

# LA ENERGÍA.

## TEMA 4.

4º E.S.O.  
Física y Química.



Física.



## ESQUEMA DE LA UNIDAD

Física.

- **1 LA ENERGÍA.**
  - 1.1 EL CONCEPTO DE ENERGÍA
  - 1.2 TIPOS DE ENERGÍA.
- **2 LOS SISTEMAS MATERIALES Y LA ENERGÍA.**
  - 2.1 CONCEPTO DE SISTEMA
  - 2.2 LA ENERGÍA SE TRANSFIERE ENTRE SISTEMAS.
  - 2.3 LA ENERGÍA TOTAL SE TRANSFORMA Y SE CONSERVA.
- **3 LAS ENERGÍAS MECÁNICAS.**
  - 3.1 ENERGÍA ASOCIADA A LA POSICIÓN.
  - 3.2 ENERGÍA ASOCIADA AL MOVIMIENTO
  - 3.3 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA.
  - 3.4 ¿EN QUÉ FORMA INTERCAMBIAN ENERGÍA LOS SISTEMAS MATERIALES?
- **4 EL TRABAJO.**
  - 4.1 CONCEPTO DE TRABAJO.
  - 4.2 ¿CÓMO SE MIDE EL TRABAJO?
  - 4.3 EL TRABAJO MODIFICA LA ENERGÍA MECÁNICA.
  - 4.4 LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.
  - 4.5 RAPIDEZ EN LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: POTENCIA.
- **5 LA ENERGÍA TÉRMICA, EL CALOR.**
  - 5.1 AGITACIÓN TÉRMICA MOLECULAR.
  - 5.2 ENERGÍA INTERNA Y TEMPERATURA.
  - 5.3 IMPLICACIONES CALOR-TEMPERATURA.
- **6 EFECTOS DEL CALOR Y LA TEMPERATURA.**
  - 6.1 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR.
  - 6.2 EL CALOR ESPECÍFICO. CALORIMETRÍA
  - 6.3 INTERCAMBIOS DE CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO
  - 6.4 DILATACIÓN

# 1 LA ENERGÍA.

Física.

## 1.1 EL CONCEPTO DE ENERGÍA.

- Todos los cuerpos y todos los sistemas físicos tienen energía, que se manifiesta en la capacidad de producir transformaciones en sí mismos o en otros sistemas. Por ejemplo, una pila tiene energía eléctrica que puede poner en funcionamiento un pequeño motor; los alimentos tienen energía química que permite a los seres vivos desarrollar su actividad; un muelle tiene energía potencial elástica que puede mover un cuerpo, etc..
- La energía es la magnitud física por la que los cuerpos tienen capacidad para realizar transformaciones en ellos mismos o en otros cuerpos.
- La energía se conserva en los cambios, aunque se degrada al pasar de formas más útiles a menos útiles.

## 1.2 TIPOS DE ENERGÍA.

Física.

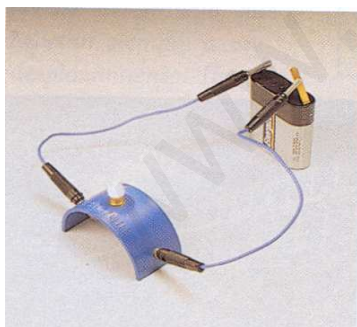
- Las distintas formas en que aparece la energía de un sistema son:
  1. **Energía cinética.** Es la energía de los cuerpos debido a su estado de movimiento (Energía de un coche que se mueve)
  2. **Energía gravitacional.** Es la energía de los cuerpos debida a su interacción gravitatoria (Energía del agua embalsada en una presa)
  3. **Energía eléctrica.** Es la energía de los cuerpos debida a su interacción electrostática (Energía suministrada por una pila)
  4. **Energía elástica.** Es la energía asociada a la deformación de los cuerpos y que liberan al recuperarla (Energía que acumulan los muelles cuando se deforman).
  5. **Energía térmica.** Es la energía presente en un sistema en equilibrio en virtud de su temperatura (Energía que tiene un gas a 100°C)
  6. **Energía química.** Es la energía liberada en las reacciones químicas. (Como la energía de los alimentos y los combustibles)
  7. **Energía nuclear.** Es la energía liberada en los procesos que afectan a los núcleos atómicos (Energía producida en la fusión y fisión nuclear)
  8. **Energía de masa.** Es la energía asociada a un objeto por el mero hecho de existir y corresponde a la energía que se liberaría en el caso de que dicho objeto se desintegrara. (Gracias al genio de Albert Einstein sabemos que la propia materia es una forma de energía)
  9. **Energía radiante.** Es la energía que se propaga a través del espacio libre o de un medio en forma de ondas electromagnéticas. (Ondas de radio, las microondas, la radiación ultravioleta, los rayos X, etc.)
- Desde **el punto de vista microscópico**, la energía de un sistema se puede considerar como energía cinética debida a la velocidad de sus partículas y energía potencial debida a la interacción entre ellas.

