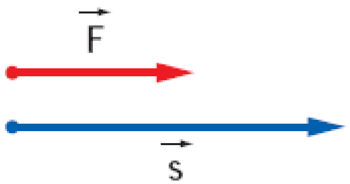
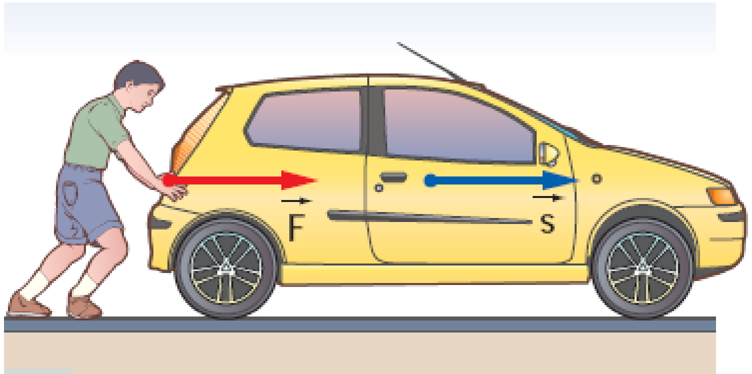
Il lavoro

Il lavoro misura l'effetto utile di una forza con uno spostamento.

1) Forza e spostamento paralleli



(stessa direzione e verso).



Il lavoro è definito

lavoro (N · m)

$$W = Fs$$

forza (N)

spostamento (m)

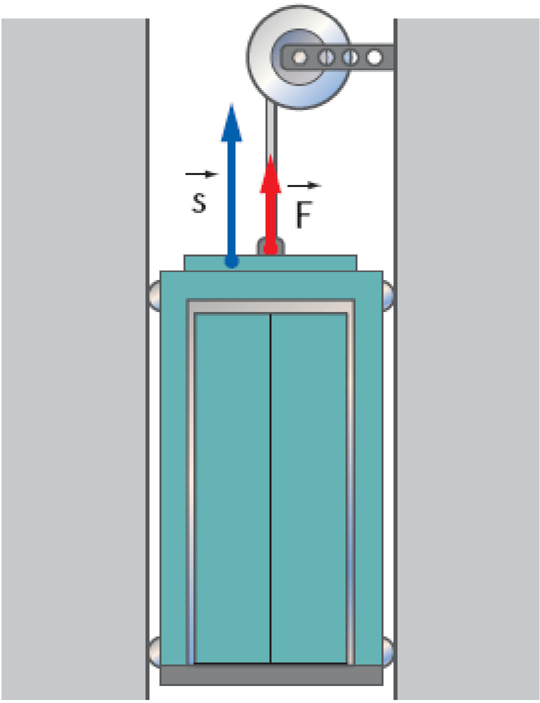
W > 0: lavoro motore.

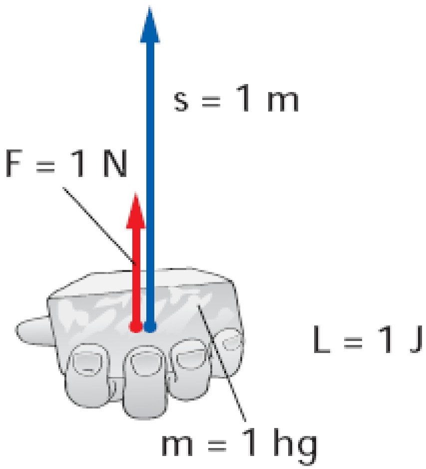
Il lavoro

Unità di misura del lavoro: il joule (J).

$W = Fs$ perciò 1 joule = (1 N) x (1 m)

Una forza F = 1 N che produce uno spostamento s=1 m compie un lavoro W = 1 J.



