



Lavoro ed energia

Aurelio Agliolo Gallitto

Dipartimento di Fisica, Università di Palermo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Lavoro di una forza

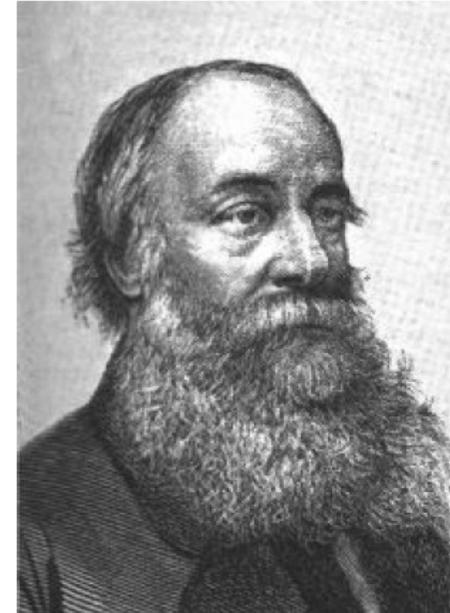
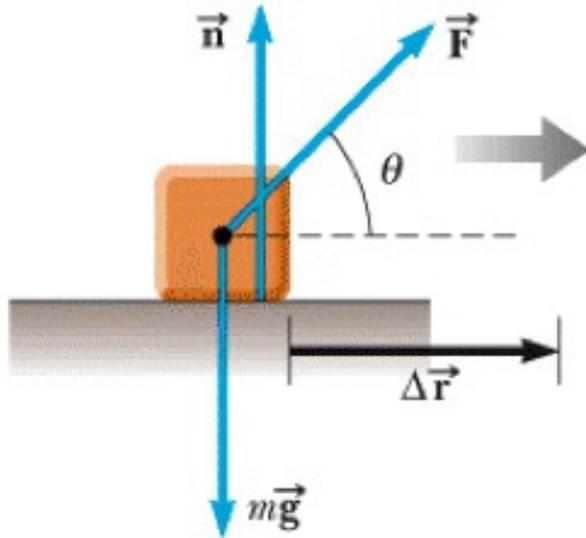


fig. James Prescott Joule (1818 - 1889)

Il lavoro W fatto dalla forza F è definito come

$$W = F \Delta r \cos \theta$$

L'unità di misura del lavoro nel SI è il joule (J), definito come

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

Nota. Il lavoro è nullo per forze verticali e spostamenti orizzontali

Teorema Lavoro - Energia Cinetica

Energia cinetica

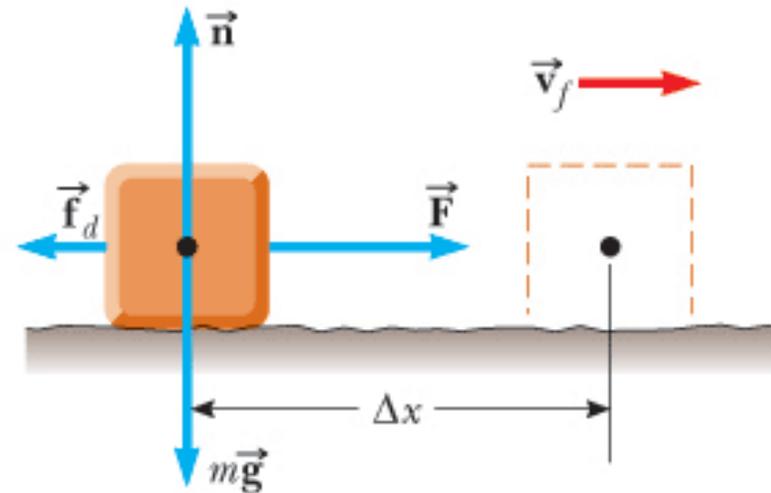
Energia posseduta da un corpo di massa m che si muove con velocità v .

Essa è uguale a

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

Si può dimostrare che il lavoro fatto da una forza è uguale alla variazione dell'energia cinetica del corpo su cui viene fatto il lavoro

$$W = \Delta K$$



Energia potenziale

Per alcune forze, il lavoro non dipende dal percorso, ma solo dalla posizione iniziale e finale.

Le forze che godono di tale proprietà sono dette **forze conservative**.

Solleghiamo un oggetto di massa m di un'altezza h .

La forza di gravità farà un lavoro

$$W = (- m g) h$$

Possiamo definire una grandezza che si chiama **Energia Potenziale** (o di posizione) come

$$\Delta U \equiv - W = m g h$$

Il lavoro compiuto sul sistema appare come una variazione di energia potenziale gravitazionale del sistema stesso.

Lavoro svolto dalla forza elastica

Blocco soggetto alla forza elastica F_m esercitata da una molla. Se la molla è tirata, o compressa, rispetto alla sua posizione di riposo, essa esercita sul blocco una forza elastica, data da

$$F_m = - k x$$

Legge di Hooke

k è la costante elastica della molla.

Nel SI la costante k si misura in newton al metro (N/m).

