Trabajo y energía

11

INTERPRETA LA IMAGEN

- **Observa el diagrama de sectores. ¿Cómo reducirías el consumo energético en un tren?**

  Se pueden pensar diferentes maneras. Una, usando lámparas con menor consumo; por ejemplo, de tipo led. Adaptando el nivel de climatización de modo que no haga un calor excesivo en invierno ni demasiado frío en verano debido al uso del aire acondicionado. También diseñando trenes que presenten una menor resistencia al avance (aerodinámica) y llevando a cabo una conducción sin aceleraciones bruscas.

- **¿Qué medio de transporte es el más eficiente desde el punto de vista energético?**

  A la vista del gráfico, el tren. Pero hay que tener en cuenta que estos datos corresponden a trenes con ocupación media o máxima. Si la ocupación media disminuye, lógicamente disminuye también la eficiencia del medio de transporte. Lo mismo ocurre con los turismos: un número mayor de ocupantes hace que se aproveche mejor la energía y que disminuya el valor de la energía consumida por pasajero.

CLAVES PARA EMPEZAR

- **¿Qué quiere decir que la energía se transforma? Pon algún ejemplo.**

  Quiere decir que puede convertirse de un tipo en otro. Por ejemplo, la energía eléctrica se transforma en energía luminosa en una lámpara, o en energía térmica en una cocina eléctrica.

- **Si el rendimiento de un motor eléctrico es del 90 %, ¿qué ocurre con el 10 % restante?**

  Que no se aprovecha de manera útil, es decir, que se desperdicia. Por ejemplo, se calientan las piezas, algo que no se aprovecha, en general.

ACTIVIDADES

1 **Indica qué tipo de energía tiene:**

a) **El viento.**
b) **El agua de un río.**
c) **El agua de un embalse.**
d) **Un muelle comprimido.**
e) **Un combustible.**
f) **Una lámpara fluorescente.**

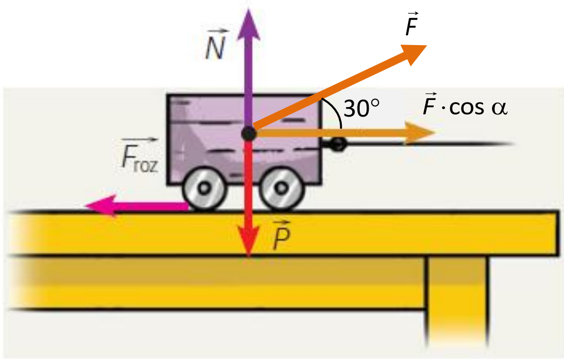
a) Energía cinética.
b) Energía cinética.
c) Energía potencial gravitatoria.
d) Energía potencial elástica.
e) Energía química.
f) Energía radiante.

2 **Imagina que estás en un balcón y sostienes una pelota en la mano:**

a) **¿Qué velocidad tiene la pelota?**
b) **¿Qué tipo de energía tiene?**
c) **Si la sueltas, ¿qué le ocurre a su velocidad?**
d) **¿Qué tipo de energía tiene mientras baja?**

a) Nula. No se mueve.
b) Energía potencial gravitatoria.
c) La velocidad comienza a aumentar a medida que cae.
d) Energía cinética debido a que se mueve con cierta velocidad y energía potencial gravitatoria debido a que está a cierta altura sobre el suelo.

3 **Repite el ejemplo resuelto suponiendo que la fuerza $\vec{F}$ forma un ángulo de 30º con la horizontal. ¿Cómo varía el W_{roz} si nos trasladamos a una superficie donde el coeficiente de rozamiento es menor?**



En este caso el trabajo que realiza la fuerza varía con respecto al ejemplo resuelto, puesto que solo realiza trabajo la componente de la fuerza paralela al desplazamiento. Por tanto, como el ángulo es de 30º, el trabajo es:

$$W=\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}=F\cdot\Delta r\cdot\cos\alpha=5\text{ N}\cdot 0{,}8\text{ m}\cdot\cos 30^\circ=3{,}46\text{ J}$$

El trabajo es algo menor que en el ejemplo, puesto que solo realiza trabajo la componente de la fuerza paralela al desplazamiento.

El peso y la normal siguen siendo perpendiculares al desplazamiento, por lo que el trabajo realizado por ellas es nulo.

El trabajo de la fuerza de rozamiento es diferente, sin embargo, porque el valor de la fuerza normal ha cambiado. En efecto, como el coche no se mueve en la dirección vertical, podemos escribir:

$$\vec{N}+\vec{F}_y+\vec{P}=0\rightarrow N+F_y=P\rightarrow N=P-F_y=m\cdot g-F\cdot\text{sen }30^\circ=0{,}750\text{ kg}\cdot 9{,}8\text{ N/kg}-5\text{ N}\cdot\text{sen }30^\circ=4{,}85\text{ N}$$

Y el trabajo de la fuerza de rozamiento será:

$$W_{roz}=\vec{F}_{roz}\cdot\Delta\vec{r}=\underset{\mu\cdot N}{F_{roz}}\cdot\Delta r\cdot\underbrace{\cos 180^\circ}_{-1}=-\mu\cdot N\cdot\Delta r=-0{,}4\cdot 4{,}85\text{ N}\cdot 0{,}80\text{ m}=-1{,}55\text{ J}$$

Es un valor menor en valor absoluto que en el ejemplo porque, como la fuerza normal es menor, la fuerza de rozamiento también es menor.

El trabajo total que se realiza sobre el cochecito es igual al trabajo que ejerce la fuerza $\vec{F}$ más el trabajo de la fuerza de rozamiento.

$$W=W_F+W_{roz}=3{,}46\text{ J}-1{,}55\text{ J}=1{,}91\text{ J}$$

4 **Un levantador de pesas eleva 107 kg desde el suelo hasta una altura de 2 m y los aguanta 15 s en esa posición. Calcula el trabajo que realiza:**

a) Mientras levanta las pesas.

b) Mientras las mantiene arriba.

a) Mientras levanta las pesas ejerce una fuerza vertical que se opone al peso. Por tanto:

$$W=-\vec{P}\cdot\Delta\vec{r}=-P\cdot\Delta r\cdot\cos 180^\circ=-P\cdot\Delta r\cdot(-1)=+m\cdot g\cdot\Delta r=107\text{ kg}\cdot 9{,}8\text{ N/kg}\cdot 2\text{ m}=2097{,}2\text{ J}$$

b) Mientras las mantiene arriba no existe ningún desplazamiento, por lo que el trabajo será nulo.

5 **Un cuerpo de 5 kg se mueve a 3 m/s. Sobre él actúa una fuerza de 2 N, en la misma dirección y sentido del movimiento, a lo largo de 15 m. ¿Qué velocidad adquiere el cuerpo?**

El trabajo realizado por la fuerza será igual a la variación de energía cinética. Por tanto, podemos escribir:

$$W=\Delta E_C=E_{C2}-E_{C1}\rightarrow\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}=E_{C2}-E_{C1}\rightarrow F\cdot\Delta r\cdot\cos 0^\circ=E_{C2}-E_{C1}\rightarrow$$
$$\rightarrow 2\text{ N}\cdot 15\text{ m}\cdot\cos 0^\circ=E_{C2}-E_{C1}\rightarrow 30\text{ J}=E_{C2}-E_{C1}$$

Entonces:

$$W=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2-\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_1^2\rightarrow\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_1^2+W\rightarrow$$
$$\rightarrow v_2=\sqrt{\frac{2\cdot\left(\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_1^2+W\right)}{m}}=\sqrt{\frac{\left[5\text{ kg}\cdot(3\text{ m/s})^2+2\cdot 30\text{ J}\right]}{5\text{ kg}}}=4{,}58\text{ m/s}$$

6 **Un coche de 500 kg viaja a 90 km/h, percibe un obstáculo y frena. Las marcas del suelo indican que el espacio de frenada fue de 125 m. Calcula la fuerza de rozamiento entre el coche y la carretera.**

Primero expresamos la velocidad en unidades del SI:

$$90\frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}}\cdot\frac{1000\text{ m}}{1\ \cancel{\text{km}}}\cdot\frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\text{ s}}=25\text{ m/s}$$

La variación de energía cinética es igual al trabajo realizado por la fuerza de rozamiento. Por tanto, podemos escribir:

$$\Delta E_{\text{C}}=W_{\text{roz}}\rightarrow E_{\text{C}\,2}-E_{\text{C}\,1}=\vec{F}_{\text{roz}}\cdot\Delta\vec{r}\rightarrow\underbrace{\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2}_{\text{0, pues se para}}-\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_1^2=-F_{\text{roz}}\cdot\Delta r\rightarrow\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_1^2=F_{\text{roz}}\cdot\Delta r\rightarrow$$

$$\rightarrow F_{\text{roz}}=\frac{m\cdot v_1^2}{2\cdot\Delta r}=\frac{500\text{ kg}\cdot(25\text{ m/s})^2}{2\cdot 125\text{ m}}=1250\text{ N}$$

