



Energía Mecánica y su conservación

Física

RUTA DE APRENDIZAJE

- El aprendizaje esperado para este documento es comprender y analizar la energía mecánica y su conservación.
- Este documento está inserto en la unidad de trabajo y energía, como se muestra en el siguiente esquema.



TEMAS

- Energía mecánica
 - Energía cinética
 - Energía potencial
- Conservación de energía mecánica
- Problemas resueltos
- Problemas propuestos

INTRODUCCIÓN

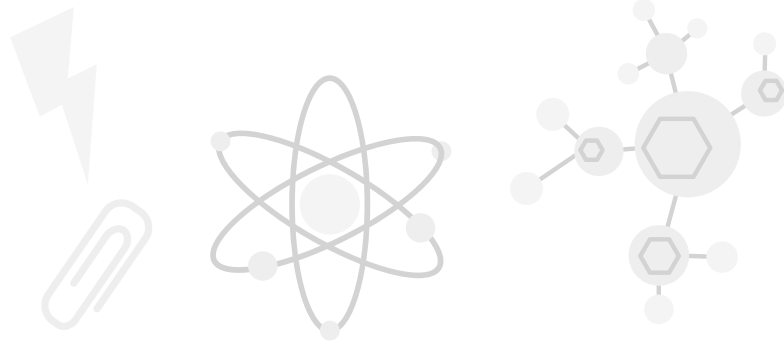
Posiblemente has escuchado hablar de energía en múltiples ocasiones, ya sea en el colegio o en algún programa televisivo, alguna noticia, etc. La energía ha sido pieza fundamental en el desarrollo humano e industrial, por lo mismo es recurrente escuchar este concepto en variadas actividades diarias.

En este documento se estudiará la energía mecánica que está relacionada con la posición y movimiento de los cuerpos, sin embargo es posible que hayas escuchado otro tipo de energía como energía eléctrica, energía térmica, energía química, energía nuclear, entre otras, que son otros tipos de energía presentes en nuestra vida.

Energía Mecánica

La **energía mecánica** de un cuerpo se define como la **capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo mecánico**, es decir, de producir un movimiento.

Existen dos tipos de **energía mecánica**, que son : **energía cinética y energía potencial**. La unidad de medida de la energía es Joule (J).



$$1 \text{ joule} = (1 \text{ newton})(1 \text{ metro}) \quad \text{o bien} \quad 1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Energía cinética

La **energía cinética** se define como la energía **asociada al movimiento de un cuerpo** y se expresa de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Donde:

K : *energía cinética [J]*

m : *masa del cuerpo [kg]*

v : *velocidad del cuerpo [m/s²]*

Importante

Para duplicar la velocidad de un cuerpo, es necesario cuadruplicar la energía.

La **expresión de energía cinética** recién presentada corresponde a **energía cinética de traslación**, pues existe la energía cinética de rotación, que es estudiada en la unidad de dinámica de rotación.

Energía potencial

El segundo tipo de energía mecánica es la energía potencial que puede presentarse de **dos formas: energía potencial gravitacional y energía potencial elástica**.

Considerar

Existen otros tipos de energía potencial como: energía potencial eléctrica y energía potencial química, sin embargo son estudiadas en otras unidades, en esta ocasión se habla solo de energía potencial asociada a la energía mecánica.

Energía potencial gravitacional

Piensa en un sistema que consiste de un libro y la Tierra, que interactúa a través de la fuerza gravitacional. Se hace algo de trabajo sobre el sistema al levantar el libro lentamente desde el reposo a través de un desplazamiento vertical $\Delta \vec{r} = (y_f - y_i)\hat{j}$, como se muestra en la figura 1. De acuerdo con la discusión del trabajo como una transferencia de energía, este trabajo invertido en el sistema debe aparecer como un aumento en energía del sistema. El libro está en reposo antes de realizar el trabajo y está en reposo después de realizar el trabajo. Por lo tanto, no hay cambio en la energía cinética del sistema. Puesto que el cambio de energía del sistema no es en la forma de energía cinética, debe aparecer como alguna otra forma de almacenamiento de energía. Después de levantar el libro, se le podría liberar y dejar que caiga de vuelta a la posición y_i . Note que el libro (y, por lo tanto, el sistema) ahora tiene energía cinética y su fuente está en el trabajo que hizo al levantar el libro. Mientras el libro estaba en el punto más alto, la energía del sistema tenía el potencial para convertirse en energía cinética, pero no lo hizo hasta que al libro se le permitió caer. En consecuencia, al **mecanismo de almacenamiento de energía antes de que el libro se libere** se le llama **energía potencial**. (Serway & Yewett, 2008, p. 177-178)

