

Tema 15. Trabajo, potencia y energía

1. TRABAJO

En el lenguaje cotidiano, la palabra “trabajo” se asocia a todo aquello que suponga un esfuerzo físico o mental, y que por tanto produce cansancio.

*En física se produce **trabajo** sólo si existe una fuerza que al actuar sobre un cuerpo da lugar a su desplazamiento.*

Entonces, se llama **trabajo** al resultado o efecto producido de aplicar una fuerza para hacer que algo se desplace en la dirección de esa fuerza.



Cuando al ejercer una fuerza sobre un cuerpo, ésta produce un **desplazamiento** sobre el cuerpo, decimos que dicha fuerza ha realizado un trabajo. Si no se produce desplazamiento, no hay trabajo. Por ejemplo, alguien que está empujando un cuerpo pesado, si no lo mueve, no está realizando trabajo. Realiza un gran esfuerzo, pero trabajo no.

El trabajo se representa por la letra "W". Obtenemos así una nueva ecuación física:

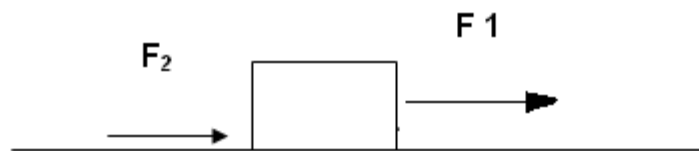
$$W = F \cdot e$$

La unidad de trabajo en el Sistema Internacional es el Julio.

$$[W] = N \cdot m = \text{Julio (J)}$$

Cuando se aplica una fuerza a un cuerpo y ésta no tiene la misma dirección que la del movimiento, dicha fuerza hay que descomponerla. A esta fuerza se le llama fuerza aplicada y a la que proviene de la descomposición, que tiene la misma dirección que la del movimiento, fuerza eficaz.

Así, por ejemplo, en la siguiente imagen, podemos calcular el trabajo realizado por F_1 y F_2 en un tiempo concreto como se detalla:



$$W_1 = F_1 \cdot e_1; W_2 = F_2 \cdot e_2$$

Siendo $e_1 = e_2$, ya que el bloque realiza el mismo recorrido con ambas fuerzas aplicadas. El trabajo total se podría calcular de dos formas:

- Sumando los trabajos individuales de cada fuerza

$$W_T = W_1 + W_2$$

- Calculando el trabajo de la fuerza resultante

$$W_T = \sum F \cdot e$$

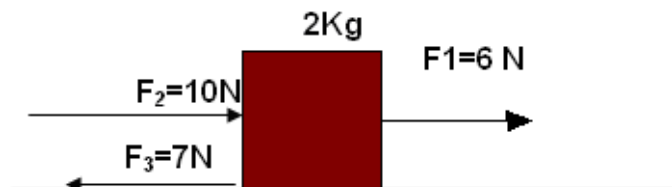


Los trabajos que provienen de fuerzas que van a favor del movimiento son positivos; y los que provienen de fuerzas que van en contra del movimiento son negativos. Para ello, cuando se calcule el trabajo de una fuerza cuyo sentido es opuesto al movimiento (como por ejemplo, la fuerza de rozamiento), hay que poner su módulo con signo negativo, expresando por tanto la fuerza con un valor negativo en Newtons.



EJEMPLO 1. Dado el siguiente sistema de fuerzas. Calcular:

- La Fuerza resultante o total y la aceleración imprimida al sistema.
- El espacio recorrido en 5 segundos.
- El trabajo realizado por cada fuerza
- El trabajo total



a) *La Fuerza resultante o total y la aceleración imprimida al sistema*

$$F_t = F_2 + F_1 - F_3 = 10 + 6 - 7 = 9 \text{ N}; \quad F_t = 9 \text{ N}; \quad 9 \text{ N} = 2 \cdot a; \quad a = 9/2 = 4,5 \text{ m/s}^2$$

b) *El espacio recorrido en 5 segundos*

$$e = v_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2; \quad e = 0 \cdot t + 1/2 \cdot 4,5 \cdot 5^2; \quad e = 56,25 \text{ m.}$$

c) *El trabajo realizado por cada fuerza*

$$W_1 = F_1 \cdot e = 6 \cdot 56,25 = 337,5 \text{ J.}$$

$$W_2 = F_2 \cdot e = 10 \cdot 56,25 = 562,5 \text{ J.}$$

$$W_3 = -F_3 \cdot e = -7 \cdot 56,25 = -393,75 \text{ J.}$$

d) *El trabajo total*

Para calcular el trabajo total (W_t) basta con sumar todos los trabajos:

$$W_t = W_1 + W_2 + W_3 = 337,5 + 562,5 - 393,75 = 506,25 \text{ J.}$$

O también:

$$W_t = F_t \cdot e = 9 \cdot 56,25 = 506,25 \text{ J.}$$

La fuerza de rozamiento, también realiza trabajo.



