



ce
pre
UNI

Física

CICLO
PREUNIVERSITARIO
2023-1





ce
pre
UNI

Física

TRABAJO

ce
pre
UNI

TRABAJO

Efecto acumulado de la fuerza a lo largo del recorrido

Analizando el recorrido mas simple, que es el rectilíneo. Mientras el cuerpo este en movimiento:



Fuerzas opuestas al movimiento, disminuyen la rapidez



Fuerzas en la misma orientación del movimiento, aumentan la rapidez

Concluimos entonces que las fuerzas que alteran la rapidez son las que realizan trabajo.

Como las fuerzas en la misma orientación de la velocidad aumentan la rapidez, estas realizan trabajo positivo

Como las fuerzas opuestas a la velocidad disminuyen la rapidez, estas realizan trabajo negativo

Fuerzas perpendiculares a la velocidad ni aumentan ni disminuyen la rapidez, estas realizan no realizan trabajo

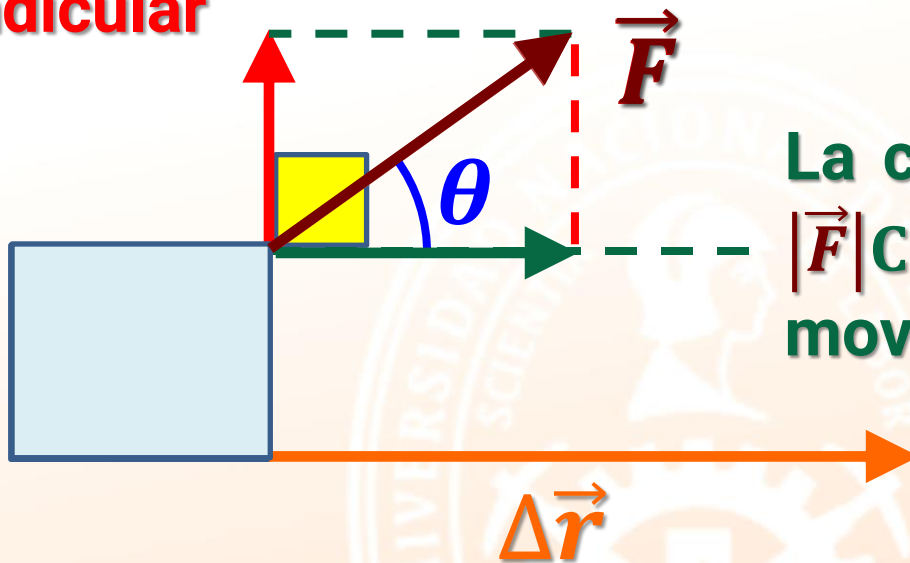
Experimentalmente el trabajo depende de:

- **La fuerza, en la línea de movimiento**
- **La distancia recorrida, mientras se aplique la fuerza**

Si aumentamos la fuerza o la distancia, mayor será el trabajo

Trabajo de una fuerza constante

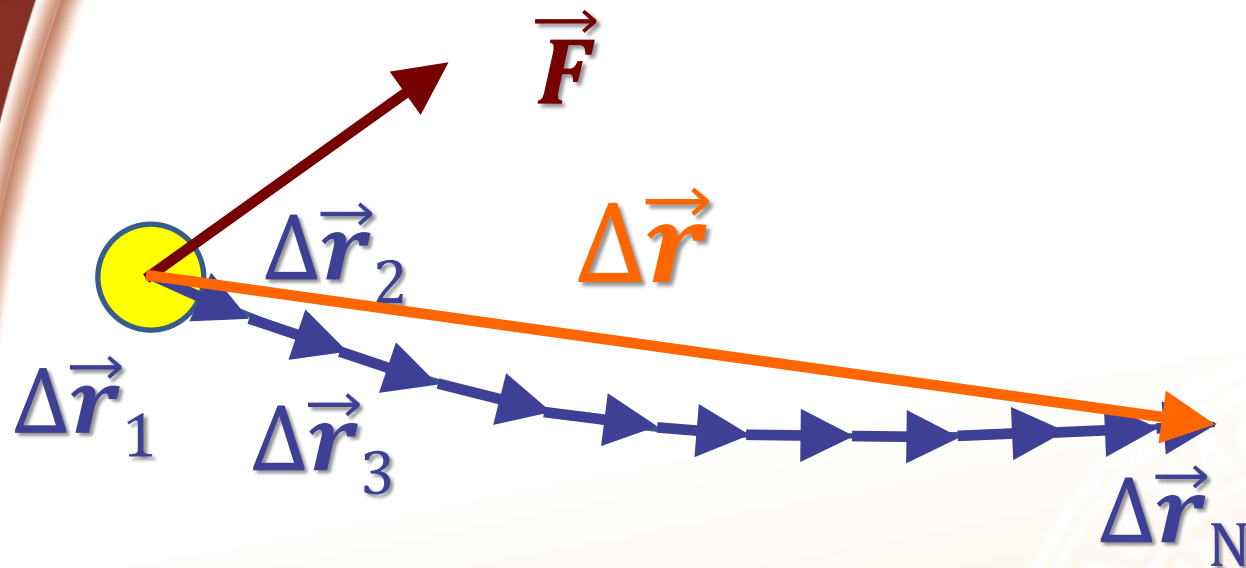
La componente de módulo $|\vec{F}|\text{Sen}\theta$ es perpendicular al movimiento



La componente de módulo $|\vec{F}|\text{Cos}\theta$ esta en la línea de movimiento

El trabajo de una fuerza constante se calcula como:

$$W^F = |\vec{F}|\text{Cos}\theta|\Delta\vec{r}| = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \quad \text{unidad S.I. : joule (J)}$$



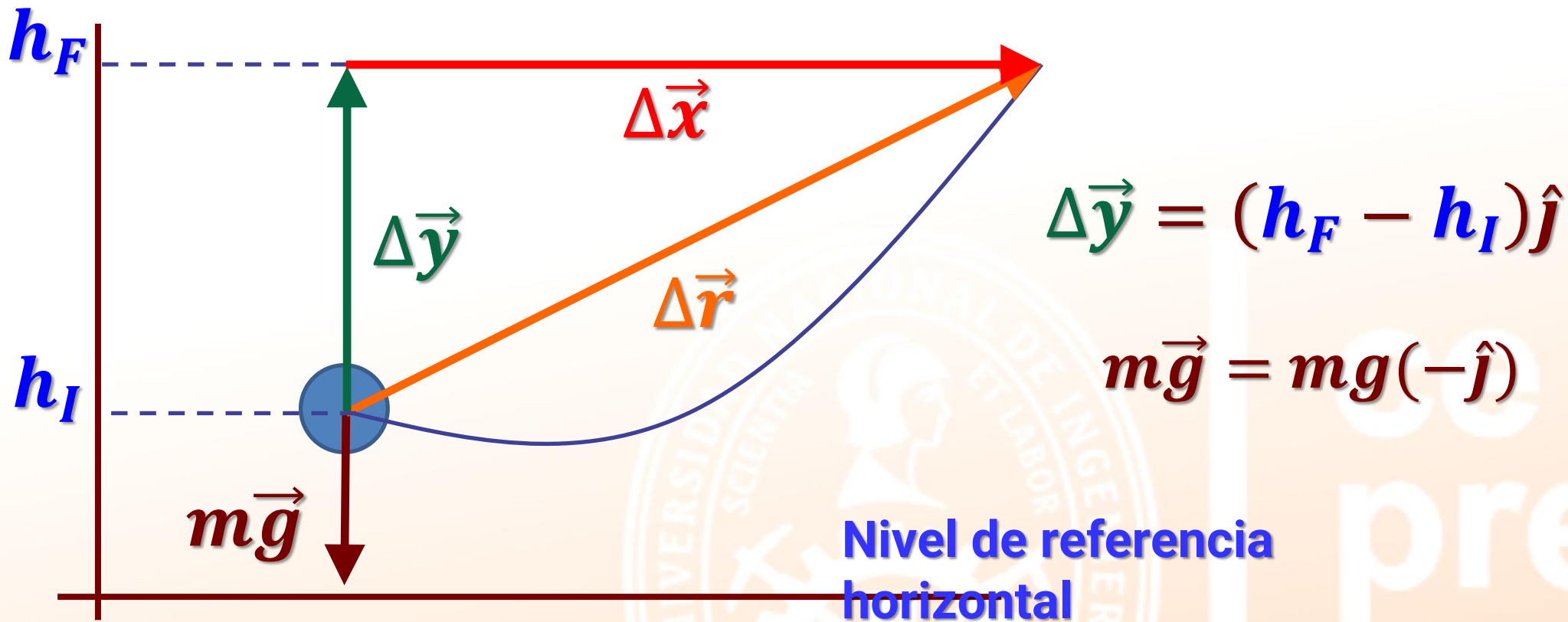
Para cada tramo
recto: $W^F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$

