



UNIVERSIDAD  
DE CHILE



Open Green Road

Física  
Guía de Materia  
**ENERGÍA MECÁNICA**  
MÓDULO COMÚN  
II MEDIO



*Puntajenacional*

[www.puntajenacional.cl](http://www.puntajenacional.cl)



NICOLÁS MELGAREJO, VERÓNICA SALDAÑA

*Licenciados en Ciencias Exactas, U. de Chile*

*Estudiantes de Licenciatura en Educación, U. de Chile*

# 1. Energía Mecánica

Energía se define como la capacidad que tiene un objeto para realizar trabajo. Es una magnitud escalar y su unidad de medida en el Sistema Internacional de Medidas es el Joule [ $J$ ].

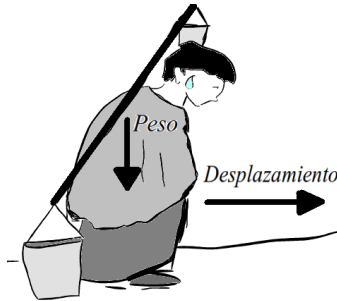
## 1.1. Trabajo mecánico

Cada vez que se aplica una fuerza  $\vec{f}$  constante, sobre un objeto que experimenta un desplazamiento de magnitud  $d$  en la dirección de la fuerza aplicada, se define como trabajo mecánico  $W$  a la magnitud escalar medida en Joule [ $J$ ] dada por:

$$W = f \cdot d \quad (1)$$

Si el ángulo que se forma entre el vector de la fuerza aplicada y el vector desplazamiento,  $\sigma$ , es distinto de cero, entonces utilizamos el *producto punto*:

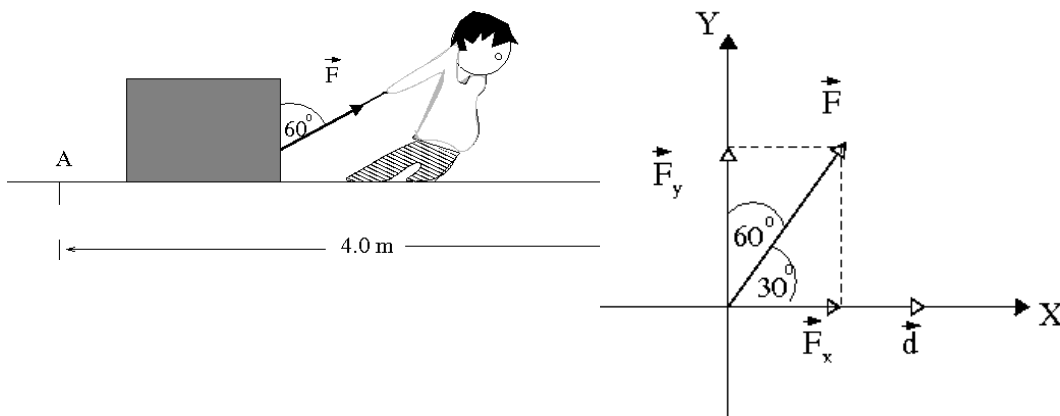
$$W = \vec{f} \cdot \vec{d} = |\vec{f}| \cdot |\vec{d}| \cos(\sigma) \quad (2)$$



Aunque la persona que carga el agua se cansa, el trabajo hecho por la fuerza peso es cero. Trabajo mecánico y trabajo físico son conceptos distintos.

### Ejemplo

Una persona arrastra un bloque sobre una superficie horizontal perfectamente lisa, ejerciendo sobre él una fuerza  $\vec{F} = 10[N]$  como muestra la figura. Sabiendo que el cuerpo se desplaza de A a B.



1. ¿Cuál es el ángulo entre la fuerza  $\vec{F}$  y el desplazamiento del cuerpo?

2. ¿Cuál es el trabajo realizado por la persona?