El problema se podría haber resuelto por consideraciones cinemáticas, pero los cálculos son más complejos. Cuando el coche frena, la fuerza responsable de la aceleración es la fuerza de rozamiento. Con los datos del problema podemos calcular la aceleración del vehículo, que tiene sentido opuesto a la velocidad. Como nos dicen que frena en 125 m:

$$s=v_0\cdot t-\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$$
$$0=v_0-a\cdot t$$

En este sistema de ecuaciones desconocemos tanto la aceleración como el tiempo. Despejamos el tiempo en la segunda y sustituimos en la primera. Nos queda:

$$0=v_0-a\cdot t\rightarrow t=\frac{v_0}{a}$$

$$s=v_0\cdot t-\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2\rightarrow s=v_0\cdot\frac{v_0}{a}-\frac{1}{2}\cdot a\cdot\left(\frac{v_0}{a}\right)^2\rightarrow s=\frac{v_0^2}{a}-\frac{1}{2}\cdot\frac{v_0^2}{a}=\frac{1}{2}\cdot\frac{v_0^2}{a}\rightarrow$$

$$\rightarrow a=\frac{v_0^2}{2\cdot s}=\frac{(25\text{ m/s})^2}{2\cdot 125\text{ m}}=2{,}5\text{ m/s}^2$$

Entonces obtenemos para la fuerza el mismo valor que antes:

$$F=m\cdot a=500\text{ kg}\cdot 2{,}5\text{ m/s}^2=1250\text{ N}$$

7 **Una grúa sube verticalmente un cuerpo de 5 kg que está apoyado en el suelo con una fuerza de 80 N. ¿Con qué velocidad llega al punto de destino si está a 6 m del suelo?**

Sobre el cuerpo actúa, además de la fuerza ejercida por la grúa, la fuerza del peso, que tiene sentido opuesto.

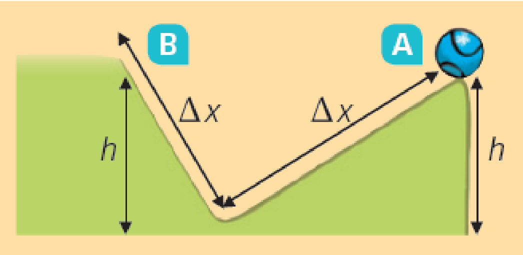
Durante el proceso el trabajo realizado por la fuerza modifica la energía del cuerpo. En su destino tendrá tanto energía cinética como energía potencial. Por tanto, podemos escribir:

$$W=\Delta E_{\text{M}}=E_{\text{M}\,2}-\underbrace{E_{\text{M}\,1}}_{0}\rightarrow\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}=m\cdot g\cdot h_2+\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2\rightarrow F\cdot h_2=m\cdot g\cdot h_2+\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_2^2=F\cdot h_2-m\cdot g\cdot h_2\rightarrow v_2=\sqrt{2\cdot\frac{80\text{ N}\cdot 6\text{ m}-5\text{ kg}\cdot 9{,}8\text{ N/kg}\cdot 6\text{ m}}{5\text{ kg}}}=8{,}63\text{ m/s}$$

De nuevo podríamos haber calculado la aceleración con la que sube el cuerpo a partir de la fuerza neta que actúa sobre él, pero los cálculos son más complejos. Es más sencillo resolver el problema mediante consideraciones energéticas.

8 **Una pelota desciende por el tobogán A desde la posición que se indica. Al llegar a la base, se encuentra con el tobogán B y sube por él. Teniendo en cuenta los resultados de los ejemplos resueltos anteriores, razona en tu cuaderno si es correcto:**



a) Si no hay rozamiento, la pelota recorre en el tobogán B una longitud (Δx) idéntica a la que recorre en el tobogán A.

b) Si no hay rozamiento, la pelota llega en B a una altura (*h*) igual a la altura desde la que salió en A.

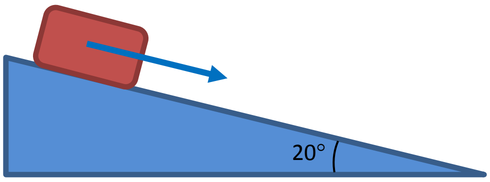
c) Si hay rozamiento, es imposible que la pelota llegue en el tobogán B a la misma altura *h* desde la que salió.

a) Falso. Si se conserva la energía, la altura *h* que subirá por el tobogán B coincidirá con la altura desde la que comenzó a caer por el tobogán A, pero la distancia recorrida dependerá de la inclinación del segundo tobogán.

b) Verdadero. Si no hay rozamiento, no hay pérdidas de energía y la energía final debe coincidir con la energía inicial.

c) Verdadero. Si hay rozamiento, se pierde una parte de la energía inicial de la pelota.

9 **Un cuerpo de 8 kg se desliza por un plano inclinado 20º con respecto a la horizontal. Si parte del reposo, calcula su velocidad cuando haya recorrido 15 m:**



a) Suponiendo que no hay rozamiento.

b) Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0,3.

a) Si no hay rozamiento, la variación de energía potencial coincide con la variación de energía cinética.

La distancia recorrida y la variación de altura están relacionadas con esta expresión:

$$\text{sen } 20° = \frac{\Delta h}{\Delta r} \rightarrow \Delta h = \Delta r \cdot \text{sen } 20°$$

La energía cinética adquirida será igual a la energía potencial perdida. Por tanto:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot \Delta h \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot \cancel{m} \cdot g \cdot \Delta h}{\cancel{m}}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta r \cdot \text{sen } 20°} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \text{ N/kg} \cdot 15 \text{ m} \cdot \text{sen } 20°} \simeq 10 \text{ m/s}$$

b) En este caso la variación de energía mecánica será igual al trabajo debido a la fuerza de rozamiento.

La fuerza normal coincide en valor con la componente del peso perpendicular al plano inclinado. Es decir:

$$N = P_y = m \cdot g \cdot \cos 20°$$

Al principio no tiene energía cinética. Podemos escribir:

$$E_{M\,2} - E_{M\,1} = W_{roz} \rightarrow \underbrace{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2}_{\Delta E_C} \underbrace{- m \cdot g \cdot \Delta h}_{\Delta E_P} = \vec{F}_{roz} \cdot \Delta \vec{r} \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - m \cdot g \cdot \Delta h = -F_{roz} \cdot \Delta r \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot \Delta h - \mu \cdot N \cdot \Delta r \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v^2 = \cancel{m} \cdot g \cdot \Delta h - \mu \cdot \cancel{m} \cdot g \cdot \cos 20° \cdot \Delta r \rightarrow$$

$$\rightarrow v = \sqrt{2 \cdot \left(g \cdot \Delta h - \mu \cdot g \cdot \cos 20° \cdot \Delta r\right)} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta r \cdot \left(\text{sen } 20° - \mu \cdot \cos 20°\right)} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \text{ N/kg} \cdot 15 \text{ m} \cdot \left(\text{sen } 20° - 0{,}3 \cdot \cos 20°\right)} = 4{,}2 \text{ m/s}$$

Cuando hay rozamiento la velocidad adquirida es menor.

10 **Teniendo en cuenta los resultados del ejemplo resuelto 2 y de la actividad anterior, razona en tu cuaderno si para un cuerpo que cae por una rampa:**

a) La velocidad con que llega al final de la rampa depende/**no depende** de la masa del cuerpo.

b) Si no hay rozamiento, la velocidad final depende/**no depende** de la longitud de la rampa y **depende**/no depende de la altura desde la que cae.

c) Si hay rozamiento, la velocidad final **depende**/no depende de la longitud de la rampa y **depende**/no depende de la altura desde la que cae.

11 **Hay que elevar a 6 m de altura un palé con 10 sacos de cemento de 20 kg de masa cada uno. Una grúa lo hace en 4 s, mientras que un grupo de obreros tarda 20 min.**

a) ¿Quién realiza más trabajo, la grúa o el grupo de obreros?

b) ¿Cuál tiene más potencia?

a) El trabajo realizado es el mismo; no depende del tiempo empleado en hacerlo.

b) La potencia mayor corresponde al caso en que se realiza el trabajo en menos tiempo. En este caso, la grúa desarrolla mayor potencia que los obreros.

