



Ámbito científico tecnolóxico

Educación a distancia semipresencial

Módulo 4

Unidade didáctica 5

Uso e transformación da enerxía

Índice

1.	Introdución.....	3
1.1	Descrición da unidade didáctica	3
1.2	Coñecementos previos	3
1.3	Obxectivos.....	3
2.	Secuencia de contidos e actividades	5
2.1	Enerxía	5
2.1.1	Formas da enerxía	5
2.1.2	Fontes da enerxía	6
2.1.3	Unidades da enerxía	11
2.1.4	Conservación da enerxía	11
2.2	Enerxía mecánica	12
2.2.1	Enerxía cinética.....	12
2.2.2	Enerxía potencial gravitacional	13
2.2.3	Enerxía mecánica.....	14
2.3	Traballo	15
2.3.1	Conservación da enerxía mecánica	19
2.4	Potencia	23
2.5	Función de proporcionalidade inversa	25
2.6	Lectura	27
3.	Resumo de contidos	29
4.	Actividades complementarias.....	30
5.	Exercicios de autoavaliación	32
6.	Solucionarios.....	34
6.1	Solucións das actividades propostas	34
6.2	Solución ás actividades complementarias.....	42
6.3	Solucións dos exercicios de autoavaliación	46
7.	Glosario.....	48
8.	Bibliografía e recursos.....	50

1. Introducción

1.1 Descrición da unidade didáctica

Na unidade 3 deste mesmo módulo estudamos os cambios no relevo terrestre, a tectónica de placas e o ciclo das rochas. Todos eses cambios precisan a utilización de cantidades enormes de enerxía, procedentes do vento, das augas, do Sol e do interior da Terra.

Tamén na nosa vida cotiá utilizamos acotío a enerxía: no funcionamento dos motores, cando acendemos unha lámpada, a cociña ou o televisor, cando xogamos un partido ou, simplemente, cando vivimos, xa que todos os seres vivos precisan unha achega de enerxía para realizaren as súas funcións vitais.

A enerxía é, sen dúbida, o concepto físico máis citado na vida ordinaria e nos medios de comunicación. O grao de desenvolvemento dunha sociedade pódese estimar polo uso que fai da enerxía. Unha persoa do mundo occidental utiliza centos de veces máis enerxía que outra dun país pouco desenvolvido. Aprenderemos a valorar o papel da enerxía na actualidade e recoñecer as fontes de enerxía e as súas limitacións.

Nesta unidade estudamos a enerxía en todas as súas formas. Analizaremos o traballo como un mecanismo de transferencia de enerxía e a potencia como a rapidez coa que se fai un traballo, para rematarmos coa aplicación do principio de conservación da enerxía mecánica en situacións sinxelas e na resolución de problemas numéricos.

Tomando como punto de partida a dependencia da potencia e o tempo no caso de faceren un certo traballo, revisaremos o concepto de magnitudes inversamente proporcionais para chegar a describir a función de proporcionalidade inversa, a súa gráfica e as súas características xerais.

1.2 Coñecementos previos

Moitos dos temas tratados nesta unidade didáctica foron, cando menos, introducidos noutras unidades anteriores. Citámolas de seguido.

- Do módulo 2, nas unidades 1, 2 e 3 trátase sobre a enerxía, a súa conservación, o traballo e a calor; na unidade 2 deste mesmo módulo descríbense as magnitudes directa e inversamente proporcionais.
- No módulo 3, unidade 7, descríbense os movementos uniforme e acelerado, e as súas ecuacións.
- Finalmente, no módulo 4, no que estamos, na unidade 1 trátanse as forzas, e na unidade 2 a relación entre forzas e movementos, é dicir, a dinámica de Newton.

1.3 Obxectivos

- Diferenciar as formas en que se pode presentar a enerxía.
- Clasificar as fontes de enerxía en renovables e non renovables.
- Valorar o papel da enerxía no mundo actual e a utilización de medidas de eficiencia no consumo de enerxía e no aforro enerxético.

- Identificar as formas de enerxía mecánica.
- Definir a enerxía cinética. Utilizar a fórmula:

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

- Calcular a enerxía cinética en diferentes situacións e expresala nas unidades de medida correspondentes.
- Definir a enerxía potencial. Utilizar a fórmula:

$$E_p = m g h .$$
- Calcular a enerxía potencial en diferentes situacións e expresala nas unidades de medida correspondentes.
- Aplicar a situacións concretas o principio da conservación da enerxía mecánica.
- Interpretar o traballo como un mecanismo de transferencia de enerxía e expresalo coas unidades adecuadas.
- Definir a potencia e utilizar as súas unidades de medida.
- Utilizar a fórmula $P = W/t$ para resolver problemas cotiáns sobre a potencia consumida por aparellos, e relacionar o tempo e o traballo realizado.
- Representar funcións de proporcionalidade inversa.
- Definir a función de proporcionalidade inversa.
- Analizar as propiedades da función de proporcionalidade inversa e aplicalas a exemplos de casos reais.

2. Secuencia de contidos e actividades





2.1 Enerxía

Non é doado dar unha definición clara da enerxía. A idea da enerxía foi establecéndose pouco a pouco entre os físicos, e non sempre foi ben comprendida ao longo do tempo.

A definición máis empregada actualmente é que a enerxía é a *capacidade que teñen os corpos de experimentar cambios ou de provocalos noutros corpos*. Pode parecer un tanto ambigua, así de entrada, pero probablemente sexa a máis xeral. Todos os cambios nos corpos (de posición, de velocidade, de estado de agregación, de forma, químicos, etc.) precisan a utilización de enerxía.

2.1.1 Formas da enerxía

A enerxía preséntase arredor de nós en diversas manifestacións, que chamamos *formas da enerxía*. Vemos unha cantas de seguido.

Enerxía mecánica A que teñen os corpos pola súa velocidade ou a súa posición	<ul style="list-style-type: none">■ Enerxía cinética	Teñen enerxía cinética todos os corpos que están en movemento.	
	<ul style="list-style-type: none">■ Enerxía potencial gravitatoria	É a enerxía que teñen os corpos polo feito de estaren situados a unha certa altura sobre a superficie da Terra.	
	<ul style="list-style-type: none">■ Enerxía potencial elástica	Os corpos elásticos (resortes, gomas, vigas...) teñen esta forma da enerxía cando están deformados (encollidos, estirados...)	
<ul style="list-style-type: none">■ Enerxía química			

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía térmica 	<p>É a enerxía que se transfere entre corpos por estaren a diferente temperatura.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía eléctrica 	<p>É a enerxía transportada pola corrente eléctrica, asociada ao movemento das cargas eléctricas.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía nuclear 	<p>É a enerxía liberada nas reaccións que ocorren nos núcleos dos átomos.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía radiante 	<p>É a enerxía transportada polas ondas electromagnéticas: luz, microondas, radiación ultravioleta, ondas de radio e TV...</p>	

2.1.2 Fontes da enerxía

Xa dixemos que o desenvolvemento da humanidade foi sempre ligado ao uso da enerxía. A descuberta de novas fontes de enerxía supuxo, en xeral, avances no benestar social, e permitiu novas técnicas de produción e traballo máis eficaces con menor esforzo.

As *fontes de enerxía* son os recursos naturais que empregamos para obtermos deles enerxía utilizable. As fontes de enerxía tradicionais son as máis utilizadas ata agora (madeira na antigüidade, carbón, petróleo, gas natural, hidráulica e nuclear); as fontes de enerxía alternativas (eólica, solar, mariñas...) están pouco utilizadas ou desenvolvidas aínda, pero o seu uso vai aumentando ano tras ano.

Outro xeito de clasificar as fontes de enerxía é dividilas en *renovables* e *non renovables*., como vemos nos cadros da páxina seguinte.




Fontes de enerxía non renovables

Son as que máis estamos utilizando no momento actual, e son as que se consumen a un ritmo moito maior do que a natureza pode producilas, así que se esgotarán inevitablemente: carbón, petróleo, gas natural, nuclear de fisión.

▪ Vantaxes

- Son relativamente baratas, malia os continuos incrementos que está a sufrir o prezo do petróleo.

- Son de doada extracción, debido a que as tecnoloxías para iso están moi desenvolvidas actualmente.
 - Permiten obter enerxía sen interrupcións sen estar practicamente condicionadas ás condicións ambientais nin meteorolóxicas.
 - Teñen un rendemento elevado.
- **Inconvenientes**
- As reservas naturais de combustibles son limitadas e nalgún momento han chegar a acabarse.
 - A combustión do carbón e do petróleo produce emisións de dióxido de carbono, óxidos de nitróxeno e óxidos de xofre, que provocan chuva ácida e quecemento da atmosfera (cambio climático e efecto invernadoiro).
 - O transporte dos hidrocarburos pode provocar mareas negras, como a nosa do Prestige.
 - A fisión nuclear produce residuos radioactivos que tardan milleiros de anos en perder a radioactividade, o que complica moito a súa almacenaxe.
 - As reservas de petróleo e gas natural están concentradas nuns cantos países, polo que a súa subministración e o seu prezo poden estar condicionados por factores económicos, sociais e políticos. Tamén ocorre algo semellante coa subministración de uranio.

Fontes de enerxía non renovables		
Carbón	É unha rocha sedimentaria producida pola descomposición de vexetais sepultados hai millóns de anos. No século XIX foi substituíndo a madeira polo seu maior poder calorífico (30 000 kJ cada quilogramo fronte a 14 000 kJ/kg da madeira). Hai varios tipos, dependendo da súa riqueza en carbono: antracita (>90%), hulla (75-90%), lignito (60-75%) e turba (<60%).	
Petróleo	Tamén foi producido hai millóns de anos a partir de restos biolóxicos enterrados por capas de sedimentos. É un líquido viscoso, negro, composto por unha mestura moi variada de hidrocarburos. Ademais de combustible, úsase como materia prima para producir plásticos e fibras sintéticas, medicinas, etc. Ten un poder calorífico de 40 000 kJ/kg aproximadamente, maior que o do carbón.	
Gas natural	É unha mestura de gases, principalmente metano (CH ₄) e outros hidrocarburos. Ten gran poder calorífico e, dentro dos hidrocarburos, é o de combustión máis limpa (pero desprende CO ₂).	
Enerxía nuclear	Obtense a partir do isótopo fisionable do uranio-235. O uranio natural ten só o 0,7 % de ²³⁵ U; cómpre enriquecelo en máquinas centrífugas ata o 3 %. A ruptura dos núcleos de uranio-235 libera moita calor, que se usa para producir electricidade. A desintegración de 1 g de uranio xera igual enerxía que 1 700 kg de petróleo. A fusión nuclear de núcleos lixeiros aínda non está desenvolvida, malia os esforzos en investigación. A enerxía producida nas estrelas e no sol débese á fusión nuclear dos isótopos do hidróxeno.	

Fontes de enerxía renovables




Son as fontes de enerxía que, ou ben practicamente non se esgotan (vento, enerxía do mar, radiación solar, xeotérmica) ou ben pódense producir ao mesmo ritmo que se consumen (biocombustibles, biomasa).

■ Vantaxes

- Son practicamente inesgotables, xa que se renovan continuamente.
- Non contaminan; a combustión da biomasa devólvelle ao aire o dióxido de carbono previamente absorbido polas plantas. Non producen residuos ou prodúcenos en escasa cantidade.
- Xéranse preto do lugar do seu consumo, evitando gastos de transporte. Diminúen a dependencia externa do abastecemento de combustibles; o desenvolvemento destas enerxías xera postos de traballo.
- O impacto ambiental é, xeralmente, menor que o producido pola extracción do carbón e petróleo.

■ Inconvenientes

- O seu uso permite, de momento, producir pequenas cantidades de enerxía.
- Debido ao seu escaso desenvolvemento, a súa extracción ou explotación son aínda caras.
- A produción dalgúns tipos está condicionada por factores meteorolóxicos (ausencia de vento, ondas no mar, días anubrados...), polo que esta produción pode ser descontinua.
- Tamén hai, nalgunhas, impactos ambientais, como os vales asolagados polos encoros, ou o dos aeroxeradores sobre a paisaxe e as aves.
- O rendemento enerxético aínda é baixo, en xeral, comparado co das enerxías non renovables.

Fontes de enerxía renovables		
Auga represada	[Enerxía hidráulica] A auga nos encoros está a gran altura, polo que ten enerxía potencial gravitacional. Cando cae, a velocidade da auga move turbinas que producen electricidade. É a fonte de enerxía renovable máis usada. En Galicia a enerxía da auga dos ríos foi moi utilizada en muíños, ferrarías e serrarías.	
Vento	O vento ten enerxía cinética. Usouse adoito en muíños de vento e barcos de vela. Hoxe prodúcese electricidade en aeroxeradores (un conxunto é unha <i>central eólica</i>). O seu uso é cada vez máis frecuente: Galicia prevé a curto prazo a instalación de varios parques, ademais dos que xa hai. Os aeroxeradores actuais logran rendementos dun 50 %, bastante preto do máximo teórico do 59 %.	
Auga do mar	[Enerxía mareomotriz] A diferenza de altura da auga do mar entre o abalo e o devalo aprovéitase para turbinala e producir electricidade, facendo un dique que represe a auga. Na Bretaña francesa hai unha famosa central deste tipo (La Rance). Tamén hai proxectos para aproveitar a enerxía das ondas e das correntes mariñas, producindo electricidade.	