Il segno $-$ sta a indicare che la forza esercitata dalla molla è sempre diretta in verso opposto a quello dello spostamento del blocco .

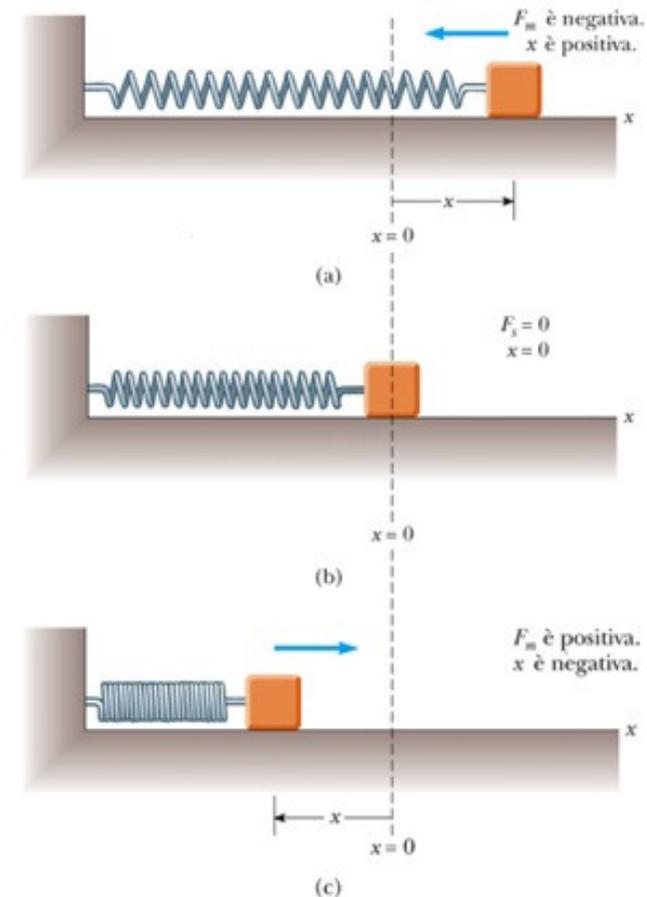


Figura. Lavoro svolto da una forza elastica [Serway]

Energia potenziale elastica

La forza elastica compie il seguente lavoro

$$W = \frac{1}{2} k x_i^2 - \frac{1}{2} k x_f^2$$

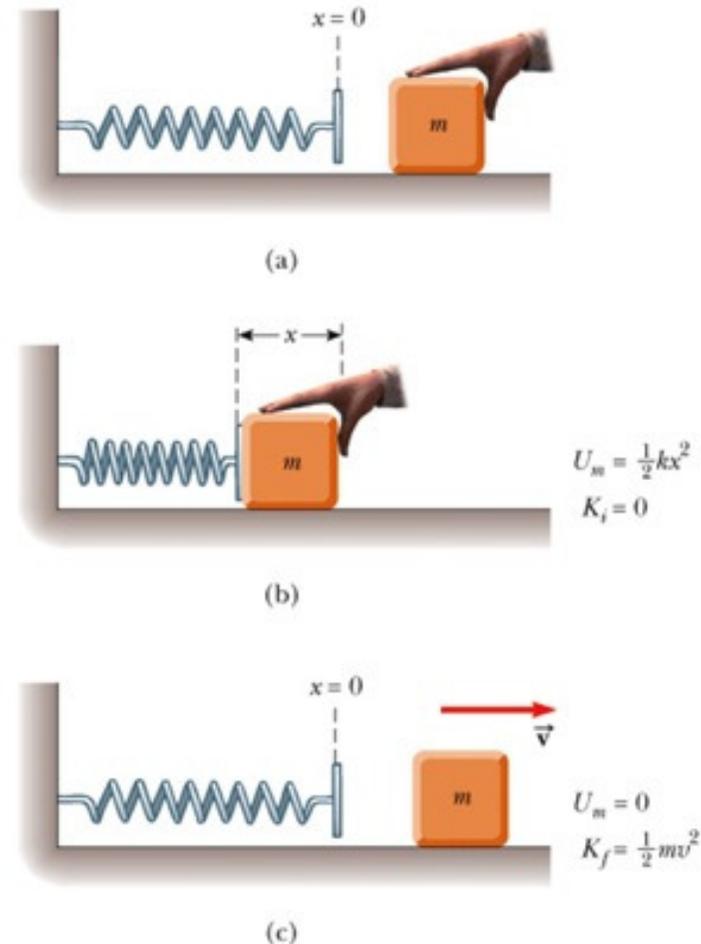
tra la posizione iniziale x_i e finale x_f .

Poiché esso dipende solo dalla posizione del blocco, si può esprimere come variazione dell'energia potenziale elastica

$$U \equiv \frac{1}{2} k x^2$$

Quando il blocco è spinto contro la molla e la comprime di una lunghezza x , l'energia potenziale elastica immagazzinata dalla molla è $U = \frac{1}{2} k x^2$.

Quando il blocco viene lasciato, la molla ritorna alla sua lunghezza originale.



