

# 10

10ma Unidad

## Trabajo Energía y Potencia

### 10.2 Conservación de Energía.

No es la ausencia de dificultades lo que hace una vida plena, es la inspiración con la que generas soluciones, la voluntad con la que accionas y el amor con el que renuevas cada día la convicción de ser parte de la vida.

#### Descripción

**Conservación Energía**

**Guiones Didácticos**

**TRABAJO Y ENERGÍA, Energía, Energía Mecánica, Conservación de la Energía.**

Una forma sencilla y breve de presentar el concepto de energía es:

**Energía.** Es la capacidad para realizar un trabajo.

En el estudio de la mecánica, el trabajo está asociado a movimiento.

Consideremos un cuerpo que está en reposo, al caer adquiere velocidad, entonces en el punto de partida, tiene una energía potencial gravitacional y a medida que cae, esta se convierte en energía cinética.

O podemos tener un bloque comprimiendo un resorte y al soltarlo este adquiere velocidad con la que sale disparado, en este caso, tenemos que la energía potencial elástica almacenada por el resorte comprimido, se transfiere al bloque manifestándose como energía cinética.

La energía mecánica está compuesta por tres formas de energía, energía cinética, energía potencial gravitacional y energía potencial elástica.

**Energía Cinética.** Es la que tiene todo cuerpo en movimiento, se calcula con la fórmula, energía cinética igual a un medio de la masa por la velocidad al cuadrado.

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

**La energía potencial gravitacional.** Es la que tiene todo cuerpo que está ubicado de tal manera que al ser liberado cae libremente por efecto de la gravedad. La fórmula es, energía potencial gravitacional igual a masa por gravedad por altura, donde la altura es la medida desde el punto donde se encuentra inicialmente hasta donde llega una vez a caído.

$$E_p = mgh$$

**TRABAJO Y ENERGÍA, Ejercicio 1.**

Un escalador con una masa de 60kg invierte 30s en escalar una pared de 10m de altura. Calcular:

- El peso del escalador
- El trabajo realizado en la escalada
- La energía potencial al alcanzar los 10 m.

**Datos**

$m = 60\text{kg}$   
 $t = 30\text{s}$   
 $h = 10\text{m}$   
 $P_g = ?$   
 $W = ?$   
 $E_p = ?$

Conocemos la masa del escalador y la gravedad. Con esto hallamos el peso.

$$P_g = m \cdot g$$

$$P_g = 60\text{kg} \cdot 9.8\text{m/s}^2$$

$$P_g = 588\text{N}$$

**Nota:** El escalador asciende a velocidad constante, podemos deducir esto por que el enunciado no indica de forma explícita que el movimiento sea acelerado, en cambio indica que asciende los 10 metros en 30 segundos.

Un movimiento a velocidad constante es un caso de Equilibrio Dinámico, entonces la fuerza aplicada por el escalador para ascender menos el peso es igual a cero.

MRU  $\Rightarrow$  Equilibrio Dinámico

$$F - P_g = 0$$

Despejamos la fuerza de ascenso.

$$F - P_g = 0$$

$$F = P_g$$

$$F = 588\text{N}$$

El esfuerzo (fuerza) del escalador y el desplazamiento están dirigidos verticalmente y hacia arriba. Tienen la misma dirección y sentido. El trabajo realizado por el escalador es fuerza de ascenso por el desplazamiento.

$$W = F \cdot d$$

$$W = 588\text{N} \cdot 10\text{m}$$

$$W = 5880\text{Joules}$$

El trabajo realizado por el escalador es de 5880 Joules.

Con esta sección se completa la relación Trabajo-Energía con el estudio de casos son sistemas más complejos, en los que se tienen varios tipos de fuerza y energías. Fuerzas de campo, como la gravitacional, fuerzas de resortes, que generan energía potencial elástica, y superficies no lisas que generan fuerzas de roce estática y cinética. Acompáñanos.

## Conocimientos Previos Requeridos

Movimiento, Elementos del movimiento, Movimiento rectilíneo, Movimiento uniforme.

## Contenido

Conservación de la Energía, Ejercicios.

