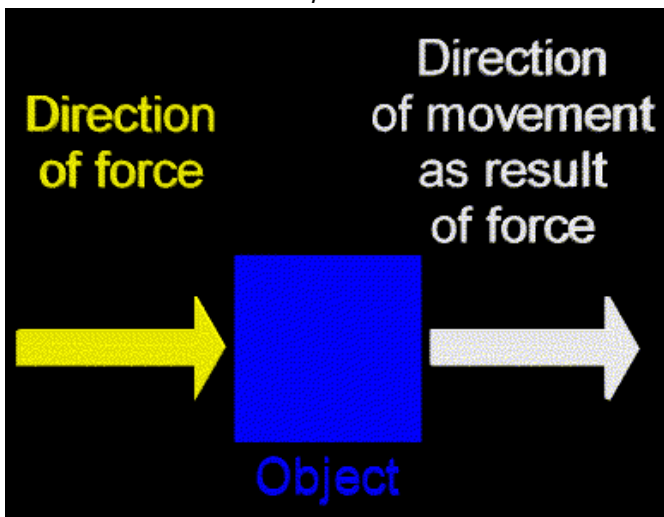


LAVORO, ENERGIA E POTENZA

Nel linguaggio comune, la parola "lavoro" è applicata a qualsiasi forma di attività, fisica o mentale, che sia in grado di produrre un risultato. In fisica la parola "lavoro" ha un significato tecnico ben preciso che comporta l'uso di due concetti: il concetto di *forza* e il concetto di *spostamento*. Ha scritto D.Herron: <<L'energia è un'idea, come l'amore. Facile da riconoscere, ma difficile da definire. >>

Il lavoro

Per chiarire questo importante concetto partiamo da un problema reale. Un uomo spinge un divano con una forza di 100 newton in una nuova posizione distante 2 metri. Per spostare il divano l'uomo esercita una *forza* (100 N) e fa percorrere al divano una *distanza* (2 m), in direzione della forza applicata. In definitiva, per spostare il divano, si compie un lavoro. L'ammontare del 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 la forza che agisce su un oggetto e ne causa lo spostamento. In questa definizione del lavoro ci sono tre parole chiave: la *forza*, lo *spostamento* e la *causa* dello spostamento. In altri termini una forza, perché compia un lavoro su un oggetto, deve essere **lei** 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 (fig. 1):

Gli uomini in figura trasportano delle borse di plastica. Nei casi rappresentati c'è la forza applicata dal braccio alla borsa, ma manca lo spostamento e quindi non si compie un lavoro. Infatti, il movimento delle borse, insieme agli uomini, non è dovuto alla forza esercitata dal braccio ma al movimento delle gambe. La direzione dello spostamento è perpendicolare alla direzione della forza applicata.

Si compie un lavoro su un corpo quando il corpo si sposta parallelamente alla direzione della forza applicata.

La seguente formula ci dice che l'ammontare del lavoro fatto è misurato dal prodotto di due grandezze vettoriali, la *forza* e lo *spostamento*:

$$L = \vec{F} \times \vec{s} \quad (L=J; F=N; s=m)$$

Lavoro = forza × spostamento

Il lavoro si misura in newton × metro. L'unità di misura del SI è il joule:

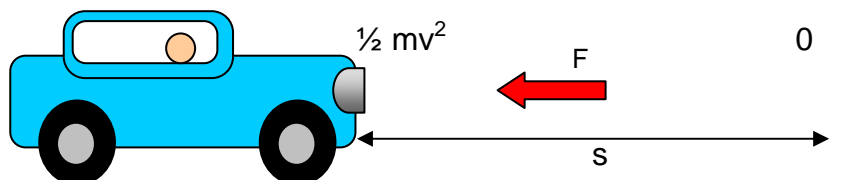
$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

Ritornando al problema iniziale, ossia al divano spostato di 2 m, il lavoro compiuto è stato di: $100 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 200 \text{ N} \cdot \text{m} = 200 \text{ J}$. Non convinto della sua nuova collocazione, il padrone di casa tira il divano e lo riporta nella sua posizione originale.



