

TRABAJO Y ENERGIA

Energía: capacidad que tiene un sistema físico para realizar un trabajo.

La energía es una magnitud escalar, queda definida por un número y su unidad.

Existen diversas formas de energía:

- Energía Mecánica
 - o Energía Cinética
 - o Energía Potencial Gravitatoria
 - o Energía Potencial Elástica
- Energía Térmica: es la energía que se transfiere entre dos cuerpos que están a distinta temperatura.
- Energía Química: se pone de manifiesto en las reacciones químicas
- Energía Eléctrica: la energía relacionada con las corrientes eléctricas.
- Energía Nuclear: es la energía liberada en las reacciones nucleares (como la fisión y la fusión nuclear)
- Energía Radiante: es la energía que irradian los cuerpos calientes, en forma de luz y calor. Son radiaciones electromagnéticas como la luz solar, los rayos X, los ultravioletas...

De entre estos tipos de energía, estudiaremos con más detenimiento la energía mecánica y sus tipos. Como parte de la Energía Mecánica tenemos dos tipos de energía, la cinética y la potencial:

Energía Cinética: energía que tienen los cuerpos en virtud de su movimiento

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

Energía Potencial: energía que tienen los cuerpos en virtud de su posición

E_p elástica: en muelles / objetos elásticos

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 \quad K = \text{constante elástica}; x = \text{desplazamiento}$$

E_p gravitatoria: depende de la altura.

$$E_p = mgh \quad m = \text{masa (kg)}; g = \text{gravedad}; h = \text{altura}$$

No es posible determinar toda la energía potencial gravitatoria de un objeto, sino que hay que fijar una referencia a la que asignar el valor de energía potencial cero. Normalmente situaremos en el suelo el origen de esta energía potencial, donde la altura es cero.

Características de la Energía

Las principales características son:

- La energía puede transferirse de unos cuerpos a otros.
- La energía puede ser almacenada y transportada.
- La energía se conserva.
- La energía se degrada en cada transformación. Esto quiere decir que una parte de la energía se hace menos útil para su uso posterior.

Unidades:

La unidad de cualquier tipo de energía es el Julio (J)

Julio (J) = energía necesaria para elevar un peso de 1 N hasta 1 m sobre la superficie terrestre.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$$

Otras unidades de energía son las siguientes:

$$\text{Caloría (cal)} \text{ ----- } 1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$\text{Kilowatio hora (Kw h)} \text{ ----- } 1 \text{ kw h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Energía Mecánica:

La energía mecánica es la suma de la E cinética y la E potencial.

$$E_m = E_c + E_p$$

La energía puede transferirse entre sistemas físicos mediante trabajo o mediante calor. Por tanto ambos no son formas de energía, aunque sus unidades sean el Julio. Son formas de transferencia de energía.

- * Mediante Trabajo, si un cuerpo recibe de otro una fuerza mientras lo desplaza.
- * Mediante Calor, si intercambian energía por tener distinta temperatura.

Trabajo:

Para que se realice trabajo es necesario que se cumplan las siguientes condiciones;

- Debe existir una fuerza
- Debe producirse un desplazamiento.
- Dicha fuerza no debe ser perpendicular al desplazamiento.

El trabajo es el producto del modulo de la fuerza (F) por el desplazamiento (Δe)

$$W = F \cdot \Delta e \cdot \cos\theta$$

su unidad es el Julio (N·m)

θ = ángulo entre fuerza y desplazamiento

Las fuerzas perpendiculares al desplazamiento no realizan trabajo.

A partir de de la expresión del trabajo podemos redefinir la unidad de energía y trabajo, el Julio.

Un Julio es el trabajo realizado por una fuerza de 1 Newton cuando desplaza un cuerpo un metro en su misma dirección.

$$1 J = 1 N \cdot m$$

Signo del Trabajo

El trabajo es una magnitud escalar, y puede ser negativo o trabajo resistente cuando disminuye la energía del cuerpo (la fuerza va en sentido contrario al desplazamiento), positivo o trabajo motor cuando aumenta la energía del cuerpo (la fuerza tiene el mismo sentido que el desplazamiento), nulo cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento, como por ejemplo la fuerza centrípeta.

¿Y si actúan varias fuerzas sobre el cuerpo?

Entonces, el trabajo total es la suma de los trabajos que realiza cada una de ellas.

Trabajo y Energía Cinética

Teorema de las Fuerzas Vivas (de la energía cinética)

Podemos demostrar que existe una relación entre el trabajo total realizado sobre un cuerpo y la energía cinética del mismo.

Es lo que se conoce como teorema de la energía cinética:

El trabajo de todas las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo (resultante) se emplea en modificar su energía cinética.

$$W_T = \Delta E_{c \rightarrow} \quad W_T = E_{cf} - E_{co}$$

Este trabajo total es el trabajo de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo o bien el trabajo de la fuerza resultante.