## Videos Disponibles

[TRABAJO Y ENERGÍA. Energía. Energía Mecánica, Conservación de la Energía](#)

[TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 1](#)

[TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 2](#)

[TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 3](#)

[TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 4](#)

[TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 5](#)

Se sugiere la visualización de los videos por parte de los estudiantes previo al encuentro, de tal manera que sean el punto de partida para desarrollar una dinámica participativa, en la que se use eficientemente el tiempo para familiarizarse con los conceptos nuevos y fortalecer el lenguaje operativo.

## Guiones Didácticos

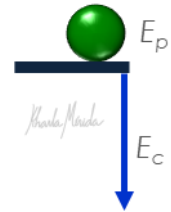
### ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Energía. Energía Mecánica, Conservación de la Energía.

Una forma sencilla y breve de presentar el concepto de energía es:

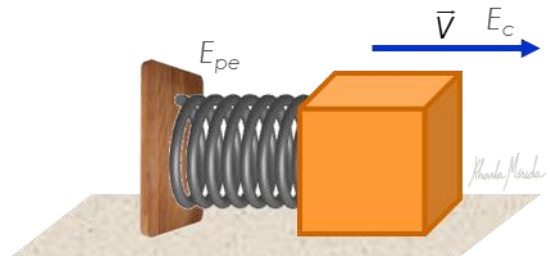
**Energía.** Es la capacidad para realizar un trabajo.

En el estudio de la mecánica, el trabajo esta asociado a movimiento.

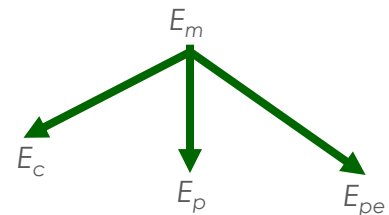
Consideremos un cuerpo que esta en reposo, al caer adquiere velocidad, entonces en el punto de partida, tiene una energía potencial gravitacional y a medida que cae, esta se convierte en energía cinética.



O podemos tener un bloque comprimiendo un resorte, y al soltarlo esta adquiere velocidad con la que sale disparado, en este caso, tenemos que la energía potencial elástica almacenada por el resorte comprimido, se transfiere al bloque manifestándose como energía cinética



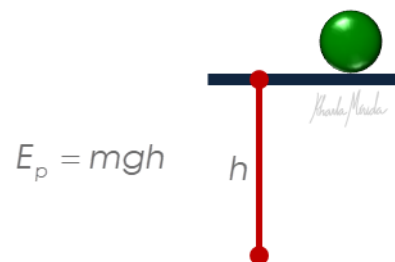
La energía mecánica esta compuesta por tres formas de energía, energía cinética, energía potencial gravitacional y energía potencial elástica



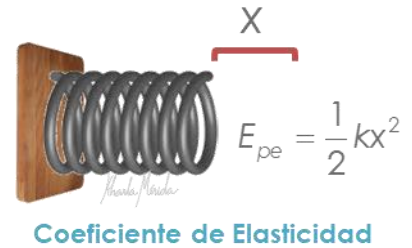
**Energía Cinética.** Es la que tiene todo cuerpo en movimiento, se calcula con la fórmula, energía cinética igual a un medio de la masa por la velocidad al cuadrado

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

**La energía potencial gravitacional.** Es la que tiene todo cuerpo que esta ubicado de tal manera que al ser liberado cae libremente por efecto de la gravedad, su fórmula es, energía potencial gravitacional igual a masa por gravedad por altura, donde la altura es la medida desde el punto donde se encuentra inicialmente hasta donde llega una vez a caído



**La energía potencial elástica.** Es la que se comprime o estira un resorte o cuerda elástica, y su valor se obtiene con, energía potencial elástica igual a un medio de k por x al cuadrado, donde k es el coeficiente de elasticidad del resorte, y x es la medida de la deformidad del resorte, es decir, lo que se comprimió o se estiró



