Instituto Politécnico

iversidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

CAPÍTULO 5

INGRESO 2021

FÍSICA

Balbi, Marcela
Pricco, Flavio

Depto. De Física

Masterización: RECURSOS PEDAGOGICOS

5.1 INTRODUCCIÓN

La aplicación de las leyes de Newton exige conocer el valor de la fuerza en cada instante, es decir conocer **F** = **F** (t) para poder hallar la aceleración en función del tiempo, **a** = **a** (t).En todos los ejemplos que hemos trabajado hasta ahora sólo consideramos un caso particular de este caso que es **a** = cte.

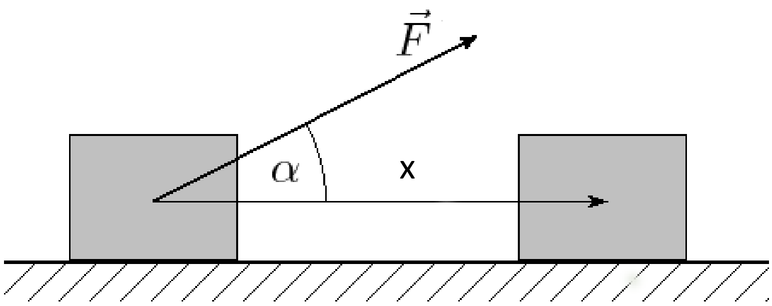
En muchas circunstancias se dispone del valor de la fuerza en función de la posición, es decir **F** = $\mathbf{F}_{(x)}$ como es, por ejemplo, el caso del resorte en que el valor de la fuerza aplicada a él es función de su estiramiento. Estos casos no son tan simples de resolver como los que vimos hasta ahora, por tal motivo, y para desarrollar métodos más generales de resolución de situaciones, introduciremos un grupo de conceptos que ampliarán la forma de aplicar las leyes de Newton. Estos conceptos son los del trabajo y energía y veremos como, a través de ellos, adquirimos una visión ampliada de las leyes de Newton.

Es importante destacar que estos conceptos son meramente operatorios, no se incorporan nuevos conceptos físicos que, para este curso, se dan por terminados con las leyes de Newton.

3.1 TRABAJO

Como en el caso de peso y masa la palabra "trabajo" tiene un sentido restringido en el ámbito de la física a diferencia del uso cotidiano. Se llama trabajo en física a una operación que puede realizarse cuando un cuerpo se desplaza y hay fuerzas que intervienen en su movimiento.

Consideremos un cuerpo que experimenta un desplazamiento $\bar{x}$ mientras actúa sobre él una fuerza $\bar{F}$ que forma un ángulo α con el desplazamiento.



Se define *el trabajo de la fuerza F* como el producto de la fuerza, por el desplazamiento por el coseno del ángulo que forma la fuerza con el desplazamiento.

$$W_F = F.x.\cos\alpha$$

Vemos, por definición, que el trabajo es una magnitud escalar y que su signo depende sólo del cos α.

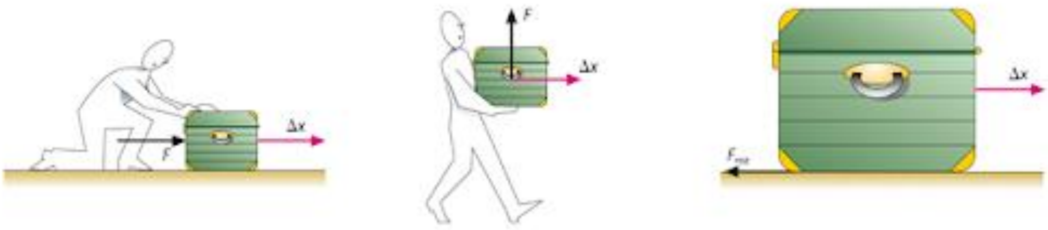
Cuando consideramos el trabajo de una fuerza, no significa que sea la única que actúa sobre un cuerpo, se puede calcular el trabajo de cada una de las fuerzas que actúa sobre un cuerpo, así como el trabajo de la resultante de todas ellas, según sea el caso.