El trabajo es el efecto acumulado de la fuerza a lo largo del recorrido

$$W^F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}_1 + \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}_2 + \dots + \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}_n$$

$$W^F = \vec{F} \cdot (\Delta \vec{r}_1 + \Delta \vec{r}_2 + \dots + \Delta \vec{r}_n) = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

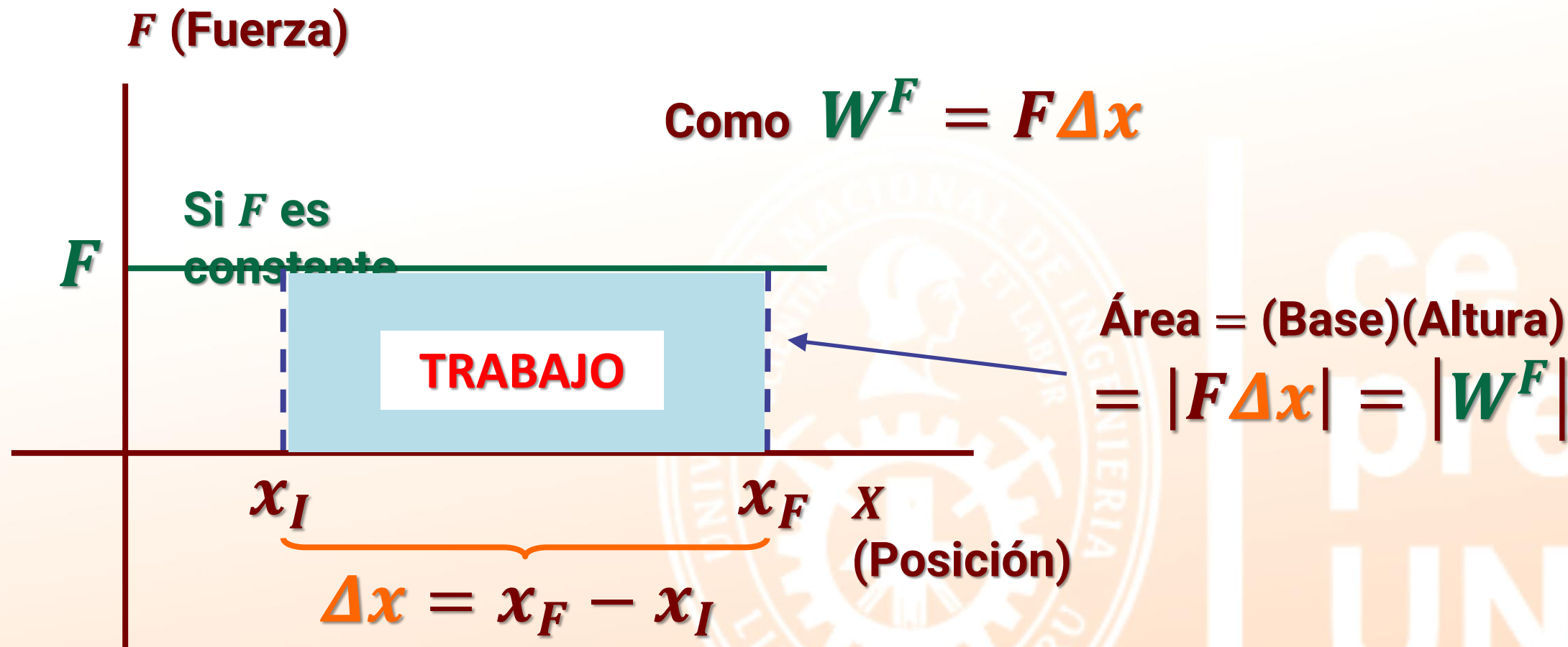
Trabajo del peso



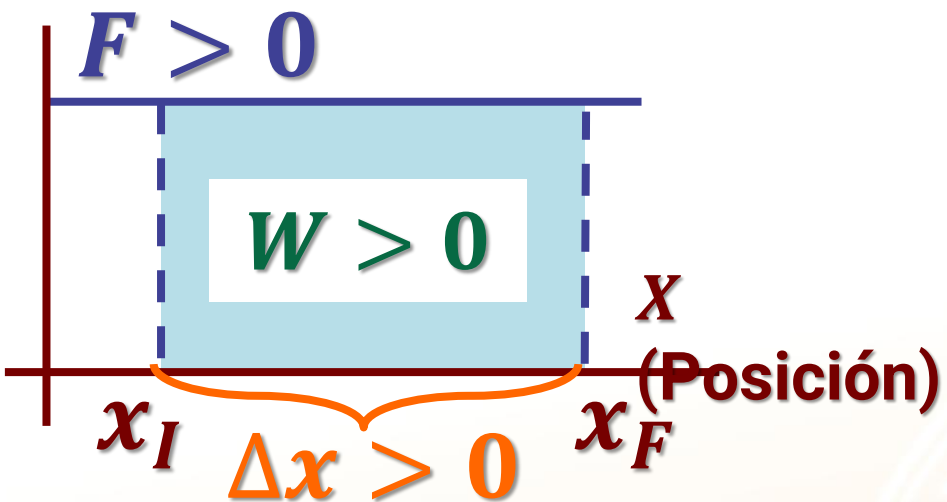
El trabajo del peso es $W^{mg} = m\vec{g} \cdot \Delta \vec{r} = m\vec{g} \cdot (\Delta \vec{x} + \Delta \vec{y}) = m\vec{g} \cdot \Delta \vec{y}$

$$W^{mg} = mg(-\hat{j}) \cdot (h_F - h_I)\hat{j} \Rightarrow \boxed{W^{mg} = mgh_I - mgh_F}$$