**Energía Mecánica.** Es la suma de las tres formas de energía.

$$E_c + E_p + E_e = E_m$$

### Ley de la Conservación de la Energía

Cuando en un cuerpo, o sistema, no actúan fuerzas externas, y los movimientos son causados por la transformación de estas tres energías, la energía mecánica del sistema se conserva. Esto es,

$$\text{Energía mecánica inicial} = \text{Energía mecánica final.}$$

La ecuación correspondiente a esta ley, puede darse de manera explícita así:

$$E_{mo} = E_{mf}$$

$$E_{co} + E_{po} + E_{peo} = E_{cf} + E_{pf} + E_{pef}$$

**Nota:** Se ha tomado de manera universal, decirle a la energía potencial gravitacional, solo Energía Potencial, y se menciona todo el nombre completo cuando se trata la Energía Potencial Elástica. En esta ecuación se consideraran todas o solo algunas de las energías según sea la situación de estudio

## ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 1.

Un escalador con una masa de 60kg invierte 30s en escalar una pared de 10m de altura. Calcula:

- El peso del escalador
- El trabajo realizado en la escalada
- La energía potencial al alcanzar los 10 m



### Datos

$$m = 60\text{Kg}$$

$$t = 30\text{s}$$

$$d = 10\text{m}$$

$$P_e = ?$$

$$W = ?$$

$$E_p = ?$$

Conocemos la masa del escalador y la gravedad. Con esto hallamos el peso.

$$P_e = m \cdot g$$

$$P_e = 60\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2$$

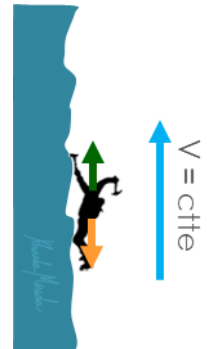
$$P_e = 588\text{N}$$

**Nota:** El escalador asciende a velocidad constante, podemos deducir esto por que **el enunciado no indica de forma explícita que el movimiento sea acelerado**, en cambio indica que asciende los 10 metros en 30 segundos.

Un movimiento a velocidad constante es un caso de Equilibrio Dinámico, entonces la fuerza aplicada por el escalador para ascender menos el peso es igual a cero.

MRU → Equilibrio Dinámico

$$F - P_e = 0$$



Despejamos la fuerza de ascenso.

$$F - P_e = 0$$

$$F = P_e \quad F = 588\text{N}$$

El esfuerzo (fuerza) del escalador y el desplazamiento están dirigidos verticalmente y hacia arriba, Tienen la misma dirección y sentido. El trabajo realizado por el escalador es fuerza de ascenso por el desplazamiento.

$$W = F \cdot d$$

$$W = 588\text{N} \cdot 10\text{m}$$

$$W = 5880\text{Joules}$$



El trabajo realizado por el escalador es de 5880 Joules.

La energía potencial gravitacional esta presente toda vez que un cuerpo se encuentre ubicado a una distancia del suelo distinta de cero.

**Ecuación de Energía Potencial.** La altura es la distancia a la que se encuentra del suelo o nivel que hemos indicado como referencia.

Energía potencial es igual a 5880 Joules,

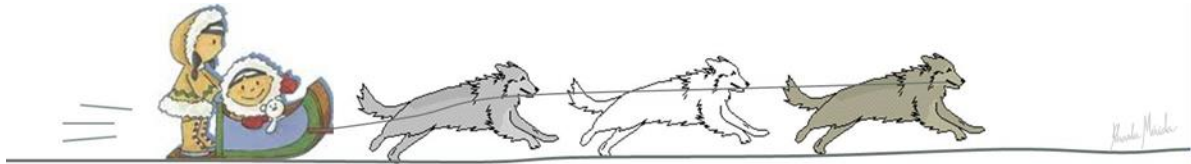
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 60\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot 10\text{m}$$

$$E_p = 5880\text{Joules}$$

## ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 2

Un grupo de perros arrastra un trineo de 100 kg en un tramo de 2km sobre una superficie horizontal a velocidad constante. Si el coeficiente de fricción entre el trineo y la nieve es 0,15. Determine a) el trabajo efectuado por los perros y b) la energía perdida debido a la fricción.