Siccome la distanza percorsa è sempre di 2 m e la forza applicata è ancora di 100 N, si compie un lavoro di 200 J ($100 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 200 \text{ J}$). Ma qual è il lavoro complessivo? Lo *spostamento* è zero, perché si ritorna nella stessa posizione iniziale. Il lavoro invece non è zero, ma è la somma del lavoro di andata e ritorno ossia è uguale a 400 J. Il lavoro è una grandezza scalare mentre lo spostamento, come sappiamo, è una grandezza vettoriale. Anche la forza è una grandezza vettoriale. Spostamento e forza vanno disegnati con una freccia in testa ai simboli: \vec{F} e s . Il lavoro che una forza può compiere può essere positivo (per esempio, il lavoro per spingere e tirare il divano), può essere negativo (se consideriamo l'attrito che si oppone al movimento del divano) oppure nullo quando la direzione della forza applicata è perpendicolare allo spostamento (per esempio, l'uomo che trasporta una borsa) (fig.).

Mettere le frecce di F e s



Nella figura viene rappresentata in rosso la forza di attrito \vec{F} . La forza è negativa e si oppone al moto dell'automobile.

Esempio 1

Un uomo spinge oppure tira una cassa per 10 metri. Se la forza applicata è di 45 N ed è parallela allo spostamento, quanto lavoro compie l'uomo?

Soluzione

Si moltiplica l'intensità della forza parallela applicata per lo spostamento e si ottiene il lavoro fatto:

$$L = F \cdot s = 45 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 450 \text{ J}$$

Esempio 2

Un oggetto, che pesa 20 N, cade da 20 m d'altezza. Qual è il lavoro compiuto dalla forza di gravità sull'oggetto? Qual è la massa dell'oggetto?

Soluzione

La forza peso di 20 N è parallela allo spostamento, pertanto:

$$L = F \cdot s = 20 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 400 \text{ J}$$

Per determinare la massa dell'oggetto si applica la seconda legge di Newton:

$$F = a \cdot m ; 20 \text{ N} = 9,8 \cdot m ; \text{Massa} = F/a = 20 \text{ (kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}) / 9,8 \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2}) = 2,04 \text{ kg}$$

Prova tu

Un libro di 1 kg cade da uno scaffale alto 3 metri. Qual è il lavoro compiuto dalla forza di gravità sul libro?

Accade di frequente che la forza applicata non sia parallela allo spostamento del corpo. In tutti questi casi, per calcolare il lavoro compiuto dalla forza, si deve tenere conto dell'angolo fra la direzione della forza applicata e lo spostamento.

5.1 L'energia

L'energia può presentarsi in forme diverse: energia elettrica, energia solare, energia termica, energia chimica, energia nucleare, energia gravitazionale e così via. L'idea di energia che gli allievi possono ricavare, a questo livello, è che essa "misuri" la *capacità di determinare trasformazioni nei sistemi*. Le virgolette indicano che non esiste, praticamente, uno strumento capace di misurare direttamente l'energia, analogo al termometro, che misura la temperatura dei corpi. Sappiamo che

l'energia si trasferisce da un sistema all'altro e si trasforma da una forma all'altra. Ma cos'è l'energia? Una definizione, legata al buon senso, è questa:

L'energia è la capacità che ha un sistema di far accadere qualcosa.

Per esempio, la pila collegata a una lampadina, con un filo metallico, la fa accendere. Noi diciamo che la pila possiede la capacità di **fa accendere** la lampadina. Questa capacità la chiamiamo **energia elettrica**. In questo esempio l'energia elettrica della pila si trasforma in calore e in energia luminosa. La luce e il calore prodotto sono le evidenze che c'è stata interazione fra gli oggetti del sistema. Un'altra cosa importante da ricordare è questa: in ogni sistema c'è sempre una sorgente e un utilizzatore (ricevitore) dell'energia trasferita. La definizione di energia più comune tra i fisici è questa:

L'energia è la capacità di un sistema di compiere lavoro.

