ACTIVIDADES

1 Aplicando la expresión $v^2 - v_0^2 = 2as$ en la caída libre de los objetos, obtenemos $v^2 = 2\,gy$. Demuestra que a partir del producto peso (mg) por altura (y) se obtiene la cantidad mv^2.

Si despejamos y de la fórmula $v^2 = 2gy \Leftrightarrow y = \frac{v^2}{2g}$ que sustituida en el producto mgy nos da:

$$mgy = mg\cdot\frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2}mv^2$$

fórmula en la que el primer miembro es la energía potencial y el segundo la energía cinética (**principio de conservación de la energía mecánica**)

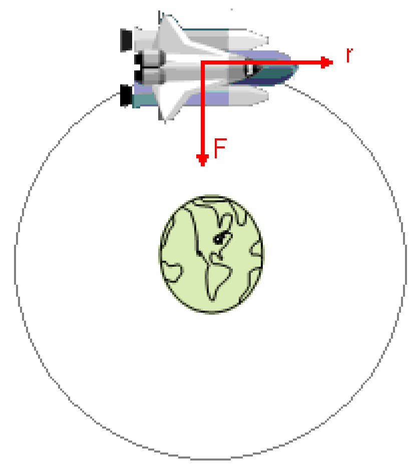
2 Un cuerpo de 5 kg es lanzado por el suelo con una velocidad inicial de 10 m/s, y se para después de haberse deslizado 10 m. Calcula el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento hasta que se detiene el cuerpo.

El trabajo mecánico es el producto escalar de la fuera por el desplazamiento $W = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = F\Delta r\cdot\cos\theta$, luego como el desplazamiento y el ángulo (180º ya que la fuerza de rozamiento es contraria al movimiento es decir al vector desplazamiento) son conocidos necesitamos hallar el módulo del vector fuerzo para lo que necesitamos la aceleración:

$v^2 - v_0^2 = 2as \Leftrightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{0^2 - 10^2}{2\cdot 10} = -5\frac{m}{s^2}$, luego F = m·a = 5 kg ·(- 5) m/s^2 = - 25 N, en donde la aceleración y la fuerza son negativas pues son de frenada (la fuerza de rozamiento se opone al movimiento). Ahora podemos hallar el trabajo:

$$W = \begin{cases} = F\cdot\Delta r\cdot\cos\theta = 25N\cdot 10m\cdot\cos 180^{\circ} = -250\ J \\ = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = -25\,\vec{i}\,N\cdot 10\,\vec{i}\,m = -250\,\vec{i}\cdot\vec{i} = -250\ J \end{cases}$$

3 Un satélite describe órbitas circulares alrededor de la Tierra. ¿Qué trabajo realiza la fuerza gravitacional sobre el satélite?

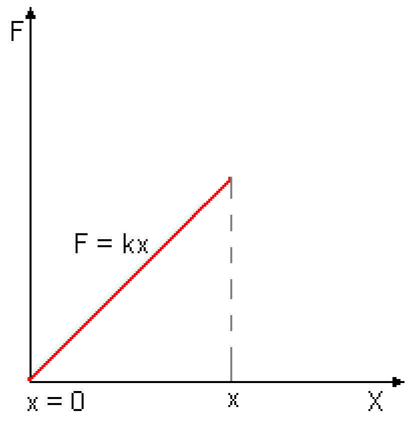


Como el vector desplazamiento y la fuerza son perpendiculares, el trabajo es nulo al ser nulo el sen90º.

4 Una persona lleva una caja de doce paquetes de leche por una carretera horizontal. ¿Realiza o no trabajo físico?

Estamos, como en el ejercicio anterior, en el caso en que la fuerza (el peso de los paquetes de leche) y el desplazamiento son perpendiculares y, por tanto, no se realiza trabajo ya que $W = F\cdot r\cdot\cos\theta = P\cdot x\cdot\cos 90^o = 0$.

5 Determina gráficamente una expresión para el trabajo realizado cuando estiramos un muelle de constante recuperadora k desde su posición de equilibrio (x = 0) hasta una posición x. Resuélvela después algebraicamente para el caso en que k = 200 N/m y x = 5 cm.



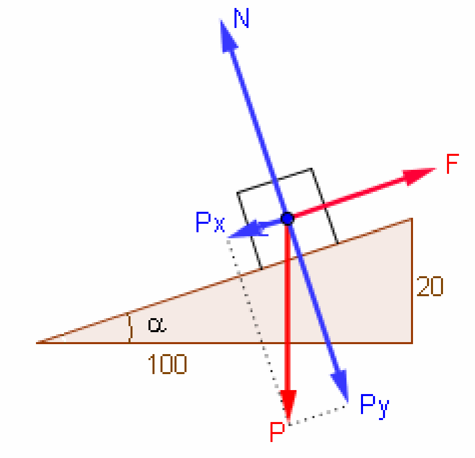
Como el trabajo es el área comprendida entre la gráfica de la fuera y el eje horizontal (desplazamiento) hemos de hallar el área del triángulo que se forma:

$$W = \text{área del triángulo} = \frac{\text{Base}\cdot\text{altura}}{2} = \frac{x\cdot kx}{2} = \frac{1}{2}kx^2$$

Si k = 200 N/m y x = 5 cm = 0,05 m, el trabajo realizado es:

$$W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}200\frac{N}{m}\cdot(0{,}05m)^2 = 0{,}25\ N\cdot m = 0{,}25\ J.$$

6 ¿Cuál es el trabajo realizado por lo que comúnmente conocemos como «telesquí» cuando te remonta con velocidad constante a lo largo de 2 km de pista de un 20% de pendiente, si suponemos que no hay rozamiento? (Considera m = 60 kg.) ¿Qué fuerza ejerce sobre ti el remonte en esas condiciones si se encuentra inclinado 40° con respecto a la pista?



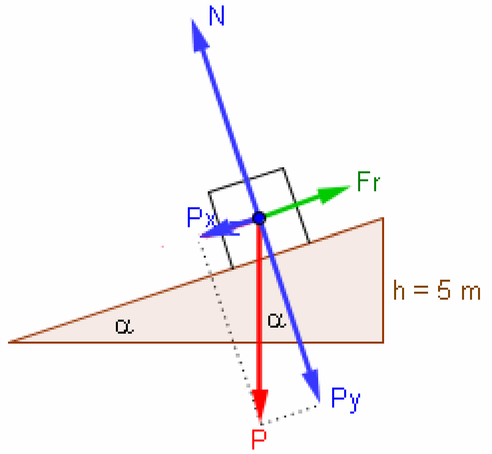
Como suponemos que no hay rozamiento las únicas fuerzas que producen trabajo son la que ejerce el telesquí hacia arriba de la pista y la componente horizontal del peso (P_x, hacia abajo) ya que la componente vertical del peso (P_y) y la reacción normal de la pista (N), al ser perpendiculares al desplazamiento, no producen trabajo. Además si la velocidad con que nos remonta es constante, la aceleración es nula, $F = P_x$ y el trabajo producido es nulo ya que los trabajos producidos por ambas fuerzas son iguales y de signo contrario.