Radiación solar	<p>Á Terra chega unha enerxía por radiación solar 4 000 veces maior que a que consome a humanidade. Os organismos fotosintéticos (plantas, etc.) levan millóns de anos usando esta enerxía. Hoxe aproveitámola de dous xeitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Solar térmica: produce auga quente para uso doméstico e calefacción. Pode ser de baixa temperatura (paneis solares) ou de alta, se a radiación se concentra mediante espellos, o que quenta un fluído e produce electricidade. – Solar fotovoltaica: produce directamente electricidade cando a radiación solar incide nun material semiconductor apropiado. Dentro da Unión Europea, España é un dos países que ten máis produción deste tipo de enerxía. 	
Calor interna da Terra	<p>[Enerxía xeotérmica] O interior da Terra está a elevada temperatura (os volcáns son unha proba). A auga quente que sae espontaneamente nalgúns lugares pode aproveitarse para calefacción ou uso sanitario e doméstico, ou para producir electricidade; tamén pode inxectarse auga fría no solo e sacala quente.</p>	
Biomasa	<p>É materia orgánica, vexetal ou animal, non fosilizada. Foi a primeira fonte de enerxía usada pola humanidade (á parte da súa forza física e a dos animais). Hoxe pódese usar por combustión directa ou por transformación en <i>biocombustibles</i>, como o bioetanol, o biodiésel e o biogás.</p>	

Á vista de todo o exposto, entanto que as fontes de enerxía renovables non se xeneralicen, debemos adoptar hábitos que reduzan o consumo enerxético e potencien o desenvolvemento sustentable. Con pequenas medidas a nivel local podemos conseguir reducir o gasto enerxético e o impacto ambiental:

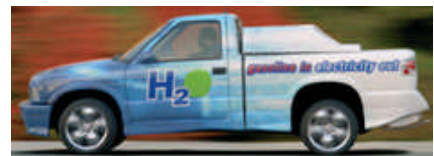
- Utilizando o transporte público sempre que sexa posible
- Circulando a velocidade moderada, xa que as altas velocidades disparan o consumo de combustible nos automóbiles.
- Apagando os aparellos eléctricos cando non se utilicen. Moitos dos actuais quedan en *stand by* cando os apagamos, e seguen consumindo electricidade continuamente.
- Utilizando lámpadas de baixo consumo; non deixalas acendidas se non se van usar. Aproveitar ao máximo a luz natural.
- Mantendo a calefacción e o aire condicionado a temperaturas razoables.
- Usando electrodomésticos de clase A, que son os máis eficientes.
- Reciclando e reutilizando os materiais sempre que se poida; utilizando materiais biodegradables. Moitos residuos son debidos a envases e envoltorios facilmente evitables.
- En xeral, evitando o consumo innecesario, tanto de enerxía como de materias primas.

Os estudos da Axencia Internacional da Enerxía estiman que un uso racional da enerxía permitiría aforrar entre o 25 % e o 35 % do consumo mundial. A diversificación das fontes enerxéticas consiste en ir diminuindo o uso das fontes non renovables para potenciar o uso das enerxías alternativas.

Actividades propostas

- S1.** A madeira foi utilizada pola humanidade para producir lume e foi, probablemente, a primeira e única fonte de enerxía utilizada masivamente. Hai moitos anos, esta fonte era renovable. Cre que hoxe, co nivel de vida que temos, seguiría a ser renovable?
- S2.** Que vantaxes ten o uso da enerxía nuclear de fisión? Que desvantaxes?
- S3.** Que significa o termo *sustentabilidade*? Se non o sabe, busque o seu significado. O uso do petróleo, é sustentable?
- S4.** Que persoa consome máis enerxía nun ano: un chinés, un norteamericano ou un africano? Razóeo.
- S5.** Marque o correcto: ao usarmos enerxía solar fotovoltaica para obtermos electricidade:
- ☐ Producimos enerxía eléctrica de día e de noite.
 - ☐ Emitimos dióxido de carbono.
 - ☐ Empregamos paneis que teñen células fotoeléctricas.
 - ☐ Producimos residuos eléctricos..
- S6.** A enerxía solar térmica:
- ☐ Emite dióxido de carbono e outros gases.
 - ☐ Produce auga quente.
 - ☐ Produce electricidade.
 - ☐ Emprega aeroxeradores.
 - ☐ É adecuada en todos os lugares.
- S7.** Aínda que non é unha fonte de enerxía propiamente dita, terá oído falar das pilas de combustible ou das pilas de hidróxeno, por exemplo para utilizalas nos coches.

Busque información en libros de texto, en enciclopedias ou en internet; se as previsións non erran, pode ser a fonte de enerxía que utilizarán os automóbiles no futuro non moi lonxe.



2.1.3 Unidades da enerxía

No sistema internacional de unidades a enerxía mídese en joules (símbolo J). Máis adiante veremos a relación entre o joule e outras unidades do SI. Para que se faga unha idea de canto é un joule, levantar un corpo dun quilogramo ata unha altura dun metro precisa unha enerxía de case 10 J. Hai outras unidades para medir a enerxía, fóra do SI. Velaquí algunhas equivalencias:

Nome	Símbolo	Equivalencia
▪ Quilopondímetro	kpm	1 kpm = 9,807 J
▪ Caloría	cal	1 cal = 4,186 J
▪ Tonelada equivalente de carbón	tec	1 tec = 29,3 GJ = $2,93 \cdot 10^{10}$ J
▪ Tonelada equivalente de petróleo	tep	1 tep = 41,87 GJ = $4,187 \cdot 10^{10}$ J
▪ Ergo	erg	1 erg = 10^{-7} J

2.1.4 Conservación da enerxía

É doado decatarse de que unhas formas da enerxía se transforman noutras. Por exemplo, a solar transfórmase en eléctrica nas células fotovoltaicas; a eléctrica en cinética e calor nun motor que eleva auga a certa altura; esta auga tena agora potencial gravitacional, que pode transformarse en cinética se se deixa caer sobre turbinas, que producen electricidade...

Un dos logros da física foi descubrir que ao longo de todas estas transformacións da enerxía o seu valor total non cambia: permanece constante. Hoxe sabemos que a enerxía total do universo é constante: transfórmase, pero non se crea nin se destrúe, non aumenta nin diminúe.

Pero non sempre estivo claro. Houbo moitos intentos de construír máquinas que funcionasen continuamente sen enerxía, algunhas moi curiosas (pódeo buscar en internet; pescude por exemplo con *móbil perpetuo*).

Actividade proposta

S8. Indique o tipo de transformación de enerxías que ten lugar en cada proceso:

- O sol evapora a auga do mar.
- A nube descarga chuvia que se recolle nun encoro.
- A auga move as turbinas da central eléctrica.
- As turbinas producen electricidade.
- A electricidade move un elevador hidráulico nun taller.
- O elevador sobe un coche a 1.4 m de altura.

2.2 Enerxía mecánica

Xa vimos ao principio desta unidade didáctica que a enerxía mecánica é unha forma da enerxía, que engloba as enerxías cinética, potencial gravitacional e potencial elástica. Imos estudar de seguido as dúas primeiras.

2.2.1 Enerxía cinética

A palabra *cinética* procede do grego *kinetikós* (que move). Así, a enerxía cinética é a que ten un corpo debida ao seu movemento. Todo corpo que está en movemento ten enerxía cinética. Un paxaro voando, un proxectil, un asteroide, unha persoa camiñando, teñen enerxía cinética. Pola experiencia sabemos que a enerxía cinética é maior canto maiores sexan a velocidade do corpo e a súa masa.

Os estragos que produce un vehículo cando bate contra algo son maiores canto maiores sexan a súa masa (un camiión estraga máis que unha motocicleta) e a súa velocidade (hai máis desfeita cando se vai a 120 km/h que a 60 km/h).

A partir da definición de traballo –que veremos máis adiante– pódese demostrar que a fórmula para calcular a enerxía cinética é (sendo m a masa do corpo e v a súa velocidade):

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Vexa que da fórmula se deduce que a enerxía cinética é directamente proporcional á masa do corpo e tamén ao cadrado da velocidade. Isto ten moita importancia ao conducirmos un vehículo: a enerxía cinética do seu automóbil é catro veces maior se vai ao dobre de velocidade. E unha enerxía catro veces maior significa que, en caso de accidente, os estragos serán –inevitabilmente– catro veces maiores. Lembre isto cando conduza!

Actividade resolta

Cálculo da enerxía cinética dun coche de 1 200 kg cando circula a:

■ 50 km/h	50 km/h = 13.89 m/s; $E_c = \frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left(13.89 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 115759 \text{ J}$
■ 100 km/h	100 km/h = 27,78 m/s; $E_c = \frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left(27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 463037 \text{ J}$
■ 150 km/h	150 km/h = 41,67 m/s; $E_c = \frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left(41,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1041833 \text{ J}$
■ Que deduce do último resultado comparado co primeiro, cando a velocidade é tres veces maior?	Que a enerxía cinética é 9 veces maior: $\frac{1041833 \text{ J}}{115759 \text{ J}} = 9$

Actividades propostas

- S9. Canto diminúe a enerxía cinética dunha persoa de 65 kg que pasa de correr (6 m/s) a camiñar (1 m/s)?
- S10. Unha moto de 150 kg móvese a 50 km/h. Acelera ata ter unha velocidade de 75 km/h. Canta enerxía lle proporcionou o motor ao vehículo? De onde saíu?

2.2.2 Enerxía potencial gravitacional

Xa sabemos que o planeta Terra atrae todos os corpos cara ao seu centro (cara a abaixo, dicimos habitualmente). Para cambiar a posición dun corpo desde o chan ata outro punto máis alto, precísase enerxía. Pois ben, cando o corpo finalmente está nesa posición elevada ten *enerxía potencial gravitacional*, aínda que estea en repouso. Así, a auga dun depósito que está a 3 m de altura ten enerxía potencial; se a deixamos caer enriba das palas dunha turbina pode producir electricidade: a enerxía potencial gravitacional transfórmase en enerxía eléctrica, daquela a auga tiña enerxía!

A enerxía potencial gravitacional é, en xeral, a enerxía que ten un corpo debida á súa posición nun campo gravitacional (terrestre ou calquera outro). Tamén a partir do traballo demóstrase que a fórmula para calcular a enerxía potencial gravitacional é

$$E_p = m g h$$

Deducimos que esta enerxía é directamente proporcional á masa do corpo e á altura en que estea situado.

Actividade resolta

Calcule a enerxía potencial dun bloque de pedra de 500 kg que está enriba dunha trabe a 4 m de altura.

Solución

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 4 \text{ m} = 19\,600 \text{ J}$$

Actividades propostas

- S11. Un operario levanta un balde con 10 kg de pintura ata unha altura de 12 m. Canta enerxía potencial ten a pintura cando está arriba? De onde saíu esa enerxía?
- S12. Un corpo A ten o dobre de masa e está ao dobre de altura que outro corpo B. Cantas veces máis enerxía potencial ten o corpo A que o B?

- S13.** Dous corpos coa mesma masa están á mesma altura, un na Terra e outro en Marte. Teñen a mesma enerxía potencial os dous? Explíqueo.
- S14.** Unha nave espacial móvese moi lonxe da Terra. Ten enerxía cinética? Ten enerxía potencial gravitacional?
- S15.** Calcule canto aumenta a enerxía potencial dunha persoa de 65 kg cando sobe desde o terceiro piso dun edificio ata o sétimo. A altura entre cada dous pisos é 2,75 m.

2.2.3 Enerxía mecánica

Agora xa podemos dar unha definición máis precisa da enerxía mecánica: a enerxía mecánica dun corpo é *a suma das súas enerxías potencial e cinética*:

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$$

Actividade resolta

Un avión de 14 000 kg voa a 900 km/h a unha altura de 9 km. Calculamos:

<ul style="list-style-type: none"> A súa enerxía cinética 	$900 \frac{km}{h} = 250 \frac{m}{s}; \quad E_c = \frac{1}{2} \cdot 14\,000 \cdot 250^2 = 4,375 \cdot 10^8 J$
<ul style="list-style-type: none"> A enerxía potencial gravitacional 	$E_p = m g h = 14\,000 kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 9\,000 m = 1,235 \cdot 10^9 J$
<ul style="list-style-type: none"> A enerxía mecánica do avión 	$E = E_c + E_p = 4,375 \cdot 10^8 + 1,235 \cdot 10^9 = 1,67 \cdot 10^9 J$

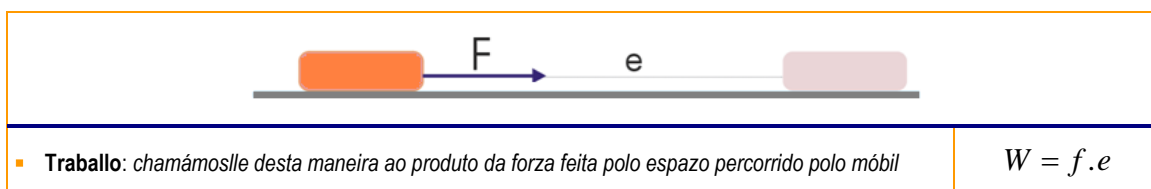
Actividade proposta

- S16.** Un coche de 1 000 kg móvese cunha velocidade de 60 km/h. A súa enerxía mecánica é de 200 000 J.
- Canta enerxía potencial ten o coche?.
 - A que altura está?.

