

# **Energia meccanica vs Energia totale:**

**quando le energie fanno squadra!**



# SISTEMI FISICI

# SISTEMI FISICI

## Definizione:

In fisica, un **sistema** è una porzione dell'universo (un'intera regione dello spazio, un oggetto, un insieme di molecole, ecc.) che scegliamo di studiare e analizzare in modo separato dal resto, per comprendere le sue proprietà, il suo comportamento e le sue interazioni.

Sono esempi di sistema fisico:

- una molecola di gas;
- un'automobile;
- il pianeta Terra.



# SISTEMI FISICI

## Classificazione

I sistemi fisici possono essere:

### 1) SISTEMI ISOLATI

Non scambiano né materia né energia con l'esterno.

Immaginateli come un baule sigillato:

- non possiamo prendere niente dall'interno e non possiamo mettere niente all'interno;
- nemmeno l'energia può entrare o uscire (se ad es. lo sottoponiamo ad una fonte di calore esterna, il contenuto non si riscalda).



# SISTEMI FISICI

## Classificazione

I sistemi fisici possono essere:

### 2) SISTEMI CHIUSI

Scambiano solo energia con l'esterno, ma NON materia.

Immaginateli ancora come un baule sigillato, ma questa volta:

- non possiamo prendere niente dall'interno e non possiamo mettere niente all'interno;
- l'energia può entrare o uscire (se ad es. lo sottoponiamo ad una fonte di calore esterna, il contenuto si riscalda).



# SISTEMI FISICI

## Classificazione

I sistemi fisici possono essere:

### 3) SISTEMI APERTI

Scambiano sia energia sia materia con l'esterno.

Immaginateli come un baule aperto:

- possiamo prendere oggetti dall'interno e possiamo metterne altri all'interno;
- l'energia può entrare o uscire (se ad es. lo sottoponiamo ad una fonte di calore esterna, il contenuto si riscalda).



# SISTEMI FISICI

## Classificazione

In sintesi:

### 1) SISTEMI ISOLATI



MATERIA



ENERGIA

### 2) SISTEMI CHIUSI



MATERIA



ENERGIA

### 3) SISTEMI APERTI



MATERIA



ENERGIA

# SISTEMI FISICI

## Osservazione:

Nelle prossime pagine faremo riferimento a sistemi isolati.

Si tratta, ovviamente, di una idealizzazione (nella realtà, è molto difficile impedire del tutto lo scambio di energia con l'ambiente circostante).

Il miglior esempio di sistema isolato potrebbe essere l'universo intero! Esso, infatti, non dovrebbe avere un "esterno" con cui scambiare energia o materia; quindi (in teoria) l'energia e la materia totali dell'universo dovrebbero rimanere costanti.

# SISTEMI FISICI

## **Osservazione:**

Tuttavia, anche se nella pratica quotidiana non esistono sistemi isolati perfetti, possiamo approssimare questa condizione in certe situazioni.

In molti esperimenti e modelli scientifici, infatti, considerare un sistema isolato è utile per analizzare i principi di conservazione dell'energia (che vedremo tra un attimo) e semplificare, così, la comprensione dei fenomeni fisici.



# ENERGIA MECCANICA

# ENERGIA MECCANICA

## Definizione e formula:

L'**energia meccanica** (**E**) è la somma dell'energia cinetica (**K**) e dell'energia potenziale (**U**):

$$E = K + U$$

Trattandosi di un'energia, l'unità di misura è il **joule** (**J**).

E fin qui nulla di nuovo! 😊

# ENERGIA MECCANICA

## **Principio di conservazione dell'energia meccanica:**

In un sistema isolato in cui agiscono solo forze conservative, l'energia meccanica si conserva (cioè resta costante):

$$E = K + U = \text{cost.}$$

Vediamolo con un esempio...



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Supponiamo di avere in mano una palla (ad una certa altezza dal suolo).

Supponiamo, quindi, di lasciarla cadere verso il pavimento (non applichiamo nessuna forza).

Cosa succede durante la caduta?



IPOTESI: SISTEMA ISOLATO E CONSERVATIVO

Supponiamo che agisca la sola forza peso  
(trascuriamo la forza di attrito dell'aria)!!!



