

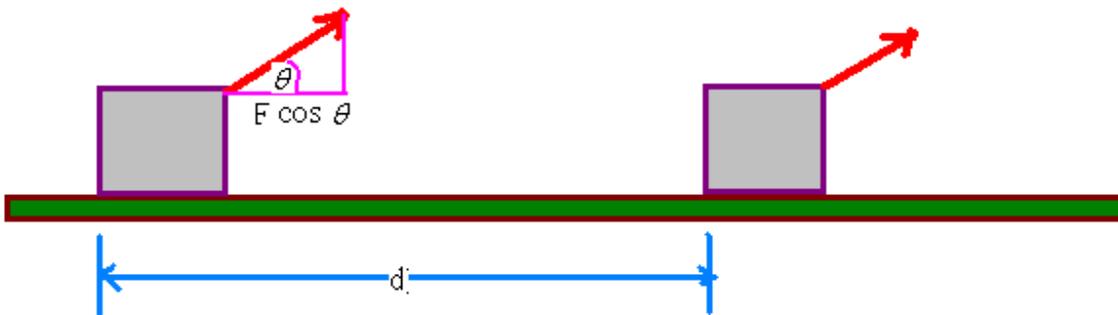


## Conceptos previos

El trabajo efectuado por una fuerza  $F$ , se define de la siguiente manera. Como se indica en la fig., una fuerza  $F$  actúa sobre un cuerpo, este experimenta un desplazamiento vectorial  $d$ . La componente de  $F$  en la dirección de  $d$  es  $F \cos \theta$ . El trabajo  $W$  efectuado por la fuerza  $F$  se define como el producto de la componente de  $F$  en la dirección del desplazamiento multiplicada por el desplazamiento.

$$W = (F \cos \theta) (d) =$$

TEMA: TRABAJO Y ENERGIA

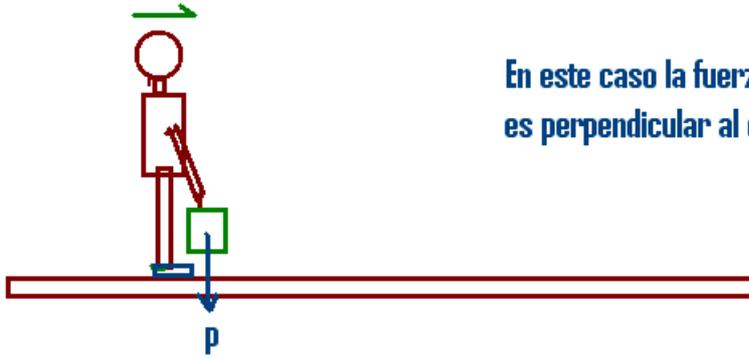


$$W = (F \cos \theta) (d) = F d \cos \theta$$

Observe que  $\theta$  es el ángulo entre la fuerza y el desplazamiento. El trabajo es una cantidad escalar.

Obs.: Si  $F$  y  $d$  están en la misma dirección y sentido,  $\cos \theta = \cos 0^\circ = 1$  y  $W = Fd$ . Sin embargo si  $F$  y  $d$  tienen la misma dirección pero sentidos opuestos, entonces  $\cos \theta = \cos 180^\circ = -1$  y  $W = -Fd$ , y el trabajo es negativo

Fuerzas como la fricción a menudo disminuyen el movimiento de los cuerpos y su sentido es opuesto al desplazamiento. En tales casos efectúan un trabajo negativo.



En este caso la fuerza P (peso) , no realiza trabajo ya que es perpendicular al desplazamiento.

**UNIDADES DEL TRABAJO:** en el sistema internacional es el New.m llamado Joule (J). Un J es el trabajo realizado por una fuerza de 1 New cuando el objeto se desplaza 1 m en la dirección de la fuerza. Otras unidades frecuentemente utilizadas para el trabajo son el Erg , donde  $1 \text{ Erg} = 10^{-7} \text{ J}$  , y la Libra .pie , donde  $1 \text{ Libra.pie} = 1,355 \text{ J}$

**LA ENERGIA** de un cuerpo es la capacidad de efectuar un trabajo . Por consiguiente la energía de un cuerpo se mide en función del trabajo que puede desarrollar. Así cuando un objeto realiza un trabajo, la pérdida de energía de un cuerpo es igual al trabajo efectuado. El trabajo y la energía tienen las mismas unidades, se miden en Joules. La energía, al igual que el trabajo, es una cantidad escalar. Un objeto es capaz de realizar un trabajo si posee energía.