## 2. LOS SISTEMAS MATERIALES Y LA ENERGÍA.

### 2.1 CONCEPTO DE SISTEMA.

- ✓ No es posible estudiar la naturaleza en su totalidad. Por esta razón los científicos aprendieron a tomar pequeñas porciones del universo y estudiarlas aisladamente del resto. A estas porciones las llaman **"sistemas materiales"** o simplemente **"sistemas"**. A veces, cuando se trata de un objetos concretos, también se los llama **"cuerpos"**. Un sistema material puede ser el sistema solar, el planeta Tierra, un ecosistema, una persona, un pedazo de metal, un organismo o una sola partícula, según interese al estudio que vamos a realizar.
- ✓ Bajo la acción de agentes exteriores, los sistemas pueden sufrir transformaciones, pasando de un estado inicial a otro final. En estas transformaciones los sistemas pueden intercambiar con el exterior materia y energía, en cuyo caso los llamaríamos **sistemas abiertos** (como los seres vivos) o solo energía, **sistemas cerrados** (Un móvil).
- ✓ Las **transformaciones** que se producen en los sistemas conllevan siempre al menos, el **intercambio de energía**.
- ✓ También podemos imaginar sistemas que no intercambian con el exterior ni materia ni energía; se trata entonces de **sistemas aislados**. Un sistema aislado perfecto sería el universo. Pero también pueden crearse sistemas que se aproximen a estas condiciones de aislamiento en el laboratorio, para experiencias de corta duración.

### 2.2 LA ENERGÍA SE TRANSFIERE ENTRE SISTEMAS.

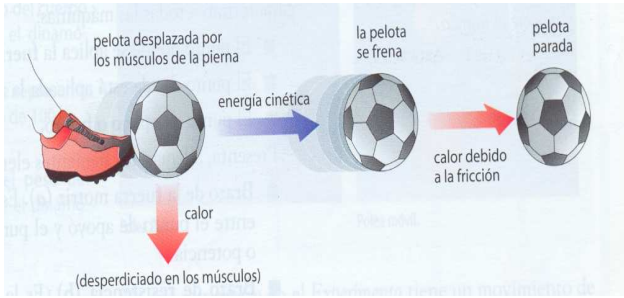


- ✚ Cuando se cierra el interruptor en un circuito con una pila y una lámpara de incandescencia, pasa energía eléctrica de la pila a la bombilla, que a su vez produce entonces luz y calor; cuando un vehículo choca contra un obstáculo, la energía debida al movimiento del vehículo produce transformaciones en el obstáculo: deformaciones, sonidos, etc.; cuando se calienta agua en una cacerola, se transfiere energía de la llama al recipiente.

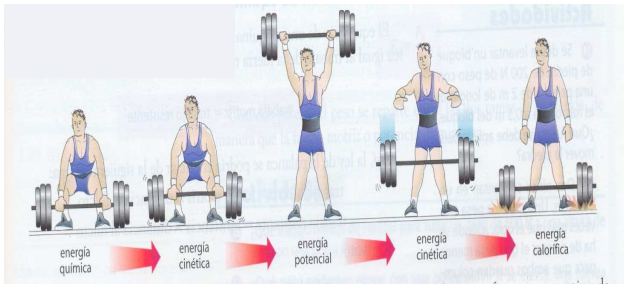
✚ **La energía puede transferirse de unos sistemas a otros. Estas transferencias hacen posible cambios y transformaciones en ellos.**

## 2.3 LA ENERGÍA TOTAL SE TRANSFORMA Y SE CONSERVA.

Física.