2.3 Traballo

A palabra traballo utilízase moito na linguaxe habitual con diversos significados. Fíxese nas frases seguintes e os diferentes significados que lles podemos dar: ter traballo; ter que facer un traballo; vaia traballo!; un traballo ben feito; que traballos nos manda o Señor! A todos estes significados hai que engadirllles un: o que entendemos por traballo en ciencias. Ímolo ver.

Fíxese no corpo da figura. Facemos unha forza sobre el e movémolo unha distancia (e):



Úsase a letra W para o traballo porque a palabra equivalente en inglés é *work*. Se facemos unha forza de 1 newton e o corpo se move 1 metro, facemos un traballo de 1 joule:

$$W = F \cdot e = 1\text{N} \cdot 1\text{m} = 1\text{J}$$

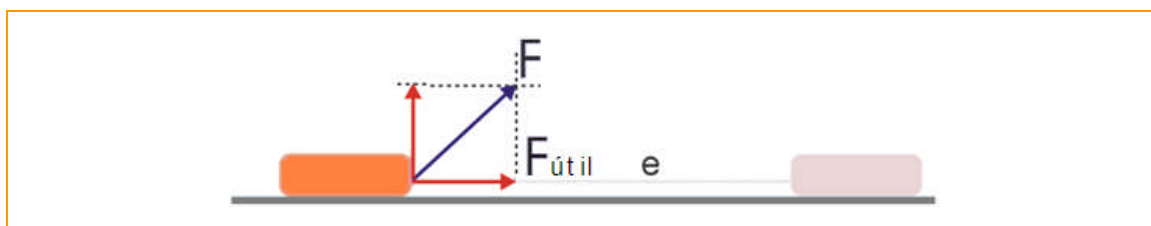
Así que a unidade de traballo é exactamente a mesma que a unidade de enerxía, aínda que traballo e enerxía non sexan o mesmo; lembre entón que:

$$1\text{J} = 1\text{N}\cdot\text{m}$$

E que ocorre se a forza non ten a mesma dirección que o desprazamento do corpo? Observe na figura seguinte:



A definición anterior non nos vale; temos que descompoñer a forza F en dúas compoñentes, unha coa dirección do desprazamento e outra perpendicular:



A compoñente perpendicular ao movemento non axuda (nin prexudica) o avance do corpo, así que en física dicimos que non fai traballo: as forzas perpendiculares á traxectoria non traballan. A outra compoñente da forza é a forza útil, que si vale para desprazar o corpo: é a parte da forza que si traballa.

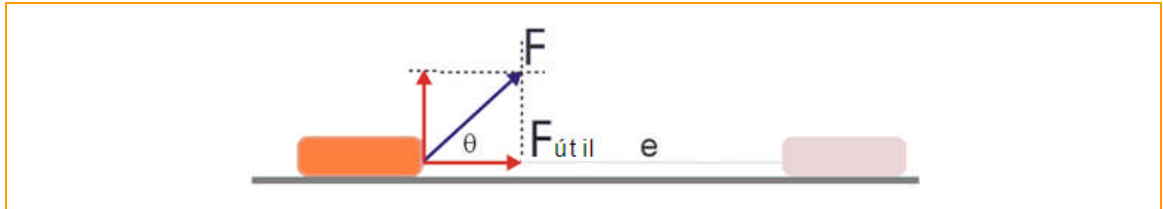
Por iso definimos o traballo máis precisamente como:

$$W = F_{\text{útil}} \cdot e$$

Se θ é o ángulo que forma a forza F coa dirección do movemente, a trigonometría permítenos calcular facilmente a compoñente útil da forza:

$$F_{\text{útil}} = F \cdot \cos \theta$$

Se aínda non sabe trigonometría, non se preocupe: as calculadoras permiten saber o coseno dun ángulo directamente, premendo na tecla \cos .



Substituíndo o anterior na fórmula inicial do traballo, quédanos finalmente:

$$W = F_{\text{útil}} \cdot e = F \cdot e \cdot \cos \theta$$

sendo F a forza total que facemos sobre o corpo, e o espazo percorrido e θ o ángulo entre a forza e o desprazamento.

Se facemos forza pero o corpo non se move, o espazo vale cero ($e = 0$) e non hai traballo. Se empurramos unha parede con toda a nosa forza, non traballamos nada, porque a parede non se move! Os nosos músculos cansan de facer forza, aínda que non traballemos. Do mesmo xeito, se estamos dúas horas termando dunha pesada maleta sen movela, tampouco traballamos nada.

De xeito análogo, un corpo pode moverse sen que se lle faga forza (lembre a 1ª lei da dinámica). Neste caso tampouco hai traballo: se non hai forza, $F = 0$ e non hai traballo.

Hai un terceiro caso bastante curioso, que xa o comentamos: se a forza que se fai sobre o corpo é perpendicular ao traxecto, entón non traballa. Isto é así porque $\cos 90^\circ = 0$ (pode comprobalo coa calculadora). Por exemplo, se leva a maleta colgando do brazo ao longo dun corredor horizontal, non traballa! Fíxese no esquema da figura:



A forza tira da maleta verticalmente cara arriba, e o desprazamento da maleta é horizontal: forman 90° e, polo tanto, a forza non fai traballo. Isto pode parecer absurdo a primeira vista, pero é razoable se pensamos en termos enerxéticos, como faremos máis adiante.

Por último, pode ocorrer que o ángulo entre a forza e o desprazamento sexa maior que 90° (ángulo obtuso). Daquela o coseno dese ángulo é negativo (compróbeo coa calculadora) e o traballo resulta negativo. É lóxico, pense que esa forza tira cara a atrás do corpo e está a dificultar o seu avance.



Relación entre traballo e enerxía

Anteriormente dixemos que o traballo e a enerxía se miden coa mesma unidade, pero que non son o mesmo. Aclaremos isto.

O traballo é *unha acción*: só existe entanto que se estea a facer, é dicir, mentres facemos a forza e se move o corpo. Non se pode gardar nin almacenar un traballo, non ten sentido (como tampouco se pode gardar un paseo, por exemplo, xa que é unha acción). A enerxía si que é almacenable: unha lata con gasolina ten enerxía química almacenada e pode estar así anos; unha rocha no alto dun monte ten enerxía potencial almacenada.

Pero si que hai unha conexión entre o traballo e a enerxía: *o traballo feito sobre un corpo aumenta ou diminúe a súa enerxía*. Ou dito doutra forma, o traballo é un dos mecanismos para transferir enerxía (o outro é a calor).

Vexamos uns exemplos:

- O motor fai forza sobre un coche, e a forza traballo; este traballo invéstese en aumentar a enerxía cinética do automóbil.
- Un guindastre levanta unha peza de ferro. O traballo feito pola máquina aumenta a enerxía potencial da peza.
- Unha manivela move unha dínamo. O traballo feito pola nosa man sobre a manivela transfórmase en enerxía eléctrica.
- Unha caixa é arrastrada polo chan. O traballo feito pola forza de rozamento transfórmase en enerxía calorífica.

Así que o traballo se transforma en enerxía. Pero tamén é certo o contrario: a enerxía pode transformarse en traballo. Exemplos:

- A enerxía eléctrica úsase nun motor para facer o traballo de elevar unha carga.
- A enerxía química do biodiésel úsase para que o motor dun camiión faga o traballo de subir unha costa.
- A enerxía potencial elástica acumulada nun resorte comprimido emprégase para disparar un proxectil contra unha peza de madeira e perforala, o que require facer un traballo sobre a madeira.

En definitiva, podemos escribir que:

$$W = \Delta E$$

É dicir: o traballo invéstese en variar a enerxía dun corpo.

Actividades resoltas

Calculemos o traballo se a forza vale 400 N, o espazo percorrido tres metros e o ángulo entre a forza e o percorrido 40° .

Solución

$$W = F \cdot e \cdot \cos \theta = 400 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} \cdot \cos 40^\circ = 1200 \text{ N m} \cdot 0,7660 = 919,2 \text{ J}$$

Empurramos un coche que non arrinca cunha forza de 500 N ao longo de catro metros. Canto traballo fixemos?

Solución

$$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = 500 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot 1 = 2000 \text{ J}$$

Unha persoa levanta unha caixa de 4 kg desde o chan ata unha altura de 1,77 metros.

- Canto traballo fai?
- Canto traballo fai a forza gravitacional da Terra?
- Como son eses dous traballos?

Solución

$$W = F \cdot e \cdot \cos 0^\circ = \text{peso} \cdot e \cdot \cos 0^\circ = 39,2 \text{ N} \cdot 1,77 \text{ m} \cdot 1 = 69,38 \text{ J}$$

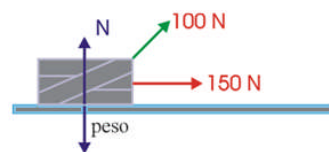
A caixa sobe e a forza que lle fai a Terra diríxese cara a abaixo; daquela o ángulo entre a forza e o espazo percorrido é 180° . Entón $W = F \cdot e \cdot \cos 180^\circ = 39,2 \text{ N} \cdot 1,77 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ = -69,38 \text{ J}$

Son iguais e de signos contrarios

Actividades propostas

S17. Se sobre un corpo actúan varias forzas, cada unha fai o seu propio traballo. O traballo total efectuado sobre o obxecto é a suma dos traballos individuais.

Sobre a caixa de froita da figura, de 20 kg de masa, actúan as forzas que mostra a figura. A caixa avanza sobre o chan unha distancia de 15 metros. A forza de 100 N está inclinada 45° .



- Ache o peso e a forza normal (olho, neste caso non vale o mesmo que o peso)
- Calcule o traballo que fai cada unha das forzas.

S18. Un rapaz fai unha forza de 40 N para levantar unha peza a catro metros de altura con velocidade constante.

- Canto traballo fixo?

- Canto aumentou a enerxía potencial da peza?
- Cúmrese que o traballo feito é igual ao aumento de enerxía potencial da peza?

S19. Un coche de 990 kg que estaba parado arranca e aumenta a súa velocidade ata alcanzar os 100 km/h.

- Canto aumentou a súa enerxía cinética?
- Canto traballo fixo o motor do coche?

2.3.1 Conservación da enerxía mecánica

Vimos nesta unidade que a enerxía se conserva constante no universo. Este é un principio fundamental na física: non se coñece ningún proceso en que non se cumpra.

Principio de conservación da enerxía mecánica

Hai un caso particular deste principio de conservación, chamado principio de conservación da enerxía mecánica, pero só é verdadeiro baixo certas condicións. Este principio establece que *se as únicas forzas que fan traballo sobre un corpo son a gravitacional, a elástica e a electrostática, daquela a enerxía mecánica do corpo é a mesma en todos os puntos da súa traxectoria*: a enerxía mecánica consérvase constante.

Dous casos frecuentes en que non se conserva a enerxía mecánica son cando hai rozamento ou cando hai forzas de tracción (motores, tensión de cables, as forzas que facemos co noso corpo...) Neste caso o traballo feito por estas forzas invístese en variar a enerxía mecánica:

$$W_n = E_{final} - E_{inicial} = E - E_o = \Delta E$$

Sendo W_n o traballo feito polas forzas que non son nin o peso nin as elásticas (nin as electrostáticas). Daquela, o traballo feito polo motor dun coche vai parar en aumentar a enerxía mecánica do coche; o traballo feito polo rozamento sempre diminúe a enerxía mecánica dos corpos, e acaba transformándose en calor.

Actividades resoltas

Deixamos caer unha pedra de 2 kg desde unha altura de 100 m, supondo nulo o rozamento contra o aire. Calculamos:

- O valor da enerxía cinética, potencial e mecánica no punto inicial do percorrido.

Solución

No inicio do percorrido non se move, non ten enerxía cinética. Pero si que ten enerxía potencial gravitacional:

$$E_p = m g h = 2 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 100 \text{ m} = 1960 \text{ J}$$

Xa que logo, a enerxía mecánica no punto inicial é $E = E_c + E_p = 0 + 1960 \text{ J} = 1960 \text{ J}$.

- O valor da enerxía mecánica cando está a 30 m de altura sobre o chan.

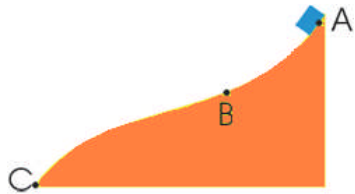
<p>Solución</p>	<p>Calculemos a velocidade do corpo cando está a 30 m de altura sobre o chan. Leva percorridos 70 m; a velocidade nese intre é:</p> $v^2 = v_o^2 + 2ae = 0 + 2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 70 m = 1372 \frac{m^2}{s^2}$ <p>polo que a súa enerxía cinética é:</p> $E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 kg \cdot 1372 \frac{m^2}{s^2} = 1372 J ,$ <p>entanto que a enerxía potencial a esa altura é:</p> $E_p = mgh = 2 kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 30 m = 588 J .$ <p>A enerxía mecánica resulta ser:</p> $E = E_c + E_p = 1372 J + 588 J = 1960 J ,$ <p>o mesmo valor que tiña no punto inicial.</p>
------------------------	---

- A enerxía mecánica cando está xusto a piques de bater contra o chan.