**LA ENERGIA CINETICA (Ec):** de un objeto es la energía (o capacidad para realizar un trabajo) que posee un cuerpo debido a su movimiento. Si un objeto de masa m tiene un velocidad v, su energía cinética traslacional esta dada por.

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

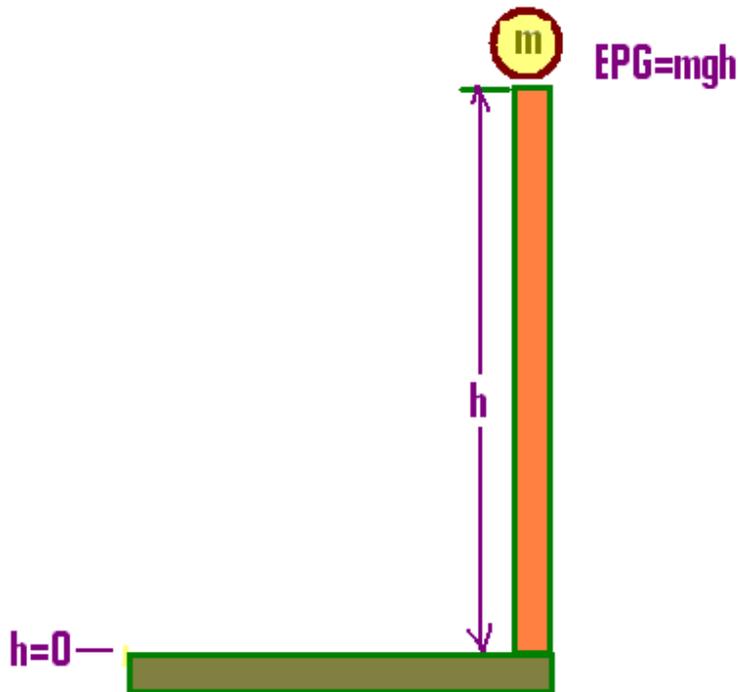


$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

Cuando m esta dada en kg. y v en m/s , .Ec esta dada en J

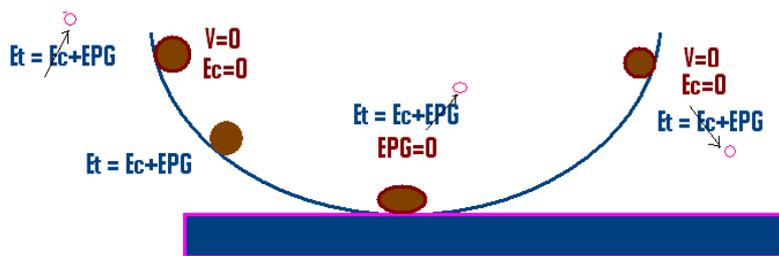
**LA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL (EPG)** es la energía que posee un cuerpo debido a su posición en el campo gravitacional. Un cuerpo de masa m , al caer una distancia vertical h , puede realizar un trabajo de magnitud  $W = mgh$  . La energía potencial gravitatoria de un cuerpo se define con respecto a un nivel arbitrario cero, el cual a menudo es la superficie de la tierra. Si un objeto esta a una altura h sobre el nivel cero (o de referencia), se tiene

$$EPG = mgh$$



Donde  $g$  es la aceleración debido a la gravedad. Advierta que  $mg$  es el peso del objeto

**CONSERVACION DE LA ENERGIA:** La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma de un tipo a otro (esto implica que La masa puede considerarse como forma de energía. Por lo general, puede ignorarse la conversión de masa en energía y viceversa, prevista por la teoría de la relatividad)



Supongamos que la bolita se suelta desde A rueda por el riel curvo, pasa po B y sube hasta la altura maxima C (donde se detiene). En cada uno de los puntos se indica la energía total, que siempre se mantiene constante.  $E_t = E_c + EPG$

**CONVERSION TRABAJO-ENREGIA:** Cuando una fuerza efectúa un trabajo sobre un cuerpo, la energía de este debe incrementarse en la misma cantidad (o disminuir si el trabajo es negativo). Cuando un objeto pierde energía de algún tipo, debe experimentar un incremento igual de energía de cualquier otra forma, o desarrollar una cantidad igual de trabajo.