- Observa las transformaciones de energía que tienen lugar en la pelota. La pelota se detiene por la acción de las fuerzas de rozamiento. Ahora bien ¿se ha perdido energía? La respuesta es negativa; se ha disipado en forma de calor en el medio.
- Así, si consideramos la suma de todas las formas de energía como energía total, el **principio de conservación de la energía** puede enunciarse de la siguiente manera:



**La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma;** es decir, en todos los procesos existe intercambio de energía, pero la energía total se mantiene constante.

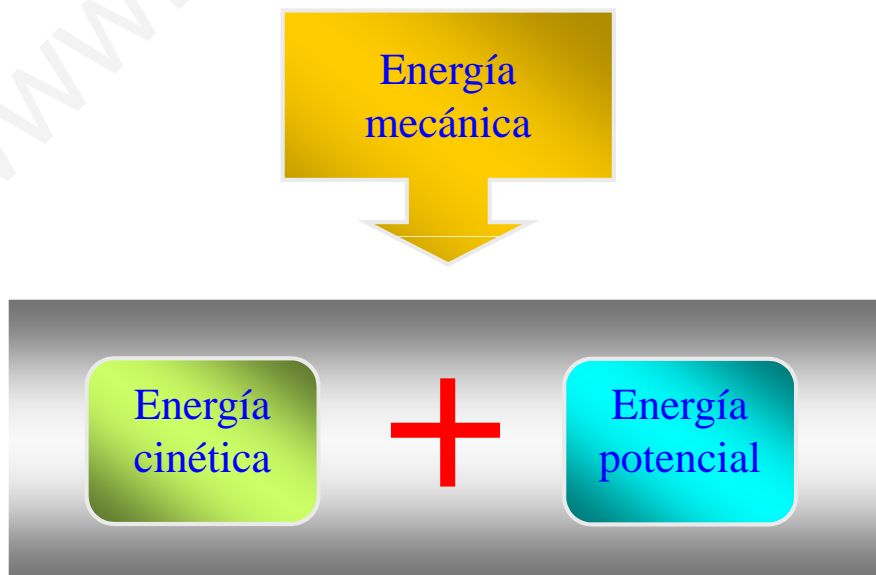
$$E = \text{cte} \Rightarrow E_1 = E_2$$

7

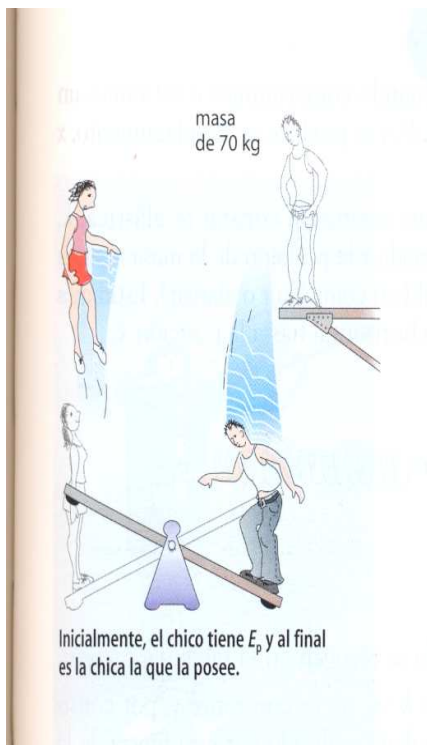
8

## 3. LA ENERGÍA MECÁNICA.

Física.



## 3.1 ENERGÍA ASOCIADA A LA POSICIÓN.



➤ Observa el dibujo del margen: el chico posee energía debido a su posición; al caer, dicha energía se transforma en el trabajo necesario para levantar a la chica. Esta energía se denomina energía potencial.

➤ **La energía potencial es la que posee un cuerpo en virtud de la posición que ocupa, que será distinta a la del equilibrio.**

➤ Por tanto podemos englobar dentro de las energías potenciales aquellas que dependan de la posición que ocupa un cuerpo como son la **gravitacional, electrostática y elástica.**

➤ Para que un cuerpo adquiriera energía potencial hay que transferirle una energía que lo lleve desde una posición inicial hasta una posición final. La energía empleada se transfiere al cuerpo como energía potencial y, posteriormente, puede dar lugar a transformaciones o cambios. Por ejemplo, se precisa energía para elevar un martillo pilón; más tarde, la energía potencial del martillo se puede aprovechar para realizar un trabajo sobre un objeto.