Le principali modalità, ma non le sole, con cui l'energia si trasferisce da un sistema all'altro, sono: il **lavoro** e il **calore**. Talvolta l'energia si trasferisce anche sotto forma di radiazione elettromagnetica, come la luce solare e la luce della lampadina. Se un sistema guadagna energia da un altro, a causa dell'azione di forze non equilibrate (come differenze di pressione o differenze di tensione elettrica), si parla di *lavoro*. I motori sono macchine fatte per trasferire energia principalmente sotto forma di lavoro (per esempio, l'ascensore trasforma l'energia elettrica in lavoro di salita e discesa di persone ed oggetti). Se, viceversa, un sistema riceve energia da un altro, senza che ci siano parti meccaniche in movimento, *solo in virtù di differenze di temperatura*, allora la forma di trasferimento si chiama *calore*. Va da sé che un sistema "caldo" non "possiede" calore, come un motore o un serbatoio pieno di benzina non "possiedono" lavoro. Il lavoro e il calore non sono forme di energia, ma modi diversi di trasferire l'energia da un sistema all'altro, da una sorgente all'utilizzatore.

Un'utile distinzione va fatta sulle *forme di energia* che un sistema può possedere. Tutte le energie a noi note (meccanica, luminosa, elettrica, sonora, chimica, termica e così via) si possono presentare a noi sotto due principali forme: di **energia potenziale** e di **energia cinetica**.

L'energia potenziale

Per spiegare il concetto partiamo da un esempio concreto che riguarda la più semplice energia potenziale. Le mele, come buona parte della frutta, sono attaccate ai rami dell'albero, ma hanno la *capacità* di staccarsi dal ramo e di cadere in terra. Le mele, insomma, hanno la *capacità di compiere un lavoro* ossia hanno *energia potenziale gravitazionale*. Tale energia potenziale deriva dalla posizione delle mele. La forza gravitazionale può far cadere le mele in terra e può far quindi compiere un lavoro. D'altro canto, per sollevare i corpi contro la forza di gravità della Terra, è necessario compiere un lavoro. La seguente figura chiarisce il concetto di energia potenziale gravitazionale.



Fig. L'energia potenziale del vaso di destra è maggiore di quella del vaso di sinistra

L'acqua che cade da una diga possiede energia potenziale gravitazionale che può essere usata per far girare una turbina e produrre elettricità. Tale energia si calcola con la seguente espressione:

Energia potenziale gravitazionale = massa · accelerazione di gravità · altezza

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Come sempre, misuriamo la massa in kg e l'altezza in metri. Siccome g è l'accelerazione di gravità, le sue unità sono espresse in m/s^2 . L'energia potenziale gravitazionale, pertanto, *come tutte le forme di energia*, viene misurata in joule, J. Inserendo le grandezze nella formula precedente, avremo:

$$(kg)(m/s^2)(m) = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = J$$

Qual è l'energia potenziale gravitazionale di una mela di 200 g a 4 metri dal suolo? L'energia potenziale gravitazionale si calcola così:

$$\text{Energia potenziale gravitazionale} = 0,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 7,8 \text{ J}$$

Si conoscono anche altre forme di energia potenziale, come quella contenuta in un chilo di spaghetti, in un litro di benzina, in una batteria carica. L'energia potenziale dei tre esempi citati è chiamata energia chimica.

Esempio 3

Quale lavoro si compie su un libro, che pesa 20 N, se viene trasportato orizzontalmente da un tavolo a un altro?

Soluzione

L'energia potenziale del libro, prima e dopo il trasporto, è sempre la stessa, perché non abbiamo fatto un lavoro contro la forza di gravità.

