

1 Cita las cualidades de la energía que conozcas, explicando el significado de cada una de ellas.



- La energía **se transforma** es decir se puede dar en múltiples formas, cinética, potencial, calorífica, trabajo, interna, química, eléctrica, luminosa, etc.
- La energía **se conserva**: consecuencia de la cualidad anterior, la masa energía total del Universo es constante.
- La energía **se degrada** cuando la usamos o transformamos parte de esa energía deja de ser utilizable.
- La energía **se transfiere** de un sistema a otro en formas diferentes, calor, luz, trabajo, etc.



2 Indica todos los tipos o clases de energía que conozcas. Asocia a cada tipo de energía un aparato que funcione basándose en ella.



- **LA ENERGÍA QUÍMICA**: Es la energía almacenada dentro de los productos químicos. Fuegos artificiales.
- **LA ENERGÍA TÉRMICA**: Toda sustancia se compone de moléculas, estas moléculas están en movimiento constante. Cuanto más caliente está algo, más rápido se mueven las moléculas. Entonces, la energía térmica es en realidad el efecto de las moléculas en movimiento. Calentador
- **LA ENERGÍA LUMINOSA**: Es una de las formas más importantes de energía, está transportada por ondas luminosas. Cualquier fuente de luz
- **LA ENERGÍA SONORA**: Es la energía transportada por ondas sonoras. La energía sonora es en realidad el efecto de las moléculas en movimiento. Teléfono
- **LA ENERGÍA MECÁNICA**: Hay dos tipos de energía: la energía cinética y la energía potencial.  
*La energía cinética* es la energía que tiene un cuerpo en movimiento. Cuanto más rápido se mueven, más energía cinética poseen.  
*La energía potencial* se la denomina energía almacenada. Cualquier objeto que pueda caerse tiene energía potencial gravitatoria. Por ejemplo el agua que está detrás de una presa tiene energía potencial a causa de su posición. El agua puede caer desde esta posición y ejercer una fuerza desde una distancia y, por tanto, hacer trabajo, en este caso: accionar una turbina para generar electricidad.
- **LA ENERGÍA NUCLEAR**: Es la energía almacenada dentro del núcleo, o centro del átomo mismo. Además de destructiva también se usa para producir electricidad.
- **LA ENERGÍA ELÉCTRICA**: es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético. Ej.: La transportada por la corriente eléctrica en nuestras casas y que se manifiesta al encender una bombilla.
- **LA ENERGÍA RADIANTE**: es la que poseen las ondas electromagnéticas como la luz visible, las ondas de radio, los rayos ultravioleta (UV), los rayos infrarrojo (IR), etc. La característica principal de esta energía es que se puede propagar en el vacío, sin necesidad de soporte material alguno. Ej.: La energía que proporciona el Sol y que nos llega a la Tierra en forma de luz y calor



3 Indica formas de variar la energía de los siguientes sistemas: un coche en movimiento, un cubito de hielo, un muelle, un libro apoyado en el pupitre, una masa de aire encerrada en una jeringa con émbolo.



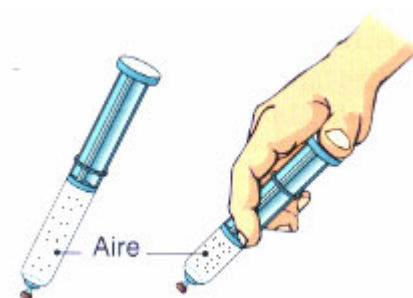
■ Un **coche en movimiento** lleva una energía cinética en virtud de la velocidad que lleva en ese instante, para variar su energía podemos modificar su velocidad (acelerando, aumenta su velocidad o frenando con lo que disminuye su velocidad) con lo que variará su energía cinética (aumentando o disminuyendo) o desplazarlo a un punto de altura mayor o menor con lo que variará su energía potencial.

- Si a un **cubito de hielo** le suministramos calor su energía aumenta y llega a fundirse.
- Si a un **muelle** lo comprimimos o estiramos su energía potencial elástica varía.
- Si a un **libro apoyado en un pupitre** lo tiramos al suelo varía su energía potencial y cinética.

■ Si al **aire encerrado** en una jeringuilla lo comprimimos o expandimos realizando trabajo la energía de sus partículas variará.



4 Tenemos una jeringuilla con un poco de aire y el orificio tapado; si representas mediante círculos diminutos las partículas que forman el aire, haz un dibujo que exprese lo que le ocurre a estas partículas y repítelo en el caso de comprimir el aire con el émbolo. ¿A qué conclusión llegas en relación con lo visto sobre el trabajo y el calor?



Las partículas de aire están en movimiento continuo cuya energía media es una medida de la temperatura y, por tanto, chocando con las paredes del recipiente (presión que ejercen) al comprimirlas, disminuir su volumen, chocan más veces con la pared (los trayectos medios son más cortos) y su presión aumenta y el sistema se calienta al aumentar su energía cinética media. Para comprimirlas hemos de realizar un trabajo externo de compresión del émbolo



5 Si aplicas una fuerza de módulo constante,  $F$ , pero vas haciendo crecer el ángulo que forma con la horizontal, ¿cómo irá variando el trabajo realizado al desplazarse el cuerpo una distancia  $\Delta x$ ?



Como  $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta$  si  $\theta$  va aumentando el  $\cos\theta$  va disminuyendo hasta que al ser  $\theta = 90^\circ$  ( $F$  e  $\Delta x$  perpendiculares) el trabajo realizado fuese nulo.



**6** Determina el trabajo realizado al arrastrar 5,8 m un cuerpo por medio de una fuerza paralela al suelo de 350 N.



Si la fuerza es paralela al suelo  $F$  e  $\Delta x$  son paralelos luego  $\cos\theta = \cos 0^\circ = 1$  y, por tanto  $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta = F \cdot \Delta x = 350 \text{ N} \cdot 5,8 \text{ m} = 2\,030 \text{ J}$ .



**7** Calcula el trabajo realizado por una persona al levantar con velocidad constante una cesta, que pesa 38 N, una altura de 70 cm.



Igual que en la actividad anterior la fuerza aplicada es paralela al desplazamiento, el  $\cos\theta = 1$ , luego  $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta = F \cdot \Delta x = 38 \text{ N} \cdot 0,70 \text{ m} = 26,6 \text{ J}$ .



**8** Establece el valor en julios de 1 kWh.



El kWh es unidad de trabajo y equivale a:

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kWh} \cdot \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3600000 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$



**9** ¿Qué trabajo realiza un motor de 150 CV si funciona durante 3 horas?



$$P = \frac{W}{t} \Leftrightarrow W = P \cdot t = 150 \text{ CV} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} \cdot 3 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1190700000 \text{ J} = 1\,190\,700 \text{ kJ}$$



**10** Un automóvil circula a 110 km/h por una autopista. Si las fuerzas de rozamiento con el aire y con el pavimento son, respectivamente, 750 N y 200 N, calcula la potencia efectiva que debe desarrollar el motor.



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

$$P = F \cdot v = (750 \text{ N} + 200 \text{ N}) \cdot 30,56 \text{ m/s} = 29027,8 \text{ W}$$



**III**

- a) Determina el trabajo que puede realizar en 1 h un motor eléctrico de potencia útil 5 CV.  
 b) ¿Cuántos kWh de energía eléctrica necesita transformar el motor anterior en 1 h, suponiendo que su rendimiento es 95 %?



a)  $P = 5 \text{ CV} = 5 \text{ CV} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 3675 \text{ W}$  ;  $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ , luego  $W = P \cdot t = 3675 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 13\,230\,000 \text{ J} = 13\,230 \text{ kJ}$ .

b)  $W = 13\,230\,000 \text{ J} = 13\,230\,000 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3\,600\,000 \text{ J}} \cdot \frac{100}{95} = 3,87 \text{ kWh}$



- 12** ¿Qué significa que un cuerpo posea una energía cinética de 100 J? ¿Depende el valor de la energía cinética del sistema de referencia elegido?



