

# LA ENERGÍA Y SU TRANSFORMACIÓN

- 1. Ciencia, tecnología y técnica
- 2. Concepto de energía y sus unidades
- 3. Formas de manifestación de la energía
- 4. Transformaciones de la energía
- 5. Ahorro energético

La energía es necesaria para la vida y está estrechamente vinculada al desarrollo tecnológico. Resulta difícil imaginar cualquier actividad industrial moderna usando únicamente fuentes de energía primaria. La electricidad, que es una forma de energía secundaria, cada día tiene más aplicaciones; una de las más inno-

vadoras es como medio de energía en los vehículos. La aparición de coches híbridos (con motores eléctricos y de combustión interna, simultáneamente) es ya una realidad: la energía que se pierde al frenar es convertida en energía eléctrica, que se almacena en una batería, y se usa cuando se circula a baja velocidad.

Los coches eléctricos solo pueden recorrer unos 50 km o tener calefacción en invierno unas 5 horas con las baterías actuales de NiMh e Ión-Litio. En la actualidad se está investigando en baterías que permitan almacenar electricidad para hacer recorridos de unos 300 km sin necesidad de repostar.

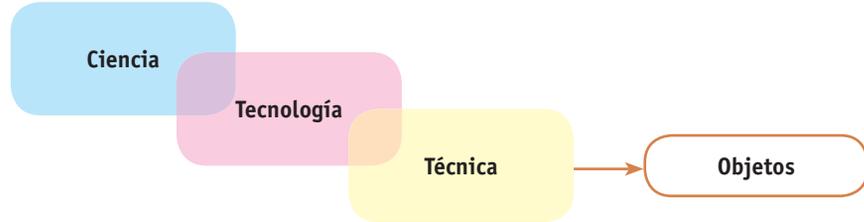




## 1 Ciencia, tecnología y técnica

Antes de pasar al estudio de la energía propiamente dicha, es importante que sepas qué es la tecnología, así como la terminología empleada, los sistemas de unidades utilizados y sus equivalencias.

La ciencia, la tecnología y la técnica son campos estrechamente relacionados, que comparten áreas de trabajo. En la Figura 1.1 puedes observar la vinculación entre ciencia, tecnología y técnica.



**Fig. 1.1.** Ciencia, tecnología y técnica.

La tecnología incorpora leyes, principios y conceptos descubiertos por la ciencia, mientras que la ciencia usa los métodos e instrumentos diseñados por la tecnología y fabricados por la técnica. Las características más relevantes de estos tres campos son:

Campo	Características
Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiende a formular leyes generales y abstractas, empleando el método científico de investigación. Para ello, observa, experimenta, mide y describe.</li> <li>• Los productos obtenidos son leyes, modelos, teorías, etc.</li> </ul>
Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorpora también el método científico en su diseño y desarrollo.</li> <li>• Es un saber hacer (no un hacer).</li> <li>• Los productos son proyectos y construcciones de artefactos reales, empleando técnicas de fabricación concretas. Este es su objetivo principal.</li> <li>• Hace uso de los conocimientos científicos de la ciencia.</li> </ul>
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el «hacer».</li> <li>• Parte de la tecnología, pero no la contiene.</li> <li>• Se trata de una habilidad manual. Constituye la parte práctica de la tecnología.</li> </ul>

**Tabla 1.1.** Características más relevantes de la ciencia, la tecnología y la técnica.

La rapidísima evolución que están experimentando, especialmente, las ciencias (biología, economía de mercado, medicina, etc.) y la tecnología (Internet, telecomunicaciones, informática, etc.) hace que cada año se incorporen alrededor de 500 nuevos términos a nuestro vocabulario, la mayoría de ellos de origen anglosajón.



La **terminología** es el conjunto de vocablos o palabras propios de una determinada profesión, ciencia o materia.

La terminología científica y tecnológica se caracteriza por la exactitud de sus vocablos o términos. Cada término tiene un significado concreto y preciso que no da lugar a errores de interpretación.

- **Características de los nuevos términos.** Todos los términos tienen un cuerpo (es decir, un significado o acción explícita que no provoca error al interpretar ese vocablo). Además, pueden tener un *símbolo* y una *unidad con su símbolo correspondiente*.

Por ejemplo, *leva* es un término tecnológico cuyo cuerpo sería «mecanismo que transforma un movimiento circular en otro lineal, teniendo una forma...». No tiene ni unidades ni símbolo. En cambio, el término *intensidad de la corriente eléctrica* tiene un cuerpo (cantidad de electrones que pasan por un punto en un segundo), un símbolo (I), una unidad (el amperio) y un símbolo de unidad (A).

- **Normalización de los términos.** El *Diccionario tecnológico hispano-americano*, el primero de su género en España, promovido por el inventor español Leonardo Torres Quevedo, apareció en seis volúmenes publicados entre 1926 y 1930.

A partir de esa fecha son varias las instituciones que han venido colaborando en la investigación terminológica científica y tecnológica. En la actualidad, esta terminología está normalizada. En esta normalización participan organismos internacionales (por ejemplo, ISO, con normas como la ISO 3534-1, o el Centro Iberoamericano de Terminología, con la base de datos IBEROTERM), nacionales (como AENOR, con su norma UNE 50-113-92/1) y autonómicos (TERMCAT, adoptando y traduciendo términos al catalán; o EUSKALTERM, al vasco; o la serie de léxicos y vocabularios bilingües castellano-gallego publicados por el Servicio de Normalización Lingüística de la Universidad de Santiago de Compostela), entre otros.

- **Origen de los viejos y nuevos términos.** La mayor parte de las palabras o términos nuevos que van apareciendo (neologismos), así como muchos de los ya existentes, se forman de las maneras incluidas en la Tabla 1.2.

<b>Por derivación</b>	Prefijo (anteponiendo)	Por ejemplo: interactiva, intercambiador, etcétera.
	Sufijo (añadiendo al final)	Por ejemplo, de <i>dígito</i> : digital; de <i>mecánica</i> : mecanismo, mecanizado, mecánico; de <i>programa</i> : programable, programador, programación.
<b>Por composición</b>	Algunos ejemplos: videoconferencia, teletrabajo, electroimán, termoplástico, etc.	
<b>De origen griego o latino</b>	Algunas de ellas: microscopio, microprocesador, micrómetro, holograma, fonógrafo, polímero, etc.	
<b>De otros idiomas</b>	Por ejemplo: <i>email</i> , <i>backup</i> , <i>chip</i> , <i>megabyte</i> , etc.	
<b>Acrónimos (siglas)</b>	Tales como DVD ( <i>digital versatile disc</i> ), radar ( <i>radio detecting and ranging</i> ), CD ( <i>compact disc</i> ), etc.	
<b>Otras formas</b>	En ocasiones se adoptan términos ya existentes en otros campos, tales como menú, ratón, memoria, monitor, etc.	

Tabla 1.2. Formación de palabras o términos técnicos.



## Actividades

- 1> Indica varios ejemplos en los que consideres que la tecnología hace uso de conocimientos de la ciencia y la ciencia de la tecnología.
- 2> Busca términos tecnológicos cuyo origen sea griego, latino o inglés, o que sean acrónimos o estén formados por siglas.



### Importante

Una encuesta reciente en Internet ha demostrado que solamente el 5% de los entrevistados tiene un nivel aceptable en relación a términos tecnológicos y técnicos. Así de dura es a veces la realidad.

**Importante**

En el Sistema Internacional, la unidad de energía es el julio (J). La energía calorífica que se libera al encender una cerilla equivale aproximadamente a 1000 julios.

**Importante**

Algunos de los prefijos del Sistema Internacional son:

Prefijo	Factor	Símbolo
peta	$10^{15}$	P
tera	$10^{12}$	T
giga	$10^9$	G
mega	$10^6$	M
kilo	$10^3$	K
hecto	$10^2$	h
deca	$10^1$	da
deci	$10^{-1}$	d
centi	$10^{-2}$	c
mili	$10^{-3}$	m
micro	$10^{-6}$	$\mu$
nano	$10^{-9}$	n
pico	$10^{-12}$	p
femto	$10^{-15}$	f

### □ Sistema de unidades

El sistema de unidades más utilizado en la actualidad es el Sistema Internacional (SI). Pero existe otro sistema: el Sistema Técnico, específico de la tecnología, pero también utilizado en nuestra vida diaria, por ejemplo, para indicar nuestro peso.

En la Tabla 1.3 se muestra el cuadro de unidades, con los dos sistemas. Observa que las **unidades** o magnitudes **fundamentales** (básicas) son solamente tres: *longitud*, *masa* y *tiempo*. El resto, denominadas **unidades derivadas**, se obtiene de las anteriores.

	Unidades o magnitudes	Fórmula	Sistema		Equivalencias
			SI	ST	
Básicas	Espacio = longitud	$e$	m	m	1 m = 100 cm
	Masa	$m$	kg	utm	1 utm = unidad técnica de masa = 9,8 kg
	Tiempo	$t$	s	s	
Derivadas	Velocidad	$v = e/t$	m/s	m/s	
	Aceleración	$a = v/t = e/t^2$	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	
	Fuerza	$F = m \cdot a$	kg · m/s <sup>2</sup> = newton (N)	utm · m/s <sup>2</sup> = kilogramo (kg) = kilopondio (kp)	1 kp = 9,8 N
	Trabajo = energía	$W = F \cdot e$	N · m = julio (J)	kg · m = kilográmetro	1 kg · m = 9,8 J
	Potencia	$P = W/t$	J/s = vatio (W)	kg m/s	1 kg m/s = 9,8 W
Otras	Otras equivalencias		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 caballo de vapor (CV) = 75 kg m/s = 75 kp m/s = 735 W</li> <li>• 1 kilovatio (kW) = 1000 W</li> </ul> De la columna del SI se deduce que: 1 julio (J) = 1 vatio (W) · 1 segundo (s) 1 Wh = 3600 J		

**Tabla 1.3.** Sistemas de unidades y sus equivalencias.

**Ejemplo 1**

Cuando alguien te dice que pesa 60 kg, ¿qué sistema de unidades está empleando? ¿Quiere decir que tiene una masa de 60 kg?