<p>Solución</p>	<p>Cando xusto chega ao chan, a altura é cero e non ten enerxía potencial; a velocidade coa que chega o corpo é:</p> $v^2 = v_o^2 + 2ae = 0 + 2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 100 m = 1960 \frac{m^2}{s^2} ,$ <p>e a enerxía total resulta ser</p> $E = E_c + E_p = 1960 J + 0 = 1960 J .$
------------------------	--

Xa que logo, a enerxía mecánica vale o mesmo nos tres puntos do percorrido. A enerxía potencial gravitacional vai diminuindo ao tempo que aumenta a enerxía cinética do corpo, de xeito que a súa suma (a enerxía mecánica) non cambia.

O principio de conservación, cando se pode aplicar, permite resolver moitos exercicios de dinámica, aparentemente complicados, dun xeito bastante fácil, como é este caso:

<p>Un bloque de 4 kg lánzase ao longo dunha costa ondulada sen rozamento cunha velocidade inicial de 4 m/s. Calculamos a velocidade con que pasará polos puntos B e C do percorrido [altura do punto A = 10 m; altura do punto B = 6 m; o punto C está no chan].</p>	
<p>Solución</p>	<p>Resolver este exercicio usando as ecuacións da dinámica de Newton é moi difícil debido á ondulación da costa. As forzas que actúan sobre o corpo no percorrido son o peso e a forza normal. Pero esta última non fai traballo, por ser sempre perpendicular á traxectoria (aínda que non sexa recta); a única forza que traballa é o peso, e polo tanto cúmprese o principio de conservación da enerxía mecánica en todo o percorrido. A enerxía mecánica do corpo é a mesma nos puntos A, B e C.</p> <p>No punto inicial, a súa enerxía mecánica é:</p>

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2} \cdot 4\text{kg} \cdot \left(4\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 4\text{kg} \cdot 9,8\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10\text{m} = 32\text{J} + 392\text{J} = 424\text{J}$$

No punto intermedio B, a enerxía mecánica ten que seguir valendo o mesmo, 424 J.

Daquela:

$$424\text{J} = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2} \cdot 4\text{kg} \cdot v_B^2 + 4\text{kg} \cdot 9,8\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 6\text{m} = 2\text{kg} \cdot v_B^2 + 235,2\text{J}$$

Despexando a velocidade:

$$2\text{kg} \cdot v_B^2 = 424\text{J} - 235,2\text{J} = 188,8\text{J} \rightarrow v_B = \sqrt{\frac{188,8\text{J}}{2\text{kg}}} = 9,72\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

E o mesmo ocorre no punto C, a enerxía mecánica tamén segue valendo 424 J, e resolvemos do mesmo xeito:

$$424\text{J} = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2} \cdot 4\text{kg} \cdot v_C^2 + 4\text{kg} \cdot 9,8\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0\text{m} = 2\text{kg} \cdot v_C^2 + 0$$

(no punto C a altura é cero e polo tanto a enerxía potencial tamén é cero).

Despexando a velocidade:

$$2\text{kg} \cdot v_C^2 = 424\text{J} \rightarrow v_C = \sqrt{\frac{424\text{J}}{2\text{kg}}} = 14,56\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Un coche de 1000 kg vai a 72 km/h por unha estrada horizontal cun coeficiente de rozamento 0,3. O automóbil ponse en punto morto. Cantos metros percorrerá ata parar?



Solución

Non se conserva a enerxía mecánica, xa que o rozamento fai traballo neste caso. Comecemos calculando o traballo feito polo rozamento:

$$W_{roz} = F_{roz} \cdot e \cdot \cos \theta = \mu N \cdot e \cdot \cos \theta = 0,3 \cdot 9800\text{N} \cdot e \cdot \cos 180^\circ = -2940\text{N} \cdot e$$

sendo e o espazo percorrido polo automóbil, tendo en conta que $\cos 180^\circ = -1$ e que a forza normal é igual ao peso neste caso.

A enerxía mecánica inicial do coche é só cinética (non ten potencial porque $h = 0$), e vale:

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

No intre final, cando o coche quede finalmente parado, non ten enerxía mecánica, xa que a cinética é cero e a potencial segue sendo cero. Xa que logo,

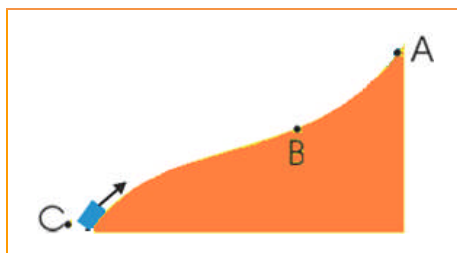
$$W = \Delta E \rightarrow -2940\text{N} \cdot e = 0 - 200000\text{J} \rightarrow e = \frac{-200000\text{J}}{-2940\text{N}} = 68\text{m}$$

O coche parará logo de percorrer 68 metros.

Onde foi parar a enerxía que tiña o coche inicialmente? En calor nas rodas, no asfalto e, un pouco, no aire e no propio coche.

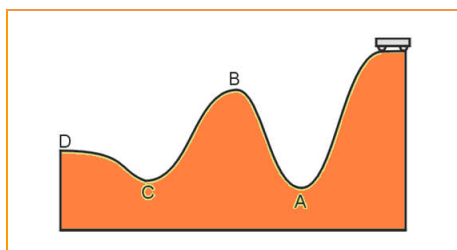
Actividades propostas

- S20.** Na mesma costa dun exemplo anterior, imaxine que o corpo é lanzado costa arriba desde o punto C coa mesma velocidade coa que chegou, 14,56 m/s.



- Cal sería a súa velocidade ao pasar polo punto B?
- E polo punto A?

- S21.** A vagoneta dunha montaña rusa pesa 2000 N. Sae do punto máis alto (40 m) sen velocidade inicial. As alturas dos puntos A, B, C e D son, respectivamente, 2 m, 30 m, 8 m e 10 m. O rozamento suporémolo desprezable.



- Calcule a enerxía mecánica inicial da vagoneta.
- Calcule as enerxías potencial e cinética no punto A do percorrido.
- Determine a velocidade no punto A anterior.
- Con que velocidade chegará ao punto final D?

- S22.** Un pequeno meteorito de 2 kg entra na atmosfera e a 12 km de altura sobre a superficie da Terra leva unha velocidade de 500 m/s.

- Calcule con que velocidade baterá contra o chan, supoñendo desprezable o rozamento contra o aire e que a gravidade vale sempre $9,8 \text{ m/s}^2$.
- Calcule de novo esa velocidade, pero supondo agora que perde o 40 % da súa enerxía inicial polo rozamento contra o aire.

- S23.** Unha moto de 300 kg sobe unha costa inclinada. No punto máis baixo da costa a velocidade da moto era 40 km/h; acelera e, logo de gañar 100 m en altura, a súa velocidade é 70 km/h.

- Calcule a enerxía inicial da moto.
- Calcule a enerxía mecánica da moto logo de subir os 100 m.
- Se non hai rozamentos no percorrido, canto traballo fixo o motor da moto?
- E se o traballo contra o rozamento do asfalto no percorrido foi -220 000 J, canto traballo fixo o motor do vehículo?

2.4 Potencia

Temos dous motores. Un deles fai un traballo de 10^6 joules en dous minutos, e o outro fai un traballo de 10^6 J en 15 minutos. Os dous fan o mesmo traballo, pero son iguais os dous motores? A lóxica xa nos din que non; os dous motores fan o mesmo traballo, si, pero un en menos tempo que o outro; na linguaxe habitual dicimos que un motor é máis potente que outro. Cal é o máis potente? Pois o que fai o mesmo traballo en menos tempo.

En física definimos a potencia como o cociente entre o traballo feito e o tempo que se tardou en facelo

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Traballo}}{\text{tempo}}; \quad P = \frac{W}{t}$$

No exemplo anterior dos dous motores, o primeiro ten unha potencia de:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{10^6 \text{ J}}{120 \text{ s}} = 8333 \text{ watts}$$

entanto que o segundo ten unha potencia de:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{10^6 \text{ J}}{15 \cdot 60 \text{ s}} = 1111 \text{ watts}$$

Queda claro que o primeiro motor é o máis potente. Un motor máis potente non é que faga máis traballo, senón que o fai máis rápido, en menos tempo.

Unidades

A unidade de potencia no SI é o watt (símbolo W), que se chama así en honra a James Watt, que desenvolveu a máquina de vapor, o que deu lugar a revolución industrial. Un watt é a potencia dun aparello que fai un traballo de 1 joule nun segundo.

Da definición de potencia dedúcese outra forma para calcular o traballo. O produto da potencia polo tempo é o traballo:

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow W = P \cdot t$$

Historicamente, a primeira unidade de potencia foi o *cabalo de vapor*. Watt comparou o traballo que podía facer a súa máquina de vapor sacando mineral dunha mina co que facía un cabalo. A equivalencia é:

$$1 \text{ cabalo de vapor (CV)} = 735,5 \text{ W}$$

Hai outro cabalo, o HP (*Horse Power*), utilizado polos anglosaxóns, que equivale a 745,7 watts aproximadamente.

Como xa vimos, $W = P \cdot t$, así que multiplicando unha unidade de potencia (P) por unha de tempo (t) sae unha unidade de traballo. Isto é o que ocorre co kWh, o quilowatt hora: é unha unidade de traballo (ou enerxía); vén sendo o traballo que fai un motor dun quilowatt traballando durante unha hora. A súa equivalencia en joules é:

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ J} = 3.6 \text{ MJ}$$

Esta unidade de traballo e enerxía é moi utilizada polas compañías eléctricas para establecer as tarifas. No momento en que se escribe isto, a compañía eléctrica máis estendida en Galicia cobra o kWh a 0,11 euros para uso doméstico. Velaquí algunhas potencias típicas:

Aparello	Potencia
▪ Lámpada de baixo consumo	15 W
▪ Unha persoa	300 W
▪ Unha calculadora	0,000 4 W
▪ Un computador	250 W
▪ Unha lavadora de roupa	2 000 W
▪ Un coche	73.5 kW
▪ A central termoeléctrica das Pontes de G. Rodríguez	1 500 MW
▪ Unha minicentral hidráulica galega típica	5 MW
▪ Unha central nuclear	1 000 MW
▪ Avión Airbus 380	74 MW
▪ Lanzadeira espacial	8,8 GW

Actividades resoltas

Un frigorífico ten unha potencia de 300 watts. Canto traballo fai en doce horas?

Solución	$W = P \cdot t = 300 \text{ W} \cdot (12 \cdot 3600) \text{ s} = 1,296 \cdot 10^7 \text{ J}$ (lembre que 1 h = 3600 s)
-----------------	--

Unha atleta ten 450 W de potencia. Canto tempo tarda en facer un traballo de 12 000 J.

Solución	$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{12\,000 \text{ J}}{450 \text{ W}} = 26,7 \text{ s}$
-----------------	--

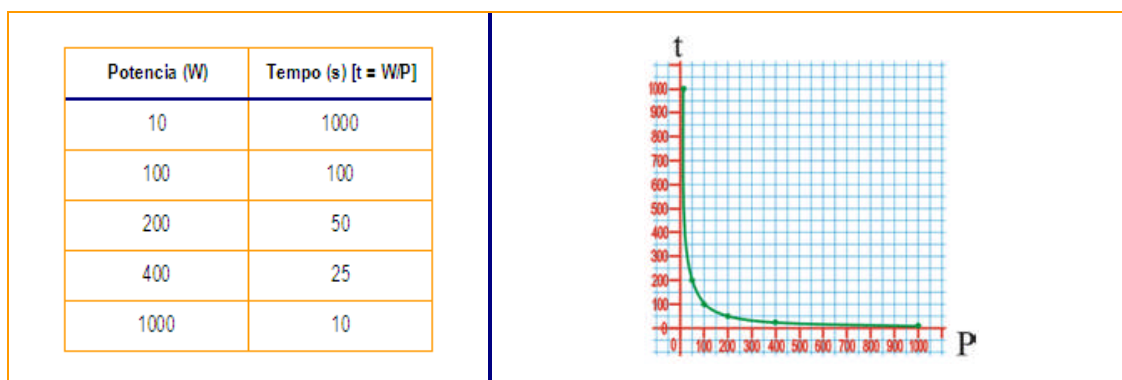
Actividades propostas

- S24.** A electrobomba dun pozo ten de potencia 1 cabalo. Canto traballo fai en 14 h?
- S25.** Unha persoa eleva, mediante unha polea, unha caixa de 25 kg a unha altura de 10 m en 15 segundos. Un guindastre fai o mesmo en 5 segundos. Calcule potencia desenvolvida pola persoa e polo guindastre.
- S26.** A propaganda dun coche di que o seu motor ten unha potencia de 120 CV. Cal é a súa potencia expresada en kW (quilowatts)?
- S27.** Ten unha masa de 60 kg. Sobe os catro pisos do seu edificio (11 metros de altura) en medio minuto. Cal é a súa potencia? [Indicación: calcule o traballo que fai ao subir a escaleira a partir das súas enerxías final e inicial]

2.5 Función de proporcionalidade inversa

Se hai que facer un determinado traballo, canto maior sexa a potencia menor será o tempo que se tarda en facelo, como xa sabemos. Podemos concretar un pouco máis: se a potencia é o dobre, o tempo empregado será a metade; se a potencia é o triplo, o tempo será tres veces menor, e así sucesivamente. Cando ocorre isto, dicimos que esas dúas magnitudes son *inversamente proporcionais*.