Esempio 4

Quale lavoro si compie su un libro, che pesa 20 N, per sollevarlo dal tavolo di 2 metri e collocarlo in uno scaffale? Qual è la sua nuova energia potenziale?

Soluzione

Siccome il libro viene sollevato di 2 metri, si compie il seguente lavoro contro la forza di gravità:

$$\text{Lavoro} = F \cdot s = 20 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 40 \text{ J}$$

L'energia potenziale gravitazionale è di 40 J rispetto al tavolo, ma è maggiore se riferita al piano della stanza.

L'energia cinetica

L'energia *cinetica* è posseduta dagli oggetti in moto, come un'auto che viaggia sull'autostrada, come l'aria che esce da un palloncino, come l'acqua che precipita da una cascata. L'energia cinetica di un oggetto dipende sia dalla massa dell'oggetto sia dalla sua velocità. L'energia cinetica di un oggetto in moto è uguale alla metà del prodotto della sua massa per il quadrato della sua velocità:

$$\text{Energia cinetica} = \frac{1}{2} \cdot \text{massa} \cdot (\text{velocità})^2$$

$$E_{cin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Per il SI l'unità di misura dell'energia è il joule. Infatti, tralasciando $\frac{1}{2}$, dalla formula si ricava:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

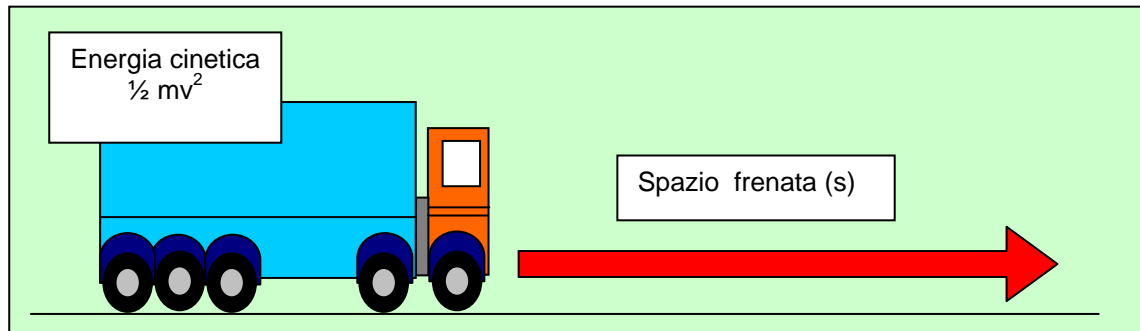
Nell'espressione dell'energia cinetica la velocità compare al quadrato sicché, se la velocità di un'automobile di 1000 kg raddoppia, la sua energia cinetica quadruplica. Per esempio, un'automobile si muove prima a 50 km/h e poi a 100 km/h. Qual è l'energia cinetica nelle due distinte situazioni? Trasformiamo la velocità da km/h a m/s: $(50 \text{ km/h})/3,6 = 13,9 \text{ m/s}$; $(100 \text{ km/h})/3,6 = 27,8 \text{ m/s}$.

$$1^\circ \quad E_c = \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (13,9 \text{ m/s})^2 = 500 \text{ kg} \cdot 193,2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 96\,600 \text{ J}$$

$$2^\circ \quad E_c = \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (27,8 \text{ m/s})^2 = 500 \text{ kg} \cdot 772,8 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 386\,420 \text{ J}$$

$$386\,420 / 96\,600 = 4$$

Tutto ciò significa che il lavoro da compiere per arrestare un'automobile, che si muova a 100 km/h, è quattro volte maggiore di quello per fermare una macchina che abbia una velocità metà della prima (50 km/h).



