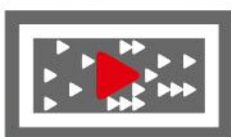


# A 9 DAL LAVORO ALL'ENERGIA



**Guarda il video**  
Il tritatutto

**Rispondi alle domande.**

1. Per passare le verdure Danilo ha bisogno di una presa di corrente. A cosa gli serve l'energia elettrica?
2. Se non avesse a disposizione una presa di corrente cosa dovrebbe usare per fare lo stesso lavoro?
3. Quali forme di energia conosci?
4. Da dove derivano tutte le forme di energia presenti sulla Terra?

**Costruisci la tua mappa**



GUIDA GALATTICA

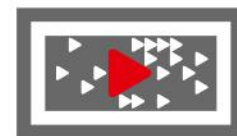
## L'ARCO DI APOLLO E LA FUCINA DI EFESTO

I miti greci sono una splendida raccolta di personaggi, strumenti, abilità e colpi di genio. Tutti i personaggi cercano di superare i loro limiti attraverso la strategia o l'invenzione di oggetti: gli esseri umani provano a essere meglio degli dei, mentre gli dei devono essere meglio dei mostri, dei titani e di ogni altra creatura. Uno degli dei più rispettati è Efesto, che governa le fucine ed è custode della metallurgia e dell'ingegneria. Scopri che cosa ha costruito e allenati a scrivere un testo con l'aiuto del vocabolario.

### IL TRITATUTTO



## 1

UNA FORZA  
PRODUCE  
LAVORO

Guarda e ascolta  
i multimedia  
della lezione

1. IL CONCETTO  
DI LAVORO

Il termine *lavoro* è molto usato nel linguaggio comune, ma non sempre con lo stesso significato che assume in fisica. In genere «fare un lavoro» corrisponde a compiere un'attività manuale, come spostare dei pesi o pulire la casa, o intellettuale, come risolvere un problema di matematica o leggere un libro. **In fisica il lavoro è quello compiuto da una forza durante lo spostamento di un corpo al quale essa è applicata.**

Immagina di dover portare una valigia al quarto piano di un edificio.

Se devi salire le **scale** portando una valigia **in braccio**: la tua **forza muscolare** compie un lavoro che ti consente di sollevare la valigia fino al quarto piano.



Se metti la valigia all'interno dell'**ascensore**, la **forza fornita dalle funi** dell'ascensore compie lo stesso lavoro che faresti tu andando a piedi.



Intuitivamente possiamo considerare due diversi aspetti del fenomeno:

- il lavoro compiuto è tanto maggiore quanto più pesante è la valigia;
- il lavoro compiuto è tanto maggiore quanto maggiore è l'altezza alla quale bisogna portare la valigia.

Possiamo dire che **il lavoro di una forza misura l'efficacia della forza rispetto allo spostamento e corrisponde al prodotto dei valori di forza e spostamento, i cui vettori hanno la stessa direzione.**

$$\text{lavoro} = \text{forza} \times \text{spostamento}$$

L'unità di misura del lavoro nel SI corrisponde al prodotto delle unità di misura di forza e spostamento ( $\text{N} \times \text{m}$ ) e prende il nome di **joule** (simbolo J) in onore del fisico inglese James Prescott Joule, che studiò il ruolo delle forze nella produzione del lavoro e il legame tra lavoro e calore:

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

## 2. FORZA, SPOSTAMENTO E LAVORO

La forza muscolare è solo uno dei tipi di forze che, applicate a un corpo, compiono un lavoro producendo uno spostamento. Quando un oggetto cade al suolo, per esempio, la forza che agisce è quella di gravità, mentre un oggetto metallico che si sposta verso una calamita da cui è attratto è soggetto alla forza magnetica.

Una forza è totalmente responsabile dello spostamento soltanto se ne ha la stessa direzione; in caso contrario, la forza può essere scomposta in due componenti, una sulla stessa direzione dello spostamento e l'altra perpendicolare a esso. Soltanto la componente sulla stessa direzione influisce sul lavoro di quella forza, poiché l'altra è inefficace.

Se analizziamo **forze e spostamenti**, possiamo trovarci in tre situazioni diverse rispetto al lavoro compiuto.

Nel caso più semplice lo spostamento avviene sulla **stessa direzione della forza**, per esempio uno spostamento in verticale in relazione alla forza peso.

Nella caduta in verticale di una scatola il lavoro della forza peso è massimo e si ottiene moltiplicando l'intensità della forza per lo spostamento.

$$L = F_{\text{peso}} \times s$$

Quando invece lo spostamento del corpo ha una **direzione perpendicolare alla forza**, essa è inefficace, poiché la sua componente orizzontale è nulla. Quella forza non produce lavoro.

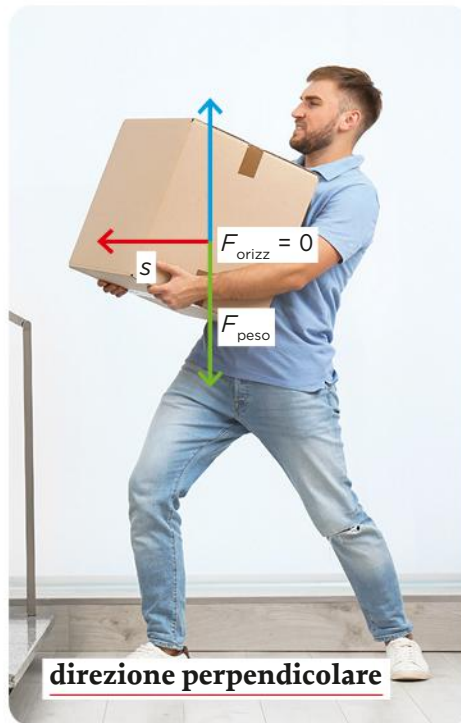
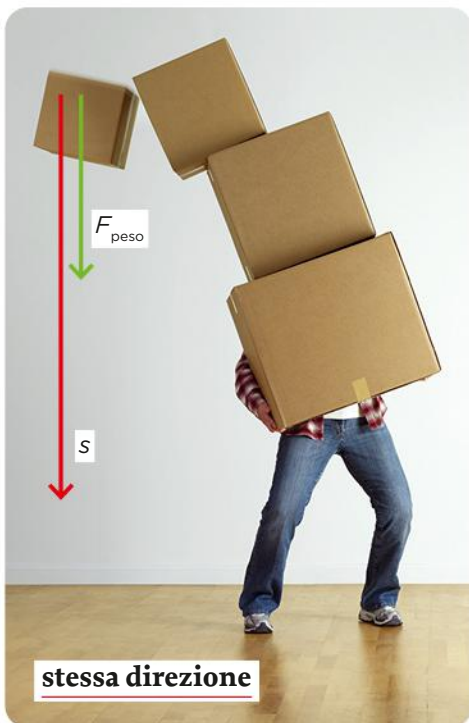
Il lavoro compiuto per contrastare la gravità, per esempio, è nullo rispetto a uno spostamento che ha direzione orizzontale, cioè perpendicolare alla forza stessa.

$$L = F_{\text{orizz}} \times s = 0$$

In tutti i casi intermedi, la forza è applicata lungo una **direzione diversa dallo spostamento**, ma non perpendicolare: quindi solo una parte della forza compie lavoro.

Nell'esempio della foto solo la componente orizzontale della forza ha prodotto lavoro, quindi solo questa viene considerata per calcolarne il valore. Una parte della forza va «sprecata».

$$L = F_x \times s$$



### 3. LAVORO MOTORE E LAVORO RESISTENTE

Una forza può compiere diversi tipi di lavoro, in base a come essa è orientata rispetto allo spostamento del corpo sul quale agisce: possiamo distinguere i casi in cui la forza favorisce lo spostamento da quelli in cui lo contrasta.

Quando una forza «spinge» il corpo nello stesso verso in cui sta avvenendo il suo spostamento, è tra le forze responsabili di quello spostamento e si dice che quella forza produce un lavoro motore. **Il lavoro motore è prodotto da una forza che contribuisce allo spostamento: il valore del lavoro di quella forza è positivo e l'angolo tra i vettori forza e spostamento è minore di  $90^\circ$ .**

Nel linguaggio comune si parla di **forza motrice**: questo termine indica quale, tra le diverse forze che agiscono su un corpo, genera il movimento di quel corpo.

Per esempio, la forza esercitata nel **tirare un rimorchio** favorisce lo spostamento, quindi compie un **lavoro motore**.

Quando in bicicletta si percorre un tratto in discesa, la **gravità** favorisce lo spostamento: è questa la forza che compie un lavoro motore, trasportando il ciclista e la bicicletta fino al punto più basso possibile.



Una forza può anche agire contrastando lo spostamento di un corpo: per esempio, la **forza di attrito** «spinge» un corpo nel verso opposto rispetto a quello del suo spostamento e si dice che quella forza produce un lavoro resistente. **Il lavoro resistente è prodotto da una forza che contrasta lo spostamento: il valore del lavoro di quella forza è negativo e l'angolo tra forza e spostamento è sempre maggiore di  $90^\circ$ .**

Quando stai salendo un sentiero di montagna, lo spostamento avviene verso l'alto. In questo caso la **gravità** lo contrasta, «spingendo» il tuo corpo verso il basso e compiendo un **lavoro «contrario»**.