EJEMPLO 2. Sobre un cuerpo de 2 Kg., inicialmente en reposo, actúan las fuerzas que se detallan en la imagen. Calcula el trabajo que ejerce la fuerza en 3 segundos y el espacio recorrido en ese tiempo.



El trabajo que realiza cada fuerza en 3 segundos es

$$F = m \cdot a; \quad F_1 - F_r = m \cdot a \quad 16 - 4 = 2 \cdot a; \quad a = 6 \text{ m/s}^2$$

El espacio recorrido en esos 3 sg. es:

$$e = 1/2 \cdot 6 \cdot 3^2 = 27 \text{ m}$$

$$W_1 = F_1 \cdot e = 16 \cdot 27 = 432 \text{ J}$$

$$W_r = -F_r \cdot e = -4 \cdot 27 = -108 \text{ J}$$



EJEMPLO 3. Un coche que va a 36 km / h por una carretera horizontal se deja en punto muerto. Si su masa es de 600 kg. y el coeficiente de rozamiento (μ) es 0'5, calcular:

- a) La Fuerza de rozamiento.
- b) La deceleración sufrida por el coche hasta pararse.
- c) El tiempo que tardará en pararse.
- d) El espacio recorrido en dicho tiempo.
- e) El trabajo que realiza la fuerza de rozamiento hasta que se para el coche.

a) $F = m \cdot a$; $-F_r = m \cdot a$ (Tomando gravedad (g) = 10 m/s²)

$$F_r = \mu \cdot m \cdot g = 0'5 \cdot 600 \cdot 10 = 3.000 \text{ N}$$

b) $-F_r = m \cdot a$; $a = -F_r / m$; $a = -3.000 / 600$; $a = -5 \text{ m/s}^2$

c) El tiempo que tarda en pararse será: $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/seg.}$

$$v_f = v_o + a \cdot t; \quad 0 = 10 - 5 \cdot t; \quad t = 2 \text{ sg}$$

d) El espacio recorrido en ese tiempo será:

$$e = 10 \cdot 2 - 1/2 \cdot 5 \cdot 2^2; \quad e = 20 - 10 = 10 \text{ m}$$

e) $W_r = -F_r \cdot e = -3.000 \cdot 10 = -30.000 \text{ J.}$

2. POTENCIA

Imagínate que dos personas suben tres cajas de 10 Kg. cada una, a una mesa de 1 m. de alta. Una de ellas lo hace subiendo las tres cajas a la vez, y la otra, de una en una. ¿Cuál de las dos realiza más trabajo?



Persona (1): $W_t = m \cdot g \cdot e = 30 \cdot 10 \cdot 1 = 300 \text{ J}$

Persona (2): $W_{\text{caja}} = m \cdot g \cdot e = 10 \cdot 10 \cdot 1 = 100 \text{ J por cada caja}$
 $W_t = 3 W_{\text{caja}} = 3 \cdot 100 = 300 \text{ J}$

Observa que, para levantar un objeto, la fuerza que se realiza es el peso de ese objeto.

Como vemos, el trabajo realizado por cada persona es el mismo. Lo que pasa es que la persona que subió las tres cajas a la vez, ha empleado menos tiempo que la que las subió de una en una, es decir, es más potente.

Hablamos así de una nueva magnitud física, llamada Potencia. La **potencia** nos indica la **rapidez con que se realiza un trabajo**; es el trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Se representa por la letra "P". Su fórmula es:

$$P = \frac{W}{t}$$

La unidad de potencia en el sistema internacional es el Vatio (w). Otra unidad de potencia muy utilizada en la vida cotidiana es el caballo de vapor (CV) :

$$1 \text{ CV} = 735 \text{ w.}$$

La potencia se puede calcular de manera individual para el trabajo de cada fuerza del sistema, o de forma total a partir del trabajo total del sistema. La suma de las potencias de cada una de las fuerzas también sirve para calcular la potencia total.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$



EJEMPLO 1. Dos grúas suben un cuerpo de 100 Kg. a una altura de 20 m. La primera tarda 40 sg. y la segunda 50 sg. Calcular la potencia que desarrolla cada grúa.

