

## Trabajo Práctico N° 06

**Trabajo y Energía.** Fuerzas conservativas y disipativas. Teorema de Trabajo y Energía. Principio de Conservación de la Energía.

1 Calcule el trabajo de una fuerza constante de 12 N cuando la partícula sobre la que actúa se mueve 7 m y si el ángulo entre las direcciones de la fuerza y el desplazamiento es:

- a)  $0^\circ$ .
- b)  $60^\circ$ .
- c)  $90^\circ$ .
- d)  $145^\circ$ .
- e)  $180^\circ$ .

(a)  $W = 84 \text{ J}$ ; (b)  $W = 42 \text{ J}$ ; (c)  $W = 0 \text{ J}$ ; (d)  $W = -68,81 \text{ J}$ ; (e)  $W = -84 \text{ J}$

2 Un automóvil de 900 kg que lleva una velocidad de  $20 \text{ m s}^{-1}$ .

- a) Hállese la energía cinética de
- b) ¿Cuántas veces se hace mayor la energía cinética si se duplica la velocidad del automóvil?

(a)  $E_c = 180.000 \text{ J}$ ; (b) 4(cuatro) veces

3 Un bloque de 15 kg es arrastrado sobre una superficie horizontal rugosa por una fuerza de 70 N que actúa a  $20^\circ$  sobre la horizontal. El bloque se desplaza 5 m. Determine el trabajo realizado por:

- a) La fuerza de 70 N.
- b) La fuerza normal.
- c) La fuerza de la gravedad.

(a)  $W_F = 329 \text{ J}$ ; (b)  $W_n = 0$ ; (c)  $W_g = 0$

4 Un cuerpo de 2 kg se mueve sobre una superficie horizontal lisa y durante un tramo interactúa con un agente exterior que ejerce sobre ella una fuerza horizontal que varía con la posición según el gráfico de la Fig. 06-01.

a) ¿Cómo evaluaría el trabajo de dicha fuerza? Dar su valor.

b) Si antes de aplicarse esa fuerza, la velocidad del cuerpo era de  $10 \text{ m/s}$ , ¿qué aplicaría para evaluar la velocidad al final de la aplicación de dicha fuerza? Evalúela.

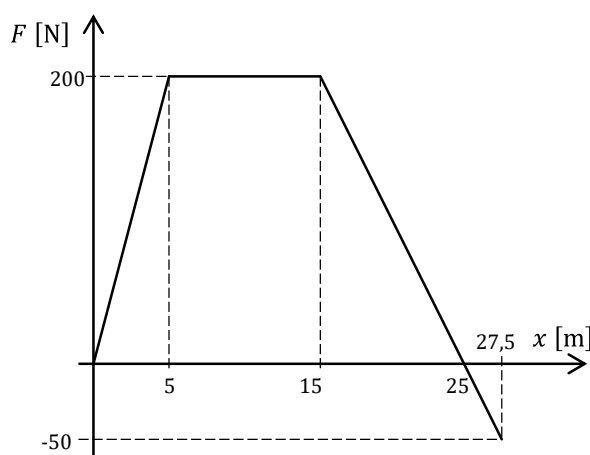


Fig. 06-01

El móvil anterior continúa un tramo con la velocidad final obtenida, entra en un sector donde la superficie es rugosa. Si luego de cierto tiempo se detiene:

- c) Indicar que fuerzas actúan sobre el sistema (ya dejó de actuar el agente)
- d) Evaluar el trabajo de cada uno de dichos agentes

(a)  $W = 3.437,5 \text{ J}$ ; (b)  $v = 60 \text{ m/s}$ ; (d)  $W_f = -100 \text{ J}$ .

5 Una partícula de 0,6 kg tiene una velocidad de  $2 \text{ m/s}$  en el punto A y una energía cinética de  $7,5 \text{ J}$  en B.

- a) ¿Cuál es su energía cinética en A?
- b) ¿Su velocidad en B?
- c) ¿El trabajo total realizado sobre la partícula cuando se mueve de A a B?