La fuerza que el remonte debe ejercer sobre mí ha de ser igual a la componente horizontal del peso, como ya hemos dicho,: $F = P_x = P\ \text{sen}\alpha = m\cdot g\cdot\text{sen}\alpha = 60\ kg\cdot 9{,}8\ m/s^2\cdot\cos 40^o = 450{,}4\ N$.

7 Un cuerpo de 3 kg se desliza por un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal desde una altura de 5 m. El coeficiente de rozamiento entre cuerpo y plano es de 0,32. Determina:

a) El trabajo realizado sobre el cuerpo por cada una de las fuerzas que actúan, hasta que llega al final del plano.

b) El trabajo total realizado sobre el cuerpo en todo el trayecto.



a) Las fuerzas N (reacción normal del plano sobre el objeto) y Py (componente vertical del peso) no realizan trabajo por ser perpendiculares al desplazamiento, hallamos el trabajo realizado por las otras dos fuerzas, teniendo en cuenta que se desplazan una distancia $d = \frac{h}{\text{sen}\alpha} = \frac{5m}{\text{sen}45^o} = 7{,}07$ m:

■ Trabajo realizado por la componente horizontal del peso Px = $W_1 = Px\cdot d\cdot \cos 0^o = mg\cdot \text{sen}\alpha\cdot d\cdot\cos 0^o = 3\cdot$ kg·9,8 m/s^2 · 7,07 m·sen45º·cos0º = 147 J.

■ Trabajo realizado por la fuerza de rozamiento Fr = $W_2 = Fr\cdot d\cdot\cos 180^o = \mu N\cdot\cos 180^o = \mu Py\cdot\cos 180^o = \mu mg\cdot\cos 45^o\cdot\cos 180^o$ = 0,32· 3 kg·9,8 m/s^2· 7,07 m·cos45º·cos180º = - 47 J.

b) El trabajo total es la suma de los trabajos realizados por las dos fuerzas:

$$W = W_1 + W_2 = 147\text{ J} – 47\text{ J} = 100\text{ J}.$$

8 Cierto automóvil que circula a 129 km/h está sometido a una fuerza de fricción con la carretera de 211 N y a una fricción con el aire de 830 N. ¿Qué potencia debe desarrollar en esas condiciones para mantener constante esa velocidad? Expresa el resultado en kilovatios (kW) y en CV.

$$v = 129\frac{km}{h} = 129\frac{km}{h}\cdot\frac{1000m}{1km}\cdot\frac{1h}{3600s} = 35{,}8\widehat{3}\frac{m}{s}$$

$$P = F\cdot v = (211\text{ N} + 830\text{ N})\cdot 35{,}83\text{ m/s}^2 = 37\,299\text{ W} = 37{,}3\text{ kW} = 37299W\cdot\frac{1CV}{735W} = 50{,}75\text{ CV}.$$

9 ¿Qué factores crees necesario «optimizar» para conseguir una mayor velocidad a una determinada potencia?

Como v = P/F hay que disminuir la fuerza de rozamiento para que a una determinada potencia la velocidad aumente.

10 Un motor de 50 CV es capaz de realizar cierto trabajo en 3 minutos. ¿Cuánto tiempo invertirá en realizar el mismo trabajo un motor de 20 kW?

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

$$\text{Como}\quad P = \frac{W}{t} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = \dfrac{W}{t_1} \\ P_2 = \dfrac{W}{t_2} \end{cases} \xrightarrow{\text{dividiendo}} \frac{P_1}{P_2} = \frac{W/t_1}{W/t_2} = \frac{t_2}{t_1} \Leftrightarrow t_2 = \frac{P_1}{P_2}\cdot t_1 = \frac{50\,CV\cdot\dfrac{735\,W}{1\,CV}}{20\,kW\cdot\dfrac{1000\,W}{1\,kW}}\cdot 3\,min =$$

1,8375 min = 1 min 50,25 s.

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

11 ¿De qué es unidad el kW h? ¿A cuantos julios equivale?

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

Como el kW es unidad de potencia y la hora (h) es unidad de tiempo, su producto, P ·t = W, es unidad de trabajo.

$$1\ kW\cdot h = 1\,kW\cdot h\cdot\frac{1000\,W}{1\,kW}\cdot\frac{3600\,s}{1\,h} = 3{,}6\cdot 10^6\ W\cdot s = 3{,}6\cdot 10^6\ \frac{J}{s}\cdot s = 3{,}6\cdot 10^6\ J.$$

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

12 Deduce una expresión para la máxima altura que alcanza un objeto lanzado verticalmente con una velocidad inicial v_0.

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

Según el teorema de las fuerzas vivas, el trabajo realizado es igual a la variación de la nergía cinética:

ΔEc = Variación de la energía cinética = energía cinética a una altura h – energía cinética inicial = 0 - $\frac{1}{2}mv_0^2 = -\frac{1}{2}mv_0^2$.

W = Trabajo realizado = Fuerza · desplazamiento · con180º = Peso · h ·cos180º= - mgh

Si igualamos ΔEc = W, entonces $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh \Leftrightarrow h = \frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g}$ que es la misma expresión a que podemos llegar si usamos la cinemática.

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

13 Sobre un cuerpo de 750 g que se movía con una velocidad de 2,5 m/s actúa una fuerza de 15 N en la misma dirección y sentido de la velocidad durante 10 s. Determina:

a) El trabajo realizado por la fuerza.
b) La energía cinética final del cuerpo.
c) La velocidad final que alcanza (dedúcela por medios energéticos y dinámicos).

✪✪✪✻✻❀✻✻✪✪✪

a) Como Trabajo = Fuerza · desplazamiento = F · d (al llevar la misma dirección y sentido la fuerza y el desplazamiento, el ángulo formado es 0º y cos0º = 1), luego necesitamos hallar el espacio recorrido por el cuerpo para lo cual, primero hemos de saber su aceleración:

Aceleración = a = $\frac{F}{m} = \frac{15N}{0{,}750kg} = 20\frac{m}{s^2}$

Desplazamiento = e = $v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 2{,}5\frac{m}{s}\cdot 10s + \frac{1}{2}20\frac{m}{s^2}\cdot(10s)^2 = 1025\,m.$

Trabajo = F·e = 15 N · 1 025 m = **15 375 J**.

b) Para saber la energía cinética al final de los 10 s, hemos de hallar la velocidad al cabo de ese tiempo:

v = v_0 + at = $2{,}5\frac{m}{s} + 20\frac{m}{s^2}\cdot 10s = 202{,}5\frac{m}{s}$ luego Ec = $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0{,}75kg\cdot(202{,}5\frac{m}{s})^2 = 15\,377{,}3$ J

al mismo resultado podemos llegar si usamos el teorema de las fuerzas vivas: Trabajo = W = ΔEc, es decir 15 375 J = Ecf – Eci = Ecf - $\frac{1}{2}m\cdot v_0^2 \Leftrightarrow Ecf = W + \frac{1}{2}mv_0^2 = 15375 + \frac{1}{2}0{,}75\cdot 2{,}5^2 =$ 15 377, 3 J

c) En el apartado anterior hemos hallado la velocidad usando la cinemática, vamos ahora a hallarla por medios energéticos:

W = ΔEc, es decir W = Ecf – Eci = $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m\cdot v_0^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{2\left(W + \frac{1}{2}mv_0^2\right)/m} = \sqrt{\frac{2(15377{,}3)}{0{,}75}} = 202{,}5\,m/s$

✿✿✿✿✽✽❁✽✽✿✿✿✿

14 La fuerza de fricción entre las ruedas de un coche de 1 300 kg y el suelo es de 220 N. Si el coche se mueve por una pista horizontal a una velocidad de 110 km/h y se deja en «punto muerto» a esa velocidad, ¿qué distancia recorrerá hasta que se detenga por completo? Resuelve el problema por métodos energéticos y dinámicos y comprueba la identidad de los resultados.