$$W_{Total} = \sum W_i = W_{\sum F}$$

- *Unidad de W en S.I* (Sistema Internacional)

$$[W] = [F].[d] = N.m = Joule = J$$

- Algunos casos particulares



$W_F = F.d.\cos 0° = F.d$	$W_F = F.d.\cos 90° = 0$	$W_F = F.d.\cos 180° = -F.d$

EJEMPLOS

1) Juan y Pedro mueven cajas idénticas a lo largo de distancias iguales en dirección horizontal. Juan resbala la caja (realiza una fuerza paralela a la dirección de movimiento) en una superficie sin rozamiento. Pedro levanta su caja, la carga la distancia requerida y la baja de nuevo ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

a) Juan hace menos trabajo que Pedro.

b) Juan hace más trabajo que Pedro.

c) Ni Juan ni Pedro hacen trabajo alguno.

d) Juan y Pedro hacen el mismo trabajo.

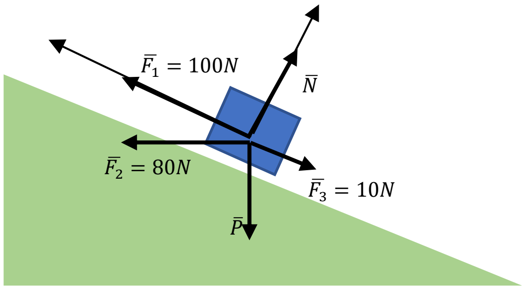
e) Ninguna de las respuestas anteriores.

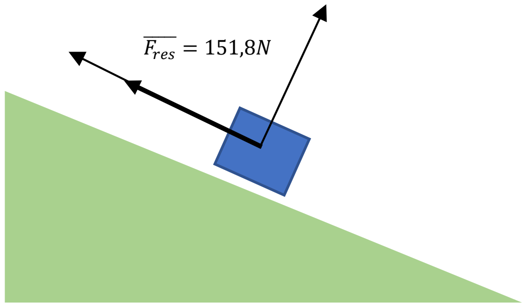
Respuesta correcta la B.

2) Un cuerpo de 4 kg de masa se mueve hacia arriba en un plano inclinado de 20º 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, una fuerza de fricción de 10 N que se opone al movimiento. El cuerpo se traslada 20 m a lo largo del plano inclinado a velocidad constante. Calcular:

a) El trabajo de cada fuerza y el trabajo total.

b) La fuerza resultante y el trabajo de la resultante.





a) $W_P = P.d.\cos 110° = m.g.d.\cos 110° = 4kg.9{,}8\,\frac{m}{s^2}.20m.\cos 110° = -268{,}1J$

$W_N = N.d.\cos 90° = 0$

$W_{F_1} = F_1.d.\cos 0° = 100N.20m. = 2000J$

$W_{F_2} = F_2.d.\cos 20° = 80N.20m.\cos 20° = 1503{,}5J$

$W_{F_3} = F_3.d.\cos 180° = -10N.20m. = -200J$

$W_{total} = W_P + W_N + W_{F1} + W_{F2} + W_{F3} = 3035{,}4J$

b) Como el cuerpo no se mueve en la dirección y $\rightarrow \sum F_y = 0$

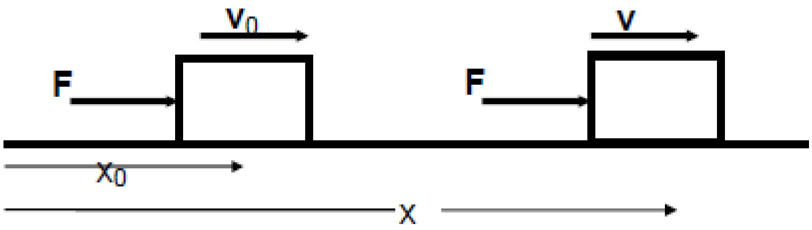
$$\sum F_x = F_1 + F_2.\cos 20° - F_3 - P.sen\,20°$$

$$\sum F_x = 100N + 80N.\cos 20° - 10N - 4kg.g.sen\,20° = 151{,}8N$$

$W_{\sum F} = 151{,}8N.20m.\cos 0° = 3035{,}4J$

5.3 ENERGÍA CINÉTICA

Consideremos el caso de un móvil que se desplaza sobre un plano horizontal por la acción de fuerzas tales que la resultante de todas las fuerzas actuantes tenga dirección horizontal. De acuerdo a la primera Ley de Newton este cuerpo será acelerado, por lo que pasará de una cierta velocidad v_0 en la posición x_0. a la v en la posición x.