(a)  $E_c = 1,2 \text{ J}$ ; (b)  $v = 5 \text{ m/s}$ ; (c)  $W = 6,3 \text{ J}$ .

6 Un cuerpo de 20 kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con velocidad inicial de  $50 \text{ m/s}$ . Calcule:

- a) Las energías cinética, potencial y mecánica iniciales.
- b) Las energías cinética, potencial y mecánica después de 3 s.

- c) Las energías cinética, potencial y mecánica a 100 m de altura.  
 d) La altura del cuerpo cuando la energía cinética se reduce un 80% de su valor inicial. Sitúe el cero de energía potencial en la superficie terrestre.  
 (a)  $K_i = 25.000 \text{ J}$ ,  $U_i = 0$ ,  $E_i = 25.000 \text{ J}$ ; (b)  $K_3 = 4.244 \text{ J}$ ,  $U_3 = 20.756 \text{ J}$ ,  $E_3 = 25.000 \text{ J}$ ; (c)  $K_{100} = 5,4 \times 10^3 \text{ J}$ ,  $U_{100} = 1,96 \times 10^4 \text{ J}$ ,  $E_{100} = 2,5 \times 10^4 \text{ J}$ ; (d)  $h = 123,22 \text{ m}$ .

7 Un ascensor de 2.400 kg parte del reposo y sube con aceleración constante de  $3 \text{ m/s}^2$ .

- a) Calcúlese la tensión en el cable soporte.  
 b) ¿Cuál es la velocidad del ascensor después de haberse elevado 15 m?  
 c) Hállese la energía cinética del ascensor 3 s después de su partida.  
 d) ¿Cuánto ha aumentado su energía potencial en los primeros 3 s?  
 (a)  $T = 30.720 \text{ N}$ ; (b)  $v = 9,49 \text{ m/s}$ ; (c)  $K_3 = 97.200 \text{ J}$ ; (d)  $\Delta U = 3,18 \times 10^5 \text{ J}$ .

8 Un bloque es empujado 1,2 m sobre una superficie horizontal rugosa, mediante una fuerza horizontal de 49 N. Si el trabajo total realizado por los agentes exteriores al cuerpo es de 47,04 J:

- a) ¿Qué trabajo ha realizado el agente exterior que ejerce la fuerza de 49 N?  
 b) ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de rozamiento?  
 (a)  $W = 58,8 \text{ J}$ ; (b)  $W_f = 11,76 \text{ J}$ .

9 Un bloque de 100 kg es empujado una distancia de 6 m sobre un piso horizontal rugoso, a velocidad constante, mediante una fuerza de 100 N y que forma un ángulo de  $60^\circ$  hacia abajo respecto la horizontal. ¿Qué trabajo ha realizado la fuerza de roce?

$$W = -300 \text{ J}.$$

10 Un cuerpo de 4 kg se mueve hacia arriba en un plano inclinado liso de  $20^\circ$  con respecto a la horizontal. Sobre el cuerpo actúan las siguientes fuerzas: una fuerza horizontal de 80 N, una fuerza paralela al plano de 100 N, favoreciendo el movimiento. El cuerpo se traslada 20 m a lo largo del plano. Calcular el trabajo total efectuado por el sistema de fuerzas actuantes sobre el cuerpo, así como el trabajo de cada fuerza.

En la Fig. 06-02 se representan las fuerzas actuantes sobre el cuerpo. El trabajo total es la suma de los trabajos de las fuerzas conservativas más las no conservativas:

$$W_{Total} = \int \vec{F}_{(C+NC)} \cdot d\vec{S}$$

$$W_{Total} = F_1 \cos 20^\circ \Delta x + F_2 \cos 0^\circ \Delta x - mg \Delta h$$

$$\Delta h = \Delta x \sin 20^\circ = (20 \text{ m}) \sin 20^\circ = 6,84 \text{ m}$$