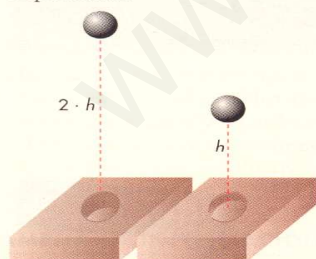
Física.

9

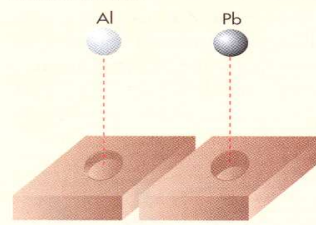
## 3.1 ENERGÍA ASOCIADA A LA POSICIÓN (Energía potencial gravitatoria)

**Energía potencial: altura y peso**

La energía potencial es proporcional a la altura. Por eso, la bola que cae desde doble altura produce doble deformación en la plastilina.



También es proporcional al peso:  $P = m \cdot g$ . Por ello, la bola de mayor peso produce mayor deformación.



⚡ Un cuerpo, por su posición en el campo gravitatorio, tiene capacidad para realizar distintos tipos de transformaciones, es decir, posee energía. Así, el agua embalsada en un pantano, al caer desde una cierta altura, es capaz de hacer girar una turbina y poner en funcionamiento un generador eléctrico, como ocurre en las centrales hidroeléctricas. Decimos que el agua posee una energía potencial gravitatoria que se debe a la atracción que la Tierra ejerce sobre ella.

**Energía potencial gravitatoria es la que poseen los cuerpos debido a su posición en el campo gravitatorio.**

⚡ La Energía potencial gravitatoria es directamente proporcional a la masa del objeto, a la intensidad del campo gravitatorio y a la distancia entre el objeto y el centro de la tierra. Si tomamos como referencia la superficie de la tierra y suponemos que cualquier objeto que se encuentre en ella tiene una  $E_p = 0$ , entonces podemos asignar a cada cuerpo la energía:

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

⚡ Siendo  $h$  la altura del objeto sobre la superficie terrestre,  $m$  su masa y  $g = 9,8$  N/Kg, la intensidad del campo gravitatorio en la superficie.

⚡ Este mismo concepto de energía potencial existe también para las cargas dentro del campo eléctrico, como estudiaremos en cursos posteriores.

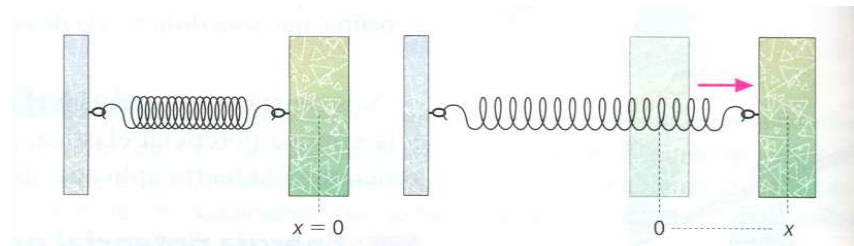
Física.

10

### 3.1 ENERGÍA ASOCIADA A LA POSICIÓN. (Energía potencial elástica)



Cuando el arco está tenso, posee energía potencial elástica que se comunica a la flecha como energía cinética.



- En otros casos, como al tensar un arco para lanzar una flecha o al deformar un muelle, los cuerpos poseen una energía potencial debida a la elasticidad de estos sistemas, es la denominada energía potencial elástica.