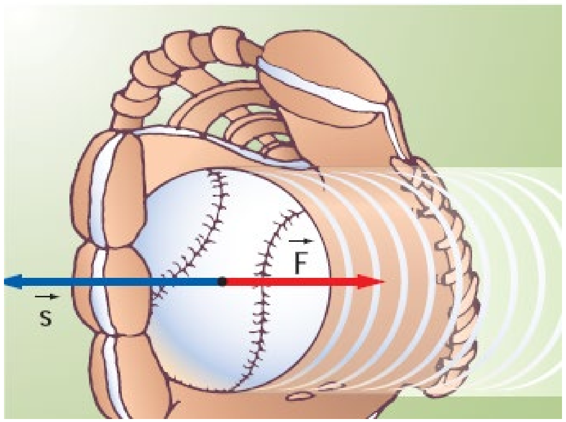


ZANICHELLI

Il lavoro

2) Forza e spostamento antiparalleli

(stessa direzione e verso opposto).



Il guantone frena la palla.

Il lavoro è definito

lavoro (J)

forza (N)

$$\boxed{W = -\,Fs}$$

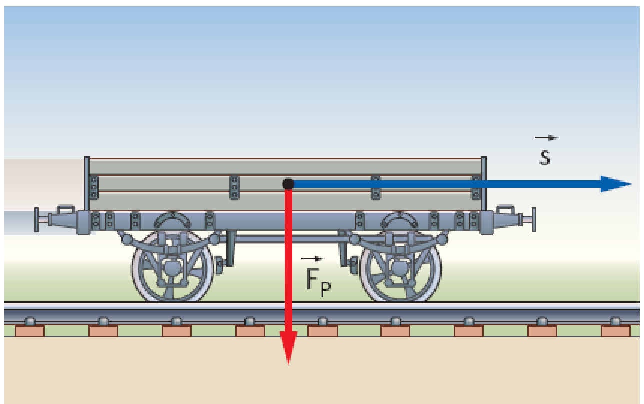
spostamento (m)

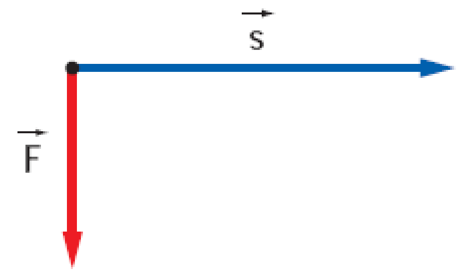
W < 0: lavoro resistente.

Il lavoro

3) Forza e spostamento perpendicolari

La forza non influenza lo spostamento: né lo asseconda né lo ostacola.





Il lavoro è nullo:

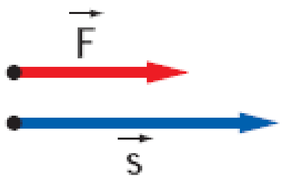
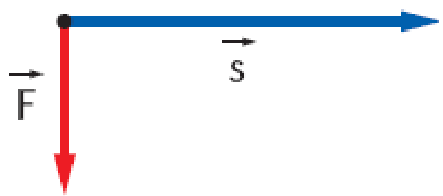
W = 0: lavoro nullo.

lavoro (J)

$$\boxed{W = 0}$$

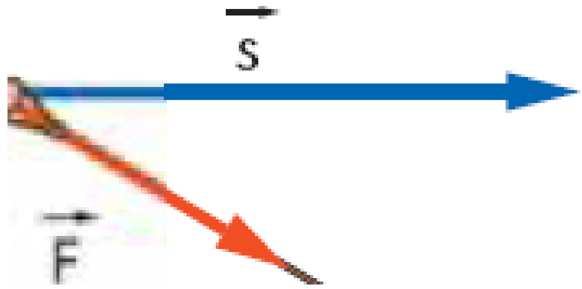
Il lavoro

CASI SEMPLICI DI LAVORO

Angolo		Formula	Valore	Tipo di lavoro
0°		$W = Fs$	$+$	Motore
90°		$W = 0$	0	Nullo
180°		$W = -Fs$	$-$	Resistente

Il lavoro dipende dai due vettori F e s e dalla loro orientazione relativa, ma è un numero

Il lavoro come prodotto scalare



la formula generale del lavoro di una forza costante è:

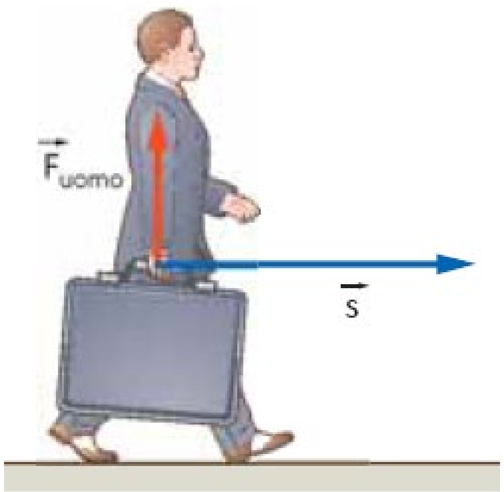
$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

Ovvero $W = Fs\cos\alpha$, dove α è l'angolo tra i due vettori.

$W = Fs \cos \alpha$ contiene le tre formule viste in precedenza:

FORMULA GONIOMETRICA DEL LAVORO			
Caso	α	**cos** α	**Formula per il lavoro:** $W = Fs \cos \alpha$
$\vec{F}$ e $\vec{s}$ paralleli	0°	+1	$W = Fs \cos \alpha = Fs$
$\vec{F}$ e $\vec{s}$ antiparalleli	180°	−1	$W = Fs \times (-1) = -Fs$
$\vec{F}$ e $\vec{s}$ perpendicolari	90°	0	$W = Fs \times 0 = 0$

Fatica e lavoro: se un uomo trasporta una valigia compie un lavoro nullo ma i muscoli risentono comunque della fatica della forza esercitata.

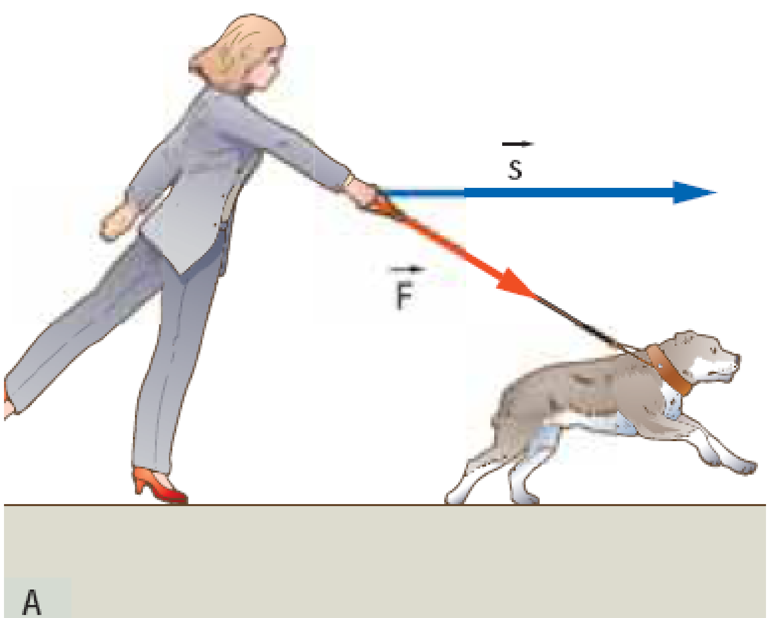


ZANICHELLI

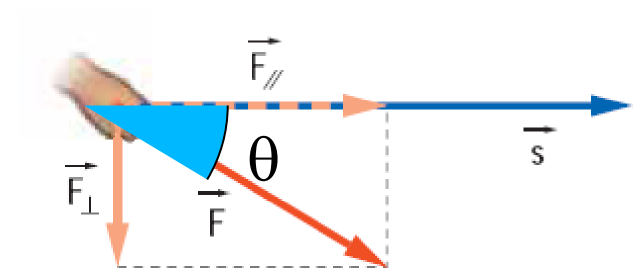
La definizione di lavoro per una forza costante

Quando $\vec{F}$ e $\vec{s}$ non hanno la stessa direzione si scompone il vettore $\vec{F}$:

▶ il cane esercita una forza $\vec{F}$ inclinata verso il basso, ma lo spostamento $\vec{s}$ della mano che regge il guinzaglio avviene in orizzontale.