**POTENCIA** es la rapidez con que se realiza un trabajo.

**POTENCIA**

$$\text{PROMEDIO} = \frac{\text{TRABAJO.REALIZADO.POR.LA.FUERZA}}{\text{TIEMPO.NECESARIO.PARA.REALIZARLO}} = \text{FUERZA} \times \text{VELOCIDAD}$$

Donde “**VELOCIDAD**” representa la componente de la velocidad del cuerpo, en la dirección de la fuerza que se aplica. En forma equivalente, podría tomarse el producto de la velocidad del cuerpo y la componente de la fuerza aplicada en la dirección de la velocidad. En el S.I., la unidad de potencia es el Watt (W), donde 1 Watt = 1 J/s

Otra unidad de potencia que se emplea con frecuencia (pero no en nuestras ecuaciones básicas) es el Caballo de Fuerza (HP), donde 1HP = 746Watt

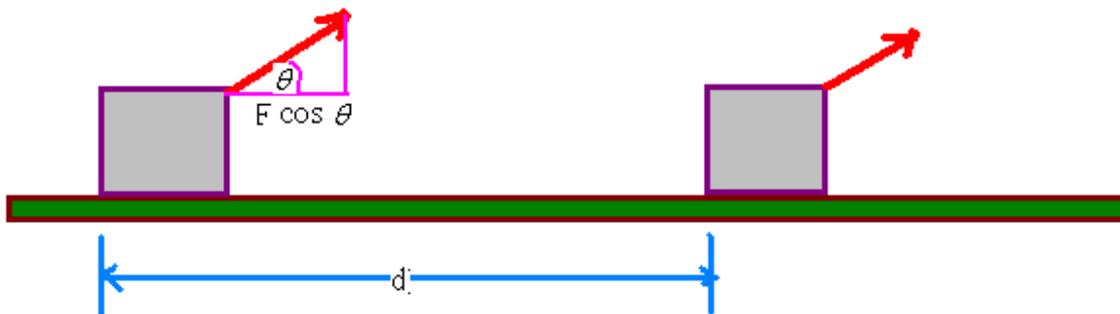
**EL KILOWATT-HORA:** es una unidad de trabajo. Si una fuerza desarrolla un trabajo con una rapidez de 1 kilowatt (que equivale a 1000 J/s), entonces en 1 hora realizara 1Kw.H de trabajo

$$1\text{KW.H} = 3.6 \times 10^6 \text{J} = 3.6 \text{MJ}$$

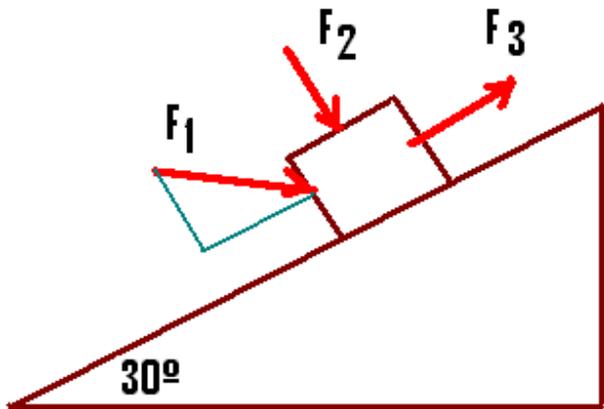
### PROBLEMAS DE APLICACIÓN

1.- En la fig., se supone que el objeto se jala con una fuerza de 75N en la dirección de 28° sobre la horizontal. ¿Cuanto trabajo desarrolla la fuerza al tirar del cuerpo 8m?

(530J)



2.- Un bloque se mueve hacia arriba por un plano inclinado 30° bajo la acción de tres fuerzas mostradas,  $F_1$  es horizontal y de magnitud 40N.  $F_2$  es normal y de magnitud 20N.  $F_3$  es paralela al plano y de magnitud 30N. Determinése el trabajo realizado por cada una de las fuerzas, cuando el bloque se mueve 80cm hacia arriba del plano inclinado.