- **Exemplo 1.** Hai que facer un traballo de 10 000 J. Canto tempo tardaremos en facelo? Depende da potencia que utilizemos; imos facer unha táboa tempo/potencia (despexamos o tempo da fórmula da potencia: $P = W/t \rightarrow t = W/P$)



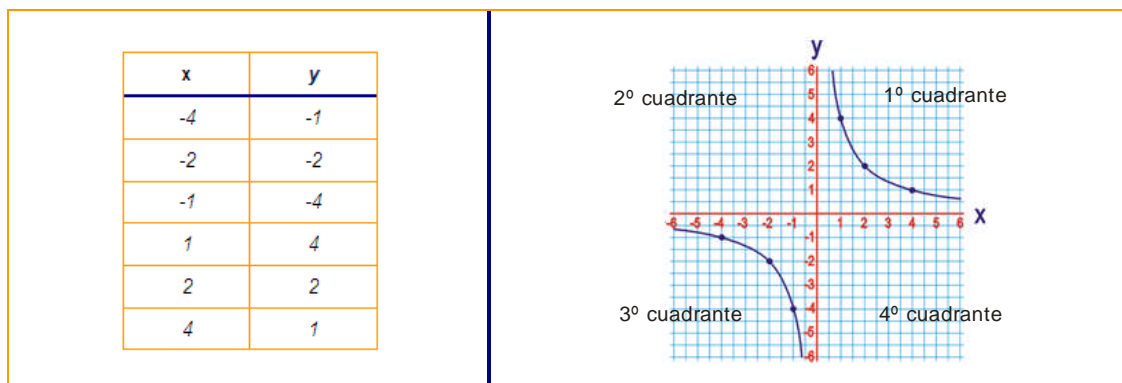
Relacións deste tipo entre dúas magnitudes son frecuentes en ciencias e na vida cotiá. Matematicamente podemos escribilas de forma xeral coa expresión

$$y = \frac{k}{x},$$

onde k é un número fixo que se chama *constante de proporcionalidade*.

En xeral, a variable x pode tomar tamén valores negativos. Fíxese que da expresión anterior da función dedúcese que o produto das dúas variables dá sempre o mesmo resultado: $x \cdot y = k$

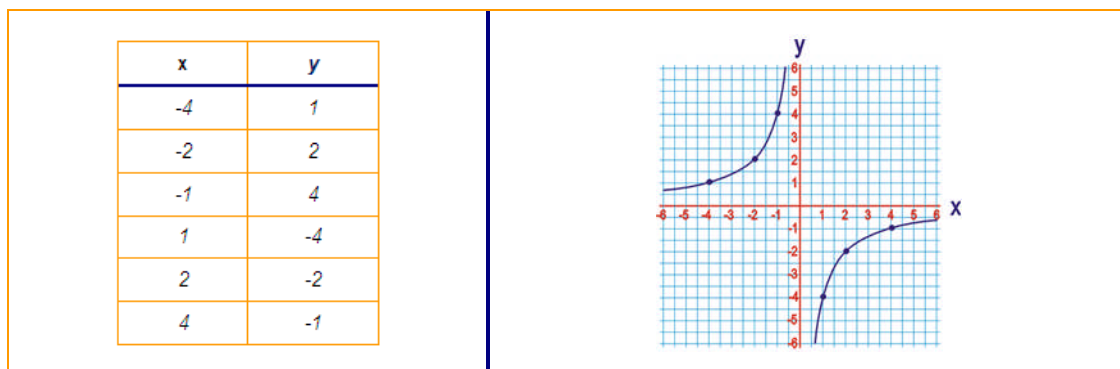
- **Exemplo 2.** Representamos graficamente a función $y = 4/x$. Facemos primeiro unha táboa de valores x - y e logo representamos.



A representación gráfica é unha curva que se chama *hipérbola*. Ten dúas ramas que, neste caso, están no primeiro e no terceiro cuadrante dos eixes coordenados. Observe que a curva non corta os eixes nin tampouco pasa pola orixe de coordenadas; as dúas ramas pódense achegar moito aos eixes, pero sen tocalos: estes son *rectas asíntotas*.

Unha recta é asíntota a unha curva cando esta se achega indefinidamente á recta pero sen tocala nunca. Se a constante k de proporcionalidade é positiva, como na función anterior, a función é decrecente: ao aumentar x diminúe y . Se vostede vai seguindo a curva de esquerda a dereita verá que “vai baixando”, é decrecente.

Vexamos como é a gráfica no caso de ser k negativa. Sexa a función $y = -4/x$:



Xa ve que se k é negativa as dúas ramas da hipérbole están nos cuadrantes 2º e 4º, e que a función é sempre crecente. En todos os casos, a gráfica é simétrica respecto da orixe de coordenadas: a cada punto de coordenadas (x, y) correspóndelle outro simétrico de coordenadas $(-x, -y)$. Se a gráfica pasa polo punto $(3, -6)$ daquela tamén pasa polo $(-3, 6)$.

Actividades propostas

S28. Represente graficamente as funcións de proporcionalidade inversa seguintes:

- $y = 6/x$
- $x \cdot y = -1$ (terá que despexar y)

S29. Catro amigos dobran as portadas duns CD; van tardar 50 minutos. Canto tardarían se lles axudasen dúas amigas máis? E se un tivese que marchar.

S30. Dúas cintas transportadoras de maletas precisan 30 minutos para cargalas nun avión. Canto tardarían cinco cintas? E unha soa cinta?

S31. Determine se a táboa de datos corresponde a unha función de proporcionalidade inversa (os datos corresponden ao número de operarios que fan unha obra):

x	y
100	10
200	5
300	3
400	2
500	1

S32. Nunha granxa hai 60 vacas. Teñen pasto para alimentalas durante 20 días. Se venden dez vacas e morren cinco, cantos días poderán comer as vacas que quedan?

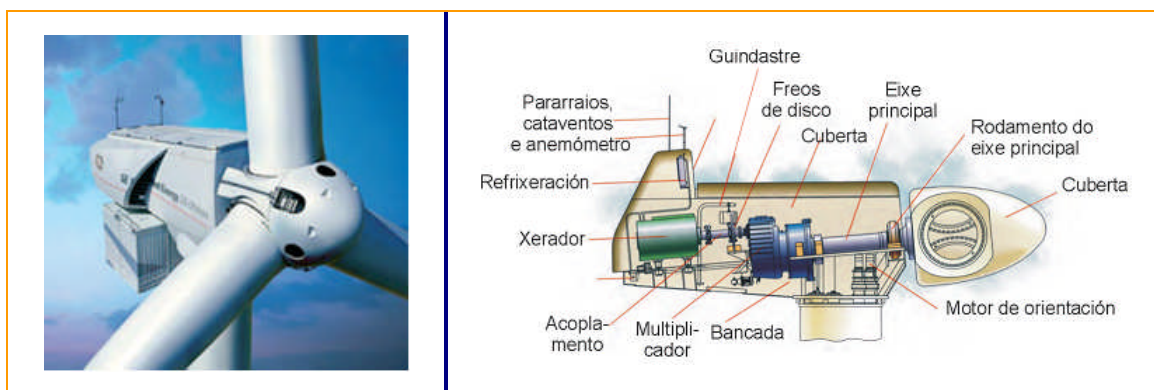
2.6 Lectura

A enerxía eólica

O vento é o motor da enerxía eólica e, como moitas outras fontes da enerxía, procede do Sol. O irregular quecemento da superficie do planeta (terra/mar, día/noite, latitudes altas/baixas, terreos desérticos/frondosos...) provoca masas de aire a diferentes temperaturas e presións e polo tanto ventos, xa que o aire tende a moverse desde as zonas de alta ás de baixa presión.

Entre o 1 % e 2 % da enerxía do Sol é transformada en vento. Isto supón arredor de 53 TWh cada ano, cinco veces máis que o consumo mundial de electricidade nun ano. Pero a tecnoloxía actual só permite aproveitar as correntes de aire horizontais, non as verticais, e ademais só as comprendidas entre 3 m/s e 25 m/s de velocidade.

Os aeroxeradores son os aparellos que transforman a enerxía cinética do vento en electricidade. Os actuais teñen un rendemento próximo ao 50 %, moi preto do máximo teórico do 59 %. Colócanse enriba dunha torre porque o vento é máis uniforme lonxe do chan e de obstáculos como árbores ou edificios.



A torre ten unha altura de arredor de 60 m, dependendo da potencia da turbina. Os aerogeneradores máis eficientes teñen tres pas; un número maior delas diminúe o rendemento debido a que cada pa entra na zona de turbulencia creada pola pa precedente. O multiplicador aumenta unhas 60 veces a velocidade de rotación do eixe, conseguindo unhas 1500 rpm para o xerador eléctrico.

Un aerogenerador típico é revisado só cada seis meses, polo que precisa un mantemento pequeno.

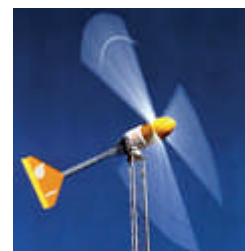
O cataventos e o anemómetro miden a velocidade e dirección do vento, e ordenan a orientación da góndola e a inclinación das pas, para recolleren mellor o vento; mesmo poden frear os rotores se o vento é excesivo.

A electricidade producida baixa polos cables ao convertedor e é entregada á rede eléctrica, con poucas fluctuacións.

- A explotación da enerxía eléctrica faise normalmente en parques eólicos máis que con aerogeneradores illados. Cada parque conta cunha central de control que regula a posta en marcha dos aerogeneradores e a enerxía xerada en cada momento. Isto reduce custos e permite enviar a electricidade desde un só punto.



- Tamén existen pequenos aeroxeradores, que son adecuados para casas illadas, granxas ou refuxios afastados.



Na actualidade, moitos países (Galicia tamén), estudan a instalación de parques eólicos no mar. Algúns xa contan con parques marítimos, como o Reino Unido, Alemaña e Holanda, e outros como Francia, e mesmo Galicia, teñen plans para instalalos.



Segundo un informe de Greenpeace, en España sería posible instalar 25 000 MW de potencia eólica nas costas. Pero non é doado debido a profundidade da plataforma continental. Os custos de instalación son maiores que en terra, pero o rendemento é maior, pola maior constancia dos ventos no mar.

Ademais de ser unha fonte de enerxía renovable, non deixa ningún tipo de residuos, e os terreos onde están instalados os parques eólicos son perfectamente recuperables. Cada kWh producido con enerxía eólica ten 26 veces menos impacto ecolóxico que a combustión do lignito, dez veces menos que a enerxía nuclear e cinco veces menos que o gas natural. Os modernos aeroxeradores son rendíbles con só tres meses de funcionamento (recupérase o investimento).

No ano 2005, os parques eólicos españois produciron a electricidade equivalente a que consumen tres millóns de habitantes. E hai empresas no noso país que son líderes mundiais en tecnoloxía eólica.

As críticas máis frecuentes que se opoñen á instalación dos parques eólicos son o impacto que provocan na paisaxe, o ruído que fan, a morte de aves que batan contra as pas e o terreo que ocupan. Non obstante, o ruído é bastante menor nos novos xeradores, comparado cos dos anos 80; e o terreo, unha vez instalados, é practicable, polo que pode ser aproveitado para pasto e agricultura, como adoita facerse.

3. Resumo de contidos

- **Enerxía.** Capacidade dun corpo para producir cambios nel ou noutros. Tamén se define como a capacidade dun corpo para realizar un traballo. Mídese en joules (J) no SI.
- **Formas da enerxía.** Cinética, potencial gravitacional, potencial elástica, eléctrica, química, térmica, nuclear, solar...
- **Fontes da enerxía.** Son os recursos naturais que utilizamos para obter enerxía. Hai fontes de enerxía renovables e fontes non renovables.
- **Fontes de enerxía renovables.** As que consumimos a un ritmo igual ou menor co que as produce a natureza: hidráulica, eólica, solar, mareomotriz, xeotérmica, biomasa, etc.
- **Fontes de enerxía non renovables.** As que utilizamos a un ritmo moito maior que o da súa produción natural: carbón, petróleo, gas natural, uranio, etc.
- **Conservación da enerxía.** A enerxía transfórmase dunhas formas noutras, pero está comprobado experimentalmente que a cantidade total de enerxía non cambia.
- **Enerxía cinética.** A que teñen os corpos por estaren en movemento, por teren velocidade. Calcúlase coa expresión:

$$E_{cin} = \frac{1}{2} m v^2$$

- **Enerxía potencial gravitacional.** A que ten un corpo debido á súa posición nun campo gravitacional: $E_{pot} = m g h$.
- **Enerxía mecánica.** É a suma das enerxías cinética e potencial dun corpo. $E = E_{cin} + E_{pot}$.
- **Traballo.** Calcúlase coa fórmula $W = F \cdot e \cdot \cos \theta$, sendo θ o ángulo que hai entre o vector forza e o sentido do movemento. Se o ángulo é menor que 90° , o traballo é positivo; se ese ángulo é 90° (a forza e o desprazamento son perpendiculares entre si), o traballo é nulo; e se o ángulo é maior que 90° , o traballo feito pola forza é negativo. O traballo mídese en joules (J), igual que a enerxía e a calor.
- **Potencia.** É o traballo feito nun segundo. Mídese en watts (W); un watt equivale a 1 J/1 s. Tamén pode medirse en cabalos de vapor (CV), pero non é unha unidade do SI. $1 CV = 735,5 W$.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\text{traballo}}{\text{tempo}}$$

- **Conservación da enerxía mecánica.** Se as únicas forzas que fan traballo sobre un corpo son as gravitacionais, elásticas e electrostáticas, a enerxía mecánica do corpo vale o mesmo en todos os puntos do percorrido: a enerxía mecánica consérvase constante.
- **Función de proporcionalidade inversa.** É do tipo

$$y = \frac{k}{x}$$

onde k é a constante de proporcionalidade. A gráfica desta función é unha curva chamada hipérbole. A función de proporcionalidade inversa tamén pode escribirse como $x \cdot y = k$.