Principio di conservazione dell'energia

Siccome la quantità di energia che un corpo possiede è uguale alla quantità di lavoro che un corpo può fare, sembra ragionevole chiedersi: qual è l'energia complessiva posseduta da un corpo? Se il corpo compie un determinato lavoro, l'energia totale del corpo viene ridotta esattamente della stessa quantità. Sappiamo che l'energia dei corpi può essere trasformata da una forma all'altra. Per esempio, l'energia chimica di 1 litro di benzina può essere trasformata dal motore delle macchine in energia termica e in energia meccanica. Se sommiamo l'energia meccanica e l'energia termica ottenute ci accorgiamo che l'energia complessiva chimica, dell'originale litro di benzina, rimane invariata. Questo esempio ci riconduce a una delle principali generalizzazioni della fisica, denominata **principio di conservazione dell'energia**:

L'energia non può essere né creata e né distrutta. L'energia può essere trasformata da una forma all'altra, ma la quantità totale dell'energia non varia mai.

Questo principio ci porta all'importante osservazione: ***la quantità totale di energia dell'Universo rimane costante.***

Riprendiamo l'esempio dell'albero di mele. Abbiamo calcolato che l'energia potenziale gravitazionale posseduta da una mela di 200 g, appesa a 4 metri dal suolo, è:

$$\text{Energia potenziale gravitazionale} = 0,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 7,8 \text{ J}$$

Se la mela cade a terra, la sua energia potenziale, in base al principio di conservazione, si trasformerà in altre forme di energia. Trascurando la modesta produzione di calore, per l'attrito con l'aria durante la caduta, l'energia potenziale si trasforma integralmente in energia cinetica. Qual è l'energia cinetica della mela nell'istante che precede il suo contatto col suolo? Qual è la sua velocità? Per il principio di conservazione l'energia cinetica è uguale all'energia potenziale gravitazionale, cioè è uguale a 7,8 J. Si calcola la velocità, prima del contatto col suolo, con la seguente espressione:

$$\text{Energia potenziale} = \text{Energia cinetica} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$7,8 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot v^2$$

$$v^2 = 78 \text{ m}^2/\text{s}^2 ; v = 8,8 \text{ m/s}$$

La potenza

Quando si compie un lavoro ci interessa anche conoscere:

1. La quantità di lavoro prodotto;
2. In quanto tempo il lavoro è stato fatto.

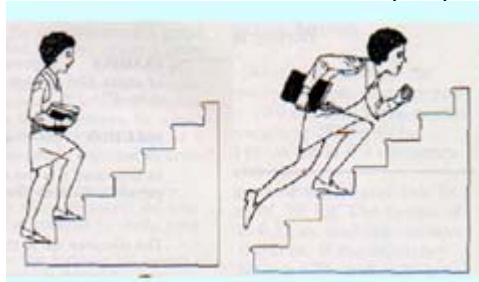
La grandezza che mette insieme queste due importanti informazioni è la **potenza**. La potenza si calcola facendo il rapporto fra la quantità di lavoro fatto e l'intervallo di tempo durante il quale il lavoro viene compiuto:

$$\text{Potenza} = (\text{lavoro fatto}) / (\text{intervallo di tempo}) = L/t$$

La definizione della potenza è la seguente:

Si chiama potenza la rapidità con cui viene fatto il lavoro ossia il lavoro che viene compiuto nell'unità di tempo.

Quando ci muoviamo lungo una rampa di scale compiamo un lavoro. Possiamo portare a termine lo stesso lavoro lentamente, senza stancarci, oppure in velocità, impiegando meno tempo. Salendo di corsa le scale ci stanchiamo di più ma dimostriamo di essere più potenti.



A

B

Figura Il lavoro compiuto è lo stesso ma in B la ragazza evidenzia una potenza maggiore, perché sale le scale con maggiore rapidità ossia in minor tempo.