La forza che trattiene un **cane al guinzaglio** si oppone al suo spostamento, quindi compie un **lavoro resistente**.



# IMPARA A IMPARARE

## RIPASSA CON LA MAPPA

UNA FORZA PRODUCE LAVORO

che cosa significa

1. CONCETTO DI LAVORO

da che cosa dipende

2. FORZA E SPOSTAMENTO

come può essere

3. LAVORO MOTORE E LAVORO RESISTENTE

### SCRIVI UN TESTO

1. Usa la mappa per scrivere sul quaderno un testo di poche righe che spieghi il significato di «lavoro» in fisica.

### SCEGLI LA RISPOSTA CORRETTA

2. In fisica il lavoro è compiuto da:
  - A una persona
  - B una macchina
  - C qualunque forza
  - D una forza durante uno spostamento
3. Il valore del lavoro si ottiene:
  - A moltiplicando i valori di forza e spostamento
  - B moltiplicando i valori di forza e spostamento sulla stessa direzione
  - C sommando i vettori forza e spostamento
  - D sommando i valori di forza e spostamento sulla stessa direzione
4. Il lavoro resistente è quello prodotto da una forza che:
  - A forma con lo spostamento un angolo maggiore di  $90^\circ$
  - B forma con lo spostamento un angolo minore di  $90^\circ$
  - C forma con lo spostamento un angolo uguale a  $90^\circ$
  - D ha la stessa direzione e lo stesso verso dello spostamento

### PREPARATI ALL'INTERROGAZIONE

5. Che cosa si intende in fisica con la parola lavoro?
6. Come dev'essere la direzione della forza rispetto allo spostamento per avere il lavoro massimo possibile?
7. In quale caso una forza compie lavoro nullo nonostante lo spostamento di un corpo?
8. Che cosa si intende per lavoro motore?
9. Che cosa si intende per lavoro resistente?

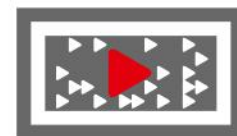
### STUDIA CON LE PAROLE

10. Ordina le tessere del domino per comporre una frase sul lavoro.

PET	RIS	ALL	RA	TAM	CAC
ISU	A F	DEL	FOR	TO	LA
L'E	ORO	DI	AM	UN	IA
OS	ORZ	POS	FFI	ZA	LAV
IL	O	ENT			

IL	LAV				A F
	AM	ISU		L'E	
	IA				ZA
	PET			OS	POS
	ENT				

# L'ENERGIA SI PRESENTA IN DIVERSE FORME



Guarda e ascolta i multimedia della lezione

## 4. IL CONCETTO FISICO DI ENERGIA

Nella maggior parte dei casi, pensiamo all'energia come a qualcosa di utile per compiere azioni. Tuttavia, in qualche caso, l'energia può avere anche effetti negativi, infatti il lavoro a essa associato potrebbe essere di tipo distruttivo, come nel caso degli urti o delle esplosioni.

Il concetto fisico di energia è in realtà piuttosto semplice, infatti si può pensare che energia e lavoro siano praticamente la stessa cosa: **il termine energia definisce tutto ciò che può dare lo stesso effetto di una forza che produce lavoro.**

Immagina il lavoro normalmente prodotto dalla **forza muscolare di una persona**, per esempio quando solleva un pacco, e prova a pensare a un altro modo per sollevare quel pacco.

Il motore elettrico di un muletto può compiere il lavoro di molte persone, quindi esso sviluppa l'energia che gli permette di compiere il lavoro. In questo caso si parla di **energia elettrica**.

La **forza muscolare dei cavalli** in passato era usata per il lavoro di trasporto di persone o cose. Pensa a quanti altri modi abbiamo oggi per trasportare le merci e le persone.

Il motore dell'automobile, per esempio, può compiere il lavoro di molti cavalli.

Il carburante che metti nel serbatoio possiede l'energia che serve per compiere il lavoro: si tratta di **energia chimica**.



L'energia, dunque, si presenta in diverse forme, che possono essere suddivise in due categorie generali: l'**energia cinetica**, legata al *movimento*, e l'**energia potenziale**, legata alla *posizione*.

## 5. L'ENERGIA CINETICA

Il solo fatto di essere in movimento e di avere una certa velocità può consentire a un corpo di compiere un lavoro. **L'energia cinetica di un corpo è la sua capacità di produrre lavoro, per il fatto di possedere una velocità.**

Come per tutte le forme di energia, l'unità di misura dell'energia cinetica è il joule (J), che è anche l'unità di misura del lavoro. Tuttavia il joule è una quantità di energia molto piccola, per questo si usa più spesso il suo multiplo **kJ** (kilojoule), che corrisponde a 1000 J.

Per calcolare l'energia cinetica di un corpo si usa la seguente formula:

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

dove  $m$  è la massa del corpo in kg e  $v$  è la sua velocità in m/s.

Analizzando la formula, osserviamo che:

- l'energia cinetica è direttamente proporzionale alla massa del corpo e al quadrato della sua velocità: questo significa che se la massa del corpo raddoppia, l'energia cinetica raddoppia mentre se la velocità raddoppia, l'energia cinetica quadruplica;
- l'energia può assumere soltanto valori positivi, perché né la massa né il quadrato della velocità possono essere negativi;
- un corpo fermo ha velocità uguale a zero, di conseguenza la sua energia cinetica è nulla.

Se un corpo perde tutta la sua velocità e si ferma, la forza che l'ha rallentato compie un lavoro resistente, il cui valore assoluto è uguale all'energia cinetica che possedeva quando era in movimento.

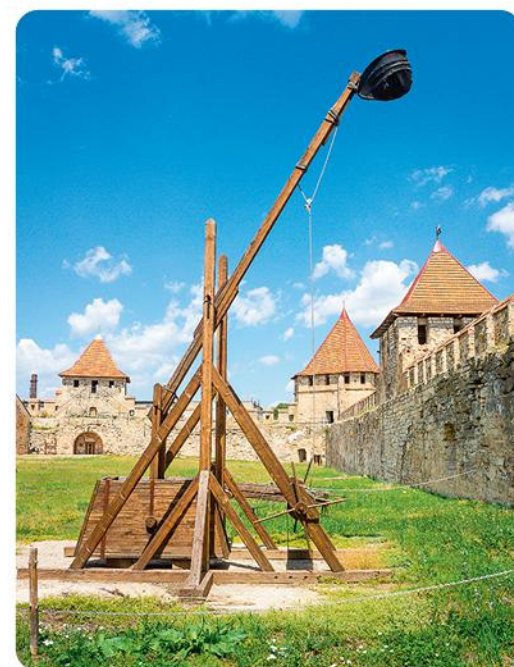
Quando colpisci un chiodo con un **martello**, al termine del colpo l'energia cinetica del martello corrisponde al lavoro compiuto per far penetrare il chiodo nel legno.



Quando uno **sciatore frena per fermarsi**, la forza di attrito compie un lavoro uguale all'energia cinetica che lo sciatore possedeva quando era in movimento.



Un oggetto di grande massa lanciato da una **catapulta** possiede un'energia cinetica che è in grado di compiere il lavoro necessario per distruggere le mura di una città.



## 6. LE FORZE VIVE MODIFICANO L'ENERGIA CINETICA

L'energia cinetica può essere pensata come un modo per immagazzinare il lavoro motore, prodotto complessivamente dalle forze che agiscono su un corpo: è come un deposito dove conservare l'effetto delle forze.

Se applichiamo una forza su un corpo fermo, esso si metterà in movimento, acquistando una certa velocità. L'applicazione della forza avrà l'effetto di caricare il corpo di una certa quantità di energia cinetica, che prima non possedeva e che risulta uguale al lavoro compiuto dalla forza.

Le forze che producono lavoro si dicono **forze vive**, perché sono in grado di modificare l'energia cinetica del corpo al quale sono applicate. Se le forze vive producono un lavoro motore (positivo), l'energia cinetica aumenta; se invece producono un lavoro resistente (negativo), l'energia cinetica diminuisce.

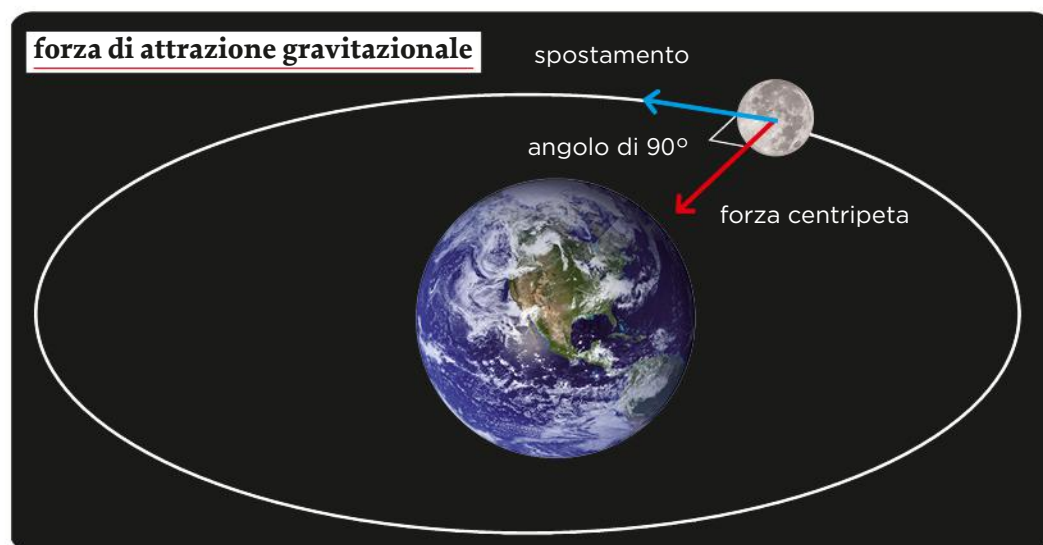
Il corpo di una ragazza che scivola con lo slittino **acquista sempre più energia cinetica**, in proporzione alla sua massa e al quadrato della sua velocità. Il corpo quindi sta **immagazzinando il lavoro** compiuto dalla forza di gravità.