✿✿✿✿✽✽❁✽✽✿✿✿✿

$$v_0 = 110\frac{km}{h}\cdot\frac{1000m}{1km}\cdot\frac{1h}{3600s} = 30{,}56\frac{m}{s}$$

Método dinámico

La fuerza que actúa es la fuerza de rozamiento que la hace detenerse, luego Fr = -m·a $\Leftrightarrow a = -\frac{Fr}{m} = -\frac{220N}{1300kg} = -0{,}17\frac{m}{s^2}$ y ahora hallamos el espacio recorrido hasta que se detiene v = 0:

$v^2 - v_0^2 = 2as \Leftrightarrow s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0^2 - 30{,}56^2}{2\cdot(-0{,}17)} = 2\,747$ m recorre hasta que se detiene.

Método energético

El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento (única que realiza trabajo, ya que el peso es perpendicular al desplazamiento) es igual a la variación de la energía cinética (teorema de las fuerzas vivas):

$$\Delta Ec = W\ \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Fr{\cdot}s{\cdot}\cos 180^o \Leftrightarrow s = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2}{Fr{\cdot}\cos 180^o} = \frac{0 - \frac{1}{2}1300{\cdot}30{,}56^2}{220{\cdot}(-1)} = 2759\ m$$

Los 12 m de diferencia son debidos a las aproximaciones realizadas al hallar la aceleración y transformar la velocidad inicial.

15 En una de sus infructuosas persecuciones tras el «correcaminos», el coyote, de 45 kg, está a punto de caer por un precipicio de 50 m de altura. Determina:

a) ¿Cuánto varía la energía potencial del coyote?

b) ¿Con qué velocidad aterriza el pobre animal?

a) Ep = m·g·h = 45 kg·9,8 m/s^2 · 50 m = 22 050 J.

b) $Ep = Ec = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ep}{m}} = \sqrt{\frac{2{\cdot}22050}{45}} = 31{,}3\,\frac{m}{s}$.

16 Al calibrar un muelle, observamos que se estira 5 cm al colgarle una masa de 500 g. ¿Cuál será su energía potencial elástica cuando lo estiremos 10 cm?

Aplicamos la ley de Hooke para hallar la constante recuperadora del muelle:

$$F = k\,x \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{P}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{0{,}5{\cdot}9{,}8\frac{m}{s^2}}{0{,}05m} = 98\frac{N}{m}$$

Ahora podemos hallar la energía potencial elástica:

$$Ep = \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}98\frac{N}{m}{\cdot}(0{,}1m)^2 = 0{,}98\ J.$$

17 Un cuerpo de 0,5 kg de masa se deja caer desde una altura de 1 m sobre un pequeño resorte vertical sujeto al suelo y cuya constante elástica es k = 2000 N/m. Calcula la máxima deformación del resorte.

La energía potencial del objeto a una altura h = 1m se convierte en energía potencial elástica al comprimir el muelle:

$$Ep = Epe \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}kx^2 \Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}} = \sqrt{\frac{2{\cdot}0{,}5kg{\cdot}9{,}8\frac{m}{s^2}{\cdot}1m}{2000N/m}} = 0{,}07m = 7cm$$

18 Demuestra que la fuerza gravitacional cumple con esta última propiedad en el caso del lanzamiento vertical de un cuerpo de masa m hasta una altura h.

✪✪✪✻✻❁✻✻✪✪✪

Hemos de demostrar que el trabajo realizado por las fuerzas conservativas a lo largo de la subida y bajada es nulo.

Trabajo realizado al subir = Ws = $\vec{F}\cdot\vec{d} = -mg\,\vec{j}\cdot h\,\vec{j} = -mgh$

Trabajo realizado al bajar = Wb = $\vec{F}\cdot\vec{d} = -mg\,\vec{j}\cdot(-h\,\vec{j}) = mgh$

Luego el trabajo Total = Ws + Wb = - mgh + mgh = 0.

✪✪✪✻✻❁✻✻✪✪✪

19 Un péndulo cuyo hilo mide 2 m es desplazado 60° con respecto a la vertical. Si en esa posición se suelta.

a) ¿Cuál será su velocidad al pasar por el punto más bajo?

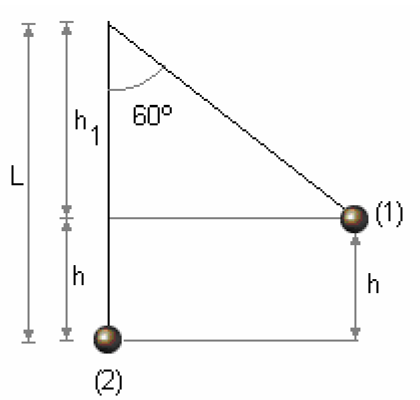
b) ¿Qué energía cinética tendrá cuando el hilo forme 15° con la vertical?

✪✪✪✻✻❁✻✻✪✪✪

a) La energía mecánica (suma de la cinética y potencial) se conserva de manera que $Em_1 = Em_2$ es decir $Ep_1 + Ec_1 = Ep_2 + Ec_2$, como en la posición (1) el péndulo esta parado $Ec_1 = 0$ y, tomando el origen de potenciales en (2) $Ep_2 = 0$ luego queda:

$$Ep_1 = Ec_2$$

Por otro lado $\cos 60^o = \frac{h_1}{L} \Leftrightarrow h_1 = L\cos 60^o = 2m\cdot\frac{1}{2} = 1m$ luego $h = L - h_1 = 2m - 1m = 1m$.



$$Ep_1 = mgh = Ec_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Leftrightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2mgh}{m}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\cdot 9{,}8\cdot 1} = 4{,}43\,\frac{m}{s}$$

b) Si volvemos aplicar el principio de conservación de la energía a la posición de partida (1) y a la nueva posición (3), tenemos:

$Ep_1 = Ep_3 + Ec_3$ en donde necesitamos saber la energía potencial en (3) para saber la cinética, hallamos la altura a la que se haya el péndulo h_3 :

$\cos 15^o = \frac{h_2}{L} \Leftrightarrow h_2 = L\cos 15^o = 2m\cdot 0{,}97 = 1{,}93m$ luego $h_3 = L - h_2 = 2m - 1{,}93m = 0{,}07$ m

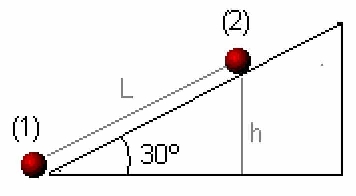
$Ep_1 = Ep_3 + Ec_3$; $mgh = mgh_3 + Ec_3 \Leftrightarrow Ec_3 = mgh - mgh_3 = mg(h - h_3) = m\cdot 9{,}8\cdot(1 - 0{,}07) = 9{,}1m$ J

✪✪✪✻✻❁✻✻✪✪✪

21O Explica con detalle todas las transformaciones de energía que acontecen en un salto con pértiga. ¿Debemos hablar de cuerpo o de sistema en este caso?