Que sobre el cuerpo se ha realizado un trabajo de 100 J que se ha empleado en aumentar el valor de  $\frac{1}{2}mv^2$  en 100 J en donde m es la masa del cuerpo y v es el módulo de la velocidad que adquiere. Como m y v son cantidades escalares no dependen del sistema de referencia.



- 13** La energía cinética tiene relación, evidentemente, con la cantidad de movimiento. Expresa la  $E_c$  de un objeto de masa m en función de la medida de su cantidad de movimiento.



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



- 14** Un motor eléctrico eleva agua desde un pozo hasta el nivel del suelo ( $\Delta h = 50 \text{ m}$ ). Si eleva 10 litros de agua cada minuto, ¿qué trabajo realiza en ese tiempo?; ¿cuál es la potencia mecánica del motor?



$\Delta h = 5 \text{ m}$ .

$\text{Caudal} = \frac{V}{t} = \frac{10 \text{ l}}{1 \text{ min}} = \frac{10 \text{ kg}}{60 \text{ s}}$

$W = E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 490 \text{ J/min}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{490J}{60s} = 8,17 W$$



**15** Todos hemos utilizado un tirachinas de gomas o hemos impulsado la bola de la máquina de juego con ayuda de un muelle, comprimiéndolo previamente. ¿De qué variables crees que dependerá, y cómo, la rapidez con que sale lanzada la piedra del tirachinas o la bola del juego?



Depende de la energía potencial elástica acumulada que a su vez depende de la constante elástica del dispositivo (goma o muelle) y de la variación de su longitud (estiramiento o compresión)  $\Delta x$ .



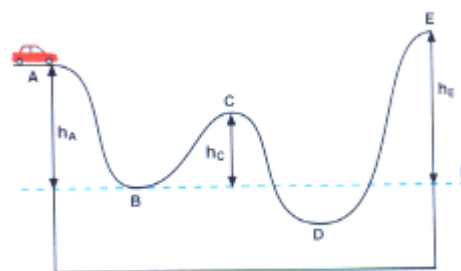
**16** ¿Qué deduces al analizar el movimiento de vaivén de un péndulo? ¿Cómo crees que es el movimiento de bajada? ¿Y la subida? ¿En qué punto es máxima la rapidez de la esferilla? ¿Qué crees que ocurrirá si dejamos oscilar la esferilla mucho tiempo?



Que es periódico y circular, es decir un movimiento armónico simple, en el que, en el caso ideal, se cumple el teorema de conservación de la energía mecánica, siendo la potencial máxima en los extremos y nula en el centro y la energía cinética al contrario. En la bajada el movimiento es acelerado y en la subida decelerado. La rapidez es máxima en el centro y nula en los extremos. En el caso ideal nada en la realidad el rozamiento que es una fuerza disipativa iría disminuyendo progresivamente la amplitud de las oscilaciones hasta detenerse.



**17** En una atracción de feria se puede lanzar un cochecito por una vía cuyo perfil ves en la figura adjunta.



**1º** Si abandonas el cochecito en A sin velocidad, calcula la velocidad que tendrá al pasar por el punto C.

**2º** Si queremos que llegue al punto más alto, E, qué velocidad se le debe comunicar en A?

**3º** Si fuese  $v_C = 1 \text{ m/s}$ , ¿podría llegar a E?

Datos:  $h_A = 1 \text{ m}$ ,  $h_C = 0,5 \text{ m}$ ,  $h_E = 3 \text{ m}$ .



$$1^0) E_{m_A} = E_{m_C}; E_{p_A} + E_{c_A} (\text{nula}) = E_{p_C} + E_{c_C} \Leftrightarrow mgh_A = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2 \Leftrightarrow v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9,8(1 - 0,5)} = 3,13 \frac{m}{s}$$

$$2^0) E_{m_A} = E_{m_E}; E_{p_A} + E_{c_A} = E_{p_E} + E_{c_E} (\text{nula}) \Leftrightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_E \Leftrightarrow v_A = \sqrt{2g(h_E - h_A)} = \sqrt{2 \cdot 9,8(3 - 1)} = 6,26 \frac{m}{s}$$

3º)  $E_{mC} = E_{mE}$  ;  $E_{pC} + E_{cC} = E_{pE} + \Leftrightarrow mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2 = mgh_E \Leftrightarrow h_E = h_C + \frac{1}{2g}v_C^2 = 0,5 + \frac{1}{2 \cdot 9,8}1^2 = 0,55$  m, luego no llega a una altura de 3m que es la del punto E



**18** ¿Cuáles crees que han sido las principales fuentes de imprecisión en el experimento nº 1 de conservación de la energía? Haz una valoración de los resultados obtenidos. ¿Cómo mejorarías el acuerdo que debe existir entre las variaciones de  $E_p$  y  $E_c$ ?



Aunque el rozamiento sea muy pequeño, existe.

La medida de la masa 201 g, el ángulo,  $\alpha = 5^\circ$  y las distancias tienen poca exactitud respecto del tiempo.



**19** Comenta, desde el punto de vista de las transformaciones de energía, otras pruebas de atletismo, como el lanzamiento de peso o martillo y el salto de longitud.



**Lanzamiento de peso o martillo:** La energía interna del atleta impulsa el peso transformándose en energía cinética y potencial que se transforma en cinética al chocar contra el suelo, absorbiendo esta energía:

$E_{\text{interna atleta}} \rightarrow E_{\text{cinética}} + E_{\text{elástica}}$  (mientras se el movimiento parabólico del peso)  $\rightarrow E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial}}$  (en el desplazamiento del peso)  $\rightarrow E_{\text{cinética}}$  (al tocar el suelo)  $\rightarrow E_{\text{interna}}$ .

**Salto de longitud:** La energía acumulada se consume en energía elástica de los músculos del atleta que se convierte en energía cinética en la carrera previa al salto, e impulsa al atleta en el salto transformándose en mecánica durante el salto que es sólo cinética al caer de nuevo al suelo en donde se transforma parte en rozamiento, parte en deformación del suelo, parte absorbe el mismo atleta y otra parte absorbe el suelo.

$E_{\text{interna atleta}} \rightarrow E_{\text{cinética}}$  (antes del salto)  $\rightarrow E_{\text{cinética}} + E_{\text{elástica}}$  (mientras se impulsa)  $\rightarrow E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial}}$  (en el salto)  $\rightarrow E_{\text{cinética}}$  (al tocar el suelo)  $\rightarrow E_{\text{interna}}$ .



**20** Indica formas de variar la energía interna de los siguientes sistemas: un vaso de agua, una barra de hierro y una jeringa con su émbolo, llena de aire y con el orificio de salida tapado.



- **Un vaso de agua:** Calentándolo o enfriándolo.
- **Una barra de hierro:** Comunicándola calor.
- **Una jeringa con aire:** comprimiendo o expandiendo el aire de si interior con el émbolo.



**211** Calcula la energía que hay que aportar a un cubito de hielo de 20 g que está a 0 °C si queremos convertirlo en 20 g de agua a 50 °C.

Datos:  $L_{\text{fusión}} = 334,4 \text{ J/g}$ ;  $c_{\text{agua}} = 4,18 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$ .