Quando un atleta esegue il salto in alto, la forza elastica del tappetone rallenta e ferma il suo corpo compiendo un **lavoro resistente**, così la sua **energia cinetica diminuisce**.



Tuttavia non tutte le forze sono in grado di compiere un lavoro. Per esempio, consideriamo la forza che attrae un corpo verso il centro di una traiettoria circolare: sebbene sia responsabile dell'accelerazione centripeta, la forza non modifica il valore della velocità del corpo, ma soltanto la sua direzione. Infatti **le forze perpendicolari al vettore spostamento**, come la forza centripeta, non sono in grado di compiere lavoro.

La **forza di attrazione gravitazionale** tra Terra e Luna, pur causando l'accelerazione centripeta che mantiene la Luna sulla sua orbita, non compie lavoro. Infatti non è in grado di modificare né il valore della velocità della Luna, né di conseguenza la sua energia cinetica.



## 7. LE FORZE CONSERVATIVE

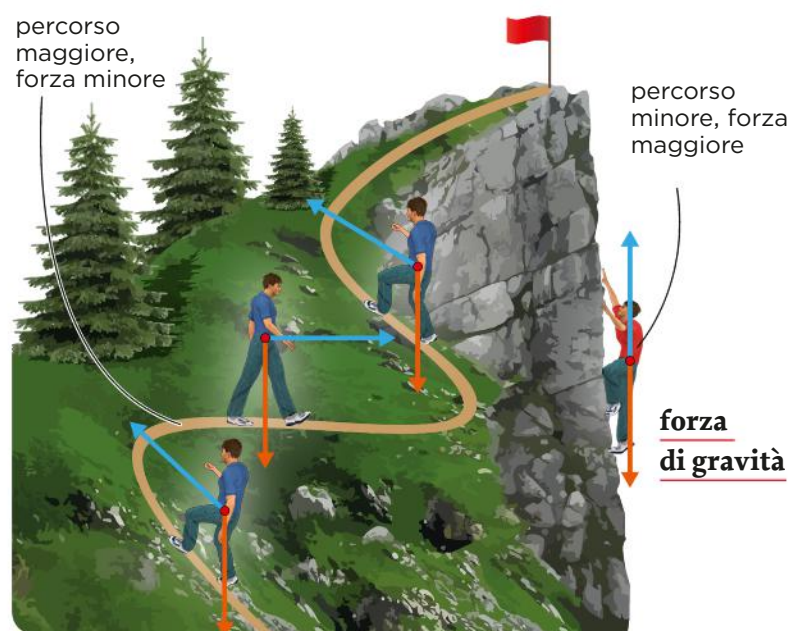
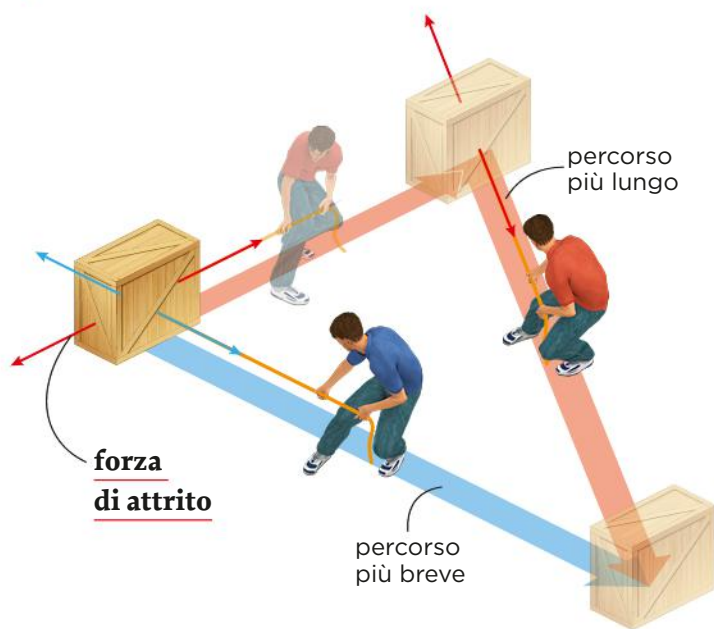


Le forze conservative

Tra le varie forze viste finora, possiamo osservare come attrito e gravità agiscono in modo diverso sul movimento di un corpo che si sposta lungo un percorso. La **forza di attrito** che si genera tra l'oggetto e il pavimento su cui esso scorre ha sempre verso contrario allo spostamento, quindi si oppone al movimento in ogni punto del percorso, mentre la **forza di gravità** agisce solo in verticale opponendosi al movimento soltanto per quanto riguarda la salita.

Se dobbiamo trascinare un oggetto pesante da un punto all'altro di una stanza, dobbiamo compiere un lavoro per contrastare l'attrito sul pavimento. In ogni punto del percorso il lavoro compiuto dalla nostra forza muscolare deve compensare il lavoro resistente della **forza di attrito** che si trova sempre sulla stessa retta dello spostamento. Di conseguenza il lavoro è tanto maggiore quanto più lungo è il percorso che scegliamo: il ragazzo con la maglia blu compie un lavoro minore del ragazzo con la maglia rossa.

Se invece vogliamo salire fino in cima a una montagna, dobbiamo compiere un lavoro per contrastare la gravità. Poiché la **forza di gravità** ha sempre direzione verticale, la nostra forza muscolare deve vincere soltanto la componente di gravità che si trova lungo la retta dello spostamento. Percorrere una salita meno inclinata riduce la forza necessaria, ma aumenta in proporzione lo spostamento. Al termine di qualunque percorso, quindi, il lavoro compiuto dal ragazzo con la maglia blu è identico a quello compiuto dal ragazzo con la maglia rossa lungo il percorso verticale.



Dunque, il lavoro compiuto dalla forza d'attrito dipende dal percorso, mentre quello compiuto dalla forza di gravità dipende soltanto dal dislivello tra la posizione iniziale e quella finale.

Le forze che hanno la stessa caratteristica della gravità si dicono conservative: una **forza conservativa** compie un lavoro che dipende solo dalle posizioni iniziale e finale del corpo al quale viene applicata, e non dal percorso seguito dal corpo.

Invece, si dice forza **non conservativa** una forza che, applicata a un corpo, compie un lavoro che dipende dal percorso seguito dal corpo stesso. Un esempio di forza non conservativa è l'attrito, che comprende anche la resistenza che acqua e aria oppongono al movimento di un corpo.

## 8. L'ENERGIA POTENZIALE

Il solo fatto di trovarsi in una certa posizione può consentire a un corpo di compiere un lavoro: infatti l'**energia potenziale** di un corpo è la sua capacità di produrre lavoro modificando la sua posizione.

Un corpo possiede un'energia potenziale soltanto se è soggetto all'azione di forze conservative: gli esempi più comuni sono la **gravità** e la **forza elastica**.

Per la **forza di gravità** prendiamo come esempio un **vaso** di fiori, posto sul davanzale di una finestra a una certa altezza. Che cosa succederebbe se il vaso dovesse cadere dal davanzale? Arrivando a terra, il vaso si romperebbe, danneggerebbe il marciapiedi o un'auto parcheggiata, sviluppando un lavoro di deformazione.

Ciò significa che quell'oggetto **possiede energia**, soltanto per il fatto di trovarsi in una posizione più alta rispetto a terra. Quando il vaso è fermo sul davanzale, la sua energia non si esprime: questa energia è **potenziale** perché può essere spesa in lavoro soltanto se il vaso cade.



Si definisce **energia potenziale gravitazionale** il lavoro che la forza di gravità (cioè il peso dell'oggetto) può compiere, spostando un oggetto da una certa altezza ( $h$ ) fino a un punto di altezza zero. Il valore dell'energia potenziale gravitazionale di un corpo si calcola moltiplicando la sua massa per l'accelerazione di gravità e per l'altezza alla quale esso si trova rispetto al suolo:

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

Anche la **forza elastica** è un esempio di forza conservativa: di conseguenza, anche nel caso di molle o altri oggetti che si deformano, potremo parlare di energie potenziali. Quando una molla deformata viene lasciata libera, infatti, restituisce il lavoro che è stato fatto per comprimerla o per allungarla.

Una **molla compressa** è un serbatoio di **energia potenziale elastica**, che dipende dal suo accorciamento, e potrà produrre lavoro soltanto quando verrà lasciata libera di riallungarsi.



L'**energia potenziale elastica** è la capacità di un qualunque oggetto deformato di compiere lavoro, in virtù della deformazione elastica subita.