12 **Un motor de 10 CV de potencia y un rendimiento del 30 % se utiliza para elevar 1000 L de agua desde un pozo de 25 m de profundidad:**

a) ¿Cuánto trabajo realiza el motor?

b) ¿Qué cantidad de energía debemos suministrar al motor? Calcúlala en J y en kWh.

c) ¿Cuánto tiempo emplea en subir el agua?

a) El trabajo realizado es igual a la ganancia de energía potencial del agua. Como cada litro de agua tiene una masa de 1 kg, podemos escribir:

$$W = \Delta E_P = m \cdot g \cdot \Delta h = 1000 \text{ kg} \cdot 9{,}8 \text{ N/kg} \cdot 25 \text{ m} = 245000 \text{ J} = 2{,}45 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Como el rendimiento es del 30 %, debemos suministrar una energía mayor al motor:

$$245000 \text{ J} \cdot \frac{100}{30} = 8{,}1\widehat{6} \cdot 10^5 \text{ J}$$

Expresada en kWh:

$$8{,}1\widehat{6} \cdot 10^5 \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3{,}6 \cdot 10^6 \cancel{\text{J}}} = 0{,}227 \text{ kWh}$$

c) Expresamos la potencia en unidades del SI:

$$10 \cancel{\text{CV}} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \cancel{\text{CV}}} = 7350 \text{ W}$$

Entonces el tiempo empleado es:

$$\wp = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{\wp} = \frac{8{,}1\widehat{6} \cdot 10^5 \text{ J}}{7350 \text{ W}} = 111{,}11 \text{ s}$$

REPASA LO ESENCIAL

13 **Las siguientes frases contienen un error. Detéctalo y corrígelo en tu cuaderno:**

a) El trabajo es la energía que tienen los cuerpos que están en movimiento.

b) El calor es la energía que tienen los cuerpos que están a una temperatura muy alta.

a) Falso. La energía cinética es la energía que tienen los cuerpos que están en movimiento.

b) Falso. El calor es la energía térmica que pasa de un cuerpo a otro que se encuentra a diferente temperatura.

14 **Las tres frases siguientes referidas al trabajo son ciertas. Justifícalo en tu cuaderno:**

a) Para que exista trabajo físico debe actuar una fuerza sobre un cuerpo que se desplaza.

b) A veces actúa una fuerza sobre un cuerpo que se desplaza y no hay trabajo.

c) El trabajo puede ser positivo o negativo.

a) Efectivamente, si el cuerpo no se desplaza, no hay trabajo.

b) Esto ocurre si la fuerza actúa en la dirección perpendicular al movimiento.

c) Cuando proporcionamos energía a un cuerpo el trabajo es positivo, pero en el caso de la fuerza de rozamiento, por ejemplo, el trabajo es negativo porque es energía que se disipa (la fuerza tiene sentido opuesto al desplazamiento).

15 **¿Qué vehículo tiene mayor energía cinética?**

a) Un camión de cinco toneladas que circula a 40 km/h.

b) Una moto de 200 kg que se mueve a 250 km/h.

La energía cinética se calcula a partir de la masa de un objeto y de su velocidad.

La velocidad del camión expresada en unidades del SI es:

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

La velocidad de la moto expresada en unidades del SI es:

$$250\ \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}}\cdot\frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}}\cdot\frac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}}=69,\widehat{4}\ \text{m/s}$$

Para el camión:

$$E_{\text{C Camión}}=\frac{1}{2}\cdot m_{\text{Camión}}\cdot v_{\text{Camión}}^2=\frac{1}{2}\cdot 5000\ \text{kg}\cdot\left(11,\widehat{1}\ \text{m/s}\right)^2=308642\ \text{J}$$

Para la moto:

$$E_{\text{C Moto}}=\frac{1}{2}\cdot m_{\text{Moto}}\cdot v_{\text{Moto}}^2=\frac{1}{2}\cdot 200\ \text{kg}\cdot\left(69,\widehat{4}\ \text{m/s}\right)^2=482253\ \text{J}$$

Por tanto, tiene más energía cinética la moto: b.

16 **¿Qué cuerpo tiene más energía potencial?**

a) Un helicóptero de dos toneladas situado a 20 m de altura.

b) Un ala delta de 100 kg a punto de lanzarse desde 300 m de altura.

La energía potencial depende de la altura y de la masa:

Para el helicóptero:

$$E_{\text{P Helicóptero}}=m_{\text{Helicóptero}}\cdot g\cdot h_{\text{Helicóptero}}=2000\ \text{kg}\cdot 9,8\ \text{N/kg}\cdot 20\text{m}=392000\ \text{J}$$

Para el ala delta:

$$E_{\text{P Ala delta}}=m_{\text{Ala delta}}\cdot g\cdot h_{\text{Ala delta}}=100\ \text{kg}\cdot 9,8\ \text{N/kg}\cdot 300\text{m}=294000\ \text{J}$$

Por tanto, tiene más energía cinética el helicóptero: a.

17 **¿Cuál de los dos personajes de ficción tiene mayor energía mecánica?**

a) Supermán, de 90 kg, volando a 60 m de altura, a una velocidad de 72 km/h.

b) Spiderman, de 60 kg, volando a 90 m de altura, a una velocidad de 20 m/s.

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial.

Para Supermán.

La velocidad expresada en m/s es:

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

Entonces:

$$E_{\text{Sup.}}=E_{\text{C Sup.}}+E_{\text{P Sup.}}=\frac{1}{2}\cdot m_{\text{Sup.}}\cdot v_{\text{Sup}}^2+m_{\text{Sup.}}\cdot g\cdot h_{\text{Sup.}}=\frac{1}{2}\cdot 90\ \text{kg}\cdot(20\ \text{m/s})^2+90\ \text{kg}\cdot 9{,}8\ \text{N/kg}\cdot 60\text{m}=70920\ \text{J}$$

Para Spiderman:

$$E_{\text{Spi.}}=E_{\text{C Spi.}}+E_{\text{P Spi.}}=\frac{1}{2}\cdot m_{\text{Spi.}}\cdot v_{\text{Spi.}}^2+m_{\text{Spi.}}\cdot g\cdot h_{\text{Spi.}}=$$

$$=\frac{1}{2}\cdot 60\ \text{kg}\cdot(20\ \text{m/s})^2+60\ \text{kg}\cdot 9{,}8\ \text{N/kg}\cdot 90\text{m}=64920\ \text{J}$$

Por tanto, tiene más energía Supermán: a.

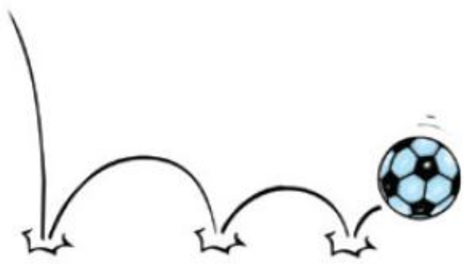
18 **Imagina que lanzas una pelota hacia arriba:**

a) ¿Qué tipo de energía le estás comunicando?

b) ¿Qué tipo de energía tiene cuando llega al punto más alto?

c) ¿Qué relación hay entre el valor de la energía que tiene en el apartado a) y la que tiene en el apartado b)?

Tras llegar al punto más alto, la pelota cae al suelo, rebota y vuelve a subir, pero alcanza una altura menor que antes. En cada rebote la pelota irá perdiendo altura hasta que se para.



d) ¿Por qué la pelota va perdiendo altura en cada rebote?

a) Le comunicamos energía cinética porque la ponemos en movimiento.

b) Energía potencial, pues en el punto más alto su velocidad es nula.

c) Son iguales: la energía potencial en el punto más alto coincide con la energía cinética que le damos al lanzarla.

d) Porque una parte de la energía se convierte en forma de calor en cada rebote. Y el calor se disipa al ambiente.

19 **Para un cuerpo que se mueve solo bajo la acción de su propio peso, explica si es cierto que:**

a) Su energía mecánica siempre se mantiene constante.

b) Su energía cinética siempre coincide con su energía potencial.

c) Existe un punto en el que su energía cinética se iguala con su energía potencial.

a) Es cierto si no existe rozamiento.

b) Falso. A medida que su velocidad aumenta (si cae), su energía potencial disminuye.

c) Verdadero. Si no hay rozamiento, por ejemplo, a la mitad de la altura desde la que cae, la energía potencial es la mitad de la energía potencial inicial y la energía cinética tiene el mismo valor que la energía potencial.