Energía suministrada = Energía absorbida = Energía necesaria para pasar de hielo a 0 °C a agua a 0 °C (calor latente de fusión) + Energía necesaria para subir la temperatura del agua de una temperatura inicial  $t_0 = 0^\circ \text{C}$  a la final  $t_f = 50^\circ \text{C}$  =  $m_{\text{hielo}} \cdot L_{\text{fusión}} + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} (t_f - t_0) = 20 \text{ g} \cdot 334,4 \text{ J/g} + 20 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot (50^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) = 10\,868 \text{ J}$ .



**212** Un calorímetro contiene 450 g de agua a 15 °C. Si le añadimos 200 g de agua a 50 °C, la temperatura final del equilibrio térmico es de 25 °C. Determina en J/°C la capacidad térmica del calorímetro,



Energía cedida por el agua caliente = energía captada por el agua fría y el calorímetro.

$m_2 \cdot c_{\text{agua}} \cdot (t_2 - t_{\text{equilibrio}}) = (m_1 + E) \cdot c_{\text{agua}} (t_{\text{equilibrio}} - t_1)$  ;  $m_2 \cdot (t_2 - t_{\text{equilibrio}}) = (m_1 + E) \cdot (t_{\text{equilibrio}} - t_1)$ , sustituyendo tenemos:

$200 \text{ g} \cdot (50 - 25) = (450 + E)(25 - 15)$ ;  $E = 50 \text{ g}$  es el equivalente en agua del calorímetro.



**213** Lanzamos verticalmente hacia, arriba un objeto de 500 g de masa con una rapidez inicial de 12 m/s. ¿Qué altura podrá alcanzar si se disipa una energía mecánica debido al rozamiento de 4 J?



Usamos el principio de conservación de la energía en presencia de rozamiento:

Energía cinética abajo (la potencial es nula pues  $h = 0$ ) = energía potencial arriba (ahora  $E_c = 0$  ya que  $v = 0$ ) + trabajo de las fuerzas de rozamiento en el trayecto.

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + W(\text{Fr}) \Leftrightarrow h = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - W(\text{Fr})}{mg} = \frac{\frac{1}{2}0,5\text{kg} \cdot \left(12 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 4\text{J}}{0,5\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 6,53 \text{ m}$$



**214** Un bloque de hierro se desplaza sobre una superficie horizontal con una rapidez inicial de 20 m/s. Por acción de la fuerza de rozamiento frena y se detiene después de recorrer una cierta distancia. Suponiendo que el 40 % del trabajo realizado por el rozamiento se invierte en aumentar la energía interna del hierro, calcula la elevación de temperatura que experimentará el hierro.

Dato:  $c_{\text{hierro}} = 472 \text{ J/kg K}$ .



La energía cinética inicial la disipa la fuerza de rozamiento cuyo trabajo se transforma en parte (40 %) en calor que eleva su temperatura.

$$W(\text{Fr}) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 20^2 = 200m \text{ J} \Rightarrow Q = 0,4(200m \text{ J}) = 80m \text{ J} = m \cdot c_{\text{hierro}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow \Delta T = \frac{80}{472} = 0,17 \text{ K} .$$



**25** Una bala de plomo de masa 20 g atraviesa un bloque de madera entrando con una rapidez  $v_1 = 300 \text{ m/s}$  y saliendo del bloque con una rapidez  $v_2 = 100 \text{ m/s}$ . Halla para la bola su variación de energía interna y su variación de temperatura si la tercera parte de la disminución de energía cinética de la bala se emplea en su calentamiento.

Dato: El calor específico del plomo es  $c = 126 \text{ J/kg K}$ .



Disminución de la energía cinética al atravesar el bloque =  $\frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2}0,020(300^2 - 100^2)$   
 = 800 J que es el trabajo de las fuerzas de rozamiento, cuya tercera parte se emplea en variar su energía interna, es decir el calor suministrado al plomo (variación de su energía interna) es 800/3 J, luego  $800/3 \text{ J} = m \cdot c_{\text{plomo}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow \Delta T = \frac{800/3}{0,020 \cdot 126} = 105,8 \text{ K}$ .



**26** Señala algunas transformaciones energéticas que sean posibles según la conservación de la energía, pero que no se den en la realidad.



Todos los ejemplos que se pueden formular se basa en el segundo principio de la Termodinámica que, en esencia dice que una parte de la energía que se usa en un proceso se degrada haciendo que aumente la entropía del universo.

Una pelota que ha caído desde una altura  $h$  es imposible que se eleve a la misma altura al botar.

Extraer calor de sistema y cederlo íntegramente u otro de manera que la energía se conserve. Móvil perpetuo de segunda especie, El móvil perpetuo de segunda especie es aquel que desarrolla un trabajo de forma cíclica (indefinida) intercambiando calor sólo con una fuente térmica

Combustión de cualquier combustible para extraer y refinar la misma cantidad de combustible o mover un cuerpo.

Si ponemos un radiador en el segundo piso obtendremos más calor que en el primero ya que se suma la energía potencial.

La energía radiante del sol (por unidad de área) produciría un incremento igual de energía interna en la Tierra, pero parte se degrada en forma de calor.



**27** A la vista de lo dicho, explica qué significan en realidad los términos de uso frecuente "consumo de energía", "ahorro de energía", "fuentes de energía".





El consumo de energía siempre implica una degradación de esta ya que parte de esa energía utilizada deja de ser reutilizable.

A nivel global, como la energía permanece constante, no se puede hablar de ahorro de energía sino que si utilizamos menos habrá menos energía degradada.

No existen fuentes de energía sino sistemas que transforman energía en formas utilizables por el ser humano, que la degrada



**28** Analiza los datos de la tabla adjunta y comenta los aspectos que te parezcan más llamativos o importantes.

	Carbón	Petróleo	Gas	Hidráulica	Nuclear	Resto	Total
Consumo	20 473	63 041	13 535	2 246	15 337	705	115 337
Producción	8 586	300	123	2 246	15 337	705	27 297
% autoabastecimiento	41,9	0,4	0,9	100	100	100	23,7
% de consumo	17,7	54,7	11,7	1,9	13,3	0,6	100



Hemos añadido una fila en la que hemos tabulado el % de consumo de cada tipo de energía para que resulte claro una consecuencia: somos claramente dependientes de energías que no producimos, más de la mitad del consumo procede del petróleo del que producimos sólo el 0,4 %, de las energías que nos autoabastecemos la que más peso tiene es la nuclear (13,3 %) y del carbón, el segundo producto en demanda, producimos aproximadamente la mitad de lo que consumimos.

Las energías de alto impacto ambiental (carbón, gas y petróleo) suman un consumo del 84,1 % mientras que las renovables (hidráulica y resto) son 2,5 % del total.



**29** ¿Qué deduces de los datos de la aportación de las energías eólica y solar en España en la actualidad? ¿Cuáles crees que son las principales causas de esta realidad?



Ya hemos comentado en el ejercicio anterior que se puede calificar la aportación de las energías renovables de ¿ridícula?, un 2,5 %.

Limitaciones tecnológicas, naturaleza difusa (energía de baja intensidad por unidad de superficie), costes elevados, volúmenes bajos de producción (eficiencia energética) y dificultad en el consumo (irregularidad).



**30** En 1998 la potencia eólica instalada era de 834 MW y la producción estimada fue de 1 437 000 MWh. ¿Cuál fue el número de horas promedio al día de funcionamiento de los aerogeneradores?



$$P = \frac{W}{t} \Leftrightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{1437000\text{MWh}}{834\text{MW}} = 1723\text{h}$$
 ¡muchas horas! ¿no?, algo no he entendido de este ejercicio o ¡la producción son kWh!



**EJERCICIOS**

**ENERGÍA: TIPOS**

① Calcula la energía cinética de un coche de 1 000 kg cuando marcha a 72 km/h. ¿Cómo cambia la  $E_c$  si su rapidez se reduce a la mitad?