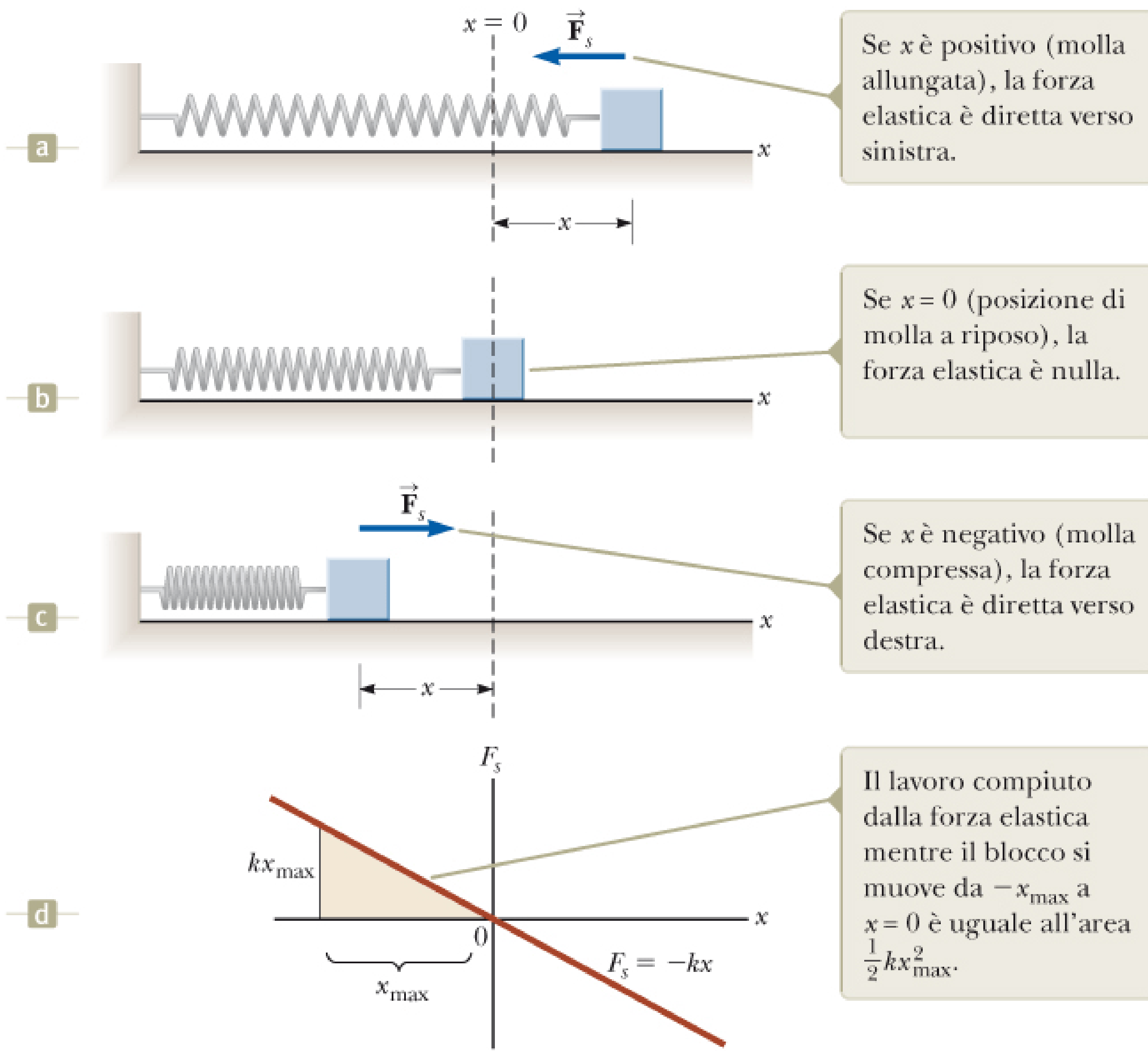


▶ È conveniente scomporre la forza $\vec{F}$ esercitata dal cane nei due vettori componenti $\vec{F}_{//}$ (orizzontale) e $\vec{F}_{\perp}$ (verticale).