20 **Con respecto a la potencia, razona en tu cuaderno si es cierto que:**

a) Es una magnitud vectorial.

b) Mide el trabajo que es capaz de realizar una máquina por unidad de tiempo.

c) Mide la energía que es capaz de suministrar una instalación por unidad de tiempo.

d) Para que exista potencia tiene que haber un movimiento.

a) Falso. Se trata de una magnitud escalar. Queda completamente definida con un número.

b) Verdadero.

c) Verdadero.

d) Verdadero. Para que la potencia no sea nula el trabajo realizado no debe ser nulo, y esto solo ocurre si existe alguna fuerza que ejerza un desplazamiento.

21 **Ordena los siguientes dispositivos según su potencia:**

Dispositivo A: realiza un trabajo de 50 kJ en media hora.

Dispositivo B: tiene una potencia de 0,5 CV.

Dispositivo C: tiene una potencia de 5 MW.

La potencia se calcula en cada caso a partir del trabajo realizado y del tiempo empleado:

$$\wp_A = \frac{W_A}{t_A} = \frac{50 \cdot 10^3\ \text{J}}{30\ \cancel{\text{min}} \cdot \dfrac{60\ \text{s}}{1\ \cancel{\text{min}}}} = 27,\widehat{7}\ \text{W}$$

$$\wp_B = \frac{W_B}{t_B} = 0,5\ \text{CV} \cdot \frac{735\ \text{W}}{1\ \cancel{\text{CV}}} = 367,5\ \text{W}$$

$$\wp_C = \frac{W_C}{t_C} = 5\ \text{MW} \cdot \frac{10^6\ \text{W}}{1\ \cancel{\text{MW}}} = 5 \cdot 10^6\ \text{W}$$

Ordenando de mayor a menor potencia, queda:

$$\text{C} > \text{B} > \text{A}$$

22 **Indica en tu cuaderno qué magnitud miden las siguientes unidades:**

a) Vatio.

b) Julio.

c) Kilovatio hora.

d) Caloría.

e) Vatio · segundo.

f) Caballo de vapor.

a) Potencia.

b) Energía o trabajo.

c) Energía.

d) Energía.

e) Es potencia por tiempo, luego es unidad de trabajo

f) Potencia.

23 **Explica cuál de las siguientes expresiones no indica el rendimiento de una máquina o instalación:**

a) $\eta = \dfrac{W_{\text{útil}}}{W_{\text{motor}}} \cdot 100$

b) $\eta = \dfrac{W_{\text{útil}}}{E_{\text{suministrada}}} \cdot 100$

c) $\eta = \dfrac{W_{\text{útil}}}{\wp_{\text{teórica}}} \cdot 100$

d) $\eta = \dfrac{\wp_{\text{útil}}}{\wp_{\text{teórica}}} \cdot 100$

La c, pues en el cociente aparecen magnitudes que no se miden en las mismas unidades y, por tanto, no podemos comparar para conocer qué porcentaje de energía se aprovecha de manera útil.

24 **Razona en tu cuaderno cuál o cuáles de las siguientes expresiones son ciertas y cuáles falsas:**

a) El rendimiento de una máquina no tiene unidades.

b) Una máquina es de buena calidad si su rendimiento supera el 120 %.

c) Una máquina cuya potencia es de 80 W es de mejor calidad que una máquina cuya potencia es de 120 W.

d) Una máquina que realiza un trabajo de 80 J es mejor que una máquina que realiza un trabajo de 120 J.

a) Verdadera. Se calcula a partir del cociente entre dos magnitudes que se expresan en las mismas unidades.

b) Falsa. El rendimiento no puede superar el 100 %.

c) Falsa. La calidad no se mide por la potencia que puede suministrar, sino por el rendimiento. Mayor potencia no implica necesariamente mayor rendimiento.

d) Falso. La calidad no se mide por el trabajo desarrollado, sino por el rendimiento. Menos trabajo no implica necesariamente mayor rendimiento.

25 **Un motor (A) realiza un trabajo mucho mayor que otro motor (B). Escribe en tu cuaderno la conclusión:**

a) El motor A tiene mayor potencia que el B.

b) El motor A gasta más energía que el B.

c) El motor A tiene mayor rendimiento que el B.

d) El rozamiento que debe vencer el motor A es mayor.

a) Falso. Sería cierto si ambos están funcionando el mismo tiempo. Se puede realizar más trabajo por una máquina de menor potencia si está en funcionamiento mucho tiempo.

b) Falso. No se sabe, puesto que no conocemos la potencia ni el rendimiento.

c) Falso. No se sabe, puesto que no conocemos la potencia ni el tiempo que están funcionando.

d) Falso. Más trabajo desarrollado no implica mayor rozamiento. Esto será cierto si los motores son iguales.

Por tanto, podemos concluir que el hecho de que un motor realice más trabajo que otro no da información sobre su potencia ni sobre su rendimiento si no sabemos, por ejemplo, cuánta energía consume o el tiempo que está funcionando.

PRACTICA

26 **Indica qué tipo de energía tienen los siguientes cuerpos o sistemas materiales y qué cambios puede provocar en ellos mismos o en el entorno:**

a) Un tirachinas.

b) El petróleo.

c) Una pila.

d) El Sol.

e) Un helicóptero suspendido en el aire.

f) Un coche en movimiento.

g) Una taza de chocolate caliente.

a) Energía potencial elástica. Puede impulsar un objeto a gran velocidad.

b) Energía química. Puede transformarse en energía térmica.

c) Energía química. Puede transformarse en energía eléctrica.

d) Energía radiante. Puede transformarse en múltiples tipos de energía; por ejemplo, en energía cinética cuando calienta masas de aire y provoca la aparición de viento, en energía eléctrica en un panel fotovoltaico, en energía térmica…

e) Energía potencial gravitatoria. Puede transformarse en energía cinética si se deja caer.

f) Energía cinética. Puede transformarse en energía potencial gravitatoria si sube una cuesta.

g) Energía química y térmica. Puede transformarse en energía cinética cuando la ingerimos y nos sirve para mover nuestros músculos, por ejemplo.

27 **Para unos Juegos Olímpicos, un nadador hizo una dieta de 12 000 kcal diarias. Calcula la energía que consumía al día, expresada en unidades del SI.**

Aplicamos la equivalencia entre caloría y julio:

$$12000\ \cancel{\text{kcal}} \cdot \frac{1000\ \cancel{\text{cal}}}{1\ \cancel{\text{kcal}}} \cdot \frac{4{,}18\ \text{J}}{1\ \cancel{\text{cal}}} = 5{,}016 \cdot 10^{7}\ \text{J}$$

28 **Calcula el trabajo que realiza una deportista si:**

a) Levanta una barra de 50 kg hasta una altura de 2 m.

b) Sostiene la barra de 50 kg a 2 m del suelo durante 3 s.

a) El trabajo realizado coincide con la variación de energía potencial que experimenta la barra. Por tanto:

$$W = \Delta E_{\text{P}} = E_{\text{P final}} - \Delta E_{\text{P inicial}} = m \cdot g \cdot h_{\text{final}} - m \cdot g \cdot h_{\text{final}} = m \cdot g \cdot \left(h_{\text{final}} - h_{\text{inicial}}\right) = 50\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot \left(2\ \text{m} - 0\right) = 980\ \text{J}$$

b) Cuando sostiene la barra a 2 m del suelo no existe variación de energía potencial ni de otro tipo de energía. Por tanto, no realiza trabajo.

29 **Deduce en qué caso un estudiante realiza mayor trabajo:**

- **Caso 1: levanta un libro de 300 g a 1,5 m de altura desde el suelo.**
- **Caso 2: desplaza el mismo libro arrastrándolo sobre una mesa, sin rozamiento, durante 1,5 m.**

En el primer caso sí realiza un trabajo, pero en el segundo caso no se produce variación de energía en el libro, por lo que no realiza trabajo. Así, realiza mayor trabajo en el caso 1.

30 **Una grúa levanta 500 kg de ladrillos a una altura de 20 m y después desplaza la carga horizontalmente 20 m. Calcula la fuerza que ejerce la grúa en cada tramo y el trabajo total realizado por la grúa.**

En el primer caso la fuerza que ejerce la grúa debe ser igual al peso de la carga:

$$F = m \cdot g = 500\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 4900\ \text{N}$$

En el segundo caso la fuerza que ejerce la grúa debe ser igual, de nuevo, al peso de la carga:

$$F = m \cdot g = 500\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 4900\ \text{N}$$

En el primer caso el desplazamiento se produce en la dirección en que se ejerce la fuerza, por lo que sí existirá trabajo. Podemos calcular el trabajo realizado como la variación de energía potencial gravitatoria:

$$W = \Delta E_{\text{P}} = E_{\text{P final}} - E_{\text{P inicial}} = m \cdot g \cdot h_{\text{final}} - m \cdot g \cdot h_{\text{final}} = m \cdot g \cdot \left(h_{\text{final}} - h_{\text{inicial}}\right) = 500\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot \left(20\ \text{m} - 0\right) = 98000\ \text{J}$$

En el segundo caso el desplazamiento se produce en una dirección (horizontal) perpendicular a aquella en la que se ejerce la fuerza (vertical), por lo que no se realiza trabajo.