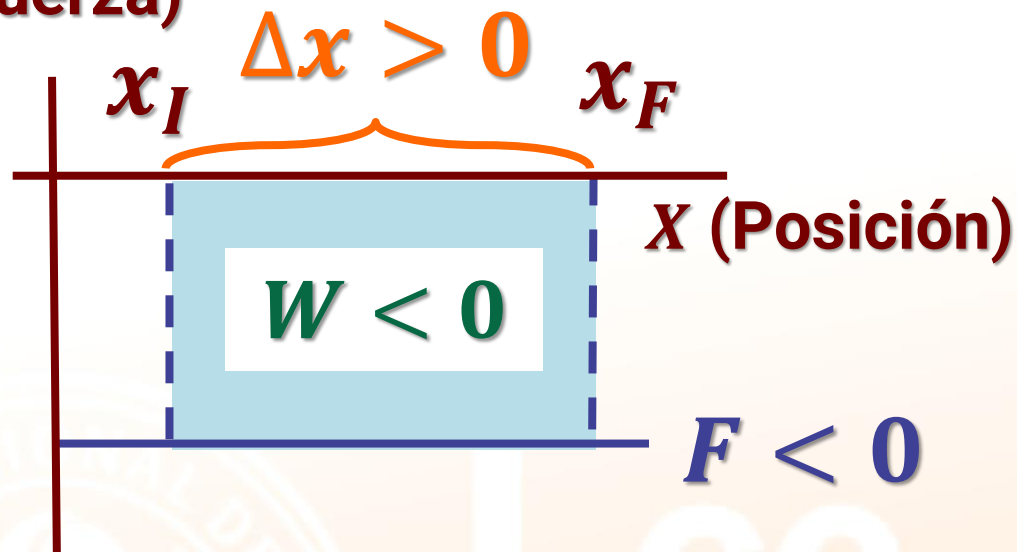
Gráfica de la fuerza en función de la posición



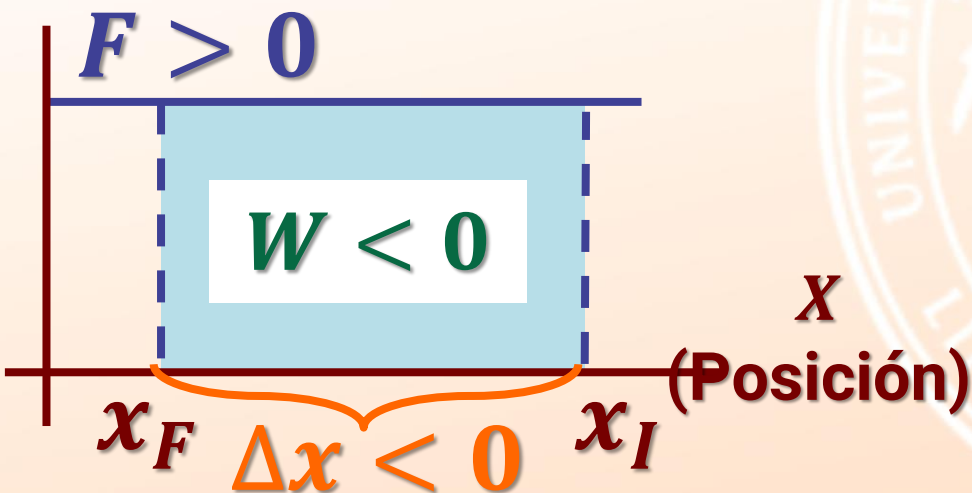
F (Fuerza)



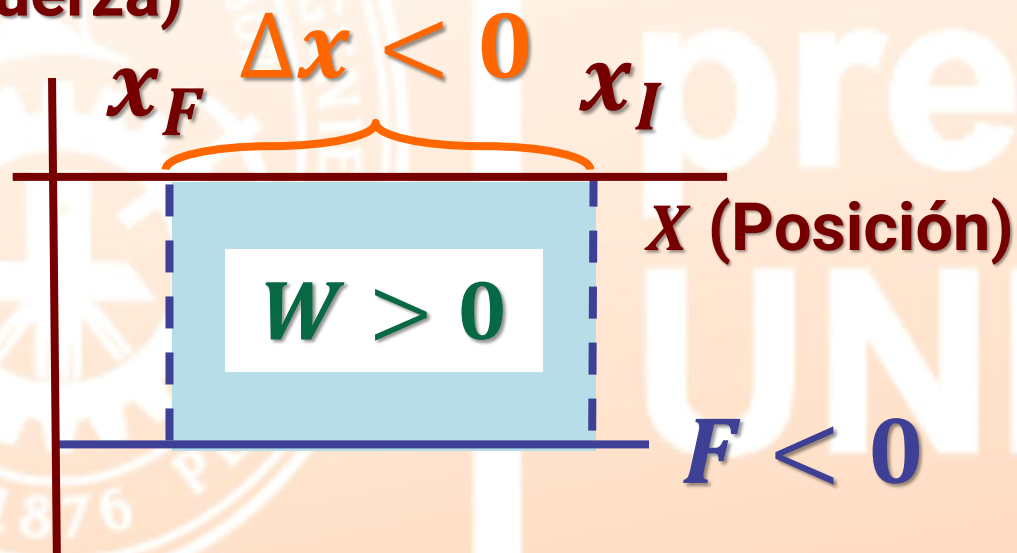
F (Fuerza)



F (Fuerza)