(28J, 0J, 24J)

3.- Un cuerpo de 300gr. Se desliza 80cm a lo largo de una mesa horizontal .¿Cuánto trabajo realiza la fuerza de fricción sobre el cuerpo, si el coeficiente de fricción entre la mesa y el cuerpo es de 0,20?

(-0,470J)

4.- ¿Cuánto trabajo se realiza contra la gravedad al levantar un objeto de 3 kg. a través de una distancia vertical de 40cm?

(11.8J)

5.- ¿Cuánto trabajo se realiza sobre un cuerpo por la fuerza que soporta éste cuando se desplaza hacia abajo una distancia vertical h?

(-mgh)

6.- Una escalera de 3 m de longitud que pesa 200N tiene su centro de gravedad a 120 cm. del nivel inferior .En su parte mas alta tiene un peso de 50N .Calcule el trabajo necesario para levantar la escalera de una posición horizontal sobre el piso a una vertical.

(390J)

7.- Calcule el trabajo realizado en contra de la gravedad efectuado por una bomba que descarga 600litros de gasolina dentro de un tanque que se encuentra a 20mts. Por encima de la bomba. Un centímetro cúbico de gasolina tiene una masa de 0,82 grs. Un litro es igual a  $1000 \text{ cm}^3$

(96,4KJ)

8.- Una masa de 2 kg. cae 400cm .

8.1.- ¿Cuánto trabajo fue realizado sobre la masa por la fuerza de gravedad?

8.2.- ¿Cuánta EPG perdió la masa?

(78J , 78J)

9.- Una fuerza de 1,5N actúa sobre un deslizador de 0,20kg. de tal forma que lo acelera a lo largo de un riel de aire (riel sin rozamiento). La trayectoria y la fuerza están sobre una línea recta.¿Cual es la rapidez del deslizador después de acelerarlo desde el reposo , a lo largo de 30 cm. , si la fricción es despreciable?

(2.1m/s)

10.- Un bloque de 0.50 kg. se desliza sobre la superficie de una mesa con una velocidad inicial de 20 cm/s . Se desplaza una distancia de 70cm y queda en reposo. Encuéntrese la fuerza de fricción promedio que retarda su movimiento.

(0.0143N)

11.- Un automóvil que viaja a 15 m/s es llevado hasta el reposo en una distancia de 2m al estrellarse contra un montículo de tierra .¿Cual es la fuerza promedio que ejerce el cinturón de seguridad sobre un pasajero en el automóvil cuando es detenido?

(5.06KN)

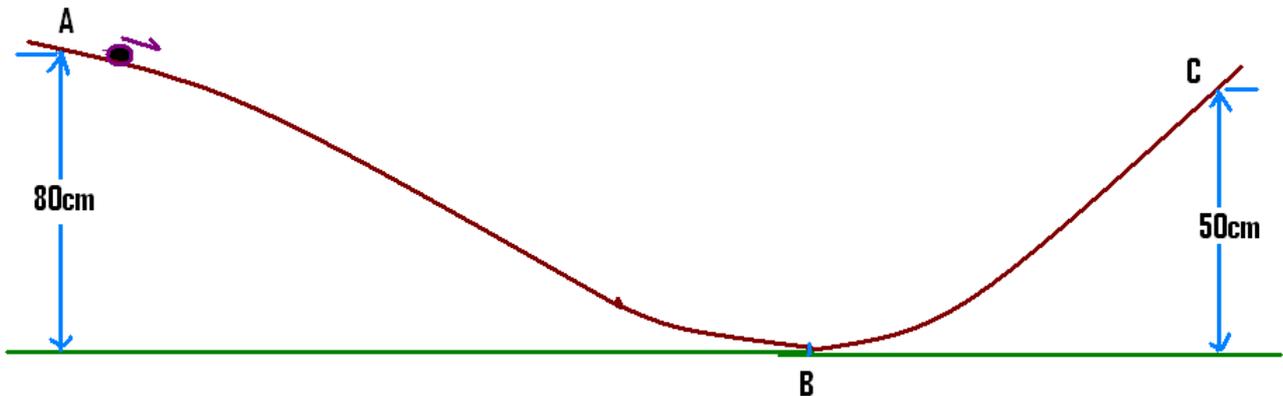
12.- Se dispara un proyectil hacia arriba desde la tierra con una rapidez de 20m/s .¿A que altura estará cuando su rapidez se de 8m/s? (Ignórese la fricción en el aire)

(17.1m)

13.- Como muestra la fig. Una bolita se desliza sobre un alambre. Si la fuerza de fricción es despreciable y en el punto A su rapidez es de 200cm/s

13.1.- ¿Cuál es su rapidez en el punto B

13.2.- ¿Cuál en el punto C?