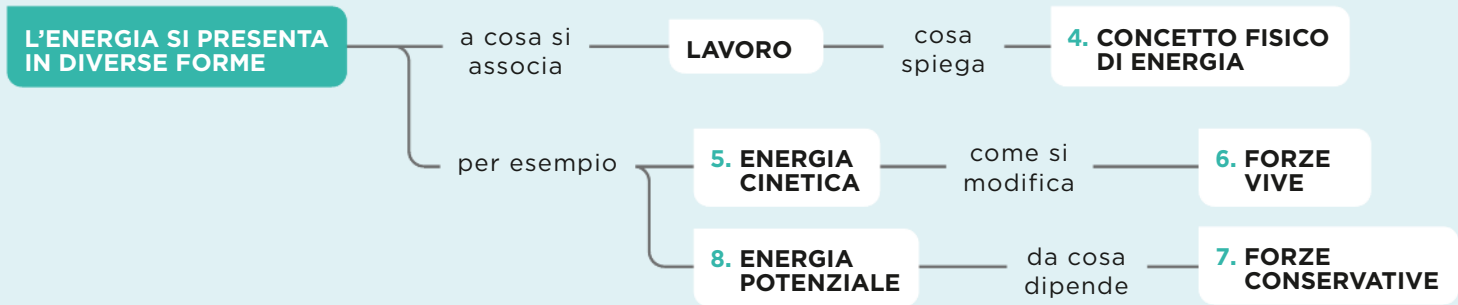
### TI RICORDI?

L'**accelerazione di gravità** si indica con la lettera **g** e ha un valore costante pari a  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



# IMPARA A IMPARARE

## RIPASSA CON LA MAPPA



### SCRIVI UN TESTO

1. Usa la mappa per scrivere sul quaderno un testo di poche righe che spieghi che cos'è l'energia e come si presenta.

### SCEGLI LA RISPOSTA CORRETTA

2. L'energia cinetica di un corpo:
  - A dipende solo dalla sua velocità
  - B è la sua capacità di produrre lavoro grazie alla sua velocità
  - C è inversamente proporzionale alla sua massa
  - D non dipende dalla sua massa
3. L'energia potenziale di un corpo:
  - A dipende dalla sua velocità
  - B non dipende dalla sua massa
  - C è la sua capacità di produrre lavoro modificando la sua posizione
  - D è inversamente proporzionale alla sua massa

### PREPARATI ALL'INTERROGAZIONE

4. Che cosa si definisce con il termine «energia»?
5. Come si calcola l'energia cinetica di un corpo?
6. Che caratteristica hanno le forze che vengono chiamate forze vive?
7. Perché alcune forze vengono dette conservative?
8. Quand'è che un corpo possiede energia potenziale?

### VERIFICA SE HAI CAPITO

#### 9. Il tuffatore

Un tuffatore con una massa  $m = 70$  kg si tuffa da una piattaforma alta  $h = 10$  m.

Qual è la sua energia potenziale gravitazionale prima del tuffo?

$$E_{\text{pot.g}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

Nell'istante in cui il tuffatore entra in acqua, la sua energia potenziale gravitazionale diventa uguale a zero ( $h = 0$  m), poiché si è tutta trasformata in energia cinetica.

Applicando la formula inversa dell'energia cinetica, calcola la velocità con la quale il tuffatore entra nell'acqua.

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

$$v^2 = \dots\dots\dots$$

$$v = \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots \text{ m/s}$$

#### 10. L'automobile

La massa di un'automobile è pari a 1000 kg. Calcola la sua energia cinetica, sapendo che viaggia a una velocità  $v = 50$  km/h.

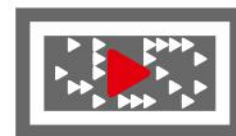
Devi prima trasformare la velocità nell'unità di misura del SI.

$$50 \text{ km/h} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

Ora scrivi la formula che ti permette di ricavare l'incognita del problema e calcola il risultato.

$$E_{\text{cin}} = \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$



Guarda e ascolta  
i multimedia  
della lezione

## 9. L'ENERGIA SI TRASFORMA

Uno dei più importanti principi della fisica afferma che l'energia si trasforma continuamente da una forma all'altra nel corso di vari processi, ma la sua quantità totale resta sempre costante.

Per comprendere questo concetto, consideriamo la situazione ideale di un corpo che si muove senza attrito lungo un percorso che prevede una discesa e poi un tratto orizzontale, al termine del quale il corpo viene rallentato da una molla, che funziona da respingente.

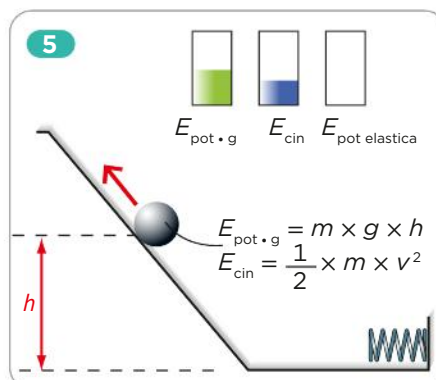
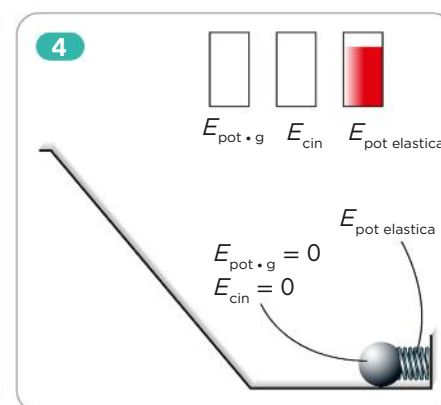
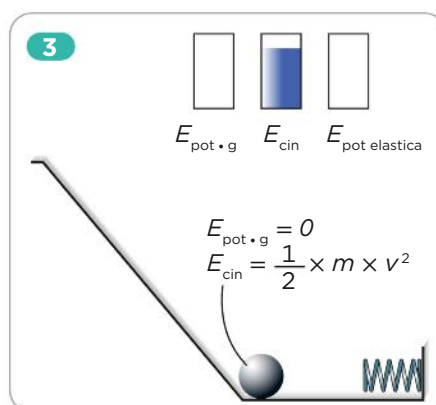
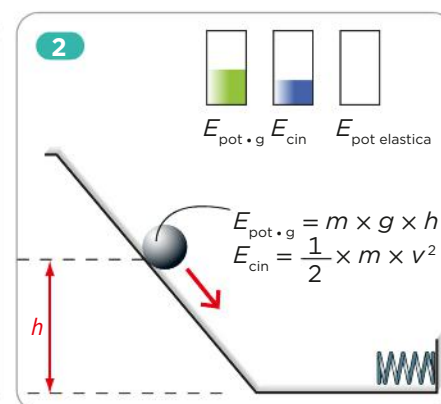
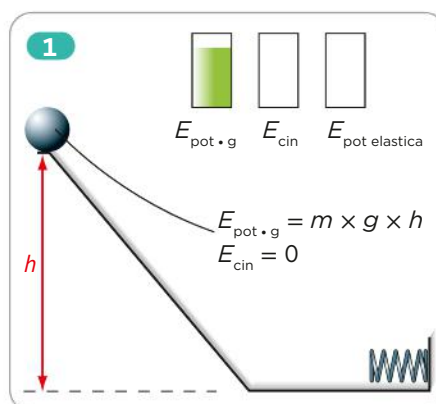
**1** All'inizio il corpo è fermo, pertanto non possiede energia cinetica. Tuttavia, trovandosi in alto, possiede **energia potenziale gravitazionale**  $E_{\text{pot} \cdot g}$ .

**2** Lungo la discesa, l'altezza diminuisce e, di conseguenza, diminuisce via via l'energia potenziale gravitazionale. La diminuzione viene compensata da un identico aumento di **energia cinetica**  $E_{\text{cin}}$ , poiché il corpo sta acquistando velocità.

**3** Arrivati al tratto orizzontale, ad altezza zero, il corpo ha perso tutta l'energia potenziale gravitazionale, che si è trasformata in energia cinetica. Questa avrà così raggiunto il suo massimo valore, che è identico a quello dell'energia potenziale di partenza.

**4** Quando il corpo si scontra con la molla, la comprime e rallenta fino a fermarsi: la sua energia cinetica diminuisce fino a esaurirsi. L'energia cinetica viene completamente trasformata in **energia potenziale elastica** «racchiusa» nella molla compressa.

**5** A questo punto la molla si riallunga, restituendo al corpo la sua **energia cinetica**. Il moto del corpo riprende all'indietro poi, nel tratto in salita, rallenta e perde pian piano la sua energia cinetica, che si trasforma in **energia potenziale gravitazionale**.



Guarda  
il video

Le trasformazioni  
dell'energia

Se potessimo eliminare tutti gli attriti, la pallina si muoverebbe per sempre avanti e indietro.

Infatti, quando il movimento di un corpo è determinato da **forze conservative**, in questo caso gravità e forza elastica, l'energia in gioco si trasforma continuamente da una forma all'altra (da potenziale a cinetica e viceversa), ma la sua quantità totale si conserva, cioè non può né aumentare né diminuire, in qualunque istante e in qualunque posizione del percorso. La somma delle energie potenziali e dell'energia cinetica di un corpo viene detta **energia meccanica**  $E_M$ .

$$E_M = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}} = \text{costante}$$

L'assenza di attrito, tuttavia, è una condizione non realizzabile nella realtà, perché esso è sempre presente. L'effetto dell'**attrito** non è la distruzione dell'energia meccanica, ma la sua trasformazione in **calore**, un'altra forma di energia, che si disperde nell'ambiente circostante.