**Solución**

El peso es igual a la fuerza. La unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el newton (N), pero a nadie se le ocurre pedir diez newtons de naranjas o decir que pesa 588 newtons.

En la vida cotidiana y, especialmente, en el ámbito de la tecnología, se utiliza el Sistema Técnico, en el que la fuerza se expresa en kilogramos (kg). 1 kilogramo = 1 kilo-fuerza = 1 kilopondio, que será igual a 9,8 N.

$$Peso = fuerza = 60 \text{ kg} = 60 \text{ kp} = 60 \cdot 9,8 \text{ N} = m \cdot g$$

$$Peso = 60 \text{ kg (Sistema Técnico)} = 60 \cdot 9,8 \text{ N (Sistema Internacional)} = 588 \text{ N (S.I.)}$$

$$60 \cdot 9,8 = m \cdot 9,8 ; m = 60 \text{ kg}$$



### Ejemplo 2

Demuestra que 1 kp (kilopondio) es igual a 9,8 newtons.

#### Solución

Tengamos en cuenta que:  $1 \text{ kp} = 1 \text{ utm} \cdot \text{m/s}^2$  (en el Sistema Técnico)

$$1 \text{ utm} = 9,8 \text{ kg (por definición)}$$

Por tanto:

$$1 \text{ kp} = 9,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

### Ejemplo 3

Demuestra que un kilográmetro/segundo es igual a 9,8 vatios.

#### Solución

Sabemos que:  $1 \text{ kgm/s} = 1 \text{ kp} \cdot \text{m/s}$

Sustituyendo, queda:  $1 \text{ kp} \cdot \text{m/s} = 9,8 \text{ N} \cdot \text{m/s} = 9,8 \text{ J/s} = 9,8 \text{ W}$

### Ejemplo 4

Demuestra cuántos vatios y kilográmetros/segundo ( $\text{kgm/s}$  o  $\text{kp} \cdot \text{m/s}$ ) tiene un caballo de vapor.

#### Solución

Por definición, 1 CV es aproximadamente igual a 75  $\text{kgm/s}$ . Anteriormente se ha visto que:

$$1 \text{ kgm/s} = 9,8 \text{ W}$$

Por tanto:

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ kgm/s} = 75 \cdot 9,8 \text{ W} = 735 \text{ W}$$

## Actividades

- 3> Determina cuántos newtons hay en 4 kilopondios o kilogramos fuerza.
- 4> Cuando vamos a una tienda y pedimos un kilo de azúcar, ¿qué sistema de unidades estamos usando?
- 5> Calcula cuántos vatios segundo ( $\text{W} \cdot \text{s}$ ) hay en 6 000 julios (J).
- 6> Determina cuántos vatios hora ( $\text{W} \cdot \text{h}$ ) hay en 7 200 julios.
- 7> ¿Qué le dirías tú a una persona que afirma rotundamente que un julio es mayor que un newton?
- 8> ¿Cuáles son las unidades de fuerza, energía, trabajo y potencia del Sistema Internacional?
- 9> Explica qué es una unidad técnica de masa (Utm).
- 10> ¿Qué relación existe entre las unidades fundamentales y las unidades derivadas?
- 11> ¿Cuál de los dos sistemas tiene unidades de mayor peso?
- 12> ¿Qué sistema de unidades se utiliza más?
- 13> Escribe tres aplicaciones reales donde se utilice el término caballo de vapor (CV). ¿Dónde se utiliza el kilovatio?
- 14> Si una bomba de agua es de 200 W, ¿cuántos caballos de vapor (CV) tiene?  
S: 0,27 CV
- 15> Calcula la energía, en kilovatios hora (kWh), que ha consumido una máquina que tiene 30 CV y ha estado funcionando durante 2 horas.  
S: 44,1 kWh



## 2 Concepto de energía y sus unidades



La **energía** es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.

Toda la energía procede directa o indirectamente del Sol, con excepción de una pequeña parte, que lo hace del interior de la Tierra y que se manifiesta a través de volcanes, terremotos, géiseres, etc.

La energía está presente en los seres vivos, desde su propia alimentación hasta la realización de un trabajo. A lo largo de los años, el ser humano ha aprendido a utilizar una gran variedad de formas de energía presentes en su entorno, lo que le ha conducido a un crecimiento y prosperidad superiores a los de otros seres vivos (Fig. 1.2).



Fig. 1.2. Evolución de las formas de energía utilizadas por el ser humano.

En la Tabla 1.4 se muestran las unidades de energía más utilizadas en la actualidad, que pertenecen al Sistema Internacional (SI) y al Sistema Técnico (ST). Además de emplear las unidades de los dos sistemas, también se manejan otras unidades (que incluso son más conocidas) para expresar determinadas formas de energía (Tabla 1.5).

Sistema Internacional (SI)	Sistema Técnico (ST)
Julio (N m = W s)	Kilográmetro (Kp m)

Tabla 1.4. Unidades de energía utilizadas en el SI y el ST.

Unidad	Definición	Utilización
Caloría	Cantidad de calor necesaria para elevar un grado de temperatura (para pasar de 14,5 °C a 15,5 °C) un gramo de agua, a presión atmosférica normal (nivel del mar). La fórmula que relaciona la temperatura adquirida por una masa de agua y el calor absorbido es: $Q = C_e \cdot m \cdot (T_f - T_i)$ , donde $m$ está expresado en gramos, las temperaturas en °C, el calor $Q$ en calorías y el calor específico $C_e$ en cal/g · °C. Para el agua, $C_e = 1$ . La equivalencia entre calorías y julios es 1 cal = 4,18 J.	Se emplea mucho cuando se habla de energía térmica.
kWh	Se lee kilovatio hora e indica el trabajo o energía desarrollada (cedida) o consumida por un ser vivo o máquina, que tiene una potencia de 1 kW y está funcionando durante una hora. Un submúltiplo es el vatio hora (Wh), de modo que <b>1 kWh = 1 000 Wh</b> .	Masivamente empleada en máquinas eléctricas y para indicar consumos eléctricos (contadores).

Tabla 1.5. Otras unidades de energía ampliamente utilizadas.



**Ejemplo 5**

Sabiendo que la energía necesaria para elevar un cuerpo ha sido de 1,3 kWh, calcula su energía en julios.

**Solución**

La potencia, en función de la energía o trabajo, viene dada por la expresión:

$$1 \text{ vatio (W)} = 1 \text{ julio (J)}/1 \text{ segundo (s)}, \text{ de donde } 1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s}$$

Como sabemos que 1 kW = 10<sup>3</sup> W y que 1 h = 3 600 segundos:

$$1,3 \text{ kWh} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \text{h} = 1300 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 4,68 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s} = 4,68 \cdot 10^6 \text{ J}$$

**Ejemplo 6**

Determina la temperatura a la que se elevarían 2,5 litros de agua si han absorbido una energía de 4,3 kcal e, inicialmente, se encontraban en una habitación con una temperatura de 20 °C.

La fórmula que se aplica es:

$$Q = C_e \cdot m \cdot (T_f - T_i)$$

donde  $Q$  se expresa en calorías,  $m$  en gramos y  $C_e = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

Despejando:

$$T_f = (Q/C_e \cdot m) + T_i \Rightarrow Q = 4,3 \text{ kcal} = 4300 \text{ cal}$$

En el Sistema Internacional, una masa de 2,5 litros (2,5 dm<sup>3</sup>) de agua equivale a:

$$\text{densidad (d)} = \text{masa (m)}/\text{volumen (V)}$$

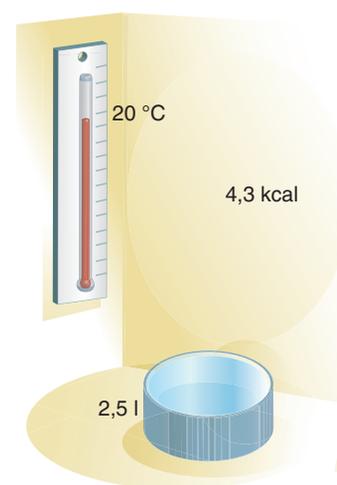
$$1 \text{ kg/dm}^3 = m/2,5 \text{ dm}^3$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

Como en la fórmula la masa tiene que estar en gramos:  $m = 2500 \text{ g}$

Entonces:

$$T_f = (Q/C_e \cdot m) + T_i = (4300/1 \cdot 2500) + 20 = 21,72 \text{ }^\circ\text{C}$$



**Fig. 1.3.** Habitación a 20 °C.

**Actividades**

**16>** Completa el cuadro adjunto, teniendo en cuenta las unidades fundamentales y derivadas mostradas anteriormente.

Una unidad de aquí ↓	Equivale a						
	J	kJ	kgm	Wh	kWh	cal	kcal
J							
kJ							
kgm							
Wh							
kWh							
cal							
kcal							



## 3 Formas de manifestación de la energía

La energía puede manifestarse de seis formas distintas: energía mecánica, calorífica o térmica, eléctrica, química, nuclear y radiante electromagnética.