Analicemos las fuerzas que actúan sobre el cuerpo:

El trabajo de la fuerza resultante es:

$$W_{resultante} = W_P + W_N + W_F$$

Como W_N (trabajo de la fuerza normal) y W_P (trabajo de la fuerza peso) son ortogonales al movimiento, resulta que el trabajo de la resultante es sólo el de la fuerza $\bar{F}$.

$$W_{resultante} = W_F = F.(x - x_0)\cos 0° = F.(x - x_0)$$

Del diagrama del cuerpo libre surge:

$\sum F_x = F = m.a$ $\qquad\qquad$ $\sum F_y = N - P = 0$

Reemplazando $F = m.a$, el trabajo de la resultante es:

$$W_{resultante} = m.a.(x - x_0) = m.a.\Delta x$$

Reemplazando el valor de aceleración por su equivalente obtenido a partir de la cinemática tenemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta x \quad \rightarrow \quad a = \frac{v^2 - v_0^2}{2.\Delta x}$$

El trabajo de la resultante queda:

$$W_{resultante} = m.a.\Delta x = m.\frac{v^2 - v_0^2}{2.\Delta x}.\Delta x = \frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}.m.v_0^2 = E_c - E_{c0} = \Delta E_c$$

Donde con ***Ec*** expresamos un nuevo concepto, la ***energía cinética***. Este concepto nos indica que el trabajo de la resultante es igual a la diferencia entre las magnitudes de $1/2mv^2$ evaluadas al final y al comienzo de la trayectoria.

¿Cómo debe entenderse esta relación entre trabajo y energía cinética? Si un cuerpo está en movimiento tiene una cierta energía cinética. Una fuerza externa al realizar trabajo sobre, puede aumentar esa energía cinética, si el trabajo es de signo positivo; o disminuirá, si es de signo negativo.

Obsérvese que este resultado tiene en cuenta únicamente los valores inicial y final de la energía cinética no necesitamos conocer los valores de velocidad a lo largo de la trayectoria.

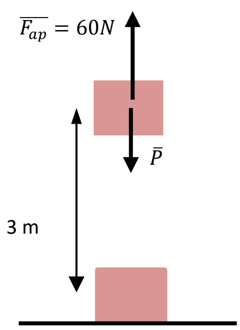
Al igual que el trabajo, la energía cinética se mide en Joules.

EJEMPLOS

1) Una muchacha de masa 50kg corre con una velocidad de 3,5 m/s ¿Cuál es su energía cinética?

$$E_C = \frac{1}{2}.m.v^2 = \frac{1}{2}.50kg.\left(3{,}5\ \frac{m}{s}\right)^2 = 306{,}25J$$

2) Una caja de 4 kg se levanta desde el reposo una distancia de 3 m mediante una fuerza aplicada hacia arriba de 60 N. Determinar:



a) El trabajo realizado por la fuerza aplicada

$$W_{ap} = F_{ap}.d.\cos 0° = 60N.3m = 180J$$

b) El trabajo realizado por la fuerza peso

$$W_P = P.d.\cos 180° = -4kg.g.3m = -117{,}6J$$

c) La velocidad final de la caja

$$W_{total} = \Delta E_c$$

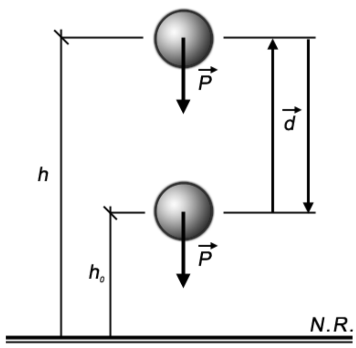
$$180J - 117{,}6J = \frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$62{,}4J = \frac{1}{2}.4kg.v^2 \quad \rightarrow \quad v = 5{,}58\,m/s$$