$$W_{Total} = (80 \text{ N})(20 \text{ m}) \cos 20^\circ + (100 \text{ N})(20 \text{ m}) - (4 \text{ kg}) \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (6,84 \text{ m})$$

$$W_{Total} = 3.235 \text{ J}$$

El trabajo efectuado por cada una de las fuerzas es:

$$W_1 = F_1 \cos 20^\circ \Delta x = (80 \text{ N})(20 \text{ m}) \cos 20^\circ$$

$$W_1 = 3.235 \text{ J}$$

$$W_2 = F_2 \Delta x = (100 \text{ N})(20 \text{ m})$$

$$W_2 = 2.000 \text{ J}$$

$$W_g = -mg \Delta h = (4 \text{ kg}) \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (6,84 \text{ m})$$

$$W_g = -268 \text{ J}$$

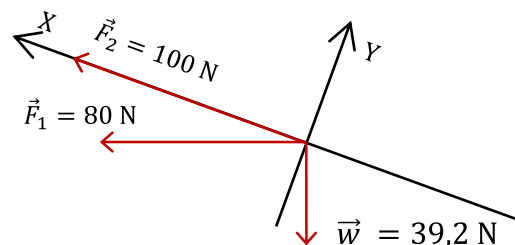


Fig. 06-02

11 Un bloque de 50 kg es empujado una distancia de 6 m, subiendo por la superficie de un plano inclinado  $37^\circ$ , mediante una fuerza  $F$  de 490 N paralela a la superficie del plano. Si el trabajo de la fuerza de roce es de  $-470,4 \text{ J}$ .

- a) ¿Qué trabajo ha realizado el agente exterior que ejerce la fuerza  $F$ ?

- b) Hállese el aumento de energía potencial del mismo  
 c) Calcúlese el aumento de energía cinética del bloque.  
 (a)  $W = 2.940 \text{ J}$ ; (b)  $\Delta E_p = 1.764 \text{ J}$ ; (c)  $\Delta E_c = 705,6 \text{ J}$

12 El martillo de un martinete pesa  $9.800 \text{ N}$  y cae desde una altura de  $3 \text{ m}$  sobre un pilote al cual introduce  $8 \text{ cm}$ . Calcúlese la fuerza ejercida sobre el pilote, suponiendo que es constante, a partir de consideraciones energéticas.

$$F = 3,773 \times 10^5 \text{ N}$$

13 La fuerza requerida para alargar un resorte que cumple la ley de Hooke varía de cero a  $50 \text{ N}$  cuando lo extendemos moviendo un extremo  $12 \text{ cm}$  desde su posición no deformada.

- a) Encuentre la fuerza constante del resorte.  
 b) Determine el trabajo realizado en extender el resorte.  
 (a)  $k = 4,167 \text{ N/m}$ ; (b)  $W_R = 300 \text{ J}$

14 La escala de cierta balanza de resorte abarca de cero a  $980 \text{ N}$  y tiene una longitud de  $20 \text{ cm}$ .

- a) ¿Cuál es la energía potencial del resorte cuando se ha alargado  $20 \text{ cm}$ ?  
 b) ¿ $10 \text{ cm}$ ?  
 c) ¿Y cuando se suspende del resorte un peso de  $245 \text{ N}$ ?  
 (a)  $U = 98 \text{ J}$ ; (b)  $U = 24,50$ ; (c)  $U = 6,12 \text{ J}$ .

15 Sobre un resorte, cuya constante  $k$  es  $1.960 \text{ N/m}$ . Se deja caer, desde una altura de  $40 \text{ cm}$ , un bloque de  $2 \text{ kg}$ . Calcúlese la distancia máxima que se comprime el resorte.  
 $x = 0,1 \text{ m}$ .