L'unità di misura del SI per la potenza è il watt che corrisponde al lavoro di 1 joule fatto in 1 secondo: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$. Supponiamo di spingere un corpo con una forza di 20 N per 30 m in un tempo di 5 secondi. Qual è la potenza? Calcoliamo prima il lavoro fatto e poi dividiamo per il tempo impiegato:

$$L = F \cdot s = 20 \text{ N} \cdot 30 \text{ m} = 600 \text{ J}$$

$$P = (600 \text{ J}) / (5 \text{ s}) = 120 \text{ W}$$

I multipli del watt sono il chilowatt kW ($1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$) e il megawatt MW ($1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$). In Italia si usa anche il cavallo vapore, simbolo CV. Il cavallo vapore è un multiplo del watt: $1 \text{ CV} = 735,5 \text{ W}$. Pertanto, se un'automobile ha una potenza di 115 CV ad essa corrispondono $115 \times 735,5 \text{ W} = 84,6 \text{ kW}$. Un motore di grande potenza è capace di compiere un lavoro rapidamente. La principale caratteristica di un motore potente è la sua accelerazione. Per esempio, il motore di una Ferrari, è capace di imprimere alla macchina una forte accelerazione, passando dallo stato di quiete alla velocità di 100 km/h in meno secondi di qualsiasi altra macchina in commercio.

Verifica le tue conoscenze

1. Il lavoro

- Qual è una grandezza vettoriale ?
 - tempo
 - lavoro
 - spostamento
 - spazio percorso
- Il lavoro è misurato con la stessa unità di misura di:
 - massa
 - velocità
 - energia
 - forza
- Calcola il lavoro della forza di gravità su un corpo di massa $m = 10 \text{ kg}$ poggiato su un tavolo.
 - 10 J
 - 100 J
 - 0 J
 - 980 J
- Calcola il lavoro in un giorno fatto dal cuore, di una persona adulta, che batte 70 volte al minuto e compie il lavoro di 1 J per battito .
 - $1 \times 10^5 \text{ J}$
 - $1 \times 10^6 \text{ J}$
 - $70 \times 10^5 \text{ J}$
 - nessuna delle precedenti risposte è giusta
- Calcola il lavoro di una forza $F = 3 \text{ N}$ che agisce su un corpo che si sposta nella stessa direzione della forza di 12 m .
 - 12 J
 - 0,25 J
 - 4 J
 - 36 L
- Calcola il lavoro di una forza orizzontale $F = 25 \text{ N}$ che spinge, per 80 cm, una scatola lungo un piano .
 - 2000 J
 - 200 J
 - 20 J
 - 30 J
- Calcola il lavoro della forza di gravità su un corpo di massa $m = 3 \text{ kg}$ che cade per 40 cm .
 - 11,8 J
 - 117,8 J
 - 117,7 J
 - 120,0 J
- Calcola il lavoro di una macchina che alza una massa $m = 404 \text{ g}$ di 10 m .
 - 4040 J
 - 404 J
 - 40,4 J
 - 4,04 J
- Calcola il lavoro di una locomotiva che esercita una forza costante $F = 4 \times 10^5 \text{ N}$ sulle carrozze di un treno per un tratto di $5 \times 10^2 \text{ m}$.
 - $2 \times 10^8 \text{ J}$

- $4 \times 10^8 \text{ J}$
 - $20 \times 10^6 \text{ J}$
 - $20 \times 10^8 \text{ J}$
- Calcola lo spostamento di un corpo sapendo che durante lo spostamento ha agito una forza $F = 60 \text{ N}$ che ha compiuto un lavoro di 120 J
 - 20 cm
 - 20 m
 - 2 cm
 - 2 m
 - Il lavoro si misura in :
 - $\text{N} \times \text{m}$
 - N/m
 - $\text{N} \times \text{m}^2$
 - $\text{N} \times \text{m}^{-1}$
 - Calcolare il lavoro L di un uomo che spinge un masso con una forza di $F = 3 \times 10^2 \text{ N}$ per 30 s , ma non riesce a spostarlo.
 - 0 J
 - $9 \times 10^3 \text{ J}$
 - 10^2 J
 - 10 J