$m = 1\ 000\ \text{kg}$

$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \cdot \frac{1\text{hr}}{3600\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1000\text{kg} \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 200000\ \text{J}$

Como la energía cinética es proporcional al cuadrado de la rapidez, si esta se reduce a la mitad (1/2), la energía cinética se reduce a la cuarta parte (1/4 = (1/2)<sup>2</sup>).



② Si consideramos nula la energía potencial al nivel del suelo y un cuerpo tiene una energía posicional gravitatoria de 1 470 J cuando está a 30 m sobre el nivel del suelo, ¿qué  $E_p$  tendrá en el fondo de un pozo de 20 m de profundidad?



$E_{p1} = 1470\ \text{J}; h_1 = 30\text{m} \quad h_2 = -20\text{m}$

$E_{p1} = mgh_1 \Leftrightarrow m = \frac{E_{p1}}{gh_1} = \frac{1470\text{J}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 30\text{m}} = 5\ \text{kg}$

Luego la variación de  $E_p$  en  $h_2 = 20\ \text{m}$  por debajo del suelo:

$E_{p2} = mgh_2 = 5\text{kg} \cdot 9,8\ \text{m/s}^2 \cdot (-20\text{m}) = -980\ \text{J}$



③ Algunos astrónomos han previsto la posibilidad de que un asteroide llamado Eros colisione con la Tierra. Si su volumen fuese 20 km<sup>3</sup> y su densidad semejante a la de la Tierra (5 000 kg/m<sup>3</sup>), determina su energía cinética, si la celeridad del asteroide fuese 10 km/s. ¿Notaría mucho la Tierra el choque?



$V = 20\ \text{km}^3 = 20 \cdot 10^9\ \text{m}^3$

Densidad =  $\rho = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = \rho \cdot V = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \cdot 10^{10}\ \text{m}^3 = 1 \cdot 10^{14}\ \text{kg}$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10^{14} \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 5 \cdot 10^{15} \text{ J.}$$

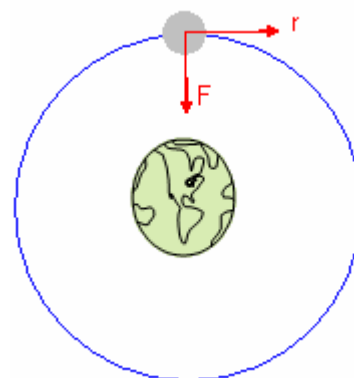
Para hacernos una idea tengamos en cuenta que la bomba atómica de Hiroshima tenía una potencia de 12,5 kilotones =  $12,5 \cdot 4,2 \cdot 10^{12} \text{ J/kilotón} = 5,25 \cdot 10^{13}$ , luego el efecto en el punto de impacto equivaldría a la explosión de:

$$\frac{5 \cdot 10^{15} \text{ J}}{5,25 \cdot 10^{13} \text{ J/bomba}} \approx 95 \text{ bombas como la de Hiroshima.}$$



**TRABAJO Y CALOR**

④ Dibuja la Luna en su órbita, que suponemos circular, alrededor de la Tierra, así como la fuerza que actúa sobre la Luna. ¿Qué trabajo realiza la fuerza gravitatoria en una vuelta completa? Justifica la respuesta.



Trabajo nulo ya que la fuerza, hacia el centro de la Tierra es perpendicular al desplazamiento (tangente a la órbita).



⑤ Determina el trabajo realizado en las siguientes acciones:

- a) Levantamos con  $v = \text{cte.}$  un objeto de 5 kg a 70 cm de altura.
- b) Transportamos el objeto anterior horizontalmente 5 m.
- c) Depositamos el objeto verticalmente en el suelo, haciéndolo descender con celeridad constante.



a) Trabajo igual a la variación de energía potencial =  $mgh = 5\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot 0,7 \text{ m} = 34,3 \text{ J.}$

b) Trabajo nulo ya que la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares.

c) El mismo que para subirlo: 34,3 J.



⑥ Un alumno hace el siguiente razonamiento: "Un motor realiza un trabajo mayor que otro y por tanto tiene mayor potencia". ¿Es válido este razonamiento?



El razonamiento no es válido pues no ha tenido en cuenta la otra magnitud que interviene en la potencia, el tiempo que es inversamente proporcional, el mismo trabajo realizado en menos tiempo denota potencia superior  $P = W/t.$



7 Una grúa A eleva un peso de 8 000 N a una altura de 6 m en 30 s. Otra grúa, B, eleva un peso de 5 000 N a 10 m en 20 s. Calcula la potencia que desarrolla cada grúa. ¿La que desarrolla más potencia es la que puede aplicar más fuerza?



Hallamos primero el trabajo realizado por ambas grúas:

$$W_A = F_A \cdot d_A = 8\,000\text{ N} \cdot 6\text{ m} = 48\,000\text{ J}$$

$$W_B = F_B \cdot d_B = 5\,000\text{ N} \cdot 10\text{ m} = 50\,000\text{ J}$$

Y ahora la potencia aplicada, teniendo en cuenta el tiempo empleado:

$$\begin{cases} P_A = \frac{W_A}{t_A} = \frac{48000\text{J}}{30\text{s}} = 1600\text{W} \\ P_B = \frac{W_B}{t_B} = \frac{50000\text{J}}{20\text{s}} = 2500\text{W} \end{cases} \Rightarrow P_B > P_A$$



8 Calcula la potencia desarrollada por un caballo que va tirando de un carro con una fuerza constante de 1 200 N a 4 km/h. ¿Qué trabajo, en kWh, hará el caballo al recorrer una distancia de 1 km?



$$v = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = F \cdot v = 1\,200\text{ N} \cdot 1,1\text{m/s} = 1\,333,3\text{ W.}$$

En recorrer 1 km a 4 km/h el caballo emplea un cuarto de hora y en ese tiempo el trabajo realizado es:

$$W = P \cdot t = 1,33\text{ Kw} \cdot 0,25\text{ h} = 1/3\text{ kWh}$$



9 Un automóvil de 750 kg se desplaza con una rapidez de 20 m/s. ¿Qué trabajo ha de realizarse al frenar para reducir su rapidez a 8 m/s? Este trabajo ¿es positivo o negativo? Justifica tu respuesta.



Trabajo =  $\Delta E_c = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2}750\text{kg}(8^2 - 20^2) = -23600\text{J}$  ya que el trabajo se emplea para disminuir la energía cinética del sistema



10 Un motor eléctrico de 12 CV funciona durante 10 h. ¿Cuánto vale la energía eléctrica transformada, si el precio del kWh es 0,12 euros?



$$P = 12 \text{ CV} = 12 \text{ CV} \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 8820 \text{ W} = 8,82 \text{ kW}$$

$$W = P \cdot t = 8,82 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 88,2 \text{ kWh.}$$

$$\text{Coste} = W \cdot \text{Precio} = 88,2 \text{ kWh} \cdot \frac{0,12 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 10,58 \text{ €}$$



**11** Calcula la energía que es necesario transferir a una bola de plomo de 200 g para elevar su temperatura desde 20 °C hasta 60 °C. El calor específico del plomo es 126 J/kg °C.