16 Un bloque de  $2 \text{ kg}$  está unido a un resorte de  $500 \text{ N/m}$  de constante de fuerza, como en la Fig. 06-03. El bloque se estira  $5 \text{ cm}$  a la derecha del equilibrio y se suelta desde el reposo. Encuentre la velocidad del bloque cuando pasa por el equilibrio si:

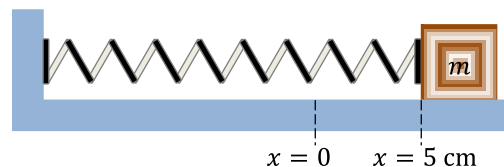


Fig. 06-03

- a) La superficie horizontal es sin fricción.  
 b) Si la superficie es rugosa y el trabajo de la fuerza de roce es el  $40 \%$  de la energía potencial elástica inicial.  
 (a)  $v = 0,79 \text{ m/s}$ ; (b)  $v = 0,61 \text{ m/s}$ .

17 Un bloque de  $1 \text{ kg}$  es apretado contra un resorte horizontal de masa despreciable, comprimiendo el resorte una longitud  $x_1 = 15 \text{ cm}$ . Después de abandonado, el bloque reco1rre sobre el tablero de una mesa horizontal una distancia  $x_2 = 60 \text{ cm}$  antes de quedar en reposo. La constante  $k$  del resorte es  $120 \text{ N/m}$ . ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza de roce?

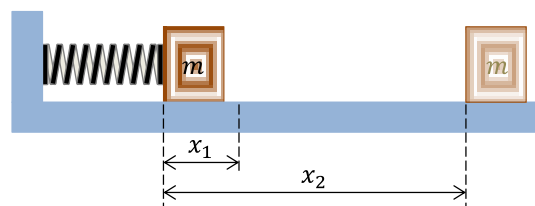


Fig. 06-04

$$W_f = -1,35 \text{ J}$$

18 Un bloque que pesa  $1 \text{ kg}$  se abandona, partiendo del reposo en el punto A, sobre una pista constituida por un cuadrante de circunferencia de radio  $1,5 \text{ m}$ . Desliza sobre la pista y alcanza el punto B con velocidad de  $3,6 \text{ m/s}$ . Desde el punto B desliza sobre una superficie horizontal una distancia de  $2,7 \text{ m}$  hasta llegar al punto C, en el cual se detiene.



Fig. 06-06

- a) ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento mientras el cuerpo desliza desde A a B sobre el arco circular?  
 b) ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento mientras el cuerpo desliza desde B a C?  
 c) ¿Cuál es el trabajo total realizado por la fuerza de roce?

(a)  $W_{fAB} = -8,22 \text{ J}$ ; (b)  $W_{fBC} = -6,48 \text{ J}$ ;  $W_{fAC} = -14,7 \text{ J}$ .

19 En la figura se ve un bloque de 10 kg que se suelta desde el punto A. La pista no ofrece fricción excepto en la parte BC. El bloque se mueve hacia abajo por la pista, golpea un resorte de constante elástica de 2.250 N/m y lo comprime 0,3 m a partir de su posición de equilibrio antes de quedar momentáneamente en reposo. Determine el trabajo de la fuerza de roce en el tramo BC.  
 $W_f = -192,75 \text{ J}$ .

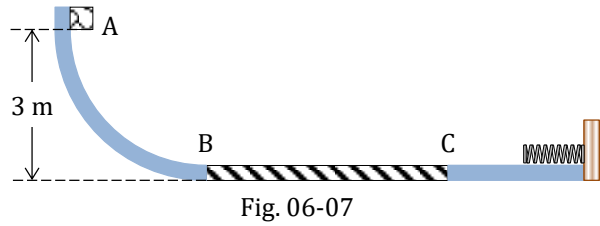


Fig. 06-07

20 Una pelota de 0,4 kg es lanzada horizontalmente desde la cima de una colina de 120 m de altura con una velocidad de  $6 \text{ m s}^{-1}$ . Calcule:

- La energía cinética inicial de la pelota.
  - Su energía potencial inicial.
  - Su energía cinética cuando llega al suelo.
  - El valor de la velocidad con que golpea el suelo.
- (a)  $K_i = 7,2 \text{ J}$ ; (b)  $U_i = 470,4 \text{ J}$ ; (c)  $K_f = 477,6 \text{ J}$ ; (d)  $v_f = 48,87 \text{ m/s}$