$$
\begin{aligned}
W &= F\, s \cos\theta \\
&= F_{//}\, s \\
&= \mathbf{F} \cdot \mathbf{s}
\end{aligned}
$$

B



$x = 0$
$\vec{\mathbf{F}}_s$
a
x
x
Se x è positivo (molla allungata), la forza elastica è diretta verso sinistra.
b
x
Se $x = 0$ (posizione di molla a riposo), la forza elastica è nulla.
$\vec{\mathbf{F}}_s$
c
x
x
Se x è negativo (molla compressa), la forza elastica è diretta verso destra.
d
F_s
kx_{max}
x
0
x_{max}
$F_s = -kx$
Il lavoro compiuto dalla forza elastica mentre il blocco si muove da $-x_{max}$ a $x = 0$ è uguale all'area $\frac{1}{2}kx_{max}^2$.

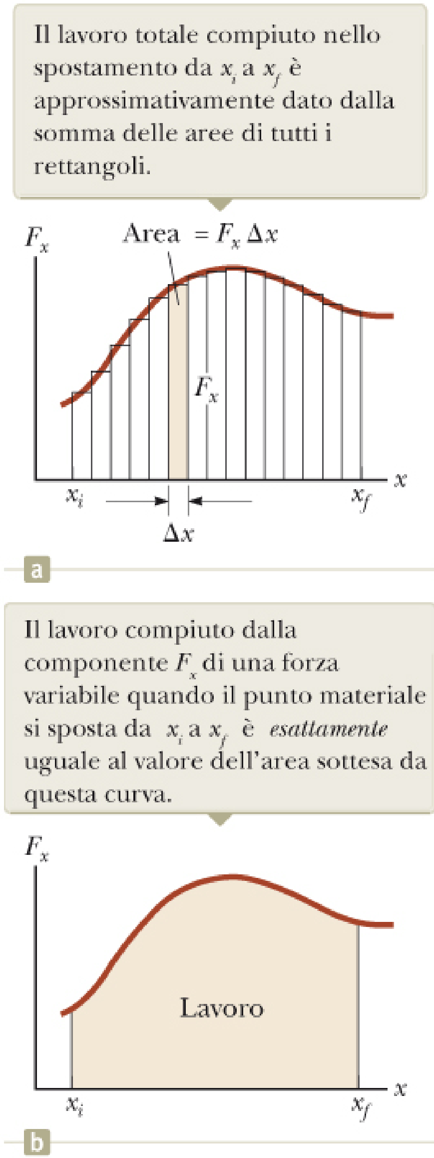


Figura 7.7 (a) Il lavoro compiuto su un punto materiale dalla componente F_x della forza per un piccolo spostamento Δx è $F_x \Delta x$, che rappresenta l'area del rettangolo ombreggiato. (b) la larghezza Δx di ciascun rettangolo tende a zero.

