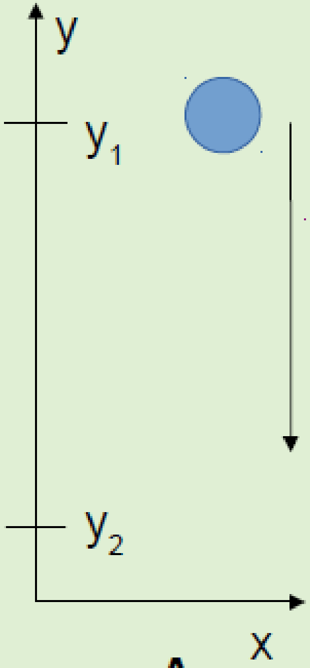
CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA, FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS

• FUERZA CONSERVATIVA:

- si el **W** que realiza sobre un sistema es independiente a la trayectoria, sólo depende de las posiciones iniciales y finales

si el **W** que realiza sobre un sistema en una trayectoria cerrada es **nulo**

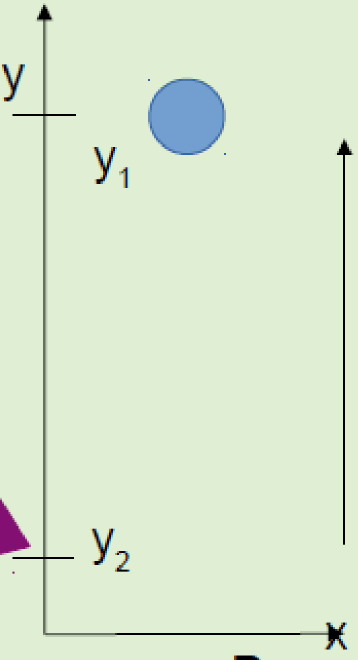
Ejemplos de fuerzas conservativas:



caso A

$$W_{\vec{F}_{gA}}=\int_{y_1}^{y_2}\vec{F}_g.d\vec{r}=-\int_{y_1}^{y_2} m\,g\,dy=m\,g\left(y_1-y_2\right)$$

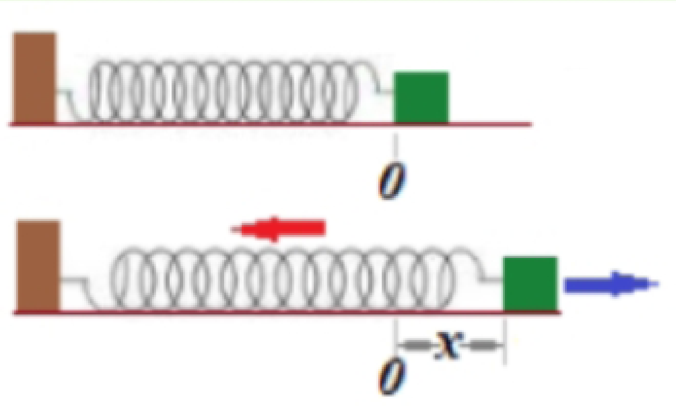
$$W_{\vec{F}_{gB}}=\int_{y_2}^{y_1}\vec{F}_g.d\vec{r}=-\int_{y_2}^{y_1} m\,g\,dy=m\,g\left(y_2-y_1\right)$$



caso B

La suma de **caso A** y **caso B** nos da una trayectoria cerrada, y el trabajo total de la fuerza gravitatoria es $W_{\vec{F}_{gT}}=W_{\vec{F}_{gA}}+W_{\vec{F}_{gB}}=0$

Un bloque pegado a un resorte se desplaza de 0 a x



$$W_{el1}=\int_0^x \vec{F}_{el}.d\vec{r}=\int_0^x F_{el}dx=-\int_0^x kx\,dx=\frac{-kx^2}{2}$$

Y luego vuelve de x a 0

$$W_{el2}=\int_x^0 \vec{F}_{el}.d\vec{r}=\int_x^0 F_{el}dx=-\int_x^0 kx\,dx=\frac{kx^2}{2}$$