$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{Energía} = \text{calor captado por el Pb} = m \cdot c_{\text{Pb}} \cdot (t_f - t_i) = 0,2 \text{ kg} \cdot 126 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} (60 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C}) = 1\,008 \text{ J.}$$



**12** En una vasija con 500 mL de agua a 5 °C se añade un trozo de hielo a 0 °C y se aísla el conjunto. ¿Cuántos gramos de hielo se funden? El calor latente de fusión del hielo es 334,4 J/g.



$$c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$$

Calor cedido por el agua a 5° C = calor captado por el hielo que se funde.

$$m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} (5^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = m_{\text{hielo}} \cdot L \Leftrightarrow m_{\text{hielo}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} (5^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})}{L} = \frac{500 \text{ g} \cdot 4,16 \text{ J/g } ^\circ\text{C} \cdot 5^\circ\text{C}}{334,4 \text{ J/g}} = 31,1 \text{ g}$$

de hielo pueden fundirse.



**13** Un automóvil de masa 1 000 kg que se mueve a 72 km/h se detiene en 4 s. Calcula:

- a) El trabajo realizado por la fuerza de frenada.
- b) La intensidad de dicha fuerza.
- c) La distancia que recorre el coche mientras está frenando.



$$m = 1\,000 \text{ kg}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

a) Hallamos primero la deceleración del movimiento:

$$v_f = v_0 + at \Leftrightarrow a = \frac{v_f - v_0}{t} = \frac{0 - 20 \frac{m}{s}}{4s} = -5 \frac{m}{s^2}$$

La fuerza de rozamiento =  $F_r = m \cdot a = 1\,000\text{ kg} \cdot (-5\text{ m/s}^2) = -5\,000\text{ N}$ .

La distancia recorrida hasta que se detiene:  $e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 20 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 4^2 = 40\text{ m}$ .

Por último el trabajo de las fuerzas de rozamiento:  $W = F_r \cdot e \cdot \cos 0^\circ = -5\,000\text{ N} \cdot 40\text{ m} = -200\,000\text{ J}$ .

**b)**  $F_r = -5\,000\text{ N}$ .

**c)** Distancia = espacio recorrido =  $e = 40\text{ m}$ .



**14** Una bala de 40 g penetra horizontalmente en un árbol con  $v_0 = 150\text{ m/s}$  y se detiene tras penetrar 16 cm en la madera. Calcula la fuerza que opone la madera a la penetración de la bala, supuesta constante.



La energía cinética que lleva la bala se convierte en trabajo de penetración.

$$\frac{1}{2} m v^2 = F \cdot d \Leftrightarrow F = \frac{m v^2}{2d} = \frac{0,040\text{kg} \cdot \left(150 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 0,16\text{m}} = 2812,5\text{ N}$$



**15** Una estufa eléctrica tiene un mando para regular su potencia. En la posición de 1 600 W la estufa tarda 10 min en aumentar la temperatura de la habitación desde 14 °C a 20 °C; ¿cuánto tiempo tardaría en calentarla en la posición de 800 W?



El calor que debe suministrar la estufa = calor captado por la habitación para pasar de 14°C a 20°C = trabajo eléctrico =  $P \cdot t$

Como a 1 600 W de potencia tarda 10 min a 800 W (que es la mitad de potencia) tardará el doble de tiempo es decir 20 min.



**16** Una forma de utilizar la energía solar es para evaporar agua salada y lograr agua dulce. Si un colector solar tiene una superficie de 5 m<sup>2</sup> y la intensidad de la radiación solar es 600 W/m<sup>2</sup>, ¿cuántos litros de agua inicialmente a 20 °C se pueden evaporar en 1 h, si el rendimiento en el proceso de vaporización es el 30 %?

Dato: el calor de vaporización del agua es 2 260 kJ/kg.



Potencia de la radiación en el colector =  $600 \frac{W}{m^2} \cdot 5m^2 = 3\,000\text{ W}$ , que en  $1h = 3\,600\text{ s}$  aplican una energía  $W = P \cdot t = 3\,000\text{ W} \cdot 3\,600\text{ s} = 1,08 \cdot 10^7\text{ J}$  de los que se aprovechan un 30 %, es decir  $3,24 \cdot 10^6\text{ J}$  para evaporar una masa de agua:

$$E_{\text{vaporización}} = m_{H_2O} \cdot c_{H_2O} (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + m_{H_2O} \cdot L_{H_2O} \Rightarrow 3,24 \cdot 10^6\text{ J} = m \left( 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 80^\circ\text{C} + 2260000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \Leftrightarrow$$

$m = 1,25\text{ kg}$  de agua salada podría vaporizarse (suponiendo el calor específico del agua salada  $c_{H_2O} = 4,18\text{ J/g } ^\circ\text{C} = 4\,180\text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ).



**17** Un calorímetro contiene 450 g de agua a  $15^\circ\text{C}$ . Si se le añaden 200 g de agua a  $50^\circ\text{C}$ , la temperatura final del equilibrio sube a  $25^\circ\text{C}$ . Con estos datos, determina qué % de la energía interna cedida por el agua caliente se ha empleado en aumentar la temperatura de la vasija (calorímetro).



Energía cedida por el agua caliente =  $m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t_{eq}) = 200\text{ g} \cdot c \cdot (50^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 5\,000\text{ c}$ .  
 Energía captada por el agua fría =  $m_2 \cdot c \cdot (t_{eq} - t_2) = 450\text{ g} \cdot c \cdot (25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 4\,500\text{ c}$ .  
 Energía captada por la vasija = Energía cedida - energía captada =  $5\,000\text{ c} - 4\,500\text{ c} = 500\text{ c}$ .

Luego el % de calor captado por la vasija es:  $\frac{500c}{5000c} \cdot 100 = 10\%$ .



**18** Una motobomba se emplea para sacar agua de una mina, elevándola hasta la superficie, situada 80 m por encima. Si la bomba extrae 5 L de agua por segundo y la expulsa con una rapidez de 0,8 m/s, calcula la potencia útil que debe tener la motobomba.

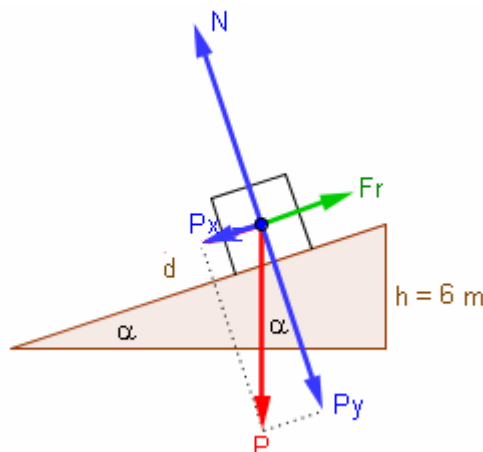


Masa de agua bombeada =  $5\text{ L} \cdot \frac{1\text{ kg}}{1\text{ L}} = 5\text{ kg}$  ( en  $t = 1\text{ s}$  ).

Trabajo realizado = energía potencial + energía cinética =  $mgh + \frac{1}{2} m \cdot v^2 = 5\text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 80\text{ m} + \frac{1}{2} 5\text{ kg} \cdot 0,8^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$   
 =  $3\,921,6\text{ J}$  que como lo hace en un tiempo de 1 s su potencia  $P = 3\,921,6\text{ W}$ .



**19** Desde una altura de 6 m, en una rampa de  $30^\circ$ , se lanza hacia abajo, en el sentido de su máxima pendiente, un cuerpo a la velocidad de 2 m/s y llega al suelo con la velocidad de 6 m/s. ¿Cuánto vale el coeficiente de rozamiento del cuerpo con el plano inclinado?