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Poco prima di cadere, la palla ha velocità nulla (quindi energia cinetica nulla), mentre ha una certa energia potenziale gravitazionale rispetto al pavimento (ad es. pari a 100 J).

  
E' un valore a caso!



$$U_g = 100 J$$

ENERGIA POTENZIALE  $U_g = m g h$

$$K = 0 J$$

ENERGIA CINETICA  $K = \frac{1}{2} m v^2$

$$E = 0 + 100 = 100 J$$

ENERGIA MECCANICA  $E = K + U$



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Non appena la palla inizia a cadere verso il pavimento, la sua velocità aumenta (e, di conseguenza, aumenta la sua energia cinetica), mentre la sua altezza rispetto al pavimento si riduce (e, di conseguenza, diminuisce la sua energia potenziale).



$$U_g = 90 J$$

$$K = 10 J$$

$$E = 10 + 90 = 100 J$$

In pratica, l'energia potenziale si trasforma in energia cinetica!

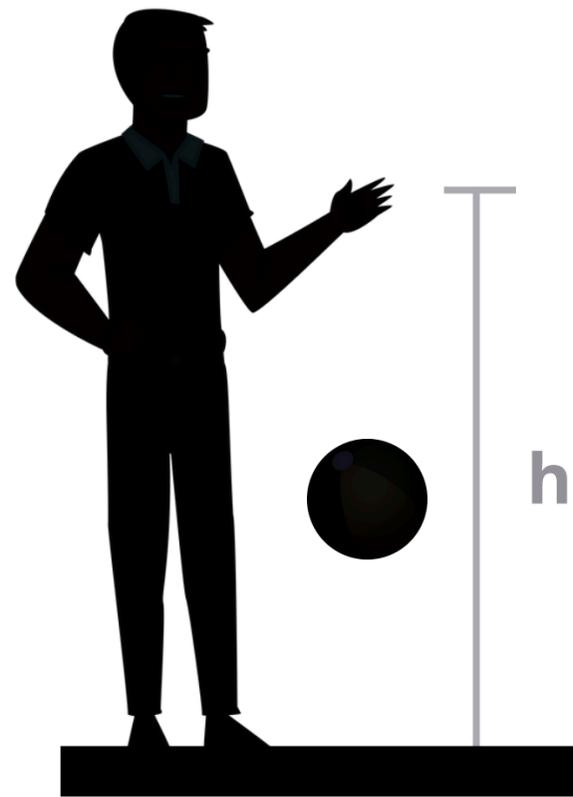
**Ma l'energia meccanica resta costante!**



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

A mano a mano che la palla si avvicina al pavimento, l'energia cinetica diventa sempre più grande, mentre l'energia potenziale diventa sempre più piccola!



$$U_g = 40 \text{ J}$$

$$K = 60 \text{ J}$$

$$E = 60 + 40 = 100 \text{ J}$$

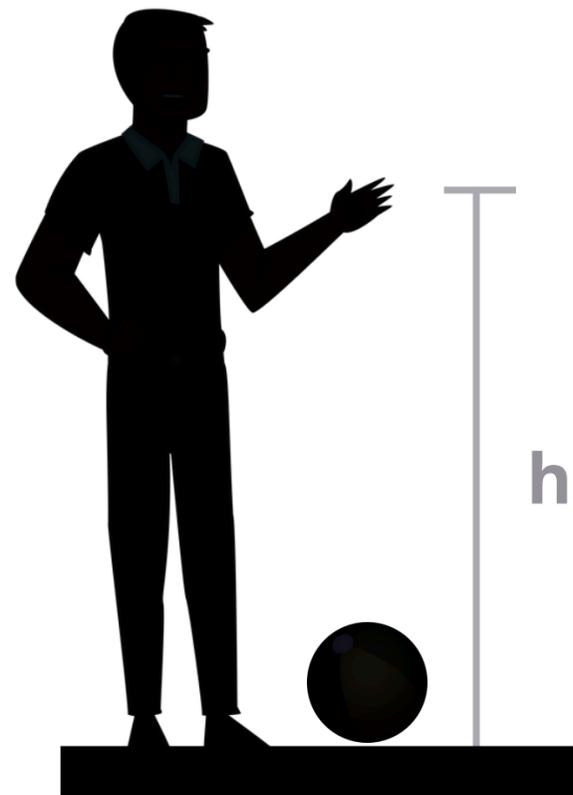
**Ma l'energia meccanica  
resta costante!**