5.4 FUERZAS CONSERVATIVAS Y NO CONSERVATIVAS

Recordemos un ejemplo del capítulo anterior, el tiro vertical de un proyectil en el vacío. En el instante de partida tiene una velocidad inicial V_0 y en consecuencia una energía cinética inicial $\frac{1}{2}.m.v_0^2$. Sabemos que a medida que va subiendo su velocidad va disminuyendo, cuando llega a su altura máxima la velocidad es cero y en consecuencia también lo es la energía cinética final. Sobre la base del teorema del trabajo y la energía cinética que vimos en el punto anterior sabemos que la disminución de la energía cinética se debe a que han obrado fuerzas que han realizado trabajo en contra de la dirección del movimiento frenando, esas fuerzas son las gravitatorias (la fuerza peso).

A partir del punto más alto de su recorrido el móvil comienza a descender por la acción de las fuerzas gravitatorias, ahora el camino recorrido y la fuerza peso coinciden de manera que el trabajo realizado por las fuerzas gravitacionales es positivo*. **Si sumamos el total del trabajo realizado por las fuerzas gravitacionales el proceso de ascenso y de descenso el resultado es cero*** ya que el valor de la fuerza es siempre el mismo (el peso del cuerpo), la distancia es la misma de subida que de bajada y lo único que cambia es el valor del ángulo (180° en la subida y 0° en la caída).



Cuando sube

$$W_P = P.(h - h_0).\cos 180° = -m.g.(h - h_0)$$

Cuando baja

$$W_P = P.(h - h_0).\cos 0° = m.g.(h - h_0)$$

Entonces

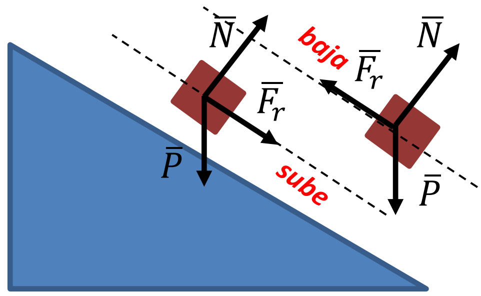
$$W_{P\ total} = -m.g.(h - h_0) + m.g.(h - h_0) = 0$$

Cuando el cuerpo vuelve a la posición de origen la velocidad de llegada es, en módulo, igual a la de partida, con lo que vemos que toda la energía cinética que se perdió en el punto más alto de trayectoria se recuperó cuando el cuerpo vuelve al punto de partida*. **Vemos que en este proceso la energía cinética se ha conservado en el camino de ida y vuelta al punto de partida.***

Imaginemos ahora un cuerpo que se puede desplazar sobre un plano inclinado con rozamiento. Desde el punto inferior del plano inclinado lo lanzamos hacia arriba con velocidad V_0 , lo que quiere decir con energía cinética inicial $\frac{1}{2}.m.v_0^2$. Mientras el cuerpo sube las fuerzas de roce tienen sentido contrario al movimiento y por lo tanto el trabajo de las mismas es negativo. Cuando el cuerpo baja por el plano inclinado el sentido de las fuerzas de roce es hacia arriba, nuevamente contrario al movimiento siendo el trabajo de las mismas nuevamente negativo. el trabajo total de las fuerzas de roce cuando el cuerpo retorna al punto de partida no es cero. Por otra parte, sabemos de la resolución de problemas anteriores, que la velocidad de llegada a la base del plano inclinado no es la misma que la de partida por lo tanto la energía cinética no se ha conservado en el proceso de ida y vuelta al punto de partida.

$$W_{Fr\ sube} = F_r.d.\cos 180° = -F_r.d$$

$$W_{Fr\ baja} = F_r.d.\cos 180° = -F_r.d$$



$$W_{Fr\ TOTAL} = W_{Fr\ sube} + W_{Fr\ baja} = -F_r.d - F_r.d$$

$$W_{Fr\ TOTAL} = -2.F_r.d$$

En el primer caso en que se conserva el valor de la energía cinética al final del recorrido de ida y vuelta decimos que las fuerzas que han intervenido son **conservativas**, en cambio en el segundo caso, en que la energía cinética no se ha conservado, aunque también haya sido un proceso de ida y vuelta, decimos que las fuerzas que han intervenido son **no conservativas**.