$$W = \sum W_i$$

$$= \sum \boldsymbol{F_i} \cdot \boldsymbol{\Delta s_i}$$

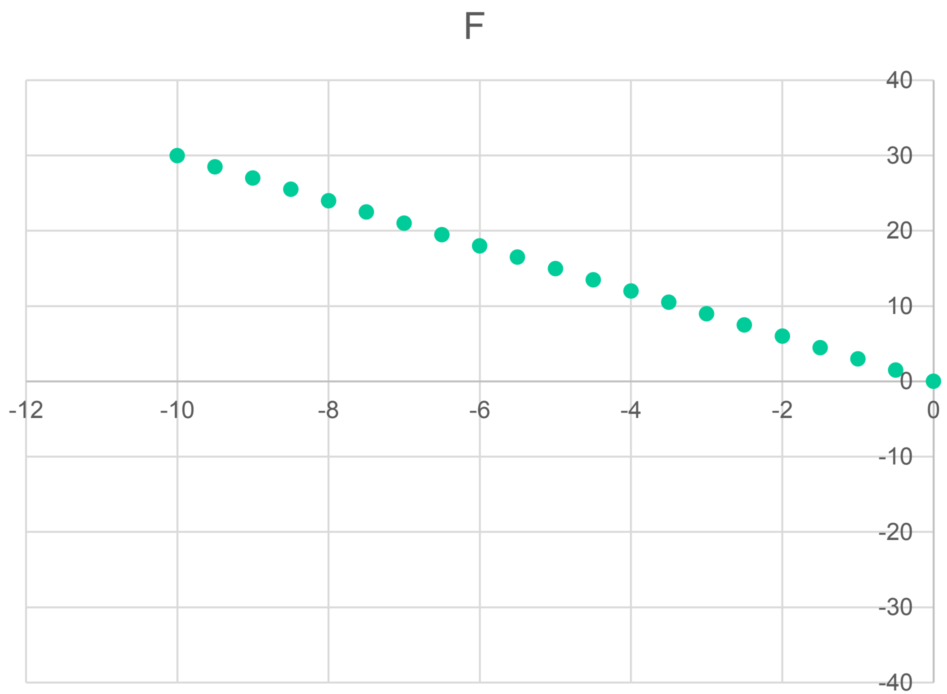
$$W = \int_A^B \boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{ds}$$

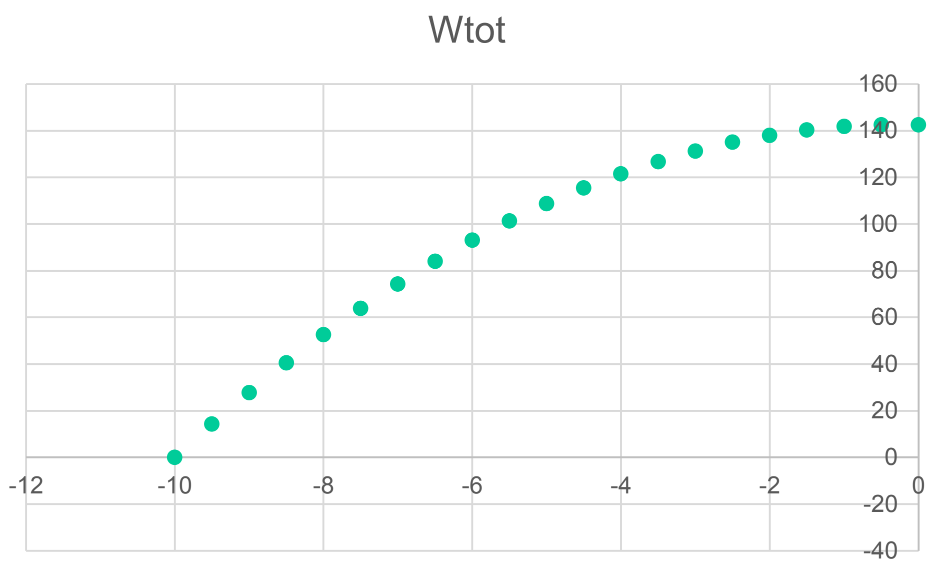
Lavoro della forza elastica
durante lo spostamento da x=-10 cm
a x=0 cm