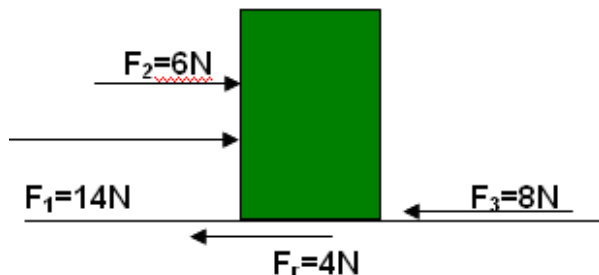
$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = \frac{m \cdot g \cdot e}{t}$$

$$P_1 = (100 \cdot 10 \cdot 20) / 40 = 500 \text{ w.}$$

$$P_2 = (100 \cdot 10 \cdot 20) / 50 = 400 \text{ w.}$$



EJEMPLO 2. Sobre un cuerpo de 2Kg, inicialmente en reposo, actúan las fuerzas de la imagen. Sabiendo que la fuerza de rozamiento vale 4 N, calcula la aceleración, el espacio recorrido en 10 segundos, el trabajo realizado por cada fuerza y la potencia que desarrolla cada fuerza en 10 segundos.



a) *Aceleración resultante.*

$$F = m \cdot a; \quad F_1 + F_2 - F_3 - F_r = m \cdot a; \quad 14 + 6 - 8 - 4 = 2 \cdot a; \quad a = 4 \text{ m/sg}^2$$

b) *El espacio recorrido en esos 10 seg.*

$$e = 1/2 \cdot 4 \cdot 10^2 = 200 \text{ m.}$$

c) *El trabajo realizado por cada fuerza.*

$$W_1 = F_1 \cdot e = 14 \cdot 200 = 2.800 \text{ J};$$

$$W_2 = F_2 \cdot e = 6 \cdot 200 = 1.200 \text{ J}$$

$$W_3 = -F_3 \cdot e = -8 \cdot 200 = -1.600 \text{ J}$$

$$W_r = -F_r \cdot e = -4 \cdot 200 = -800 \text{ J}$$

$$W_t = W_1 + W_2 + W_3 + W_r = 2.800 + 1.200 - 1.600 - 800 = 1.600 \text{ J}$$

$$\text{O también: } W_t = F \cdot e = 8 \cdot 200 = 1.600 \text{ J}$$

d) *La potencia que desarrolla cada fuerza en 10 seg.*

$$P = W / t$$

$$P_1 = 2.800 / 10 = 280 \text{ w.}$$

$$P_2 = 1.200 / 10 = 120 \text{ w.}$$

$$P_3 = -1.600 / 10 = -160 \text{ w.}$$

$$P_4 = -800 / 10 = -80 \text{ w.}$$

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_r = 280 + 120 - 160 - 80 = 160 \text{ w.}$$

$$\text{O también: } P_t = W_t / t = 1.600 / 10 = 160 \text{ w.}$$

3. ENERGÍA

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos de producir trabajo. Por lo tanto, las unidades de energía son las mismas que las de trabajo. Así, la unidad de energía en el sistema internacional es el Julio. Hay muchos tipos de energías como por ejemplo: solar, eléctrica, luminosa, eólica, térmica, nuclear, etc. Nosotros vamos a estudiar tres tipos de energías que son, **la energía potencial, la energía cinética y la energía mecánica**. Pero veamos antes las unidades de la energía más habituales.

En el Sistema Internacional (S.I.) la energía se mide en **julios (J)**. 1 J es, aproximadamente, la energía que hay que emplear para elevar 1 metro un cuerpo de 100 gramos. No obstante, hay otras unidades de energía, como son:

- **Caloría (cal)**: Cantidad de energía necesaria para aumentar 1 °C la temperatura de 1 g de agua. 1 cal = 4,18 J.
- **Kilovatio-hora (kWh)**: Es la energía desarrollada por la potencia de 1000 vatios durante 1 hora. 1 kWh = 3.600.000 J.
- **Kilojulio y kilocaloría (kJ y kcal)**: Son, respectivamente, 1000 J y 1000 cal. Se usan con frecuencia debido a los valores tan pequeños de J y cal.

3.1. Energía Potencial (Ep)

Es la que posee un cuerpo por el hecho de ocupar un lugar en el espacio, es decir, por tener una cierta altura.