Este teorema va a ser muy útil en aquellos problemas en los que no hay cambios de energía potencial, y solo hay cambios de velocidad.

Fuerzas Conservativas

Se dice que una fuerza es conservativa cuando el trabajo realizado para desplazar un cuerpo de un punto A hasta un punto B solo depende de las posiciones inicial y final y no del camino o trayectoria seguida.

Son fuerzas conservativas el peso, la fuerza elástica, la fuerza gravitatoria o la fuerza electrostática. La fuerza de rozamiento es una fuerza no conservativa.

Trabajo y Energía Potencial

El trabajo de una fuerza conservativa (como el peso) es igual a menos la variación de la energía potencial.

$$W_{FC} = - \Delta E_p \quad \rightarrow \quad W_{FC} = - (E_{p_f} - E_{p_o}) = E_{p_o} - E_{p_f}$$

Principio de Conservación de la Energía Mecánica

Si las únicas fuerzas que realizan trabajo sobre un cuerpo son fuerzas conservativas (como el peso), su energía mecánica se mantiene constante.

Dicho de otra forma; en ausencia de rozamiento, la energía mecánica de un cuerpo se conserva

$$\text{Sin } F_R \quad \Delta E_m = 0 \quad \rightarrow \quad E_{mf} = E_{mo}$$

Recuerda, que la energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial

Podemos demostrarlo:

$$\left. \begin{array}{l} W_T = \Delta E_c \\ W_{FC} = - \Delta E_p \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{como } W_T = W_{FC} + W_{FNC} \\ \text{Si no hay Fuerza de Rozamiento } \rightarrow W_{FNC} = 0 \end{array}$$

$$\text{luego } W_T = W_{FC}$$

$$\text{Sustituyendo, obtenemos } \Delta E_c = -\Delta E_p \quad \longrightarrow \quad \Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

$$E_{mf} - E_{mo} = 0 \quad \longrightarrow \quad \Delta E_m = cte$$

Principio de conservación de la energía (con fuerzas de rozamiento) = Disipación de la energía mecánica

¿Qué ocurre cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas no conservativas como el rozamiento?

En este caso, debido a dichas fuerzas se producirá una pérdida de energía y por tanto la energía mecánica no se conservará.

Podemos deducir una expresión para este caso:

$$\begin{array}{l}
 W_T = \Delta E_c \\
 W_{FC} = -\Delta E_p
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} W_T = \Delta E_c \\ W_{FC} = -\Delta E_p \end{array}} \right\} \longrightarrow W_T = W_{FC} + W_{FNC}$$

$$\Delta E_c = -\Delta E_p + W_{FNC}$$

$$W_{FNC} = \Delta E_c + \Delta E_p \longrightarrow W_{FNC} = \Delta E_m$$

$$W_{FNC} = E_{mf} - E_{mo}$$

Cuando en un proceso físico intervienen fuerzas no conservativas como el rozamiento, hay una disipación de energía y por tanto, la energía inicial del sistema y la energía final no coinciden. En estos casos la variación de energía coincide con el trabajo de las fuerzas no conservativas.

$$W_{Fc} = \Delta E_m \quad \text{es decir} \quad F_c \cdot \Delta e \cdot \cos\theta = E_{mf} - E_{mo}$$

En general, y exceptuando la fuerza del peso que es conservativa:

- Las fuerzas que actúan en la dirección y sentido del movimiento, aumentan la energía mecánica.
- Las fuerzas que se oponen al movimiento (como el rozamiento), disminuyen la energía mecánica.

$$\text{En este caso} \quad W_{FNC} = E_{mf} - E_{mo}$$

como

$$W_{FNC} = W_{FR} = F_R \cdot \Delta e \cdot \cos\theta$$

$$\theta = 180^\circ \quad (\text{sentido contrario al movimiento})$$

$$\text{tendremos:} \quad F_R \cdot \Delta e \cdot \cos 180^\circ = E_{mf} - E_{mo}$$

$$\text{como} \quad \cos 180^\circ = -1$$

$$-F_R \cdot \Delta e = E_{mf} - E_{mo}$$

Potencia

En muchas ocasiones además de conocer el trabajo realizado, nos interesa saber el tiempo que se tarda en realizar. Para ello definimos una nueva magnitud denominada Potencia.

La Potencia es una magnitud escalar que mide la relación entre el trabajo realizado por un cuerpo y el tiempo que tarda en realizarlo.

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

La unidad en el sistema internacional es el watio, pero también se utiliza el kilowatio (kw) y el Caballo de Vapor (CV)

$$1 \text{ kw} = 1000 \text{ w}$$

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

Relación entre Potencia y Velocidad

Podemos deducir una expresión muy sencilla que relaciona la potencia mecánica con la fuerza y la velocidad.

