possiamo pertanto definire la potenza come il lavoro compiuto nell'unità di tempo. Una macchina ha una potenza maggiore di un'altra se riesce a compiere lo stesso lavoro in un tempo minore, oppure, se nello stesso tempo riesce a compiere un lavoro maggiore. Supponiamo che si debbano trasportare a mano 200 libri dal piano terra al secondo piano di un edificio: un bambino può fare tale lavoro, trasportando, piano piano, 10 libri per volta, impiegando 20 viaggi e un'ora e mezza; una persona normale potrà trasportare magari 20 libri per volta, impiegando mezz'ora; infine, un facchino ben allenato, trasportano 40 libri per volta, impiegherà solo un quarto d'ora. Tutte e tre le persone sono in grado di compiere lo stesso lavoro, ma ognuna in modo diverso: il facchino è il più potente, impiegando meno tempo di tutti; il bambino è invece il meno potente, poiché impiega più tempo.

**Potenza come prodotto scalare di forza e velocità.**

Ricordando che il lavoro si definisce come prodotto di forza per spostamento, e che la velocità è il rapporto tra spazio percorso e tempo impiegato, la potenza si può anche esprimere in funzione della forza e della velocità:

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \cdot \Delta s}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

La potenza è anche data, pertanto, dal prodotto scalare di forza per velocità.

**Unità di misura della potenza.**

La potenza nel S.I. si misura in **watt** [W]:

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

“Una macchina ha la potenza di 1 watt (W) se compie il lavoro di 1 joule in 1 secondo”. Altre unità di misura della potenza utilizzate nella pratica sono alcuni multipli del watt come il kilowatt (1 kW = mille watt), il megawatt (1 MW = un milione di watt = mille kilowatt) e il gigawatt (1 GW = un miliardo di watt = mille megawatt) .

**Il cavallo vapore (c.v.)**

Il cavallo vapore (in inglese *horse power*, *hp*) è un'unità di misura della potenza che ha trovato largo utilizzo in un passato recente. Una macchina ha la potenza di 1 cv quando può compiere il lavoro di 735 joule in 1 secondo; ossia:

$$1 \text{ cv} = 735 \text{ W} = 0,735 \text{ kW}.$$

Tale unità di misura è ancora comunemente usata per definire la potenza dei motori delle automobili, anche se le direttive impongono di usare i kilowatt (kW), conformemente al S.I..

**4. L'energia****Considerazioni generali.**

Chi legge e studia queste fotocopie (spero che siano tutti) impiega energia. Un po' ne sta impiegando adesso, mentre l'occhio scorre da un lato all'altro della pagina lungo il percorso delle parole stampate. Ma si tratta di una quantità molto piccola, che serve a far battere il cuore, muovere i polmoni e mantenere il corpo a una temperatura più alta di quella dell'ambiente.

Molta più energia è stata spesa prima, nel lungo processo industriale che ha trasformato un insieme di materie prime (legno, acqua, pigmenti colorati ...) in fotocopie. Senza energia non sarebbe stato possibile fabbricare la carta, realizzare l'originale al computer e stamparlo, fare le fotocopie, e infine trasportarle a voi (Sono sicuro che ora state pensando: «Chi ve l'ha fatto fare!», ma la conoscenza costa energia). È per questa ragione che si consuma energia anche stando tranquillamente seduti su una sedia a leggere un libro.

In realtà l'energia non si consuma, ma si *trasforma* continuamente. Quella che sembra scomparsa riappare sotto un'altra forma e con un altro nome. Dentro la lavatrice l'energia elettrica, che preleviamo dalla presa di corrente, si trasforma in energia di movimento del cestello e in energia interna dell'acqua che si riscalda.

A sua volta l'energia elettrica è il risultato di altre trasformazioni. In una centrale idroelettrica, per esempio, l'energia di posizione dell'acqua contenuta in un lago di montagna si trasforma per caduta in energia di movimento e poi in energia elettrica (vedi figura 5).

Nel corso di questa lunga catena di trasformazioni la quantità di energia non è mai cambiata. Quella che c'era all'inizio, la si ritrova anche alla fine. Dall'acqua del lago di montagna al termine del ciclo della lavatrice l'energia si è conservata. Soltanto una parte, però, è servita per compiere un lavoro utile (il bucato). Il resto (spesso, purtroppo, la maggior parte) è stato sprecato in calore che si è riversato nell'ambiente.

