

MATERIAL: FM-11

Trabajo y Energía I

La energía desempeña un papel muy importante en el mundo actual, por lo cual se justifica que la conozcamos mejor.

Iniciamos nuestro estudio presentando el concepto de una cantidad, denominada *trabajo*, el cual se relaciona con la medición de la energía.

TRABAJO El trabajo es una magnitud escalar, a pesar de ser el producto de dos vectores tal como lo muestra la siguiente ecuación:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad [\text{Joule}]$$

La expresión anterior se traduce en

$$W = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos \alpha$$

Donde $|\vec{F}|$ y $|\vec{d}|$ son los módulos de la fuerza y el desplazamiento, y α es el ángulo que forman \vec{F} y \vec{d} .

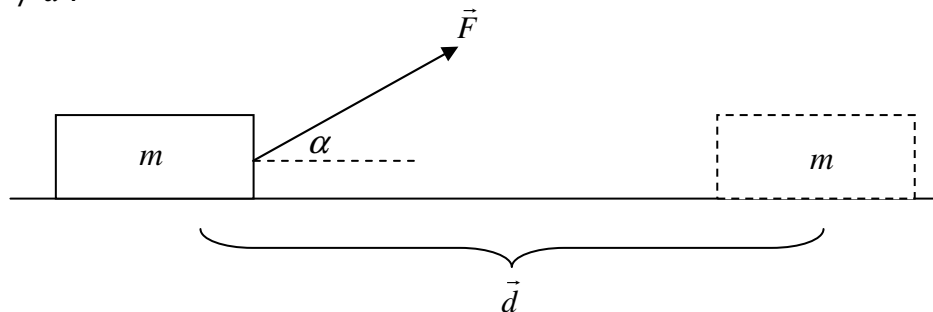


Fig. 1

La unidad de medida del trabajo en el SI es el Joule. De la simple observación de esta ecuación, se puede apreciar que el **trabajo es cero** si se cumple alguno de los siguientes puntos:

- i) La fuerza es nula
- ii) El desplazamiento es nulo
- iii) La fuerza y el desplazamiento son perpendiculares entre sí.

Nota: Sobre el tercer punto recuerda que $\cos 90^\circ = 0$, de ahí que el trabajo es cero. Así también, como $\cos 180^\circ = -1$, es decir, si la fuerza y el desplazamiento son opuestos ($\alpha = 180^\circ$), entonces el **trabajo es negativo**.

Finalmente un **trabajo positivo** sobre un cuerpo, cuando la fuerza tiene el mismo sentido que el desplazamiento.

Trabajo neto: En el caso que se ejerza más de una fuerza constante, al mismo tiempo sobre un cuerpo, en la ecuación $W = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos \alpha$, $|\vec{F}|$ representa el módulo de la fuerza neta o resultante y así podemos obtener el trabajo neto. En el ejemplo mostrado en la figura 2, la fuerza neta es $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$

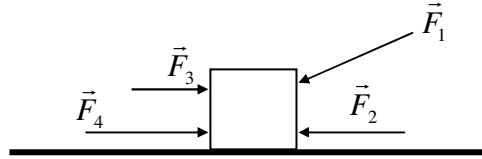


Fig. 2

A continuación se muestran dos gráficos de fuerza versus desplazamiento (sus módulos). En ambos casos el área achurada representa el trabajo realizado por la fuerza.