Por tanto, el trabajo total realizado por la grúa es de 98 000 J.

31 **Un cuerpo de 5 kg se apoya sobre una mesa. El coeficiente de rozamiento entre la mesa y el cuerpo es de 0,4. Calcula:**

a) **La fuerza horizontal que debemos ejercer para que el cuerpo se desplace sobre la mesa con un movimiento uniforme.**

b) **El trabajo que realiza cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y el trabajo total cuando el cuerpo se desplaza 1,5 m sobre la mesa.**

a) Para que el movimiento sea uniforme, sin aceleración, la fuerza neta sobre el cuerpo debe ser nula. Como existe rozamiento, la fuerza ejercida debe ser de igual intensidad que la fuerza de rozamiento:

$$F = F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0{,}4 \cdot 5\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 19{,}6\ \text{N}$$

b) Cuando el cuerpo se desplaza sobre la mesa, tanto la fuerza aplicada como la fuerza de rozamiento realizan trabajo. Para la fuerza aplicada, que tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^{\circ} = 19{,}6\ \text{N} \cdot 1{,}5\ \text{m} \cdot 1 = 29{,}4\ \text{J}$$

La fuerza de rozamiento tiene el mismo valor, pero está aplicada en el sentido opuesto al del desplazamiento. Por tanto, podemos escribir:

$$W_{\text{roz}} = \vec{F}_{\text{roz}} \cdot \Delta\vec{r} = F_{\text{roz}} \cdot \Delta r \cdot \cos 180^{\circ} = 19{,}6\ \text{N} \cdot 1{,}5\ \text{m} \cdot \left(-1\right) = -29{,}4\ \text{J}$$

El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento es negativo.

32 **Calcula el trabajo realizado cuando se tira de una maleta con una fuerza constante de 10 N para desplazarla una distancia de 3 m sobre una superficie horizontal y sin rozamiento, en los siguientes casos:**

a) **La fuerza tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento.**

b) **La fuerza forma un ángulo de 45^{0} con la horizontal.**

c) **La fuerza tiene dirección vertical.**

d) **La fuerza tiene la misma dirección del desplazamiento pero el sentido opuesto.**

a) En este caso el trabajo vale:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^{\circ} = 10\ \text{N} \cdot 3\ \text{m} \cdot 1 = 30\ \text{J}$$

b) Ahora el trabajo será menor, pues solo realiza trabajo la componente que es paralela al desplazamiento:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 45^{\circ} = 10\ \text{N} \cdot 3\ \text{m} \cdot \cos 45^{\circ} = 21{,}21\ \text{J}$$

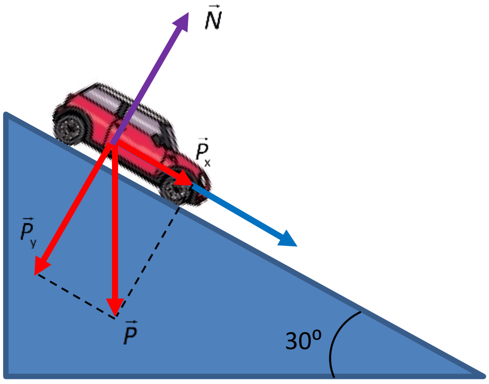
c) Si la fuerza es vertical, es perpendicular al desplazamiento, por lo que el trabajo será nulo. En efecto:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 90^\circ = 10\ \text{N} \cdot 3\ \text{m} \cdot 0 = 0\ \text{J}$$

d) Aplicamos de nuevo la misma expresión para calcular el trabajo:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 180^\circ = 10\ \text{N} \cdot 3\ \text{m} \cdot (-1) = -30\ \text{J}$$

33 **Un coche de una tonelada está en lo alto de una rampa de 20 m de largo que forma 30º con la horizontal. Entre el coche y la rampa hay un coeficiente de rozamiento de 0,3. Calcula el trabajo que realiza cada una de las fuerzas que actúan sobre el coche y el trabajo total cuando el coche ha llegado al final de la rampa.**



La componente del peso paralela al plano tira del coche hacia abajo, mientras que la fuerza de rozamiento tiene sentido opuesto.

La componente del peso paralela al plano vale:

$$F = m \cdot g \cdot \text{sen}\ 30^\circ = 1000\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot \text{sen}\ 30^\circ = 4900\ \text{N}$$

El trabajo que realiza esta fuerza durante el descenso es:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^\circ = 4900\ \text{N} \cdot 20\ \text{m} \cdot 1 = 98000\ \text{J}$$

La fuerza de rozamiento vale:

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = 0{,}3 \cdot 1000\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot \cos 30^\circ \rightarrow$$
$$\rightarrow F_{\text{roz}} = 2546{,}1\ \text{N}$$

Y el trabajo de la fuerza de rozamiento es:

$$W_{\text{roz}} = \vec{F}_{\text{roz}} \cdot \Delta\vec{r} = F_{\text{roz}} \cdot \Delta r \cdot \cos 180^\circ = 2546{,}1\ \text{N} \cdot 20\ \text{m} \cdot (-1) = -50922{,}3\ \text{J}$$

El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento es negativo, pues la fuerza de rozamiento tiene sentido opuesto al desplazamiento.

El trabajo total será:

$$W_{\text{T}} = W + W_{\text{roz}} = 98000\ \text{J} - 50922{,}3\ \text{J} = 47077{,}7\ \text{J}$$

34 **Explica qué condiciones se tienen que dar para que cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo:**

a) Solo varíe su energía cinética.

b) Solo varíe su energía potencial.

c) Varíen su energía cinética y su energía potencial.

d) No varíen ni su energía cinética ni su energía potencial.

a) Que no cambie la altura a la que se encuentra para que no se modifique su energía potencial.

b) Que no cambie el módulo de la velocidad del cuerpo.

c) Que cambie la velocidad del cuerpo y que varíe la altura del mismo.

d) Que no varía la altura del cuerpo ni se modifique el módulo de su velocidad.

35 **Una fuerza que actúa sobre un cuerpo le provoca un movimiento y hace que aumente su energía cinética. Explica en tu cuaderno si es cierto que:**

a) La fuerza tiene la dirección y sentido del movimiento.

b) Cuanto más tiempo actúe la fuerza, mayor es el aumento de la energía cinética.

c) La energía cinética que adquiere el cuerpo depende de la distancia recorrida.

a) Verdadero. La fuerza tiene el sentido de la aceleración.

b) Verdadero. Más tiempo actuando la fuerza implica más tiempo existiendo una aceleración sobre el cuerpo.

c) Verdadero. Si la fuerza es constante, una mayor distancia recorrida implica un mayor trabajo realizado sobre el cuerpo, trabajo que se invierte en aumentar su energía cinética.

36 **Una fuerza que actúa sobre un cuerpo en movimiento puede conseguir que su energía cinética aumente en cualquier cantidad.**

a) ¿Puede hacer también que disminuya en cualquier cantidad?

b) ¿Cómo tiene que ser la fuerza que actúa sobre un cuerpo en movimiento para que disminuya su energía cinética?

a) Sí.

b) Debe actuar en sentido opuesto al movimiento.