El trabajo neto realizado por el resorte (de 0 a X y de X a 0) es la suma de los trabajos

$$W_{neto}=W_{el1}+W_{el2}=0$$

- La **ENERGÍA POTENCIAL** es aquella forma de energía que depende la **posición** del sistema.
- Anteriormente vimos que el trabajo de un fuerza conservativa, sólo depende de las posiciones inicial y final, entonces el trabajo de este tipo de fuerzas está asociado a la energía potencial tal que
- $$W_{\vec{F}_{cons}} = -\Delta E_{potencial} = E_{potencial_i} - E_{potencial_f}$$

$$E_{pot\ grav}(y) = m g y$$

$$E_{pot\ elástica}(x) = \frac{k}{2} x^2$$

- Retomando el teorema de la clase anterior

$$W_{neto} = \Delta E_{cinética}$$

$$W_{\vec{F}_{no\ cons}} + W_{\vec{F}_{cons}} = \Delta E_{cinética}$$

$$W_{\vec{F}_{no\ cons}} + \left(-\Delta E_{potencial}\right) = \Delta E_{cinética}$$

$$W_{\vec{F}_{no\ cons}} = \Delta E_{cinética} + \Delta E_{potencial} = \Delta E_{mecánica}$$

- Se define a la **ENERGÍA MECÁNICA** de un sistema como la **suma** de sus **ENERGÍAS CINÉTICA** y **POTENCIAL**

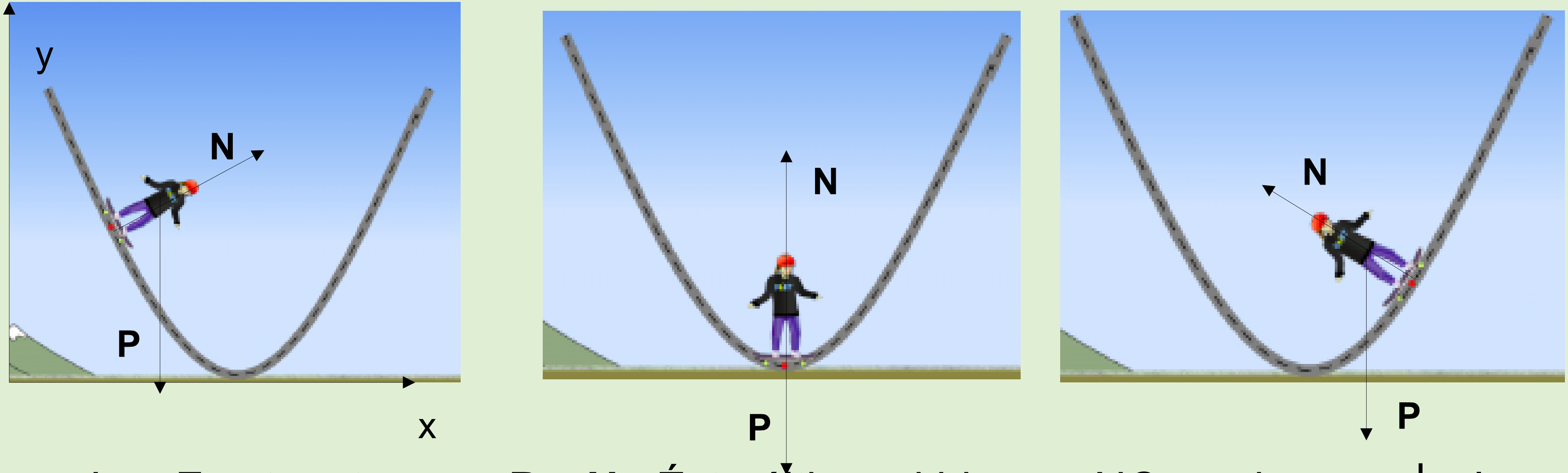
TEOREMA DE TRABAJO Y ENERGÍA MECÁNICA

El trabajo de las fuerzas NO conservativas que actúan sobre un sistema es igual a la variación de la energía mecánica del mismo.