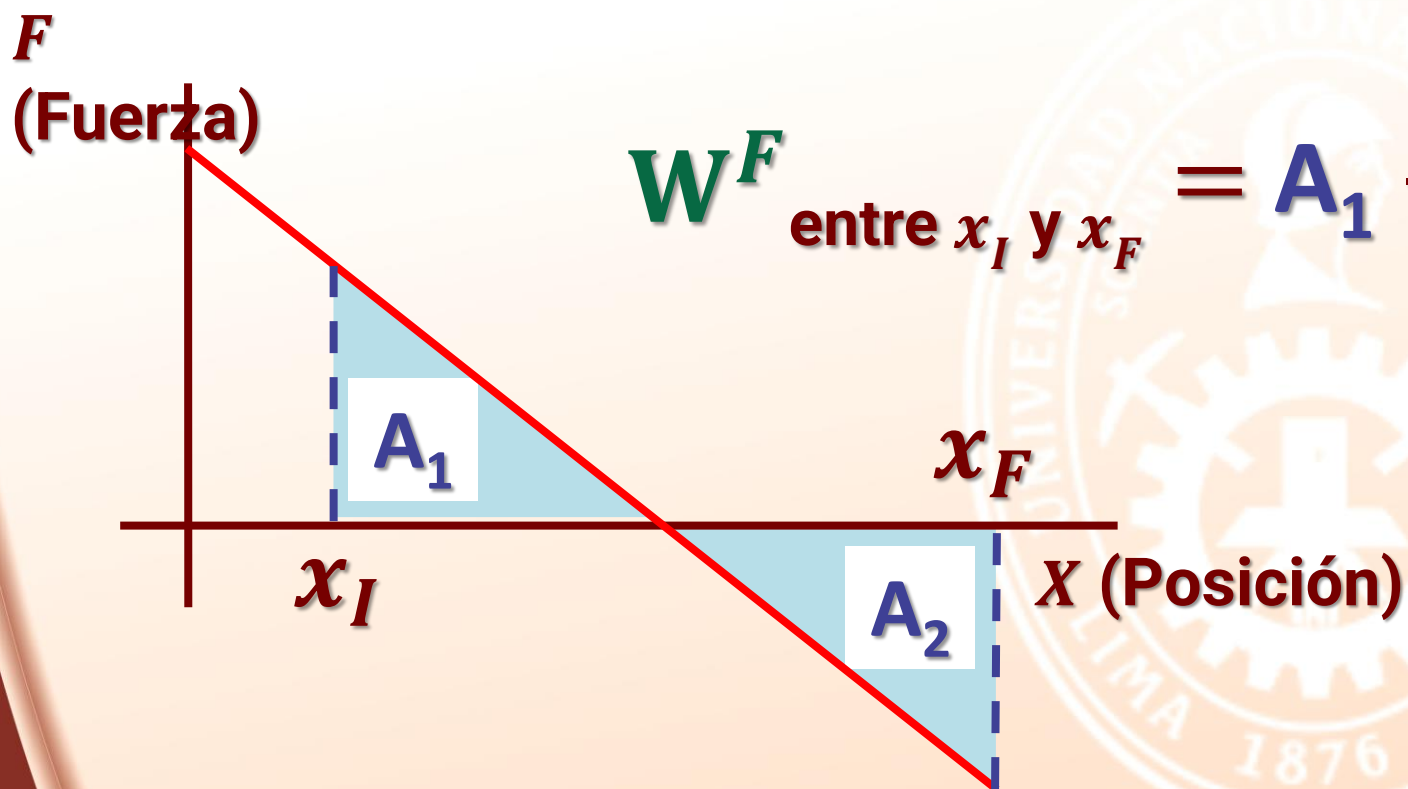


F (Fuerza)

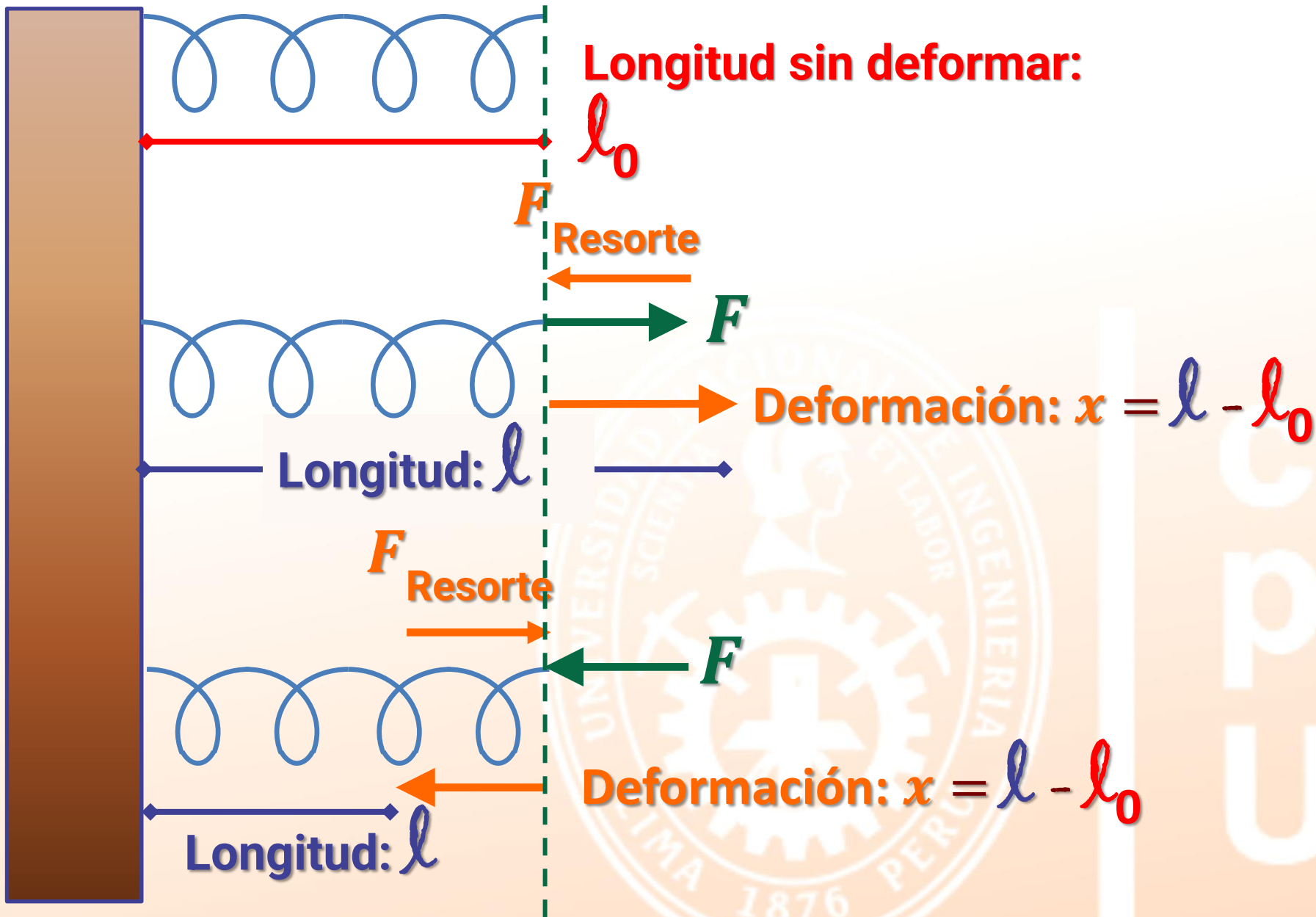


Trabajo de una fuerza de módulo variable con la posición

Hay fuerzas que actúan sobre ciertos cuerpos cuya magnitud varia mientras estos mueven



Un ejemplo es la fuerza que ejerce un resorte.



Fuerza elástica del resorte

Se denomina fuerza elástica a aquella que un cuerpo deformado aplica tratando de recuperar su forma original.

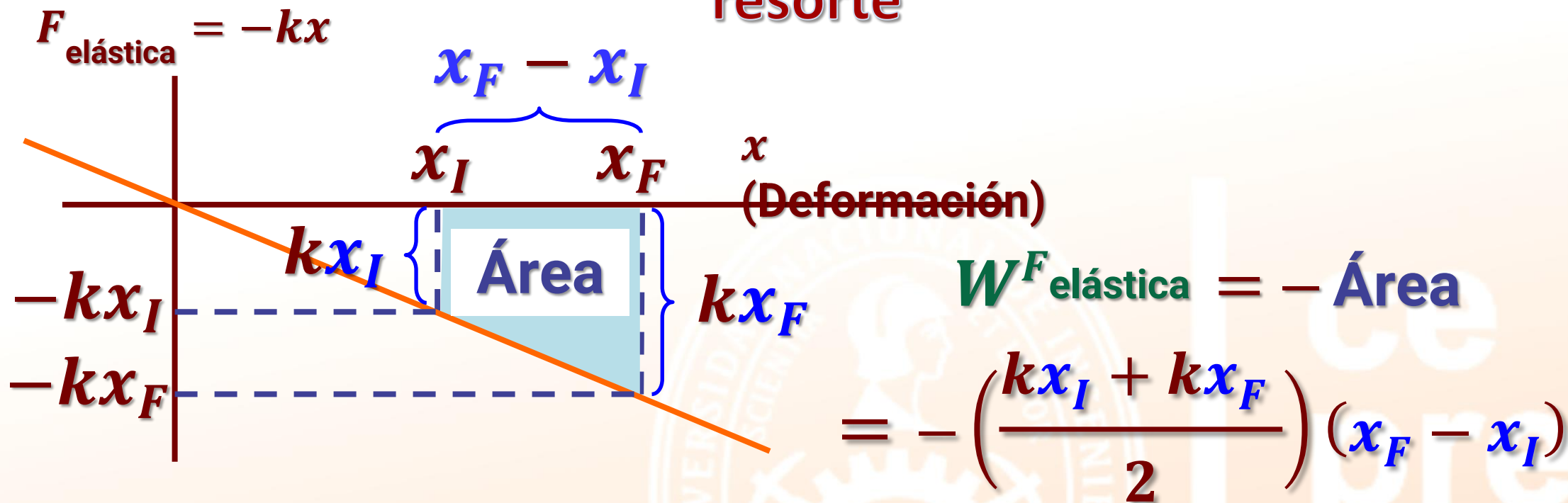
El resorte aplica una fuerza D.P. a su deformación y opuesta a ella. Sea $\vec{x}$ la deformación, entonces:

$$\vec{F}_{\text{elástica}} = -k \vec{x}$$

donde k es la constante elástica del resorte, cuya unidad S.I. es N/m

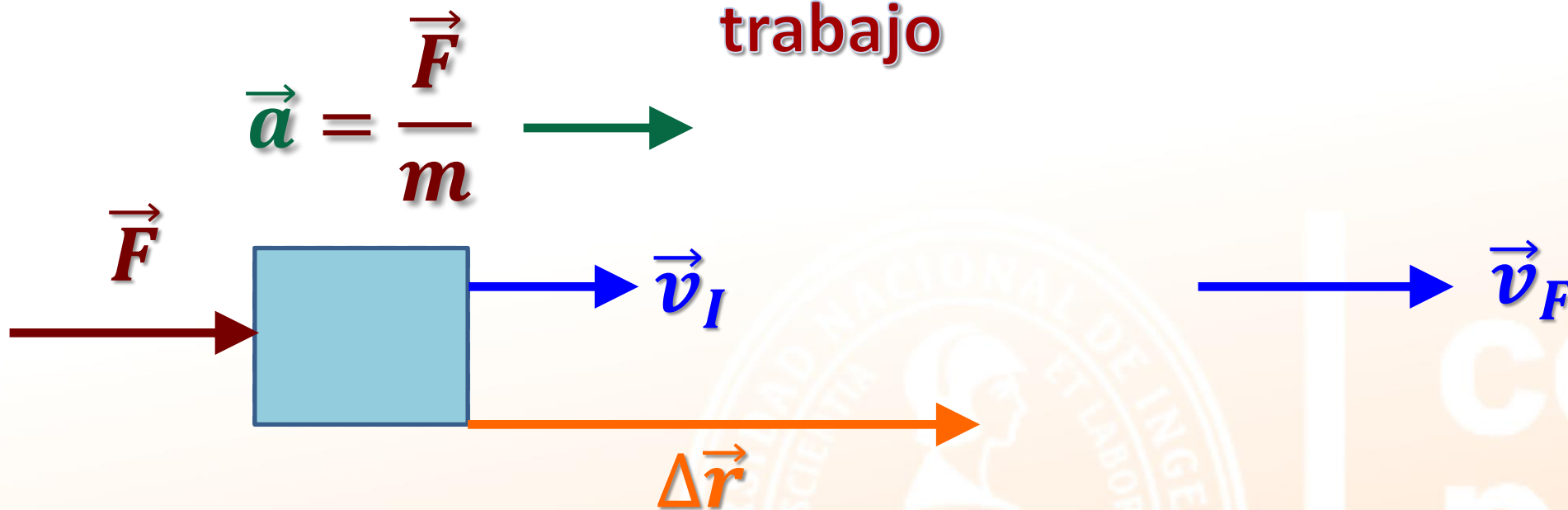
si $k = 10 \text{ N/m}$, esto nos dice que para deformar al resorte 1 m, se debe aplicar sobre él una fuerza de 10 N.

Trabajo de la fuerza elástica del resorte



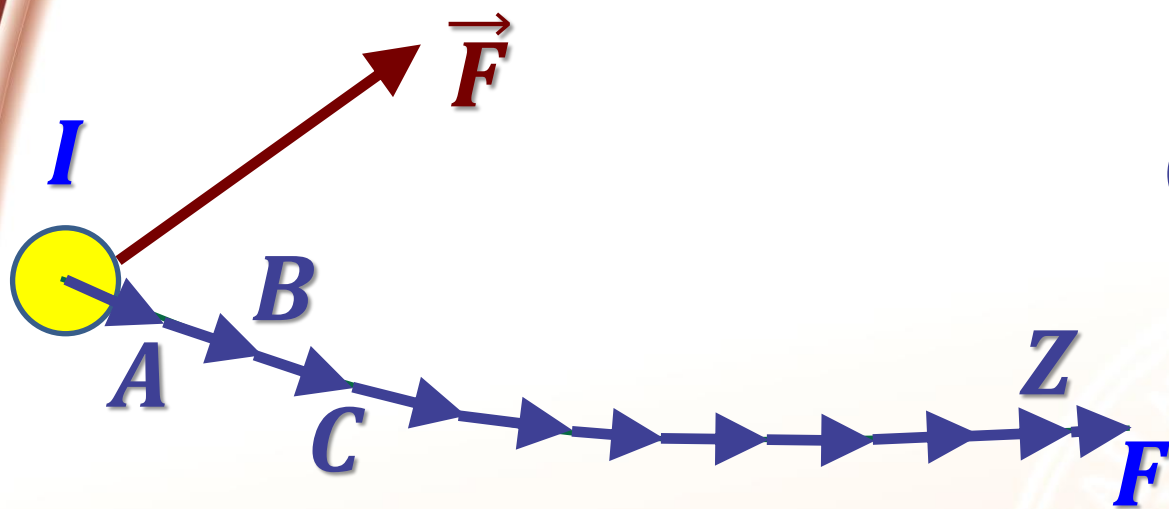
$$W^F_{\text{elástica}} = \frac{1}{2}kx_I^2 - \frac{1}{2}kx_F^2$$

Efecto del trabajo



Si $\vec{F}$ es cte, $\vec{a}$ es cte $\Rightarrow W^F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = m \vec{a} \cdot \Delta \vec{r} = m \left(\frac{|\vec{v}_F|^2 - |\vec{v}_I|^2}{2} \right)$

$$W^F = \frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2$$



Eligimos tramos muy pequeños,
de

manera que aunque $\vec{F}$ fuera
variable, en cambios muy
pequeños de posición se puede
considerar $\vec{F}$ constante

$$\begin{aligned}
 & \begin{array}{c} \downarrow \\ \oplus \\ \downarrow \end{array} \quad \begin{aligned} W^F_{I \rightarrow A} &= \frac{1}{2} m |\vec{v}_A|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2 \\ W^F_{A \rightarrow B} &= \frac{1}{2} m |\vec{v}_B|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_A|^2 \\ W^F_{B \rightarrow C} &= \frac{1}{2} m |\vec{v}_C|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_B|^2 \\ &\vdots \\ W^F_{Z \rightarrow F} &= \frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_Z|^2 \end{aligned} \\
 & \hline
 W^F_{I \rightarrow F} &= \frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2
 \end{aligned}$$

Trabajo neto o resultante

El efecto del trabajo de una fuerza es $W^F = \frac{1}{2}m|\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2}m|\vec{v}_I|^2$

El trabajo realizado por cada fuerza es independiente del trabajo realizado por otras fuerzas, sin embargo se observa un solo cambio de la cantidad $\frac{1}{2}m|\vec{v}|^2$ (es decir $\frac{1}{2}m|\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2}m|\vec{v}_I|^2$). este hecho se sustenta por el principio de superposición.