21 Un bloque de 2 kg situado sobre una pendiente rugosa se conecta a un resorte de masa despreciable que tiene una constante de resorte de 100 N/m. El bloque se suelta desde el reposo cuando el resorte no está deformado, y la polea no presenta fricción. El bloque se mueve 20 cm hacia abajo de la pendiente antes de detenerse. Encuentre el trabajo de la fuerza de roce entre el bloque y la pendiente.  
 $W_f = -0,35 \text{ J}$

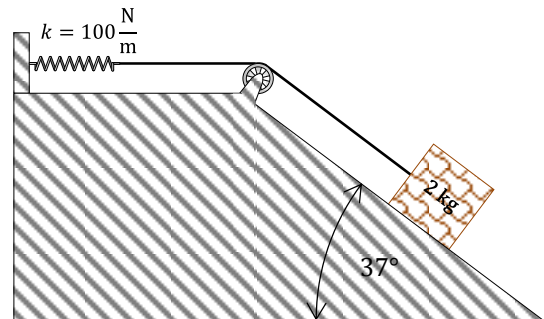


Fig. 06-08

22 Un cuerpo de masa  $m$  es disparado mediante un resorte de constante  $k$ . Al comprimírselo, atraviesa una superficie horizontal lisa al final de la cual entra a una circunferencia vertical de radio  $R$ . Evaluar la máxima compresión del resorte para que alcance justo el extremo superior de la circunferencia.

$$(\Delta x)_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{5 gmR}{k}}$$

23 Si la superficie horizontal del problema anterior fuese rugosa, la masa del cuerpo fuese de 5 kg, se comprimiese al resorte el doble del valor evaluado en el ejercicio anterior, la constante del resorte fuese  $k = 1.000 \text{ N/m}$  y el radio de la circunferencia fuese de 5 m y el trabajo de la fuerza de roce es el 10 % de la energía potencial elástica inicial, evaluar

- La velocidad alcanzada en el punto más alto de la circunferencia
  - La fuerza que el aro ejerce sobre el cuerpo en ese punto
- a)  $v = 26,5 \text{ m/s}$ , b)  $F = 652,25 \text{ N}$ .

24 Un automóvil, con una masa de 1.200 kg, se mueve hacia arriba por una colina inclinada  $5^\circ$  con una velocidad de 36 km/h. Calcular:

- El trabajo que hace el motor en cinco minutos.
- La potencia desarrollada. Expresarla en W [watts] CV [caballo de vapor] y hp [horsepower]. Despréciase el efecto de la fricción.

El movimiento del automóvil, Fig. 06-09, a lo largo de la colina es el producto del valor de la fuerza  $F$  ejercida por el motor y la componente del peso del auto a lo largo de la colina  $w \sin \alpha$ . Así, con  $\vec{w} = m\vec{g}$ , escribimos:

$$F - mg \sin \alpha = ma$$

Como el movimiento es uniforme,  $a = 0$  y:

$$F = mg \sen \alpha = (1.200 \text{ kg}) \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \sen 5^\circ = 1.025 \text{ N}$$

La velocidad del automóvil es:

$$v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En cinco minutos (300 s) el automóvil se mueve la distancia:

$$\Delta x = vt = \left( 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) (300 \text{ s}) = 3.000 \text{ m}$$

(a) Por tanto, el trabajo hecho por el motor es:

$$W = Fx = (1.025 \text{ N})(3.000 \text{ m})$$

$$W = 3,075 \times 10^6 \text{ J}$$

(b) La potencia media se puede calcular de dos formas distintas. Primero, podemos decir que:

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{3,075 \times 10^6 \text{ J}}{300 \text{ s}}$$

$$\bar{P} = 1,025 \times 10^4 \text{ W} = 10,25 \text{ kW}$$

$$1 \text{ W} = 735 \text{ CV} = 745 \text{ hp}$$

$$\bar{P} = 13,94 \text{ CV} = 13,75 \text{ hp}$$

Alternativamente, podemos decir que:

$$P = Fv = (1.025 \text{ N}) \left( 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$P = 1,025 \times 10^4 \text{ W}$$

Que como era de esperar obtenemos el mismo resultado.