La **energía potencial gravitacional** está asociada a la posición vertical que tienen los cuerpos y se expresa de la siguiente manera:

$$U_g = mgy$$

Donde:

U_g : energía potencial gravitacional [J]

m : masa del cuerpo [kg]

g : aceleración de gravedad [m/s^2]

y : posición o altura del cuerpo [m]

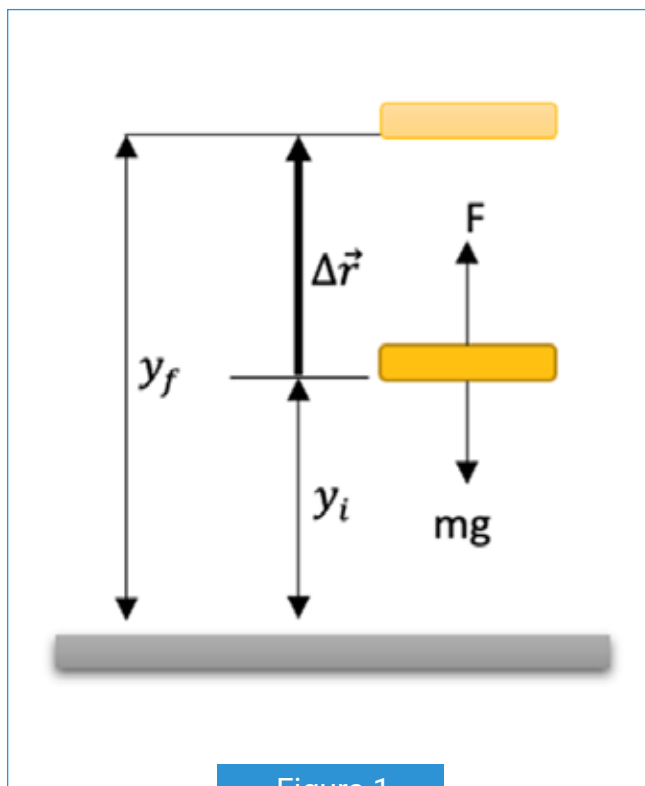


Figura 1

Al resolver problemas, se debe elegir una configuración de referencia para la cual la energía potencial gravitacional del sistema se haga igual a algún valor de referencia, que normalmente es cero.

Relación entre trabajo y energía potencial gravitacional

En el documento de trabajo y potencia, se presentó el teorema trabajo-energía que expresa la relación entre trabajo y energía cinética. Ahora para el caso de la energía potencial gravitacional, se puede establecer la relación con el trabajo de la siguiente manera:

Ecuación de trabajo para un desplazamiento rectilíneo

$$W = Fx$$

En el caso de objetos que se mueven en el eje vertical, la fuerza que actúa, es el peso ($P=mg$) y el cambio de posición en el eje vertical es $y_f - y_i$, por ende la ecuación de trabajo queda como:

$$\begin{aligned} W &= mg(y_f - y_i) \\ W &= mgy_f - mgy_i \\ W &= \Delta U_g \end{aligned}$$

Energía potencial elástica

Para analizar esta energía consideremos un sistema formado por un resorte y un bloque como se muestra en la figura 2. La fuerza que el resorte ejerce sobre el bloque es $F_s = -kx$ (Ley de Hooke). El trabajo invertido por una fuerza aplicada externa F_{ap} en un sistema que consiste de un bloque conectado al resorte se proporciona por la ecuación:

$$W = \frac{1}{2} kx_f^2 - \frac{1}{2} kx_i^2$$

De esta forma el trabajo realizado es igual al cambio de energía potencial gravitacional de un cuerpo.