### 3.1 Energía mecánica

La **energía mecánica** ( $E_m$ ) siempre es la suma de las *energías cinética* ( $E_c$ ) y *potencial* ( $E_p$ ):

$$E_m = E_c + E_p$$

La **energía cinética** es la energía de un cuerpo debida a su velocidad. Así, para una misma masa, cuanto mayor es la velocidad del objeto, mayor energía cinética posee:

$$E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

donde  $m$  = masa del cuerpo que se mueve y  $v$  = velocidad lineal del objeto.

La **energía potencial** es la energía de un cuerpo debida a la altura a la que se encuentra dentro de un campo de fuerzas determinado. Nosotros nos vamos a centrar exclusivamente en el gravitatorio terrestre:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

donde  $h$  = altura a la que se encuentra el cuerpo y  $g$  = gravedad =  $9,8 \text{ m/s}^2$

Cuando se suelta un cuerpo que se encuentra a una distancia  $h_1$  del suelo, empieza a ceder su energía potencial ( $E_p$ ), transformándola en energía cinética ( $E_c$ ), o lo que es lo mismo, en energía de movimiento. Al pasar el cuerpo de la posición 1 a la posición 2 habrá cedido energía potencial que se ha transformado en energía cinética, por lo que se cumple:

$$E_p = E_c \Rightarrow m \cdot g \cdot h = 1/2 \cdot m \cdot v^2; \quad g \cdot h = 1/2 \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot h; \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

que será la velocidad que tiene el cuerpo en el punto 2.

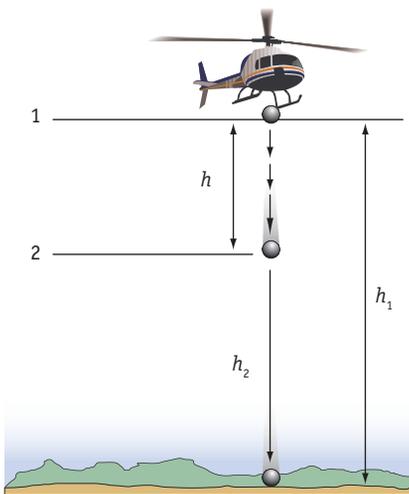


Fig. 1.4.

#### Ejemplo 7

Desde un helicóptero, a una altura de 100 m, se suelta un objeto que pesa 2 kg. Calcula la energía mecánica, cinética y potencial en los puntos siguientes: a) antes de soltar el objeto; b) cuando está a 10 m del suelo.

#### Solución

$$\begin{aligned} a) \quad E_c &= 1/2 \cdot m \cdot v^2 = 0 \text{ J, porque } v = 0 \text{ m/s} \\ E_p &= m \cdot g \cdot h_1 = 2 \cdot 9,8 \cdot 100 = 1960 \text{ J} \\ E_m &= E_c + E_p = 0 + 1960 = 1960 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad v &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 90} = 42 \text{ m/s} \\ E_c &= 1/2 \cdot m \cdot v^2 = 1/2 \cdot 2 \cdot 42^2 = 1764 \text{ J} \\ E_p &= m \cdot g \cdot h_2 = 2 \cdot 9,8 \cdot 10 = 196 \text{ J} \\ E_m &= E_c + E_p = 1764 + 196 = 1960 \text{ J} \end{aligned}$$

#### Actividades

17> Un avión lanza una carga de 1000 kg cuando se encuentra a una altura de 800 m. Calcula su energía cinética y mecánica en los siguientes casos:

a) Cuando el objeto ha recorrido una distancia de 430 m.

b) Cuando el objeto está a punto de impactar contra el suelo.

S: a)  $E_c = 4,21 \cdot 10^6 \text{ J}; E_m = 7,84 \cdot 10^6 \text{ J}.$

b)  $E_c = 7,84 \cdot 10^6 \text{ J}; E_m = 7,84 \cdot 10^6 \text{ J}.$



### 3.2 Energía calorífica o térmica

La **energía térmica** es aquella que contiene un cuerpo por el movimiento de sus moléculas.

El **calor** es la energía térmica en tránsito o en movimiento, mientras que la **temperatura** indica el grado o intensidad de la energía térmica, independientemente de su cantidad.

La energía térmica se puede transmitir (por conducción, convección y radiación) o se puede acumular.

#### A. Transmisión del calor por conducción

El calor (energía) de un cuerpo de mayor temperatura pasa a uno de menor, por efecto de los choques moleculares. Por ejemplo, un trozo de carne que se cocina en una sartén.

$$Q = (\lambda/d) \cdot S \cdot (T_f - T_i) \cdot t$$

donde:  $\lambda$  = coeficiente de conductividad (kcal/m · h · °C)

$d$  = espacio entre dos superficies del mismo cuerpo o espesor (m)

$S$  = superficies de transmisión del cuerpo (m<sup>2</sup>)

$t$  = tiempo (h)

$\lambda$ (kcal/m · h · °C)	
<b>Metales puros</b>	
Aluminio	197
Cobre	378
Hierro	60
Mercurio	7,2
Níquel	72
Plata	360
<b>Líquidos</b>	
Agua	0,022
Aceite	0,108
<b>Aleaciones</b>	
Acero	12,5
Bronce	36
Cromoníquel	16
Duraluminio	130
Latón	94
<b>Gases</b>	
Aire seco	0,022
CO <sub>2</sub>	0,0132
H <sub>2</sub>	0,16
<b>Otros materiales</b>	
Ladrillo	0,33
Hormigón	0,7 a 1,2
Cristal	0,7
Mármol	2,4
Granito	2,5
Piedra arenisca	1,4 a 1,8
Fibra de vidrio	0,013
Madera	0,32 a 0,4
Poliuretano	0,024

#### Ejemplo 8

Una caldera con unas paredes de 5 mm de espesor y de superficie 345 cm<sup>2</sup> se quiere mantener a 125 °C. Sabiendo que está fabricada de acero, determina la cantidad de calor que es necesario aportar por hora (en kcal/h) para mantener dicha temperatura. Se supone que en el exterior la temperatura es de 22 °C.

#### Solución

Se pasa la superficie a metros cuadrados y el espesor a metros:

$$d = \text{espesor caldera} = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

$$S = \text{superficie de la caldera} = 345 \text{ cm}^2 = 0,0345 \text{ m}^2$$

$$\lambda_{\text{acero}} = 12,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$$

Aplicando la fórmula:

$$\begin{aligned} Q/t &= (\lambda/d) \cdot S \cdot (T_f - T_i) = \\ &= (12,5/0,005) \cdot 0,0345 \cdot (125 - 22) \\ Q/t &= 8883,75 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

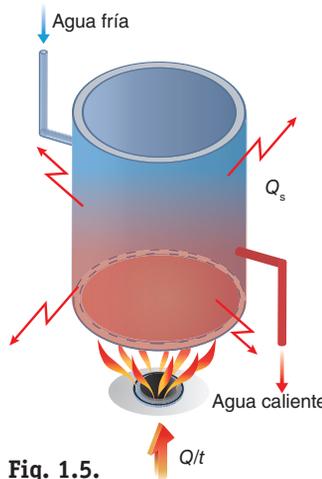


Fig. 1.5.

Tabla 1.6. Coeficientes de conductividad térmica ( $\lambda$ ) de algunos materiales.

#### Actividades

18> Un frigorífico que tiene las siguientes dimensiones: 55 cm (ancho) × 125 cm (alto) × 55 cm (fondo), lleva un recubrimiento, alrededor de cada una de las seis paredes, de fibra de vidrio de 3 cm de espesor. Calcula la cantidad de calor por hora que se deberá extraer si

se quiere mantener en el interior una temperatura de 5 °C si en el exterior hay 28 °C.

S: 33,44 kcal/h



$\alpha$ (kcal/m <sup>2</sup> · h · °C)	
Líquido en reposo	500
Líquido en ebullición	10000
Vapores en condensación	10000
Gases en reposo	
- Si $\Delta T < 15$ °C	$3 + 0,08 \Delta T$
- Si $\Delta T > 15$ °C	$2,2 (\Delta T)^{1/4}$

**Tabla 1.7.** Coeficientes de convección ( $\alpha$ ).

Material	(kcal/m <sup>2</sup> · h · K)
Madera	4,44
Esmalte	4,50
Vidrio	4,65
Porcelana	4,58
Ladrillo refractario	3,7
Ladrillo común	4,6
Agua	4,75
Aceite	4,06
Aluminio	0,4
Cobre	0,24
Latón	0,25
Níquel	0,35
Acero	1,42
Estaño	0,3
Hierro oxidado	3,04
Hierro colado	2,16

**Tabla 1.8.** Coeficientes de radiación ( $c$ ).

## □ B. Transmisión del calor por convección

Todos los fluidos, al calentarse, pierden densidad; así, en una mezcla de partículas calientes y partículas frías de un mismo fluido, las calientes se situarán sobre las frías, lo que dará lugar a un trasiego de partículas debido al calor. Por ejemplo: calor del radiador que asciende hasta el techo porque el aire caliente tiene menos densidad.

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (T_f - T_i) \cdot t$$

donde:  $\alpha$  = coeficiente de convección (kcal/m<sup>2</sup> · h · °C) y  $t$  = tiempo (h)

### ▶ Ejemplo 9

Calcula la cantidad de calor transmitido por convección al techo en una habitación durante 4 horas, si se dispone de un radiador eléctrico de superficie 1,5 m<sup>2</sup>, colocado en la parte inferior. La temperatura del radiador es de 120 °C y la de la habitación de 35 °C (esta temperatura se mantiene constante).