4. Actividades complementarias

- S33.** A forza de rozamento entre un armario e o chan é de 80 N. Cal é o traballo desenvolvido pola forza de rozamento se desprazamos o armario 12 m?
- S34.** Calcule o traballo feito por unha máquina dunha potencia de 60 CV cando funciona durante tres minutos.
- S35.** A forza (1 200 N) do motor dun coche móveo ao longo de 77 metros en 14 segundos.
- Que traballo fai a forza motriz?
 - Cal é a potencia desenvolvida polo motor? Expréseo en kW e en CV.
- S36.** Un guindastre eleva un bloque de ladrillos de 300 kg ata unha altura de 25 m en 30 segundos.
- Canto traballo realizou o guindastre?
 - Cal é a súa potencia?
- S37.** Sobre o carriño da compra, con 20 kg, facemos unha forza de 40 N ao longo de 4 metros. O carriño estaba en repouso inicialmente.
- Calcule o traballo que facemos.
 - Cal é a enerxía cinética que adquire o carriño?
 - Que velocidade adquire o carriño ao final?
- S38.** Un bloque de 30 kg cae polo aire. Cando está a unha altura de 50 m a súa velocidade é de 27 m/s. Supondo nulo o rozamento contra o aire, calcule:
- A enerxía mecánica cando está a 50 m de altura.
 - A enerxía cinética cando está a 30 m de altura sobre o chan.
 - A velocidade coa que baterá contra o chan.
- S39.** Un paracaidista salta ao aire desde unha altura de 1 000 m. A súa masa mais a do equipo de salto é 80 kg.
- Se non rozase contra o aire, con que velocidade chocaría contra o chan?
 - A velocidade con que realmente chega ao chan é moito menor, como pode supoñer. Cal é a función do paracaídas? Onde vai parar a enerxía mecánica inicial que tiña o saltador inicialmente?
- S40.** Moitas das enerxías están relacionadas co Sol, xa que proveñen del. Explique como inflúe o Sol na existencia das enerxías seguintes: eólica, hidráulica, petróleo e carbón, e mareomotriz.

S41. Relacione con frechas os contidos da primeira columna cos da segunda:

A obtención de enerxía eólica
A obtención de enerxía hidráulica
A obtención de enerxía por combustión
A biomasa

Aumenta o efecto invernadoiro
Provoca perdas de solos fértiles
Adecuada para pequenas instalacións
Produce contaminación sonora

S42. Diga que tipo de enerxía está asociada a cada sistema: a torta dunha voda, a batería dun coche, unha goma elástica e unha estrela.

S43. Das seguintes unidades, indique as que corresponden ás de enerxía: *caloría, joule, watt, newton e quilowatt hora*.

S44. Complete a táboa seguinte, que relaciona os valores da enerxía cinética dun corpo coa súa masa e a súa velocidade:

Enerxía cinética (J)	Masa (kg)	Velocidade (m/s)
1 000	50	
	30	40
2 500		20

S45. Levantamos un libro desde o chan e logo levámolo horizontalmente ata o deixar enriba dunha mesa. En que parte do percorrido fixemos traballo?

S46. Lanzamos unhas chaves cara a arriba cunha velocidade inicial de 20 m/s. A que altura terán unha velocidade de 10 m/s? Supoña desprezable o rozamento contra o aire.

S47. Unha saltadora de pértega de 65 kg alcanza unha velocidade máxima antes do salto de 9.6 m/s. Supondo que a pértega sexa capaz de transformar o 90 % da enerxía cinética da atleta en enerxía potencial gravitacional,

A que altura máxima poderá saltar a atleta?

Cal será a súa enerxía mecánica ao caer ao colchón?

E a súa velocidade de impacto contra el?

S48. Cando os tiraboleiros da Catedral de Santiago moven o botafumeiro, este sobe ata unha altura de 25 metros, e alcanza na súa parte baixa unha velocidade de 70 km/h. Compróbe se esta velocidade é a que debería ser teoricamente caendo desde os 25 m. Se non é así, explique que pode pasar.

5. Exercicios de autoavaliación

1. Marque as afirmacións verdadeiras.

- ☐ A biomasa foi o recurso enerxético máis utilizado na antigüidade.
- ☐ A electricidade é unha fonte de enerxía.
- ☐ A enerxía eólica ten a desvantaxe de non se producir constantemente.

2. Un motor empregou 22 000 J procedentes da rede eléctrica. Fixo un traballo de 20 000 J para mover un obxecto, e desprende 2 000 J de calor.

- ☐ O proceso non cumpre o principio de conservación da enerxía mecánica.
- ☐ Cumpre a lei da conservación da enerxía.
- ☐ O rendemento do motor (= traballo feito/enerxía utilizada) é do 90 %.
- ☐ Se o motor non desprendese nada de calor, tería un rendemento do 100 %.

3. Unha enerxía de 3 MWh equivale a:

- ☐ $1,08 \cdot 10^7$ J.
- ☐ $1,08 \cdot 10^{10}$ J.
- ☐ $1,08 \cdot 10^{13}$ J
- ☐ 1,08 MJ

4. Unha nave espacial de catro toneladas vai cara ao planeta Marte cunha velocidade de 36 000 km/h. A súa enerxía cinética é:

- ☐ $2 \cdot 10^8$ J.
- ☐ $2,59 \cdot 10^{12}$ J.
- ☐ $2 \cdot 10^{11}$ J.
- ☐ 2 GJ

5. Un avión de 40 000 kg ten unha velocidade de 300 km/h cando engala; mantén esta velocidade ata que está a 120 m de altura. Canta enerxía mecánica ten xusto nese intre?

- ☐ $4,70 \cdot 10^7$ J
- ☐ $1,39 \cdot 10^5$ J
- ☐ $1,86 \cdot 10^8$ J
- ☐ $1,39 \cdot 10^8$ J

6. Os motores dese avión deixan de funcionar de súpeto. Con que velocidade baterá co chan?

- ☐ 300 km/h
- ☐ 347 km/h
- ☐ 360 km/h

☐ 0 km/h

7. Un bocadillo de chourizo de 200 g ten unha enerxía química nutritiva de 1,5 MJ. Se unha persoa que come ese bocadillo puidese transformar o 30 % da enerxía del en traballo, podería levantar 5 kg de patacas desde o chan ata unha altura de 2 m:

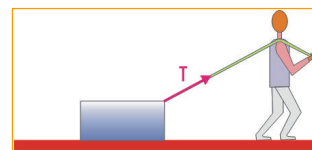
- ☐ 100 veces aproximadamente.
☐ 1 000 veces aproximadamente.
☐ 4 600 veces aproximadamente.
☐ 15 300 veces aproximadamente.

8. Un secador de pelo ten unha potencia de 1 800 W. Tardamos en secar o pelo oito minutos. A un prezo de 0,128 euros (IVE incluído) cada kWh, secarmos o pelo cústanos:

- ☐ 3 EUR
☐ 0,03 EUR
☐ 0,30 EUR
☐ 0,60 EUR

9. Arrastramos polo chan unha caixa cunha corda como na figura

- ☐ A tensión da corda fai un traballo positivo.
☐ A forza de rozamento da caixa contra o chan fai un traballo negativo.
☐ O peso da caixa fai un traballo positivo.
☐ A normal fai un traballo nulo.



10. A gráfica da función $y = -10/x$

- ☐ É sempre decrecente.
☐ É unha parábola.
☐ Non pasa polo punto (0, 0), orixe de coordenadas.
☐ Corresponde a unha función de proporcionalidade directa.

11. Cos percebes que temos para a festa, doce invitados poden comer como máximo 200 g cada un. Se aparecen tres invitados máis, cada un deles poderá comer:

- ☐ 100 g de percebes.
☐ 160 g de percebes.
☐ 250 g de percebes.
☐ 180 g de percebes.

6. Solucionarios

6.1 Solucións das actividades propostas

S1.

Probablemente non, queimariamos a madeira en menos tempo do que precisa a natureza para repoñela nas árbores. Non sería sustentable.

S2.

- Vantaxes: produce gran cantidade de enerxía cunha pequena cantidade de uranio.
- Desvantaxes: a produción de residuos que seguirán sendo radioactivos miles de anos; outra é a posibilidade dunha avaría, accidente ou ataque terrorista que contamine con radioactividade o contorno.

S3.

Sustentable refírese, neste caso, ao uso dos tipos e fontes de enerxía que a natureza pode renovar a un ritmo igual ou maior que o consumo que nós facemos deles, sen esgotalos. O uso do petróleo non é sustentable.

S4.

Un norteamericano, segundo as estatísticas actuais. Está en relación directa co nivel de desenvolvemento do país e, tamén, co uso ineficiente da enerxía.

S5.

☐☐☒

Empregamos paneis que teñen células fotoeléctricas.

☐

S6.

☐☒

Produce auga quente.

☐☐☐

S7.

- http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_combustible
- <http://www.tecnociencia.es/especiales/hidrogeno/descripcion.htm>

- <http://www.cienciateca.com/fuelcells.html>
- <http://erenovable.com/2008/06/24/avion-con-pila-de-combustible-de-hidrogeno-y-a-energia-solar/>

S8.

Proceso	Transformación ocurrida de enerxías
▪ O sol evapora a auga do mar	<i>Enerxía solar en potencial gravitacional das moléculas de gas; enerxía de cambio de estado.</i>
▪ A nube descarga chuvia que se recolle nun encoro	<i>Calor de cambio de estado en enerxía potencial gravitacional.</i>
▪ A auga move as turbinas da central eléctrica	<i>Enerxía potencial gravitacional en enerxía cinética.</i>
▪ As turbinas producen electricidade	<i>Enerxía cinética en enerxía eléctrica.</i>
▪ A electricidade move un elevador hidráulico nun taller	<i>Enerxía eléctrica en enerxía cinética.</i>
▪ O elevador sobe un coche a 1.4 m de altura	<i>Enerxía cinética en enerxía gravitacional.</i>

S9.

$$E_{cin}(correndo) = \frac{1}{2} \cdot 65 \text{ kg} \cdot \left(6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1170 \text{ J}$$

$$E_{cin}(andando) = \frac{1}{2} \cdot 65 \text{ kg} \cdot \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 32,5 \text{ J}$$

$$\text{Variación de enerxía cinética} = 1170 - 32,5 = 1137,5 \text{ J}$$

Enerxía cinética diminúe en 1137,5 J

S10.

O motor traballa para aumentar a enerxía cinética da moto; este aumento de enerxía cinética é:

$$v_o = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_f = 75 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20,83 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aumento da enerxía cinética:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_o^2 &= \frac{1}{2} \cdot 150 \text{ kg} \cdot \left(20,83 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \\ &- \frac{1}{2} 150 \text{ kg} \cdot \left(13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 18072 \text{ J} \end{aligned}$$

Esta enerxía saíu da conversión da enerxía química da gasolina en calor, e esta en traballo no motor do vehículo.

S11.

$$E_p = m g h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 12 \text{ m} = 1176 \text{ J}$$

Da enerxía química acumulada nas células musculares do operario.

S12.

$$\left. \begin{array}{l} m_A = 2m_B \\ h_A = 2h_B \end{array} \right\} E_{pA} = m_A g h_A = 2m_B g 2h_B = 4m_B g h_B = 4E_{pB}$$

O corpo A ten catro veces máis enerxía potencial gravitacional que o corpo B.

S13.

Non, porque en Marte a gravidade é menor que na Terra.

S14.

Enerxía cinética si que ten, pero enerxía potencial gravitacional non ten, porque a gravidade é practicamente nula cando estamos moi lonxe da Terra.