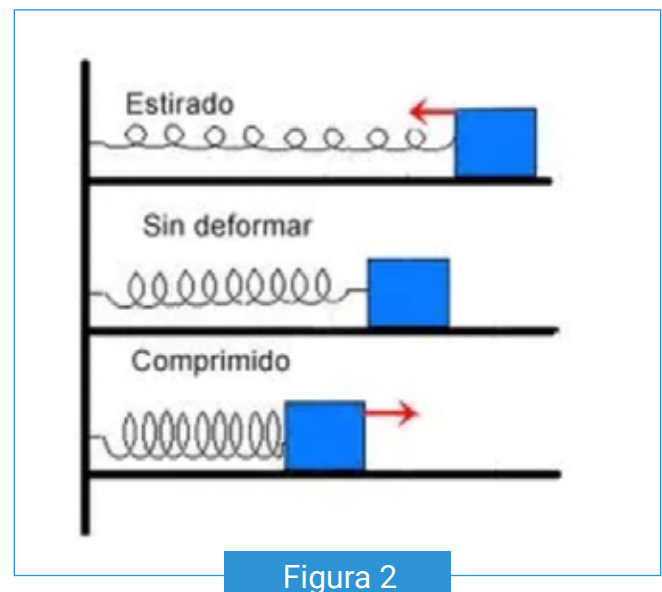


Figura 2

Recordar

La ley de Hooke establece que el alargamiento que experimenta un cuerpo elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre el mismo y se expresa:

$$F_s = -kx$$

En esta ecuación, es posible medir las coordenadas inicial y final del bloque desde su posición de equilibrio ($x=0$). El trabajo invertido en el sistema es igual a la diferencia entre los valores inicial y final de una expresión relacionada con la configuración del sistema. **La función de energía potencial elástica asociada con el sistema bloque-resorte se define mediante:**

$$U_s = \frac{1}{2} kx^2$$

Donde:

U_s : energía potencial elástica[J]

k : constante de elasticidad del material [N/m]

x : compresión o estiramiento del resorte [m]

La energía potencial elástica del sistema se puede percibir como la energía almacenada en el resorte deformado (uno que está comprimido o estirado desde su posición de equilibrio). La energía se almacena en el resorte solo cuando el resorte está estirado o comprimido.

Fuerzas conservativas y no conservativas

Las fuerzas se pueden clasificar en dos tipos: fuerzas conservativas y no conservativas.

Una fuerza es conservativa si el trabajo hecho por la fuerza sobre un objeto que se mueve de un punto a otro depende solo de las posiciones inicial y final del objeto, y es independiente de la trayectoria particular tomada.

Una fuerza conservativa puede ser una función solo de posición, y quizá no dependa de otras variables como el tiempo o la velocidad.

Una fuerza es no conservativa porque el trabajo que realiza depende de la trayectoria. Por ejemplo la fricción o el empuje. Al empujar una caja a través de un piso desde un punto a otro, el trabajo que se realiza depende de si la trayectoria es curva o recta.

Energía mecánica y su conservación

Consideraremos un **sistema conservativo** donde la energía se transforma de cinética a potencial, o viceversa. Para este sistema **la energía mecánica total sería la suma de la energía cinética más la energía potencial** en cualquier momento:

$$E = K + U$$

Al ser fuerzas conservativas, la conservación de energía es:

$$E_{Mi} = E_{Mf} = \text{constante}$$

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

Donde:

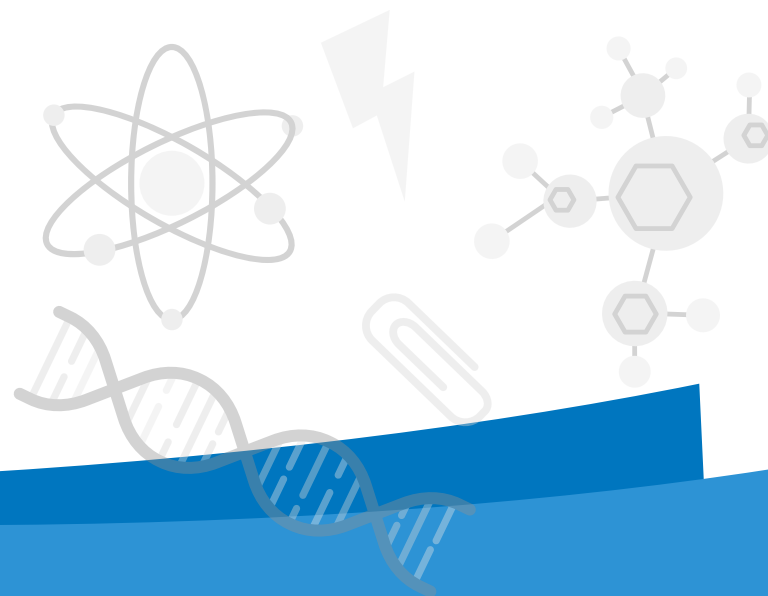
E_M : energía mecánica [J]

K : energía cinética [J]

U : energía potencial [J]

Que la energía mecánica permanezca constante para fuerzas conservativas, es llamado **principio de conservación de la energía mecánica** e indica lo siguiente:

Si solo fuerzas conservativas están efectuando trabajo, la energía mecánica total de un sistema ni aumenta ni disminuye en cualquier proceso. Permanece constante, es decir, se conserva.