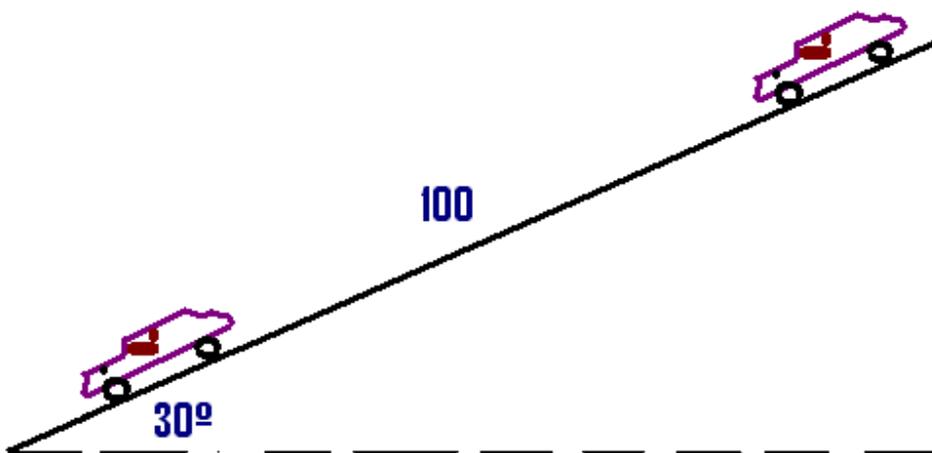
(4.41m/s , 3.14m/s)

14.- Supóngase que la bolita de la Fig. Anterior tiene una masa de 15gr. Y una rapidez de 2m/s en el punto A , y se va deteniendo hasta llegar al reposo en el punto C .La longitud del alambre desde A hasta C es de 250cm .¿Cual es la fuerza de fricción promedio que se opone al movimiento de la bolita?

(0.0296N)

15.- Un automóvil va cuesta abajo por una colina con una inclinación de  $30^\circ$  , como se muestra en la fig. .Cuando la rapidez del automóvil es de 12 m/s , el conductor aplica los frenos .¿Cual es el valor de la fuerza constante F (paralela al camino ) que debe aplicarse si el carro se va a detener cuando se haya desplazado 100m?

(6.7KN)

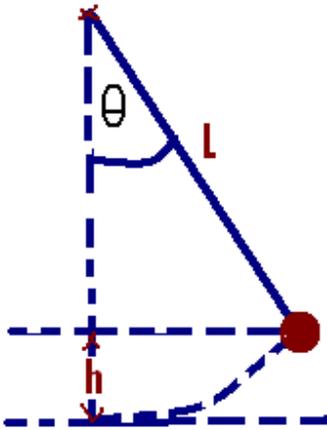


16.- En la fig. Se muestra un péndulo con una cuerda de 180cm de longitud y una pelota suspendida en su extremo. La pelota tiene una rapidez de 400cm/s cuando pasa por el punto mas bajo de su trayectoria.

16.1.- ¿Cuál es la altura  $h$  sobre este punto a la cual se elevara antes de detenerse?

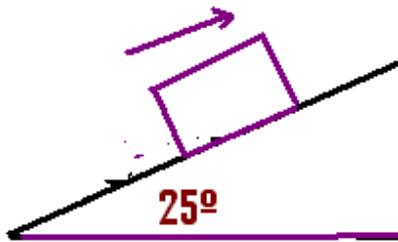
16.2.- ¿Qué ángulo forma el péndulo con la vertical?