Nelle trasformazioni di energia, una parte di essa diventa calore, che è considerato energia «degradata» perché in gran parte si disperde. L'energia che si disperde sotto forma di calore non può essere usata per produrre lavoro.

Per accorgersi del fatto che parte dell'**energia meccanica** può trasformarsi in **calore**, è sufficiente toccare l'esterno di qualunque oggetto dove si producano attriti: infatti, un **frullatore** in azione, la carta vetrata mentre la utilizzi, gli pneumatici dell'automobile dopo un percorso disperdono sempre notevoli quantità di calore.

Anche noi possiamo sfruttare la forza di attrito che trasforma l'**energia cinetica** in **calore**: **strofinarsi le mani** vigorosamente può servire per riscaldarle quando fa freddo.

Se nel bilancio dell'energia consideriamo anche il calore, avremo che in ogni trasformazione l'energia complessiva rimane costante. Infatti, secondo il **principio di conservazione dell'energia**, l'energia non si può creare, né distruggere, ma soltanto trasformare da una forma all'altra.



#### LO SAPEVI?

Se tocchiamo il cerchione di una bicicletta subito dopo una brusca frenata ci accorgeremo che è caldo: questo è un altro esempio in cui la forza d'attrito ha trasformato una parte dell'energia cinetica in calore.



**energia meccanica**

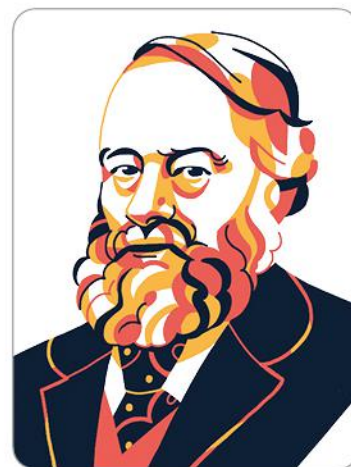


**energia cinetica**

# 10. IL CALORE E L'ENERGIA TERMICA

Nell'antichità, il calore era considerato un materiale fluido. Soltanto verso la metà dell'Ottocento esso fu riconosciuto come una forma di energia, quando il fisico inglese James Prescott Joule dimostrò per la prima volta in modo sperimentale che una parte dell'energia di movimento si può trasformare in calore attraverso l'attrito.

Oggi sappiamo che il calore non è una sostanza, ma è una forma di energia che viene scambiata tra due corpi o tra un corpo e l'ambiente che lo circonda; affinché ciò possa avvenire è necessario che esista una differenza di temperatura. Infatti, ogni corpo con temperatura maggiore di 0 K possiede al suo interno una quantità di **energia termica**, dovuta al movimento delle particelle che lo compongono, che si può ottenere dalla trasformazione di altre forme di energia.



James Prescott Joule (1818-1889)

Nella resistenza del **forno**, per esempio, l'**energia elettrica** viene trasformata in **calore** attraverso il passaggio di corrente.



Nella **combustione**, parte dell'**energia chimica** immagazzinata nei combustibili si trasforma in **calore**.



Possiamo quindi dire che il **calore** è energia che si trasferisce spontaneamente da un corpo a temperatura maggiore verso un corpo a temperatura minore. L'**energia termica** è definita come la somma dell'energia cinetica di tutte le particelle di un corpo; si differenzia così dalla **temperatura** che, come abbiamo visto nel capitolo A2, è un indice della velocità media delle particelle di un corpo.

La prima unità di misura del calore definita sperimentalmente fu chiamata **caloria**: la caloria è la quantità di calore che occorre fornire a 1 g di acqua per innalzare la sua temperatura di 1 °C, più precisamente da 14,5 °C a 15,5 °C.

Attualmente, nel SI l'unità di misura del calore è la stessa dell'energia, cioè il **joule**. La relazione numerica tra caloria e joule è la seguente: 1 cal = 4,186 J.

## DICHIARAZIONE NUTRIZIONALE Valori medi per 100 g

Energia	1589 kJ/376 kcal
Grassi	2,6 g
di cui acidi grassi saturi	0,4 g
Carboidrati	69,3 g
di cui zuccheri	0,8 g
Fibre	10,0 g
Proteine	13,8 g
Sale	0,01 g

### TI RICORDI?

Come abbiamo visto nel capitolo C3, la **kilocaloria**, che corrisponde a 1000 calorie, si usa ancora oggi per indicare l'**energia fornita dagli alimenti**: sulle etichette alimentari trovi le indicazioni nutrizionali, che riportano anche l'energia fornita da 100 g o 100 mL di quell'alimento. I valori energetici sono solitamente espressi in entrambe le unità di misura.

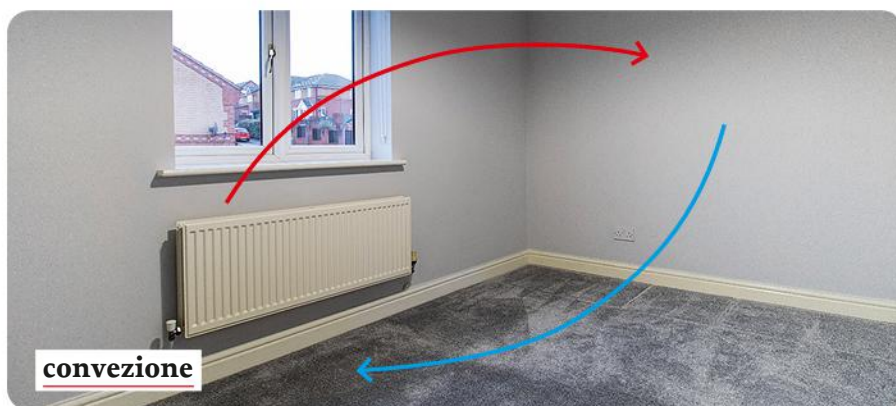
# 11. IL CALORE SI TRASMETTE

Il calore può trasferirsi da un corpo all'altro o propagarsi all'interno di uno stesso corpo in diversi modi: per conduzione, convezione o irraggiamento. I trasferimenti di calore modificano la temperatura dei corpi.

La **convezione** è la trasmissione di calore all'interno di un fluido attraverso *moti convettivi*.

Se scaldiamo un gas o un liquido in un punto localizzato, esso si dilata e la sua densità diminuisce. Si innescano così dei movimenti in cui **il fluido più caldo sale verso l'alto, mentre quello più freddo scende**: in questo caso quindi il calore si propaga mediante uno spostamento di materia.

L'aria di una stanza si riscalda in modo uniforme grazie ai **moti convettivi** che si generano a partire da una fonte di calore.



La **conduzione** è la trasmissione di calore attraverso gli *urti tra le particelle*: esso si trasmette da zone a temperatura maggiore, dove le particelle vibrano più velocemente, a zone a temperatura minore. Le particelle si scambiano energia cinetica senza che ci sia spostamento di materia.

Se mettiamo a contatto due corpi a diversa temperatura, **il calore si trasferisce dal corpo a temperatura maggiore a quello a temperatura minore** fino a quando entrambi i corpi hanno la stessa temperatura, cioè fino al raggiungimento dell'equilibrio termico.

Le mani, messe a contatto con un oggetto a temperatura maggiore di quella corporea, si riscaldano per **conduzione**.

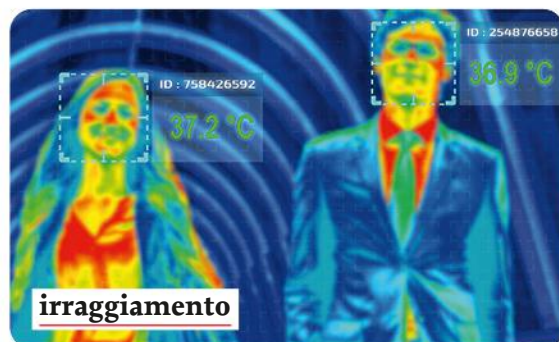


## LO SAPEVI?

Ogni materiale ha un suo modo di condurre il calore: per esempio, i metalli sono ottimi **conduttori**, mentre il legno e la plastica sono cattivi conduttori e sono detti **isolanti termici**. I manici delle pentole o gli utensili da cucina, per esempio, sono spesso costruiti con materiali isolanti, per evitare la conduzione del calore.

La maggior parte del calore che raggiunge la Terra arriva dal Sole sotto forma di onde: come vedremo nei prossimi capitoli, le radiazioni (comprese quelle solari) trasportano energia senza spostamento di materia e possono propagarsi sia nell'aria, sia nel vuoto. **L'irraggiamento** è la trasmissione di calore attraverso radiazioni, dette *raggi infrarossi*.

Tutti i corpi emettono **raggi infrarossi**, più o meno intensi a seconda della **temperatura** a cui si trovano: la loro intensità può essere rilevata con speciali telecamere.



# IMPARA A IMPARARE

## RIPASSA CON LA MAPPA

### LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

come si spiega

### 9. L'ENERGIA SI TRASFORMA

di cosa deve tener conto

### 10. IL CALORE E L'ENERGIA TERMICA

come si comporta

### 11. IL CALORE SI TRASMETTE

## SCRIVI UN TESTO

1. Usa la mappa per scrivere sul quaderno un testo di poche righe che spieghi il principio di conservazione dell'energia.