$$W_{\vec{F}_{no\ cons}} = \Delta E_{mecánica}$$

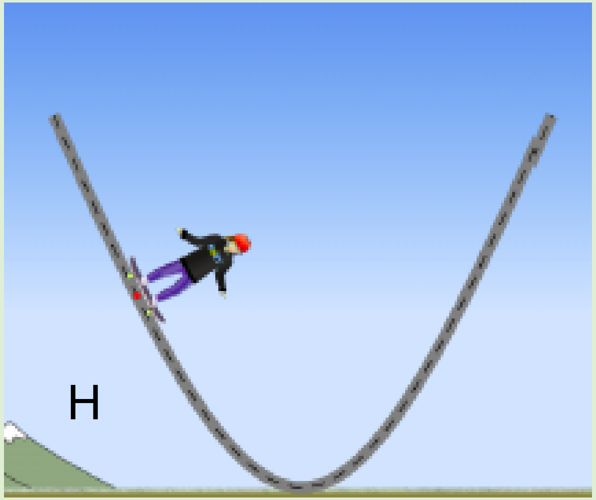
Si no hay W_{FNC} energía potencial puede transformarse en energía cinética sin que la energía mecánica del sistema cambie.

RAMPA SIN ROCE



Las **F** actuantes son **P** y **N** . Ésta última si bien es NC es siempre ⊥ al desplazamiento, NO hace W.

- La única fuerza que hace W es el **P** que es CONSERVATIVA. El niño de masa m está a una inicialmente a una altura H quieto, entonces:

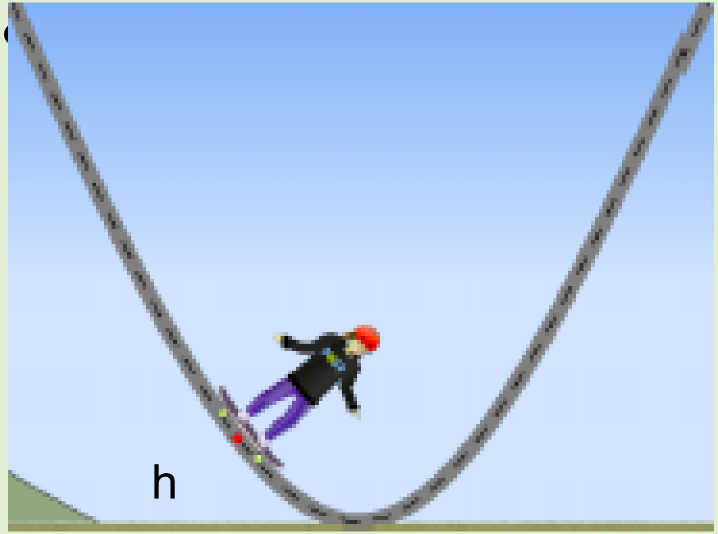


$$E_{pg_i} = mgH$$

$$E_{c_i} = 0$$

$$E_{m_i} = E_{pg_i} + E_{c_i} = mgH$$

La energía mecánica se conserva (es cte.), entonces a medida que el niño desciende (H>h), decrece su E_{pg} y aumenta su E_c pero de manera tal que E_m=cte.



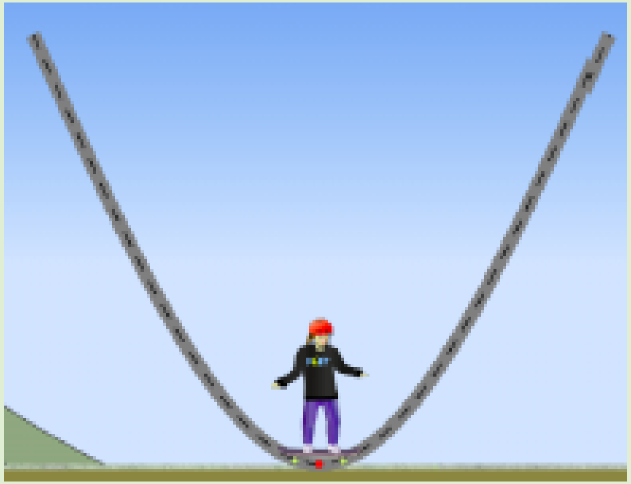
En este instante "x" (H>h),

$$E_{pg_x} = mgh \qquad E_{c_x} = \frac{m}{2} v_x^2$$

$$E_{m_x} = E_{pg_x} + E_{c_x} = mgh + \frac{m}{2} v_x^2 = mgH$$

$$E_{pg_i} > E_{pg_x} \quad \text{y} \quad E_{c_i} < E_{c_x} \longleftarrow E_{m_x} = E_{m_i} = cte$$