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



EJEMPLO 1. Calcula la energía potencial que tiene un cuerpo de 8 Kg. que se encuentra a 50 m. de altura.

$$E_p = 8 \cdot 10 \cdot 50 = 4.000 \text{ J.}$$



EJEMPLO 2. Un cuerpo que se encuentra a 20 m. de altura tiene una Ep de 1000 J. Calcular cual es su masa.

$$\begin{aligned} E_p &= m \cdot g \cdot h \\ 1000 &= m \cdot 10 \cdot 20 \\ 1000 &= m \cdot 200 \\ m &= 1000/200 = 5 \text{ kg.} \end{aligned}$$



3.2. Energía Cinética (Ec)

Es la que posee un cuerpo por el hecho de tener una velocidad

$$Ec = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$



EJEMPLO 1. Calcula la energía cinética que tiene un coche de 600 kg, a una velocidad de 20 m/s .

$$Ec = 1/2 \cdot 600 \cdot 20^2 = 120.000 \text{ J.}$$



EJEMPLO 2. Un cuerpo de 10 Kg. tiene una Ec de 4.500 J. Calcula su velocidad.

$$Ec = 1/2 \cdot m \cdot v^2 \quad \text{-----} \quad 4.500 = 1/2 \cdot 10 \cdot v^2$$
$$v^2 = 900; \quad v = 30 \text{ m/s}$$

3.3. Energía Mecánica (Em)

La energía mecánica que posee un cuerpo es igual a la suma de su Ep y Ec.

$$Em = Ep + Ec$$



EJEMPLO 1. Un avión de 14.000 kg vuela a 200 m. de altura a una velocidad de 400 m/s. Calcular su energía mecánica.

$$Ep = 14.000 \cdot 10 \cdot 200 = 28.000.000 = 28 \cdot 10^6 \text{ J}$$

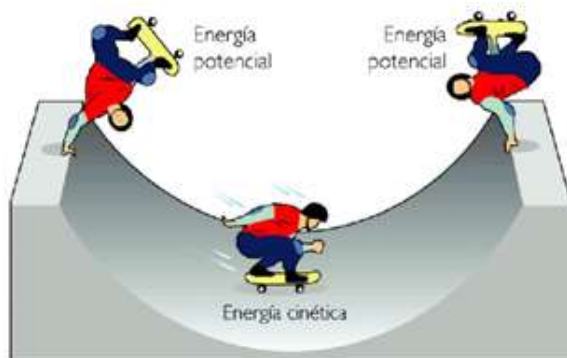
$$Ec = 1/2 \cdot 14.000 \cdot 400^2 = 1.120.000.000 = 1.120 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$Em = Ep + Ec = 28 \cdot 10^6 + 1.120 \cdot 10^6 = 1.148 \cdot 10^6 \text{ J}$$



4. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Según este principio, la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. Como vemos en la vida ordinaria, hay muchos casos donde se verifica dicho principio. Por ejemplo, la energía eléctrica se transforma en energía luminosa, o en energía calorífica. La altura alcanzada por el patinador se ve transformada en velocidad por ese mismo principio.



En el punto más alto, el cuerpo se para, por lo que $E_c = 0$
Al ser $E_c = 0$ y $E_m = E_c + E_p$, en este punto $E_m = E_p$

En el suelo, el cuerpo no tiene altura, por lo que $E_p = 0$
Al ser $E_p = 0$ y $E_m = E_c + E_p$, en este punto $E_m = E_c$

En el caso de las energías estudiadas antes, si tenemos un cuerpo que se mueve y lo hace variando su altura, se cumple que la Energía Mecánica vale siempre lo mismo, pero irán variando las energías cinéticas y potencial. Esto es porque según ascienda o descienda, la energía cinética se va transformando en potencial y viceversa, pero siempre su suma será la misma.

Para demostrar este principio vamos a considerar el siguiente caso: Se lanza desde el suelo, y verticalmente hacia arriba, un cuerpo de 2Kg. con una velocidad de 40 m/seg. Vamos a ir viendo cómo se demuestra que se cumple el principio de la conservación de la energía, calculando las energías en varios puntos del mismo...