**La energía potencial elástica es la que posee un cuerpo elástico debido a su estado de tensión producido por su posición respecto al equilibrio.**

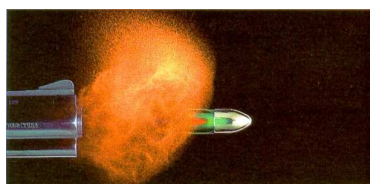
- Esta energía es tanto mayor cuanto mayor sea la deformación,  $\Delta x$ , que sufre el sistema, así como de la constante elástica del muelle,  $k$ , que como vimos en la ley de Hooke, a un valor mayor de  $k$ , mayor tendencia tiene el muelle en recuperar la posición de equilibrio (Esta depende de la naturaleza del muelle)

$$E_{\text{elástica}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta x)^2$$

### 3.2 ENERGÍA ASOCIADA AL MOVIMIENTO

**Es la energía que posee un cuerpo en virtud de su estado en movimiento**

- Todo cuerpo en movimiento tiene capacidad de realizar un trabajo, el cual se pone de manifiesto cuando el objeto se detiene bruscamente (estrellándose por ejemplo). Dicha energía se invierte en un trabajo de destrozo.
- Es directamente proporcional al producto de la masa del cuerpo por el cuadrado de su velocidad.



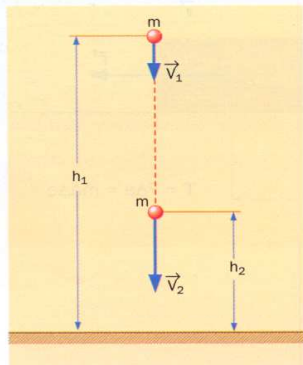
La bala tiene mucha energía cinética por salir con velocidad muy elevada

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

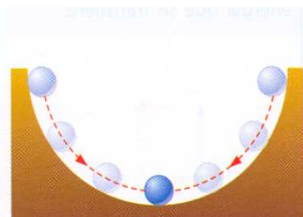


El tren tiene mucha energía cinética por tener una gran masa

### 3.3 PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA.



La energía mecánica del cuerpo se mantiene constante.



La bola disipa energía mecánica por rozamiento y termina parándose.

- La **energía mecánica** total ( $E_m$ ) de un cuerpo es la suma de su energía cinética y de su energía potencial:

$$E_m = E_c + E_p$$

- Si el **sistema esta aislado** (por ejemplo no hay fuerzas de rozamiento) **la energía mecánica total de un cuerpo se mantiene constante**; el aumento de energía cinética es igual a la disminución de energía potencial, y viceversa. Según la ley de la conservación de la Energía ( $E_1 = E_2$ )

$$E_{m_1} = E_{m_2} \Rightarrow \Delta E_m = 0 \Rightarrow E_m = E_c + E_p = \text{constante}$$

- Por ejemplo cuando un cuerpo cae libremente, no está sometido más que a su propio peso; su energía potencial se va transformando en cinética, de tal manera que la suma de las dos se mantiene constante. El sistema se puede considerar como un sistema aislado en el que la energía mecánica no varía.
- Si hay rozamientos (transferencia de energía) por tanto será un sistema no aislado y parte de la energía mecánica se disipa caloríficamente.

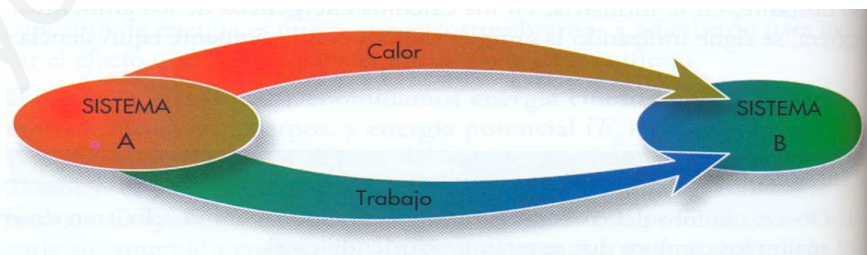
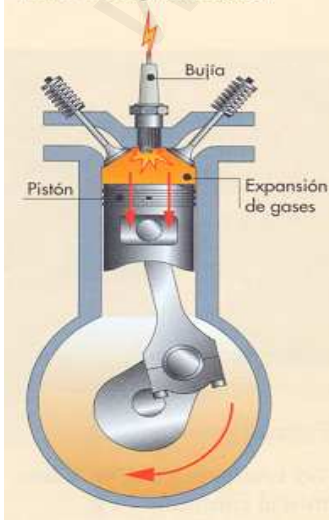
Física.

13

### 3.4 ¿EN QUÉ FORMA INTERCAMBIAN ENERGÍA LOS SISTEMAS MATERIALES?

#### Intercambio mecánico de energía

Cuando explota la gasolina en un cilindro, su energía interna se transmite al motor en forma de trabajo. El trabajo lo realizan los gases al presionar fuertemente sobre el pistón y provocar su desplazamiento.