37 **Un coche de una tonelada recorre una carretera horizontal. El motor tira de él con una fuerza de 10 000 N. Suponiendo que no hay rozamiento, calcula:**

a) El trabajo total cuando el coche ha recorrido 20 m de distancia.

b) La velocidad que alcanza tras recorrer 20 m, suponiendo que inicialmente estaba parado.

a) La fuerza tiene el mismo sentido del movimiento. Por tanto:

$$W = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = F\cdot\Delta r\cdot\cos 0^\circ = 10000\ \text{N}\cdot 20\ \text{m}\cdot 1 = 200000\ \text{J}$$

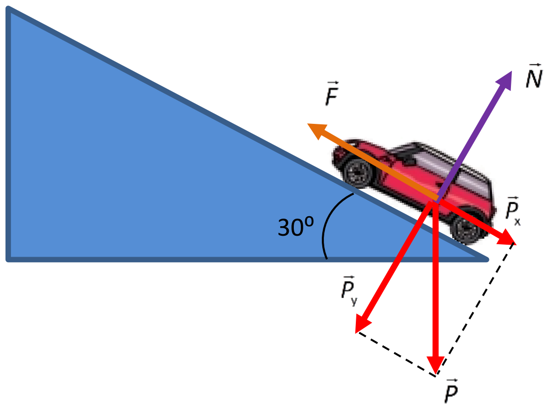
b) La velocidad puede calcularse por consideraciones cinemáticas o energéticas, pero resulta más sencillo aplicar la conservación de la energía e identificar el trabajo realizado por el motor del coche, y calculado en el apartado anterior, con la variación de energía cinética.

$$W = \Delta E_\text{C} = E_\text{C final} - \cancel{E_\text{C inicial}} = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_\text{final}^2 \rightarrow \frac{2\cdot W}{m} = v_\text{final}^2 \rightarrow v_\text{final} = \sqrt{\frac{2\cdot W}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 200000\ \text{J}}{1000\ \text{kg}}} = 20\ \text{m/s}$$

38 **Un coche de una tonelada sube una rampa inclinada 30° con respecto a la horizontal. El motor tira de él con una fuerza de 10 000 N. Suponiendo que no hay rozamiento, calcula:**

a) El trabajo total cuando el coche ha recorrido 20 m de la rampa.

b) La velocidad con la que llega tras recorrer los 20 m de rampa, suponiendo que inicialmente estaba parado.



a) El trabajo se calcula multiplicando la fuerza ejercida por el motor por el desplazamiento:

$$W = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = F\cdot\Delta r\cdot\cos 0^\circ = 10000\ \text{N}\cdot 20\ \text{m}\cdot 1 = 200000\ \text{J}$$

b) El trabajo realizado en este caso hace, por una parte, que el coche adquiera cierta energía potencial; y por otra, que adquiera energía cinética. Al inicio tanto la energía cinética como la energía potencial son nulas.

Podemos identificar el trabajo realizado con la variación de energía mecánica.

La altura subida por el coche se calcula a partir del desplazamiento recorrido por la rampa y del ángulo que señala el enunciado. $h = \Delta r\cdot\text{sen } 30^\circ$.

Por tanto:

$$W = \Delta E_\text{Mecánica} = E_\text{M final} - \underbrace{E_\text{M inicial}}_{0} = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_\text{final}^2 + m\cdot g\cdot h_\text{final} \rightarrow$$

$$\rightarrow W - m\cdot g\cdot h_\text{final} = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_\text{final}^2 \rightarrow \sqrt{\frac{2\cdot\left(W - m\cdot g\cdot h_\text{final}\right)}{m}} = v_\text{final} \rightarrow$$

$$\rightarrow v_\text{final} = \sqrt{\frac{2\cdot\left(W - m\cdot g\cdot\Delta r\cdot\text{sen } 30^\circ\right)}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot\left(200000\ \text{J} - 1000\ \text{kg}\cdot 9{,}8\ \text{N/kg}\cdot 20\ \text{m}\cdot\text{sen } 30^\circ\right)}{1000\ \text{kg}}} = 14{,}28\ \text{m/s}$$

39 **Desde una altura de 100 m se deja caer una pelota de tenis de 58 g.**

a) ¿Cuánto valdrá la energía potencial en el punto más alto?

b) ¿Cuál será su velocidad en el punto medio de su recorrido? ¿Y cuando llega al suelo?

c) ¿Cuánto valdrá su energía cinética al llegar al suelo?

a) La energía potencial se calcula a partir de la masa, la aceleración de la gravedad y la altura de la pelota:

$$E_P = m \cdot g \cdot h = 0{,}058\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot 100\ \text{m} = 56{,}84\ \text{J}$$

b) En el punto medio de su recorrido la energía potencial será igual a la mitad del valor que tenía en el punto más alto. Como no hay rozamiento, la energía cinética de la pelota también será la mitad del valor de la energía potencial en el punto más alto.

Podemos escribir:

$$E_C = \frac{E_P}{2} \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{E_P}{2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{E_P}{m}} = \sqrt{\frac{56{,}84\ \text{J}}{0{,}058\ \text{kg}}} = 31{,}30\ \text{m/s}$$

c) Como la energía mecánica se conserva, la energía cinética al llegar al suelo, donde la energía potencial es nula, será igual a la energía inicial de la pelota, que solo era potencial. Es decir:

$$E_{C\ \text{suelo}} = E_{P\ \text{inicial}} = 56{,}84\ \text{J}$$

40 **Para comprobar la peligrosidad de circular a altas velocidades se suele comparar la energía que tiene un automóvil al chocar a una determinada velocidad con la altura desde la que debería caer para tener esa misma energía. Completa en tu cuaderno la siguiente tabla para un coche cuya masa es 1000 kg:**

Torre	*h* (m)	E_M (J)	E_C (J)	*v* (m/s)
Pisa	54			
Hércules	104			
Picasso	150			
Eiffel	300			

a) ¿Por qué es peligroso circular a altas velocidades?

b) ¿En qué se transforma la energía mecánica en un choque?

c) ¿Por qué en la actualidad se construyen los coches con materiales fácilmente deformables?

La energía mecánica coincide con la energía potencial en el punto más elevado:

$$E_M = E_P = m \cdot g \cdot h$$

La energía potencial en el punto más alto coincide con la energía cinética en el punto más bajo.

La energía cinética en el punto más bajo coincide con la energía potencial en el punto más alto.

Por tanto, podemos escribir la igualdad:

$$E_C = E_P \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v^2 = \cancel{m} \cdot g \cdot h \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Sustituimos los valores para completar la tabla:

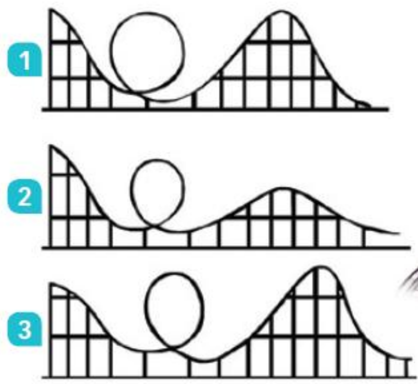
Torre	*h* (m)	E_M (J)	E_C (J)	*v* (m/s)
Pisa	54	529 200	529 200	32,53
Hércules	104	1019 200	1019 200	45,15
Picasso	150	1 470 000	1 470 000	54,22
Eiffel	300	2 940 000	2 940 000	76,68

a) Porque la energía cinética del vehículo aumenta con el cuadrado de la velocidad y en el momento del impacto la deformación que sufre el vehículo depende de la energía cinética que tiene.

b) Se transforma en trabajo de deformación de los materiales que sufren el impacto y en energía térmica.

c) Porque absorben mejor la energía del choque y el daño sobre los ocupantes del vehículo es menor.

41 **Explica cuál de los perfiles de la montaña rusa del dibujo podría recorrer el vagón en teoría (sin rozamiento), cuál es el real y cuál es imposible:**



Sin rozamiento podría recorrer el 1, pues la altura desde la que parte por la izquierda se iguala a continuación sin ser superada. La energía potencial que tiene el vagón en la parte de la izquierda sería la misma que la que tendría tras la subida que hay después de bajar el «rizo».

El real es el 2, puesto que siempre hay cierto rozamiento y el vagón no puede volver a alcanzar la misma altura que tenía en el inicio.

El imposible es el 3. La altura al final del recorrido es mayor que al inicio, lo cual no puede ser incluso aunque no exista rozamiento, porque la energía mecánica no puede aumentar.

42 **En un punto de una montaña rusa, situado a 20 m de altura, el tren lleva una velocidad de 30 km/h.**

a) ¿Hasta qué altura podría ascender como máximo?

b) ¿Qué velocidad llevará cuando pase por el siguiente pico, a 10 m del suelo?

c) ¿Cuál será su velocidad cuando llegue al suelo?

a) La altura máxima que puede alcanzar se puede calcular a partir de la energía total que tiene el tren en el punto indicado. La altura máxima corresponde a un punto en que la velocidad del tren sería nula.