Las fuerzas gravitacionales son un ejemplo clásico de fuerzas conservativas (pero no las únicas) y las fuerzas de roce lo son de no conservativas. Como en la naturaleza es muy difícil encontrar ejemplos de procesos en los que no existan fuerzas de roce la gran mayoría de los procesos son no conservativos.

Profundizando más el análisis del cuerpo que se mueve sobre el plano inclinado obsérvese que cuánto más recorre sobre el plano mayor será el trabajo de las fuerzas no conservativas. Es que el trabajo de las fuerzas no conservativas o disipativas depende del camino recorrido.

Otra manera de expresar lo mismo y definir a las fuerzas conservativas es:

Una fuerza es conservativa cuando el trabajo hecho por ella al recorrer una trayectoria cerrada es cero.

Recíprocamente una fuerza es no conservativa cuando:

Una fuerza es no conservativa cuando el trabajo hecho por ella a recorrer una trayectoria cerrada es distinto de cero.

5.5 ENERGÍA POTENCIAL

Volvamos a analizar el caso del móvil arrojado hacia arriba con velocidad inicial V_0, cuando llega al punto más alto de la trayectoria la velocidad es cero y en consecuencia la energía cinética también, pero cuando vuelve al punto de partida recupera toda su energía. Las preguntas que se nos ocurren son entonces, ¿dónde estuvo?, ¿en qué se transformó la energía cinética?, ¿por qué reaparece luego?

Vamos a asignar a la posición que tiene un móvil, una energía de posición de manera que cuánto más alto se encuentre mayor sea esa energía. A esa energía la llamaremos **energía potencial** así a medida que la energía cinética va disminuyendo la potencial va aumentando

Si con Ep simbolizamos la energía potencial y decimos que el incremento de esta se hace a costa de la energía cinética tenemos que toda variación de una es igual a menos la variación de la otra, en símbolos:

$$\Delta E_C = -\Delta E_P$$

Pero de lo que vimos antes, la variación de energía cinética es igual al trabajo de las fuerzas exteriores:

$$\Delta E_C = W = F.\Delta x$$

En nuestro caso F = - m g por tratarse de la fuerza peso que en un sistema de coordenadas convencional aparece negativo y el desplazamiento del cuerpo podemos expresarlo, por ser vertical, como $\Delta y = y - y_0$ donde y indica la altura máxima alcanzada por el móvil e y la posición de partida

Reemplazando tenemos:

$$\Delta E_P = -\Delta E_C = -W = -F.\Delta y = -(-m.g)(y - y_0) = m.g.(y - y_0)$$

De manera que podremos asignar una energía potencial a cada posición ya que si

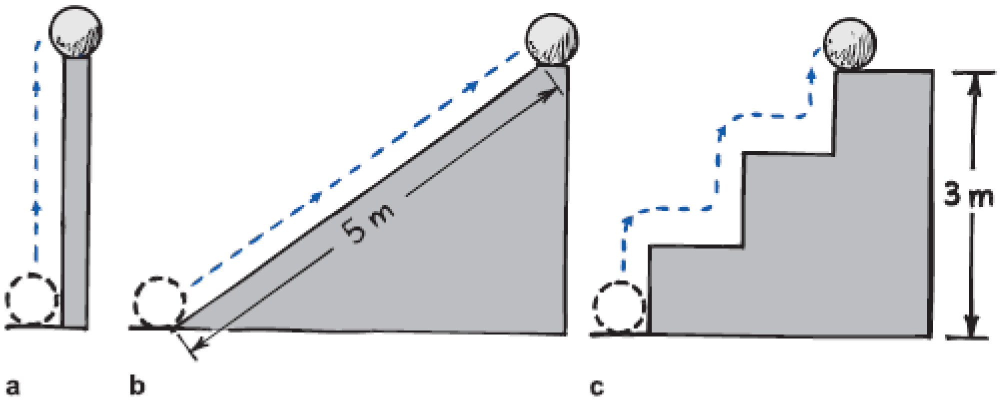
$$\Delta E_P = E_P - E_{P0} = m.g.(y - y_0) = m.g.y - m.g.y_o$$

El valor de la energía potencial gravitatoria aparece vinculado a sistema de referencia, así, si en el ejemplo anterior aumentamos los valores de y_0 y, naturalmente de y en igual valor la energía potencial de la partícula se ve incrementada, pero lo que importa para nuestro trabajo es ΔEp que permanece invariable frente a los diferentes sistemas de referencia.