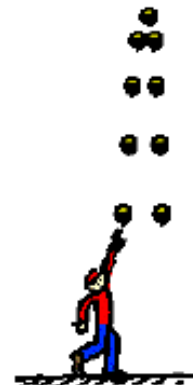
a) En el momento de lanzar el cuerpo

$$\text{Como } h = 0 \rightarrow E_p = 0$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 40^2 = 1.600 \text{ J}$$

$$E_m = E_p + E_c = 0 + 1.600 = 1.600 \text{ J}$$

Esta E_m es la que se conserva constante durante todo el recorrido del cuerpo.



A medida que el cuerpo va subiendo su E_c va disminuyendo, mientras que la E_p va aumentando. La misma cantidad que disminuye la E_c , aumenta la E_p . Esto es debido a que la E_c se está transformando en E_p , **pero siempre la E_m vale lo mismo (permanece constante)**. Cuando el cuerpo alcanza su altura máxima, la $V = 0$; $E_c = 0$, y la $E_p = E_m$, es decir toda la E_c del principio se transformado en E_p .

Cuando el cuerpo está bajando, su altura va disminuyendo, con lo que su E_p va disminuyendo. En cambio, su velocidad va aumentando con lo que su E_c va también aumentando. Esto significa que la E_p se está transformando en E_c , lo mismo que se pierde en E_p , se gana en E_c . Cuando llega al suelo no hay altura, con lo que la $E_p=0$ y la $E_c=E_m$.

Siguiendo con el problema, vamos a calcular la E_p , E_c y E_m al cabo de 1 sg. 2 sg. y en su altura máxima, para demostrar el Principio de Conservación.

b) Al cabo de 1 segundo

$$\begin{aligned}v &= v_0 + at = 40 - 10 \cdot 1 = 30 \text{ m / seg} \\E_c &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 30^2 = 900 \text{ J.} \\e &= v_0 t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 40 \cdot 1 + \frac{1}{2} (-10) 1^2 = 35 \text{ m.} \\E_p &= 2 \cdot 10 \cdot 35 = 700 \text{ J.} \\E_m &= 900 + 700 = 1.600 \text{ J.}\end{aligned}$$

c) Al cabo de 2 segundos

$$\begin{aligned}V &= 40 - 10 \cdot 2 = 20 \text{ m / seg} \\E_c &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 20^2 = 400 \text{ J.} \\e &= 40 \cdot 2 - \frac{1}{2} (-10) 2^2 = 60 \text{ m.} \\E_p &= 2 \cdot 10 \cdot 60 = 1.200 \text{ J.} \\E_m &= 400 + 1.200 = 1.600 \text{ J.}\end{aligned}$$

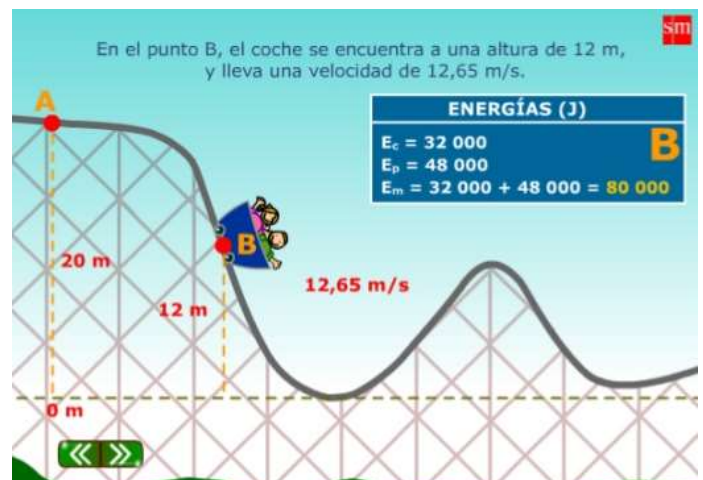
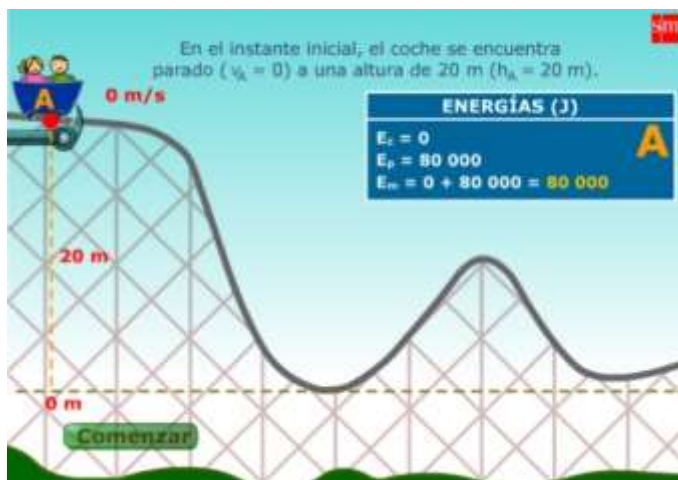
d) En su altura máxima