Expresamos la velocidad en unidades del SI:

$$30\ \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}}\cdot\frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}}\cdot\frac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}}=8{,}\widehat{3}\ \text{m/s}$$

Por tanto, aplicando la conservación de la energía:

$$E_{\text{M 20 m}}=E_{\text{M h}_{\text{máx}}}\rightarrow\frac{1}{2}\cdot\cancel{m}\cdot v_{\text{inicial}}^2+\cancel{m}\cdot g\cdot h_{\text{inicial}}=\cancel{m}\cdot g\cdot h_{\text{final}}\rightarrow$$

$$\rightarrow h_{\text{final}}=\frac{\frac{1}{2}\cdot v_{\text{inicial}}^2+g\cdot h_{\text{inicial}}}{g}=\frac{\frac{1}{2}\cdot\left(8{,}\widehat{3}\ \text{m/s}\right)^2+9{,}8\ \text{N/kg}\cdot 20\ \text{m}}{9{,}8\ \text{N/kg}}=23{,}54\ \text{m}$$

b) De nuevo aplicamos la conservación de la energía:

$$E_{\text{M final}}=E_{\text{M inicial}}\rightarrow\frac{1}{2}\cdot\cancel{m}\cdot v_{\text{inicial}}^2+\cancel{m}\cdot g\cdot h_{\text{inicial}}=\cancel{m}\cdot g\cdot h_{\text{final}}+\frac{1}{2}\cdot\cancel{m}\cdot v_{\text{final}}^2\rightarrow$$

$$\rightarrow v_{\text{final}}=\sqrt{v_{\text{inicial}}^2+2\cdot g\cdot\left(h_{\text{inicial}}-h_{\text{final}}\right)}=\sqrt{\left(8{,}\widehat{3}\ \text{m/s}\right)^2+2\cdot 9{,}8\ \text{N/kg}\cdot\left(20\ \text{m}-10\ \text{m}\right)}=16{,}29\ \text{m/s}$$

c) Cuando llegue al suelo toda la energía será cinética. Por tanto, podemos escribir

$$E_{\text{M 20 m}}=E_{\text{M suelo}}\rightarrow\frac{1}{2}\cdot\cancel{m}\cdot v_{\text{inicial}}^2+\cancel{m}\cdot g\cdot h_{\text{inicial}}=\frac{1}{2}\cdot\cancel{m}\cdot v_{\text{suelo}}^2\rightarrow$$

$$\rightarrow v_{\text{suelo}}=\sqrt{v_{\text{inicial}}^2+2\cdot g\cdot h_{\text{inicial}}}=\sqrt{\left(8{,}\widehat{3}\ \text{m/s}\right)^2+2\cdot 9{,}8\ \text{N/kg}\cdot 20\ \text{m}}=21{,}48\ \text{m/s}$$

43 **El motor de un coche deportivo tiene 300 CV.**

a) Expresa su potencia en kilovatios.

b) ¿Qué energía consume al funcionar durante 10 minutos? Exprésala en kWh.

c) ¿Cuánto tiempo tardará en consumir 1 GJ?

d) ¿Qué fuerza ejerce cuando se mueve a 18 km/h? ¿Y a 120 km/h?

a) Empleamos el factor de conversión correspondiente. 1 CV = 735 W.

$$300\ \cancel{\text{CV}} \cdot \frac{735\ \cancel{\text{W}}}{1\ \cancel{\text{CV}}} \cdot \frac{1\ \text{kW}}{1000\ \cancel{\text{W}}} = 220{,}5\ \text{kW}$$

b) La energía consumida se calcula a partir de la potencia del motor y del tiempo empleado:

$$\wp = \frac{E}{t} \rightarrow E = \wp \cdot t = 220{,}5\ \text{kW} \cdot 10\ \cancel{\text{min}} \cdot \frac{1\ \text{h}}{60\ \cancel{\text{min}}} = 36{,}75\ \text{kWh}$$

c) Empleamos la expresión anterior y despejamos el tiempo:

$$\wp = \frac{E}{t} \rightarrow t = \frac{E}{\wp} = \frac{1\ \cancel{\text{GJ}} \cdot \dfrac{10^9\ \text{J}}{1\ \cancel{\text{GJ}}}}{220{,}5\ \cancel{\text{kW}} \cdot \dfrac{1000\ \text{W}}{1\ \cancel{\text{kW}}}} = 4535{,}15\ \text{s} = 1\ \text{h}\ 15\ \text{min}\ 35{,}15\ \text{s}$$

d) La fuerza ejercida se puede calcular relacionando la potencia y la velocidad:

$$\wp = F \cdot v \rightarrow F = \frac{\wp}{v} = \frac{220{,}5 \cdot 10^3\ \text{W}}{18\ \dfrac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \dfrac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}} \cdot \dfrac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}}} = 44100\ \text{N}$$

Y a 120 km/h la fuerza será:

$$\wp = F \cdot v \rightarrow F = \frac{\wp}{v} = \frac{220{,}5 \cdot 10^3\ \text{W}}{120\ \dfrac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \dfrac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}} \cdot \dfrac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}}} = 6615\ \text{N}$$

El motor proporciona más fuerza cuando el vehículo se mueve a menor velocidad; por ejemplo, cuando sube una cuesta.

44 **Una máquina consume 25 000 J para obtener una energía útil de 5000 J.**

a) ¿Cuánta energía se ha disipado como calor?

b) ¿Cuál es el rendimiento de la máquina?

c) ¿Qué energía útil se obtendría si el rendimiento fuese del 40 %?

a) La energía disipada es la diferencia entre la energía consumida y la energía útil conseguida. En este caso:

$$Q = E_{\text{consumida}} - E_{\text{útil}} = 25000\ \text{J} - 5000\ \text{J} = 20000\ \text{J}$$

b) El rendimiento de la máquina se calcula dividiendo la energía útil entre la energía consumida:

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{consumida}}} \cdot 100 = \frac{5000\ \text{J}}{25000\ \text{J}} \cdot 100 = 20\%$$

c) Si el rendimiento fuese del 40 %, el doble del calculado en el apartado anterior, la energía útil sería también el doble; es decir, 10 000 J.

45 **Un ascensor cuya cabina tiene una masa de 1500 kg tiene capacidad para subir un máximo de 200 kg.**

a) ¿Qué trabajo realiza su motor cuando sube con la capacidad máxima hasta la altura de 60 m?

b) ¿Qué potencia desarrolla el motor si tarda 20 segundos en hacer la subida? Calcúlala en CV.

c) El ascensor se mantiene arriba durante 10 segundos. ¿Qué potencia desarrolla el motor en este tiempo?

a) El trabajo realizado por el ascensor es la variación de energía potencial experimentada al subir la carga. Por tanto:

$$W = \Delta E_P = m \cdot g \cdot \Delta h = (1500\ \text{kg} + 200\ \text{kg}) \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot 60\ \text{m} = 999600\ \text{J}$$

b) La potencia desarrollada es:

$$\wp = \frac{E}{t} = \frac{999600\ \text{J}}{20\ \text{s}} = 49980\ \cancel{\text{W}} \cdot \frac{1\ \text{CV}}{735\ \cancel{\text{W}}} = 68\ \text{CV}$$

c) Mientras se mantiene arriba no varía la energía mecánica del ascensor, por lo que el trabajo realizado es nulo.

46 **Completa la tabla de magnitudes relacionadas con la potencia desarrollada por una persona que se entrena levantando pesas verticalmente:**

Pesas (N)	Desplazamiento (m)	Tiempo (s)	Potencia (W)
500	1	1	
	1	1	1000
1500		2	1500
2000	2		2000

El trabajo realizado se calcula multiplicando la fuerza por el desplazamiento.

La potencia se calcula como el trabajo realizado dividido entre el tiempo empleado. Por tanto, la tabla queda así:

Pesas (N)	Desplazamiento (m)	Tiempo (s)	Potencia (W)
500	1	1	**500**
1000	1	1	1000
1500	**2**	2	1500
2000	2	**2**	2000

AMPLÍA

47 **Para comprobar la presión de un balón de baloncesto de 600 g se le deja caer desde una altura de 2,5 m. Se observa que tras llegar al suelo, rebota hasta una altura de 1,5 m. Calcula la energía mecánica del balón en el momento del lanzamiento y al llegar al punto más alto después de rebotar. ¿A qué se debe la diferencia de energía? ¿Qué ha pasado con la energía perdida?**

En el momento del lanzamiento desde una altura de 2,5 m la energía mecánica es igual a la energía potencial. Por tanto:

$$E_{P\ \text{inicial}} = m \cdot g \cdot h = 0{,}6\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot 2{,}50\ \text{m} = 14{,}7\ \text{J}$$

Al llegar al punto más alto tras el rebote:

$$E_P = m \cdot g \cdot h = 0{,}6\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot 1{,}50\ \text{m} = 8{,}82\ \text{J}$$

La diferencia de energía se debe a que una parte de la energía se ha disipado en forma de calor en el momento del impacto contra el suelo y también debido al rozamiento con el aire.