#### Solución

Como  $\Delta T = T_f - T_i = 120$  °C - 35 °C = 85 °C > 15 °C

$$\alpha = 2,2 \cdot (120 - 35)^{1/4} = 6,68 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}^\circ\text{C}$$

$$Q = \alpha \cdot S \cdot t \cdot (T_f - T_i) = 6,68 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot (120 - 35) = 3407 \text{ kcal}$$

## □ C. Transmisión del calor por radiación

El calor se transmite en forma de ondas electromagnéticas. Un cuerpo más caliente que el ambiente que lo rodea irradia calor en forma de ondas que se transmiten a distancia. Por ejemplo, al situarse en los laterales de una estufa, se recibe calor por radiación.

$$Q = c \cdot S \cdot [(T_2 / 100)^4 - (T_1 / 100)^4] \cdot t$$

donde  $c$  = coeficiente de radiación;

$T_2$  = temperatura absoluta del objeto que irradia calor;

$T_1$  = temperatura absoluta del objeto irradiado;  $t$  = tiempo (h)

Cuando una superficie irradiada es de un material distinto del de la superficie que irradia:

$$c = \frac{1}{(1/c_1) + (1/c_2) - (1/4,95)}$$

donde  $c_1$  y  $c_2$  son los coeficientes de radiación de ambos materiales.

La temperatura se mide normalmente en grados Celsius (°C), pero según el Sistema Internacional, se expresa en grados Kelvin (K) y se denomina temperatura absoluta. La relación entre una y otra es:  $T$  (K) = 273 +  $T$  (°C)

## Actividades

**19>** Determina la cantidad de calor por hora (en kcal/h) que se transmitirá por convección a la parte alta de una cazuela llena de agua en el momento en que la temperatura interior es de 25 °C y después de empezar a hervir. La temperatura en la parte inferior es de 200 °C y el diámetro de la cazuela es de 25 cm.

**S:** 4 295,15 kcal/h; 49 087,39 kcal/h

**20>** Se emplea un radiador de infrarrojos para calentar una bañera de porcelana. Sabiendo que el reflector del radiador (acero niquelado) alcanza una temperatura de 120 °C y que la temperatura ambiente es de 22 °C (manteniéndose constante), calcula la cantidad de calor emitido por hora. La superficie del radiador es de 0,25 m<sup>2</sup>.

**S:** 14,17 kcal/h



**Ejemplo 10**

Un foco que se emplea para el secado de pinturas de automóviles tiene una temperatura de 600 °C. Sabiendo que la temperatura ambiente (y también la de la chapa del coche a pintar) es de 35 °C y que no aumenta a lo largo del tiempo, calcula el calor transmitido por hora si la superficie del foco es de 100 cm<sup>2</sup> y el material con el que está fabricado dicho foco es de porcelana.

**Solución**

Como son materiales distintos (acero y porcelana):

$$c_{\text{acero}} = 1,42 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}; \quad c_{\text{porcelana}} = 4,58 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}$$

El valor de  $c$ , cuando el material que irradia e irradiado son distintos, vale:

$$c = 1,39 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}$$

$$T_2 = 273 + 600 = 873 \text{ K} ; \quad T_1 = 273 + 35 = 308 \text{ K}$$

$$S = 100 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\frac{Q}{t} = c \cdot S \cdot \left[ \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 \right] = 1,39 \cdot 0,01 \left[ \left( \frac{873}{100} \right)^4 - \left( \frac{308}{100} \right)^4 \right] = 79,48 \text{ kcal/h}$$

**D. Acumulación de energía térmica en los cuerpos**

Los cuerpos acumulan energía calorífica. La cantidad de calor acumulada dependerá del tipo de material, de su peso o masa, así como de la temperatura a la que se encuentren.

El **calor específico** es la cantidad de calor que es necesario añadir a 1 kg de ese cuerpo (sólido o líquido) para elevar 1 °C su temperatura:  $Q = C_e \cdot m \cdot (T_f - T_i)$

donde:  $Q$  = cantidad de calor (kcal);  $T_f$  = temperatura final (°C)

$C_e$  = calor específico (kcal/kg · °C);  $T_i$  = temperatura inicial (°C)

$m$  = masa (kg)

**Ejemplo 11**

Calcula la cantidad de calor acumulado en el agua del radiador de un coche, antes de que se ponga el ventilador en marcha, si su temperatura se ha elevado desde los 22 °C hasta los 97 °C. El volumen de agua es de 3,5 litros.

**Solución**

$$3,5 \text{ l} = 3,5 \text{ dm}^3 = 3,5 \text{ kg}; \quad C_e = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q = C_e \cdot m \cdot (T_f - T_i) = 1 \cdot 3,5 \cdot (97 - 22) = 262,5 \text{ kcal}$$

Material	kcal/kg · °C
Aceite mineral	0,43
Acero al carbono	0,115
Acero aleado	0,116
Acero inoxidable	0,22
Agua líquida	1
Alcohol	0,59
Aluminio	0,212
Baquelita	0,3
Bronce	0,09
Carbón mineral	0,24
Carbón madera	0,18
Cinc	0,092
Cobre	0,092
Estaño	0,054
Fundición	0,130
Granito	0,18
Hierro	0,105
Hormigón	0,21
Ladrillo	0,22
Latón	0,093
Madera	0,116
Mármol	0,193
Níquel	0,106
Petróleo	0,51
Plata	0,056
Plomo	0,031
Vidrio	0,184
Yeso	0,20

**Tabla 1.9.** Calor específico de algunos materiales ( $C_e$ ).

**Ten en cuenta**

Observa que el agua es uno de los elementos cuyo calor específico es mayor. Esa característica la hace apropiada para su uso como refrigerante (por ejemplo, en radiadores de automóviles e intercambiadores de calor).

**Actividades**

**21>** Una plancha tiene su base de aluminio, de superficie 50 cm<sup>2</sup> y de espesor 1 cm. Sabiendo que su temperatura ha pasado de 18 °C a 60 °C en 10 segundos y que se desprecian las pérdidas de calor, calcula la energía

térmica acumulada (en kcal), así como la potencia de la plancha. Densidad del aluminio = 2,75 kg/dm<sup>3</sup>.

**S:**  $Q = 1,22 \text{ kcal}; \quad P = 511,76 \text{ W}$



### 3.3 Energía química

Material	Poder calorífico
<b>Sólidos</b>	kcal/kg
Antracita	8 000
Carbón vegetal	7 000-7 600
Carbón de coque	5 300-7 000
Hulla	7 000
Lignito	6 000
Madera	2 500-3 600
Turba	1 500-2 500
<b>Líquidos</b>	kcal/kg
Aceite combustible	9 800
Alcohol	5 980
Gasóleo	10 300
Esencia de petróleo	9 900
<b>Gases</b>	kcal/m <sup>3</sup>
Acetileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	13 600
Gas alumbrado	4 200
Gas natural	8 540
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	22 350
Butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	28 500
Metano (C H <sub>4</sub> )	8 500
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	2 580

**Tabla 1.10.** Poder calorífico ( $P_c$ ) de algunos combustibles.

Este tipo de energía se origina al reaccionar dos o más productos químicos para formar otro distinto.

En este apartado nos centraremos en la **energía de combustión**. A partir de cierta **temperatura** (llamada de **ignición**), la combinación química del carbono y del hidrógeno con el oxígeno se produce de manera viva y constante con desprendimiento de calor, dando lugar a una reacción llamada **combustión**.

En la Tabla 1.10 se muestra el **poder calorífico** ( $P_c$ ) de algunos materiales. Está expresado en kcal/kg (sólidos y líquidos) y en kcal/m<sup>3</sup> (gases), por lo que las fórmulas serán:

- Materiales sólidos y líquidos:  $Q = P_c \cdot m$ , donde  $m$  es la masa en kilogramos.

- Combustibles gaseosos:  $Q = P_c \cdot V$ , donde  $V$  es el volumen en metros cúbicos.

El valor del  $P_c$  que se indica en la Tabla 1.10 para los gases corresponde a condiciones normales (1 atmósfera y 0 °C de temperatura). En otras condiciones de presión  $p$  y temperatura  $t$ , el valor será:

$$P_{c(\text{real})} \text{ (kcal/m}^3\text{)} = P_c \cdot p \cdot [273/(273 + T)]$$

$T$  = temperatura del combustible, en °C

$p$  = presión del combustible en el momento de su uso, en atm

$P_c$  = poder calorífico del combustible gaseoso en condiciones normales, en kcal/m<sup>3</sup>

#### Ejemplo 12

Calcula:

- La energía liberada al quemar 5 kg de madera.
- La energía total obtenida al quemar 2 m<sup>3</sup> de gas natural suministrado a una presión de 1,5 atm y a una temperatura de 22 °C.

#### Solución

- El  $P_c$  medio de la madera es de 3 000 kcal/kg; por tanto:

$$Q = P_c \cdot m = 3\,000 \cdot 5 = 15\,000 \text{ kcal}$$

- El poder calorífico real será:

$$P_{c(\text{real})} = 8\,540 \cdot 1,5 \cdot \frac{273}{273 + 22} = 11\,854,68 \text{ kcal/m}^3$$

La cantidad de calor obtenida será:

$$Q = P_{c(\text{real})} \cdot V = 11\,854,68 \cdot 2 = 23\,709,36 \text{ kcal}$$

#### Actividades

**22>** Una central térmica produce 5 500 kWh en 1 hora. Sabiendo que emplea antracita como combustible y que, aproximadamente, se aprovecha el 20% del combustible quemado para generar electricidad, calcula la cantidad de toneladas diarias que es necesario suministrar a la central.

**S:** 71 052,63 kg

**23>** ¿Qué cantidad de butano será necesario quemar para obtener una energía calorífica de 10 kWh? La presión de consumo es de 2 atm y la temperatura, de 28 °C.