(0.816m , 56.9°)



17.- Se dispara hacia arriba un bloque de 500gr. Sobre un plano inclinado con una rapidez de 200cm/s .¿Que tan arriba sobre el plano inclinado llegara si el coeficiente de fricción entre este y el plano es de 0,15

(0.365m)



18.- un tren de 60.000kg. asciende por una pendiente con inclinación del 1% (se eleva 1m por cada 100m horizontales) por medio de una tracción que lo jala con una fuerza de 3KN .La fuerza de fricción que se opone al movimiento del tren es de 4KN .La rapidez inicial del tren es de 12m/s .¿Que distancia horizontal viajara el tren antes de que su velocidad se reduzca a 9m/s?

(275m)

19.- Un anuncio publicitario anuncia que un automóvil de 1200kg puede acelerarse desde el reposo hasta 25m/s en un tiempo de 8s. ¿Qué potencia media debe desarrollar el motor para originar esta aceleración? (Ignórese las pérdidas por fricción)

(62.8HP)

20.-calcular el trabajo realizado por una fuerza de 600N cuando desplaza un objeto una distancia de 25m, considerando que el ángulo formado por la fuerza y el desplazamiento es de  $45^\circ$ .

21.-Calcular el trabajo realizado por una fuerza de 700N cuando desplaza un objeto una distancia de 10m, considerando que el ángulo formado por la fuerza y el desplazamiento es de  $30^\circ$

22.-Sobre un cuerpo en movimiento se aplica una fuerza de 400N, la que actúa a lo largo de una distancia de 15m formando un ángulo de  $150^\circ$  con este desplazamiento. Calcular el trabajo realizado en este trayecto.

- 23.-Un bloque de 60 Kg. se encuentra sobre una superficie horizontal. Se aplica una fuerza horizontal de 600N sobre el bloque y lo desplaza una distancia de 9m. (Fuerza de roce 140N)
- 24.-Un cuerpo de 4kg de masa se mueve hacia arriba en un plano inclinado  $30^\circ$  con respecto a la horizontal. Sobre el cuerpo actúa una fuerza de 80N favoreciendo el desplazamiento, la fuerza de roce es de 10N. El cuerpo se traslada 10m a lo largo del plano. Calcular el trabajo total efectuado por el sistema de fuerzas actuantes sobre el cuerpo.
- 25.-Sobre un plano que está inclinado  $30^\circ$  con respecto a la horizontal, se arrastra un cuerpo que pesa 97 N, de tal manera que suba con una velocidad constante de 36km/h de magnitud, entre el cuerpo y el plano hay una fuerza de roce de 18N. Calcular la potencia desarrollada.
- 26.-Determinar la potencia desarrollada por una persona que levanta verticalmente y con velocidad constante un bulto de 80kg hasta una altura de 1,5 m demorando en tal tarea 2 segundos.
- 27.-Una máquina tiene una potencia de  $1,04 \cdot 10^5$  Watt y la emplea en desplazar verticalmente a velocidad constante una carga de 250kg. ¿Cuánto demora en levantar dicha carga hasta una altura de 20m?
- 28.-Un automóvil de 900 kg. se encuentra en movimiento con una velocidad de 54 km/h y desea aumentar ésta, el doble. Calcular el trabajo realizado por la fuerza resultante sobre el móvil.
- 29.-Calcular el trabajo requerido para detener un buque de 3000 toneladas que está desplazándose a una velocidad de 9 m/s.
- 30.- Cierta automóvil puede desarrollar una potencia de 22371 Watt, tiene una masa de 800kg. Calcular el tiempo que requiere para alcanzar una velocidad de 90km/h partiendo del reposo?
- 31.-Una fuerza de 5000N efectúa el traslado de un bloque desplazándolo 1350cm, realizando en tal tarea un trabajo de 12204 Joule. ¿Bajo qué ángulo operó dicha fuerza?
- 32.-Un automóvil de 600Kg. Se desplaza a razón de 90km/h, calcular el trabajo que debe efectuarse sobre él a fin de detenerlo. Si desde que se aplican los frenos hasta que se detiene el automóvil se desplaza 10m. calcular la fuerza del frenado.
- 33.-Un buque de masa igual a 4000 toneladas aumenta su andar de 6 m/s a 10m/s empleando para ello un tiempo de 20s. Calcular la potencia desarrollada en esta operación.
- 34.-Supóngase que para comprimir una distancia  $x=30$ cm un resorte, fuese necesario ejercer una fuerza de 15N.
- 34.1.-¿Cuál sería la constante elástica del resorte?
- 34.2.-Considere que  $X_A=20$ cm y  $X_B=10$ cm: ¿Cuáles son los valores de la E.P. Elástica del cuerpo en A y en B?
- 34.3.-¿Qué trabajo realizó el resorte para empujar el cuerpo desde A hasta B?
- 35.-Una persona estira lentamente un resorte de constante elástica  $k = 200 \text{ N/m}$ , desde su longitud inicial (sin deformación) de 50cm, hasta que su longitud final sea de 60cm.
- 35.1.-Conforme al resorte se va deformando, la fuerza que ejerce sobre la persona, ¿aumenta, disminuye o permanece constante?
- 35.2.-Expresa, en metros, la deformación final  $X$  sufrida por el resorte.