$$\begin{aligned} W^{\text{Neto}} &= W^{\text{F Resultante}} = \sum W^{\text{cada fuerza}} \\ &= \frac{1}{2}m|\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2}m|\vec{v}_I|^2 \end{aligned}$$



ce
pre
UNI

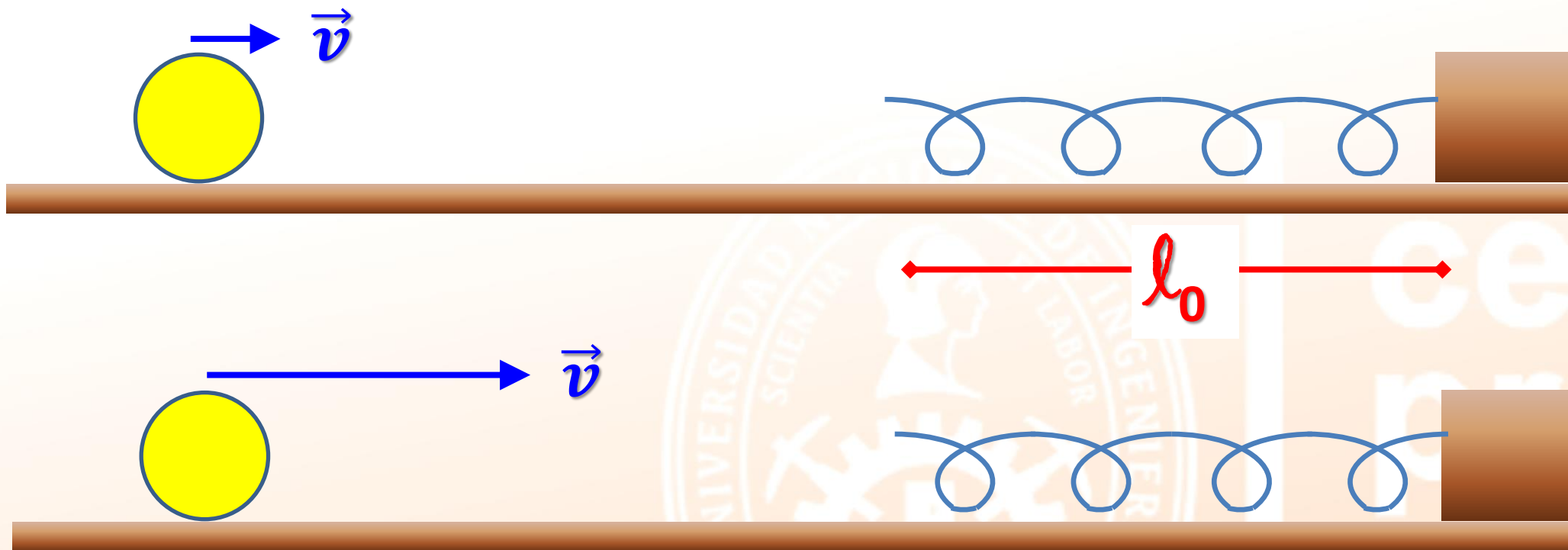
Física

ENERGÍA

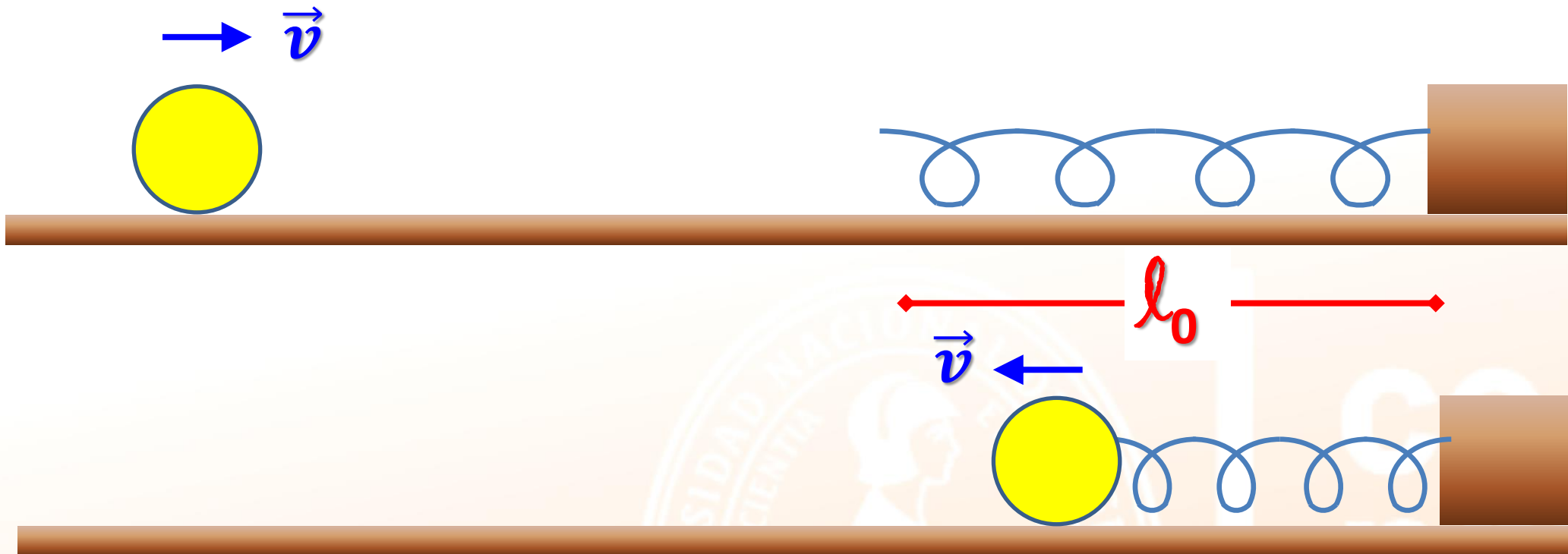
ce
pre
UNI

Energía

Es la capacidad de un cuerpo o sistema de realizar trabajo.



Si un cuerpo llega con mayor rapidez, comprime más al resorte, realizando mayor trabajo. Entonces si tiene más rapidez, tiene más energía.



Si disminuye la rapidez del cuerpo, el cuerpo pierde energía, la cual gana el resorte al comprimirse.

Si aumenta la rapidez del cuerpo, el cuerpo gana energía, la cual pierde el resorte al estirarse.

Si sobre un cuerpo se realiza trabajo positivo, la rapidez de este cuerpo incrementa. Al ir incrementando su rapidez, gana energía. Por ende puede realizar más trabajo.

Si sobre un cuerpo se realiza trabajo negativo, la rapidez de este cuerpo disminuye. Al ir disminuyendo su rapidez, pierde energía. Por ende puede realizar menos trabajo.

Esto significa que la energía que posee un cuerpo depende de la rapidez, y que la energía de ese cuerpo cambia si se realiza trabajo sobre él.

Por lo tanto el trabajo es un mecanismo de transferencia de energía.



Cuando **A** aplica fuerza y realiza trabajo positivo sobre **B**, entonces **B** gana energía. esta energía es perdida por **A** a través del trabajo.