- Aun pudiendo ser tan variados, los sistemas materiales solo pueden intercambiar energía de dos modos diferentes:

**En forma mecánica, mediante trabajo.**

**En forma térmica, mediante calor.**

- El motor de un coche es un ejemplo de sistema que intercambia energía mediante un trabajo. La gasolina tiene energía interna, energía química, y al quemarse se convierte en gases a elevada presión que empujan a los émbolos del motor y lo ponen en movimiento.

■ **Se produce un intercambio de energía en forma de trabajo siempre que una fuerza (como la de expansión de los gases) produce un desplazamiento.**

- El trabajo es, pues, energía en tránsito. Los sistemas no tienen trabajo, tienen energía, y pueden transferirla a otros en forma mecánica, mediante la realización de un trabajo.

## 3.4 ¿EN QUÉ FORMA INTERCAMBIAN ENERGÍA LOS SISTEMAS MATERIALES? (II)

### Intercambio térmico de energía

Los sistemas a mayor temperatura transmiten energía en forma de calor a los que tienen temperaturas inferiores.



La transmisión de calor a escala microfísica consiste en la transmisión de vibraciones y desplazamientos (movimiento) de las partículas.



- ▶ En cambio, un vaso con agua a  $60^{\circ}\text{C}$  y el aire que lo rodea es un ejemplo de sistema que intercambia energía mediante el calor, pues al cabo de un cierto tiempo el vaso se habrá enfriado cediendo calor al aire y este se habrá calentado, hasta que sus temperaturas se hayan igualado. Llegados a este punto de equilibrio térmico cesará el intercambio de energía.

**Se produce un intercambio energético en forma de calor cuando dos sistemas se encuentran a distinta temperatura.**

- ▶ Por tanto, al igual que el trabajo, el calor es energía en tránsito. Los sistemas no tienen calor, tienen energía y la pueden ceder a otros en forma térmica, mediante calor.

Física.

15

16

## 4 EL TRABAJO.

### 4.1 CONCEPTO DE TRABAJO.

- Una de las propiedades características de la energía es que se puede transformar y transferir de unos sistemas a otros. En todos aquellos casos que la transferencia se produce mediante la intervención de fuerzas que se desplazan decimos que se ha cedido un trabajo.
- Así, cuando empujamos un coche, sin lograr moverlo, estamos aplicando una fuerza y realizando un esfuerzo, pero no le estamos comunicando ninguna energía. En cambio, si se moviera, estaría adquiriendo una energía cinética a costa de nuestro trabajo. Luego es el desplazamiento de la fuerza lo que provoca la transferencia de energía. Este tipo de transferencia de energía se denomina trabajo mecánico, y lo representamos por  $W$ .

**El trabajo es la energía que se transfiere de unos sistemas a otros por la acción de una fuerza que se desplaza.**

Física.



## 4.2 ¿CÓMO SE MIDE EL TRABAJO?.

- El **trabajo mecánico** depende de la intensidad de la fuerza y del desplazamiento producido. Se define como el **producto de la fuerza aplicada, en la dirección del movimiento, por el desplazamiento producido.**

$$W = F \cdot \Delta x$$

- En el Sistema internacional de Unidades la unidad de energía es el julio. Puesto que el trabajo es energía, su unidad es el julio (Se miden en las mismas unidades). A partir del concepto de trabajo podemos definir el julio como el trabajo realizado por la fuerza de un newton cuando su punto de aplicación se desplaza un metro en la misma dirección y sentido que el desplazamiento.

$$J \text{ (Julio)} = N \text{ (Newton)} \cdot m \text{ (metro)}$$

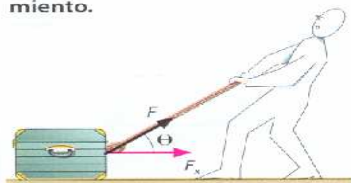
## 4.2 ¿CÓMO SE MIDE EL TRABAJO? (II)



- En esta definición del trabajo hay que destacar dos factores:

- **Sin desplazamiento no hay trabajo.** Así cuando sostenemos un objeto pesado en la mano, nuestros músculos ejercen una fuerza (realizamos un esfuerzo), pero no realizan trabajo, porque el objeto no se mueve, es decir, no hay desplazamiento.