25 El cable de un telesquí tiene que actuar en una pendiente de  $37^\circ$ . El cable ha de moverse a la velocidad de 8 km/h y transporta simultáneamente 80 esquiadores, cada uno de los cuales pesa, por término medio, 75 kgf. Calcúlese la potencia requerida para accionarlo.

$$P = 78,4 \text{ kW}$$

26 Un elevador de 650 kg empieza a moverse desde el reposo. Si se desplaza hacia arriba durante 3 s con aceleración constante hasta que alcanza una velocidad de crucero de 1,75 m/s.

a) ¿Cuál es la potencia promedio del motor del elevador durante este periodo?

b) ¿Cómo se compara esta potencia con la potencia ejercida mientras se mueve a su velocidad de crucero?

(a)  $\bar{P} = 7,92 \text{ hp}$ ; (b)  $P = 14,9 \text{ hp}$ .

27 Un auto de 1.500 kg acelera uniformemente desde el reposo hasta 10 m/s en 3 s. Encuentre:

a) El trabajo efectuado sobre el auto en este tiempo.

b) La potencia promedio entregada por el motor en los primeros 3 s.

c) La potencia instantánea entregada por el motor en  $t = 2 \text{ s}$ .

(a)  $W = 7,5 \times 10^4 \text{ J}$ ; (b)  $\bar{P} = 2,5 \times 10^4 \text{ W} = 33,56 \text{ hp}$ ; (c)  $P = 3,33 \times 10^4 \text{ W} = 44,7 \text{ hp}$ .

28 Un automóvil sube por un camino inclinado  $3^\circ$ . Y con una velocidad constante de 45 km/h. La masa del automóvil es de 1.600 kg.

a) ¿Cuál es la potencia desarrollada por el motor?

b) ¿Cuál es el trabajo efectuado por el motor en 10 s? Ignore la fricción.

(a)  $P = 10,26 \text{ kW}$ ; (b)  $W = 1,026 \times 10^5 \text{ J}$ .

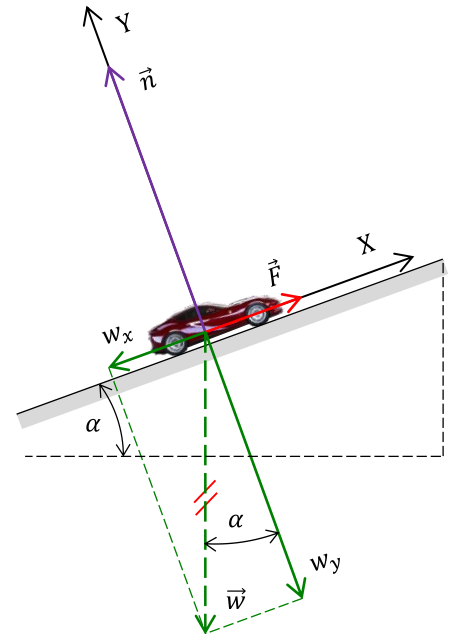


Fig. 06-09

29 Se requiere una bomba para elevar 200 litros de agua por minuto desde un pozo de 6 m de profundidad y lanzarla con una velocidad de 9 m/s.

- a) ¿Qué trabajo se realiza por minuto para elevar el agua?
- b) ¿Cuánto trabajo se transforma en energía cinética?
- c) ¿Cuál es la potencia del motor necesario?

(a)  $W = 11.750 \text{ J}$ ; (b)  $\Delta E_c = 8,1 \times 10^3 \text{ J}$ ; (c)  $P = 0,2 \text{ kW}$ .