Conservación de la energía con fuerzas disipativas

Supongamos un carro de montaña rusa que rueda sobre las colinas de la figura 3 y está sometido a fuerzas de fricción.

Al pasar del punto A al punto B, **la energía disipada por la fuerza de fricción es $F_R l$** donde l es la distancia real a lo largo de la trayectoria recorrida por el objeto del punto A al punto B. Así la ecuación de **conservación de la energía** sería:

$$\Delta E_M = \Delta K + \Delta U = -F_R l$$

Donde:

F_R : fuerza de fricción o roce [J]

l : distancia [m]

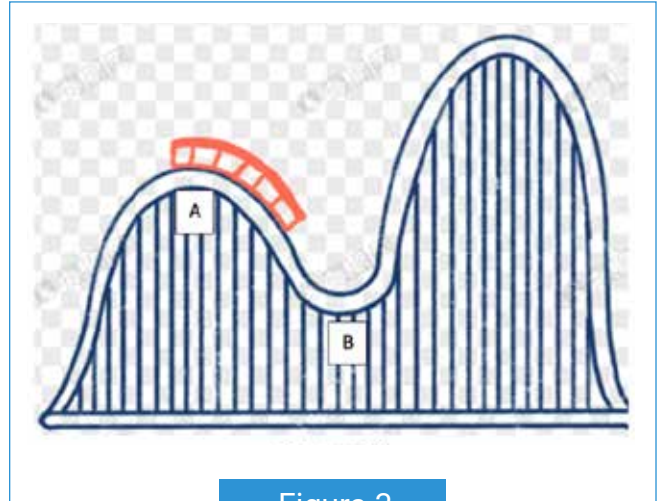


Figura 3



Recordar

La fuerza de roce o fricción es la oposición al movimiento y su ecuación es:

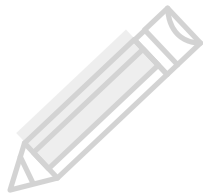
$$F_R = \mu \cdot N$$

Donde:

F_R : fuerza de roce [N]

μ : coeficiente de roce

N : fuerza normal [N]





Lee y analiza los siguientes problemas

Problemas resueltos (considerar $g=10 \text{ m/s}^2$)

A continuación, se presentan tres problemas resueltos con sus procedimientos, en estos problemas se sugiere hacer lo siguiente:

- Lee comprensivamente.
- Revisa el paso a paso.
- Destaca lo que te resulte importante.
- Destaca lo que te genere dudas y luego consulta al tutor.



Problema n°1: tipos de energía mecánica

Calcule la energía que corresponda a cada caso.

- Automóvil de 750 kg que viaja por una autopista común con rapidez 20 m/s.
- Un objeto de masa 2 kg se deja caer desde una altura de 7 m (considerar $g=10 \text{ m/s}^2$)
- Un objeto comprime en 0,5 m a un resorte de constante elástica $k=1000 \text{ N/m}$.

Solución letra a

Paso 1: anotar los datos.

$$\begin{aligned} m &= 750 \text{ kg} \\ v &= 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Paso 2: escribir la ecuación de energía cinética.

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Paso 3: reemplazar los datos y resolver la ecuación.

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{2} \cdot 750 \cdot 20^2 \\ K &= 150\,000 \text{ J} \end{aligned}$$

Solución letra b

Paso 1: anotar los datos.

$$\begin{aligned} m &= 2 \text{ kg} \\ y &= 7 \text{ m} \end{aligned}$$

Paso 2: escribir la ecuación de energía potencial gravitatoria.

$$U_g = mgy$$

Paso 3: reemplazar los datos y resolver la ecuación.

$$\begin{aligned} U_g &= 2 \cdot 10 \cdot 7 \\ U_g &= 140 \text{ J} \end{aligned}$$

Solución letra c

Paso 1: anotar los datos.

$$x=0,5 \text{ m}$$

$$k=1000 \text{ N/m}$$

Paso 2: escribir la ecuación de energía potencial elástica.

$$U_e = \frac{1}{2} kx^2$$

Paso 3: reemplazar los datos y resolver la ecuación.