**S:** 0,166 m<sup>3</sup>

**24>** ¿Qué fórmula se emplea para calcular la energía generada al quemar sólidos y gases combustibles?

### 3.4 Energía nuclear

Es la energía propia de la materia contenida en el núcleo de sus átomos. Al fisurar (romper) un átomo de uranio o plutonio, se obtiene gran cantidad de energía en forma de calor. También se puede obtener energía térmica por fusión al unir un núcleo de deuterio y otro de tritio, formando helio. Se sabe que en la fisión, el peso resultante de la reacción nuclear es un poco menor que la suma de los pesos de sus componentes. Esa diferencia de peso se transforma en energía, según la fórmula  $E = m \cdot c^2$

$E$  = energía calorífica obtenida en julios

$m$  = masa que ha desaparecido en kilogramos

$c$  = velocidad de la luz ( $3 \cdot 10^8$  m/s)

#### Ejemplo 13

Calcula la energía liberada (en kcal) en una reacción nuclear suponiendo que se han transformado 2 g de uranio en energía calorífica.

#### Solución

Pasamos la masa a kilogramos:  $m = 0,002$  kg

$$E = m \cdot c^2 = 0,002 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1,8 \cdot 10^{14} \text{ J} = 4,31 \cdot 10^{13} \text{ cal} = 4,31 \cdot 10^{10} \text{ kcal}$$



#### Más datos

Además de las energías que se estudian en este tema, existe un tipo de energía denominada **radiante electromagnética**. Dependiendo de la longitud de onda con la que se emita recibe distintos nombres y tiene propiedades diversas (algunas incluso pueden atravesar el vacío).

Algunos ejemplos son: microondas (utilizados en las comunicaciones entre móviles), ultravioleta (recorren largas distancias y pueden atravesar el vacío, procedentes del Sol), UHF (para transmitir las señales de televisión), etc.

### 3.5 Energía eléctrica

La **energía eléctrica** es la que proporciona la corriente eléctrica. Se trata de una energía de transporte, por lo que, normalmente, no es primaria ni final. En general, siempre se transforma y procede de otro tipo de energía, tal como calor, energía mecánica, etc.

$$E_e = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t ; \text{ donde } P = V \cdot I$$

$P$  = potencia expresada en vatios (W)

$R$  = resistencia eléctrica en ohmios ( $\Omega$ )

$t$  = tiempo en segundos

$I$  = intensidad de corriente en amperios (A)

$V$  = voltaje en voltios (V)

Según la ley de Ohm:  $V = I \cdot R$

#### Ejemplo 14

Una placa vitrocerámica de 220 V por la que circula una intensidad de 5 A está conectada 2 horas. ¿Qué energía ha consumido en julios?

#### Solución

En el Sistema Internacional,  $t = 2$  horas =  $2 \cdot 60 \cdot 60 = 7200$  segundos

$$E_e = V \cdot I \cdot t = 220 \cdot 5 \cdot 7200 = 7,92 \cdot 10^6 \text{ J}$$



#### Importante

Con las 2500 kcal aproximadas que liberamos diariamente en forma de calor, se podrían hervir 25 litros de agua que estuviesen a 0 °C.



## 4 Transformaciones de la energía

Cuando decimos que se consume energía, lo que queremos decir, en realidad, es que un tipo de energía se está transformando en otro.

Cada una de las formas de energía estudiadas anteriormente se puede transformar en otras, tal y como se muestra en la Figura 1.6. Al lado de cada flecha aparece el nombre de la máquina más usual encargada de hacer la transformación.

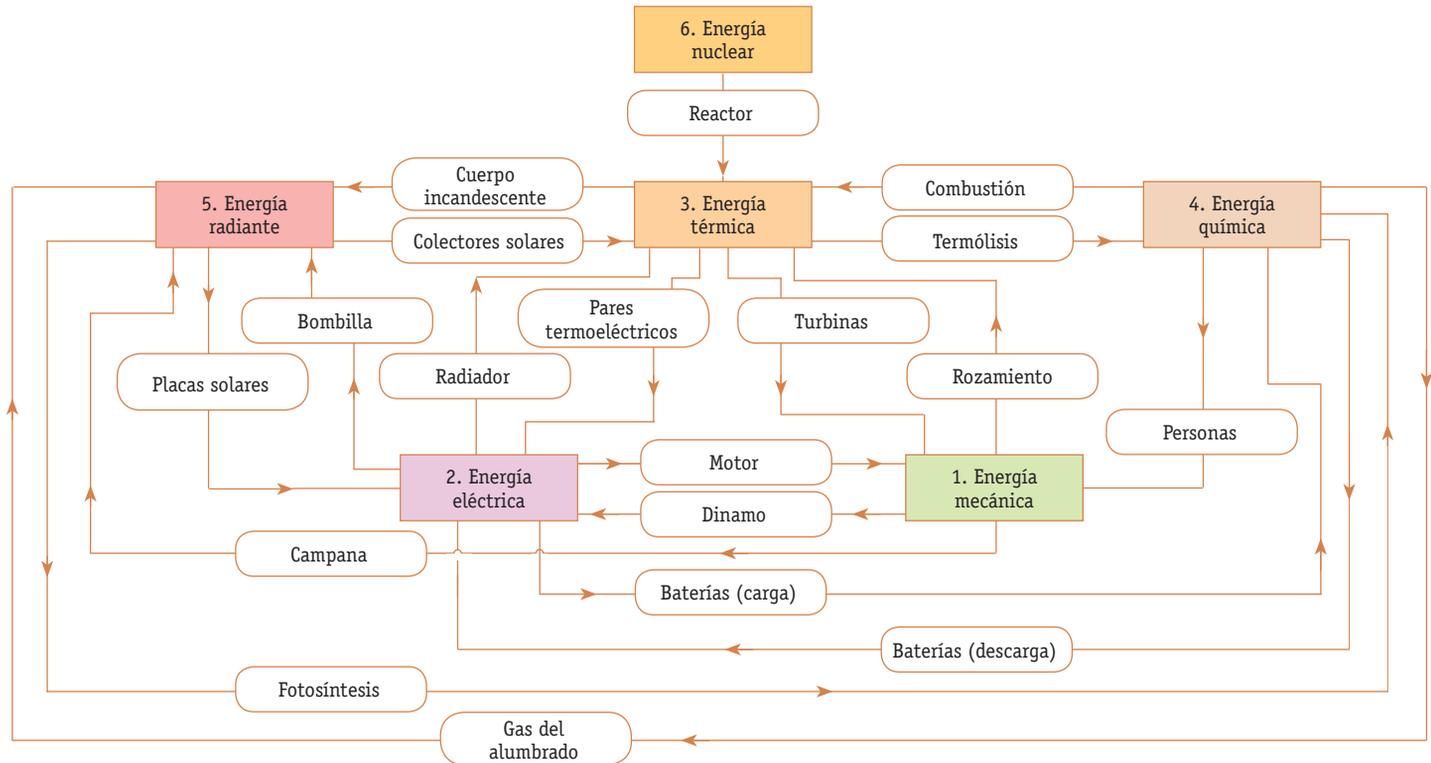


Fig. 1.6. Transformación de la energía y máquinas utilizadas.

### 4.1 Consumo energético

En la transformación de la energía siempre se cumple el **primer principio de la termodinámica**, que dice: *la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma*. Para este principio, habría que excluir todos los procesos termonucleares en los que parte de la masa se transforma en energía, según la fórmula de Einstein vista anteriormente.

El primer principio de la termodinámica, en términos matemáticos, se puede expresar mediante la fórmula:

$$\Delta E = E_f - E_i = Q - W$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta E = \text{variación de la energía interna en el sistema} \\ E_f \text{ y } E_i = \text{energía final e inicial, respectivamente} \\ Q = \text{calor o energía (de cualquier tipo) que recibe el sistema} \\ W = \text{trabajo que realiza el sistema} \end{array} \right.$$

En el supuesto de que el sistema perdiese calor en lugar de recibirlo, y el trabajo fuese recibido (en forma de calor u otro tipo de energía) por el sistema en lugar de aportarlo,  $Q$  y  $W$  serían negativos.

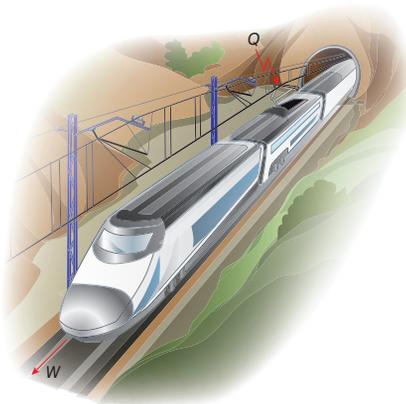


Fig. 1.7.  $Q$  es la energía que recibe la locomotora (electricidad) y  $W$  es el trabajo que realiza al arrastrar los vagones.

## 4.2 Rendimiento

Desgraciadamente, en la totalidad de las conversiones energéticas, el cambio no se hace al ciento por ciento. No hay ninguna máquina que sea capaz de transformar íntegramente una energía en otra sin desperdiciar una cantidad.

Por ejemplo, cuando un motor transforma 1 cal (energía térmica a energía mecánica) no la convierte en 4,18 J (energía mecánica), sino en mucho menos. En este proceso se pierde, aproximadamente, el 75% de la energía térmica que se suministra a la máquina (motor de combustión interna). Como es lógico, los ingenieros que diseñan estas máquinas convertoras de energía pretenden aprovechar al máximo la energía suministrada.

El **rendimiento de una máquina** es la relación entre el trabajo o energía suministrado por una máquina y la energía que ha sido necesario aportarle. Viene dado por la expresión:

$$\eta = \frac{\text{Trabajo realizado } (E_u)}{\text{Energía suministrada } (E_s)}$$

Lo ideal sería que  $\eta$  fuese igual a 1. Eso querría decir que la máquina no desperdiciaría ninguna energía. Desgraciadamente,  $\eta$  siempre es menor que 1 (nunca mayor).