La energía acumulada en los músculos del atleta se transforma en energía cinética en la carrera previa, después esa energía y la de sus brazos se transforma en energía elástica que dobla la pértiga, la pértiga libera esa energía en forma de energía mecánica impulsando al atleta hacia arriba en donde toda la energía del sistema está en forma potencial y, al dejarse caer esa energía potencial se transforma en cinética abajo que por último es absorbida por el colchón del suelo en forma de energía potencial elástica. En el caso real parte de la energía se pierde en los rozamientos con el suelo y el aire.

211 Un cuerpo comienza a ascender por un plano inclinado 30° con una velocidad inicial de 4 m/s. Si el coeficiente de rozamiento con el plano es de 0,2, calcula hasta qué altura asciende.



Es un caso típico de implicación de fuerzas no conservativas (fuerza de rozamiento) de manera que ha de cumplirse:

Energía mecánica en (1) = Energía mecánica en (2) + Trabajo realizado por la fuerza de rozamiento

$Ec_1 = Ep_2 + W(Fr)$ ya que tomamos el origen de la energía potencial en el suelo y en la parte más alta la velocidad es nula (de no ser así seguiría subiendo) y por tanto la energía potencial.

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + Fr\cdot L$$

además Fr = μN = μPy = μmgcos30º y $sen30º = \frac{h}{L} \Leftrightarrow L = \frac{h}{sen30º}$ expresiones que sustituimos en la fórmula anterior:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + Fr\cdot L \Rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \mu mg\cos 30º\cdot\frac{h}{sen30º} \Leftrightarrow \frac{1}{2}v_0^2 = hg(1+\mu\cot g30º) \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g(1+\mu\cot g30º)}$$

$$h = \frac{4^2}{2\cdot 9{,}8(1+0{,}2\cot g30º)} = 0{,}61\,m = 61\ cm$$

212 Demuestra que si un cuerpo es lanzado desde la base de un plano inclinado con una velocidad inicial v_0 y el coeficiente de rozamiento es μ, entonces la altura hasta la que asciende viene dada por la expresión:

$$h = \frac{v_0^2}{2g(1+\mu)}$$

Si nos fijamos en el ejercicio anterior concluimos que:

$$h = \frac{v_0^2}{2g(1+\mu\cot g\alpha)}$$

CUESTIONES Y PROBLEMAS

DE APLICACIÓN

① ¿Qué diferencia hay entre la concepción ordinaria del trabajo cotidiano y el concepto físico de trabajo?

Cotidianamente se entiende por trabajo cualquier esfuerzo físico o mental, es decir se asimila trabajo con fuerza mientras desde el punto de vista físico sólo las fuerzas que producen desplazamientos y no son perpendiculares realizan trabajo.

② ¿Dónde puede considerarse que aparece por vez primera la formulación de la energía cinética?

Su formulación mv^2 es debida a Leibnitz aunque la denominó (como antes) «vis viva», después Thomas Young la definió como energía pero fue William Thomson (Lord Kevin) quien la bautizó con el término, con el que hoy la conocemos, de **energía cinética**.

③ Si sobre un cuerpo actúa una fuerza de 10 N y se desplaza 10 m, entonces el trabajo realizado por esa fuerza vale 100 J. ¿Es esto cierto o consideras que falta información para resolver este problema?

Una fuerza de 10 N que desplaza un cuerpo una distancia de 10 m realiza un trabajo de 100 J sólo si la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido, es decir forman un ángulo de 0º, luego la información que nos falta es el ángulo que forman entre sí el vector fuerza y el vector desplazamiento ya que el trabajo se define:

$$W = \vec{F}\cdot\vec{d} = F\cdot d\cdot\cos\left(\vec{F}\wedge\vec{d}\right)$$

④ ¿Realiza un trabajo cualquier fuerza que actúa sobre un cuerpo en movimiento?

Como el trabajo se define: $W = \vec{F}\cdot\vec{d} = F\cdot d\cdot\cos\left(\vec{F}\wedge\vec{d}\right)$, si la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares su producto escalar es nulo y por lo tanto no se realiza trabajo

⑤ ¿Cómo podemos calcular el trabajo en una gráfica fuerza-desplazamiento?

Para calcular el trabajo en una gráfica fuerza-desplazamiento, basta con hallar el área bajo la curva ya que matemáticamente el área bajo una curva de F-r y el eje horizontal entre dos puntos x_a y x_b es:

$$\text{Área} = \int_{x_a}^{x_b} F \cdot dr$$ que es justamente el concepto de trabajo.

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

⑥ ¿Cómo se define la potencia? ¿En qué unidades se mide?

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

El libro define potencia (P) como la rapidez con que se realiza un trabajo: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

En el sistema internacional la unidad de potencia es el vatio (W) que se define como la potencia desarrollada cuando se realiza un trabajo de 1 julio en un segundo 1W = 1J/1s.

Otras unidades de potencia que suelen usarse son:

- El kilovatio, kW, un múltiplo del vatio que equivale 1 000 W.
- El caballo de vapor (CV) que equivale a 735 W.

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

⑦ ¿A qué llamamos energía mecánica de un sistema?

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

Llamamos energía mecánica a la suma de la energía cinética (relacionada con el movimiento) y la energía potencial (relacionada con la posición), $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

⑧ Cuando una fuerza realiza un trabajo sobre un cuerpo, la energía cinética de éste siempre aumenta. ¿Verdadero o falso?

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

Para que aumente la energía cinética aumente el trabajo realizado ha de ser positivo, si es negativo como en el caso de las fuerzas de rozamiento la energía cinética (la velocidad) disminuye.

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

⑨ ¿Puede aplicarse en cualquier circunstancia la expresión mgh para la energía potencial gravitatoria de un cuerpo?

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

Al decir que Ep = mgh estamos considerando que la aceleración de **la gravedad (g) no depende de la altura (h) lo que es falso** (g disminuye con la altura) luego sólo es válidas para alturas pequeñas en donde las variaciones de g no sean significativas. Además implica que hemos fijado (arbitrariamente) un origen en Ep = 0 para h = 0 (suelo).

❂❂❂✽✽❃✽✽❂❂❂

➊⓿ ¿Qué son fuerzas conservativas? ¿Y fuerzas disipativas?

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

Aquellas fuerzas que realizan un trabajo que depende sólo de la posición inicial y final y es independiente de la trayectoria seguida para ir de una posición a otra, de manera que si la trayectoria es cíclica (el origen coincide con el final) el trabajo realizado es nulo se les denomina **fuerzas conservativas**.

Fuerzas disipativas como indica su denominación son fuerzas que realizan un trabajo que se emplea en **disipar** energía mecánica (normalmente en forma de calor).