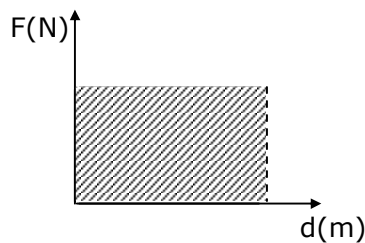


Gráfico para una fuerza constante

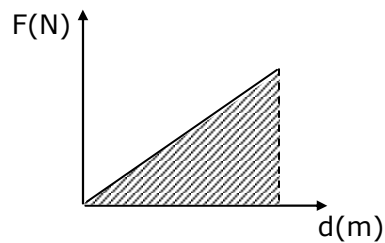


Gráfico para una fuerza variable

Ejemplos

- El trabajo realizado por la fuerza peso sobre un cuerpo, es siempre igual a cero si éste se mueve
 - verticalmente hacia arriba.
 - horizontalmente.
 - verticalmente hacia abajo.
 - descendiendo por un plano inclinado.
 - verticalmente hacia arriba o hacia abajo.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera, con respecto a un cuerpo que sube por un plano inclinado rugoso con velocidad constante?
 - El trabajo realizado por el peso del cuerpo es positivo.
 - El trabajo hecho por la fuerza normal sobre el cuerpo es positivo.
 - El trabajo hecho por el roce sobre el cuerpo es negativo.
 - Todas las anteriores son verdaderas.
 - Ninguna de las anteriores es verdadera

Trabajo realizado al subir o bajar un cuerpo: al levantar o bajar un cuerpo con una fuerza \vec{F}_0 tal como lo muestra la figura 3, se puede observar que sobre el cuerpo, además actúa la fuerza peso (\vec{P}).

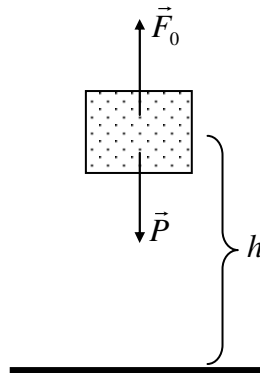


Fig. 3

Al subir el cuerpo, el trabajo hecho por \vec{F}_0 es positivo y es igual a mgh , el que realiza \vec{P} es negativo y es igual a $-mgh$. Cuando el cuerpo baja, \vec{F}_0 hace un trabajo $-mgh$ y \vec{P} realiza un trabajo mgh .

Nota: Cuando se pregunta por el trabajo necesario para levantar o bajar un cuerpo, es el trabajo mínimo, es decir, para que el objeto se mueva con velocidad constante.

Potencia Mecánica

Para ilustrar el significado de potencia pondremos como ejemplo, un objeto que es arrastrado por una fuerza \vec{F}_0 (ver figura 4) horizontalmente, a lo largo de 12 metros por un camino rugoso y con una velocidad constante de 10 m/s. Si se repite el experimento bajo las mismas condiciones, pero el objeto ahora viaja a 20 m/s, entonces se puede afirmar que, en ambos casos el trabajo hecho por la fuerza \vec{F}_0 es el mismo, pero la potencia desarrollada en el segundo fue mayor, ya que el tiempo empleado fue menor.

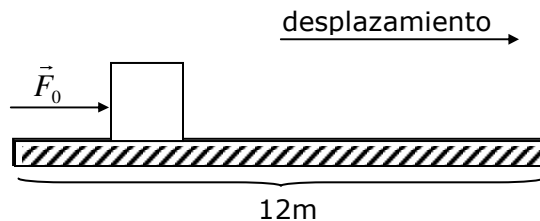


Fig. 4

La potencia es una magnitud escalar que mide la **rapidez** con que se realiza un trabajo. Corresponde a la razón entre el trabajo realizado y el tiempo que toma en realizarlo. La unidad de potencia en el SI es el **Watt**.

$$P = \frac{W}{t} \quad [\text{Watt}] \quad 1 \text{ Watt} = 1 \frac{J}{s}$$

La potencia también se expresa en Kilowatt (KW) o caballo de fuerza (HP)

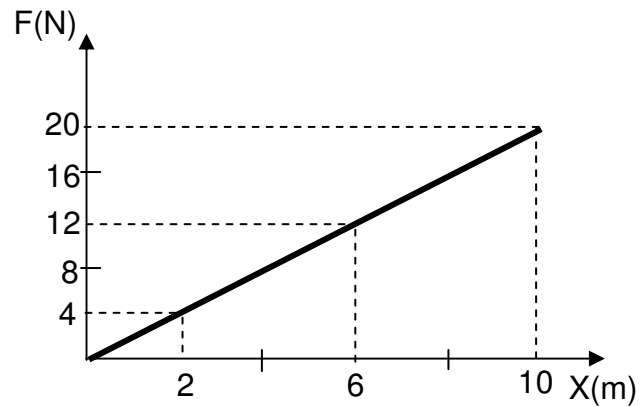
$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

Ejemplos

3. La figura 5, muestra la fuerza que actúa sobre un cuerpo paralelamente a su trayectoria, en función de la distancia X . ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza cuando el cuerpo va de $X = 2\text{ m}$ a $X = 6\text{ m}$?