## SCEGLI LA RISPOSTA CORRETTA

2. L'energia meccanica di un corpo:
  - A in ogni trasformazione rimane sempre costante
  - B si ottiene moltiplicando energia cinetica ed energia potenziale
  - C è costante solo in assenza di attrito
  - D ha lo stesso valore dell'energia cinetica di un corpo
3. Il calore è:
  - A una forma di trasferimento dell'energia
  - B la velocità media delle particelle di un corpo
  - C una forma di energia non soggetta al principio di conservazione
  - D una forma di energia chimica
4. La trasmissione del calore per convezione avviene:
  - A senza spostamento di materia
  - B per contatto tra due corpi a diversa temperatura
  - C grazie alle radiazioni infrarosse
  - D soltanto nei materiali fluidi

## PREPARATI ALL'INTERROGAZIONE

5. Che cosa afferma il principio di conservazione dell'energia?
6. Quali sono le unità di misura accettate per il calore?
7. Qual è la differenza tra energia termica e temperatura?

8. Come avviene la trasmissione del calore per conduzione?
9. Che cosa sono i moti convettivi?

## STUDIA CON LE PAROLE

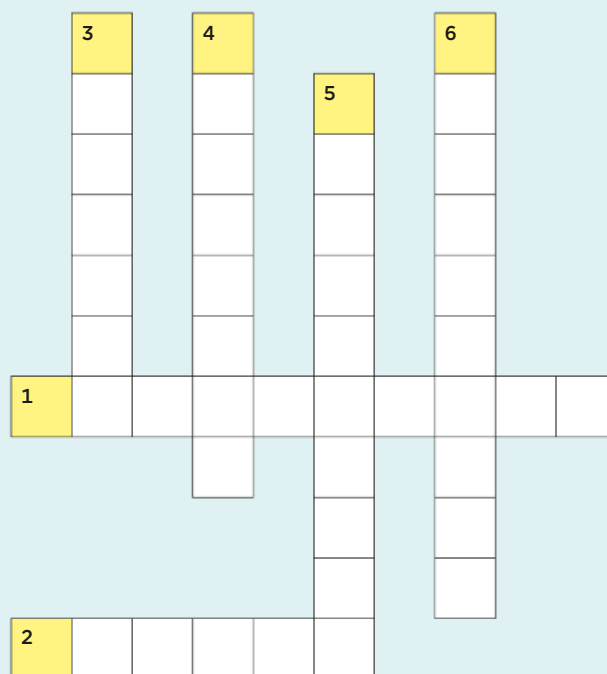
10. Usa le definizioni per completare il cruciverba.

### Orizzontali

1. Il modo in cui il calore si trasmette nell'aria
2. La kcal è una sua unità di misura

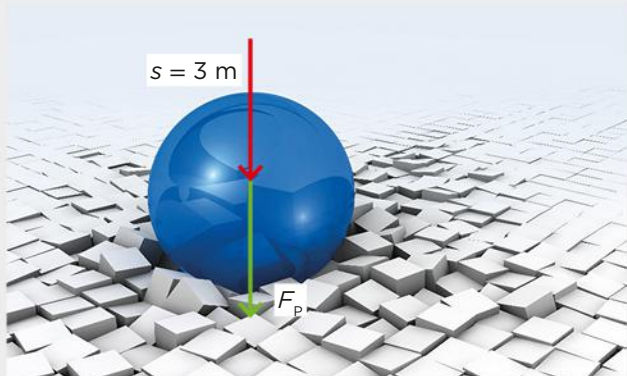
### Verticali

3. In sua assenza l'energia meccanica è costante
4. Secondo un famoso principio l'energia si ...
5. È così che il calore si trasmette per contatto
6. I raggi che trasportano il calore



## 1. LA PALLA DA BOWLING

Una palla da bowling con una massa  $m = 8 \text{ kg}$  è caduta da un ripiano alto  $3 \text{ m}$ , provocando un danno. Quanto vale il lavoro compiuto dalla forza peso?



### RIFLETTI E IMPARA

#### 1. Esercizio guidato

In questo caso (caduta libera) lo spostamento della palla ha direzione .....

La forza peso della palla ha direzione .....

Quindi lo spostamento e la forza che lo ha prodotto hanno la stessa direzione; di conseguenza il lavoro della forza peso è massimo e si calcola moltiplicando l'intensità della forza per lo spostamento:

$$L = F_p \times s$$

Calcola prima il peso della palla da bowling:

$$F_p = \dots\dots\dots \text{ N}$$

Poi calcola il lavoro compiuto dalla forza di gravità durante la caduta:

$$L = \dots\dots\dots \text{ J}$$

#### 2. Che cosa concludi?

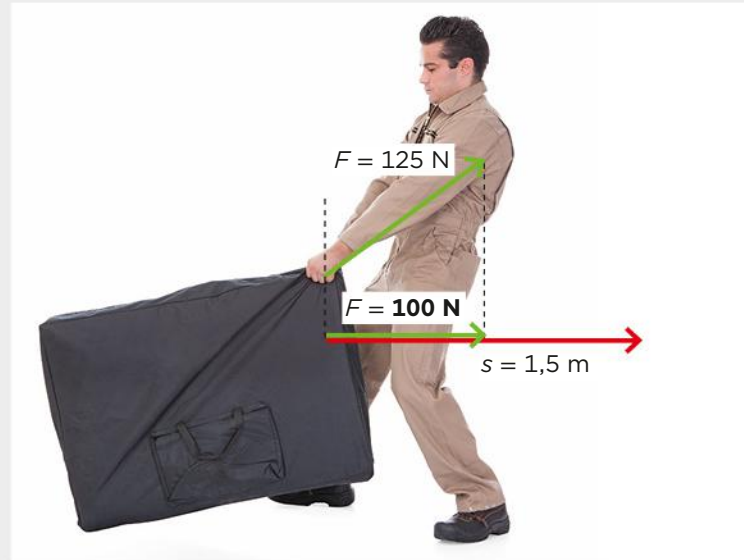
I vettori forza e spostamento hanno la stessa ....., la forza è perciò totalmente responsabile dello ..... e il lavoro è .....

#### 3. Usa la tecnologia

Non sempre il lavoro produce effetti positivi: nell'esempio appena visto una palla che cade può rompere il pavimento oppure altri oggetti che incontra durante la caduta. Individua altri esempi in cui il lavoro è di tipo distruttivo, in Rete cerca delle immagini che li descrivono e usale per costruire una serie di slide sul lavoro distruttivo.

## 2. TRASCINARE UNA VALIGIA

Osserva la foto: calcola quanto lavoro deve compiere la forza obliqua esercitata dal ragazzo ( $F = 125 \text{ N}$ ) per spostare la valigia trascinandola sul pavimento per una distanza di  $1,5 \text{ m}$ .



### RIFLETTI E IMPARA

#### 1. Esercizio guidato

In questo caso lo spostamento ha una direzione ..... mentre la forza che lo produce ha direzione ....., diversa da quella dello spostamento. Soltanto la proiezione della forza sulla direzione dello spostamento è efficace. La lunghezza della proiezione può essere determinata con un metodo grafico; nel caso della figura vale ..... N.

$$L = F_{\text{parallela}} \times s$$

$$L = \dots\dots\dots \text{ J}$$

#### 2. Che cosa concludi?

Una forza è totalmente responsabile dello spostamento soltanto se ne ha la ..... direzione. In caso contrario, occorre proiettare il ..... della forza sulla retta lungo la quale avviene lo spostamento. Nel caso descritto da questo esercizio solo la componente della forza ..... allo spostamento ha prodotto ....., quindi solo questa viene considerata per calcolarne il valore.

#### 3. Usa la tecnologia

Individua negli sport che conosci le situazioni in cui la forza muscolare compie un lavoro e cerca su Internet delle immagini che le rappresentano. Usando un software di grafica disegna forze e spostamenti e riconosci i casi in cui il lavoro compiuto è massimo.



### 3. L'ENERGIA CINETICA DI UNA PALLA IN MOVIMENTO

- Quanto vale l'energia cinetica di una palla da bowling, che ha massa  $m = 3,6$  kg, nel momento in cui la sua velocità è pari a  $v = 5,0$  m/s?
- Il record di velocità nel tennis è stato stabilito dall'australiano Samuel Groth, che in una battuta è riuscito a scagliare la pallina al di là della rete a una velocità di 263 km/h. Visto che una pallina da tennis ha una massa  $m = 58$  g, quanto valeva l'energia cinetica della pallina nella battuta da record di Groth?

#### RIFLETTI E IMPARA

##### 1. Esercizio guidato

- L'incognita del problema è l'..... della palla da bowling; le grandezze che conosci sono la ..... e la velocità.

Scrivi la formula che ti permette di ricavare l'incognita e calcola l'energia cinetica della palla da bowling.

$$E_{cin} = \dots\dots\dots J$$

- L'incognita del problema è l'..... della pallina da tennis; le grandezze che conosci sono la ..... e la velocità.