35.3.-¿Cuál es el valor de la fuerza que el muelle ejerce sobre la persona cuando alcanza la longitud de 60cm.

36.-Una misma fuerza  $\vec{F}$  se aplica, sucesivamente, a dos resortes diferentes, A y B. Se observa que la deformación,  $X_A$  del resorte A, es mayor que la deformación  $X_B$  del resorte B.

36.1.-¿Diría usted que el resorte A es más duro o más blando que el B?

36.2.-La constante elástica  $K_A$  del muelle A ¿es mayor o menor que la constante elástica  $K_B$  del B?

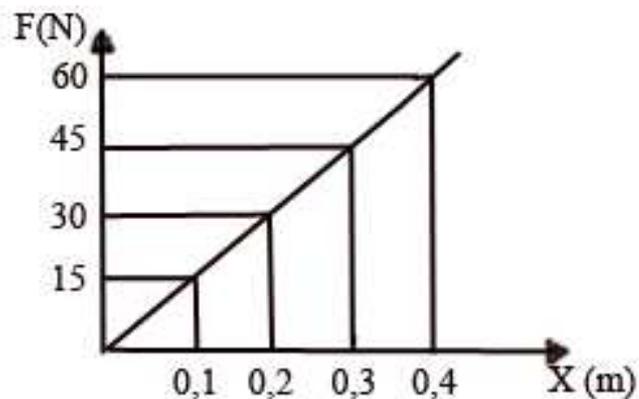
36.3.-Entonces, los resortes que tienen constantes elásticas de valor elevado ¿son más duros o más blandos?

37.-La figura de este ejercicio muestra un resorte comprimido que empuja un bloque desde el punto A, donde su deformación es  $X_a = 0,4\text{m}$ , hasta el punto O, en el cual el resorte no presenta deformación. El diagrama F-X muestra cómo cambia la fuerza F que el muelle ejerce sobre el bloque.

37.1.-Calcular la pendiente de esta gráfica. Entonces ¿Cuál es el valor de la constante elástica del resorte?

37.2.-¿es posible usar la expresión  $T = Fd$  los ángulos para calcular el trabajo realizado por el resorte al empujar el bloque? ¿Por qué?

37.3.-Diga cómo podría calcular usted este trabajo empleando el diagrama F-x.



38.-Considerando la situación descrita en el ejercicio anterior:

38.1.-¿Cuál es el valor de la EP elástica del cuerpo cuando se encuentra en la posición A?

38.2.-Así pues, ¿qué trabajo realiza el resorte al empujar el bloque desde A hasta O?

39.-Considere el cuerpo del ejercicio 18 en el instante en que pasa por el puerto B, en el cual la deformación del resorte es  $X_b = 0,2\text{m}$ .

40.-Un cuerpo se encuentra en el extremo de un resorte, el cual tiene una deformación X. Al aumentar la deformación del resorte a un valor de 2X:

40.1.-El valor de su constante elástica, ¿aumenta, disminuye o no varía?

40.2.-¿Cuántas veces mayor se vuelve la fuerza ejercida por el resorte sobre el cuerpo?

40.3.-¿Cuántas veces mayor se vuelve la EP elástica?

41.-La energía potencial de un cuerpo que está a 60m de altura es 300J. ¿Qué energía cinética tendrá este mismo cuerpo cuando se mueva con una rapidez de 36km/h?

42.-Demostrar que aplicando el principio de conservación de la energía, la rapidez de un cuerpo que cae libremente equivale a  $\sqrt{2gh}$ , en que h es la distancia recorrida en caída libre.