La unidad de E_P en S.I (Sistema Internacional) es el Joule.

EJEMPLOS

1) La energía potencial gravitatoria de la esfera de 10 N de la figura es igual a 30J en los tres casos, porque el trabajo que se efectúa para subirla 3 m es el mismo independientemente del camino recorrido para subirla.



2) Un cuerpo de masa m se encuentra a una altura h_1 sobre la superficie de una mesa. La superficie de la mesa se encuentra a una altura h_2 sobre el piso. Una persona dice que la *Epg* del cuerpo es ***mgh₁*** y otra dice que es ***m.g.(h₁ + h₂)***¿Quién tiene razón?.

Respuesta: Ambos

5.6 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA PARTÍCULA

Cuando las fuerzas que actúan sobre una partícula que se mueve desde un punto a otro son conservativas se encuentra que en todo instante la suma de las energías potencial y cinética de la partícula permanece constante como lo demostraremos ahora, a partir de:

$$\Delta E_C = -E_P$$

Como $\Delta E_C = \frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}.m.v_0^2$ $\quad y \quad$ $\Delta E_P = m.g.h - m.g.h_0$

Reemplazando resulta:

$$\frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}.m.v_0^2 = -(m.g.h - m.g.h_0)$$

$$\frac{1}{2}.m.v^2 - \frac{1}{2}.m.v_0^2 = -m.g.h + m.g.h_0$$

$$\frac{1}{2}.m.v^2 + m.g.h = \frac{1}{2}.m.v_0^2 + m.g.h_0 = E$$

Con **E** expresamos una nueva magnitud que llamamos ***energía mecánica total*** y que es constante en todos los sistemas en que **sólo actúen fuerzas conservativas**. En muchos casos esta ecuación se usa cuando la acción de las fuerzas no conservativas es despreciable frente a la de las fuerzas conservativas, un ejemplo de esto es el de despreciar el rozamiento con el aire en una caída libre.

Otra manera de expresar el hecho que el sistema se encuentra sometido a fuerzas conservativas es decir que la energía mecánica total de la partícula se conserva, entonces $\Delta E = 0$.

5.7 FUERZAS NO CONSERVATIVAS

Consideremos el caso de una partícula que se mueve sometida a la acción de varias fuerzas de distinto tipo; fuerzas conservativas, fuerzas no conservativas y fuerzas de vínculo, la resultante de las fuerzas será la suma vectorial de cada una de ellas

$$\sum \bar{F} = \sum \overline{F_{vinculo}} + \sum \overline{F_{cons}} + \sum \overline{F_{no\ cons}}$$

En consecuencia, el trabajo de la resultante, será igual a la suma de cada uno de los trabajos parciales.

$$W = W_{vinculo} + W_{cons} + W_{no\ cons}$$

Pero:

- el trabajo de las fuerzas normales (W_{VINC}) es siempre cero porque son ortogonales a la trayectoria $W_{vinculo} = 0$
- el trabajo de las fuerzas conservativas (W_{CONS}) es igual a menos la variación de energía potencial $W_{cons} = -\Delta E_P$
- el trabajo de la resultante es igual a la variación de la energía cinética $W = \Delta E_C$

Quedando:

$$\Delta E_C = W_{no\ cons} - \Delta E_P$$

De donde:

$$W_{no\ cons} = \Delta E_C + \Delta E_P = \Delta E$$

O sea que el trabajo de las fuerzas no conservativas es igual a la variación de la energía mecánica. Dicho de otra forma:

$$E_{final} = E_{inical} + W_{no\ cons}$$

Así evaluando el trabajo de las fuerzas no conservativas podemos obtener la variación de energía mecánica total o evaluando la variación de energía mecánica podemos obtener el trabajo de las fuerzas no conservativas.