### Ejemplo 15

Se dispone de un motor para bombear agua a un depósito que se encuentra a 40 m de altura. Calcula su rendimiento si con 3 kg de combustible (gasóleo) suministramos al depósito 100 000 litros. Se supone que 1 l de agua = 1 kg de agua (poder calorífico del gasóleo ( $P_c$ ) = 10 300 kcal/kg).

#### Solución

$$P_c = 10\,300 \text{ kcal/kg} = 10\,300 \cdot 10^3 \text{ cal/kg} = 10\,300 \cdot 10^3 \cdot 4,18 \text{ J/kg} = 4,31 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$$

Energía útil o trabajo realizado:

$$E_u = m \cdot g \cdot h = 100\,000 \cdot 9,8 \cdot 40 = 3,92 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Energía suministrada al motor:

$$E_s = P_c \cdot m = 4,31 \cdot 10^7 \cdot 3 = 1,29 \cdot 10^8 \text{ J}$$

El rendimiento será:

$$\eta = \frac{3,92 \cdot 10^7}{1,29 \cdot 10^8} = 0,3038 = 30,3\%$$



#### Importante

Los rendimientos aproximados de algunas máquinas que transforman una energía en otra son, en general, bastante bajos, como se muestra a continuación:

- Motores de explosión: 25%
- Motores eléctricos: 80 al 90%
- Placas solares: 15%
- Turbinas eólicas: 10 al 40%
- Turbinas hidráulicas: 20 al 95%
- Radiador eléctrico: 100%
- Baterías: 98%
- Dinamo: 90 al 98%
- Lámparas: 20 al 80%
- Central nuclear: 25%



#### Importante

Si al calcular el rendimiento de una máquina el valor decimal que se obtiene se multiplica por 100, obtienes el rendimiento en tanto por ciento (%).

### Ejemplo 16

Una máquina de aire acondicionado ha extraído de una habitación 5 000 kcal. Sabiendo que durante ese tiempo ha consumido 6 kWh, determina el rendimiento de la máquina.

#### Solución

Pasamos las unidades al Sistema Internacional:

$$E_u = 5\,000 \text{ kcal} = 5 \cdot 10^6 \text{ cal} = 5 \cdot 10^6 \cdot 4,18 \text{ J} = 2,09 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$E_s = 6 \text{ kW} \cdot \text{h} = 6 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \text{h} = 2,16 \cdot 10^7 \text{ W} \cdot \text{s} = 2,16 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$\text{Sustituyendo: } \eta = 2,09 \cdot 10^7 / 2,16 \cdot 10^7 = 0,97 \Rightarrow \eta = 97\%$$



### Ejemplo 17

Calcula la variación de energía de un sistema en los siguientes casos: a) El sistema absorbe 1000 cal y realiza un trabajo de 1500 J. b) El sistema absorbe 700 cal y recibe un trabajo de 40 kpm. c) Del sistema se extraen 1200 cal.

#### Solución

$$a) \quad Q = 1000 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 4180 \text{ J}; \\ \Delta E = 4180 - 1500 = 2680 \text{ J}$$

$$b) \quad Q = 700 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 2926 \text{ J}; \\ W = 40 \text{ kpm} = 40 \text{ kpm} \cdot 9,8 \text{ N/kp} = 392 \text{ J}; \\ \Delta E = 2926 - (-392) = 3318 \text{ J}$$

$$c) \quad Q = 1200 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 5016 \text{ J}; \\ W = 0 \text{ J}; \Delta E = -Q = -5016 \text{ J}$$

### Ejemplo 18

Un motor de gas hace funcionar una grúa que eleva un peso de 1000 kg a una altura de 27 m. Calcula el volumen de gas que debe quemar el motor suponiendo que el combustible es gas natural, la presión de suministro 3 atm, la temperatura del combustible 22 °C y el rendimiento del motor  $\eta = 24\%$ .

#### Solución

Pasamos todas las unidades al Sistema Internacional:

$$\eta = 0,24 = \frac{E_u}{E_s}; P_c = 8540 \text{ kcal/m}^3$$

$$E_u = m \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,8 \cdot 27 = 2,64 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$P_{c(\text{real})} (\text{kcal/m}^3) = P_c \cdot p \cdot \left[ \frac{273}{(273 + t)} \right] = 8540 \cdot 3 \cdot \left[ \frac{273}{(273 + 22)} \right] =$$

$$= 23709,35 \text{ kcal/m}^3 = 23709356 \text{ cal/m}^3 = 23709356 \cdot 4,18 \text{ J} = 9,91 \cdot 10^7 \text{ J/m}^3$$

$$E_s = P_{c(\text{real})} \cdot V = 9,91 \cdot 10^7 \cdot V$$

$$\eta = 0,24 = \frac{(2,64 \cdot 10^5)}{(9,91 \cdot 10^7 \cdot V)} \Rightarrow V = 0,01112 \text{ m}^3 = 11,12 \text{ litros}$$

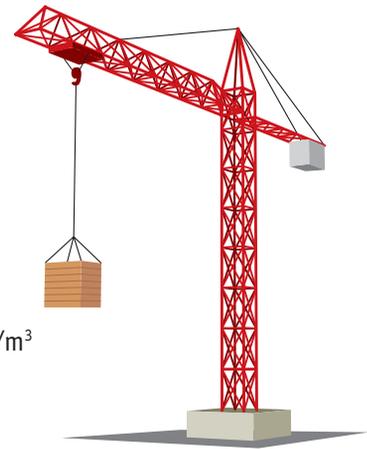


Fig. 1.8.

### Actividades

- 25> ¿Podemos afirmar que la energía no se consume ni se gasta? ¿Por qué?
- 26> Explica con tus palabras qué quiere decir el primer principio de la termodinámica.
- 27> ¿En qué casos no es aplicable el primer principio de la termodinámica?
- 28> Imagínate que estás analizando una locomotora de vapor real. Señala qué variaciones de energía se producen antes de ponerse en marcha y cuando está funcionando. Compara las dos situaciones.
- 29> Analiza la Figura 1.6 e indica en qué lugares de tu entorno se producen las transformaciones que ahí se indican.
- 30> En general, ¿qué tipos de máquinas son las que tienen un mayor rendimiento?
- 31> ¿Qué significa el rendimiento de una máquina?
- 32> Explica qué significaría que una máquina tuviese un rendimiento superior a 1.
- 33> A una central térmica de carbón, que tiene un rendimiento del 16%, se le han suministrado 20000 kg de antracita. Calcula la energía producida en kWh.  
S: 29724,44 kWh
- 34> Busca razones por las que, en la práctica, es imposible transformar íntegramente una caloría (energía térmica) en 4,18 julios (energía mecánica). ¿Podría conseguirse en un futuro próximo? ¿Por qué?

## 5 Ahorro energético

### 5.1 Uso racional de la energía

Históricamente, el avance tecnológico ha llevado asociado un aumento y dependencia del consumo energético. Pero, por fortuna, hay algunas formas de reducir este exceso de consumo: usando las energías de forma racional y empleando máquinas eficientes.

El bienestar social y personal no tiene por qué estar asociado al derroche de energía. Se debe gastar la energía que se necesita. Ni más ni menos. Un consumo excesivo puede acarrear dos problemas: agotamiento prematuro de los recursos (especialmente si no son renovables, como el carbón, el petróleo, etc.) y deterioro del medio ambiente.

Nosotros, como consumidores de energía, podemos colaborar activamente, especialmente en el campo del transporte y de la vivienda (Fig. 1.9).

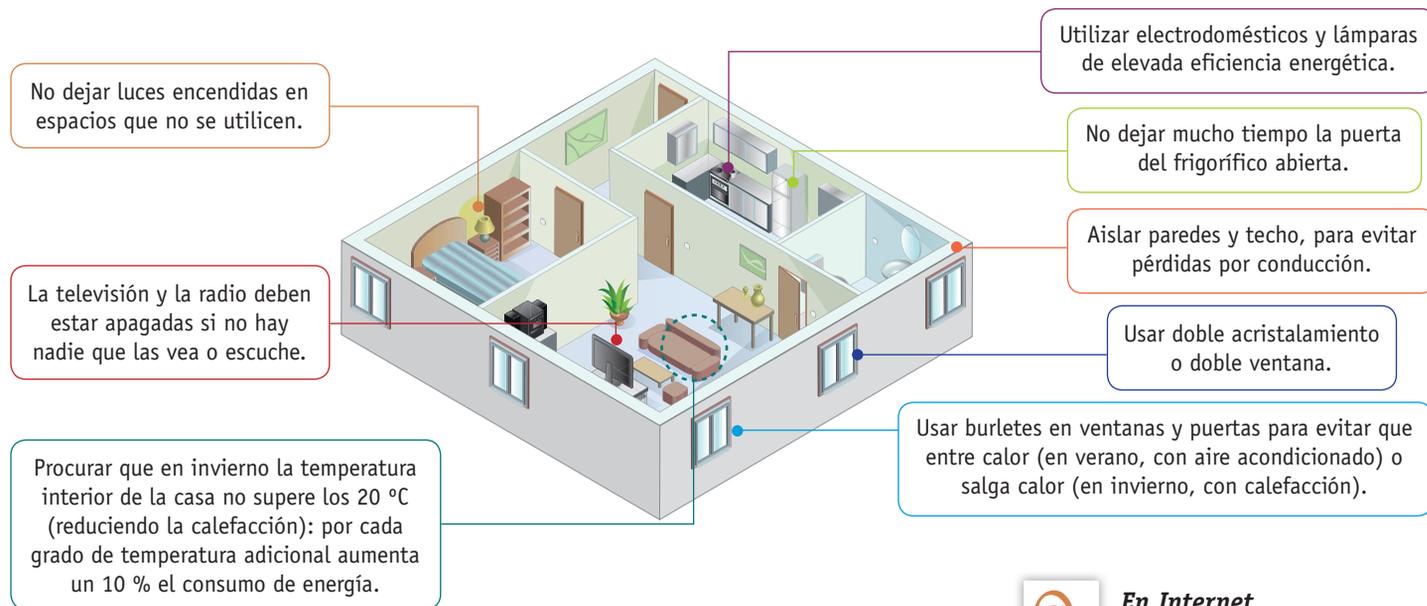


Fig. 1.9. Medidas de ahorro energético en la vivienda.