43.-Desde un edificio de 50m de altura se suelta un objeto de 21kg. Calcular la velocidad con que llega al suelo.

44.-Se dispara verticalmente hacia arriba desde el suelo una piedra de 0,5kg. Con una velocidad de 10m/s. Calcular:

44.1.-La energía total de la piedra.

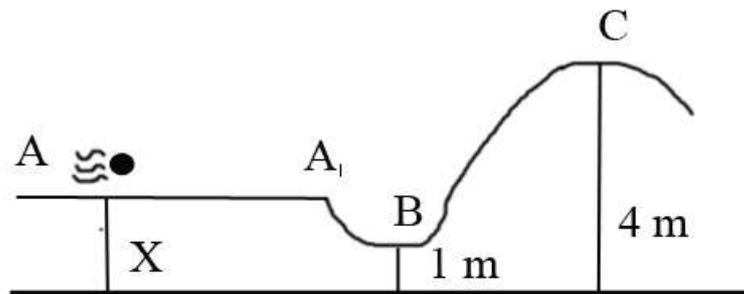
44.2.-La energía cinética en el punto más alto

44.3.-La energía potencial en el punto más alto

44.4.-La máxima altura alcanzada.

45.-La figura que sigue representa el perfil de una superficie por lo cual se desliza, sin roce, una esfera de 100grs. Si la rapidez es 5m/s con que avanza un tramo  $AA'$  es la estrictamente necesaria para que la esfera llegue a detenerse en el punto C, entonces:

- ¿Cuál es la energía total del sistema?
- ¿Cuál es la Energía Cinética que tiene en B?
- ¿Qué rapidez tiene al pasar por B?
- ¿Qué altura tiene el plano  $AA'$ ?



46.-Una bola de masa  $m=2\text{kg}$ ., se desliza, sin fricción, por el tobogán ABCD, que se indica en la figura de este problema. En A, la energía cinética de la esfera es de 10J, y su energía potencial vale 54J.

¿Cuáles de las afirmaciones siguientes son correctas?:

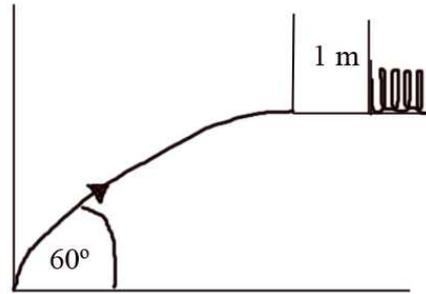
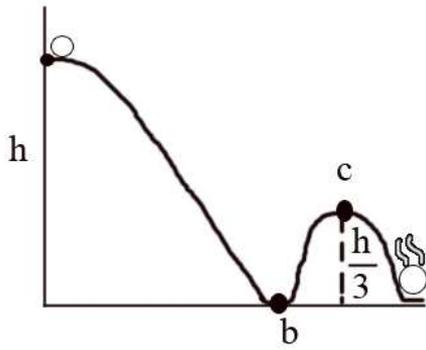
46.1.-La energía cinética de la bola al pasar por B, es de 64J?

46.2.-La energía potencial de la bola en c, vale 18J

46.3.-La energía cinética de la esfera en C, vale 46J.

46.4.-La energía mecánica total de la esfera en D, vale 64J.

46.5.-La velocidad de la bola en D, es de 8m/s.



47.-Un cuerpo de 0,5kg de masa es soltado de la altura de 1m sobre un resorte vertical que esta sujeto al suelo cuya constante es de 2000N/m. Calcular la máxima deformación del resorte.

48.-Un cuerpo de masa 8kg se dispara con un ángulo de  $60^\circ$  respecto a la horizontal y la velocidad es de 4m/s al llegar a su altura máxima se desplaza por una pista horizontal comprimiendo un resorte de constante de 1000N/m, el que esta ubicado a 1m del extremo de la pista. Si el resorte se comprimió 0,1 m. Determinar el coeficiente de roce entre el cuerpo y la pista.

49.-En la pista de juguete ilustrada en la figura, se suelta un auto de masa 0,2kg desde el punto A. La pista es un riel construido para que los autos se deslicen suavemente (sin roce). Calcular, de acuerdo con los datos del dibujo, la velocidad del auto en los puntos B,C y A.