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Un istante prima di toccare il pavimento, l'energia cinetica sarà massima, mentre l'energia potenziale sarà prossima a zero!



$$U_g \cong 0 J$$

$$K \cong 100 J$$

$$E = 100 + 0 = 100 J$$

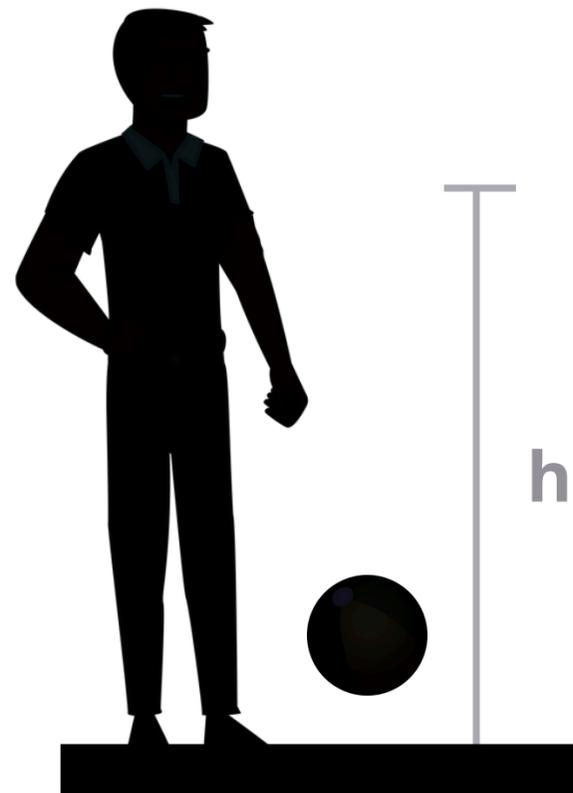
**Ma l'energia meccanica resta costante!**



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Dopo aver toccato il suolo, la palla inizia a risalire: la sua velocità (con verso opposto) si riduce (e, di conseguenza, diminuisce la sua energia cinetica), mentre la sua altezza rispetto al pavimento aumenta (e, di conseguenza, aumenta la sua energia potenziale).



$$U_g = 10 \text{ J}$$

$$K = 90 \text{ J}$$

$$E = 90 + 10 = 100 \text{ J}$$

In pratica, l'energia cinetica si trasforma in energia potenziale.

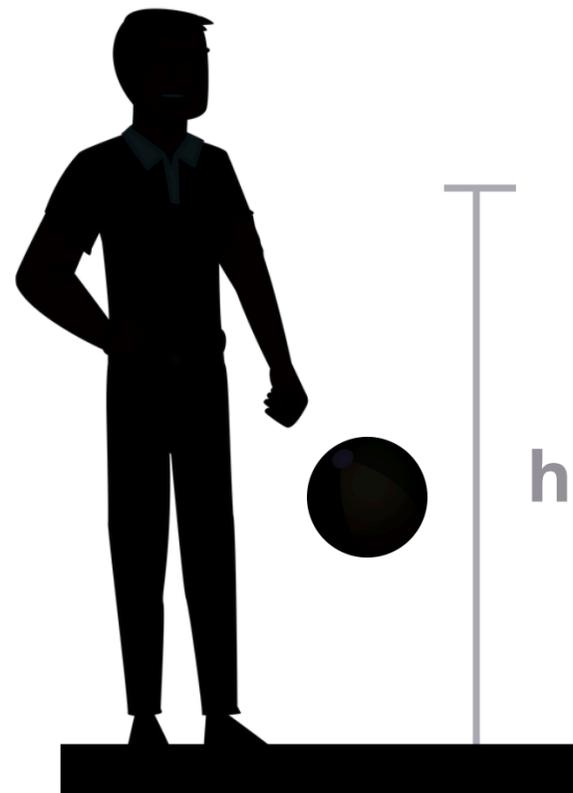
**Ma l'energia meccanica resta costante!**