2. L'energia

- L'energia è misurata dalla stessa unità:
 - della forza
 - della massa
 - del volume
 - del lavoro
- Quale grandezza, fra le seguenti, è intensiva ?
 - lunghezza
 - volume
 - temperatura
 - energia.
- Quale grandezza è estensiva ?
 - Densità
 - Temperatura
 - Energia
 - pressione.
- Quale grandezza è intensiva ?
 - Calore
 - Densità
 - Energia
 - Massa

3. L'energia potenziale

- Calcola a quale altezza deve essere posta , rispetto alla superficie terrestre, una massa di 1 kg per avere un'energia potenziale di 1 J ?
 - 9,8 m
 - 1 m
 - 0,1 m
 - 0,01 m
- Ricava h dalla formula $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

- A. E_{pot} m/g
 - B. E_{pot} m g
 - C. E_{pot} g/m
 - D. $E_{pot}/m \cdot g$
19. Ricava m dalla formula $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$

- A. E_{pot} g · h
- B. E_{pot} h/g
- C. $E_{pot}/g \cdot h$
- D. E_{pot} g/ h

20. Calcola l'energia potenziale di un uomo , di massa $m = 70$ kg , che si sposta dal pianterreno al settimo piano posto a 24 m dal suolo .

- A. 1680 J
- B. 686,7 J
- C. 16480,8 J
- D. nessuna delle precedenti risposte è giusta

4. L'energia cinetica

21. Calcola l'energia cinetica di un uomo , la cui massa è di $m = 70$ kg , e la velocità di 10 m/s .

- A. 700 J
- B. 7000 J
- C. 4000 J
- D. 3500 J

22. Calcola l'energia cinetica di una massa $m = 1$ kg che si muove alla velocità $v = 1$ m/s .

- A. 1 J
- B. 0,5 J
- C. 2 J
- D. 0,2 J

22. Calcola l'energia cinetica di una massa $m = 1$ kg che si muove alla velocità $v = 2$ m/s .

- A. 1 J
- B. 2 J
- C. 3 J
- D. 4 J

23. Calcola l'energia cinetica di una massa $m = 2$ kg che si muove alla velocità $v = 1$ m/s .

- A. 1 J
- B. 2 J
- C. 3 J
- D. 4 J

24. Calcola con quale velocità si muove una massa di $m = 1$ kg se la sua energia cinetica è di 1 J .

- A. 1 m/s
- B. 9,8 m/s
- C. 10 m/s
- D. 0,1 m/s

25. Calcola la massa di un corpo che si muove alla velocità di 10 m/s e ha un'energia cinetica di 10^2 J

- A 2 kg
- B. 10 kg
- C. 10^2 kg
- D. 10^3 kg

26. Calcolare a quante calorie ammontano $36 \cdot 10^5$ J ?

- A. 10^5 cal
- B. 10^6 cal
- C. $8,61 \times 10^5$ cal

D. nessuna delle precedenti risposte è giusta

27. Confrontare e comparare l'energia cinetica con l'energia potenziale.

28. Confrontare e comparare l'energia cinetica di un'automobile di 2 tonnellate con un'automobile di 1 tonnellata, che si muovono con la stessa velocità.

29. Confrontare e comparare due automobili, con massa uguale, che si muovono: la prima a 50 km/ora; la seconda a 25 km/ora.

6. Potenza

29. Ricavare il tempo T dalla formula $P = L/T$.

- A. PL
- B. P/L
- C. L/P

D. nessuna delle precedenti risposte è giusta

30. Ricavare il lavoro L dalla formula $P = L/T$.

- A. PT
- B. P/T
- C. T/P

D. nessuna delle precedenti risposte è giusta

31. Il chilowattora (kWh) è una misura di :

- A. forza
- B. potenza
- C. energia
- D. accelerazione

32. Il kW vale :

- A. 10 W
- B. 10^{-1} W
- C. 10^2 W
- D. 10^3 W

33. Calcolare la potenza di un motore che solleva di 20 m un masso di 5×10^2 kg in 60 s.

- A. 60 kW
- B. 1,63 kW
- C. 14,7 kW
- D. 1,53 kW