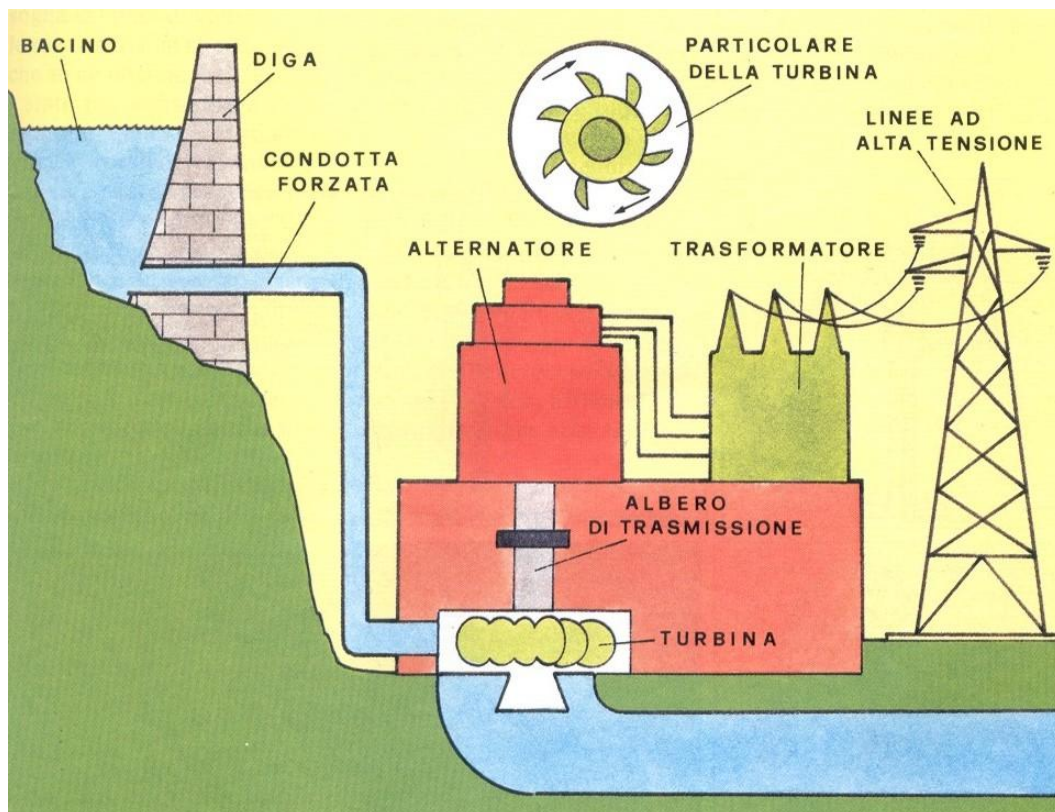
Abbiamo finora usato molte volte la parola «energia» senza mai dire che cos'è.

Non è facile darle una definizione semplice e precisa, perché è un concetto molto astratto che attraversa fenomeni estremamente diversi tra loro (per esempio, la caduta d'acqua da un lago di montagna e il funzionamento di una lavatrice).

Intuitivamente possiamo pensare all'energia come a qualcosa che si trasforma continuamente e che può essere utilizzato per compiere lavori utili (sollevare, spostare, riscaldare, raffreddare, ...).

**figura 5**

**Schema di una centrale idroelettrica.**  
L'acqua contenuta in un bacino sopraelevato (per esempio in un lago) viene incanalata in grandi tubi fin dentro la centrale, dove mette in rapida rotazione le paio di una turbina. Un alternatore trasforma successivamente l'energia di movimento rotatorio della turbina in energia elettrica.



Qualcosa che è immagazzinato in ogni sistema (nella benzina, ma anche in una massa d'acqua che si trova in una posizione elevata o in un oggetto che si muove velocemente) e che cambia facilmente forma, conservandosi però globalmente, di modo che si usa dire: «L'energia non si crea né si distrugge».

### **Definizione fisica di energia.**

Dal punto di vista della fisica, l'energia è un'attitudine dei corpi a compiere lavoro. Un corpo possiede energia se esso può compiere lavoro. L'energia di un corpo è data quindi dalla quantità di lavoro che esso può compiere.