$$m = 100\text{Kg}$$

$$d = 2\text{Km}$$

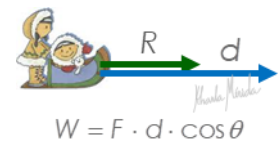
$$V = \text{cte}$$

$$\mu = 0,15$$

$$a) W = ?$$

$$b) \Delta E = ?$$

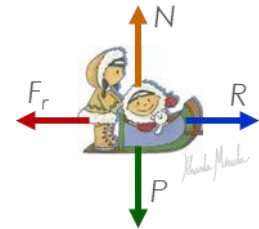
Entre todos los perros producen una fuerza resultante,  $R$ , que actúa sobre el trineo halándolo hacia adelante y generando su desplazamiento. Sabemos que el trabajo es igual al módulo de la fuerza por el módulo del desplazamiento por el coseno del ángulo.



$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

Para hallar el trabajo realizado por los perros debemos conocer la fuerza  $R$  que ellos producen, que disminuida por la fricción,  $F_r$ , hace que el trineo se mueva a velocidad constante.

En el diagrama de cuerpo libre del trineo, se tiene verticalmente peso hacia abajo, y normal hacia arriba, horizontalmente fuerza  $R$  hacia la derecha y fuerza de roce hacia la izquierda.



$$\Sigma F_x = R - F_r = 0$$

$$\Sigma F_y = N - P = 0$$

### Sumatorias de las fuerzas

**Horizontales.** Fuerza resultante menos fuerza de roce igual a cero.

**Verticales.** Normal menos peso igual a cero.

**Nota:** Horizontalmente el sistema está en equilibrio dinámico, porque se mueve a velocidad constante, por lo que la sumatoria se iguala a cero. Verticalmente el sistema está en equilibrio estático, porque no hay movimiento vertical, por lo que la sumatoria se iguala a cero.

En la segunda ecuación sustituimos el peso por masa por gravedad, y despejamos la normal, sustituimos los valores conocidos.

$$N - P = 0 \quad N - m \cdot g = 0$$

$$N = m \cdot g$$

$$N = 100\text{Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N = 980\text{N}$$

En la primera ecuación sustituimos  $F_r$  por  $\mu N$ , y despejamos  $R$ , sustituimos los valores de  $\mu$  y  $N$ .

$$R - F_r = 0 \quad R - \mu \cdot N = 0$$

$$R = \mu \cdot N$$

$$R = 0,15 \cdot 980\text{N}$$

$$R = 147\text{N}$$

El desplazamiento del trineo esta en kilometro, debemos convertirlo a metros para que este en el mismo sistema de unidades que la fuerza.

2Km es equivalente 2000m, si tienes dudas sobre la conversión consulta la sección de conversión de unidades.

El trabajo realizado por los perros es:

**la fuerza que ellos producen por el desplazamiento por el coseno de cero,**

**Nota:** la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección o sentido.

$$N = 980 \text{ N} \quad d = 2 \text{ Km}$$

$$R = 147 \text{ N} \quad d = 2000 \text{ m}$$

$$W = R \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$W = 147 \text{ N} \cdot 2000 \text{ m}$$

$$W = 294.000 \text{ Joules}$$

$$W = 294 \text{ KJoules}$$

**La energía perdida por efecto de la fuerza de roce es igual al trabajo realizado por la fuerza de roce.** Como la fuerza de roce es igual a R, el trabajo realizado por la fuerza de roce tiene el mismo valor que el trabajo realizado por R pero con signo contrario. que representa el hecho de que la fuerza de roce no aporta nada al desplazamiento, más bien lo dificulta.

$$\Delta E = W_{Fr}$$

$$\text{como } F_r = R$$

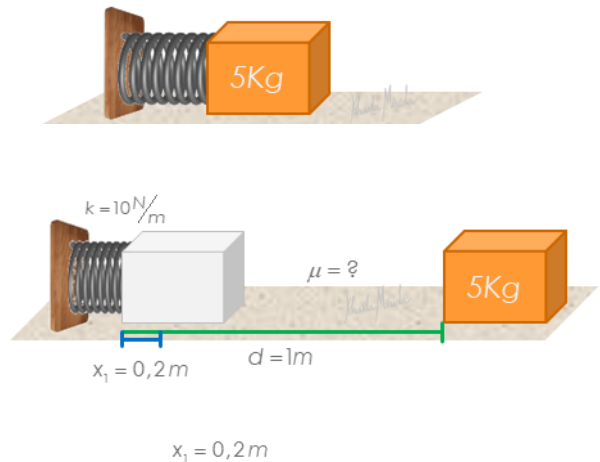
$$W_{Fr} = -294.000 \text{ Joules}$$

**Nota:** El signo negativo representa el hecho de que la fuerza de roce no sólo no aporta nada al desplazamiento, si no que lo dificulta.