Cuando **A** aplica fuerza y esta realiza trabajo negativo sobre **B**, entonces **B** pierde energía. esta energía es ganada por **A** a través del trabajo.

$$\text{Si } W^{F_{A/B}} = W \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \Delta E_B = W & \text{(Cambio en la energía del cuerpo sobre el que se realiza trabajo)} \\ \Delta E_A = -W & \text{(Cambio en la energía del cuerpo que realiza trabajo)} \end{cases}$$

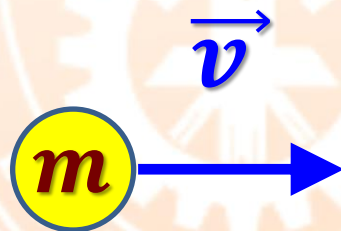
Como el trabajo es transferencia de energía, entonces cuando se realiza trabajo sobre un cuerpo, sobre él se produce un cambio en su energía :

$$W^{\text{Neto}} = \underbrace{\frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2}_{\text{Cambio en la energía del cuerpo sobre el que se realiza trabajo}}$$

Cambio en la energía del cuerpo sobre el que se realiza trabajo

Definimos la energía cinética, como la capacidad de un cuerpo de realizar trabajo en virtud a su rapidez

$$E_{\text{Cinética}} = E_k = \frac{1}{2} m |\vec{v}|^2$$



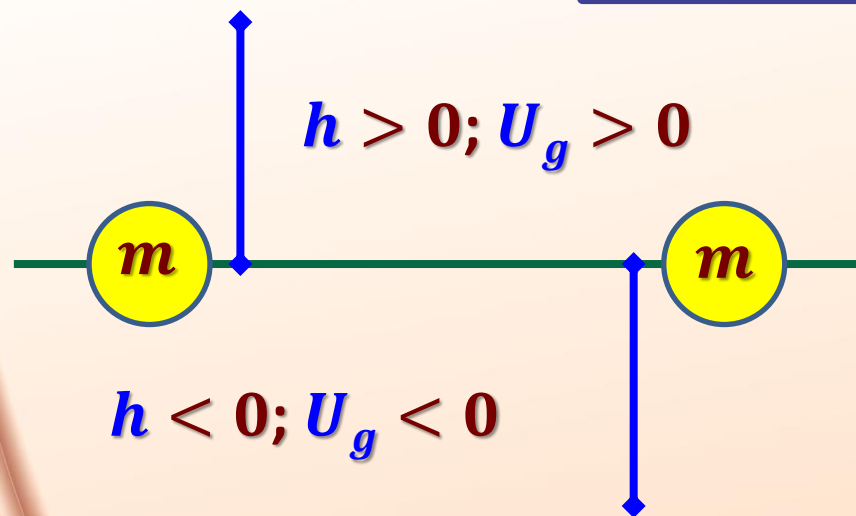
$$W^{\text{Neto}} = E_{k_F} - E_{k_I}$$

En el caso de la interacción tierra-cuerpo, cuando tierra realiza trabajo (Trabajo del peso) cambia la energía del cuerpo.

$$W^{mg} = \underbrace{mgh_I - mgh_F}$$

Definimos la energía potencial gravitatoria, como la capacidad de tierra de realizar trabajo

$$U_{\text{Potencial Gravitatoria}} = U_g = mgh$$



Nivel de
referencia
 $h = 0; U_g = 0$

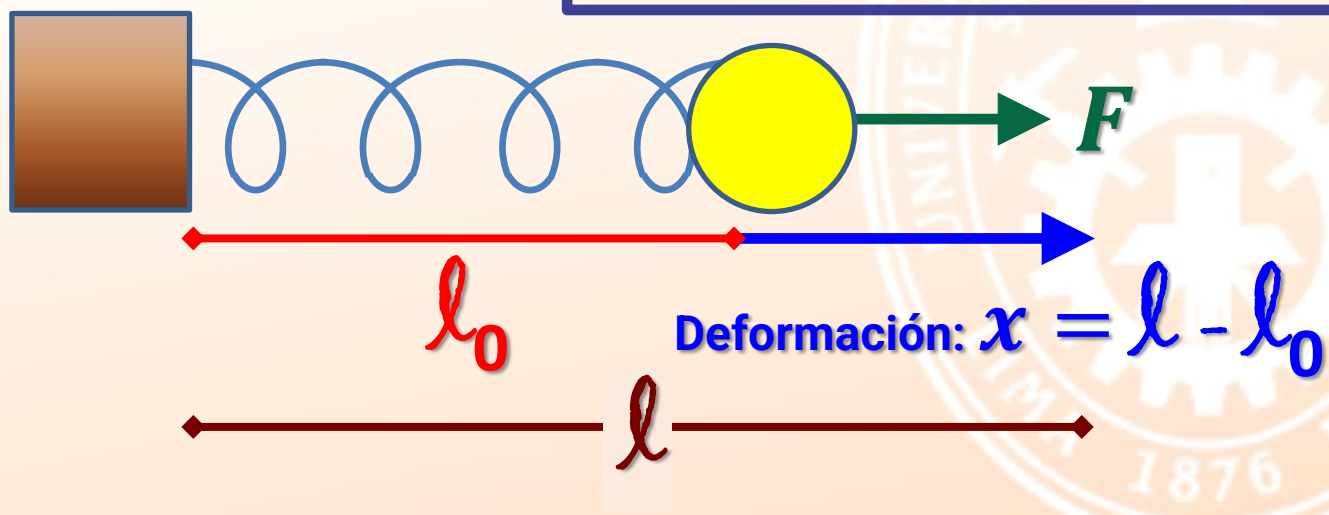
$$W^{mg} = U_{g_I} - U_{g_F}$$

En el caso de la interacción resorte-cuerpo, cuando el resorte realiza trabajo (trabajo de la fuerza elástica) cambia la energía del cuerpo.

$$W^{F_{\text{Elástica}}} = \frac{1}{2} k x_I^2 - \frac{1}{2} k x_F^2$$

Definimos la energía potencial elástica, como la capacidad del resorte de realizar trabajo

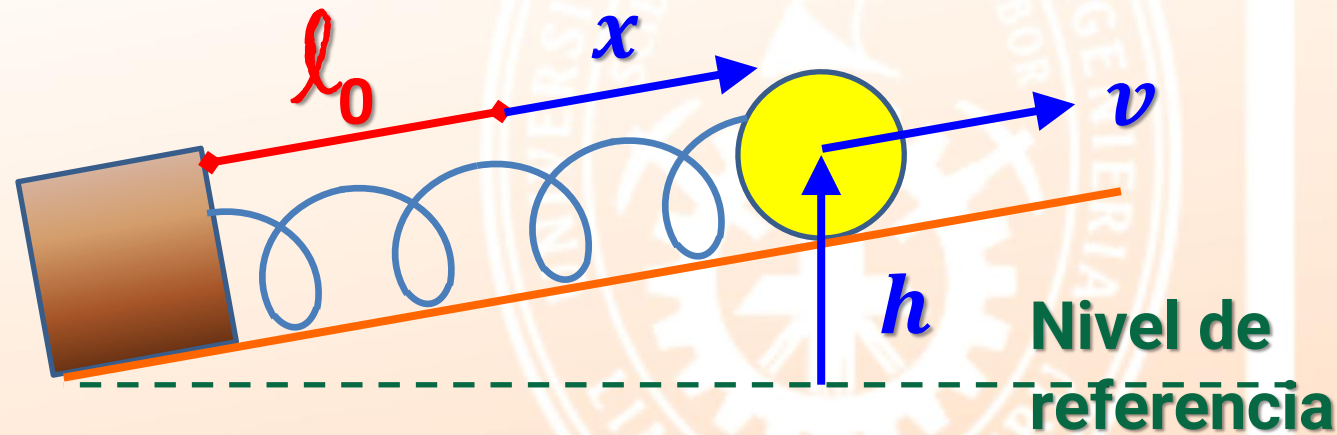
$$U_{\text{Potencial Elástica}} = U_e = \frac{1}{2} k x^2$$



$$W^{F_{\text{Elástica}}} = U_{e_I} - U_{e_F}$$

Definimos la energía mecánica como la capacidad del sistema cuerpo, tierra y resorte de realizar trabajo.