Esistono molte forme di energia, ricordiamo: *l'energia cinetica*, *l'energia potenziale gravitazionale*, *l'energia potenziale elastica*, *l'energia elettrica*, *l'energia interna di un corpo*, *l'energia elettromagnetica*, *l'energia nucleare*. L'energia si trasforma continuamente passando da una forma all'altra. Il lavoro misura quanta energia passa da una forma all'altra. Il lavoro è cioè energia in transito.

Poiché l'energia è pari alla quantità di lavoro che un dato corpo può compiere, essa si misura in *joule*, esattamente come il lavoro.

### Altre unità di misura dell'energia.

**Il kilowattora.** Il kilowattora [kWh] è un'altra unità di misura dell'energia, molto usata. Un kilowattora è la quantità di energia che viene erogata o assorbita alla potenza costante di un kilowatt, durante l'intervallo di tempo di un'ora.

$$1 \text{ kilowattora} = 1 \text{ kilowatt} \cdot 1 \text{ ora} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 3.600.000 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \text{ Megajoule}$$

A volte, all'atto di pagare il bollo, qualcuno dice impropriamente che la sua auto ha 50 chilowattora di potenza; in realtà la sua auto ha 50 chilowatt di potenza, mentre, come detto, il chilowattora serve a misurare l'energia.

### La kilocaloria

La **kilocaloria** (o grande caloria) è un'altra unità di misura dell'energia, usata nell'ambito della termodinamica e per determinare il potere energetico degli alimenti. La *kilocaloria* viene indicata con [kcal] ed è pari a:

$$1 \text{ kilocaloria} = 4186,8 \text{ joule} = 4,18 \text{ kjoule}.$$

## 4.1 L'energia cinetica

L'energia cinetica è energia di movimento. Un oggetto in movimento è in grado di compiere un lavoro, poiché esso è durante un urto è in grado di spostare o deformare un altro oggetto. Un sasso appoggiato delicatamente su un tavolo non produce alcun effetto visibile; lo stesso sasso, cadendo da una certa altezza e quindi dotato di una consistente velocità, può possedere energia sufficiente per sfondare il tavolo; allo stesso modo un proiettile, di massa molto piccola, ma dotato di grande velocità, ha energia sufficiente per attraversare una parete. Quindi tutti gli oggetti materiali in movimento hanno energia cinetica. La quantità di energia cinetica di un corpo può essere espressa mediante la relazione

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

dove  $K$  indica l'energia cinetica (dal tedesco *Kinetic*),  $m$  indica la massa del corpo, espressa in  $kg$  e  $v^2$  il quadrato della velocità, espressa in  $m/s$ .

Osservando la definizione, l'energia cinetica è correlata quadraticamente con la velocità: se la velocità raddoppia, diventa 4 volte più grande, se la velocità triplica, l'energia aumenta di ben nove volte.

Negli incidenti automobilistici l'energia cinetica è il fattore fondamentale, poiché è essa a determinare l'entità delle deformazioni nell'impatto, con quello che ne consegue. Triplicando la velocità, il rischio non aumenta di tre volte, bensì di nove. Chi va piano ...

### Il Teorema dell'Energia Cinetica

Consideriamo un corpo di massa  $m$  che si muova inizialmente ad una velocità  $v_1$ ; supponiamo che su questo corpo venga esercitato dall'esterno un lavoro  $L$ , tramite una forza che ha l'effetto di produrre uno spostamento; la velocità finale, cambiata, sia  $v_2$ ; indicate con  $K_{iniz}$  l'energia cinetica iniziale e  $K_{fin}$  l'energia cinetica finale, il teorema dell'energia cinetica afferma che la somma dell'energia cinetica iniziale del corpo e del lavoro esercitato sul corpo stesso è uguale all'energia cinetica finale che il corpo assume:

$$K_{iniz} + L = K_{fin} \quad \text{oppure} \quad \frac{1}{2} mv_1^2 + L = \frac{1}{2} mv_2^2$$

Equivalentemente, si può affermare che il lavoro esercitato da una forza esterna su un corpo è uguale alla differenza tra l'energia cinetica finale e l'energia cinetica iniziale.

$$L = K_{fin} - K_{iniz} \quad \text{oppure} \quad L = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

Quando ad esempio siamo in automobile e c'è accelerazione, la velocità aumenta e quindi anche l'energia cinetica del veicolo: per il teorema dell'energia cinetica c'è stato un lavoro positivo. Se invece lo stesso veicolo viene frenato, esso subisce una decelerazione con diminuzione di velocità e corrispondentemente di energia cinetica: il lavoro esercitato sul veicolo è stato in questo caso negativo.