El hecho que la energía mecánica total no se conserve no significa que no se conserve la energía lo que ocurre es que las fuerzas no conservativas convierten la energía mecánica en calor, que es otra forma de energía; así el familiar proceso de fricción para pulir un objeto es seguido de su elevación de temperatura.

5.8 POTENCIA

Si consideramos el tiempo en que se ha realizado un determinado trabajo, por ejemplo, el trabajo para elevar un bloque de masa m una determinada altura puede realizase en un segundo o en un año. El valor del trabajo en cada uno de los casos indicados es el mismo, pero a los fines prácticos el resultado puede no ser igual, particularmente en aquellos casos en que interesa el tiempo demorado. Para considerar el tiempo en este proceso definimos potencia media como el cociente entre el trabajo realizado y el tiempo empleado en realizar el mismo.

$$P_{med} = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F.\Delta x.cos\theta}{\Delta t}$$

Como: $\frac{\Delta x}{\Delta t} = v_m$ $$P_{med} = F.v_m.cos$$

Las unidades en que indica son Joule/ seg = Watt o en el caso de sistema cgs resulta erg/seg, en este último caso esta unidad carece de nombre particular.

Importa destacar que por razones históricas existen dos unidades de uso práctico que son el caballo vapor (CV) y el horse power (HP) cuyos valores son

1 CV = 746 watt

1 HP = 735 watt

EJEMPLO

Un cuerpo de 4 kg es elevado por una fuerza igual al peso del cuerpo. El cuerpo se mueve hacia arriba con velocidad constante de 2 m/s. Calcula la potencia de la fuerza y el trabajo que realiza la fuerza en 3 segundos.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = F.v = P.v = m.g.v = 4kg.9,8\ \frac{m}{s^2}.2\frac{m}{s} = 78,4W$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = 78,4W \quad \rightarrow \quad W = 78,4W.3seg = 235,2J$$

5.9 PREGUNTAS

1. ¿El trabajo es siempre una magnitud positiva?2. Si varias fuerzas actúan sobre una partícula ¿el trabajo neto realizado por todas ellas es el mismo que el realizado por la resultante?

2. La energía cinética de un cuerpo depende del sistema de referencia.

3. El trabajo neto hecho por la fuerza resultante es siempre igual al cambio de energía cinética. ¿Puede ocurrir que el trabajo realizado por una sola de las fuerzas sea mayor que la variación de energía cinética? Explique.

4. La fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo no realiza ningún trabajo. ¿Puede el cuerpo estar moviéndose sobre una línea recta? ¿Sobre un círculo? Explique su respuesta en cada caso.

5. El trabajo necesario para aventar un cuerpo hasta una mesa ¿depende de lo rápido que se la sube?

6. Un individuo rema en un río a contracorriente y se mantiene siempre en el mismo sitio respecto de la orilla. ¿Realiza trabajo? ¿Es, en este caso, igual a la variación de energía cinética? Explique claramente las respuestas.

7. ¿Quién hace el trabajo, el martillo o el clavo? ¿El tenista o la pelota? ¿La pólvora o la bala?. Explique claramente las respuestas.

8. Especifique si la energía cinética es escalar o vectorial.

9. ¿Cuándo una fuerza es conservativa?

10. Si usted lleva con su mano su lapicera hasta el suelo y la vuelve a la posición de partida. ¿El trabajo mecánico que se realiza es nulo?, explique la respuesta.

11. Juan y Pedro mueven cajas idénticas a lo largo de distancias iguales en dirección horizontal. Juan resbala la caja en una superficie sin rozamiento, Pedro levanta su caja, la carga la distancia requerida y la baja de nuevo.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

a. Juan hace menos trabajo que Pedro.
b. Juan hace más trabajo que Pedro.
c. Ni Juan ni Pedro hacen trabajo alguno.
d. La cantidad del trabajo que hace cada uno depende del tiempo que tomaron.
e. Ninguna de las respuesta anteriores.

12. Cuando sostenemos una valija pesada en la mano aunque estemos en reposo luego de un rato nos sentimos cansados y hasta con dolor en el brazo ¿por qué, si no se realiza trabajo?. De igual forma, cuando caminamos con la valija pesada la fuerza que nosotros hacemos es hacia arriba y el camino horizontal, por ser ortogonales el trabajo es cero e igual nos cansamos. ¿por qué?. Tampoco hacemos trabajo cuando caminamos por un camino horizontal y después de varias horas también nos cansamos ¿porqué,?