S15.

$$\Delta E_p = E_{p \text{ final}} - E_{p \text{ inicial}} = m g h_{\text{final}} - m g h_{\text{inicial}} = m g (h_{\text{final}} - h_{\text{inicial}}) =$$
$$65 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot (4 \text{ pisos} \cdot 2,75 \text{ m}) = 7007 \text{ J}$$

S16.

a) Primeiro calculamos a súa enerxía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 1000 \text{ kg} \cdot \left(16,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 138944 \text{ J}$$

$$\text{Como } E = E_{cin} + E_{pot} \rightarrow E_{pot} = E - E_{cin} = 200000 \text{ J} - 138944 \text{ J} = 61056 \text{ J}$$

$$b) E_p = mgh \rightarrow h = \frac{E_p}{mg} = \frac{61056 \text{ J}}{1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 6,23 \text{ m}$$

S17.

a) Como a caixa se move horizontalmente (nin sobe nin baixa), a suma de forzas verticais ten que valer cero; daquela:

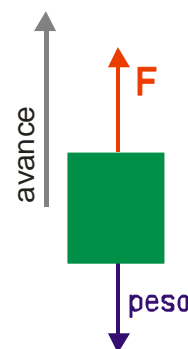
$$Normal + 100 \text{ N} = \text{peso} \rightarrow Normal = \text{peso} - 100 \text{ N} = 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 100 \text{ N} = 96 \text{ N}$$

b) As forzas de 100 N, Normal e peso son perpendiculares á dirección do movemento da caixa, logo non traballan. A única forza que fai traballo é a de 150 N:

$$W = F \cdot e \cdot \cos \theta = 150 \text{ N} \cdot 15 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 2250 \text{ J}$$

S18.

$$\begin{aligned}
 a) \quad W &= F \cdot e \cdot \cos \theta = 40 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 160 \cdot 1 = 160 \text{ J} \\
 b) \quad \Delta E_{\text{pot}} &= E_{\text{pot final}} - E_{\text{pot inicial}} = mgh_{\text{final}} - mgh_{\text{inicial}} = \\
 &= \text{peso} \cdot h_{\text{final}} - \text{peso} \cdot h_{\text{inicial}} = \text{peso} \cdot h_{\text{final}} - \text{peso} \cdot 0 = \\
 &= 40 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 160 \text{ J} \\
 c) \quad &\text{Si, valen igual}
 \end{aligned}$$



S19.

$$\begin{aligned}
 a) \quad \text{Aumento de enerxía cinética} &= \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 = \frac{1}{2}990 \text{ kg} \cdot \left(27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \\
 &= 382006 \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$b) \quad W_{\text{motor}} = \Delta \text{Enerxía} = 382006 \text{ J}$$

S20.

Dado que na costa non hai rozamento e que a única forza que traballa é o peso, consérvase constante a enerxía mecánica ao longo de todo o percorrido costa arriba. Daquela, a enerxía inicial no punto C ten que ser igual ás enerxías do móbil cando pase polos puntos B e A.

- *Punto C.* A enerxía é só cinética, non ten E_{pot} porque a altura é cero; entón

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}4 \text{ kg} \cdot \left(14,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 424 \text{ J}$$

- *Punto B.* Neste punto o móbil ten enerxía cinética e enerxía potencial:

$$E = E_c + E_p \rightarrow 424 \text{ J} = \frac{1}{2}4 \text{ kg} \cdot v_B^2 + 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 6 \text{ m} \rightarrow$$

$$\rightarrow v_B^2 = \frac{424 - 235,2}{2} = 94,4 \rightarrow v_B = \sqrt{94,4} = 9,72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- *Punto A.*

$$E = E_c + E_p \rightarrow 424 \text{ J} = \frac{1}{2}4 \text{ kg} \cdot v_A^2 + 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10 \text{ m} \rightarrow$$

$$\rightarrow v_A^2 = \frac{424 - 392}{2} \rightarrow v_A = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se compara estes resultados cos do exemplo resolto no epígrafe 2.3.1 observará que son idénticos: o móbil pasa polos puntos A, B e C coas mesmas velocidades tanto na subida como na baixada. Isto é unha consecuencia da conservación da enerxía mecánica.

S21.

- a) No punto inicial, a enerxía cinética é cero (está parado), a enerxía potencial vale: $E_p = mgh = \text{peso} \cdot h = 2000 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} = 80\,000 \text{ J}$. A enerxía mecánica, suma da cinética e potencial, é tamén $80\,000 \text{ J}$.

- b) Punto A. $E_{\text{pot}} = mgh = 2000 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 4\,000 \text{ J}$.

Como non hai rozamento, a única forza que traballa é o peso; daquela conser-
varase a enerxía mecánica en todo o percorrido, e

$$E = E_c + E_p \rightarrow 80\,000 \text{ J} = E_c + 4\,000 \text{ J} \rightarrow E_{\text{cin}} = 80\,000 - 4\,000 = 76\,000 \text{ J}$$

- c) A masa do corpo sabémola polo seu peso:

$$\text{peso} = m g \rightarrow m = \frac{\text{peso}}{g} = \frac{2000 \text{ N}}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 204,08 \text{ kg}$$

$$E_{\text{cin}}(A) = \frac{1}{2} m v_A^2 \rightarrow v_A^2 = \frac{2 E_c(A)}{m} \rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2 E_c(A)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 76\,000}{204,08}} = 27,29 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- d) No punto D calculamos a enerxía potencial:

$$E_p = mgh = 2000 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 20\,000 \text{ J}$$

Agora calculamos a enerxía cinética:

$$E_{\text{cin}} = E - E_{\text{pot}} = 80\,000 \text{ J} - 20\,000 \text{ J} = 60\,000 \text{ J},$$

e de aquí calculamos xa a velocidade:

$$E_{\text{cinD}} = \frac{1}{2} m v_D^2 \rightarrow v_D = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{cinD}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 60\,000}{204,08}} = 24,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

S22.

- a) Se non roza contra a atmosfera, a enerxía mecánica do meteorito será a mesma a 12 km de altura que cando bata contra o chan.

A enerxía total cando entra na atmosfera é:

$$E = mgh + \frac{1}{2} m v^2 = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 12\,000 \text{ m} + \frac{1}{2} 2 \text{ kg} \left(500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 =$$

$$235\,200 + 250\,000 = 485\,200 \text{ J}$$

Cando bate contra o chan toda a enerxía é cinética, potencial non ten xa que a altura vale cero; e como a enerxía total ten que ser igual arriba que abaixo,

$$485\,200 \text{ J} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 2 \text{ kg} \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 485\,200}{2}} = 697 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- b) Perda de enerxía = $485\,200 \cdot 40/100 = 194\,080 \text{ J}$; así que o meteorito chega ao chan cunha enerxía igual a $485\,200 \text{ J} - 194\,080 \text{ J} = 291\,120 \text{ J}$. Esta enerxía é, de novo, toda cinética:

$$291\,120 \text{ J} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 2 \text{ kg} \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 291\,120}{2}} = 540 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

S23.

$$40 \frac{km}{h} \cdot \frac{1000m}{1km} \cdot \frac{1h}{3600s} = 11,11 \frac{m}{s}; \quad 70 \frac{km}{h} \cdot \frac{1000m}{1km} \cdot \frac{1h}{3600s} = 19,44 \frac{m}{s}$$

a) No punto máis baixo a altura é cero ($h = 0$):

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + 0 = \frac{1}{2}300kg \cdot \left(11,11 \frac{m}{s}\right)^2 = 18515 J$$

$$b) E_{mecánica} = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}300kg \cdot \left(19,44 \frac{m}{s}\right)^2 + 300kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 100m = \\ = 56687 + 294000 J = 350687 J$$

c) O traballo feito polo motor é igual ao aumento de enerxía da moto:

$$W_{motor} = E_{final} - E_{inicial} = 350687 J - 18515 J = 332172 J$$

$$d) W_{motor} + W_{rozamento} = E_{final} - E_{inicial} \rightarrow W_{motor} - 220000 J = 350687 J - 18515 J \rightarrow \\ W_{motor} = 552172 J$$

O motor traballa máis que antes: agora ten que vencer ao rozamento.

S24.

$$\left. \begin{array}{l} 1CV = 735.5W \\ 14h \cdot \frac{3600s}{1h} = 50400s \end{array} \right\} \text{Traballo} = P \cdot t = 735,5W \cdot 50400s = 3,707 \cdot 10^7 J$$

S25.

$$\text{Traballo} = F \cdot e \cdot \cos \theta = \text{peso} \cdot e \cdot \cos \theta = 25kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 10m \cdot \cos 0^\circ = 2450 J$$

$$\text{Potencia da persoa} = \frac{W}{t} = \frac{2450 J}{15 s} = 163,3W$$

$$\text{Potencia do guindastre} = \frac{W}{t} = \frac{2450 J}{5 s} = 490W$$

S26.

$$120CV \cdot \frac{735,5W}{1CV} = 88260W; \text{ agora pasamos a quilovatios: } 88260W \cdot \frac{kW}{1000W} = 88,26kW$$

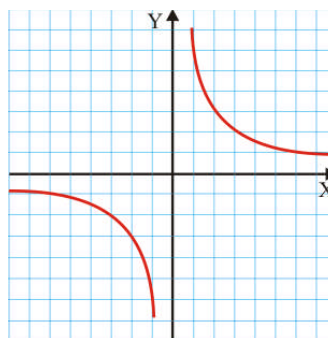
S27.

$$\text{Traballo} = F \cdot e \cdot \cos \theta = \text{peso} \cdot e \cdot \cos \theta = 60kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 11m \cdot \cos 0^\circ = 6468 J$$

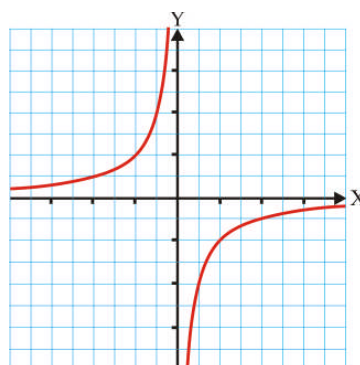
$$\text{Potencia} = \frac{W}{t} = \frac{6468 J}{30 s} = 215,6 W$$

S28.

x	y
-6	-1
-3	-2
-2	-3
-1	-6
1	6
2	3
3	6
6	1



x	y
-3	1/3
-2	1/2
-1	1
1	-1
2	-1/2
3	-1/3



S29.

- a) As dúas magnitudes (nº de amigos – tempo que tardan) son inversamente proporcionais; daquela $x \cdot y = \text{constante}$, e para dúas parellas de valores, $x_1 \cdot y_1 = x_2 \cdot y_2$. Sexan x = número de amigos, e y = minutos que tardan; entón:

$$x_1 \cdot y_1 = x_2 \cdot y_2 \rightarrow 4 \text{ amigos} \cdot 50 \text{ minutos} = 6 \text{ amigos} \cdot y_2 \rightarrow y_2 = \frac{4 \cdot 50}{6} = 33,3 \text{ min}$$

- b)

$$4 \text{ amigos} \cdot 50 \text{ minutos} = 3 \text{ amigos} \cdot y_2 \rightarrow y_2 = \frac{4 \cdot 50}{3} = 66,7 \text{ min}$$

S30.

As dúas magnitudes (número de cintas – minutos) son inversamente proporcionais. Sexan x = número de cintas, y = número de minutos; daquela $x \cdot y = \text{constante}$, entón:

$$x_1 \cdot y_1 = x_2 \cdot y_2 \rightarrow 2 \text{ cintas} \cdot 30 \text{ minutos} = 5 \text{ cintas} \cdot y_2 \rightarrow y_2 = \frac{2 \cdot 30}{5} = 12 \text{ minutos}$$

S31.

Para comprobar se as magnitudes x e y corresponden a unha función de proporcionalidade inversa multiplicamos cada parella de valores (x, y) da táboa; se os produtos resultantes dan todos igual, entón efectivamente corresponden a unha función de proporcionalidade inversa:

x	y	produto x.y
100	10	1000
200	5	1000
300	3	900
400	2	800
500	1	500

Como observa, os produtos dan resultados non sempre iguais, daquela non se trata dunha función de proporcionalidade inversa.

S32.

O número de vacas e os días de alimento son inversamente proporcionais. Sexan x = número de vacas, y = número de días de alimento.

$$x_1 \cdot y_1 = x_2 \cdot y_2 \rightarrow 60 \text{ vacas} \cdot 20 \text{ días} = 45 \text{ vacas} \cdot y_2 \rightarrow y_2 = \frac{60 \cdot 20}{45} = 26,67 \text{ días}.$$

6.2 Solución ás actividades complementarias

S33.

O armario móvese cara adiante e a forza de rozamento está dirixida cara atrás, polo que a F_{roz} e o espazo percorrido forman un ángulo de 180° .

$$W = F \cdot e \cdot \cos \theta = 8 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ = 8 \text{ N} \cdot 12 \text{ N} \cdot (-1) = -96 \text{ J}$$

S34.

$$60 \text{ CV} \cdot \frac{735,5 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 44\,130 \text{ W}$$

$$W = P \cdot t = 44\,130 \text{ W} \cdot 180 \text{ s} = 7\,943\,400 \text{ J}$$

S35.

- a) $W = F \cdot e \cdot \cos \theta = 1200 \text{ N} \cdot 77 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 92\,400 \text{ J}$

- b) $P = \frac{W}{t} = \frac{92\,400 \text{ J}}{14 \text{ s}} = 6\,600 \text{ W} = 6,6 \text{ kW}; \quad 6\,600 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{735,5 \text{ W}} = 8,97 \text{ CV}$

S36.

- a) $W = F \cdot e \cdot \cos \theta = mg \cdot e \cdot \cos 0^\circ = 300 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 25 \text{ m} \cdot 1 = 73\,500 \text{ J}$

- b) $P = \frac{W}{t} = \frac{73\,500 \text{ J}}{30 \text{ s}} = 2\,450 \text{ W}$

S37.