También es posible ahorrar energía en el transporte siguiendo estos consejos:

- Usar transporte colectivo (autobús, tren, metro, etc.), ya que se consume mucha menos energía que yendo una o dos personas en un coche.
- Si se va en coche, al pasar de 90 a 120 km/h se consume hasta un 30% más de combustible. A ser posible, no usar baca portaequipajes, ya que aumenta el consumo hasta un 20%. Llevar el motor a punto, así como los neumáticos bien inflados.

#### ! Importante

Un piso bien aislado ahorra entre un 20% y un 30% en calefacción, mientras que una casa o un chalé bien aislados pueden llegar a ahorrar entre el 30% y el 50%.

#### @ En Internet

[www.idae.es](http://www.idae.es)

En la página del Instituto para la Diversificación de la Energía (IDAE), en el apartado **Información al ciudadano**, encontrarás varias guías destinadas al consumidor sobre medidas de ahorro energético.

#### Ejemplo 19

Para comprobar que el transporte colectivo sale más barato, supongamos un autobús que pesa 15 000 kg en el que viajan 60 personas con un peso medio de 80 kg cada una.

El peso que hay que desplazar por persona será:  $P = (15\,000 + 60 \cdot 80)/60 = 330$  kilogramos/persona.

Ahora bien, si en un coche que pesa 1 100 kg va una sola persona, el peso que habrá que desplazar será de 1 180 kg/persona. Con esto se demuestra que el consumo energético por persona sale mucho más caro.



## 5.2 Eficiencia energética

Una forma eficaz de ahorrar energía es utilizando máquinas y aparatos que, realizando la misma tarea que otros, consuman menos energía. Cuanto menos energía consumen para realizar una tarea determinada, más eficientes son.

Hay diferentes normativas comunitarias referentes a la eficiencia energética de aparatos informáticos, electrodomésticos, lámparas, naves industriales con más de 1000 m<sup>2</sup>, etc.

- **Electrodomésticos y lámparas.** En Europa es obligatorio que los frigoríficos, congeladores, lavadoras, lavavajillas, secadoras, fuentes de luz doméstica, hornos eléctricos y equipos de aire acondicionado estén etiquetados energéticamente.

Para ello, se han establecido letras mayúsculas, que van desde la A+++ hasta la letra G. Las categorías E, F y G prácticamente están obsoletas.

En la Tabla 1.11 se indican los consumos de cada una de las categorías, respecto de la categoría más baja: la categoría D. Por ejemplo, un frigorífico de la categoría A+ consume solamente el 40 % de lo que consume uno de la categoría D.

Energía		Frigorífico
Fabricante		Marca
Modelo		
<b>Más eficiente</b> A B C D E F G <b>Menos eficiente</b>		<b>A+</b>
Consumo de energía kWh/año Sobre la base del resultado obtenido en 24 h en condiciones de ensayo normalizadas.		<b>285</b>
El consumo real depende de las condiciones de utilización del aparato y de su localización.		
Volumen alimentos frescos l	227	
Volumen alimentos congelados l	084	
Ruido (dB(A)re 1 pW)		★★★★
Ficha de información detallada en los folletos del producto		
Norma EN 153 mayo 1990 Directiva sobre etiquetado de refrigeradores 04/2/CE		

Fig. 1.10. Pegatina que indica la eficiencia energética de lámparas y electrodomésticos.

Categoría	Consumo respecto de la categoría D	Eficiencia
A+++	20 %	Altísima
A++	30 %	
A+	40 %	Muy alta
A	50 %	
B	60 %	Alta
C	80 %	Media
D	100 %	Baja
E	OBSOLETA	
F		
G		

Tabla 1.11. Características energéticas aproximadas, aplicables a los electrodomésticos.

- **Bombas de calor de máquinas de aire acondicionado.** Se trata de máquinas de aire acondicionado reversibles; es decir, en verano funcionan como máquinas de aire acondicionado normales (extrayendo calor del interior de una casa hacia la calle) y en invierno al revés (bombeando calor del exterior e introduciéndolo dentro de la casa). Por tanto, se trata de aparatos que no producen calor, sino que lo transportan.

La ventaja que tiene usar una bomba de calor en sustitución de un radiador eléctrico es que consume hasta tres veces menos. El funcionamiento sería análogo al de un frigorífico. Imagínate que hacemos un agujero en la pared e introducimos ahí el frigorífico, con la puerta abierta hacia la calle, y mediante cemento o yeso aislamos el exterior del interior de la vivienda. Si lo ponemos a funcionar, lo que hará será «enfriar el exterior» y suministrar calor hacia el interior (expulsándolo por su parte posterior, que ahora estará en la vivienda).

### Actividades

35> Busca al menos dos formas de ahorro de energía en la vivienda y en el transporte que no aparezcan en el libro.

36> Si un frigorífico de la categoría C consume 620 kWh al año, indica, de manera aproximada, cuánto gastaría

al año uno, con las mismas prestaciones, de la categoría A++.

S: Aprox. 232,5 kWh/año



## Autoevaluación

- 1>** A un conjunto de palabras o vocablos propios de la ciencia y la tecnología se le denomina:
- Técnica
  - Terminología
  - Preliminar
  - Característica
- 2>** A la cantidad de calor necesario para elevar un kilo de agua un grado de temperatura se le llama:
- Caloría
  - Julio
  - Vatio
  - Kilocaloría
- 3>** La unidad de fuerza del Sistema Internacional es el:
- Kilogramo
  - Kilopondio
  - Julio
  - Newton
- 4>** Un caballo de vapor (CV), ¿a cuántos vatios equivale?
- 735
  - 75
  - 1000
  - 35
- 5>** Señala cuál de los siguientes tipos de energía solamente se manifiesta en los líquidos y gases:
- Conducción
  - Radiación
  - Convección
  - Ascensión
- 6>** Indica de qué parámetros, de los mostrados a continuación, no tiene dependencia alguna la cantidad de calor acumulada en un cuerpo:
- Tipo de material
  - Masa
  - Color
  - Temperatura
- 7>** Al arder el alcohol, se está produciendo la transformación energética siguiente:
- Química en térmica
  - Radiante en térmica
  - Térmica en radiante
  - Mecánica en térmica
- 8>** El primer principio de la termodinámica se expresa mediante la siguiente igualdad:
- $E = m \cdot c^2$
  - $W = E - Q$
  - $\Delta E = Q - W$
  - $E = Q - T$
- 9>** Si tuvieses que comprar un frigorífico que tuviese una eficiencia energética buena, elegirías uno de la categoría:
- B
  - D
  - A
  - C
- 10>** Una máquina que durante el invierno extrae el calor del aire exterior y lo introduce en el interior de una vivienda para calentarla se llama:
- Bomba de calor
  - Calefacción
  - Radiador
  - Intercambiador de calor
- 11>** Señala qué máquina de las mostradas a continuación tiene mayor rendimiento:
- Motor eléctrico
  - Lámpara
  - Lavadora
  - Motor coche
- 12>** El calor absorbido por una chuleta, que se está friendo en una sartén, se transfiere mediante:
- Conducción
  - Transmisión
  - Convección
  - Insolación

Soluciones: 1b; 2d; 3d; 4a; 5c; 6c; 7a; 8c; 9c; 10a; 11a; 12a.



## Actividades finales

### Para repasar

- 1> Explica cuál es la vinculación existente entre tecnología y técnica. ¿Qué funciones o atributos tiene cada una?
- 2> ¿Crees que los nuevos términos científicos y tecnológicos surgen frecuentemente en nuestro vocabulario?
- 3> Busca y escribe en tu cuaderno al menos diez nuevas palabras que no figuren en el Diccionario de la Real Academia Española ni en ningún otro diccionario. Para ello, busca en revistas de informática nuevos términos que se utilizan al usar teléfonos móviles.
- 4> ¿Qué características definen la terminología científica y tecnológica?
- 5> ¿Cuál es el origen de los términos que se emplean en tecnología?
- 6> Localiza al menos diez términos tecnológicos que sean de origen anglosajón.
- 7> Define lo que es una caloría y una kilocaloría.
- 8> ¿Qué unidad se emplea para indicar la energía eléctrica consumida en una vivienda?
- 9> Haz en tu cuaderno un diagrama de bloques en el que se indique la evolución del aprovechamiento de la energía por el ser humano.
- 10> ¿De dónde procede la totalidad de la energía de que disponemos?
- 11> ¿A qué se llama energía cinética y energía potencial?
- 12> Señala las fórmulas para calcular la energía consumida por un receptor eléctrico.
- 13> ¿De qué dos formas se obtiene la energía nuclear?
- 14> Señala en qué casos la energía cinética se puede transformar en energía potencial, y viceversa. Pon un ejemplo.
- 15> ¿Qué material emplearías para fabricar un objeto en el que interesase una gran transferencia de energía por conducción? ¿Por qué? Señala alguna aplicación real.
- 16> Imagínate que te encuentras frente a un radiador eléctrico. Indica cómo se transmite la energía calorífica hacia el techo y hacia ti.
- 17> ¿Qué diferencia existe entre la escala Celsius y la escala Kelvin?
- 18> ¿Qué es el poder calorífico de un combustible?
- 19> ¿De qué depende el poder calorífico de un gas combustible? Escribe la fórmula en tu cuaderno.