$$v_x = \sqrt{2g(H-h)}$$



En el instante que llega a la base,

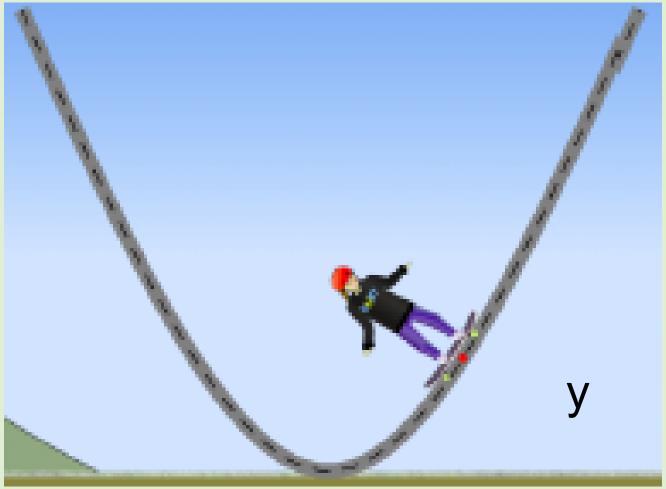
$$E_{pg_b}=0 \qquad E_{c_b}=\frac{m}{2}v_b^2 \qquad \vec{v}_b=máx$$

$$E_{m_b}=E_{pg_b}+E_{c_b}=\frac{m}{2}v_b^2=m\,g\,H$$

$$E_{m_b}=E_{m_x}=E_{m_i}=cte$$

$E_{pg_i}>E_{pg_x}>E_{pg_b}$ y $E_{c_i}<E_{c_x}<E_{c_b}$

$$v_b=\sqrt{2\,gH}$$



Cuando el niño comienza a ascender, encontrándose a una altura *y* (H>*y*)

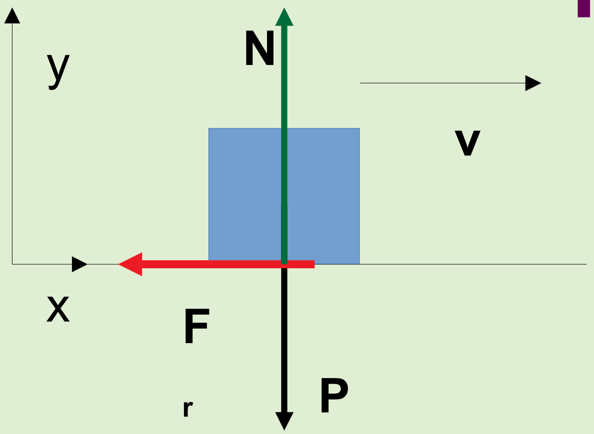
$$E_{pg_y} = m g y \qquad E_{c_y} = \frac{m}{2} v_y^{\ 2}$$

$$E_{m_y} = E_{pg_y} + E_{c_y} = m g y + \frac{m}{2} v_y^{\ 2} = m g H$$

$$E_{pg_i} > E_{pg_y} > E_{pg_b} \quad \text{y} \quad E_{c_i} < E_{c_y} < E_{c_b} \longleftarrow E_{m_y} = E_{m_b} = E_{m_x} = E_{m_i} = cte$$

$$v_y = \sqrt{2 g (H - y)}$$

- ¿Cuál es la altura máx a la que puede subir?
  - Usando que E_m=cte, la altura máx es H. La energía potencial es máxima y la energía cinética es nula



• Plano horizontal con roce

Un cuerpo que se mueve a una v_i =v entra en contacto con una superficie que tiene roce. Se desplaza una cierta distancia sobre ella hasta que termina y luego sigue moviéndose a una v_f . ¿ Cómo es esta velocidad respecto de la v_i ? ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de roce?

El desplazamiento se da en el eje x, por ende NO hay trabajo de la **N** y del **P** entonces $\Delta E_{pg}=0$, E_{pg}=cte. En este caso es nula. Sólo hay W de la **F_r** que es NO CONSERVATIVA, de hecho quita energía mecánica.

Es una FUERZA DISIPATIVA, la velocidad v_f será menor que v_i.