48 **El botafumeiro es un gran péndulo que se encuentra en la catedral de Santiago de Compostela (A Coruña). Movido por ocho *tiraboleiros* se le hace oscilar, logrando que alcance una velocidad máxima de 70 km/h y que ascienda hasta 25 m.**

a) Comprueba si la velocidad teórica coincide con la velocidad máxima.

b) En caso contrario, explica las posibles causas.

a) Para comprobarlo, calculamos la energía cinética máxima y la energía potencial a los 25 m:

$$E_{P\,25\,m} = \cancel{m} \cdot g \cdot h_{25} = \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{25}} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} \cdot 25\ \text{m}} =$$

$$= 22{,}136\ \text{m/s} = 79{,}69\ \text{km/h}$$

La velocidad teórica es mayor que la velocidad máxima.

b) Este hecho se debe a que una parte de la energía potencial que tiene el botafumeiro en el punto más alto se disipa debido al rozamiento con el aire antes de llegar al punto más bajo, donde la velocidad es máxima; por eso la velocidad real es menor que la velocidad teórica.

COMPETENCIA CIENTÍFICA

49 **Completa una tabla como esta en tu cuaderno justificando cada una de las transformaciones que aparecen reflejadas en el esquema.**

La tabla queda así:

Tipo de energía	Se produce cuando…
Mecánica (sonora)	… suena un tono de llamada.
Radiante (luz)	… se ilumina la pantalla.
Otra energía radiante	… emite y recibe llamadas.
Mecánica (movimiento)	… vibra.
Térmica (calor)	… se calienta debido al uso.
Química	… se carga la batería.

50 **Contesta.**

a) ¿Se conserva la energía en las transformaciones citadas en esta página?

b) Entonces, ¿por qué hay que recargar continuamente la batería de un teléfono?

a) Sí.

b) Porque una parte de la energía se disipa en forma de calor cuando el teléfono está funcionando. Y una parte de la energía radiante emitida por el teléfono se emite al exterior y no se recupera.

51 **Observa la siguiente tabla y recuerda tus experiencias como usuario de un teléfono móvil: anota algunas medidas que puedes llevar a cabo para prolongar las horas de vida de la batería de un teléfono móvil.**

Por cada...	Consumimos...
... minuto de llamada de voz...	... **77** minutos de batería máxima.
... minuto de conexión a Internet...	... **134** minutos de batería máxima.
... minuto de música que escuchamos...	... **17** minutos de batería máxima.
... minuto de GPS con navegador...	... **134** minutos de batería máxima.

Fuente: OCU (Organización de Consumidores y Usuarios).

Respuesta personal. Algunas medidas son: desconectar la conexión wifi cuando no la usamos, quitar el navegador GPS si no es necesario.

52 **Elabora esquemas similares al del teléfono para otros aparatos en los que se producen transformaciones de energía.**

- **a) Batidora eléctrica.**
- **b) Televisor.**
- **c) Tostador.**
- **d) Destornillador eléctrico.**
- **e) Horno microondas.**

a) En una batidora la energía eléctrica suministrada se convierte en energía cinética, en energía mecánica (sonora) y en calor.

b) La energía eléctrica se convierte en energía radiante (luz), energía mecánica (sonora) y una parte en calor.

c) La energía eléctrica se convierte en energía térmica (calor).

d) La energía química almacenada en la batería se transforma en energía eléctrica; y esta, en energía mecánica (cinética).

e) La energía eléctrica se convierte en energía radiante, en energía mecánica (gira el plato interno) y en energía mecánica (sonora). Luego, la energía radiante se convierte en energía térmica en el interior de los alimentos.

53 **¿Qué transformaciones te parecen útiles en el teléfono? ¿Cuáles no son nada útiles? ¿Y en los aparatos que has mencionado en la actividad anterior?**

Son útiles las transformaciones que producen un efecto deseado, como iluminar la pantalla, producir una vibración o emitir sonido. No son útiles aquellas que calientan los circuitos del teléfono o la batería, por ejemplo.

En los demás aparatos, algo parecido. En general, en aquellos que no pretenden producir calor, esta transformación no es útil. En el tostador, sin embargo, esta transformación en calor sí que es útil, pues se busca precisamente producir calor. Además, en muchas máquinas el sonido producido también disipa energía y esa transformación no resulta útil; por ejemplo, en una batidora.

54 **EXPRESIÓN ESCRITA. Resume la idea principal del texto en una sola frase.**

Respuesta personal. El texto informa de la búsqueda de un municipio que quiera albergar un almacén de residuos nucleares y habla de «salvación» frente a «vecino indeseable».

55 **Contesta.**

- **a) ¿Qué tipo de residuos albergaría el cementerio nuclear?**
- **b) ¿Qué características tienen estos tipos de residuos que los hacen especialmente peligrosos?**
- **c) ¿Por qué se oponían los ecologistas del entorno de Ascó a la construcción del cementerio nuclear?**

a) Residuos radiactivos.

b) Permanecen activos durante cientos o miles de años. Y un escape radiactivo tiene consecuencias nefastas para la salud de las personas y para el medio ambiente.

c) Porque los residuos permanecen activos durante muchos siglos.

56 **Explica las siguientes frases.**

a) «Un regalo envenenado».

b) «Buena parte de los puestos de trabajo en el ATC son muy especializados, con lo cual no emplearán a un número significativo de personas del municipio».

c) «Los residuos permanecerán en el lugar que los acoja por los siglos de los siglos».

a) Hace referencia a que, por una parte, se ofertan numerosos puestos de trabajo para los habitantes de la zona cercana al ATC, pero, por otra, es a costa de almacenar residuos tóxicos.

b) Quiere decir que dichos puestos de trabajo no pueden ser adjudicados a cualquier persona, sino que requieren formación; por ejemplo, como ingeniero nuclear o similar.

c) Los residuos emiten sustancias radiactivas durante siglos, por lo que deben ser aislados muy bien.

57 **Haz una lista con las consecuencias positivas para un pueblo de albergar un almacén temporal de residuos nucleares y otra lista con las consecuencias negativas.**

Positivas:

- Desarrollo económico para el pueblo.
- Generación de nuevos puestos de trabajo.
- Más oportunidad de negocio para restaurantes, hoteles, etc., debido a la existencia de la nueva instalación.

Negativas:

- Más ajetreo en el pueblo: tráfico, etc.
- Peligro por el almacenamiento de los residuos en caso de accidente o desastre natural, como un terremoto.

58 **Un ATC, como este situado en Holanda, debe construirse a prueba de terremotos, explosiones, inundaciones e impactos de aviones. Explica por qué.**

Porque en caso de accidente, resultaría muy peligroso que las estructuras se modificaran debido a que los residuos radiactivos podrían verse liberados de los blindajes que los aíslan del exterior.

59 USA LAS TIC. **Elabora una encuesta entre amigos, compañeros y familiares y graba alguna entrevista. ¿Estarían dispuestos a apoyar la construcción de un ATC cerca de su ciudad? Recoge los resultados en forma de tabla y, con la ayuda de una hoja de cálculo, represéntalos gráficamente.**

Respuesta personal. Comentar a los alumnos que para poder tomar decisiones sobre asuntos de este tipo es interesante disponer de cierta cultura científica que permita valorar tanto las consecuencias positivas como las consecuencias negativas. Luego, cada cual tendrá su opinión, pero será después de haber analizado correctamente los pros y los contras de instalaciones de este tipo.

60 TOMA LA INICIATIVA. **¿Aprobarías la ubicación de un ATC en el entorno de tu ciudad a cambio de recibir ayudas para su desarrollo económico?**

Respuesta personal.

INVESTIGA

61 **Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, razona en tu cuaderno la veracidad de las frases siguientes. Cuando una bola desciende por un plano inclinado, su energía mecánica…**

a) **… se conserva siempre.**

b) **… disminuye siempre.**

c) **… se conserva solo si el plano está muy inclinado.**

Respuesta correcta: b. Debido al rozamiento. Si no existiese rozamiento, la energía mecánica se conservaría.

62 **En los resultados de esta experiencia, ¿influye la masa de la bola?**

En teoría, si no hay rozamiento no. Pero en la práctica, como hay rozamiento, sí, puesto que una masa mayor implica una fuerza normal mayor, lo que hace que la fuerza de rozamiento sea mayor.

63 **Imagina que, en lugar de emplear una bola, la experiencia se realiza haciendo que un taco de madera descienda por una rampa. ¿Se obtendrían los mismos resultados en cuanto a la variación de la energía mecánica del taco en los puntos superior e inferior de la rampa? Razónalo.**

No, porque la fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies que entran en contacto durante el desplazamiento.

64 **Si los resultados de la experiencia no coinciden con lo que podrías esperar teóricamente, valora las posibles causas de error.**

Los resultados no coinciden exactamente con la teoría porque existen pérdidas debido a la fuerza de rozamiento existente entre la bola y la rampa.