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

➊➊ ¿Crees que el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento sólo depende de la posición inicial y final y no de la trayectoria que se haya seguido? ¿Es, pues, el rozamiento una fuerza conservativa?

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

Como el trabajo de las fuerzas de rozamiento depende del desplazamiento, es evidente que para distintos desplazamientos entre las posiciones inicial y final el trabajo realizado será distinto y por tanto no es una fuerza conservativa sino disipativa.

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

➊➋ ¿Cuál es la formulación más general del principio de conservación de la energía?

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

La formulación más general es aquella que tiene en cuenta la materia como una forma de energía y dice: ***La energía total de un sistema, incluida la materia como firma de energía, permanece constante.***

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

DE RAZONAMIENTO

➊➌ ¿Qué trabajo mecánico se realiza al sostener un cuerpo de 10 kg durante 15 m?

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

Ninguno, se realiza un esfuerzo, pero no trabajo pues no hay desplazamiento originado por la fuerza.

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

➊➍ ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza centrípeta sobre un cuerpo en movimiento circular uniforme?

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

Como la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares la fuerza centrípeta no realiza trabajo.

✪✪✪✵✵❃✵✵✪✪✪

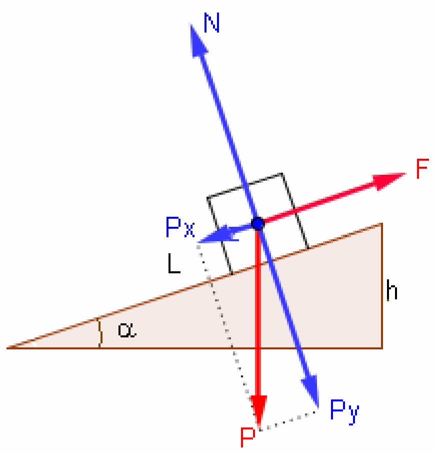
①⑤ ¿Por qué crees que las compañías de transporte cobran a razón de toneladas por kilómetro?

✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

Las compañías de transporte cobran a razón del peso transportado porque es una medida del gasto de combustible que han tenido ya que el trabajo que tiene que realizar el motor para transportar una mercancía (a igualdad de distancia) aumenta con el peso que haya de transportar es decir depende de la fuerza (peso) a vencer.

✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

①⑥ Hemos de levantar un cuerpo hasta cierta altura y para ello disponemos de varios planos inclinados de diferente longitud (y, por tanto, inclinación). ¿Con cuál de ellos realizaremos la operación con menor esfuerzo? ¿Con cuál será menor el trabajo realizado?



✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

La fuerza que debemos hacer es (si suponemos, en un principio, ausencia de rozamiento para simplificar el razonamiento) como mínimo igual a la componente del peso en la dirección del plano inclinado (Px) que es igual a mgsenα, a igualdad de masa (m) a subir, si aumentamos la inclinación (el seno aumenta desde el valor 0 para sen0º a 1 para sen90º) luego Px aumenta siendo máxima si lo elevamos verticalmente (los planos inclinados se usan para disminuir el esfuerzo de elevación de una masa, que es su razón de ser). El trabajo como sólo depende de la posición inicial y final (la fuerza gravitatoria es conservativa) no depende de la inclinación, ya que la altura final es constante, el trabajo será el mismo.

Si consideramos el rozamiento, al aumentar la inclinación (α⇑) hay que llegar a un compromiso entre dos influencias, Px que aumenta por la razones esgrimidas en el párrafo anterior, y la Fr que disminuye pues es Fr = μmgcosα y el coseno de un ángulo disminuye al aumentar este (entre 0º y 90º). En cuanto al trabajo sucede algo similar, por una lado al ser Fr menor el trabajo disipativo será menor al aumentar la inclinación y del otro, al ser h fija, si α aumenta L ha de ser menor, luego el desplazamiento disminuye y por tanto el trabajo de la fuerza de rozamiento también disminuye, habrá una inclinación de trabajo máximo.

✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

①⑦ ¿Puede un sistema de varias partículas tener una energía cinética igual a cero y un momento lineal distinto de cero? ¿Y puede tener un momento lineal igual a cero y una energía cinética distinta de cero?

✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

Para que un sistema de partículas tenga energía cinética ($1/2\ mv^2$) nula su velocidad ha de ser cero (la masa no lo es al ser un sistema de partículas) lo que, por cierto, en teoría, sólo se consigue en el cero absoluto, 0 K y por tanto su momento lineal (mv) también ha de ser nulo.

Lo contrario si puede pasar ya que, al ser el momento lineal una magnitud vectorial, la resultante de los vectores de cada partícula puede ser cero, aunque la velocidad no lo sea, pero la energía cinética, que es una magnitud escalar, no puede ser nula a menos que lo sea la velocidad.

✪✪✪✲✲✾✲✲✪✪✪

①⑧ Dos cuerpos de distinta masa tienen el mismo momento lineal. ¿Poseen la misma energía cinética?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

Para facilitar el razonamiento vamos a trabajar con el módulo del momento lineal.

$$\begin{cases} p_1 = m_1 v_1 \\ p_2 = m_2 v_2 \end{cases} \text{ si } p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{Ec_1}{Ec_2} = \frac{\frac{1}{2}m_1 v_1^2}{\frac{1}{2}m_2 v_2^2} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2} = \frac{m_1}{m_2}\cdot\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{m_1}{m_2}\cdot\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1}$$

y, como las masas son distintas, la energía cinética de los cuerpos no es la misma, es distinta.

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

①⑨ ¿Qué opinas de la siguiente afirmación: «La energía mecánica de un sistema no puede aumentar»?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

Que es falsa y sólo se cumple si las fuerzas que actúan son conservativas y si no hay conversión masa- energía.

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

②⓪ Un paracaidista desciende hacia tierra con velocidad constante. ¿Qué ocurre con su energía mecánica? ¿Permanece constante? ¿Y su energía total?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

Su energía mecánica no permanece constante sino que disminuye al disminuir su energía potencial y permanecer constante la cinética (v = cte).

La energía total sí ha de permanecer constante según el principio de conservación de la energía en procesos no relativistas.

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

②① ¿Es posible ejercer una fuerza y al mismo tiempo no transferir energía?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

Si la fuerza no realiza trabajo (por ser perpendicular a su desplazamiento), no se transfiere energía.

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

②② Dos cuerpos de masas desiguales tienen la misma energía cinética y se mueven en igual dirección. Si se aplica la misma fuerza a ambos para frenarlos, ¿cómo serán en comparación las distancias que recorrerán hasta detenerse?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

Como $Ec_1 = Ec_2 \Leftrightarrow \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \Leftrightarrow \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1}$ (1)

Si la fuerza de frenado aplicada es la misma, $F_1 = F_2 \Leftrightarrow m_1a_1 = m_2a_2 \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2}$ (2)

Ahora comparamos los espacios recorridos hasta frenarlos, velocidad final nula,:

$\begin{cases} v_{1f}^2 - v_1^2 = 2a_1s_1 \\ v_{2f}^2 - v_2^2 = 2a_2s_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{2a_1s_1}{2a_2s_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \Leftrightarrow \frac{s_1}{s_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \cdot \frac{a_2}{a_1} \overset{(3)}{=} \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} = 1 \Leftrightarrow s_1 = s_2$ es decir recorren el mismo espacio.