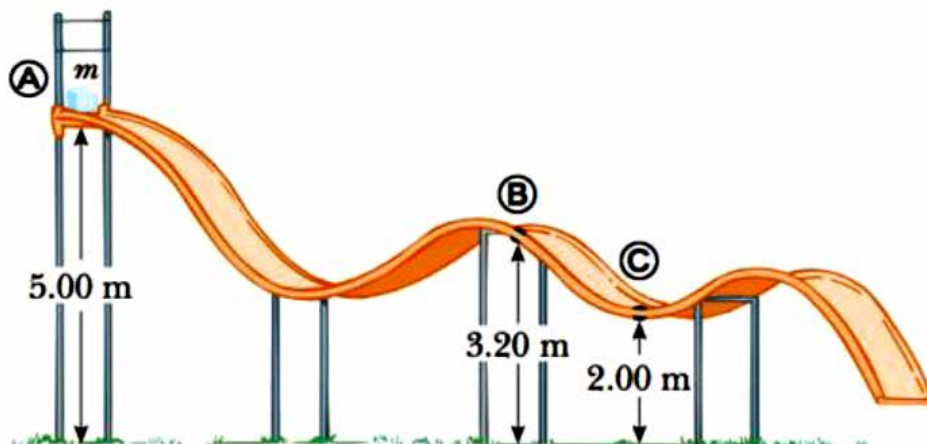
$$U_s = \frac{1}{2} \cdot 1000(0,5)^2$$

$$U_s = 125 \text{ J}$$



Problema n°2: conservación de energía en ausencia de roce (Serway & Yewett, 2008, pp. 218)

Una bolita de 5 kg se libera desde el punto A y se desliza sobre una superficie sin roce como se muestra en la figura. Determinar la rapidez en B y en C. Considerar $g=10 \text{ m/s}^2$.



Solución

Paso 1: registrar los datos.

$$m=5 \text{ kg}$$

$$y_A=5,00 \text{ m}$$

$$y_B=3,20 \text{ m}$$

$$y_C=2,00 \text{ m}$$

Paso 2: escribir la ecuación de conservación de energía mecánica en ausencia de roce para encontrar la velocidad en B.

$$\begin{aligned}E_{Mi} &= E_{Mf} \\K_A + U_{gA} &= K_B + U_{gB} \\\frac{1}{2}mv_A^2 + mgy_A &= \frac{1}{2}mv_B^2 + mgy_B\end{aligned}$$

Paso 3: reemplazar los datos. Fijarse que en el punto A solo hay energía potencial gravitacional, ya que la velocidad es cero y en el punto B están ambas energías, pues hay altura y velocidad.

$$\begin{aligned}0 + 5 \cdot 10 \cdot 5 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_B^2 + 5 \cdot 10 \cdot 3,2 \\250 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_B^2 + 160 \\250 - 160 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_B^2 \\90 \cdot 2 &= 5 \cdot v_B^2 \\\frac{180}{5} &= v_B^2 \\36 &= v_B^2 \text{ /}\sqrt{} \\v_B &= \sqrt{36} \\v_B &= 6 \text{ m/s}\end{aligned}$$

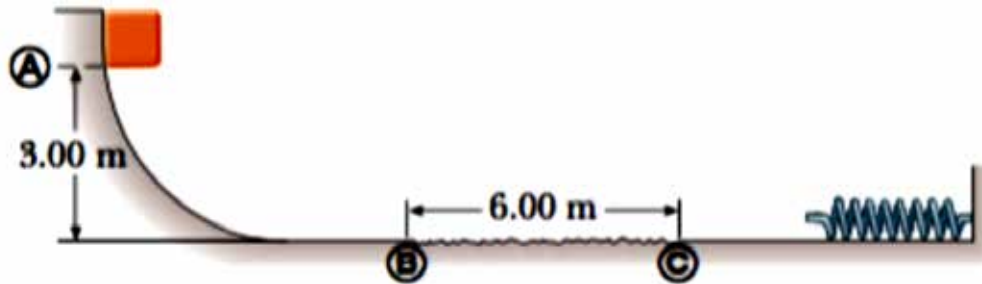
Paso 4: hacer lo mismo del paso 3 pero para la velocidad en C.