Trasforma la velocità da *km/h* a *m/s*:

$$263 \text{ km/h} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

Trasforma la massa della pallina da *g* a *kg*:

$$58 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{ kg}$$

Scrivi la formula che ti permette di ricavare l'incognita e calcola l'energia cinetica della pallina da tennis:

$$E_{cin} = \dots\dots\dots J$$

##### 2. Che cosa concludi?

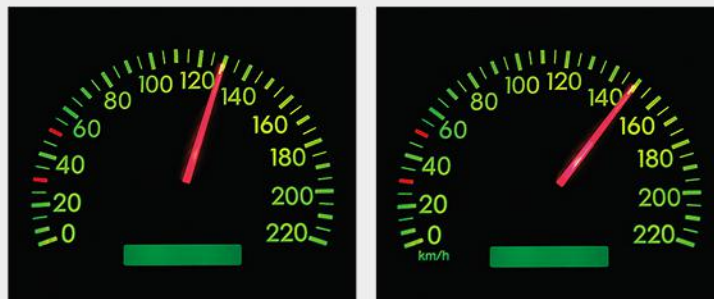
L'energia cinetica di un corpo è la sua capacità di produrre lavoro per il fatto di possedere una ..... Quindi, qualsiasi corpo in ..... può compiere un ..... Tale lavoro è tanto ..... quanto più alto è il valore è dell'energia cinetica: in questo caso, la palla che è in grado di compiere un lavoro maggiore è quella da .....

##### 3. Usa la tecnologia

Cerca in Rete i valori di velocità massima delle palle che si usano nei diversi sport e i valori delle corrispondenti masse. Costruisci una tabella e, con l'uso di un foglio elettronico, calcola in ogni caso i valori di energia cinetica. Qual è lo sport dove la palla possiede la maggiore energia cinetica?

### 4. IL LIMITE DI VELOCITÀ

Molte persone pensano che i limiti massimi di velocità sulle autostrade italiane siano troppo bassi e propongono di alzare il valore a 150 km/h. Analizza i valori di energia cinetica posseduta da un'auto di media cilindrata (con una massa  $m = 1200$  kg), che viaggia a diverse velocità.



#### RIFLETTI E IMPARA

##### 1. Esercizio guidato

- Quando l'automobile viaggia a 130 km/h ( $= 36,1$  m/s), possiede un'energia cinetica di:

$$E_{cin1} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots J = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

Quando invece viaggia a 150 km/h ( $= 41,7$  m/s), il valore dell'energia cinetica è:

$$E_{cin2} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots J = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

- Per calcolare la percentuale di aumento dell'energia cinetica, puoi dividere l'aumento di energia per il valore di  $E_{cin1}$  e moltiplicarlo per 100:  
aumento percentuale =  $\dots\dots\dots \times 100 = \dots\dots\dots \%$

##### 2. Che cosa concludi?

Un aumento di 20 km/h corrisponde al ..... in più di velocità. Il calcolo dell'energia ci dice che tale variazione farebbe ..... l'energia cinetica del veicolo, e di conseguenza del lavoro distruttivo che potrebbe compiere in caso di un urto, di una percentuale del ....., quindi più del doppio.

##### 3. Usa la tecnologia

Informati su Internet riguardo alle nuove istituzioni di città europee ed italiane "a 30 all'ora". In che cosa consiste questa novità? Qual è l'obiettivo che il Parlamento europeo cerca di raggiungere con la sua introduzione?

Analogamente all'esercizio, individua la riduzione di energia cinetica dei veicoli abbassando il limite da 50 a 30 km/h.



L'energia è tutto ciò che può dare lo stesso effetto di una forza che produce lavoro.

Il **lavoro della forza muscolare** è servito da sempre per sollevare, trascinare, deformare oggetti. In questi casi la forza muscolare umana o degli animali produceva il lavoro necessario.

Oggi la forza muscolare è spesso sostituita da altri dispositivi, che sono in grado di dare lo stesso risultato. Questi dispositivi sono i motori, infatti di solito ciò di cui abbiamo bisogno è un lavoro motore.

Con un motore elettrico, per esempio, siamo in grado di produrre lo stesso lavoro di sollevamento, spostamento o deformazione: in questo caso, usiamo **energia elettrica**.



Il fabbro compie un lavoro per deformare il ferro: usa **energia muscolare**.



Il motore della gru compie un lavoro per sollevare una trave usa **energia elettrica**.

In una macchina a vapore o un motore a scoppio, i gas in espansione fanno muovere i pistoni collegati alle parti in movimento. L'energia in gioco si dice **energia chimica**, poiché deriva dalla trasformazione delle sostanze chimiche.

Parliamo di **energia nucleare** quando l'energia viene ottenuta attraverso reazioni particolari, che modificano gli atomi e ne cambiano l'identità. In questi casi, la quantità di energia che si ricava è enorme.

Gran parte dell'energia prodotta nel mondo è ottenuta bruciando combustibili fossili (petrolio, carbone e gas naturale): questa è una delle principali cause del riscaldamento globale. Per ridurre l'impatto ambientale legato allo sfruttamento dei combustibili fossili, dal 2015 i Paesi dell'ONU si sono impegnati ad aumentare entro il 2030 la quota di energia prodotta a partire da **fonti rinnovabili e pulite**, come l'energia solare ed eolica.

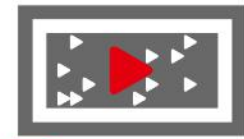


Nel motore dell'autobus, come in quello dell'automobile, l'esplosione compie lavoro per muovere i pistoni: usa **energia chimica**.

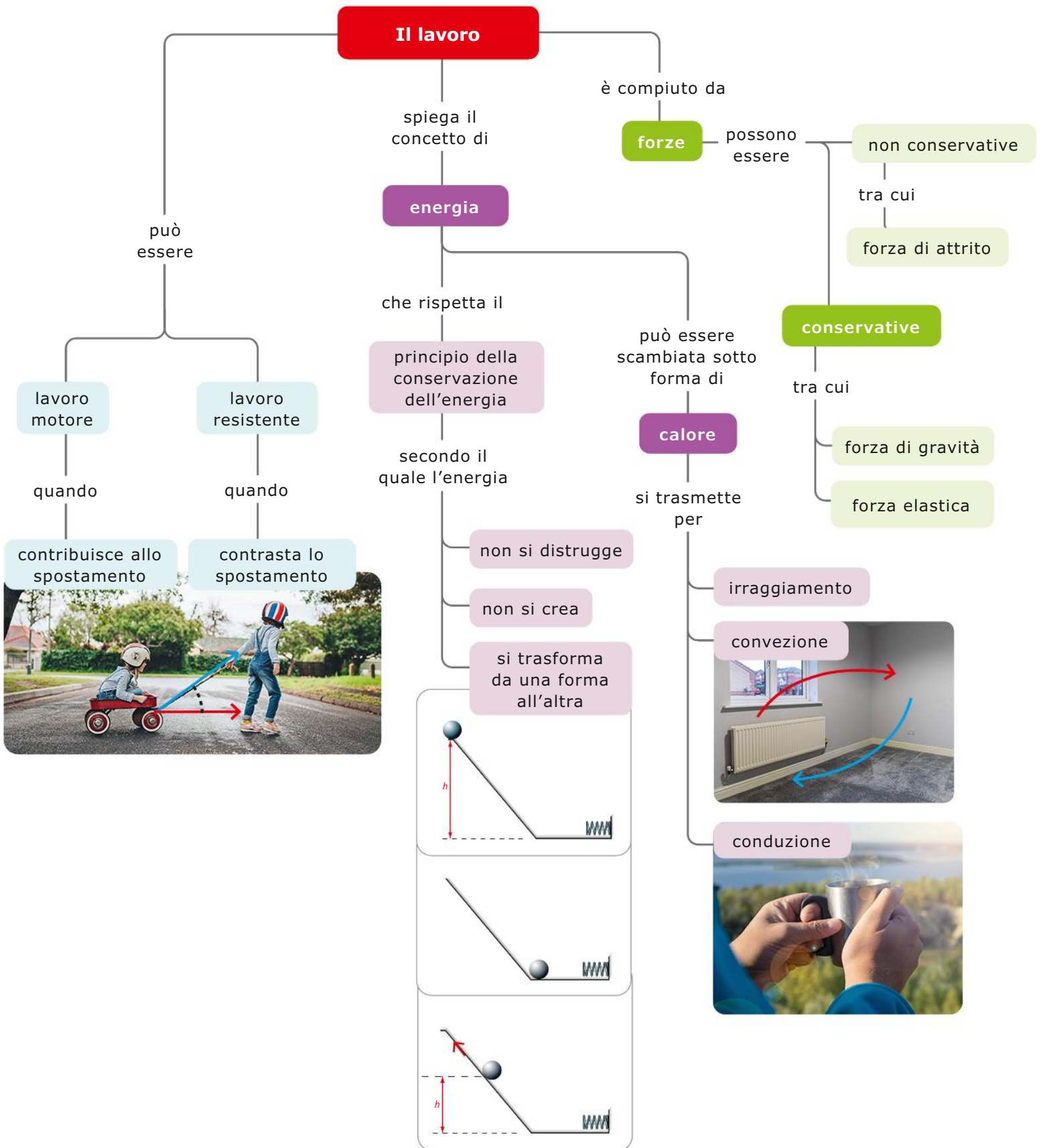


Nel Sole, come in tutte le stelle, avvengono reazioni nucleari che producono enormi quantità di energia: essa arriva fino a noi sotto forma di luce e calore e costituisce la fonte primaria di energia per la vita sulla Terra: si tratta di **energia nucleare**.