- A) 6 J
- B) 10 J
- C) 32 J
- D) 50 J
- E) 64 J



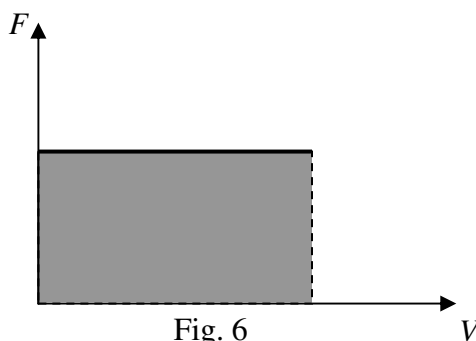
4. Cuando una persona levanta un niño de 10 kg a una altura de 1,2 m, si $|\vec{g}| = 10\text{ m/s}^2$, entonces esta persona está realizando un trabajo de

- A) $1,2 \cdot 10^0$ J
- B) $1,2 \cdot 10^1$ J
- C) $1,2 \cdot 10^2$ J
- D) $1,2 \cdot 10^3$ J
- E) $1,2 \cdot 10^4$ J

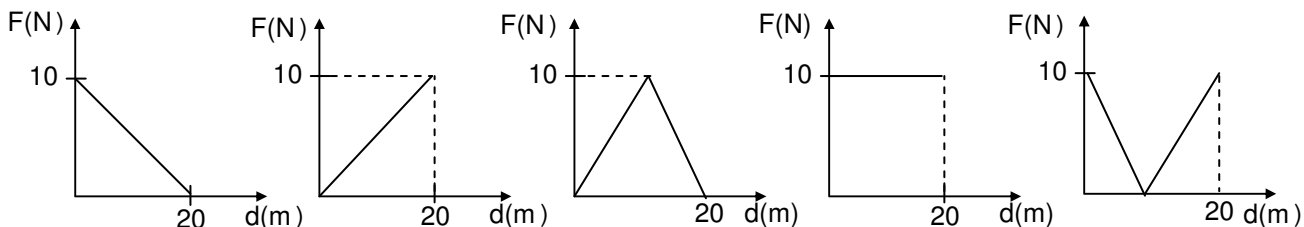
PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

- Si un vehículo se mueve en línea recta a través de una línea horizontal con rapidez constante, y luego sube en línea recta a través de una pendiente de 30° con respecto a la horizontal, también con rapidez constante, entonces se puede afirmar que los trabajos realizados por las fuerzas netas en ambos tramos
 - nunca es nulo.
 - siempre es nulo.
 - es nulo en la horizontal, pero no en la pendiente.
 - es nulo en la pendiente, pero no en la horizontal.
 - Ninguna de las anteriores.

- El gráfico de la figura 6 representa el módulo de la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo en función de su rapidez. El área bajo la curva representa
 - impulso.
 - variación de momentum.
 - trabajo mecánico.
 - aceleración.
 - potencia mecánica.



- ¿En cuál de los siguientes casos es mayor el trabajo realizado?



- A) B) C) D) E)

- Cuando un hombre sube por una escalera de **a** metros de largo, hasta una terraza ubicada a **b** metros del suelo, con una caja de **c** kilogramos, considerando $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$, el trabajo realizado para subir la caja hasta la terraza es igual a
 - $10 b \cdot c$
 - $10 a \cdot c$
 - $10 a \cdot b$
 - $10 a \cdot b \cdot c$
 - $10 \cdot (a + b)$

5. Un motor de potencia $P = 50 \text{ KW}$ acciona un vehículo durante 2h. ¿Cuál es el trabajo realizado por el motor?

- A) 0,1 KWh
- B) 1,0 KWh
- C) 10 KWh
- D) 100 KWh
- E) 100 KW

6. La potencia mecánica P de una máquina A que realiza su trabajo W en un tiempo t , comparado con la potencia P' de una maquina B que realiza un trabajo $3 W$ en un tiempo $\frac{t}{3}$, permite asegurar que P' es