## 4.2 L'energia potenziale

**L'energia potenziale** è l'energia che un corpo possiede grazie alla sua posizione. Una palla sollevata da terra possiede *energia potenziale di tipo gravitazionale* perché è sottoposta all'effetto del campo gravitazionale terrestre; un elastico teso è dotato di *energia potenziale elastica*, e una carica elettrica posta in un campo elettrico di *energia potenziale elettrostatica*.

Per dotare un sistema di energia potenziale bisogna compiere un lavoro, infatti è necessario uno sforzo per sollevare una palla da terra, per allungare un elastico, o avvicinare due cariche dello stesso segno. La quantità di energia potenziale che un sistema acquista è esattamente uguale al lavoro speso per portare il sistema nella condizione finale.

### Energia potenziale gravitazionale

Un oggetto posto ad una certa altezza rispetto ad un livello di riferimento può, cadendo, effettuare un lavoro. Il fatto stesso che il corpo si trovi ad una certa altezza fa sì che esso abbia l'attitudine a compiere un lavoro e possieda quindi energia; tale energia non si manifesta se il corpo resta fermo, ma si estrinseca solo quando esso cade a causa della gravità; è un'energia che il corpo possiede potenzialmente. Si dice allora che un oggetto posto ad una certa altezza rispetto ad un livello di riferimento ha un'**energia potenziale gravitazionale** dovuta alla sua posizione; più in alto lo si solleva più aumenta la sua capacità di compiere un lavoro.

Si può dimostrare che l'espressione dell'energia potenziale gravitazionale di un corpo di massa  $m$ , posto ad una altezza  $h$  rispetto al riferimento è:

$$U_g = \text{Peso} \cdot \text{Altezza} = m \cdot g \cdot h$$

### Energia potenziale elastica

Una molla compressa di una certa distanza  $x$  è in grado di compiere un lavoro; per esempio, allungandosi, può spostare un oggetto attaccato al suo estremo libero. La capacità di compiere lavoro deriva dal fatto che la molla è compressa. Anche una molla allungata può compiere un lavoro, per esempio trascinando un oggetto mentre ritorna verso la posizione di equilibrio. Diciamo allora che una molla compressa (o allungata) possiede **energia potenziale elastica**.

Se si tende un arco, la freccia acquista energia potenziale elastica: più l'arco è teso, più lontano la freccia potrà volare.

Ricordiamo che l'espressione della forza elastica è  $F = k \cdot x$ , dove  $k$  è la costante elastica della molla e  $x$  è l'allungamento. Si può dimostrare che l'energia potenziale elastica ha l'espressione:

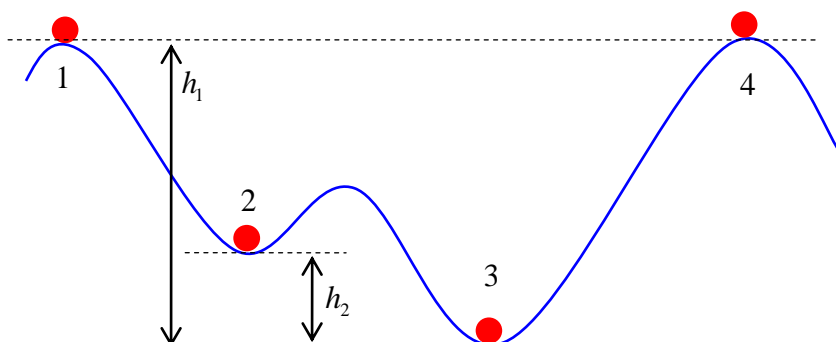
$$U_{el} = \frac{1}{2}k \cdot x^2$$

Una molla allungata possiede dunque energia, che cresce in proporzione diretta al quadrato dell'allungamento.

## 5. Conservazione dell'energia

### 5.1 Conservazione dell'energia meccanica

La figura a lato schematizza la situazione di un carrello mobile su una montagna russa. Supponiamo che gli attriti siano trascurabili. Il punto 3 a quota minima viene considerato ad altezza zero. Il punto 2 abbia un'altezza  $h_2$  e i punti 1 e 4 abbiano un'altezza  $h_1$ .