# RIPASSA CON LA MAPPA



Costruisci la tua mappa



## SCEGLI LA RISPOSTA CORRETTA

### 1. Il lavoro di una forza:

- A misura l'effetto utile, derivante dalla combinazione di una forza con uno spostamento
- B è direttamente proporzionale alla velocità di un corpo
- C misura la velocità che una forza può imprimere a un corpo
- D è inversamente proporzionale allo spostamento prodotto dalla forza

### 2. L'energia cinetica di un corpo:

- A è indipendente dalla sua massa
- B dipende dalla sua velocità
- C dipende dal suo spostamento
- D è indipendente dalla sua velocità

### 3. Una forza si dice conservativa quando:

- A il lavoro che compie dipende solo dalla posizione iniziale e finale del corpo su cui agisce
- B conserva la sua intensità nel tempo
- C il lavoro che compie dipende dal percorso compiuto dal corpo su cui agisce
- D provoca un'accelerazione del corpo

### 4. Un corpo di massa 10 kg si trova a un'altezza di 5 m. La sua energia potenziale è:

- A 50 J
- B 490 J
- C 49 J
- D 490 m/s<sup>2</sup>

### 5. Il joule (J) è l'unità di misura:

- A solo del lavoro
- B solo dell'energia
- C solo dell'energia cinetica
- D del lavoro e dell'energia

### 6. La modalità prevalente attraverso la quale il calore si trasmette in un corpo solido è:

- A la convezione
- B l'irraggiamento
- C la conduzione
- D la dilatazione

## VERO O FALSO?

### 7. Barra la risposta corretta e correggi sul quaderno le frasi false.

- a. Il lavoro motore è il lavoro prodotto da una forza che contrasta lo spostamento.  V  F
- b. Quando la forza e lo spostamento sono perpendicolari tra loro, il lavoro della forza è nullo.  V  F
- c. Il lavoro di una forza e l'energia sono grandezze diverse e hanno differenti unità di misura.  V  F
- d. Mentre un corpo cade verso il basso, diminuiscono sia la sua energia potenziale gravitazionale sia la sua energia cinetica.  V  F
- e. Calore e temperatura descrivono la stessa grandezza fisica.  V  F
- f. Tutti i corpi che hanno temperatura maggiore di 0 K possiedono energia termica.  V  F

## PREPARATI ALL'INTERROGAZIONE

- 8. Quando ti arrampichi su una corda, la forza di gravità compie un lavoro motore o resistente?
- 9. Come cambia l'energia cinetica di un corpo, al variare della sua velocità?
- 10. Che relazione c'è tra l'energia potenziale gravitazionale di un corpo e la sua altezza dal suolo?
- 11. In che senso alcune forze sono chiamate forze conservative?
- 12. Come mai lavoro, energia e calore condividono la stessa unità di misura?

## VERIFICA SE HAI CAPITO

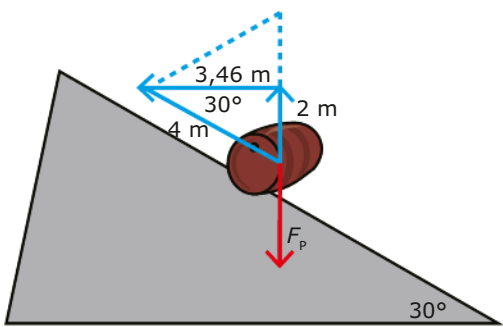
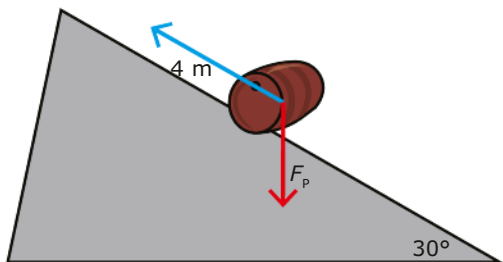
### 13. Completa le seguenti equivalenze.

- a. 12 cal = ..... J
- b. 250 J = ..... cal
- c. 1023 J = ..... cal
- d. 356 cal = ..... J
- e. 2352 J = ..... cal
- f. 816 cal = ..... J

**STUDIA CON LE IMMAGINI**

**14. Osserva le figure e rispondi alle domande.**

Considera una botte che si sposta in salita lungo un piano inclinato di  $30^\circ$ .



a. Quale angolo formano tra loro la forza di gravità e lo spostamento?

.....  
 .....

b. In questo caso, come puoi classificare il tipo di lavoro compiuto dalla forza di gravità?

.....  
 .....

c. Lo spostamento di 4 m lungo il piano corrisponde a due spostamenti perpendicolari tra loro, uno di 2 m e l'altro di 3,46 m. Su quale componente dello spostamento influisce la forza di gravità?

.....  
 .....

d. La botte pesa 500 N. Calcola il lavoro compiuto dalla forza di gravità.

.....  
 .....

**STUDIA CON LE PAROLE**

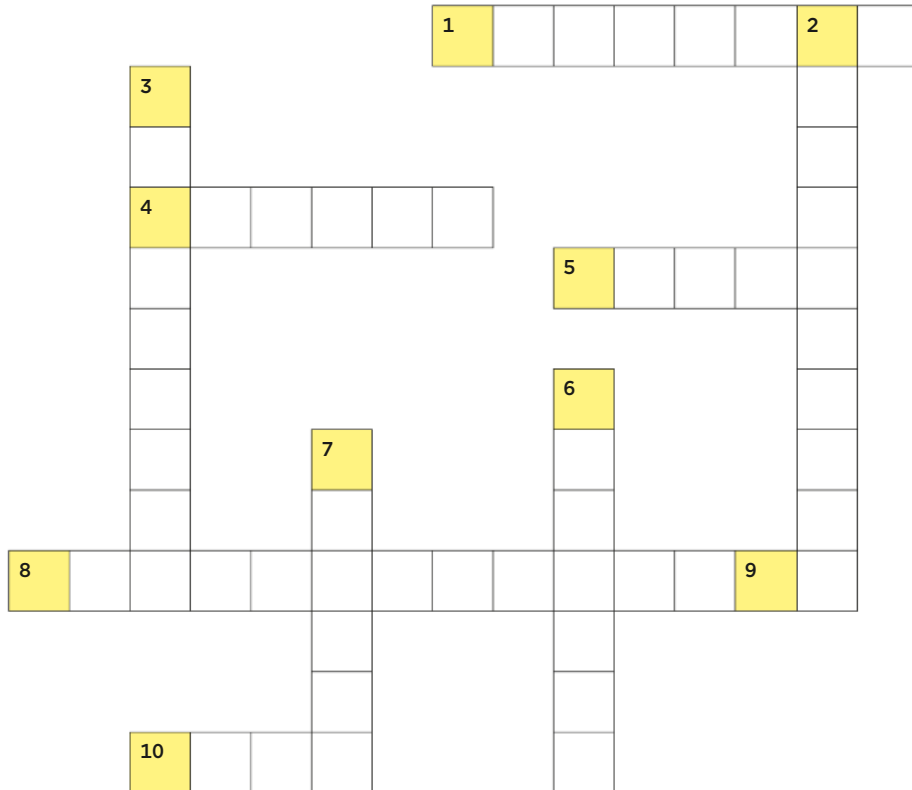
**15. Usa le definizioni per completare il cruciverba.**

**Orizzontali**

- 1. L'energia di un corpo in movimento.
- 4. Energia termica che si sposta.
- 5. L'unità di misura dell'energia nel SI.
- 8. L'energia potenziale con formula  $m \times g \times h$ .
- 10. Le forze che producono lavoro.

**Verticali**

- 2. Modo in cui il calore si trasmette in un fluido.
- 3. È l'energia che deriva dalla somma delle energie potenziale e cinetica.
- 6. La quantità di calore che occorre fornire a 1 g d'acqua per innalzare la sua temperatura di  $1^\circ\text{C}$ .
- 7. Il lavoro prodotto quando l'angolo tra i vettori forza e spostamento è minore di  $90^\circ$ .



## ENERGIA RINNOVABILE A CASA NOSTRA

### 1. Rispondi a intuito

Quale può essere la fonte prevalente di energia rinnovabile in una regione montuosa?

- A. idroelettrica
- B. solare
- C. eolica

### 2. Approfondisci

In Italia l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile è in costante e rapido aumento. Uno studio recente ha analizzato per ogni regione italiana il potenziale di valorizzazione delle fonti energetiche disponibili. Lo sfruttamento delle fonti rinnovabili, infatti, è legato soprattutto alle caratteristiche del territorio, dove prevalgono:

- idroelettrica, quando esistono pendenze del terreno, cioè su Alpi e Appennini;
- fotovoltaica, nelle zone con maggiore insolazione: in Italia praticamente su tutto il territorio;
- eolica, in zone ventose, come nella parte meridionale degli Appennini e nelle isole maggiori;
- geotermica, in Toscana.

### 3. Mettiti in gioco

1. Individua la collocazione delle centrali elettriche presenti nel tuo comune o nella provincia.
2. Cerca su internet le caratteristiche di questa/e centrali, in particolare la potenza che viene erogata.
3. Informati sulla presenza di impianti che utilizzano risorse rinnovabili, scegline uno e studia il suo funzionamento.
4. Prepara una presentazione da esporre ai tuoi compagni sulla centrale che hai scelto.