Conservazione dell'energia

In generale, si definisce energia meccanica del sistema la somma della sua energia cinetica e potenziale

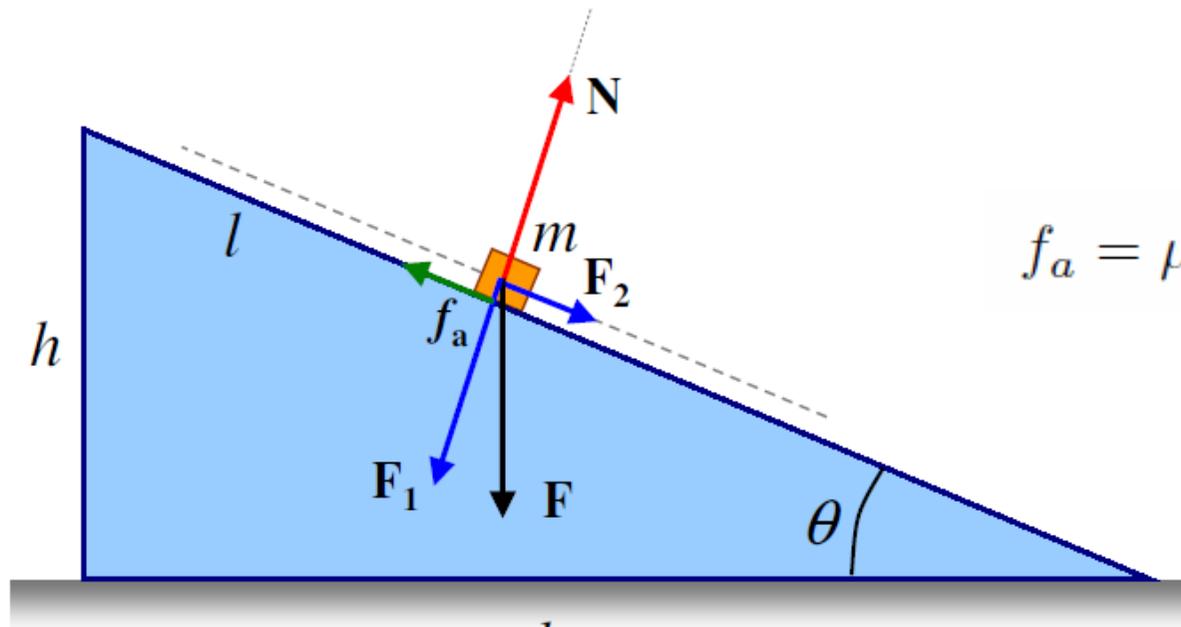
$$E_{\text{mec}} \equiv K + U$$

Se sul sistema non agiscono forze esterne, come per esempio la forza d'attrito, l'energia meccanica del sistema si conserva

$$E_{\text{mec}} \equiv K + U = \text{costante}$$

e rappresenta il principio di conservazione dell'energia meccanica in un sistema isolato, nel quale agiscono solo forze conservative.

I Esperienza: misura del coefficiente d'attrito statico



$$F_1 = mg \cos \theta_c$$

$$f_a = \mu_s N = \mu_s mg \cos \theta_c$$

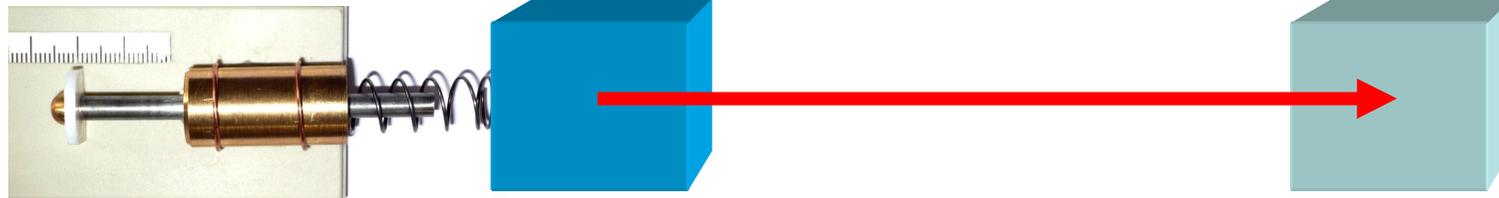
Un istante prima che il blocco cominci a scivolare, la forza di attrito è uguale alla componente della forza peso F_2 parallela al piano inclinato

$$f_a = F_2 \quad \Rightarrow \quad \mu_s mg \cos \theta_c = mg \sin \theta_c, \quad (4.4)$$

da cui si ricava il coefficiente di attrito statico

$$\mu_s = \frac{mg \sin \theta_c}{mg \cos \theta_c} = \tan \theta_c. \quad (4.5)$$

Il Esperienza: misura del coefficiente d'attrito dinamico



$$\Delta U_e = L_a$$

$$L_a = f_a l = \mu_d N l = \mu_d m g l$$

$$\frac{1}{2} k x^2 = \mu_d m g l$$

$$\mu_d = \frac{k x^2}{2 m g l}$$