(3) Sustituyendo los valores de (1) y (2)

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

②③ Si un coche se mueve con velocidad v y el coeficiente de rozamiento estático entre las ruedas y el suelo es μ, deduce, a partir de consideraciones energéticas, una expresión para la distancia mínima a la que el vehículo puede detenerse.

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

Energía cinética = Trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento en el desplazamiento s.

$$\frac{1}{2}mv^2 = Fr \cdot s = \mu N \cdot s = \mu mg \cdot s \Leftrightarrow s = \frac{mv^2}{2\mu mg} = \frac{v^2}{2\mu g}$$

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

②④ ¿Es cierto que, a igualdad de velocidad, un coche pesado recorre más distancia en la frenada que otro más ligero?

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

Como hemos visto en la cuestión anterior la distancia recorrida no depende de la masa, recorren la misma distancia a igual velocidad y si el pavimento es el mismo (igual coeficiente de rozamiento)

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

②⑤ Si la fuerza de la gravedad es conservativa, entonces, ¿por qué nos resulta más fácil subir hasta la cima de una montaña por un camino sinuoso que hacerlo en línea recta?

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

Porque realizamos un esfuerzo menor al desplazarnos por cominos de menor inclinación. Ya hemos visto que los planos inclinados no disminuyen el trabajo pero sí el esfuerzo para elevar un cuerpo (el nuestro) a una altura dada (véase cuestión 16).

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

②⑥ Demuestra que la altura a la que es capaz de ascender por un plano inclinado un cuerpo lanzado con velocidad v, siendo μ el coeficiente de rozamiento, es:

$$h' = \frac{h}{1+\mu}$$

donde h es la altura a la que llegaría al cuerpo en ausencia de rozamiento.

❂❂❂✲✲❃✲✲❂❂❂

Si no existe rozamiento, la energía cinética abajo ha de ser igual a la potencial a una altura h: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Leftrightarrow h = \frac{v^2}{2g}$ y teniendo en cuenta los resultados de las cuestiones 21 y 22 en las que calculamos la altura con rozamiento:

$$h' = \frac{v^2}{2g(1+\mu\cot g\alpha)} = \frac{v^2}{2g}\cdot\frac{1}{1+\mu\cot g\alpha} = h\cdot\frac{1}{1+\mu\cot g\alpha} = \frac{h}{1+\mu\cot g\alpha}$$

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

②⑦ Si dos núcleos de masas m_1 y m_2 se unen para formar un nuevo núcleo de masa m_3 menor que la suma de m_1 y m_2, ¿será estable o inestable el nuevo núcleo? ¿Por qué?

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

La formulación más general del principio de conservación de la energía tiene en cuenta la materia como una forma de energía y dice: ***La energía total de un sistema, incluida la materia como firma de energía, permanece constante.***

Luego si la masa final disminuye es porque parte de esa masa se ha irradiado en forma de energía, es decir era inestable **antes** de irradiar la materia que falta en forma de energía con lo que la masa m_3 será estable.

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

②⑧ ¿Cuál es la masa equivalente a 1 J de energía?

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

Si aplicamos la ecuación de Einstein y despejamos el incremento de masa, tenemos:

$$E = \Delta mc^2 \Leftrightarrow \Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{1J}{(3\cdot 10^8)^2\frac{m^2}{s^2}} = \frac{1}{9}\cdot 10^{-16}kg$$

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

DE CÁLCULO

②⑨ Calcula el trabajo efectuado por una persona al arrastrar un saco de 40 kg a lo largo de 20 m ejerciendo una fuerza de 80 N para luego levantarlo hasta un camión cuya plataforma está a 80 cm del suelo. El coeficiente de rozamiento con el suelo vale 0,2. ¿Cuál es la potencia promedio desarrollada si el proceso duró 1 min?

❂❂❂✻✻❃✻✻❂❂❂

W_T = trabajo en el proceso de arrastre – trabajo de las fuerzas de rozamiento + trabajo en la elevación = $F\cdot d_1 - Fr\cdot d_1 + mgh = F\cdot d_1 - \mu N\cdot d_1 + mgh = F\cdot d_1 - \mu mg\cdot d_1 + mgh$ = 80N·20m – 0,2·40 kg·9,8 m/s^2·20 m + 40kg·9,8 m/s^2·0,80 cm = 1 600 J – 1 568 J + 313,6 J = 345,6 J.

Para saber la potencia media hemos de hallar primero el trabajo total realizado en los dos procesos:

$$P = \frac{W_T}{t} = \frac{345{,}6J}{1min \cdot 60\frac{s}{min}} = 5{,}76\ W$$

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

③⓪ Un plano inclinado tiene 15 m de largo, y su base, 10 m. Un cuerpo de 800 g de masa resbala desde arriba con una velocidad inicial de 1,5 m/s. ¿Cuál es su energía cinética y su velocidad al final del plano?

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

En ausencia de rozamiento (y suponemos que no hay pues no se da el coeficiente de rozamiento) la energía mecánica en lo alto (punto 1) del plano es la misma (se conserva) que al final, (punto 2):

$Em_1 = Em_2 \Leftrightarrow Ec_1 + Ep_1 = Ec_2 + Ep_2$, como al final del plano la energía potencial es nula (h = 0), despejando la energía cinética en el suelo, tenemos:

$$Ec_2 = Ec_1 + Ep_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 + mg\sqrt{L^2 - b^2} = \frac{1}{2}0{,}8 \cdot 1{,}5^2 + 0{,}8 \cdot 9{,}8 \cdot \sqrt{15^2 - 10^2} = 88{,}55\ J$$

Igualando esta energía potencial a su fórmula podemos despejar la velocidad:

$$Ec_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Leftrightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2Ec_2}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 88{,}55}{0{,}8}} = 14{,}88\ m/s.$$

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

③① Una fuerza constante de 15 N actúa durante 12 s sobre un cuerpo cuya masa es 2,5 kg. El cuerpo tiene una velocidad inicial de 1,5 m/s en la misma dirección y sentido de la fuerza. Calcula:

a) La energía cinética final.

b) La potencia desarrollada.

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

a) De acuerdo con el teorema de las fuerzas vivas el trabajo realizado sobre el sistema se emplea en aumentar su energía cinética:

$$W = Ec_f - Ec_i \Leftrightarrow Ec_f = W + Ec_i = F \cdot d + \frac{1}{2}mv_0^2$$

Pero como no conocemos el desplazamiento calculamos el espacio recorrido:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2 = 1{,}5 \cdot 12 + \frac{1}{2}\frac{15}{2{,}5} \cdot 12^2 = 450\ m$$

ahora ya podemos hallar la energía cinética al final:

$$Ec_f = W + Ec_i = F \cdot d + \frac{1}{2}mv_0^2 = 15 \cdot 450 + \frac{1}{2}2{,}5 \cdot 1{,}5^2 = 6752{,}8\ J$$

b) $P = \frac{W}{t} = \frac{15 \cdot 450J}{12s} = 562{,}5\ J$

✪✪✪✲✲❁✲✲✪✪✪

③② Un cuerpo de 1 kg se mueve con velocidad constante hacia arriba por una pendiente de 30° y 1 m de longitud, mediante una fuerza aplicada paralelamente al plano. El coeficiente de rozamiento es 0,3. Calcula:

a) ?Qué trabajo se realiza para aumentar la energía potencial gravitatoria?
b) ?Qué trabajo se realiza contra la fuerza de rozamiento?
c) ¿Con qué energía cinética llegará al suelo si el cuerpo se deja deslizar desde la parte más alta del plano?