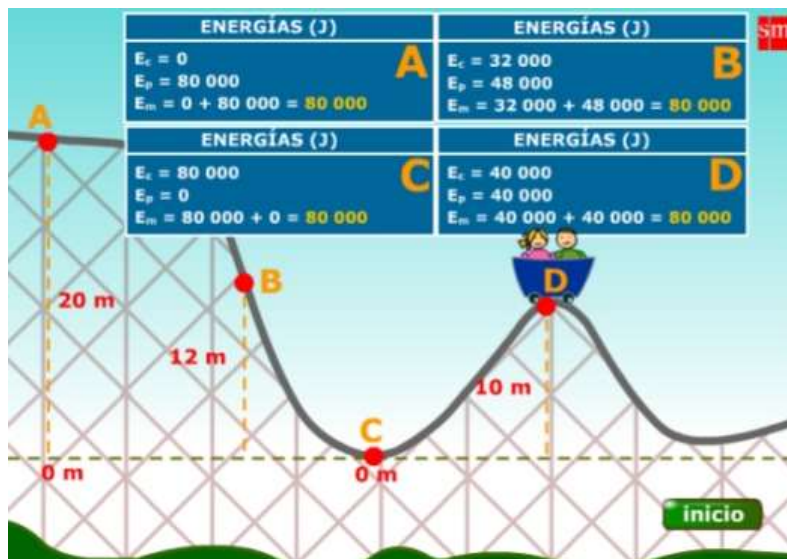
$$\begin{aligned}V &= 0 \rightarrow E_c = 0 \text{ J.} \\t &= (V_f - V_0) / a = (0 - 40) / -10 = 4 \text{ sg.} \\e &= 40 \cdot 4 - \frac{1}{2} (-10) 4^2 = 80 \text{ m} \\E_p &= 2 \cdot 10 \cdot 80 = 1.600 \text{ J.} \\E_m &= 0 + 1.600 = 1.600 \text{ J.}\end{aligned}$$

Haciendo un resumen de los valores obtenidos, vemos, que la **Em siempre permanece constante**; se cumple el principio.

MOMENTO	E_c	E_p	E_m
Lanzamiento	1.600 J.	0 J	1.600 J.
Al cabo de 1 segundo	900 J.	700 J.	1.600 J.
Al cabo de 2 segundos	400 J.	1.200 J.	1.600 J.
Altura máxima	0 J	1.600 J.	1.600 J.

Aquí tienes un ejemplo gráfico del principio de conservación de la energía aplicado a una montaña rusa.





EJEMPLO. Se lanza desde el suelo, verticalmente hacia arriba, un cuerpo de 4 Kg. con una velocidad de 60 m / sg. Calcular la E_k y la E_p en los siguientes casos : a) En el momento de lanzarlo, b) Cuando su velocidad es de 20 m / sg. , c) cuando está a 120 m. de altura , d) en su altura máxima .