#### Posizione 1.

All'inizio il carrello si trova nella posizione 1, dove è stato trasportato in qualche modo. Stando fermo, esso avrà velocità nulla e conseguentemente energia cinetica nulla; essendo posto però in alto, nella posizione 1 il carrello avrà una certa energia potenziale gravitazionale, anzi questa sarà la massima possibile per la situazione in esame, poiché il punto 1 ha l'altezza massima prevista (ricordiamo che l'energia potenziale gravitazionale è  $U_1 = mgh_1$ ).

#### Posizione 2.

Se il carrello viene spinto leggermente in avanti, esso cadrà in basso e via via la sua energia potenziale verrà convertita in energia cinetica; esso passerà per la posizione 2, dove avrà energia potenziale  $U_2 = mgh_2$  e energia cinetica  $K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ .

#### Posizione 3

Successivamente il carrello risalirà e, dopo aver oltrepassato la piccola cima a destra di 2, scenderà fino alla posizione 3: qui esso assume energia potenziale nulla, poiché la quota è zero, ma la sua velocità e conseguentemente la sua energia cinetica è la massima possibile,  $K_3 = \frac{1}{2}mv_3^2$ .

#### Posizione 4

Successivamente il carrello, dotato di grande velocità, risalirà e gradatamente la sua energia cinetica si ritrasformerà a mano a mano in energia potenziale, fino ad arrivare alla posizione 4, ove si fermerà. Nel punto 4 la situazione è analoga a quella di partenza: la velocità e quindi l'energia cinetica sono nulle; tutta l'energia cinetica si è ritrasformata in energia potenziale  $U_4 = mgh_1$ .

Nella situazione esaminata assistiamo ad una trasformazione dell'energia del carrello da una forma all'altra: all'inizio l'energia è solo potenziale; durante la discesa essa diminuisce, mentre aumenta l'energia cinetica; nella posizione più bassa l'energia è solo cinetica; in seguito, quando il corpo risale, l'energia cinetica diminuisce e aumenta l'energia potenziale, fino al punto finale, in cui l'energia è di nuovo solo potenziale. Durante il moto del carrello dal punto 1 al punto 4 l'energia cinetica e quella potenziale non sono mai costanti, ma variano da una posizione all'altra. Però è possibile dimostrare che in ogni istante e in ogni posizione la somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale è sempre costante. A tale somma viene attribuito il nome di *energia meccanica*. Il principio di conservazione dell'energia meccanica afferma che in assenza di attrito l'energia meccanica, cioè la somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale, è costante nel tempo.

$$E = K + U_g = \text{costante} \quad E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{costante}$$

Se il sistema fisico considerato comprende anche componenti elastiche, la conservazione dell'energia meccanica si può estendere includendo l'energia potenziale elastica:



$$E = K + U_g + U_{el} = \text{costante} \qquad E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}kx^2 = \text{costante}$$

## 5.2 Conservazione dell'energia totale

Nell'esempio precedente si è fatta l'ipotesi che l'attrito non fosse presente. Cosa succede se invece l'attrito è presente? Sicuramente non vale il principio di conservazione dell'energia, e sicuramente il carrello non riuscirà a giungere nella posizione 4, alla stessa quota del punto 1 di partenza. Parte dell'energia potenziale che il carrello aveva alla partenza si trasforma in calore. Ma possiamo dire che l'energia non si conserva più?

La conservazione dell'energia meccanica è un caso particolare del principio generale di conservazione dell'energia. L'energia esiste in molte forme diverse che possono trasformarsi in parte o totalmente l'una nell'altra: si parla infatti di energia termica, chimica, elettrica, di radiazione e atomica. Nel 1847 Helmholtz formulò il concetto che *l'energia non può essere né creata né distrutta, ma solo trasformata tra più forme diverse*. Questa affermazione, conosciuta come principio di conservazione dell'energia, costituisce uno dei concetti fondamentali della meccanica classica. L'energia si presenta infatti sotto moltissime forme, quali ad esempio l'energia meccanica (cinetica e potenziale), il calore, l'energia chimica, l'energia nucleare, l'energia luminosa e quella acustica, che possono essere trasformate l'una nell'altra.

Ritornando all'esempio del carrello in presenza di attrito, non vale più il principio di conservazione dell'energia meccanica. Ma se alle energie in gioco (potenziale e cinetica) aggiungiamo anche l'energia termica prodotta dalle forze di attrito, l'energia totale sicuramente si conserva.