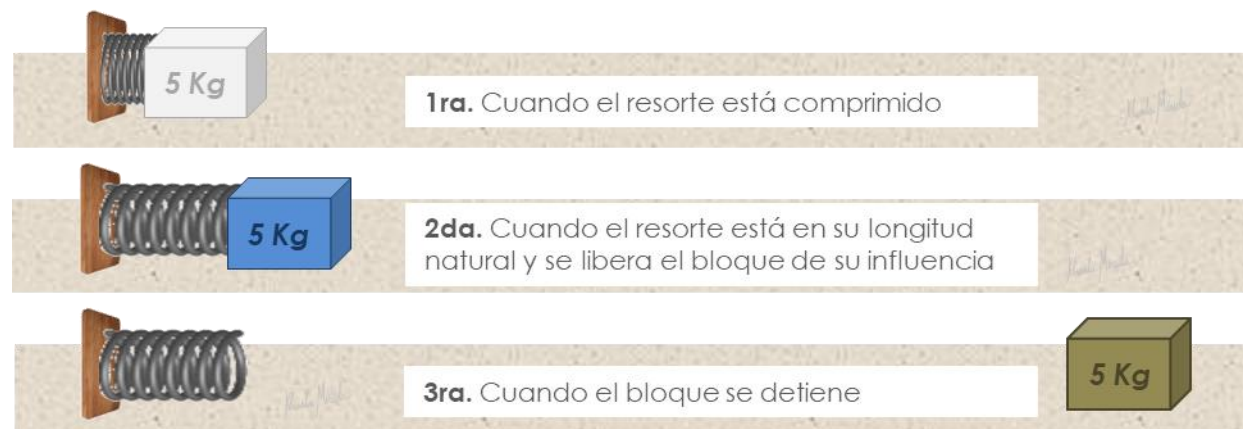
### ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 3

Un bloque que pesa 5 Kg se comprime contra un resorte horizontal de masa despreciable, reduciendo su longitud una cantidad  $x_1 = 0,2 \text{ m}$ .

Al soltar el bloque, éste se desplaza una distancia de 1m, sobre una horizontal, antes de quedar en reposo. La constante de elasticidad del resorte es  $10 \text{ N/m}$ . ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la mesa?



#### Posiciones notables en este evento

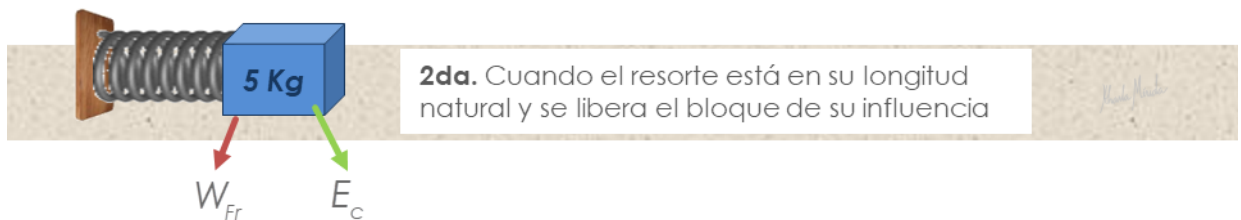




En la **1ra posición** sólo hay energía potencial elástica



En la **2da posición** hay energía cinética y trabajo negativo realizado por la fuerza de roce