a) $h = 0$ ----- $E_p = 0$

$$E_k = 1/2 * 4 * 60^2 = 7.200 \text{ J.}$$

$$E_m = E_p + E_k = 7.200 \text{ J.}$$

b) $v = 20 \text{ m/sg}$ ----- $E_k = 1/2 * 4 * 20^2 = 800 \text{ J.}$

$$E_p = E_m - E_k = 7.200 - 800 = 6.400 \text{ J.}$$

c) $h = 120 \text{ m.}$ ----- $E_p = 4 * 10 * 120 = 4.800 \text{ J.}$

$$E_k = E_m - E_p = 7.200 - 4.800 = 2.400 \text{ J.}$$

d) $v = 0$ ----- $E_k = 0 \text{ J.}$

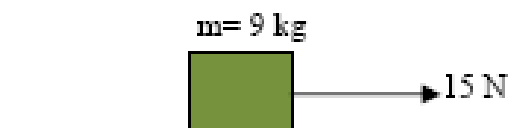
$$E_p = E_m = 7.200 \text{ J.}$$

EJERCICIOS

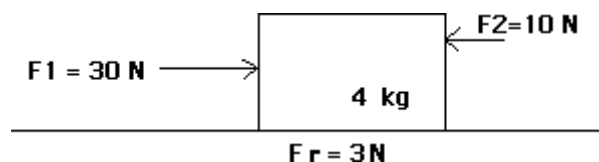
1. Calcular el trabajo necesario si al levantar un objeto a 10 m de altura aplico 80 N.
2. Calcular la altura a la que se ha levantado un peso de 150N para que el trabajo realizado sea de 25 J.
3. ¿Qué trabajo realiza un cuerpo de masa 500 g, al caer desde 2 m de altura, (dato $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
4. ¿Qué clase de energía tiene un jarrón sobre un pedestal?
5. Un escalador con una masa de 50kg invierte 40s en escalar una pared de 10m de altura. Calcula:
 - a. La fuerza
 - b. El trabajo realizado en la escalada.
 - c. La potencia real del escalador.
6. Sobre el bloque de la figura se ejercen las fuerzas que se indican en el gráfico. El bloque se mueve soportando, además, una fuerza de rozamiento de 30 N. Dibujar la fuerza de rozamiento y calcular la aceleración del bloque. La masa del bloque es de 40 kg.



7. El cuerpo de la figura pasa de una velocidad de 12 m/s a otra de 18 m/s en un tiempo de 8 segundos. Hallar la fuerza de rozamiento.

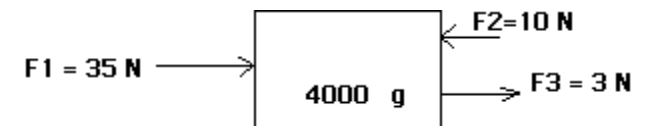


8. Sobre el cuerpo de la figura en reposo, actúan las siguientes fuerzas:



Calcular el trabajo total realizado por todas las fuerzas en 5 segundos.

9. Sobre el cuerpo de la figura en reposo, actúan las siguientes fuerzas.



Suponemos el coeficiente de rozamiento (μ) vale 0'5, Calcular:

- la fuerza resultante
 - la aceleración que genera
 - el espacio recorrido en 4 segundos
 - el trabajo desarrollado en dicho tiempo
 - la potencia realizada en 4 segundos.
10. Calcular la energía potencial de un hombre de 90 Kg. al subirse a un andamio de 20m de altura. (dato $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
11. Un camión de 20 toneladas viaja a 108 km /h. Calcula su energía cinética.
12. Un coche de masa 2 t que viajaba a 36 km/h, acelera a 72 km / h en 5 segundos. Calcular el trabajo realizado por el motor. 1 tonelada = 1000 kg,
13. ¿Qué clase de energía tiene una golondrina en vuelo?
14. Dos automóviles se desplazan a la misma velocidad. La masa del primer automóvil es el triple de la del otro y su energía cinética es de 9000J. ¿Cuál es la energía cinética del segundo automóvil?
15. Se lanza un cuerpo de masa 5 kg hacia arriba con una velocidad de 50 m/s. Calcula:
- La energía mecánica
 - La energía cinética a 10 m de altura
 - Altura máxima que alcanza
16. Si se eleva un objeto de 1kg, con una velocidad de 8m/s, calcular la energía mecánica en los siguientes casos:
- En el momento del lanzamiento.
 - Al segundo de lanzarlo.
 - En el punto más alto de su trayectoria.
 - Al caer al suelo.

17. Un ama de casa levanta su bolsa de medio kilo de peso hasta una superficie de una mesa de 70 cm de altura.

- a. ¿Cuál es el peso del cuerpo y qué fuerza tendrá que hacer para levantarlo?
- b. ¿Cuál será el trabajo realizado?

18. Hallar la energía cinética de los siguientes cuerpos:

a) Un camión de 20t que circula a 90 km/h.

- 1) 6.250.000J 2) 546.000J 3) 124530000J

b) Una pelota de tenis de 200 gr. que se mueve a 150 km/h

- 1) 234'5J 2) 453J 3) 173'6J

19. Compara la potencia de un albañil y de un montacargas, si para elevar una masa de 100kg de peso hasta un segundo piso a 10m de altura tardan 500s y 50s, respectivamente.