$$E_{\text{Mecánica}} = E_M = \frac{1}{2} m |\vec{v}|^2 + mgh + \frac{1}{2} kx^2$$



Si consideramos que sobre un cuerpo sólo el peso y/o la fuerza elástica realizan trabajo

$$W^{\text{Neto}} = W^{mg} + W^F_{\text{elástica}}$$

$$\frac{1}{2}m|\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2}m|\vec{v}_I|^2 = mgh_I - mgh_F + \frac{1}{2}kx_I^2 - \frac{1}{2}kx_F^2$$

$$\frac{1}{2}m|\vec{v}_F|^2 + mgh_F + \frac{1}{2}kx_F^2 = \frac{1}{2}m|\vec{v}_I|^2 + mgh_I + \frac{1}{2}kx_I^2$$

$$\Rightarrow E_{M_F} = E_{M_I}$$

Es decir el trabajo de estas fuerzas conserva la energía mecánica (su valor permanece constante).

Como la energía mecánica (E_M) se conserva cuando sólo realizan trabajo el peso y/o la fuerza elástica, a estas fuerzas se le denominan fuerzas conservativas, pues su trabajo conserva la energía mecánica.

Estas fuerzas conservativas tienen asociada una cantidad escalar llamada energía potencial (U), la cual representa la energía del cuerpo que aplica la fuerza conservativa.

El trabajo realizado por las fuerzas conservativas viene dado por

$$W_{\text{Fuerza conservativa}} = -\Delta U = -(U_F - U_I) = U_I - U_F$$

esto es porque si el cuerpo que recibe el trabajo gana (pierde) una energía W , el cuerpo que realiza el trabajo pierde (gana) una energía W

De acuerdo con la expresión

$$W_{\text{Fuerza conservativa}} = -\Delta U = -(U_F - U_I) = U_I - U_F$$

El trabajo de las fuerzas conservativas

Es independiente
de la trayectoria.

Sólo depende de las
posiciones inicial y final.

En una trayectoria cerrada
(punto final es igual al inicial)
es igual a cero

$$W_{\text{Neto}} = W^{mg} + W^F_{\text{Elástica}} + \sum W_{\text{Otras}} \text{ fuerzas}$$

$$\sum W_{\text{Otras fuerzas}} = W_{\text{Neto}} - W^{mg} - W^F_{\text{Elástica}}$$

$$= \frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 - \frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2 - (mgh_I - mgh_F) - \left(\frac{1}{2} kx_I^2 - \frac{1}{2} kx_F^2 \right)$$

$$= \frac{1}{2} m |\vec{v}_F|^2 + mgh_F + \frac{1}{2} kx_F^2 - \left(\frac{1}{2} m |\vec{v}_I|^2 + mgh_I + \frac{1}{2} kx_I^2 \right)$$

$$= E_{M_F} - E_{M_I} \Rightarrow \boxed{\sum W_{\text{Otras fuerzas}} = E_{M_F} - E_{M_I}}$$

Fuerzas diferentes al peso y fuerza elástica se denominan fuerzas no conservativas

Se debe tener cuidado al interpretar

$$\begin{aligned} W_{\text{Fuerzas no conservativas}} &= \sum W_{\text{Otras fuerzas}} \\ &= E_{M_F} - E_{M_I} \end{aligned}$$

Esta expresión no indica que si sobre un cuerpo actúan fuerzas no conservativas, no se conserva la E_M . Esta expresión indica que si esas fuerzas en conjunto realizan trabajo ($\sum W_{\text{Otras fuerzas}} \neq 0$) entonces no se conserva la E_M y el valor de ese trabajo representa el cambio en la E_M .

Si las fuerzas no conservativas no realizan trabajo (esto significa que todas esas fuerzas son perpendiculares a la trayectoria o que la suma de todos sus trabajos es cero) entonces se conserva la E_M . Esto es equivalente a decir que sólo el peso y/o la fuerza elástica realizan trabajo.



ce
pre
UNI

Física

POTENCIA

ce
pre
UNI

POTENCIA

Es la rapidez con la que se transfiere energía. Su unidad S.I. es el watt (W)

Para intervalos de tiempo grandes, se calcula la potencia media:

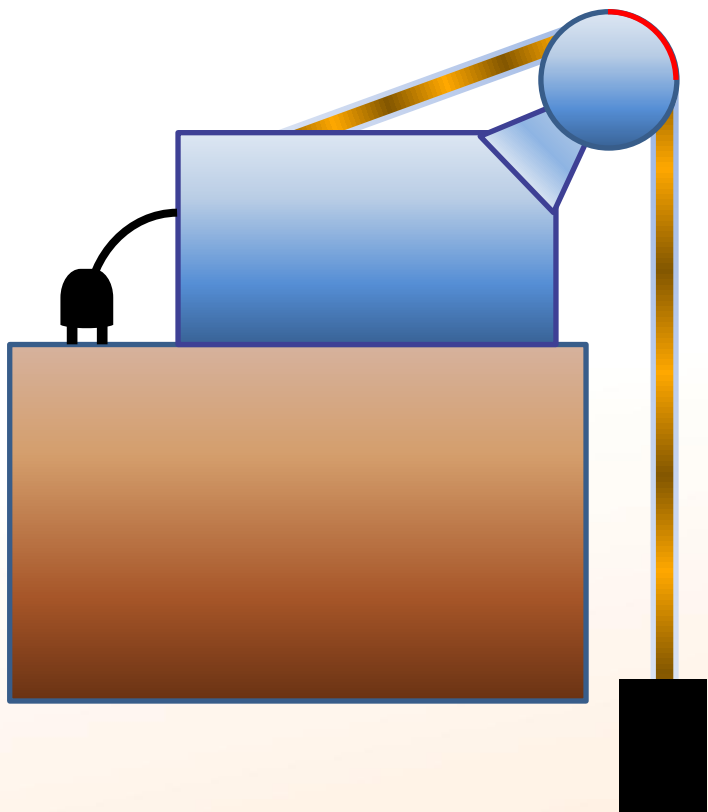
$$P_m = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{W^F}{\Delta t}$$

Para intervalos de tiempo pequeños, se calcula la potencia instantánea:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta E}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W^F}{\Delta t}$$

Una fuerza variable, puede considerarse constante en Δt muy pequeños .

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W^F}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \left(\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right) = \vec{F} \cdot \vec{v}$$



Se entrega energía a la máquina en un Δt , sin embargo en ese mismo Δt no toda esa energía la máquina la transforma en trabajo.

La potencia entregada es la razón de cambio de la energía que recibe la máquina respecto al tiempo

La potencia útil es la razón de cambio de la parte de la energía que recibe la máquina y que transforma en trabajo respecto al tiempo

Se define la eficiencia es la razón entre la potencia útil y la entregada

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{ÚTIL}}}{P_{\text{ENTREGADA}}}$$