**Solución:** Dibujando el DCL del bloque tenemos que sólo hay desplazamiento en el eje X, de aquí que el ángulo entre la fuerza y el desplazamiento sea  $30^\circ$ . Por otro lado descomponemos el vector  $\vec{F}$  en sus componentes  $\vec{F}_x = \vec{F} \cos(30^\circ)$  y  $\vec{F}_y = \vec{F} \sin(30^\circ)$  y como sabemos que el trabajo total es igual a la suma de los trabajos de cada fuerza, aplicamos la definición (2) para cada eje:

En el eje X la fuerza es  $\vec{F}_x$ , luego:

$$\begin{aligned}W_x &= F_x \cdot AB \cdot \cos(0^\circ) \\ &= 10 \cdot \cos(30^\circ)[N] \cdot 4,0[m] \\ &= 34,64[J]\end{aligned}$$

En el eje Y la fuerza es  $\vec{F}_y$ , luego:

$$W_y = F_y \cdot AB \cdot \cos(90^\circ)$$

Como  $\cos(90^\circ) = 0$ , el trabajo en el eje Y es cero, esto siempre ocurre cuando la fuerza y el vector desplazamiento son perpendiculares. Luego el trabajo total es:

$$\begin{aligned}W_T &= W_x + W_y \\ W_T &= 34,64[J]\end{aligned}$$

### Desafío...



¿Cuánto trabajo efectúa el peso de la mochila de  $1[kg]$  al llevarla sobre la espalda cruzando un salón de  $20[m]$  largo? ¿Cuánto trabajo tú realizas sobre ella al elevarla  $1[m]$ ? [Respuesta](#)

## 1.2. Potencia mecánica

La potencia  $P$  mide el trabajo realizado por unidad de tiempo, es decir, la rapidez de transferencia de energía en el tiempo. Es una magnitud escalar que tiene como unidad de medida Watt  $[W]$  según el S.I.:

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

## 1.3. Energía cinética

Se define como la energía asociada al movimiento de una partícula, siendo una magnitud escalar medida en Joule  $[J]$ .

La energía cinética  $K$  para un cuerpo de masa  $m$  y que lleva una rapidez  $v$  está dada por:

$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (4)$$

El trabajo total realizado por la fuerza neta constante sobre un cuerpo, es igual a la variación de la energía cinética que experimenta. Análogamente, si un cuerpo experimenta variación de la energía cinética, entonces se efectuó trabajo sobre él:

$$W = \Delta K = K_f - K_i \quad (5)$$

donde  $K_i$  es la energía cinética inicial del cuerpo y  $K_f$  corresponde a la final. Por lo tanto, un objeto en movimiento tiene energía cinética la que puede ocupar para transferir, es decir, para realizar trabajo.

## 1.4. Energía potencial gravitacional

Es la energía asociada a las fuerzas de interacción gravitatoria y a la posición de los cuerpos respecto de un sistema de referencia. También se trata de una magnitud escalar medida en Joule.

La *energía potencial gravitacional*  $U$  de un cuerpo de masa  $m$  que está a una altura  $h$  respecto de un sistema de referencia es:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad (6)$$

donde  $g$  es la magnitud de la aceleración de gravedad.

El trabajo hecho por la fuerza gravitacional sobre cualquier objeto es:

$$W = -\Delta U = U_i - U_f \quad (7)$$

donde  $U_i$  es la energía potencial gravitacional inicial del cuerpo y  $U_f$  corresponde a la final.

### Desafío...



Alguien te quiere vender una “superpelota” y dice que rebota a mayor altura que aquella desde la que la dejaron caer. ¿Es posible esto? [Respuesta](#)

## 1.5. Principio de conservación de la energía mecánica

La *energía mecánica* total  $E_t$  de un sistema se define como la suma de la energía cinética y la energía potencial:

$$E_t = K + U \quad (8)$$

Si no hay fuerzas externas que realicen trabajo sobre el sistema, y tampoco fuerzas no conservativas (roce y magnetismo) actuando sobre los objetos dentro del sistema, la energía mecánica total del sistema es constante:

$$K_i + U_i = K_f + U_f \quad (9)$$

Lo anterior es posible verificarlo igualando las ecuaciones (5) y (7).

### Ejemplo

Un cuerpo de  $8[\text{kg}]$  de masa cae libremente desde el reposo a cierta altura  $h$ . Cuando se encuentra a  $45[\text{m}]$  del suelo su rapidez vale  $40\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$ . Si la aceleración de gravedad  $g = 10\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$ .