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

A mano a mano che la palla si allontana dal pavimento, l'energia cinetica diventa sempre più piccola, mentre l'energia potenziale diventa sempre più grande!



$$U_g = 40 \text{ J}$$

$$K = 60 \text{ J}$$

$$E = 60 + 40 = 100 \text{ J}$$

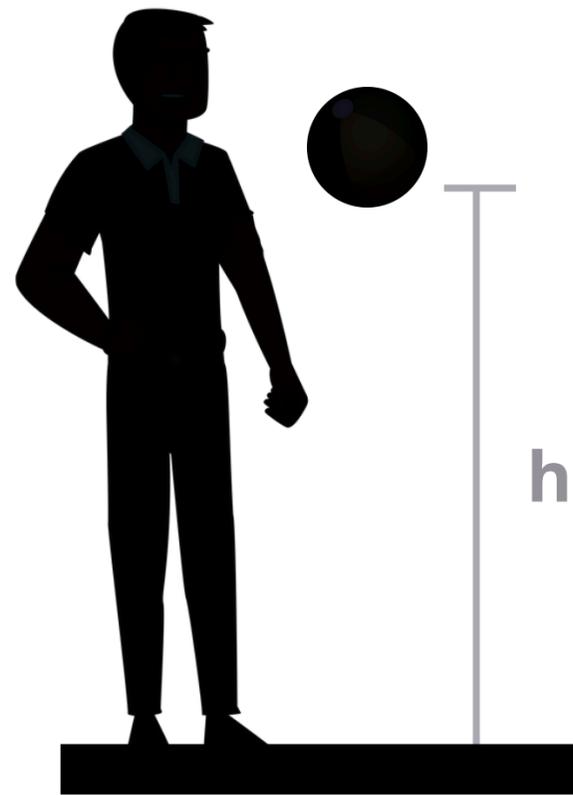
**Ma l'energia meccanica  
resta costante!**



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

La palla continua a salire fino a raggiungere l'altezza dalla quale era partita ( $h$ ): la velocità è zero (e, quindi, l'energia cinetica è nulla), mentre l'altezza è massima e l'energia potenziale è tornata al valore iniziale.



$$U_g = 100 \text{ J}$$

$$K = 0 \text{ J}$$

$$E = 0 + 100 = 100 \text{ J}$$

**Ma l'energia meccanica  
resta costante!**



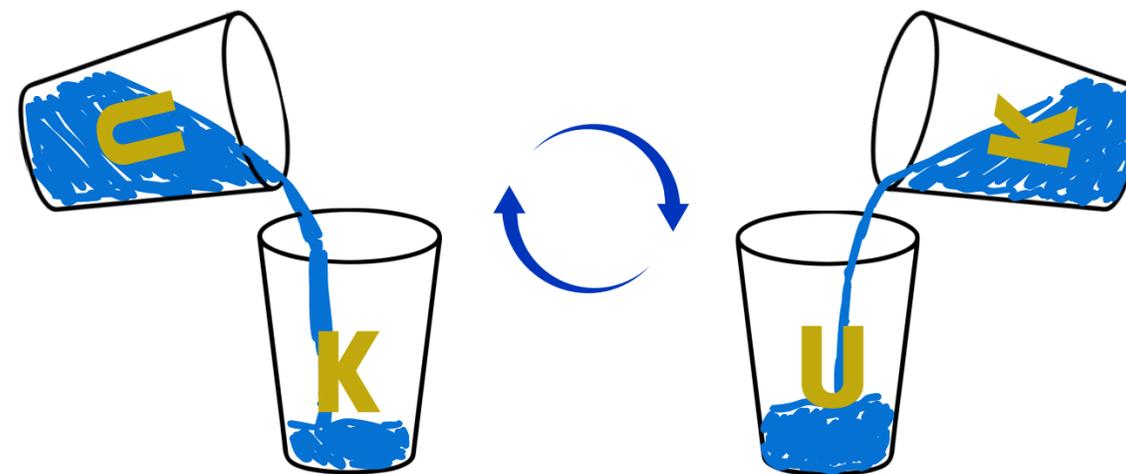
# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Il processo andrebbe avanti all'infinito: la palla andrebbe su e giù di continuo, senza mai fermarsi!