Sabemos que $P = \frac{W}{t}$ como $W = F \cdot \Delta e$ tendremos

$$P = \frac{F \cdot \Delta e}{t} = F \cdot v$$

La potencia mecánica instantánea es el producto de la fuerza recibida, en la dirección de la velocidad, por la velocidad instantánea. $P = F \cdot v$

Rendimiento

Es una magnitud que mide la relación entre la energía útil y la energía consumida por una máquina.

Se expresa en %: $\eta = \frac{E_u}{E_c} 100$

También se puede expresar el rendimiento en función de la potencia: $\eta = \frac{P_u}{P_c} 100$

Como resolver problemas:

1. Lee cuidadosamente el enunciado del problema
2. Identifica la situación física que se plantea, buscando los dos estados: inicial y final.
3. Haz un balance de las energías en cada uno de los estados que se plantean en el problema.
4. Si intervienen fuerzas no conservativas, principalmente fuerzas de rozamiento, debes calcular el trabajo realizado por estas fuerzas.
5. Aplica el principio de conservación de la energía, teniendo en cuenta los tres términos: energía inicial, energía final y trabajo de las fuerzas no conservativas.
6. Recuerda las fórmulas y sustituye cada magnitud por su valor numérico, teniendo en cuenta la coherencia de las unidades. Resuelve, a continuación la ecuación que se plantea.
7. Interpreta físicamente el resultado.
8. Atento a las unidades. Procura que estén en el Sistema Internacional.

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

1.- Un cuerpo de 15 kg se deja caer desde una altura de 10 metros. Calcula el trabajo realizado por el peso del cuerpo.

$$W = F \cdot e = P \cdot h = m \cdot g \cdot h = 15 \cdot 9,8 \cdot 10 = 1470 \text{ J}$$

2.- Un cuerpo se desplaza 5 m al actuar sobre él una fuerza de 50 N. Calcula el trabajo realizado en los siguientes casos:

- Fuerza y desplazamiento tienen la misma dirección y sentido.
- Fuerza y desplazamiento tienen la misma dirección y sentido contrario.
- Fuerza y desplazamiento son perpendiculares.

Apuntamos los datos: $s = 5 \text{ m}$; $F = 50 \text{ N}$; $W?$

Pasamos a unidades del S.I.: En este caso no es necesario.

Ecuación que me relaciona las magnitudes dadas con la incógnita:

$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

Sustituimos los datos conocidos y despejamos la incógnita.

- Si la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido, el ángulo α es de 0 grados. Por tanto,
$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha = 50 \cdot 5 \cdot \cos 0 = \underline{250 \text{ J}}$$
- Si la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido contrario:
$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha = 50 \cdot 5 \cdot \cos 180 = \underline{-250 \text{ J}}$$
- Si la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares, el ángulo es de 90 grados:
$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha = 50 \cdot 5 \cdot \cos 90 = \underline{0 \text{ J}}$$

3.- Una bomba eléctrica es capaz de elevar 500 kg de agua a una altura de 25 metros en 50 segundos. Calcula:

- La potencia útil de la bomba.
- Su rendimiento, si su potencia teórica es de 3000 w.

$$\text{a) } P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{500 \cdot 9,8 \cdot 25}{50} = 2450 \text{ w}$$

$$\text{b) } \text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia practica}}{\text{Potencia teorica}} \cdot 100 = \frac{2450}{3000} \cdot 100 = 82\%$$

4.- Calcula la energía cinética de un coche de 500 kg de masa que se mueve a una velocidad de 100 km/h.

Pasamos la velocidad a las unidades del sistema internacional:

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 27,8 \text{ m/s}$$

Sustituimos en la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 0,5 \cdot 500 \cdot 27,8^2 = 6950 \text{ J}$$

5.- Un cuerpo de 20 kg de masa que se mueve a una velocidad 2 m/s se somete a una aceleración de 2 m/s² durante 5 s. Calcula el trabajo efectuado sobre el cuerpo.

El trabajo efectuado sobre el cuerpo es igual a la variación que experimenta su energía cinética.

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2$$

Conocemos todos los datos excepto la velocidad del cuerpo después de los 5 s. Utilizamos la ecuación de un movimiento uniformemente acelerado para calcular esta velocidad:

$$v = v_0 + a \cdot t = 2 + 2 \cdot 5 = 12 \text{ m/s}$$

Sustituimos los datos en la ecuación de arriba:

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 12^2 - \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 2^2 = 1400 \text{ J}$$

6.- El conductor de un coche de 650 kg que va a 90 km/h frena y reduce su velocidad a 50 km/h. Calcula:

- La energía cinética inicial.
- La energía cinética final.
- El trabajo efectuado por los frenos.