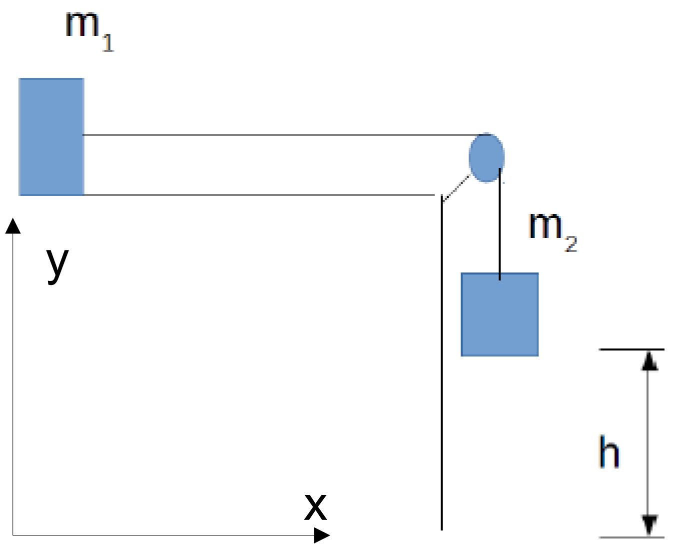
$$W_{F_r} = \Delta E_m = \frac{m}{2} v_f^2 - \frac{m}{2} v_i^2 < 0$$

Ejercicio 4 En uno de los extremos de una cuerda ligera e inextensible se ata una masa de m_1=0,25 kg, la cual está sobre una mesa horizontal con roce. La cuerda pasa por una polea de masa despreciable y sin roce, y se ata a otra masa de m_2=0,4 kg en el otro extremo, de forma que cuelga verticalmente. El coeficiente de roce dinámico entre el bloque y la mesa es μ_d=0,2.

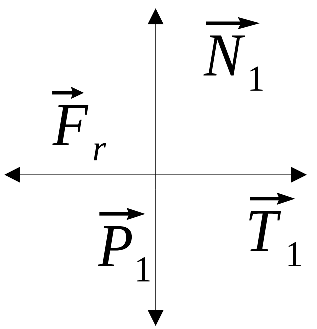
a) Enuncie el teorema de Trabajo y Energía Mecánica.

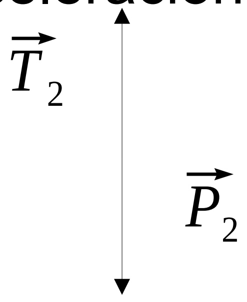
b) Determinar la velocidad de los bloques cuando cada uno de ellos se desplaza h=2 m desde el reposo.

a) El trabajo de las fuerzas no conservativas que actúan sobre un sistema es igual a la variación de la energía mecánica del mismo.



b) Como la cuerda es ideal, si m_2 desciende un $\Delta y=-h$, m_1 se deplaza un $\Delta x=h$, y ambos tienen la misma velocidad y aceleración.





m_1 se desplaza sobre el eje horizontal por ende, las fuerzas $\boldsymbol{N}$ y $\boldsymbol{P_1}$ no realizan trabajo, sólo lo hacen las fuerzas $\boldsymbol{F_r}$ y $\boldsymbol{T_1}$, que no son conservativas.

$$W_{T_1}=\int_0^h \vec{T}_1 . d\vec{x}=\int_0^h T_1 dx=T_1 h$$

$$W_{F_r}=\int \vec{F}_r . d\vec{x}=-\int F_r dx=-F_r h$$

Sobre el cuerpo 2 ambas fuerzas ($\boldsymbol{P_2}$ y $\boldsymbol{T_2}$) hacen trabajo. $\boldsymbol{P_2}$ es conservativa, entonces su trabajo está asociado al cambio en la energía potencial sin modificar a la energía mecánica.

$$W_{T_2}=\int_h^0 \vec{T}_2 \cdot d\vec{y}=\int_h^0 T_2\,dy=-T_2 h \qquad W_{P_2}=-\Delta E_{pg}=E_{pgi}-E_{pgf}=m_2 gh-0$$

Si tomamos a los dos cuerpos como un sistema $W_{Fr}+W_{T1}+W_{T2}+W_{P2}=\Delta Ec$

$|T_1|=|T_2|$

$$-F_r h+\cancel{T_1 h}-\cancel{T_2 h}+m_2 gh=m_1 v^2/2+m_2 v^2/2=(m_1+m_2)v^2/2$$

$$v^2=2(m_2 hg-F_r h)/(m_1+m_2)$$