L'energia "passerebbe" da una forma all'altra, in un ciclo infinito!

E' come se avessimo due bicchieri e stessimo versando ciclicamente l'acqua da uno all'altro, senza perdere una goccia d'acqua!



$$E = K + U = \text{cost.}$$



# ENERGIA MECCANICA

## **Principio di conservazione dell'energia meccanica:**

In realtà le cose non stanno proprio così: nel mondo reale la palla rimbalzerebbe sempre meno fino a fermarsi sul pavimento! Vi siete mai chiesti perché?!?

Quando la palla va su e giù, c'è l'aria che la rallenta: la forza d'attrito dell'aria "dissipa" parte dell'energia sotto forma di calore.

Quando la palla tocca il suolo (e si deforma), si "dissipa" ulteriore energia per effetto dell'urto.

L'urto produce un suono: parte dell'energia viene "dissipata" sotto forma di onde sonore.

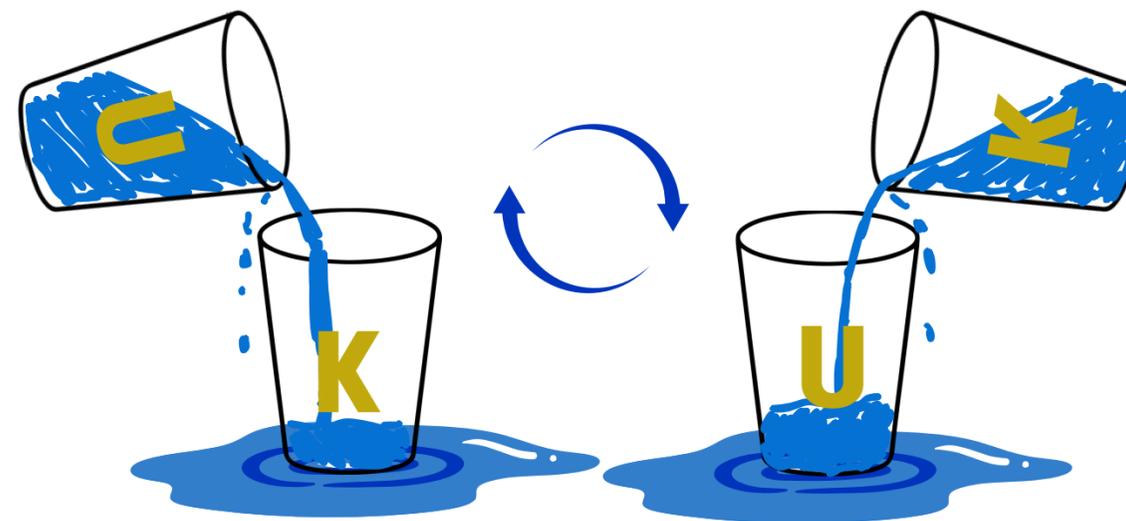


# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

Tornando all'esempio dei bicchieri, è come se ogni volta che versassimo l'acqua da un bicchiere all'altro, perdessimo un pochino d'acqua!

Alla fine, passaggio dopo passaggio, non avremmo più acqua da versare!



$$E = K + U \neq \text{cost.}$$

$$(E \rightarrow 0)$$



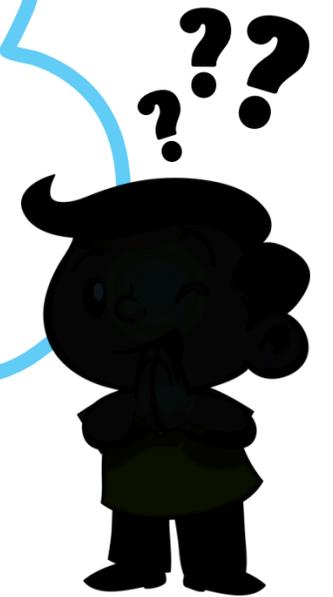
# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

In sostanza, in un **sistema NON conservativo** (come il mondo reale), intervengono una serie di fenomeni per cui l'energia meccanica non si conserva!