- A) $9 P$
- B) $3 P$
- C) P
- D) $P/3$
- E) $P/9$

7. Un bloque de 4 kg inicialmente en reposo, es empujado por una fuerza constante y horizontal a lo largo una distancia de 15m sobre una superficie lisa y horizontal, durante 2s. El trabajo realizado en Joules es

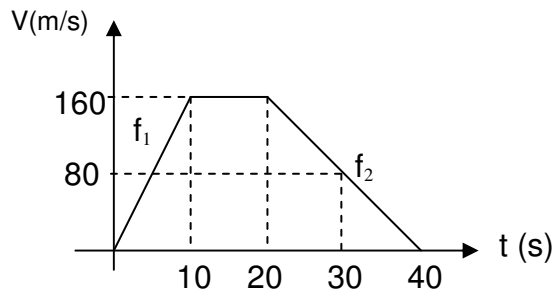
- A) 50
- B) 150
- C) 250
- D) 350
- E) 450

Las preguntas 8, 9, 10 y 11 se refieren a la siguiente información:

Un cuerpo de masa 5 kg inicialmente en reposo en una superficie rectilínea, sufre la acción de una fuerza de intensidad f_1 durante 10 s. Luego de lo cual es retirada, transcurridos 10s se aplica una fuerza de intensidad f_2 en la dirección del movimiento pero en sentido contrario hasta anular la velocidad del cuerpo (ver figura 7).

8. El trabajo mecánico total realizado sobre el cuerpo entre los 10 y 20s, en Joules, es igual a

- A) 80
- B) 30
- C) 20
- D) 16
- E) 0



9. El valor de f_1 es

- A) 160 N
- B) 80 N
- C) 16 N
- D) 8 N
- E) Ninguna de las anteriores.

10. El valor de f_2 es

- A) 160 N
- B) 120 N
- C) 80 N
- D) 40 N
- E) Ninguna de las anteriores.

11. El trabajo neto realizado sobre el cuerpo entre 0 y 40s es:

- A) 0 J
- B) 40 J
- C) 80 J
- D) 160 J
- E) Ninguna de las anteriores.

12. Una máquina P levanta un cuerpo de masa 1 kg hasta 2m de altura en 1s, con movimiento rectilíneo uniforme siguiendo la vertical. Otra máquina Q acelera uniformemente en un plano horizontal un cuerpo de peso 30N, desde el reposo, hasta una velocidad de 10 m/s en un minuto. Despreciando el roce con el plano horizontal y la resistencia del aire y además $|\vec{g}| = 10 \frac{m}{s^2}$ podemos asegurar que

- A) la fuerza ejercida por P es menor que la ejercida en Q.
- B) el trabajo realizado en P es mayor que el realizado en Q.
- C) la potencia desarrollada por P es menor que la realizada en Q.
- D) los trabajos y las potencias en P y Q son iguales.
- E) Ninguna de las anteriores.

13. Cuando un móvil viaja a C (m/s) en línea recta, la resistencia total que se opone a su movimiento es de D (N). La potencia necesaria para mantenerlo en movimiento a esa velocidad es:

- A) 0 W
- B) $\frac{C}{D}$ J
- C) $\frac{D}{C}$ W
- D) $D \cdot C$ W
- E) $C \cdot D$ J

14. Un cuerpo de masa $2M$ es subido hasta una altura $3h$ por un agente exterior en un tiempo $2t$. Si el movimiento es uniforme. La rapidez con que se realizó el trabajo es

- A) $6Mg \cdot h/t$
- B) $3Mg \cdot h/t$
- C) $3Mg \cdot h/2t$
- D) $Mg \cdot h/2t$
- E) $Mg \cdot h/6t$

Las preguntas 15, 16, 17, 18, 19 y 20 se refieren a la siguiente información:

Sobre una partícula en reposo, de masa 20 kg, actúan durante 4 s dos fuerzas constantes \vec{F}_1 y \vec{F}_2 perpendiculares entre sí, de módulos 6 N y 8 N como lo indica la figura 8.