90 km/h son 25 m/s y 50 km/h son 13,9 m/s.

$$\text{a) } E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = 0,5 \cdot 650 \cdot 25^2 = 203125 \text{ J}$$

$$\text{b) } E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 0,5 \cdot 650 \cdot 13,9^2 = 62793,3 \text{ J}$$

$$\text{d) } W = \Delta E_c = E_c - E_{c_0} = 62793,3 - 203125 = -140331,7 \text{ J}$$

7.- Se dispara una bala de 10 gr con una velocidad de 500 m/s contra un muro de 10 cm de espesor. Si la resistencia del muro al avance de la bala es de 3000 N, calcula la velocidad de la bala después de atravesar el muro.

El muro opone una resistencia al paso de la bala por lo que realiza un trabajo negativo:

$$W = \Delta E_c \quad ; \quad -F \cdot e = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2$$

Sustituimos:

$$-3000 \cdot 0,1 = \frac{1}{2} \cdot 0,01 \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,01 \cdot 500^2$$

Despejamos "v" y calculamos y obtenemos una velocidad de 435,9 m/s.

8.- Un automóvil de 1000 kg de masa aumenta su velocidad de 0 a 100 km/h en un tiempo mínimo de 8 s. Calcula su potencia en vatios y en caballos de vapor.

Dato: 1 CV = 735 w.

100 km/h son 27,8 m/s.

Calculamos el trabajo realizado por el motor teniendo en cuenta que es igual a la variación de la energía cinética:

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 27,8^2 - \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 0^2 = 386420 \text{ J}$$

La potencia del motor será:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{386420 \text{ J}}{8 \text{ s}} = 48302,5 \text{ w}$$

La potencia en C.V. valdrá:

$$48302,5 \text{ w} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{735 \text{ w}} = 65,7 \text{ CV}$$

9.- Calcula la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de 30 kg de masa que se encuentra a una altura de 20 m.

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 30 \cdot 9,8 \cdot 20 = 5880 \text{ J}$$

10.- La constante elástica del muelle es 100 N/m. Determina la energía potencial elástica del mismo si se ha comprimido una longitud de 10 cm.

$$E_{p_x} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 = 0,5 \cdot 100 \cdot 0,1^2 = 0,5 \text{ J}$$

11.- Desde una altura de 10 m se deja caer un cuerpo de 5kg. Calcula su velocidad al llegar al suelo.

Al principio, el cuerpo sólo tiene energía potencial y, a medida que va cayendo, esta se va transformando en energía cinética. Cuando el cuerpo llega al suelo su energía cinética será igual a la energía potencial que tenía al principio.

$$E_{m_1} = E_{m_2} ; E_{p_1} = E_{c_2} ; m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 ; 5 \cdot 9,8 \cdot 10 = 0,5 \cdot 5 \cdot v^2$$

de donde: $v = 14 \text{ m/s}$.

12.- Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. Determina la altura máxima que alcanzará.

La energía mecánica inicial será igual a la energía cinética del cuerpo ya que se encuentra en el suelo. A medida que asciende, la energía cinética se va transformándose en energía potencial. En la altura máxima, la energía mecánica será igual a la energía potencial ya que la energía cinética vale cero al estar el cuerpo parado.

$$E_{m_1} = E_{m_2} ; E_{c_1} = E_{p_2} ; \frac{1}{2} \cdot m \cdot 20^2 = m \cdot 9,8 \cdot h ; h = 20,4 \text{ m}$$

13.- Se deja caer sobre un muelle un cuerpo de 2 kg desde una altura de 5 m. Calcula cuanto se comprime el muelle si su constante elástica es 3000 N/m.

La energía potencial gravitatoria se transforma en energía potencial elástica:

$$E_{m_1} = E_{m_2} ; E_{p_{G1}} = E_{p_{X2}} ; m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 ; 2 \cdot 9,8 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 3000 \cdot x^2 ; x = 0,26 \text{ m}$$

14.- Desde una altura de 5 metros desliza por un plano inclinado un cuerpo de 2 kg de masa que parte del reposo. Calcula la velocidad del cuerpo cuando abandona el plano inclinado suponiendo:

- Qué no hay de rozamiento.
 - Qué hay rozamiento y el trabajo realizado por esta fuerza es de 15 J.
- a) La energía potencial del cuerpo se transforma en energía cinética:

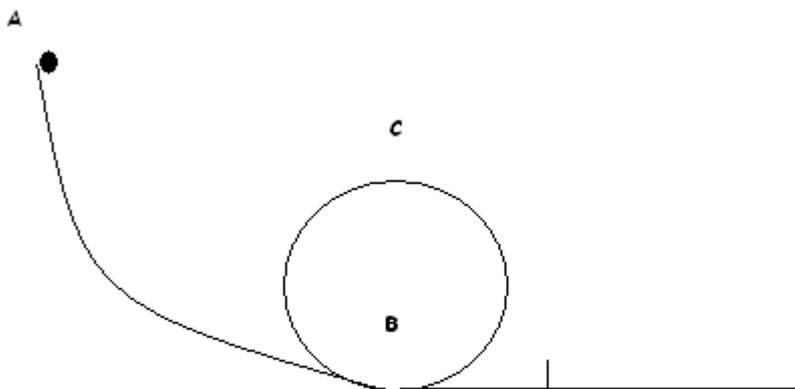
$$Em_1 = Em_2 \ ; \ Ep_1 = Ec_2 \ ; \ 2 \cdot 9,8 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 \ ; \ v = 9,9 \text{ m/s}$$

b) Si consideramos que hay rozamiento la energía mecánica no se conserva, porque parte de esa energía pasa al suelo y al cuerpo en forma de energía térmica. La energía mecánica final será igual a la energía mecánica inicial menos el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.

$$Em_1 - W_{Fr} = Em_2 \ ; \ Ep_1 - 15 = Ec_2 \ ; \ 2 \cdot 9,8 \cdot 5 - 15 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 \ ; \ v = 9,1 \text{ m/s}$$

15.- En una atracción de la feria se deja caer desde una altura de 20 m una vagoneta con cuatro personas con una masa total de 400 kg. Si el rizo tiene un diámetro de 7 m y suponemos que no hay rozamiento calcula:

- La energía mecánica de la vagoneta en el punto A.
- La energía cinética de la vagoneta en el punto B.
- La velocidad de la vagoneta en el punto C.
- La fuerza que tiene que realizar el mecanismo de frenado de la atracción si la vagoneta se tiene que detener en 10 m.



10

a) La energía mecánica en A será igual a su energía potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 400 \cdot 9,8 \cdot 20 = 78400 \text{ J}$$

- La energía cinética en B será igual a la energía potencial arriba: $Ec = 78400 \text{ J}$
- En el punto C la energía mecánica será igual a la suma de la energía cinética y de la energía potencial:

$$E_{m_A} = E_{m_C} ; E_{p_A} = m \cdot g \cdot h_C + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_C^2 ; 78400 = 400 \cdot 9,8 \cdot 7 + 0,5 \cdot 400 \cdot v^2 ; v = 15,9 \text{ m/s}$$

d) Cuando la vagoneta llega abajo, toda su energía potencial se ha transformado en energía cinética como ya hemos visto en el apartado b).

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 ; 78400 = 0,5 \cdot 400 \cdot v^2 ; v = 19,8 \text{ m/s}$$

El mecanismo de frenado de la atracción realiza un trabajo que se opone al movimiento y que hace que la velocidad pase de 19,8 m/s a 0 m/s.

$$W = \Delta E_C ; -F \cdot e = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 ; -F \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 0^2 - \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 19,8^2 ; F = 7840,8 \text{ N}$$

En la ecuación anterior podíamos poner (F) en vez de (-F) y al despejar la fuerza saldría negativa. Como ya hemos tenido en cuenta el sentido de la fuerza al poner el signo negativo en la ecuación, al despejar F lo que obtenemos es la intensidad de la fuerza (su módulo, su valor numérico).