1. Calcule la energía mecánica del cuerpo.
2. ¿Cuál es la altura  $h$  desde la que cayó el objeto?

**Solución:** Para la pregunta 1. reemplazando en la ecuación (8), las ecuaciones (4) y (6) se tiene:

$$E_t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$$

Por el *Principio de conservación de la energía mecánica* podemos calcular  $E_t$  cuando el cuerpo está a  $45[\text{m}]$ , así reemplazando los datos:

$$E_t = \frac{1}{2} \cdot 8[\text{kg}] \cdot 40^2 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]^2 + 8[\text{kg}] \cdot 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right] \cdot 45[\text{m}] = 10.000[\text{J}]$$

Para la pregunta 2, como el cuerpo cae desde el reposo, cuando la altura es  $h$  la energía cinética es cero, luego sólo hay energía potencial gravitatoria. Despejamos el valor de  $h$  de la ecuación (6), sustituyendo los datos obtenemos:

$$h = \frac{U}{m \cdot g} = \frac{10.000[J]}{10 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \cdot 8[kg]} = 125[m]$$

### Desafío...



Supón que tú y dos de tus compañeros discuten sobre el diseño de una montaña rusa. Uno dice que cada joroba debe ser más baja que la anterior. El otro dice que eso es una tontería, porque mientras que la primera sea más alta, no importa qué altura tienen las demás. ¿Qué opinas tú? [Respuesta](#)

## Desafíos resueltos

- ✓ Desafío I: La fuerza peso de la mochila es perpendicular al desplazamiento efectuado al caminar, es decir, se forma un ángulo de  $90^\circ$  entre ambos vectores. Como el  $\cos(90^\circ) = 0$ , a partir de la ecuación (2) concluimos que el trabajo realizado por el peso es nulo en este desafío.

Si usted levanta la mochila, el vector de la fuerza que usted realiza tiene la misma dirección y sentido que el vector desplazamiento de ésta, por lo tanto, se forma un ángulo de  $0^\circ$  entre ellos. La magnitud de la fuerza que usted realiza al levantar la mochila es equivalente a la magnitud de la fuerza peso de ésta, así a partir de la ecuación (2) y con los datos del desafío concluimos:

$$W = 1[kg] \cdot 9,8 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \cdot 1[m] \cdot \cos(0^\circ) = 9,8[J]$$

[Volver](#)

- ✓ Desafío II: No es posible, ya que por efecto del roce con el aire y al rebotar con el suelo, la pelota pierde su energía potencial gravitacional inicial dada por la ecuación (6), por lo tanto, no puede llegar a una altura mayor que la de donde la soltaron. Idealmente, si no existiera el roce con el aire, ni pérdida de energía en el rebote, la pelota llegaría a la misma altura desde donde se dejó caer, no la sobrepasaría. [Volver](#)
- ✓ Desafío III: El segundo diseño sería el más apropiado. Si la primera joroba es más alta que cualquier otra, entonces la energía total del carro en movimiento sería igual a la energía potencial gravitacional en ese punto más alto. A medida que el carro se mueve la energía se va transformando, así cuando vaya descendiendo de una joroba la energía potencial se va a ir transformando en cinética, de lo contrario, cuando vaya subiendo una joroba la energía cinética se irá transformando en potencial. No va a haber ninguna joroba más alta que la primera, entonces cuando el carro esté sobre la altura máxima de cada una de esas jorobas más pequeñas, siempre va a existir una fracción de energía cinética disponible para continuar con el movimiento. El carro se moverá más lenta o rápidamente según la altura de la joroba, esto porque la energía mecánica se conserva. La primera afirmación está “contenida” en este segundo diseño, por lo cual es considerado más correcto. [Volver](#)

## Bibliografía

- [1 ] FÍSICA 1° EDUCACIÓN MEDIA, *Cuarta edición*, Santillana (2009)  
*Mario Toro Frederick, Rodrigo Marchant Ramirez, Mauricio Aguilar Baeza.*
- [2 ] FÍSICA TOMOS I Y II, *Tercera edición*, Mc Graw-Hill. México (1992)  
*Raymond A. Serway.*
- [3 ] CIENCIAS PLAN COMÚN, FÍSICA, Chile (2007)  
*Dirección académica CEPECH.*
- [4 ] FÍSICA GENERAL, Tercera edición, Harla. México (1981)  
*Beatriz Alvarenga, Antônio Máximo.*
- [5 ] FÍSICA CONCEPTUAL, *Novena edición*, Pearson Educación. México (2004)  
*Paul Hewitt.*
- [8 ] INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA, *Séptima edición*, Editorial Kapelusz, Argentina (1958)  
*Alberto Maiztegui, Jorge Sabato.*