$$\begin{aligned}0 + 5 \cdot 10 \cdot 5 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_C^2 + 5 \cdot 10 \cdot 2 \\250 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_C^2 + 100 \\250 - 100 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v_C^2 \\150 \cdot 2 &= 5 \cdot v_C^2 \\\frac{300}{5} &= v_C^2 \\60 &= v_C^2 \text{ /}\sqrt{} \\v_C &= \sqrt{60} \\v_C &= 7,7 \text{ m/s}\end{aligned}$$



Problema n°3: conservación de energía en presencia del roce (Serway & Yewett, 2008, pp. 224)

Una caja de 10 kg se libera desde el punto A. La superficie no tiene fricción excepto por la porción entre los puntos B y C, con longitud de 6 m. La caja viaja por la pista, golpea un resorte de 2250 N/m y lo comprime 0,300 m desde su posición de equilibrio antes de llegar al reposo momentáneamente. Determinar el coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie rugosa.



Solución

Paso 1: registrar los datos.

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

$$l=6 \text{ m}$$

$$k=2500 \text{ N/m}$$

$$x=0,3 \text{ m}$$

$$y_A=3 \text{ m}$$

Paso 2: escribir la ecuación de conservación de energía con roce.

$$\Delta E_M = \Delta K + \Delta U = -F_R l$$

$$K_f - K_i + U_{sf} - U_{gi} = -F_R l$$

$$(0 - 0) + \left(\frac{1}{2} kx^2 - mgy_i\right) = -\mu N l$$

Paso 3: reemplazar los datos, pero fijarse que al inicio del movimiento solo hay altura, por ende, solo energía potencial gravitatoria. Al final cuando se comprime el resorte, no hay altura ni velocidad, por lo tanto, solo está presente la energía potencial elástica, es decir habrá cambio de energía potencial, al inicio energía potencial gravitacional y al final, energía potencial elástica. Además, darse cuenta que al ser una superficie horizontal, la fuerza normal es igual al peso ($N = mg$)

$$\mu mgl = mgy_i - \frac{1}{2} kx^2$$

$$\mu = \frac{y_i}{l} - \frac{kx^2}{2mgl}$$

$$\mu = \frac{3}{6} - \frac{2500 \cdot 0,3^2}{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6}$$

$$\mu = 0,5 - 0,1875$$

$$\mu = 0,3$$



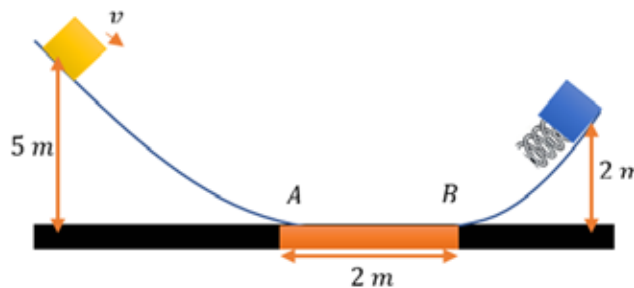
Pon a prueba tus conocimientos

Problemas propuestos (considere $g=10 \text{ m/s}^2$)

A continuación, se presentan tres problemas propuestos para que puedas resolver y practicar, recuerda hacer lo siguiente:

- Resuélvelos siguiendo los pasos utilizados en los problemas resueltos.
- Si es necesario apóyate con los apuntes.
- Si surgen dudas, registrarlas para luego consultar con el tutor.
- ¡Buen trabajo!

1. Si en ausencia de roce, un objeto llega al suelo con una velocidad de 25 m/s , ¿desde qué altura fue dejado caer?
2. Un objeto de masa 3 kg avanza inicialmente con velocidad de 4 m/s recorriendo 2 m sobre una superficie horizontal con coeficiente de roce $\mu=0,4$, ¿cuánta es la energía inicial? ¿cuánto trabajo realiza el roce? ¿cuál es su velocidad final?
3. Un bloque de 1 kg baja por la pendiente, como indica la figura, partiendo con una velocidad de 4 m/s desde una altura de 5 m . En el otro extremo choca con un resorte, cuya constante elástica es $k = 100 \text{ N/m}$ y lo comprime al máximo cuando el bloque alcanza los 2 m de altura. Considera que solo hay roce en el tramo AB y la fuerza de roce cinético tiene un módulo de 2 N .