Problemas de Energía y Trabajo

- Calcula la energía cinética de los siguientes móviles:
 - Un camión de 5'5 toneladas que lleva una velocidad de 90 km/h. $E_C = 1.718.750 J$
 - Un automóvil de 1.000 kg que lleva una velocidad de 108 km/h. $E_C = 450.000$
 - Un proyectil de 20 g que sale de un arma con una velocidad de 400 m/s. $E_C = 1.600 J$
- Un carro de 100 kg se encuentra sobre una carretera recta horizontal sin rozamiento. Calcula la energía cinética que gana o pierde el carro en los siguientes casos:
 - Recorre 10 m con movimiento uniforme a la velocidad de 1'5 m/s. $\Delta E_C = 0 J$
 - Una fuerza constante actúa en sentido contrario al movimiento parando el carro, que tenía una velocidad de 1'5 m/s. $\Delta E_C = -112'5 J$
- Calcula la energía potencial gravitatoria que adquiere una persona de 65 kg de masa después de subir seis escalones de 0'25 m de altura cada uno. $E_P = 955'5 J$
- Calcula la energía potencial gravitatoria que tiene, respecto al suelo de la calle, un ascensor de 200 kg de masa situado en el octavo piso de un edificio, sabiendo que la altura de cada piso es de 3 m. $E_P = 47.040 J$
- Un libro de 300 g reposa encima de una mesa de 80 cm de altura. Ésta se encuentra sobre el suelo de una habitación de un tercer piso situado a 9 m sobre la calle. Si el libro se eleva 0'75 m, calcula la energía potencial gravitatoria y su incremento:
 - Respecto de la mesa. $E_P = 2'205 J; \Delta E_P = 2'205 J$
 - Respecto del suelo de la habitación. $E_P = 4'557 J; \Delta E_P = 2'205 J$
 - Respecto del suelo de la calle. $E_P = 103'690 J; \Delta E_P = 2'205 J$
- Una persona transporta sobre sus hombros un bulto de 25 kg con el que recorre 20 m. Determina el trabajo realizado para soportarlo. $W = 0 J$
- Se arrastra una maleta con una fuerza de 100 N durante 5 m. Calcula:
 - El trabajo realizado cuando la fuerza es paralela al suelo. $W = 500 J$
 - El trabajo realizado cuando la fuerza forma un ángulo de 60° con el suelo. $W = 250 J$
- Un bloque de 50 kg baja deslizándose por un plano inclinado 30°, en ausencia de rozamiento, y recorre 3 m. Calcula el trabajo realizado por la fuerza peso. $W = 735 J$
- Un automóvil de 1.500 kg lleva una velocidad de 120 km/h por una carretera horizontal. En un determinado momento ve un obstáculo y frena hasta pararse. Calcula el trabajo realizado. $W = -833.333'33 J$
- Un hombre de 75 kg sube por una escalera de caracol hasta una altura de 3 m. Calcula el trabajo realizado. $W = 2.205 J$
- Desde el suelo se lanza verticalmente y hacia arriba una canica de 10 g de masa. Si el rozamiento con el aire es despreciable y sale con una velocidad de 8 m/s, calcula:
 - Los valores de la energía cinética, potencial gravitatoria y mecánica en el punto más bajo, en el más alto y cuando está a 1 m del suelo. $E_M = 0'32 J$
 - La altura a la que llegará. $h = 3'265 m$
 - La velocidad con la que llegará al suelo. $v = -8 m/s$

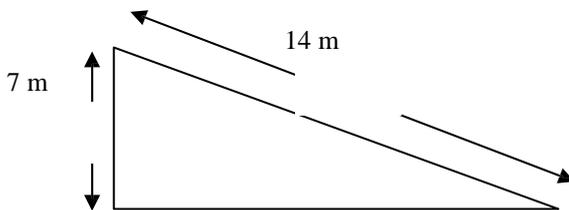
12. Una lámpara está colgada mediante un cable a 2'5 m del suelo cuando se rompe el cable. Calcula, por energías, la velocidad con la que llegará al suelo. $v = -7 \text{ m/s}$
13. Un automóvil de 1.200 kg baja por una pendiente con una velocidad constante de 72 km/h hasta un punto que se encuentra verticalmente 6 m por debajo del punto de partida. ¿Cuál ha sido la variación de energía? ¿Cuál ha sido la variación de energía mecánica?
14. Hay que subir un cuerpo de 80 kg de masa hasta una altura de 10 m ¿Cuál sería la fuerza y el trabajo realizado si se utilizara un plano inclinado de 20 m de longitud? $F = 392 \text{ N}; W = 7.840 \text{ J}$
15. Una vagoneta se encuentra sobre una vía recta horizontal. Calcula el trabajo realizado y la potencia desarrollada en los siguientes casos:
- Si empujas con una fuerza de 100 N durante 50 s sin conseguir moverla. $W = 0 \text{ J}$
 - Si empujas con una fuerza de 500 N en la dirección de la vía, de forma que recorra 10 m en 10 s. $W = 5.000 \text{ J}$
 - Si tiras de la vagoneta con una fuerza de 500 N que forma un ángulo de 60° con la vía, de manera que recorra 10 m en 20 s. $W = 2.500 \text{ J}$
16. Un montacargas eleva bloques de 500 kg hasta 30 m de altura en 1 minuto. Si el motor es de 5 CV, ¿qué trabajo realiza y cuál será el rendimiento del motor? $W = 147.000 \text{ J}; r = 66'66\%$
17. Un motor de 0'1 CV mueve una dinamo que produce una potencia de 20 W. Calcula el rendimiento de la dinamo. $r = 27'21\%$
18. Una bomba eleva 100 m^3 de agua a 30 m de altura en media hora.
- ¿Qué trabajo realiza? $W = 29.400.000 \text{ J}$
 - Si el motor de esa bomba tiene una potencia de 30 kW, ¿cuál es su rendimiento? $r = 54'44\%$
19. Sobre un cuerpo de 50 kg apoyado en una superficie horizontal sin rozamiento, se aplica una fuerza de 10 N paralela al plano. ¿Qué trabajo hemos realizado después de recorrer 5 m? $W = 50 \text{ J}$
20. ¿Qué trabajo realiza un hombre de 80 kg que transporta una maleta de 20 kg a lo largo de una distancia de 100 m sobre un plano horizontal? $W = 0 \text{ J}$
21. ¿Qué trabajo realiza una señora de 65 kg cuando sube con la bolsa de la compra de 5 kg desde la calle al cuarto piso, suponiendo que cada piso tiene una altura de 3 m? $W = 8.232 \text{ J}$
22. ¿A qué altura hemos subido un paquete de 10 kg si hemos realizado un trabajo de 25 julios? $h = 25'51 \text{ cm}$
23. Sobre un cuerpo de 10 kg se aplica una fuerza de 10 N formando un ángulo de 60° con la horizontal. Calcula el trabajo realizado al recorrer 3 m si despreciamos el rozamiento. $W = 15 \text{ J}$
24. Aplicamos una fuerza horizontal de 20 N sobre un cuerpo de 5 kg de masa. Calcula el trabajo presentado por todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo al recorrer 5 m, si presenta un rozamiento de 3 N con el suelo.
25. Del problema anterior, calcula la velocidad alcanzada por el cuerpo al final del recorrido. ¿Cuál sería la energía cinética? Comprueba que coincide con la suma total de los trabajos realizados por las fuerzas.