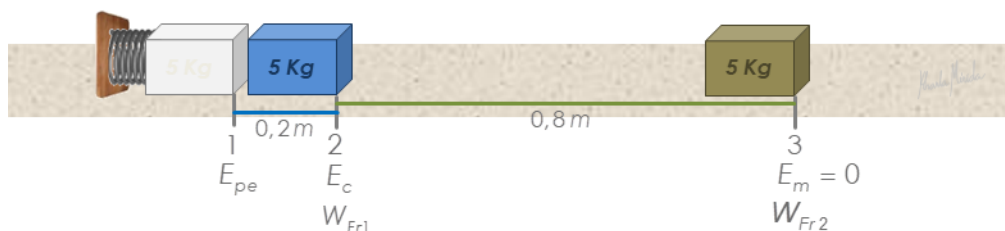


En la **3ra posición** no hay ninguna de las formas de energía mecánica, porque la fuerza de roce transforma toda la energía mecánica en energía térmica



**Primer tramo.** De posición 1 a posición 2, hay un desplazamiento de 0,2m. Aplica la ecuación de trabajo y energía.

$$E_{m1} - W_{Fr1} = E_{m2}$$



**Segundo tramo.** De posición 2 a posición 3, hay un desplazamiento de 0,8m. Aplica la ecuación de trabajo y energía.

$$E_{m2} - W_{Fr2} = 0$$

$E_{m2}$  es común a ambas ecuaciones, podemos despejar y sustituir para reducir incógnitas.

$$\left. \begin{array}{l} E_{m1} - W_{Fr1} = E_{m2} \\ E_{m2} - W_{Fr2} = 0 \end{array} \right\} E_{m1} - W_{Fr1} = W_{Fr2}$$

$$E_{m1} = W_{Fr1} + W_{Fr2}$$

La energía mecánica en el punto uno es energía potencial elástica del resorte comprimido, el trabajo realizado en el primer tramo es fuerza de roce por el primer desplazamiento, y el trabajo realizado en el segundo tramo es fuerza de roce por el segundo desplazamiento.

$$E_{m1} = W_{Fr1} + W_{Fr2}$$

$$E_{pe} = Fr_1 \cdot d_1 + Fr_2 \cdot d_2$$

Sustituimos la fórmula de energía potencial elástica y fuerza de roce.

$$\frac{1}{2}kx^2 = \mu \cdot N \cdot d_1 + \mu \cdot N \cdot d_2$$

La normal es igual al peso del cuerpo,  $N = P = m \cdot g = 5\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 = 49\text{N}$

sustituimos los valores conocidos en la ecuación.  $\frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{m}} (0,2)^2 \text{m}^2 = \mu \cdot 49\text{N} \cdot 0,2\text{m} + \mu \cdot 49\text{N} \cdot 0,8\text{m}$

efectuamos las operaciones y despejamos

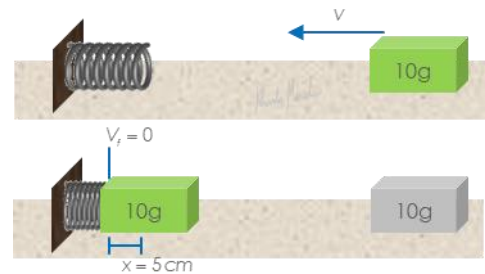
$$0,2\text{N} \cdot \text{m} = \mu \cdot 49\text{N} \cdot 1\text{m}$$

$$\mu = \frac{0,2\text{N} \cdot \text{m}}{49\text{N} \cdot 1\text{m}} \quad \mu = 0,041$$

## ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 4

Un bloque de 10g de masa desliza con velocidad  $v$  sobre una superficie plana, sin rozamiento, hasta chocar con un resorte perfectamente elástico de masa despreciable.

El bloque queda en reposo después de haber comprimido 5cm el resorte.



La constante del resorte vale 1000 dinas/cm.

- ¿Cuál es la energía potencial del resorte?
- ¿Cuál es la velocidad  $v$  del bloque inmediatamente antes del choque con el resorte?
- ¿qué trabajo realiza el bloque sobre el resorte?

Aplicamos la fórmula de energía potencial elástica. Sustituimos los valores de  $k$  y de  $x$  distribuimos la potencia.