Longitud del plano = L = 1m
Ángulo de inclinación = α = 30º.
Masa = m = 1 kg
Coeficiente de rozamiento = μ = 0,3

a) El trabajo será igual a la variación de energía potencial = $\Delta Ep = Ep_{final} - Ep_{inicial} = mgh - 0 = m\cdot g\cdot L\cdot \text{sen}\alpha = 1\text{ kg} \cdot 9{,}8\text{ m/s}^2 \cdot 1\cdot\text{sen}30º\text{ m} = 4{,}9\text{ J}$.

b) $W = Fr \cdot L = \mu\, N\cdot L = \mu\cdot Py\cdot L = \mu\cdot mg\cos\alpha\cdot L = 0{,}3 \cdot 1\text{ kg}\cdot 9{,}8\text{ m/s}^2 \cdot\cos 30º \cdot 1\text{m} = 2{,}55\text{ J}$.

c) La energía cinética al volver a la parta más baja después de haber subido será la diferencia entre la energía potencial arriba y el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento al bajar = $\Delta Ep - W = 4{,}9\text{ J} - 2{,}55\text{ J} = 2{,}35\text{ J}$.

③③ Un coche se mueve con una velocidad de 30 m/s. El coeficiente de rozamiento estático entre ruedas y suelo vale 0,5. ¿Cuál será la distancia mínima a la que el coche podrá detenerse?

La energía cinética que el coche lleva se perderá en forma de trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento en contra del movimiento, de manera que igualando tenemos:

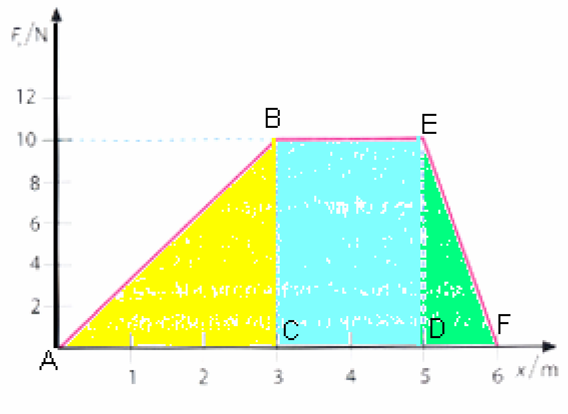
$$Ec = W_{Fr} \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Fr\cdot d = \mu N\cdot d = \mu\cdot P\cdot d = \mu\cdot mg\cdot d \Leftrightarrow d = \frac{v^2}{2\mu\cdot g} = \frac{30^2}{2\cdot 0{,}5\cdot 9{,}8} = 91{,}84\text{ m.}$$

③④ ¿A qué altura debe elevarse un cuerpo para incrementar su energía potencial en una cantidad igual a la energía que tendría si se moviese a 40 km/h?

$$v = 40\frac{km}{h}\cdot\frac{1000m}{1km}\cdot\frac{1h}{3600s} = 11{,}\widehat{1}\frac{m}{s}$$

$$Ep = Ec \Leftrightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{11{,}\widehat{1}^2}{2\cdot 9{,}8} = 6{,}3\text{ m.}$$

③⑤ Una partícula de 3 kg se mueve con una velocidad de 5 m/s cuando x= 0. Esta partícula se encuentra sometida a una única fuerza que varía con x, como se indica en la figura.



a) ¿Cuál es su energía cinética en x= 0?

b¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza cuando la partícula se desplaza desde x = 0 hasta x = 6 m?

c) ¿Cuál es la velocidad de la partícula en x= 6 m? ¿Y en x=3 m?

❂❂❂✻✻❁✻✻❂❂❂

a) $Ec(x=0) = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 3kg \cdot \left(5\frac{m}{s}\right)^2 = 37{,}5 \text{ J.}$

b) El trabajo pedido es el área bajo la curva F frente a x = W(A→F) = Triángulo (ABC) + Rectángulo (BCDE) + Triángulo (DEF) = $\frac{1}{2}\overline{AC}\cdot\overline{CB} + \overline{CB}\cdot\overline{BE} + \frac{1}{2}\overline{DF}\cdot\overline{DE} = \frac{1}{2}3m\cdot 10N + 10N\cdot 2m + \frac{1}{2}1m\cdot 10N = 40 \text{ J}$

c) La energía cinética en x = 6 m = Energía cinética inicial (x = 0) + Trabajo desde x= 0 m a x = 6 m;

$$Ec(x=6m) = Ec(x=0) + W(A \to F);\ \frac{1}{2}mv^2 = 37{,}5J + 40J \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2\cdot 77{,}2}{3}} = 7{,}17\frac{m}{s}$$

❂❂❂✻✻❁✻✻❂❂❂

③⑥ Un coche de 1 700 kg es capaz de pasar de 0 a 100 km/h en 11 s. ¿Qué potencia media se necesita para ello? Expresa el resultado en CV.

❂❂❂✻✻❁✻✻❂❂❂

$$v = 100\frac{km}{h} = 100\frac{km}{h}\cdot\frac{1000m}{1km}\cdot\frac{1h}{3600s} = 27{,}78\frac{m}{s}$$

- Hallar la aceleración del movimiento

$$v = v_0 + at = at \Leftrightarrow a = \frac{v}{t} = \frac{27{,}78m/s}{11s} = 2{,}53\frac{m}{s^2}$$

- Hallar la fuerza que se ejerce

$$F = m \cdot a = 1\ 700 \text{ kg} \cdot 2{,}53 \text{ m/s}^2 = 4\ 301 \text{ N}$$

- Hallar el desplazamiento o espacio recorrido

$$s = v_0\cdot t + \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}2{,}53\frac{m}{s^2}\cdot 11^2 s^2 = 153{,}1m$$

- Hallamos el trabajo realizado por la fuerza F al desplazarse una distancia s

$$W = F\cdot s = 4\ 301N\cdot 153{,}1m = 658\ 483{,}1 \text{ J}$$

- Hallamos la potencia media

$$P = \frac{W}{t} = \frac{658483{,}1J}{11s} = 59862{,}1W = 59862{,}1W \cdot \frac{1CV}{735W} = 81{,}4CV$$

37 Cierta compañía eléctrica factura a razón de 14,61 pta el kWh. ¿Cuánto nos costará mantener encendida una bombilla de 100 W durante 24 h? ¿En qué porcentaje reduciremos el coste si la sustituimos por una bombilla equivalente de 25 W de bajo consumo?