**La domanda nasce  
spontanea!!!**

Ma allora perché studiamo il  
“principio di conservazione  
dell'energia meccanica”?



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

In realtà l'abbiamo detto...

La conservazione dell'energia meccanica è un principio fondamentale della fisica che ci permette di capire come l'energia si trasferisce tra le diverse forme.

In molti casi, possiamo semplificare i problemi fisici assumendo che non ci sia attrito o resistenza. Questo ci consente di studiare situazioni "ideali", che forniscono una buona approssimazione della realtà.



# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia meccanica:

E allora, prima di passare al prossimo argomento, svolgiamo un semplice esercizio.

Un vaso, avente una massa di 2 kg, è posto su una mensola ad un'altezza di 5 metri dal pavimento. Se il vaso cade, a quale velocità toccherà il pavimento?

Facciamo le ipotesi di sistema isolato e di forze conservative!



Pavimento

# ENERGIA MECCANICA

## Esercizio:

Un attimo prima di cadere, il vaso avrà:

ENERGIA POTENZIALE  $U_{g_{in}} = m g h_{in} = 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m} = 98,1 \text{ J}$

ENERGIA CINETICA  $K_{in} = \frac{1}{2} m v_{in}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ kg} \cdot \left(0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 0 \text{ J}$

ENERGIA MECCANICA  $E_{in} = K_{in} + U_{g_{in}} = 0 \text{ J} + 98,1 \text{ J} = 98,1 \text{ J}$



# ENERGIA MECCANICA

## Esercizio:

Un attimo prima di toccare il pavimento, sappiamo che l'energia potenziale gravitazionale sarà:

$$U_{g_{fin}} = m g h_{fin} = 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0 \text{ m} = 0 \text{ J}$$

Inoltre sappiamo che l'energia meccanica si sarà conservata:

$$E_{fin} = E_{in} = 98,1 \text{ J}$$

Combinando le due informazioni, possiamo scrivere:

$$E_{fin} = \frac{1}{2} m v_{fin}^2 + 0 = 98,1 \text{ J} \rightarrow v_{fin} = \sqrt{\frac{2 \cdot 98,1 \text{ J}}{2 \text{ kg}}} \cong 9,90 \text{ m/s}$$



# ENERGIA TOTALE

# ENERGIA TOTALE

## Definizione e formula:

L'**energia totale** ( **$E_t$** ) di un sistema è la somma di tutte le forme di energia presenti all'interno di quel sistema (energia meccanica, energia termica, energia chimica, ecc...).

$$E_{tot} = \boxed{E} + \boxed{Q} + \boxed{U_i} + \dots$$

The diagram illustrates the formula for total energy,  $E_{tot} = E + Q + U_i + \dots$ . Each term is enclosed in a colored box:  $E$  is in a blue box,  $Q$  is in a red box, and  $U_i$  is in a green box. Lines connect these boxes to their respective labels: a blue line from  $E$  to 'ENERGIA MECCANICA', a red line from  $Q$  to 'ENERGIA TERMICA', and a green line from  $U_i$  to 'ENERGIA INTERNA'.

Trattandosi di un'energia, l'unità di misura è il **joule (J)**.



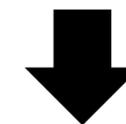
# ENERGIA MECCANICA

## Principio di conservazione dell'energia totale:



Cosa succede se consideriamo un sistema NON conservativo **ma comunque isolato**?

In un sistema isolato è l'energia totale a rimanere costante: l'energia può trasformarsi tra le varie forme (meccanica, termica, chimica, ecc.), ma la somma complessiva dell'energia all'interno del sistema non cambia.



**L'ENERGIA NON SI CREA, NON SI DISTRUGGE MA PASSA DA UNA FORMA ALL'ALTRA!**



**Fine lezione**