Simplificamos las unidades y efectuamos los cálculos.

$$E_{pe} = 12500 \text{ ergios}$$

**Nota:** En este sistema **no hay fuerza de roce**, por lo tanto **la energía se conserva**.

$$E_{mo} = E_{mf}$$

Antes de entrar en contacto con el resorte, el bloque tiene sólo energía cinética. Cuando comprime totalmente el resorte sólo hay energía potencial elástica.

Energía cinética antes del choque es igual a la energía potencial elástica del resorte.

$$E_c = E_{pe}$$

Energía cinética es un medio de la masa por velocidad al cuadrado y la energía potencial elástica la obtuvimos antes.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_{pe} = 12500 \text{ergios}$$

Despejamos la velocidad y nos queda velocidad igual a raíz de dos por 12500 ergios sobre 10 gramos.

$$\frac{1}{2}mv^2 = 12500 \text{ ergios}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 12500 \text{ergios}}{10g}}$$

Simplificamos unidades y efectuamos los cálculos.

$$v = 50 \text{ cm/s}$$

El trabajo que efectúa el bloque sobre el resorte es igual a la energía potencial elástica que el resorte adquiere.

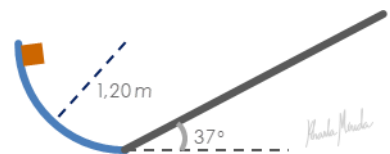
$$W = E_{pe}$$

$$W = 12500 \text{ergios}$$

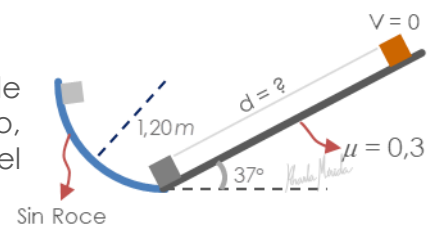
**Nota:** No hay fuerzas externas en el sistema, entonces **el bloque efectúa el trabajo con la energía cinética que tiene gracias a su movimiento**.

## ▶ TRABAJO Y ENERGÍA. Ejercicio 5

La pista representada en la figura consta de un cuarto de circunferencia lisa y de un tramo recto rugoso, unidos como se indica en la figura. El radio de la circunferencia es 1,20 m y la inclinación del plano 37°.



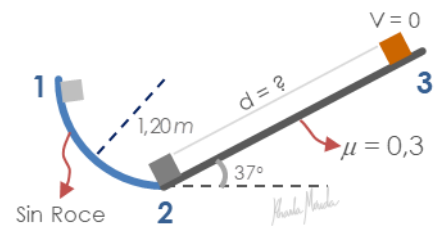
Un bloque se abandona desde el punto mas alto de la pista circular. Esta última carece de rozamiento, mientras que el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano inclinado es 0,3.



¿Qué distancia se desplaza sobre el plano inclinado antes de detenerse?

## Posiciones notables del evento

- 1 El punto más alto de la pista circular, que está a 1,20 metros de altura.
- 2 Cuando está en la parte mas baja de la pista
- 3 Cuando está en el punto más alto del plano inclinado



**Posición 1.** Sólo hay energía potencial debida a la altura, la energía cinética es nula porque se suelta desde el reposo en el punto dos sólo hay energía cinética y en el punto 3 sólo hay energía potencial debida a la altura alcanzada

$$E_{p1}$$

**Posición 2.** Sólo hay energía cinética

$$E_{c2}$$

**Posición 3.** Sólo hay energía potencial debida a la altura alcanzada

$$E_{p3}$$

### De la posición 1 a la posición 2.

Aplica **ley de la conservación de la energía**, pues no hay fuerza de roce.

$$E_{m1} = E_{m2}$$

Tenemos energía potencial en 1, igual a energía cinética en 2.

$$E_{p1} = E_{c2}$$

Sustituimos las fórmulas de las energías potencial y cinética, simplificamos las masas que están multiplicando en ambos lados.

$$\cancel{m} \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cancel{m} \cdot v^2$$

$$g \cdot h_1 = \frac{1}{2} v^2$$

Despejamos la velocidad

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}$$

Sustituimos los valores de la gravedad y de la altura uno que es el radio de la pista circular

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 1,20 m}$$

$$v = 4,85 \frac{m}{s}$$

### De la posición 2 a la posición 3.

Aplica **Ecuación de Trabajo y Energía**, porque durante el recorrido la fuerza de roce produce un trabajo de contrarrestar el movimiento.

$$E_{m2} - W_{Fr} = E_{m3}$$

Entonces nos queda energía cinética en dos menos el trabajo realizado por la fuerza de roce igual a energía potencial en 3.