- a. ¿Cuál es el valor del coeficiente de roce cinético con el piso en el tramo AB ?
- b. ¿Cuál es la compresión máxima del resorte?

Solución

1. 31.25 m
2. 24 J ; 24 J ; 0 m/s
3. a. 0.1 ; b. 0.87 m

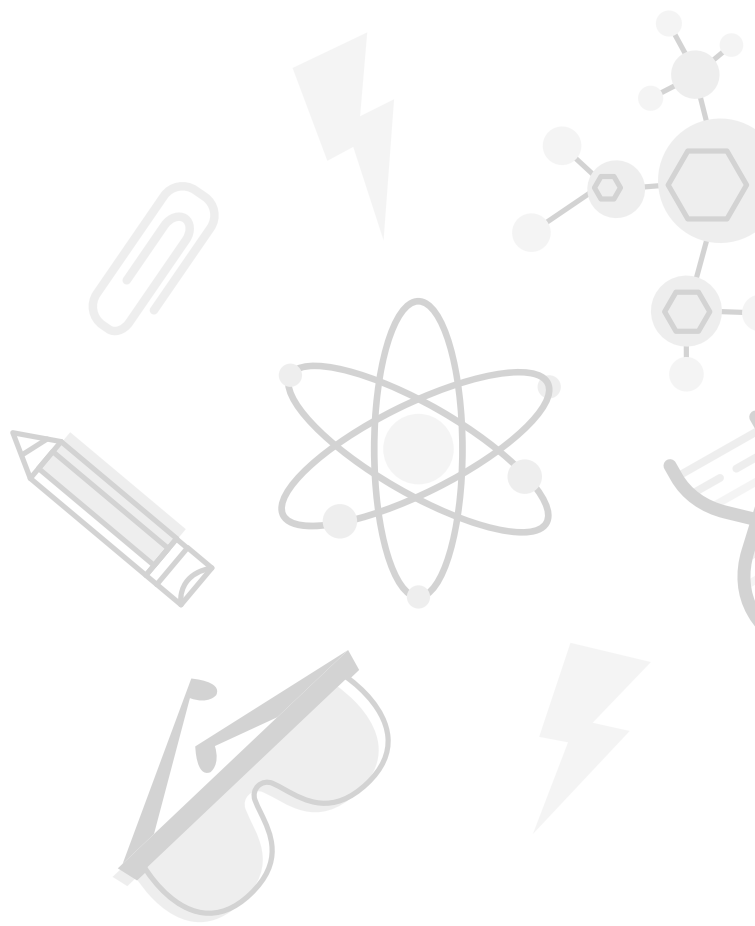
Síntesis

En el documento pudiste aprender más sobre la energía mecánica. La energía mecánica puede ser energía cinética o energía potencial.

La energía cinética se asocia a la velocidad de los cuerpos y la energía potencial a la posición de éstos. La energía potencial puede ser gravitacional si se asocia a la altura o puede ser elástica si se relaciona con la elasticidad de un cuerpo (por ejemplo un resorte).

La energía mecánica se puede conservar al estar en presencia de fuerzas conservativas pero al estar en presencia de fuerzas no conservativas (o disipativas) se debe considerar el trabajo realizado por la fuerza de roce.

A continuación se presenta un resumen de los principales temas trabajados.



Energía cinética	$K = \frac{1}{2}mv^2$
Energía potencial gravitacional	$U_g = mgy$
Energía potencial elástica	$U_s = \frac{1}{2}kx^2$
Conservación de energía con fuerzas conservativas	$E_{Mi} = E_{Mf} = \text{constante}$ $K_i + U_i = K_f + U_f$
Conservación de energía con fuerzas no conservativas	$\Delta E_M = \Delta K + \Delta U = -F_R l$



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giancoli, D. (2008). Física para ciencias e ingeniería. Cuarta edición. México: Pearson Educación.
- Serway, R & Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. México: Cengage Learning.
- Young, H & Freedman, R. (2009). Física Universitaria. México: Pearson Educación.



¿Quieres recibir orientación para optimizar tu estudio en la universidad?

CONTAMOS CON PROFESIONALES EXPERTOS EN
EL APRENDIZAJE QUE TE PUEDEN ORIENTAR

SOLICITA NUESTRO APOYO



Sitio Web de CIMA



Ver más fichas



Solicita más información