- a. 4 veces mayor que la del albañil
- b. 12 veces mayor que la del albañil
- c. 10 veces mayor que la del albañil

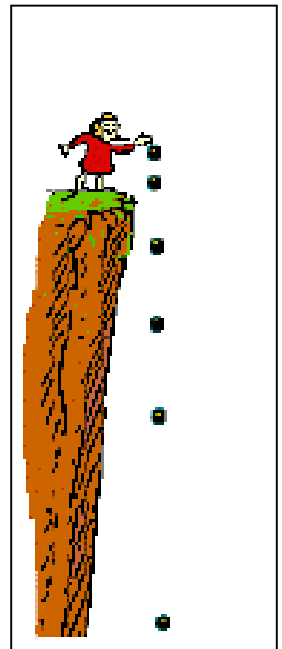
20. Un helicóptero de masa 8 toneladas asciende en dos minutos a una altura de 600 m. Calcula la potencia desarrollada por su motor. (Datos: 1 tonelada = 1000 kg, $g=9.8 \text{ m/s}^2$)

21. Una fuerza de 65 N realiza un desplazamiento de 5'75m durante 12 sg. Calcula la potencia consumida.

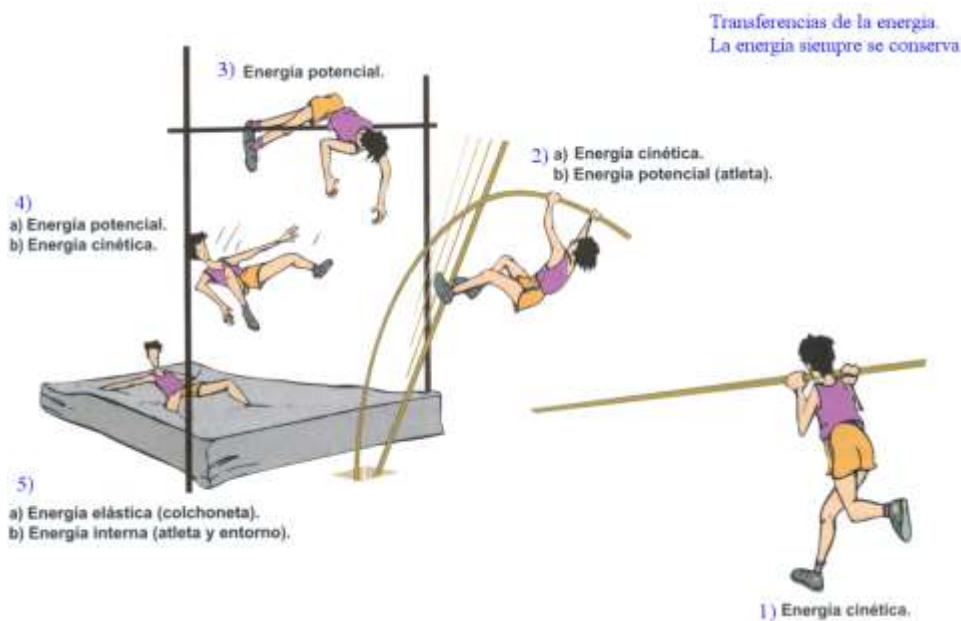
- 1) 45'780w 2) 12'675w 3) 31'145w

22. Se deja caer un cuerpo de masa 5 kg desde una altura de 70m. Hallar:

- a) La energía mecánica
- b) La velocidad de impacto contra el suelo
- c) La energía cinética a 20m. de altura
- d) La energía potencial cuando el cuerpo alcanza la velocidad de 10 m/s



23. Un saltador de pértiga de 65 kg alcanza una velocidad máxima de 8 m/s. Si la pértiga permite transformar toda la energía cinética en potencial:



- a) ¿Hasta qué altura podrá elevarse?
- b) ¿Cuál es la energía en el momento de caer a la colchoneta?
- c) ¿Cuál es su velocidad en ese momento?

24. Una factura eléctrica mide la cantidad de energía gastada en $\text{kw}\cdot\text{h}$. Supón que una factura indica que has gastado $730 \text{ kw}\cdot\text{h}$:
- ¿Cuántos julios has consumido?, ¿qué unidad te parece más acertada de las dos para las facturas?
 - Si el $\text{kw}\cdot\text{h}$ cuesta $8'6726$ céntimos de euro, ¿cuántos euros te piden por energía consumida?
25. En los envases de los alimentos está indicado el valor energético, por ejemplo el contenido energético de los actimel es 83 kcal . Las necesidades energéticas de una persona adulta dependen de su actividad pero podría decirse que la media es 10465000 J , ¿cuánto actimel habría que tomar para cubrir esas necesidades energéticas?, ¿estaría bien alimentado quien se alimentara así?