$$W = \int_{-10}^{0} -kx \cdot dx$$

$$= -\frac{1}{2} \, k\,x^2 \Big|_{-10}^{0}$$

$$= 150 \text{ J}$$



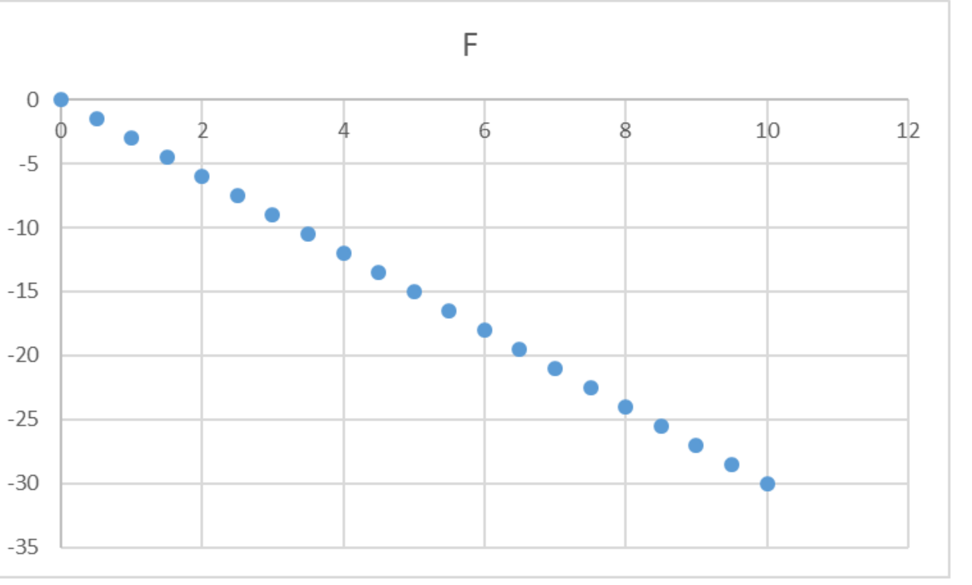


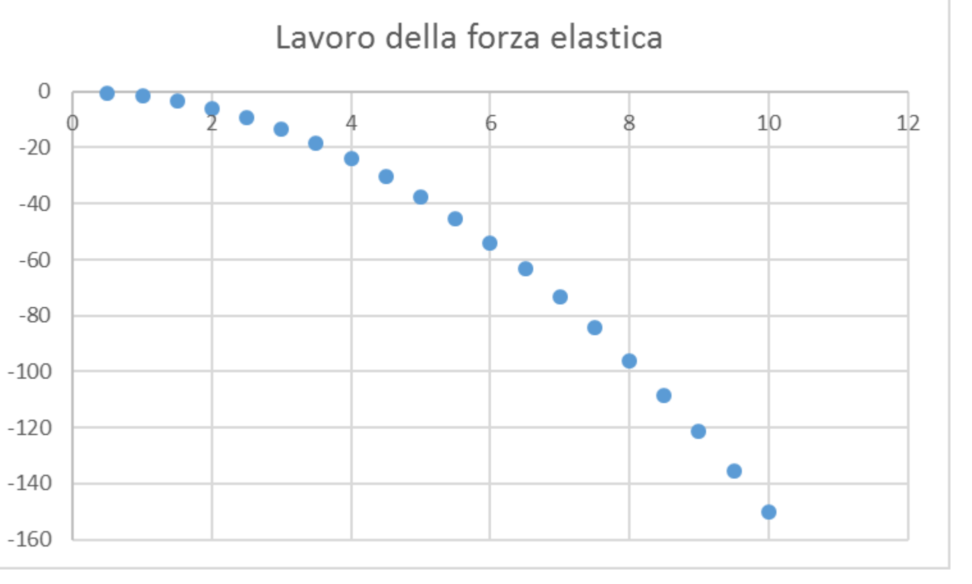
Lavoro della forza elastica durante lo spostamento da x=0 cm a x=10 cm

$$W = \int_0^{10} -kx \cdot dx$$

$$= -\frac{1}{2}\ k\,x^2 \Big|_0^{10}$$

$$= -150\ J$$





Lavoro della forza elastica
durante lo spostamento da x=-10 cm
a x=10 cm

$$W = \int_{-10}^{10} -kx \cdot dx$$

$$= -\frac{1}{2}\ k\ x^2 \Big|_{-10}^{10}$$

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