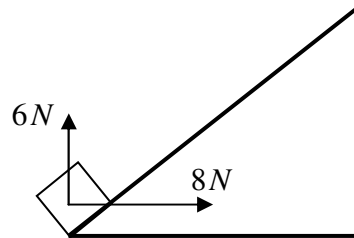


Fig. 8

15. La magnitud de la fuerza resultante \vec{R} es

- A) 2 N
- B) 6 N
- C) 8 N
- D) 10 N
- E) 12 N

16. El módulo de la aceleración en m/s^2 es

- A) 0,5
- B) 5
- C) 10
- D) 20
- E) 30

17. El módulo del desplazamiento a los 4s es

- A) 0,5 m
- B) 2 m
- C) 4 m
- D) 24 m
- E) 40 m

18. El trabajo realizado por la fuerza \vec{F}_1 es

- A) 0,6 J
- B) 4 J
- C) 6 J
- D) 14,4 J
- E) 25,6 J

19. El trabajo realizado por la fuerza \vec{F}_2 es

- A) 0,8 J
- B) 4 J
- C) 8 J
- D) 14,4 J
- E) 25,6 J

20. El trabajo realizado por la fuerza resultante \vec{R} es

- A) 40 J
- B) 25,6 J
- C) 24 J
- D) 14,4 J
- E) 0 J

Solución ejemplo 1

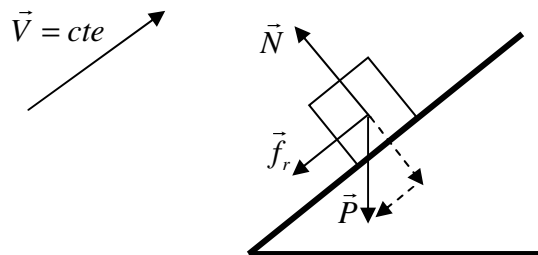
El trabajo realizado por una fuerza es nulo, cuando es perpendicular al desplazamiento. En el caso de la fuerza peso, esta situación se produce cuando el cuerpo se mueve en la horizontal.

La alternativa correcta es B

Solución ejemplo 2

Que el cuerpo suba con velocidad constante implica que el trabajo realizado por la fuerza neta es nulo.

Analicemos el trabajo realizado por cada una de las fuerzas que están actuando sobre el cuerpo:



El trabajo que realiza la fuerza normal es nulo, ya que es perpendicular al desplazamiento.

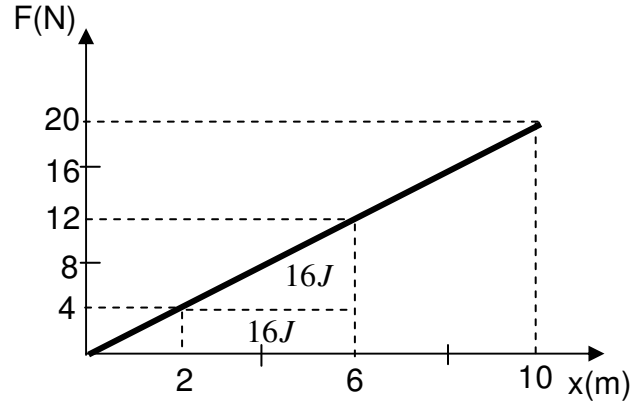
El trabajo que realiza la fuerza peso es negativo, ya que la componente paralela al desplazamiento está en sentido contrario a éste.

El trabajo realizado por la fuerza de roce es siempre negativo, ya que se opone al desplazamiento.

La alternativa correcta es C

Solución ejemplo 3

Para calcular el trabajo, debemos encontrar el área entre $X= 2\text{m}$ y $X=6\text{m}$.



La alternativa correcta es C

Solución ejemplo 4

El trabajo realizado para subir un cuerpo, es muy sencillo de calcular.

$$W = m \cdot g \cdot h = 120J$$

La alternativa correcta es C

DSIFM11

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web.
<http://clases.e-pedrovaldivia.cl/>