Trabajo eléctrico = P·t = 0,100 kW·24h = 2,400 kWh

$$Coste_1 = 2{,}4\ kWh \cdot \frac{14{,}61 pta}{1 kWh} = 35\ \ pta.$$

Si la nueva bombilla tiene una P = 25 W = 0,025W; Trabajo = 0,025kW·24h = 0,6 kWh

$$Coste_2 = 0{,}6\ kWh \cdot \frac{14{,}61 pta}{1 kWh} = 8{,}76\ \ pta.$$

Reducción del coste = $Coste_1 - Coste_2$ = 35 – 8,76 = 26,24

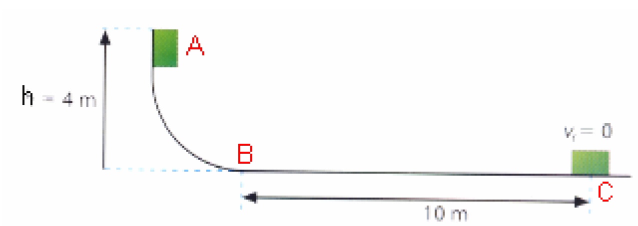
$$\text{Porcentaje de reducción} = \frac{26{,}24}{35} \cdot 100 = 75\,\%$$

38 Un piano de 300 kg es elevado en un montacargas de masa 1 000 kg a una velocidad constante de 0,2 m/s. ¿Cuál es la potencia desarrollada por el motor del montacargas?

La fuerza que ha de ejercer el motor del montacargas ha de ser igual al peso que ha de elevar, suma peso del piano y el peso del montacargas = m·g = 1 300 kg· 9,8 m/s^2 = 12 740 N

Luego la potencia será: P = F · v = 12 740 N · 0,2 m/s = 2 548 W.

39 Un bloque de 3 kg situado a 4 m de altura se deja resbalar por una rampa curva y lisa sin rozamiento. Cuando llega al suelo, recorre 10 m sobre una superficie horizontal rugosa hasta que se para.



a) ¿Con qué velocidad llega el bloque a la superficie horizontal?

b) ¿Qué trabajo realiza la fuerza de rozamiento?

c) ¿Cuánto vale el coeficiente de rozamiento con la superficie horizontal?

a) De acuerdo con el teorema de conservación de la energía mecánica $Ep_A = Ec_B$

$$mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 \Leftrightarrow v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 4} = 8{,}85\frac{m}{s}$$

b) El trabajo de las fuerzas de rozamiento en la superficie horizontal es la energía cinética en B o la potencial A:

$$W(Fr) = mgh = 3\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 4\ m = 117{,}6\ J$$

c) $W(Fr) = Fr \cdot d = \mu\ N \cdot d = \mu \cdot P \cdot d = \mu mg \cdot d \Leftrightarrow \mu = \frac{W(Fr)}{mgd} = \frac{117{,}6J}{3kg \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 10m} = 0{,}4$

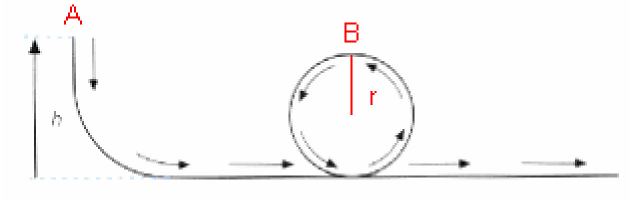
④⓪ ¿Cuánto se comprimiría un muelle de constante de fuerza k = 500 N/m si lo situamos a 4 m del final de la rampa del ejercicio anterior? (Advertencia: ten en cuenta que el rozamiento también actúa durante la compresión.)

Energía potencial en A = Energía cinética en B = W(Fr) + $Ep_{elástica}$

$$Mgh = \mu \cdot N \cdot (d+x) + \frac{1}{2}kx^2 \Leftrightarrow 117{,}6J = 0{,}4 \cdot 3 \cdot 9{,}8(4+x) + \frac{1}{2}500x^2 \Leftrightarrow 250x^2 + 11{,}76x - 70{,}56 = 0$$

$$x = \frac{-11{,}7 \pm \sqrt{11{,}76^2 + 4 \cdot 250 \cdot 70{,}56}}{2 \cdot 250} = \frac{-11{,}7 \pm 265{,}9}{500} = 0{,}508\ m$$ (ya que la solución negativa no tiene sentido físico)

④① ¿Desde qué altura mínima tomando como unidad el radio, debemos dejar resbalar un cuerpo en la pista de la figura para que complete el rizo, si suponemos que no hay fricción?



Para que complete el rizo la fuerza centrífuga en el punto más alto (B) ha de ser como mínimo igual a la peso del cuerpo Fc = P:

$$m\frac{v_B^2}{r} = mg \Leftrightarrow v_B^2 = r \cdot g \Leftrightarrow v_B = \sqrt{r \cdot g}$$

Si aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica en ausencia de rozamiento:

$$Ep_A = Ep_B + Ec_B \Leftrightarrow mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 \Leftrightarrow gh = g \cdot 2r + \frac{1}{2}g \cdot r \Leftrightarrow h = 2r + \frac{1}{2}r = \frac{5}{2}r$$

④② Denominamos «potencia metabólica» a la rapidez con que nuestro cuerpo consume la energía química interna, desarrollando un trabajo o liberándose en forma de calor. La potencia metabólica varía en función de la actividad que estemos realizando. Algunos valores aproximados son los que se indican a continuación:

- Potencia metabólica al dormir = 75 W
- Potencia metabólica al andar = 230 W
- Potencia metabólica al correr = 1 000 W
- Potencia metabólica al pedalear = 500 W

¿Cuántos gramos de cereales debemos consumir si deseamos ejercitar cada una de las actividades citadas durante 4 h, si la información nutricional que nos ofrece el fabricante es que el valor nutricional de los cereales es de 1 600 kJ por cada 100 g?

■ Al dormir

$W = P \cdot t = 75\ W \cdot 4 \cdot 3600\ s = 1\ 080\ 000\ J$

Masa de cereales $= 1\ 080\ 000\ J \cdot \frac{1kJ}{1000J} \cdot \frac{100g}{1600kJ} = 67{,}5\ g$ de cereales

■ Al andar

$W = P \cdot t = 230\ W \cdot 4 \cdot 3600\ s = 3\ 312\ 000\ J$

Masa de cereales $= 3\ 312\ 000\ J \cdot \frac{1kJ}{1000J} \cdot \frac{100g}{1600kJ} = 207\ g$ de cereales

■ Al correr

$W = P \cdot t = 1\ 000\ W \cdot 4 \cdot 3600\ s = 14\ 400\ 000\ J$

Masa de cereales $= 14\ 400\ 000\ J \cdot \frac{1kJ}{1000J} \cdot \frac{100g}{1600kJ} = 900\ g$ de cereales

■ Al pedalear

$W = P \cdot t = 500\ W \cdot 4 \cdot 3600\ s = 7\ 200\ 000\ J$

Masa de cereales $= 7\ 200\ 000\ J \cdot \frac{1kJ}{1000J} \cdot \frac{100g}{1600kJ} = 450\ g$ de cereales