26. La cabina de un ascensor tiene una masa de 500 kg, transporta a 4 personas de un peso medio de 70 kg, y asciende a una altura de 20 m con velocidad constante.
- a) ¿Qué trabajo realiza el motor? $W = 152.880 \text{ J}$
- b) ¿Qué potencia media consume el ascensor suponiendo que le cuesta ascender 20 s? $P = 7.644 \text{ w}$
- c) Si ese motor pierde por rozamientos un 25% de su potencia, ¿cuál es su potencia real? 10.192 w
27. ¿Qué trabajo realizará en 3 horas un motor que desarrolla una potencia de 10 kW? $W = 108 \cdot 10^6 \text{ J}$
28. Lanzamos un cuerpo de 2 kg, hacia arriba, con una velocidad inicial de 30 m/s.
- a) ¿Qué energía potencial tiene en el punto más alto? $E_p = 900 \text{ J}$
- b) ¿Qué energía potencial y cinética tiene cuando lleva una velocidad de 10 m/s? $E_c = 100; E_p = 800 \text{ J}$
- c) ¿A qué altura se encuentra en ese momento? $h = 40.81 \text{ m}$
29. Queremos llenar un depósito de 1.000 litros de agua situado a una altura de 15 m con una bomba. ¿Qué potencia teórica necesitamos para llenarlo en 10 minutos? $P = 245 \text{ w}$
30. Un automóvil de 980 kg circula a 100 km/h. ¿Qué fuerza tendrán que hacer los frenos para pararlo en 100 m? $F_R = 3.780.86 \text{ N}$
31. Dejamos caer un martillo de 5 kg desde una altura de 3 m sobre una estaca de madera que penetra en la tierra 10 cm. ¿Qué fuerza se opone a la penetración? $F = 1.500 \text{ N}$
32. Una bala de 10 g choca a 500 m/s con una tabla de 10 cm de espesor. Después de atravesarla perpendicularmente, sale por la cara opuesta a una velocidad de 300 m/s. Calcula la fuerza, supuesta constante, que opone la tabla a la penetración de la bala. $F = 8.000 \text{ N}$
33. Dos coches, uno de 1.000 kg que circula a 100 km/h, y otro de 1.200 kg que circula a 90 km/h, chocan contra una pared. ¿Cuál de los dos choques es más violento? $El \text{ de } 1.000 \text{ kg}$
34. En lo alto de un plano inclinado 30° sobre la horizontal, de 16 m de longitud, se coloca un cuerpo de 4 kg de masa.
- a) ¿Cuánto vale su energía potencial cuando está situado en lo alto del plano? $E_p = 313.6 \text{ J}$
- b) ¿Cuánto vale su energía cinética al llegar al final del plano si no existen rozamientos? $E_c = 313.6 \text{ J}$
- c) ¿Cuál es la velocidad del cuerpo al llegar al final del plano? $v = 12.52 \text{ m/s}$
- d) ¿Cuánto serían todos esos valores si existiera un rozamiento entre el cuerpo y el plano de 3 N? $E_p = 313.6 \text{ J}; E_c = 265.6 \text{ J}; v = 11.52 \text{ m/s}$
35. Desde una torre de 25 m de altura se lanza una piedra de 10 g hacia arriba con una velocidad de 20 m/s.
- a) ¿Qué altura alcanzará? ¿Cuál será la energía potencial en ese momento? $h = 20.40 \text{ m}; E_p = 2 \text{ J}$
- b) ¿Cuál será su energía cinética al llegar al suelo? ¿Y su velocidad en ese instante? $E_c = 2 \text{ J}; v = 20 \text{ m/s}$