La suma de la energía potencial más la cinética en el punto más alto (1) se disipa, en parte, por el trabajo de las fuerzas de rozamiento a lo largo de un desplazamiento  $d = 6\text{m}/\text{sen}30^\circ = 12\text{ m}$  y el resto es la energía cinética al final del plano(2):

$E_{p1} + E_{c1} = W(fr) + E_{c2}$ ;  $mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 = Fr \cdot d + \frac{1}{2}mv_2^2$  y como  $Fr = \mu N = \mu \cdot Py = \mu mg \cos 30^\circ$ , si sustituimos

$$mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 = \mu mg \cos 30^\circ \cdot d + \frac{1}{2}mv_2^2 \Leftrightarrow \mu = \frac{gh + \frac{1}{2}(v_1^2 - v_2^2)}{g \cdot \cos 30^\circ \cdot d} = \frac{9,8 \cdot 6 + \frac{1}{2}(2^2 - 6^2)}{9,8 \cdot \cos 30^\circ \cdot 12} = 0,42$$



**CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA**

20 ¿Desde qué altura hemos de lanzar verticalmente hacia abajo con  $v_0 = 3\text{ m/s}$  una piedra de masa  $m$  para que llegue al suelo con una rapidez de  $18\text{ m/s}$ ? Resuelve el problema suponiendo nulo el rozamiento con el aire y aplicando el principio de conservación de la energía mecánica.



Energía potencial + energía cinética, arriba = energía cinética en el suelo

$$mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow gh + \frac{1}{2}v_0^2 = \frac{1}{2}v^2 \Leftrightarrow h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{18^2 - 3^2}{2 \cdot 9,8} = 16,07\text{ m}$$



21 En una central hidroeléctrica se aprovecha la energía de un salto de agua de  $25\text{ m}$  de desnivel, con un caudal de  $200\text{ m}^3/\text{s}$ . Si se transforma en energía eléctrica solamente el  $50\%$  de la energía potencial del agua, ¿qué potencia eléctrica suministra la central?



Si cada segundo caen  $200\text{ m}^3 = 200\,000\text{ dm}^3$  la masa de agua que cae en ese tiempo es  $200\,000\text{ kg}$  ya que  $1\text{ L} = 1\text{ kg}$  para el agua.

Energía potencial =  $mgh = 200\,000\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 25\text{ m} = 4,9 \cdot 10^7\text{ J}$  que realiza un trabajo sobre las turbinas del  $50\%$  o sea  $W = 2,45 \cdot 10^7\text{ J}$  en un tiempo de  $1$  segundo luego la potencia generada es:

$$P = 2,45 \cdot 10^7\text{ W}$$



22 Para abastecer una determinada población se necesitan  $200\text{ m}^3$  de agua al día. El líquido se lleva desde el manantial a unos depósitos situados  $100\text{ m}$  más arriba, utilizando motores eléctricos.

¿Cuál es el coste diario de la energía eléctrica transformada en los motores si  $1\text{ kWh}$  vale  $0,10$  euros? ¿Qué has supuesto para poder resolver el problema?





$$V = 200 \text{ m}^3 = 200\,000 \text{ dm}^3 \Rightarrow m = 200\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Trabajo que han de hacer los motores} = W = E_p = m \cdot g \cdot h = 200\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ m} = 1,96 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\text{Potencia necesaria} = P = \frac{W}{t} = \frac{1,96 \cdot 10^8 \text{ J}}{3600 \text{ s}} = 54444,4 \text{ W} = 54,4 \text{ kW}$$

$$\text{Coste} = W \cdot \text{precio} = 54,4 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,10 \text{ €/kWh} = 130,56 \text{ €}$$

Suposiciones:

- 1) Densidad del agua bombeada igual a la del agua pura = 1 kg/L.
- 2) Que la gravedad no varía con la altura y podemos decir que  $E_p = mgh$ .
- 3) Que el agua llega al punto más alto con velocidad nula, no hay energía cinética arriba.
- 4) Que los motores tienen un rendimiento de un 100 % y trabajan las 24 a la misma potencia.



**23** Desde la terraza de un edificio de 40 m dejamos caer un objeto de 30 g que llega al suelo con una celeridad de 12 m/s. ¿Qué energía se ha disipado por rozamiento con el aire durante la caída?



$$\text{Energía potencial arriba} = E_p = mgh = 0,030 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 40 \text{ m} = 11,76 \text{ J.}$$

$$\text{Energía cinética abajo} = E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 0,030 \text{ kg} \cdot 12^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,16 \text{ J}$$

Según el principio de conservación de la energía:

$$E_p = E_c + E(\text{Fr}) \Leftrightarrow \text{Energía disipada por el rozamiento} = E(\text{Fr}) = E_p - E_c = 11,76 \text{ J} - 2,16 \text{ J} = 9,6 \text{ J.}$$



**24** Se lanza por una pendiente hacia arriba un cuerpo de 3 kg con una celeridad inicial de 4 m/s. Calcula la altura a la que ascenderá:

- a) Si suponemos nulos los rozamientos.
- b) Si se transfieren al cuerpo y al plano de apoyo 4 J debido al rozamiento.



**a)** Si no hay rozamiento, aplicando el teorema de conservación de la energía mecánica en ausencia de fuerzas disipativas tenemos:

$$E_c(\text{abajo}) = E_p(\text{arriba}) \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = mgh \stackrel{(1)}{\Leftrightarrow} h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \cdot 9,8} = 0,82 \text{ m} = 82 \text{ cm}$$

(1) Observa que es la misma fórmula que se obtiene si usamos la cinemática

**b)** Ahora parte de la energía cinética inicial se emplea en vencer el rozamiento (trabajo de las fuerzas de rozamiento), luego:

$$E_c(\text{abajo}) = W(\text{fr}) + E_p(\text{arriba}) \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = W(\text{fr}) + mgh \Leftrightarrow h = \frac{\frac{1}{2} m v^2 - W(\text{fr})}{mg} = \frac{\frac{1}{2} 3 \cdot 4^2 - 4}{3 \cdot 9,8} = 0,68 \text{ m} = 68 \text{ cm}$$

cm, evidente menor altura que si el rozamiento es nulo, ya que parte de la energía la consume el rozamiento disipándose en forma de calor.



25 Arrastramos un cuerpo hacia arriba, por un plano inclinado, una cierta distancia mediante una fuerza paralela al plano. Después lo arrastramos la misma distancia hacia abajo. ¿Qué relación existe entre los trabajos de rozamiento?



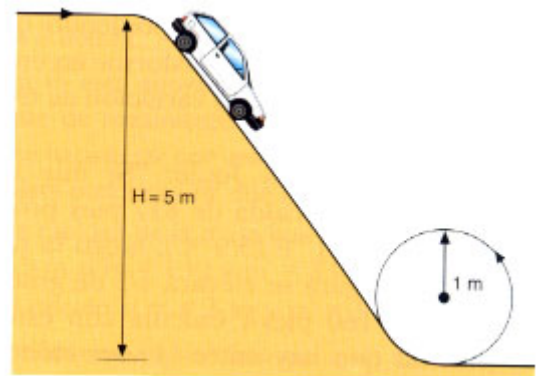
Como  $W(fr) = Fr \cdot d = \mu Nd = \mu Pyd = \mu mg \cos \alpha \cdot d$  y todas las magnitudes tienen el mismo valor en el trayecto hacia arriba que hacia abajo el trabajo de las fuerzas de rozamiento es el mismo en ambos trayectos y se pierde energía en ambos casos.