Como o traxecto é horizontal, a enerxía potencial do carro non cambia. O traballo que facemos nós aumenta a enerxía mecánica do carriño:

$$W_{\text{nós}} = \Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}}$$

$$a) \quad W_{\text{nós}} = F \cdot e \cdot \cos \theta = 40 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 160 \text{ J}$$

$$b) \quad W_{\text{nós}} = \Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} \rightarrow 160 \text{ J} = E_{\text{cin}} - 0 \rightarrow E_{\text{cin}} = 160 \text{ J}$$

$$c) \quad E_{\text{cin}} = \frac{1}{2} m v_f^2 \rightarrow 160 \text{ J} = \frac{1}{2} 20 \text{ kg} \cdot v_f^2; \quad v_f = \sqrt{\frac{160}{10}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

S38.

$$a) \quad E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + m g h = \frac{1}{2} 30 \cdot 27^2 + 30 \cdot 9,8 \cdot 50 = 25\,635 \text{ J}$$

b) Como non roza, a enerxía mecánica consérvase constante na caída; daquela, a 30 metros de altura,

$$E = 25\,635 \text{ J} = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}} = E_c + m g h = E_c + 30 \cdot 9,8 \cdot 30 = E_c + 8\,820 \text{ J};$$

$$E_{\text{cin}} = 25\,635 \text{ J} - 8\,820 \text{ J} = 16\,815 \text{ J}$$

c) No chan a enerxía potencial é nula ($h = 0$), toda a enerxía é cinética:

$$E = E_c + \cancel{E_p} \rightarrow 25\,635\,J = \frac{1}{2} 30\,kg \cdot v_f^2 \rightarrow v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot 25\,635}{30}} = 41,34 \frac{m}{s}$$

S39.

Consérvase a enerxía mecánica na caída.

a) Cando está arriba, $E = E_c + E_p = 0 + 80\,kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 1000\,m = 784\,000\,J$

Cando choque abaixo a enerxía potencial é cero, toda a enerxía será cinética:

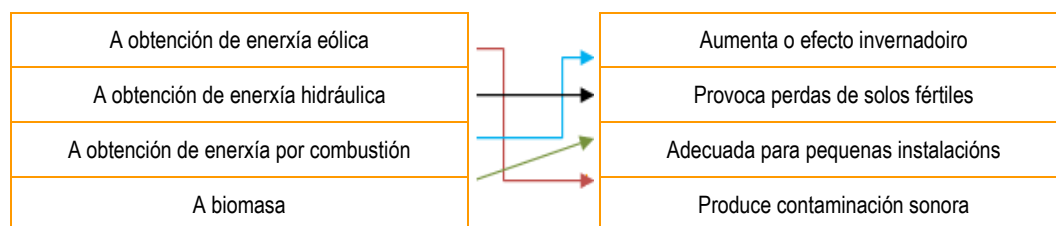
$$E = E_c \rightarrow 784\,000\,J = \frac{1}{2} 80\,kg \cdot v_f^2; \quad v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot 784\,000}{80}} = 140 \frac{m}{s}$$

b) A función do paracaídas é rozar contra o aire e diminuír a velocidade da caída. Gran parte da enerxía transfórmase en calor polo rozamento.

S40.

- a) A calor do sol provoca diferenzas de presión en zonas distintas da atmosfera, o cal produce os ventos, xa que o aire se move desde as zonas de alta presión cara as de baixa presión atmosférica.
- b) A calor do sol evapora auga dos lagos, ríos e mares; logo o vapor condensa en chuvia e neve; parte desta auga acumúlase nos encoros.
- c) A luz do sol provoca a fotosíntese nas plantas que fabrican así materia orgánica. Esta materia, nas condicións ambientais adecuadas, pódese transformar en carbón e petróleo.
- d) A atracción gravitacional combinada do sol e da lúa moven as augas dos mares, producindo deste xeito as mareas.

S41.



S42.

- A torta dunha voda: enerxía química.
- A batería do coche: enerxía química e eléctrica.
- Unha goma elástica: enerxía potencial elástica.
- Unha estrela: enerxía nuclear que transforma en calor e radiacións.

S43.

Son unidades de enerxía: a caloría (cal), o joule (J), quilowatt hora (kWh).

S44.

Enerxía cinética (J)	Masa (kg)	Velocidade (m/s)
1 000	50	6,32
24 000	30	40
2 500	12,5	20

S45.

Cando levantamos o libro desde o chan ata unha altura facemos traballo. Pero cando o trasladamos horizontalmente non, porque a forza que facemos é vertical (cara arriba) e o desprazamento horizontal: daquela a forza é perpendicular ao espazo e o traballo dá cero.

S46.

Consérvase a enerxía mecánica.

$$E_1 = E_2 \rightarrow E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2} \rightarrow \frac{1}{2}m \cdot 20^2 + 0 = \frac{1}{2}m \cdot 10^2 + m \cdot 9,8 \cdot h_2$$

Simplificamos dividindo todos os sumandos por m :

$$\frac{1}{2} \cancel{m} \cdot 20^2 + 0 = \frac{1}{2} \cancel{m} \cdot 10^2 + \cancel{m} \cdot 9,8 \cdot h_2 \rightarrow 200 = 50 + 9,8 \cdot h_2 \rightarrow h_2 = 15,3 \text{ m}$$

S47.

a) Enerxía cinética da saltadora: $E_c = \frac{1}{2} 65 \text{ kg} \cdot \left(9,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2995 \text{ J}$

Transforma o 90% desta enerxía en potencial; $E_p = 2995 \cdot \frac{90}{100} = 2696 \text{ J}$

Usa esta enerxía para chegar ao punto máis alto, onde a enerxía é toda potencial:

$$m g h = 2696 \text{ J} \rightarrow h = \frac{2696 \text{ J}}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 65 \text{ kg}} = 4,23 \text{ metros}$$

b) Cando cae ao chan a súa enerxía mecánica segue sendo a mesma, 2696J.

c) No colchón toda a enerxía é cinética (altura = 0),

$$2696 \text{ J} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 65 \text{ kg} \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2696 \cdot 2}{65}} = 9,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

S48.

Cando está no punto máis alto o botafumeiro ten só enerxía potencial gravitacional:

$$E_p = m g h = m \cdot 9,8 \frac{N}{kg} \cdot 25 m = m \cdot 245 \text{ (non sabemos a masa).}$$

Cando pasa polo punto máis baixo a enerxía do botafumeiro é toda cinética; daquela, pola conservación da enerxía mecánica, temos que:

$$E_p(\text{arriba}) = E_c(\text{abaixo}) \rightarrow m \cdot 245 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 245} = 22,14 \frac{m}{s} = 79,7 \frac{km}{h}$$

A velocidade real do botafumeiro é algo menor, arredor de 70 km/h, porque vai rozando contra o aire ao longo da caída.

6.3 Solucións dos exercicios de autoavaliación

1.

- ☒ A biomasa foi o recurso enerxético máis utilizado na antigüidade.
- ☐
- ☒ A enerxía eólica ten a desvantaxe de non se producir constantemente.

2.

- ☐
- ☒ Cumpre a lei da conservación da enerxía.
- ☒ O rendemento do motor (= traballo feito/enerxía utilizada) é do 90 %.
- ☒ Se o motor non desprendese nada de calor, tería un rendemento do 100 %.

3.

- ☐
- ☒ $1,08 \cdot 10^{10} \text{ J}$
- ☐
- ☐

4.

- ☐
- ☐
- ☒ $2 \cdot 10^{11} \text{ J}$.
- ☐

5.

- ☐
- ☐
- ☒ $1,86 \cdot 10^8 \text{ J}$
- ☐

6.

- ☐
- ☒ 347 km/h
- ☐

☐

7.

☐☐

☒ 4 600 veces aproximadamente.

☐

8.

☐

☒ 0,03 EUR

☐☐

9.

☒ A tensión da corda fai un traballo positivo.

☒ A forza de rozamento da caixa contra o chan fai un traballo negativo.

☐

☒ A normal fai un traballo nulo.

10.

☐☐

☒ Non pasa polo punto (0, 0), orixe de coordenadas.

☐

11.

☐

☒ 160 g de percebes.

☐☐

7. Glosario

A	Asíntota	Liña recta á que se aproxima unha curva sen chegar a tocala nunca.
	Asteroide	Corpo rochoso menor que un planeta e maior que un meteorito, que orbita arredor do Sol principalmente entre as órbitas de Marte e Xúpiter.
C	Cabalo de vapor (CV)	Unidade de potencia, equivalente a 735,5 watts.
	Combustible fósil	Os combustibles fósiles son o petróleo, o carbón e o gas natural.
	Conservación da enerxía	A enerxía total consérvase constante en todos os procesos.
	Constante de proporcionalidade	Na función inversa de tipo $y = k/x$, k é a contante de proporcionalidade. Representa o valor constante do produto de todas as parellas de valores x,y
E	Coseno	Nun triángulo rectángulo, o coseno dun ángulo é o cociente do cateto adxacente entre a hipotenusa. O valor do coseno dun ángulo é un número abrangido entre -1 e +1. O coseno de 0° vale 1, o coseno de 90° vale 0 e o coseno de 180° vale -1.
	Elasticidade	Propiedade dos corpos sólidos consistente en recuperar a súa forma e tamaño iniciais cando se deixa de facer forza sobre eles. Entanto están deformados pola acción dunha forza acumulan enerxía potencial elástica.
	Enerxía cinética	É a enerxía que teñen os corpos por estaren en movemento. Calcúlase coa expresión $E_{cin} = \frac{1}{2} m v^2$
	Enerxía mecánica	É a suma das enerxías cinética e potencial dun corpo.
F	Enerxía potencial	É a enerxía que ten un corpo debido á súa posición nun campo gravitacional. Tamén hai enerxía potencial elástica e eléctrica.
	Fisión nuclear	Reacción que consiste na ruptura dun núcleo grande en dous menores, con liberación de gran cantidade de enerxía en forma de calor. Nas centrais eléctricas nucleares úsase o isótopo de uranio $^{235}_{92}\text{U}$.
	Fontes de enerxía	Recursos naturais que empregamos para obteren enerxía a partir deles.
	Fotovoltaico	Proceso no que a enerxía da luz é transformada en enerxía eléctrica.
G	Fusión nuclear	Reacción na que dous núcleos atómicos pequenos chocan e quedan unidos formando un núcleo maior, con liberación de enerxía en forma de calor. Este tipo de reaccións son as que ocorren no interior das estrelas, como o Sol.
	Hidrocarburos	Moléculas orgánicas formadas exclusivamente por átomos de hidróxeno (H) e de carbono (C).
H	Hipérbole	É unha das curvas planas coñecidas co nome de cónicas. A hipérbole prodúcese no corte dun plano paralelo ás xeneratrices do dobre cono.
I	Isótopos	Dous ou máis núcleos son isótopos entre si cando teñen o mesmo número atómico (número de protóns) e diferente número másico (diferente número de neutróns). Exemplo: $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$

J	▪ Joule (J)	Unidade de traballo. Equivale ao produto dun newton por un metro: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
M	▪ Marea negra	Vertedura masiva de petróleo no mar.
N	▪ Non renovables	Dise das enerxías que se consumen a un ritmo moito maior do que a natureza é capaz de producir.
	▪ NO_x	Denominación xenérica dos óxidos de nitróxeno que se emiten á atmosfera nas combustións.
P	▪ Potencia	Traballo feito na unidade de tempo; mídese en watts (W) ou en cabalos de vapor (CV). Calcúlase dividindo o traballo realizado entre tempo.
R	▪ Renovables	Dise das enerxías que se poden consumir a un ritmo igual ou menor do que a natureza é capaz de producir.
S	▪ Sustentable	“Que se pode soste”. Aplícase ao consumo de materiais e enerxía de forma que non ocasione o seu esgotamento a longo prazo.
T	▪ Traballo	Produto da forza polo espazo percorrido polo corpo. Se a forza e a dirección de movemento forman un ángulo, hai que multiplicar tamén polo coseno de dito ángulo. O traballo mídese en joules (J) no Sistema Internacional.
W	▪ Watt (W)	Unidade de potencia. Equivale ao traballo dun joule feito nun segundo: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.

8. Bibliografía e recursos

Bibliografía

- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Rodeira-Edebé (2008). Páxinas 77-97.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Anaya (2008). Páxinas 110-117.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Santillana (2008). Páxinas 106-129.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. SM (2008). Páxinas 112-145.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Vicens Vives (2008). Páxinas 68-91.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Oxford (2003). Páxinas 96-109; 164-165.
- Educación Secundaria a distancia para as persoas adultas. *Natureza 2*. Xunta de Galicia (2007). Páxinas 120-149.
- Educación Secundaria a distancia para as persoas adultas. *Natureza 4A*. Xunta de Galicia (2005). Páxinas 91-94.

Ligazóns de internet

- [<http://www.idae.es>] IDAE.
- [<http://www.appa.es>] APPA.
- [<http://www.ciemat.es>] CIEMAT.
- [<http://www.cne.es>] Comisión Nacional da Enerxía.
- [http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html] Dirección Xeral de Enerxía e Transportes da Comisión Europea.
- [<http://www.agores.org>] Agores.
- [<http://www.iea.org>] Axencia Internacional da Enerxía.
- [<http://www.eufores.org>] EUFORES.
- [<http://www.eren.doe.gov>] Rede de Eficiencia Enerxética e Enerxías Renovables
- [<http://www.worldenergy.org>] Consello Mundial da Enerxía:
- [<http://www.cleanenergy.de>] Enerxía limpa.
- [<http://www.unfccc.de>] Convención sobre o Cambio Climático das Nacións Unidas.
- [<http://www.ipcc.ch>] Panel Intergobernamental sobre Cambio Climático.
- [<http://www.worldwatch.org>] World Watch Institute.
- [<http://www.energias-renovables.com>] Revista de enerxías renovables.