## 5.3 Efficienza della conversione energetica

I dispositivi che convertono energia, come i motori, le lampadine e i generatori elettrici, spesso non risultano totalmente efficienti: in altre parole non tutta l'energia in entrata viene trasformata nella forma richiesta in uscita, perché una parte di essa viene dispersa in una forma non utilizzabile. Spesso si ha produzione di calore, dal quale non è possibile ricavare lavoro utile. Il motore di un'automobile, ad esempio, è progettato per trasformare l'energia chimica prodotta dal processo di combustione della benzina in energia meccanica della macchina, tuttavia solo il 25% circa dell'energia chimica immagazzinata nel carburante viene effettivamente sfruttato. Il resto dell'energia (ben il 75% dunque) viene "perso" ai fini dello scopo a cui sarebbe destinato; ciò non significa che vada distrutto: piuttosto viene trasformato in un'altra forma di energia, che d'inverno può essere utilizzata in parte per il riscaldamento dell'abitacolo.

## 6. Risparmio energetico

### Risparmio energetico in casa: i "dettagli contano"

Per un Paese come il nostro, povero di fonti di energia tradizionali, risparmiare energia vuol dire contribuire a contenere la spesa pubblica e a rendere l'Italia meno dipendente dall'estero per gli approvvigionamenti di combustibili fossili.

Il risparmio energetico non è solo una questione economica: la produzione di energia ha sempre un forte impatto sull'ambiente e sulla salute umana a causa dei gas clima-alteranti e i prodotti di scarto della combustione che vengono immessi in atmosfera: quando accendiamo una lampadina, utilizziamo un elettrodomestico o ci facciamo una doccia calda, dobbiamo ricordarci che stiamo consumando energia e indirettamente stiamo immettendo sostanze dannose in atmosfera. Allo stato della tecnologia, le fonti di energia a basso impatto ambientale (eolico, fotovoltaico, solare termico, biomasse, idroelettrico, geotermico) contribuiscono ma non sono ancora in grado di soddisfare la nostra domanda energetica.

Alla luce di queste considerazioni il risparmio energetico è una vera e propria "fonte di energia", accessibile per tutti. Per usarla non occorrono sacrifici impossibili, ma basta porre attenzione agli sprechi e utilizzare razionalmente le risorse.

Nelle case l'**energia consumata per avere acqua calda e per il riscaldamento** rappresenta circa il 15% dei consumi energetici nazionali, senza contare i picchi di consumo sempre crescenti in estate per l'utilizzo dei condizionatori. Senza sacrifici e senza rinunce al comfort, si può modificare lo stile di vita per utilizzare in modo corretto e sostenibile le risorse energetiche ed ambientali.

Per ridurre i consumi di energia in ambito domestico occorre prima sapere dove e quanto si consuma. Da studi effettuati dalle più note associazioni di consumatori emerge quanto segue: riscaldamento 55%; automobile 31%; acqua calda 7%; apparecchi refrigeranti, lavatrice 4%; illuminazione 1%.

Questi dati parlano chiaro: escludendo l'automobile, il 79% dei consumi energetici in ambito domestico è dovuto al riscaldamento.

Di seguito, ecco alcuni semplici consigli per attuare un effettivo ed efficace risparmio energetico: l'ambiente e il vostro portafogli ve ne saranno grati!

### **Riscaldamento**

- Non mettiamo tende o altri oggetti davanti ai termosifoni, altrimenti il calore resta imprigionato tra la tenda ed il muro e si crea una corrente d'aria che lo porta direttamente verso il soffitto senza che noi ne abbiamo alcun beneficio. Mettiamo invece pannelli isolanti tra il muro ed il termosifone, per evitare di disperdere direttamente il calore verso una parete esterna.

- Riducendo di 1° C la temperatura nelle stanze si risparmia circa il 6 % di energia.

- Ventilare i locali più volte al giorno creando correnti d'aria; si cerchi però di farlo nelle ore centrali della giornata, e comunque spegniamo il riscaldamento almeno un'ora prima. Spegnerlo solo nella mezz'ora in cui apriamo le finestre serve a poco, visto che i radiatori sono ancora caldi.

- Provvedere regolarmente alla pulizia e alla manutenzione della caldaia.

- Sfiatare i caloriferi all'inizio della stagione fredda.