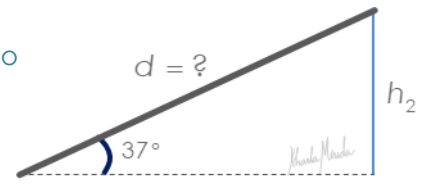
$$E_c - W_{Fr} = E_{p3}$$

Sustituimos las igualdades de energía cinética en uno, trabajo de la fuerza de roce, y energía potencial es igual a masa por gravedad por altura

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 - F_r \cdot d = m \cdot g \cdot h_2$$

$h_2$  debemos calcularla aplicándole trigonometría al triángulo rectángulo que forma la pista con el piso y la altura.

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{CO}{H} \quad \operatorname{sen} 37^\circ = \frac{h_2}{d} \quad h_2 = d \cdot \operatorname{sen} 37^\circ$$

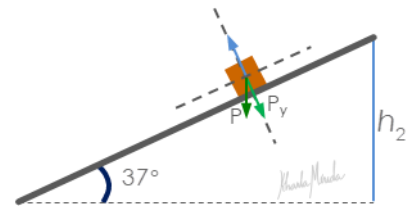


$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 - \mu \cdot N \cdot d = m \cdot g \cdot d \cdot \operatorname{sen} 37^\circ$$

Sustituimos  $F_r = \mu N$ , y  $h_2 = d \cdot \operatorname{sen} 37^\circ$

La normal es igual se equilibra con la componente vertical del peso, entonces  $N = P_y$ .

Sabemos que  $P = m \cdot g$ , entonces  $P_y = m \cdot g \cdot \cos 37^\circ$



$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 - \mu mg \cos 37^\circ \cdot d = mg d \operatorname{sen} 37^\circ$$

Las masas se pueden simplificar porque son un factor común a todos los términos en ambos lados de la igualdad,

$$\frac{1}{2} \cancel{m} \cdot v^2 - \mu \cancel{m} g \cos 37^\circ \cdot d = \cancel{m} g d \operatorname{sen} 37^\circ$$

y despejamos  $d$  que es el valor que nos pide el enunciado

$$\frac{1}{2}v^2 - \mu g \cos 37^\circ \cdot d = g d \operatorname{sen} 37^\circ$$

Sustituimos  $v$ ,  $\mu$  y  $g$ , y efectuamos

$$d = \frac{v^2}{2 \cdot (\mu g \cos 37^\circ + g \operatorname{sen} 37^\circ)}$$

$$d = \frac{(4,85 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (0,3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cos 37^\circ + 9,8 \text{ m/s}^2 \operatorname{sen} 37^\circ)}$$

$$d = 1,42 \text{ m}$$

## Emparejando el Lenguaje

**Energía.** Es la capacidad para realizar un trabajo.

**Energía Cinética.** Es la que tiene todo cuerpo en movimiento, se calcula con la fórmula, energía cinética igual a un medio de la masa por la velocidad al cuadrado.

**Energía potencial gravitacional,** Es la que tiene todo cuerpo que esta ubicado de tal manera que al ser liberado cae libremente por efecto de la gravedad, su fórmula es, energía potencial gravitacional igual a masa por gravedad por altura, donde la altura es la medida desde el punto donde se encuentra inicialmente hasta donde llega una vez a caído.

**Energía potencial elástica,** Es la que se comprime o estira un resorte o cuerda elástica, y su valor se obtiene con, energía potencial elástica igual a un medio de k por x al cuadrado, donde k es el coeficiente de elasticidad del resorte, y x es la medida de la deformidad del resorte , es decir, lo que se comprimió o se estiró.