26 En una atracción de feria se lanza un cochecito por la parte horizontal de la vía dibujada en la figura.

a) Calcula la rapidez mínima que debe tener en el punto más alto del bucle para que no se desprenda.

b) Calcula la rapidez con que debe lanzarse en la parte horizontal para lograrlo.



a) En la parte superior del bucle las fuerzas que actúan son el peso del coche hacia abajo y la fuerza centrífuga en sentido contrario luego esta última ha de ser al menos igual al peso para que el coche no caiga:

$$P = F_c ; mg = m \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 1} = 3,13 \frac{m}{s}$$

b) Si despreciamos el efecto disipativo del rozamiento y aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica:

Energía cinética arriba (punto 1) + energía potencial arriba = energía potencial en lo alto del bucle (punto 2) + energía cinética en lo alto del bucle

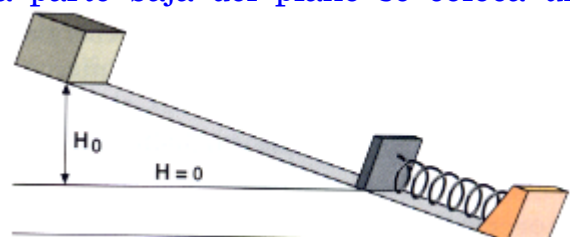
$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \Leftrightarrow v_1 = \sqrt{2\left(g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}v_2^2\right)} = \sqrt{2(9,8(2 - 5) + \frac{1}{2} \cdot 3,13^2)} = \text{no es un}$$

número real, luego no es necesario que se le impulse en la parte horizontal dejándolo caer ( $v_1 = 0$ ) sólo con la energía potencial tiene suficiente energía para pasar el bucle con una velocidad mayor que la requerida de 3,13 m/s para no caer



27 Un bloque de madera de masa 3 kg se suelta desde la parte alta de un plano inclinado, que suponemos sin rozamiento; en la parte baja del plano se coloca un muelle, apoyado en su parte inferior contra un tope.

a) Explica las transformaciones de energía que se producirán al dejar caer el bloque.



b) Si la constante elástica del muelle es  $k = 4\,500\text{ N/m}$  y  $H_0$  es  $70\text{ cm}$ , calcula el acortamiento máximo que se producirá en el muelle.



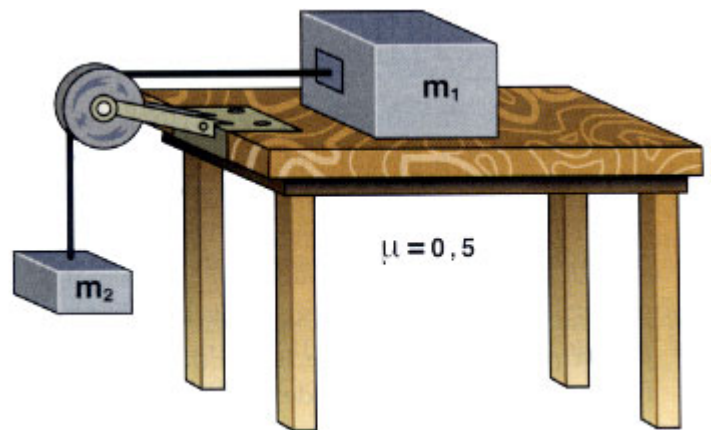
a) El bloque, en el punto más alto, sólo tiene energía potencial ( $mgh$ ) que, en el recorrido hacia abajo, se transforma en suma de cinética (que aumenta) y potencial (que disminuye) y, al llegar al muelle se convierte en energía potencial elástica de compresión del muelle.

b)  $E_p(\text{arriba}) = E_{p\text{elástica}}(\text{Abajo}); mgh_0 = \frac{1}{2}kx^2 \Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{2mgh_0}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \cdot 9,8 \cdot 0,7}{4500}} = 0,096\text{m} = 9,6\text{ cm}.$



28 Considera el sistema de la figura; el cuerpo apoyado, de masa  $4\text{ kg}$ , roza con el plano, siendo el coeficiente de rozamiento  $0,5$  y la polea se considera de masa despreciable. Calcula el aumento de energía cinética del cuerpo que cuelga cuando se ha movido  $1\text{ m}$ , si su masa es:

- a)  $1\text{ kg}$  ;
- b)  $3\text{ kg}$ .



a)  $m_1 = 4\text{ kg}, m_2 = 1\text{ kg}, \mu = 0,5$

Hallamos la aceleración del sistema aplicando el segundo principio de la dinámica:

$P_2 - Fr = (m_1 + m_2)a \Leftrightarrow a = \frac{m_2g - \mu m_1g}{m_1 + m_2} = \frac{1 \cdot 9,8 - 0,5 \cdot 4 \cdot 9,8}{1 + 4} = \frac{9,8(1 - 2)}{5}$  No hay movimiento pues el peso de la masa  $m_2$  no es suficiente para vencer el rozamiento y, por tanto, la energía cinética es nula.

b)  $m_1 = 4\text{ kg}, m_2 = 3\text{ kg}, \mu = 0,5$

$P_2 - Fr = (m_1 + m_2)a \Leftrightarrow a = \frac{m_2g - \mu m_1g}{m_1 + m_2} = \frac{3 \cdot 9,8 - 0,5 \cdot 4 \cdot 9,8}{3 + 4} = \frac{9,8(3 - 2)}{7} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Luego el cuerpo 1 cuando ha recorrido  $1\text{ m}$  hacia abajo lleva una velocidad  $v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 1,4 \cdot 1} = 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

y su energía cinética es  $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 3\text{kg} \cdot 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,2\text{ J}.$



29 El agua de las cataratas del Niágara cae desde una altura de 50 m. Suponiendo que toda la energía potencial se transforme en energía interna del agua, calcula su variación de temperatura.



Energía potencial = Energía interna;  $mgh = m \cdot c \cdot \Delta t$ ;  $\Delta t = \frac{gh}{c} = \frac{9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 50m}{4,18} = 117 \text{ }^\circ\text{C}$ .



30 En 1845 escribía Joule: "Si mis teorías son correctas, una caída de 817 pies producirá una elevación de 1 °F (5/9 °C); luego la temperatura del río Niágara se elevará 1/5 de grado F por su caída de 160 pies". Calcula con estos datos la relación que hay entre la variación de energía potencial (en J) y la variación de energía interna (en cal).

Datos:  $c_{\text{agua}} = 1 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$ ;  $1 \text{ pie} = 0,3048 \text{ m}$ .



Energía potencial = Energía interna;  $mgh = m \cdot c \cdot \Delta t$ ;  $gh = c_{\text{agua}} \Delta t \Leftrightarrow 9,8 \cdot 160 \text{pies} \cdot \frac{0,3048m}{1\text{pie}} = 1 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}} \cdot \frac{1}{9} ^\circ\text{C}$

luego  $1 \text{ cal} = 9,8 \cdot 160 \cdot 0,3048 \cdot 9 = 4301 \text{ J}$



31 Un motor eléctrico transforma una potencia eléctrica de 500 W y desarrolla una potencia mecánica de 0,6 CV

- a) ¿Cuál es el rendimiento del motor?
- b) ¿Cuánto calor se realiza en el motor en 1 min?



Potencia eléctrica =  $P_1 = 500 \text{ W}$ .

Potencia mecánica =  $P_2 = 0,6 \text{ CV} = 0,6 \text{ CV} \cdot \frac{735\text{W}}{1\text{CV}} = 441 \text{ W}$

a) Rendimiento =  $R = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{441\text{W}}{500\text{W}} \cdot 100 = 88,2\%$ .

b) Calor =  $(P_1 - P_2) \cdot t = (500 \text{ W} - 441 \text{ W}) \cdot 60 \text{ s} = 3540 \text{ J}$ .