- I costi di riscaldamento possono essere ridotti drasticamente anche grazie a un buon isolamento termico della casa. Bisogna fare attenzione ai vani delle tapparelle, sono delle vere e proprie finestre aperte da cui sfugge il calore. Proteggerli e sigillarli costa pochissimo, si può fare al limite anche da soli, e fa risparmiare moltissimo. Usare finestre con i doppi vetri, coibentare bene le pareti ed i solai sono spese che si recuperano con il risparmio sul combustibile in meno di tre anni.

- Le caldaie e gli impianti che hanno più di 20 anni dovrebbero essere assolutamente sostituiti, sia perché in genere hanno perso efficienza, sia perché la tecnica della combustione, nel frattempo, ha fatto notevoli passi avanti.

### **Acqua**

- Quando ci si lava i denti, le mani o si fa la doccia, aprire il rubinetto solo per il tempo necessario a bagnarsi e a sciacquarsi.

- Fare la doccia anziché il bagno, ove possibile.

- Applicare regolatori di flusso sui rubinetti (consentono di risparmiare la metà dell'acqua).

### **Frigorifero, congelatore e lavatrice**

- Scegliere il frigo e il congelatore di dimensioni adeguate all'effettivo fabbisogno familiare.

- Inserire nel frigo e nel congelatore soltanto cibi già freddi.

- Asciugare il bucato preferibilmente all'aria, evitando l'impiego dell'asciugatrice.

- Utilizzare lavatrice, asciugatrice e lavastoviglie solo a pieno carico.

- Utilizzare il prelavaggio solo per la biancheria molto sporca.

- Non lavare le stoviglie sotto l'acqua corrente.

### **Cucina**

- Durante la cottura dei cibi coprire pentole e padelle con il coperchio.

- In caso di lunghi tempi di cottura, usare la pentola a pressione.
- Spegnerne la piastra elettrica e il forno un po' prima della fine cottura, allo scopo di sfruttare il calore residuo.

### **Energia elettrica**

La produzione di energia elettrica è molto costosa dal punto di vista energetico, quindi l'energia elettrica va risparmiata con particolare attenzione. In particolare, evitiamo di usare energia elettrica per produrre calore: niente stufette elettriche e boiler elettrici per l'acqua calda.

- Utilizzare lampadine a risparmio energetico; le lampadine a risparmio energetico si ripagano da sole in pochissimo tempo. Una lampadina da 20W a risparmio energetico fa la stessa luce di una da 100W ad incandescenza. Oggi costa sui 2-3 € e dura almeno 5 volte di più. In 3 anni (ossia 5000 ore di funzionamento), calcolando il costo delle lampadine e del consumo, il risparmio è di 19 €, senza contare la seccatura risparmiata di cambiare le lampadine.

- Quando si abbandona una stanza, spegnere sempre la luce;

- Se non utilizzati per ore, spegnere gli apparecchi elettrici (televisore, computer, radio, macchina del caffè ecc.) con l'interruttore principale, evitando la funzione stand-by (anche la lucina rossa consuma energia). Una particolare attenzione va rivolta ai televisori, oggi è normale vedere che ci sono in casa anche due o tre televisori accesi e nessuno che li guarda. Non diciamo di non guardare a televisione (come si potrebbe fare a meno del "Grande Fratello" o dell'"Isola dei Famosi" o di "Beautiful"!), ma non teniamoli accesi inutilmente. Al limite, mentre si studia o si fanno i lavori di casa, teniamo pure accesa una radio, che consuma pochissimo e fa tanta compagnia.

- Si acquistino elettrodomestici preferibilmente in classe A: per conoscere i consumi energetici dei singoli elettrodomestici, una direttiva dell'Unione Europea prescrive che questi siano muniti di un'etichetta indicante la loro efficienza energetica (*classe di consumo*). In questo modo al momento dell'acquisto si possono confrontare direttamente i consumi degli apparecchi con funzioni analoghe ed operare una scelta più consapevole.

Infine, anche quando non siamo a casa nostra facciamo attenzione ai consumi anche se la bolletta non la paghiamo noi. Quando usciamo da un'aula, spegniamo le luci, non lasciamo inutilmente le luci accese quando c'è già tanta luce naturale; non apriamo le finestre quando c'è il riscaldamento o l'aria condizionata in funzione. Capita spesso di vedere il riscaldamento o il condizionamento regolato al massimo, e poi aprire le finestre per regolare la temperatura. È uno spreco, è una follia, è come guidare con l'acceleratore premuto e poi usare il freno per regolare la velocità.