13. La energía potencial de una partícula de masa m cambia en - 6 J. Se concluye que el trabajo hecho por la fuerza gravitacional sobre la partícula es:

a. 6 J y la partícula aumentó su altura.
b. -6 J y la partícula disminuyó su altura.
c. 6 J y la partícula disminuyó su altura.
d. -6 J y la partícula aumentó su altura.

14. La fricción, ¿es una fuerza conservativa? ¿por qué?.

15. ¿Es el valor de la energía potencial indeterminado?, ¿por qué?.

16. Discuta las ventajas y desventajas de resolver problemas mecánicos mediante elmétodo de la energía en comparación del uso directo de las leyes de Newton.

17. Las carreteras de montaña no van directo a la cumbre sino que la van rodeando de apoco. Explique por qué se hace así.

18. Una variación en la energía mecánica de la partícula ¿puede siempre explicarse porla aparición o desaparición de energía en algún otro lugar o en otra forma de energía?.

19. Los cables de un ascensor lo levantan con velocidad constante, el trabajo total realizado sobre el ascensor es ¿positivo?, ¿negativo? o nulo.

20. Un automóvil acelera, sobre una carretera horizontal, desde una velocidad inicial, hasta una final mayor mientras el motor desarrolla una potencia constante, ¿es mayor la aceleración al comienzo o al final de proceso?.

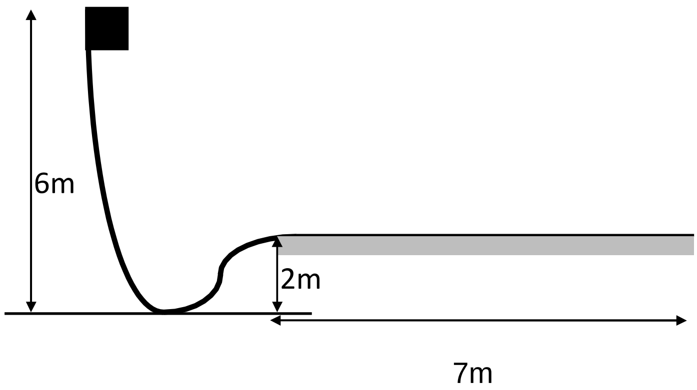
5.10 PROBLEMAS

1. Una fuerza constante de 10 N actúa en la dirección x sobre una masa de 10 kg. Si la masa parte del reposo en x = 0 para t = 0 determine la velocidad v y la posición x en función del tiempo empleando los conceptos del trabajo y energía.

2. Se arroja un bloque a lo largo de una superficie horizontal con una velocidad inicial de 10 m/s. el coeficiente de roce entre el bloque y la superficie es de 0.2. Determine a distancia que recorrerá el bloque antes de detenerse.

3. Se lanza verticalmente un proyectil con una velocidad inicial v_0. Calcule y grafique la velocidad del proyectil en función de la altura. Indique la altura máxima que alcanza. Resuelva el problema empleando los conceptos de trabajo y energía.

4. Un cuerpo cae por un plano inclinado sin rozamiento, desde 6mde altura como indica la figura, al llegar al plano horizontal que se encuentra a 2m sobre elevado y tiene con él un coeficiente de rozamiento μ desconocido, avanza 7m hasta detenerse. Si la masa del cuerpo es de 3 kg. determine el valor de μ.



5. Un trineo de 20 kg de masa se desliza colina abajo, empezando a una altura de 2 m. El trineo parte del reposo y tiene una velocidad de 16 m/s al llegar a final de la pendiente. Calcule la pérdida de energía debida al frotamiento.

6. Una máquina posee una potencia de 400 HP. ¿Qué trabajo realiza en un minuto? Exprésalo en J y en Kwh.

7. Un cable remolcador debe elevar por una pendiente un trineo de 750 kg con 80 pasajeros cada uno de los cuales tiene una masa de 80 kg. Si el coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de 0.25, la pendiente es de 37° y debe ascender con una velocidad de 8 km/h determine la potencia requerida para accionarlo.