32 Un atleta realiza durante una carrera un trabajo equivalente al que podría realizar un motor de 1 CV durante 3 min. Determina la masa de azúcar que deberá ingerir el atleta para recuperar la energía "gastada", suponiendo que su organismo solamente aprovecha el 25 % de la energía proporcionada por el azúcar ingerido. (Poder energético del azúcar = 4 kcal/g).



$$P = 1 CV = 735 W; t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s.}$$

$$\text{Trabajo realizado por el motor} = P \cdot t = 735 W \cdot 180 \text{ s} = 132\,300 \text{ J} = 132300 \text{ J} \cdot \frac{0,24 \text{ cal}}{1 \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{1000 \text{ cal}} = 31,75 \text{ kcal.}$$

Como el organismo sólo aprovecha el 25 % de la energía suministrada el atleta habrá de ingerir para recuperar la energía gastada  $31,75 \text{ kcal} \cdot \frac{1 \text{ g}}{4 \text{ kcal}} \cdot \frac{100}{25} = 31,75 \text{ g}$  de azúcar



**33** Una planta generadora de electricidad tiene una potencia eléctrica de 50 MW y su rendimiento total es el 40 %. Determina la masa de combustible de poder energético 11 000 kcal/kg que consume al día. (1 kcal = 4,184 kJ).



$$P = 50 \text{ MW} = 50\,000 \text{ W.}$$

$$t = 1 \text{ día} = 24 \text{ h} = 24 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} = 86\,400 \text{ s}$$

$$\text{Rendimiento} = R = 40 \text{ \%}$$

$$\text{Poder energético} = P_e = 11\,000 \text{ kcal/kg.}$$

$$\text{Hallamos primero el trabajo que realiza al día: } W = P \cdot t = 50\,000 \text{ W} \cdot 86\,400 \text{ s} = 4,32 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Como el 40 % del combustible produce energía la masa de combustible necesario es:

$$m = 4,32 \cdot 10^9 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \cdot \frac{100}{40} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4,184 \text{ kJ}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{11000 \text{ kcal}} = 234,66 \text{ kg de combustible.}$$



**34** El motor de un automóvil desarrolla una potencia de 30 CV cuando circula por una carretera horizontal a 90 km/h. En esas circunstancias consume 7 litros de gasolina por cada 100 km. Si la gasolina suministra  $4,18 \cdot 10^4 \text{ kJ/L}$ , ¿qué porcentaje de la energía suministrada por la gasolina se aprovecha?



$$\text{Potencia} = P = 30 \text{ CV} = 30 \text{ CV} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 22050 \text{ W}$$

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s.}$$

$$\text{Consumo} = C = 7 \text{ L/100 km}$$

$$\text{Poder calorífico de la gasolina} = 4,18 \cdot 10^4 \text{ kJ/L.}$$

Partimos de un recorrido de  $e = 100 \text{ km}$ , el consumo habrá sido pues 7 L de gasolina que liberan una energía:

$$E_{\text{gasolina}} = 7 \text{ L} \cdot \frac{4,18 \cdot 10^4 \text{ kJ}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{10^3 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 2,926 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Ahora hallamos la energía que consume el automóvil en esos 100 km para lo cual primero hemos de saber el tiempo que tarda en recorrerlos a una velocidad constante  $v$ :

$$t = \frac{e}{v} = \frac{100\text{km}}{90 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{10}{9}\text{h} = \frac{10}{9}\text{h} \cdot \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = 4000 \text{ s}$$

$$W = P \cdot t = 22050\text{W} \cdot 4000\text{s} = 8,82 \cdot 10^7 \text{ J}$$

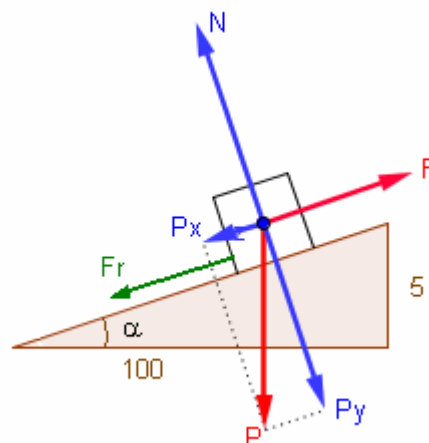
Por último podemos hallar el rendimiento de la gasolina:

$$\text{Rendimiento} = R = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Energía}} \cdot 100 = \frac{8,82 \cdot 10^7 \text{ J}}{2,926 \cdot 10^8 \text{ J}} \cdot 100 = 30 \%$$



35 El motor de un automóvil de masa 900 kg sube a 60 km/h una pendiente del 5% ( $\text{tg } \theta \approx 5/100$ ). Si la fuerza de rozamiento total que se opone al avance del coche es 850 N, calcula:

- a) la fuerza efectiva que desarrolla el motor cuando sube con movimiento uniforme.
- b) el trabajo realizado por dicha fuerza al recorrer 500 m;
- c) la potencia efectiva del motor, medida en W y CV;
- d) la potencia teórica del motor, si su rendimiento global al transformar la gasolina es del 25 % en el proceso global



$E_{\text{gasolina}} \rightarrow E_{\text{mecánica}}$



$$v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 16,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

a) Fuerza efectiva = Fuerza de rozamiento + Componente horizontal del peso ya que sube con velocidad constante y las únicas fuerzas hacia abajo son esas dos.

$$F = P_x + F_r = mg \text{ sen } \alpha + F_r = 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5/100 + 850 \text{ N} = 1 291 \text{ N.}$$

b) Como el desplazamiento por la superficie del plano y la fuerza son paralelas  $W = F \cdot d \cos 0^\circ = F \cdot d = 1 291 \text{ N} \cdot 500 \text{ m} = 645 500 \text{ J.}$

$$c) P = F \cdot v = 1 291 \text{ N} \cdot 16,66 \dots \text{ m/s} = 21 516,7 \text{ W} = 21516,7\text{W} \cdot \frac{1\text{CV}}{735\text{W}} = 29,27 \text{ CV.}$$

$$d) P_{\text{teórica}} = P \cdot \frac{100}{25} = 29,27 \frac{100}{25} = 117,1 \text{ CV.}$$



36 Una central termoeléctrica quema 1 t de carbón por minuto; si el poder energético del carbón es de 12 500 kcal/kg y el rendimiento global de la central es el 38 %, calcula:

- a) La potencia eléctrica de la central.

**b)** El incremento de temperatura del agua de refrigeración, si su caudal es de 2 m<sup>3</sup>/s.



Masa de carbón = m = 1 t = 1 000 kg en t = 1 min = 60 s

**a)** Energía que suministra el carbón por minuto:

$$E = 1000\text{kg} \cdot \frac{12500\text{kcal}}{\text{kg}} = 1,25 \cdot 10^7 \text{kcal} = 1,25 \cdot 10^7 \text{kcal} \cdot \frac{4,184\text{kJ}}{1\text{kcal}} = 5,23 \cdot 10^7 \text{kJ}$$

De los que se aprovechan el 38 %  $E_{\text{util}} = 0,38 \cdot E = 1,99 \cdot 10^7 \text{kJ}$ , luego la potencia útil es:

$$P_{\text{util}} = 1,99 \cdot 10^7 \text{kJ} \cdot 60 \text{s} = 1,19 \cdot 10^9 \text{kW}.$$

**b)** Si el agua tiene que refrigerar el calor que suministra el carbón en un minuto, hemos de hallar primero la masa de agua que se necesita en ese tiempo, como el caudal por segundo es de 2 m<sup>3</sup> = 2 000 dm<sup>3</sup> que se corresponden con una masa 2 000 kg/s o sea m = 2000 kg/s · 60 s = 120 000 kg y suponiendo el calor específico del agua  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \text{J/g} \cdot ^\circ\text{C} = 4 180 \text{J/kg}^\circ\text{C}$

$$E = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = \frac{E}{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{5,23 \cdot 10^7 \text{kJ}}{120000\text{kg} \cdot 4,180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = 104 \text{ } ^\circ\text{C}$$