36. Un motor eléctrico eleva un ascensor de 500 kg a una velocidad constante de 1 m/s. Las fuerzas debidas al rozamiento tienen un valor de 60 N.
- a) ¿Qué fuerza realiza el motor? $F = 4.960 \text{ N}$
- b) ¿Cuál es su potencia? $P = 4.960 \text{ w}$
37. Una máquina térmica absorbe 1.000 J y realiza un trabajo de 750 J. Halla su rendimiento $r = 75\%$
38. El motor de un coche hace una fuerza de 40 N sobre él y le imprime una velocidad de 60 km/h. ¿Cuál es su potencia expresada en CV? $0'91 \text{ CV}$
39. Desde una torre de 40 m se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 200 g con una velocidad de 20 m/s. Calcula su energía potencial, su energía cinética y su velocidad:
- a) En el momento de ser lanzado. $E_p = 78'4 \text{ J}; E_c = 40 \text{ J}; v = 20 \text{ m/s}$
- b) En el punto de máxima altura. $E_p = 118'4 \text{ J}; E_c = 0 \text{ J}; v = 0 \text{ m/s}; h =$
- c) Cuando se encuentre a 20 m sobre el suelo. $E_p = 39'2 \text{ J}; E_c = 79'2 \text{ J}; v = -28'14 \text{ m/s}$
- d) En el momento de llegar al suelo. $E_p = 0 \text{ J}; E_c = 118'4 \text{ J}; v = -34'40 \text{ m/s}$
40. Un coche que marcha a 72 km/h por una carretera horizontal se deja en punto muerto. Si su masa es de 1.000 kg y el rozamiento con el suelo es de 2.000 N:
- a) ¿Qué distancia recorre antes de pararse? $\Delta e = 100 \text{ m}$
- b) ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento? $W = -200.000 \text{ J}$
41. Un péndulo consta de una esfera de 500 g y una cuerda de 1'5 m de longitud. Manteniendo la cuerda tensa, ¿cuál sería el trabajo para elevarlo 50 cm desde la posición de equilibrio? Si después lo soltamos, ¿cuál sería su velocidad al volver a pasar por el punto inicial?
- $W = 2'45 \text{ J}; v = 3'13 \text{ m/s}$
42. Un automóvil de 1.000 kg tarda 8 segundos en alcanzar la velocidad de 72 km/h. ¿Qué potencia desarrolla el motor sabiendo que la fuerza de rozamiento es equivalente a la décima parte del peso?
- 12.500 w
43. A un motor le cuesta llenar 1 hora un depósito de agua de 10 m^3 situado a una altura de 5 m, cuando el rendimiento es del 80%. ¿Qué potencia en CV tiene?
- $0'24 \text{ CV}$

TRABAJO Y ENERGÍA COLEGIO RIHONDO

1. Un cuerpo cae por una montaña rusa desde un punto A situado a 50 m de altura con una velocidad de 5 m/s. Posteriormente pasa por otro punto B situado a 20 metros de altura. ¿Qué velocidad llevará al pasar por B?
2. Desde una altura de 15 m se lanza verticalmente hacia abajo un objeto de 3 kg de masa con una velocidad inicial de 2 m/s. Si despreciamos el rozamiento con el aire, hallar:
 - a) la energía cinética a 5 metros del suelo.
 - b) la velocidad en ese momento y con la que llega al suelo.
3. Un coche de 1500 kg de masa va a una velocidad de 108 km/h, ¿qué trabajo han de realizar los frenos para reducir su velocidad a 72 km/h?
4. Un coche de masa de 1500 kg se mueve con una velocidad de 72 km/h, acelera y aumenta su velocidad a 108 km/h, en 125 m.
 - a) Halla el trabajo realizado sobre el coche.
 - b) ¿Qué fuerza neta se le ha comunicado al coche.
5. Un objeto en lo alto de un plano inclinado tiene una energía mecánica de 2000 J. Al llegar al final del plano, su energía mecánica es 1750 J. ¿En qué se habrá transformado el resto de la energía? Si la longitud del plano es de 5 metros. ¿Cuánto valdra la fuerza de rozamiento?
6. Un objeto de 10 kg se deja caer sin rozamiento por un plano inclinado como el de la figura.
 - a) ¿Qué velocidad lleva en el punto más bajo?
 - b) Si cuando dejamos caer el objeto de 10 kg, hay un rozamiento de 10 N, ¿qué velocidad llevará en el punto más bajo en esta nueva situación?



7. Calcula la velocidad en el punto 2:
 - a) suponiendo que no hay fuerzas de rozamiento.
 - b) suponiendo que se pierde el 25% de la energía inicial por las fuerzas de rozamiento.