20> ¿Cómo se puede reducir el consumo energético sin que ello afecte a nuestro bienestar?

21> Señala qué tipo de transformación energética se produce cuando se tiran cohetes y fuegos artificiales.

### Para afianzar

22> Una bombilla conectada a 220 V, que tiene una potencia de 100 W, está encendida una media de 3 horas al día. Calcula la energía, en kWh y en J, que consume durante el mes de noviembre.

$$S: E = 3,24 \cdot 10^7 \text{ J} = 9 \text{ kWh}$$

23> Un radiador eléctrico, que está conectado a 220 V, ha estado funcionando durante 3 horas. Sabiendo que la intensidad que ha circulado por él ha sido de 6 A, determina la energía consumida en Wh y el calor aportado en calorías.

$$S: 3960 \text{ Wh y } 3,41 \cdot 10^6 \text{ cal}$$

24> ¿Qué tiempo habrán estado encendidas las ocho lámparas de bajo consumo, de 15 W de potencia cada una, que iluminan un jardín, si la empresa suministradora ha facturado 3,56 euros? El precio del kWh es de 0,15 euros.

$$S: 197,77 \text{ horas}$$

25> Una habitación de una vivienda tiene las medidas siguientes: 3 m (ancho)  $\times$  4 m (largo)  $\times$  3 m (alto). Las paredes son de ladrillo de espesor 35 cm y dispone de 2 ventanas de 1  $\times$  1 m, con cristales de 10 mm de espesor. Calcula el tiempo que tiene que estar conectado al día un radiador de 5000 W de potencia, para suministrar la energía perdida por conducción, si en el interior hay 18 °C y en el exterior 9 °C. Se desprecia el calor perdido por el techo y por el suelo.

$$S: 8,91 \text{ horas}$$

26> Imagínate que tuvieses un recipiente con agua que empezara a hervir. Indica cuál de las tres formas de transmisión de la energía (conducción, convección o radiación) produce mayor transferencia de calor, desde el foco más caliente al foco más frío.

27> Analiza los diferentes valores del calor específico de los metales que se muestran en la Tabla 1.9. Luego selecciona el material más idóneo para fabricar los elementos que se muestran a continuación, justificando las razones de esa elección: a) radiador de un coche; b) sartén; c) recubrimiento interior de un horno de alfarería.



**28>** Justifica por qué se emplea el agua como elemento refrigerante de motores (consulta la Tabla 1.9).

**29>** Si un frigorífico de la categoría A+++ consume 170 kWh al año, indica, de manera aproximada, cuánto gastaría al año uno, con las mismas prestaciones, que fuese de la categoría D.

**S:** Aprox. 850 kWh

**Para profundizar**

**30>** Admitiendo que el rendimiento energético del uranio sea del 6 % (solamente el 6 % se transforma en energía), determina a cuántas toneladas de carbón equivaldría un kilo de uranio.

**Solución**

Por cada kilogramo de uranio se aprovechan 0,060 kg.

El poder calorífico de la antracita es de 8000 kcal/kg.

a) La energía obtenida de 1 kg de uranio es:

$$E = m \cdot c^2 = 0,060 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 5,4 \cdot 10^{15} \text{ J}$$

b) La cantidad de kg de antracita (carbón) que se necesitan quemar para obtener la misma energía que se obtiene de 1 kg de uranio será:

$$Q = P_c \cdot m = 8000 \cdot m \text{ (kcal)}$$

Pasando kilocalorías a calorías, tendremos:

$$Q = 8 \cdot 10^6 \cdot m \text{ (cal)} = 8 \cdot 10^6 \cdot 4,18 \cdot m \text{ (J)}$$

$$Q = 3,344 \cdot 10^7 \cdot m \text{ (J)}$$

Igualando,  $E = Q$ , tenemos:

$$5,4 \cdot 10^{15} \text{ J} = 3,344 \cdot 10^7 \cdot m \text{ (J)}$$

Despejando  $m$ :

$m = 161\,483\,253,6 \text{ kg} = 161\,483,25 \text{ t}$  (toneladas) de carbón de antracita.

**31>** Determina a cuántas toneladas de gasóleo equivaldría 1 kg de uranio suponiendo que tuviese el rendimiento indicado en el problema anterior.

**S:** 125 423,89 t

**32>** Si en España se consumen al año 50 millones de toneladas de antracita para producir electricidad, ¿qué cantidad de energía, en kWh, se habrá producido si el rendimiento de la central térmica es del 16 %?

**S:**  $7,43 \cdot 10^{10}$  kWh

**33>** El indicador de una bicicleta estática informa al atleta que ha consumido 175 calorías (se denominan calorías grandes, pero en realidad son kilocalorías) después de haber estado pedaleando durante algún tiempo. Determina la energía eléctrica (expresada en Wh) que se obtendría si se hubiese conectado a un alternador eléctrico cuyo rendimiento fuese del 80 %.

**S:** 162,56 Wh

**Actividades para el taller**

**34>** Supón que tu familia quiere comprar un combinado (frigorífico más congelador). Al visitar una tienda, observas que su consumo es de 375 kWh/año, que es de la categoría A y que cuesta 500 €. Haz un estudio comparativo suponiendo que comprases uno de categoría superior. Para ello, usa la tabla del apartado *Curiosidades* de esta misma unidad, y averigua:

a) Energía eléctrica, en kWh, consumida en cada caso.

b) Ahorro en euros al cabo de 15 años utilizando frigoríficos de categoría superior.

c) Toneladas de CO<sub>2</sub> no emitidas a la atmósfera con cada uno de ellos en ese periodo.

Nota: considera que el precio de 1 kWh de energía es 0,15 €.

**35>** Realiza los cálculos teóricos y las medidas prácticas que se indican a continuación, para averiguar las temperaturas teóricas y reales del agua, dentro del calorímetro (en un recipiente cualquiera).

Para ello, puedes emplear una resistencia eléctrica calefactora, que sea de 10 W, que introducirás en el calorímetro. La cantidad de agua a introducir será de 0,5 l y el intervalo de tiempo de medida de 30 s.

a) Completa en tu cuaderno la tabla inferior y luego construye una gráfica con esos datos.

b) Calcula la energía que se ha perdido durante la prueba.

Tiempo (s)	T teórica	T real
0 s		
30 s		
60 s		
90 s		
120 s		

## Curiosidades

### Progreso y consumo

El consumo de energía en España se ha disparado enormemente en los últimos tiempos:

- El hombre de la Prehistoria consumía aproximadamente 3 000 kcal/día en alimentos.
- Cuando llega la Edad Media, este gasto diario ya ha aumentado a unas 10 000 kcal/día, al usar animales domésticos, fuego y molinos eólicos e hidráulicos.
- Durante el siglo xvii (época preindustrial), el consumo aumenta a unas 30 000 kcal/día por habitante, debido al uso de la madera para fines industriales a pequeña escala.
- Durante los siglos xix y xx se eleva a 60 000 kcal/día y habitante con el empleo del carbón.
- A finales del siglo xx, el consumo ya había ascendido a 300 000 kcal/día y habitante.

### Cómo ahorrar electricidad en una vivienda o edificio

Investigadores de la Universidad de Purdue (Chicago) han llegado a la conclusión, después de un estudio profundo a través de simulaciones por ordenador, que resultaría más económico y rentable enfriar, mediante aire acondicionado, los edificios por la noche que por el día. La simulación se llevó a cabo en varios edificios de Chicago, y demostró que se podría reducir el coste de electricidad hasta un 40% durante los meses más calurosos del verano. La técnica consiste en preenfriar las estructuras del edificio de manera que se precisase menos energía para enfriarlos en los momentos de demanda máxima. Además, por la noche la electricidad también es más barata. ¡Curioso!

### Electrodomésticos aún más eficientes

La preocupación por el respeto al medio ambiente es cada día mayor. Los consumidores demandan, cada vez más, electrodomésticos con prestaciones superiores y menor consumo. Para ello, tecnólogos, científicos y fabricantes trabajan sin cesar por conseguir mayores eficiencias energéticas.

Desde el 1 de julio de 2010, la Directiva Europea de Eco-diseño prohíbe vender frigoríficos con eficiencia inferior a A. El consumo de energía de algunos electrodomésticos, en comparación con uno de la clase A, se muestra en la tabla inferior. Es decir, un frigorífico de la categoría A+++ consumirá un 40 % menos de energía que uno de la clase A.

Observa que, para una misma categoría, no todos los electrodomésticos tienen el mismo consumo relativo.



Categoría	Consumo en % respecto al de categoría A		
	Frigoríficos	Lavadoras	Lavavajillas
A+++	40 %	60 %	70 %
A++	60 %	76 %	79 %
A+	80 %	87 %	89 %
A	100 %	100 %	100 %

### ¡Todo necesita energía!

Curiosamente, en ausencia de calor (energía), la materia se comporta de manera extraña. Cuando se coloca un imán sobre una pastilla superconductor (por ejemplo óxido de itrio y bario), el imán levita, como si flotase en el aire. En la actualidad, casi todos los materiales hay que enfriarlos a temperaturas muy bajas, próximas al cero absoluto ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), para que se transformen en superconductores.