Solo realiza trabajo la componente de la fuerza que coincida con la dirección del desplazamiento.

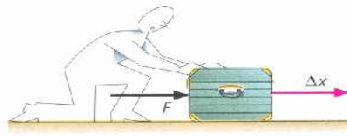


Si la dirección de la fuerza realizada para mover el baúl forma cierto ángulo con la dirección del desplazamiento, solo se aprovecha la componente de la fuerza que coincida con la dirección del desplazamiento.

- **El desplazamiento tiene que producirse en la dirección de la fuerza.** Si la dirección de la fuerza aplicada forma un cierto ángulo con la dirección del desplazamiento, solo se aprovecha la componente de la fuerza que coincida con la dirección del desplazamiento. (En caso de que sea perpendiculares su componente valdrá 0 y por tanto el trabajo será nulo).

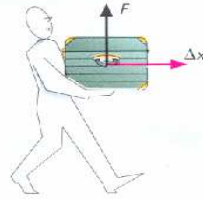
## 4.2 ¿CÓMO SE MIDE EL TRABAJO? (III).

El trabajo es máximo y positivo si la dirección y el sentido de la fuerza coinciden con los del desplazamiento.



Cuando empujamos el baúl en la misma dirección en la que lo movemos, el trabajo que realizamos es máximo.

El trabajo realizado por la fuerza es nulo si las direcciones del desplazamiento y de la fuerza son perpendiculares.



Si trasladamos el baúl de un lugar a otro llevándolo en brazos, el trabajo realizado es cero.

El trabajo es negativo si el desplazamiento y la fuerza tienen sentido contrario.



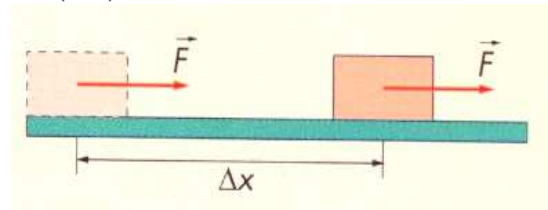
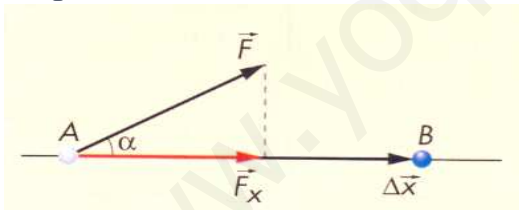
La fuerza de rozamiento ( $F_{roz}$ ) se opone al movimiento. El trabajo realizado por la  $F_{roz}$  es negativo.

- El trabajo de una fuerza sobre un cuerpo puede ser:
  1. **Positivo o trabajo motor**, cuando se incrementa la energía del cuerpo.
  2. **Nulo**, La energía del cuerpo no varía, cuando la fuerza es perpendicular a la dirección del desplazamiento, como la fuerza centrípeta en el movimiento circular uniforme.
  3. **Negativo o trabajo resistente**, cuando la energía del cuerpo disminuye, Las fuerzas de rozamiento, por ejemplo, realizan un trabajo negativo sobre un cuerpo.
- El trabajo realizado por una fuerza sobre un sistema es una forma de variar la energía del mismo.

Física.

19

## 4.2 ¿CÓMO SE MIDE EL TRABAJO? (IV)



- ✦ Cuando la fuerza no actúe en la misma dirección del desplazamiento, sino que forme un ángulo  $\alpha$  con él, será necesario determinar el valor de la proyección de la fuerza sobre el desplazamiento.
- ✦ En la primera figura, el trabajo que realiza la fuerza  $F$  para desplazar un objeto, desde el punto  $A$  al  $B$ , será  $W = F_x \cdot \Delta x$ , y como  $F_x = F \cdot \cos\alpha$ , en general el trabajo será:

$$W = F \cdot \cos\alpha \cdot \Delta x$$

- ✦ Si la fuerza  $F$  lleva la misma dirección y sentido del desplazamiento,  $\cos\alpha = \cos 0 = 1$ , y el trabajo será máximo.

$$W_{\max} = F \cdot \Delta x$$

- ✦ Para cualquier otro ángulo el trabajo será menor, y si la fuerza es perpendicular al desplazamiento, entonces:

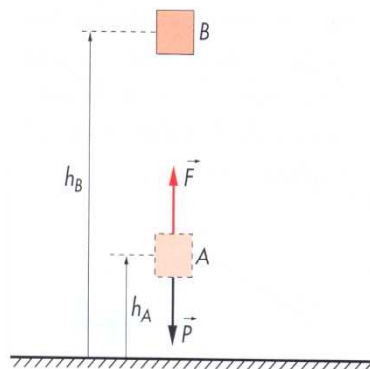
$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 90 = F \cdot \Delta x \cdot 0 = 0 \text{ y el trabajo será nulo.}$$

- ✦ Cuando el sentido de la fuerza sea contrario al del desplazamiento ( $\alpha > 90$ ), el trabajo será negativo, puesto que  $\cos\alpha < 0$ ; es lo que ocurre con el trabajo de las fuerzas de rozamiento.

Física.

## 4.3 EL TRABAJO MODIFICA LA ENERGÍA MECÁNICA.

Física.



Al elevar un cuerpo a cierta altura, realizamos un trabajo en contra de las fuerzas del campo gravitatorio.

### • EL TRABAJO MODIFICA LA ENERGÍA POTENCIAL.

- Si queremos elevar un cuerpo a una cierta altura y modificar así su energía potencial, hemos de aplicar una fuerza igual y opuesta a su peso.
- La fuerza aplicada, al desplazar su punto de aplicación desde A hasta B, realiza un trabajo:

$$W = F \cdot \Delta x = m \cdot g \cdot (h_B - h_A) = m \cdot g \cdot h_B - m \cdot g \cdot h_A = E_{pB} - E_{pA} = \Delta E_p$$

**El trabajo realizado por una fuerza igual y opuesta al peso se emplea en aumentar la energía potencial del cuerpo.**

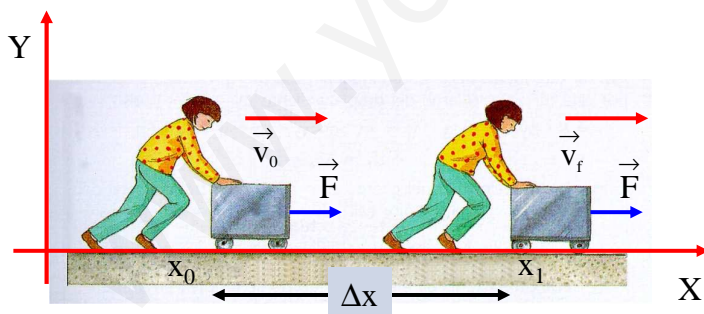
- También podríamos interpretar la expresión anterior diciendo que el trabajo realizado contra el peso se "almacena" en forma de energía potencial.

También se puede interpretar con la ley de la conservación de la Energía:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow E_{p1} + W = E_{p2} \Rightarrow W = \Delta E_p$$

22

## 4.3 EL TRABAJO MODIFICA LA ENERGÍA MECÁNICA. (II)



- El trabajo realizado por  $F_x$  cuando el cuerpo experimenta un desplazamiento  $\Delta x$  es:

$$W = F_x \Delta x \cos 0 = F_x \Delta x$$

$$F_x = m a_x \Rightarrow W = m a_x \Delta x$$

$$v_f^2 - v_0^2 = 2 a_x \Delta x$$

$$\Rightarrow W = m v_f^2 - v_0^2 / 2 = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = E_{c_f} - E_{c_0}$$

El trabajo realizado por la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo se emplea en variar la energía cinética del mismo

$$W = \Delta E_c$$

También se puede interpretar con la ley de la conservación de la Energía:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow E_{c1} + W = E_{c2} \Rightarrow W = \Delta E_c$$

## 4.4 LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

- La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma; es decir, en todos los procesos existe intercambio de energía, pero la **energía total se mantiene constante**.

$$E = cte \Rightarrow E_1 = E_2$$

- Si el **sistema está aislado** (por ejemplo no hay fuerzas de rozamiento, solo hay fuerzas conservativas como el peso o la fuerza elástica) **la energía mecánica total de un cuerpo se mantiene constante**; el aumento de energía cinética es igual a la disminución de energía potencial, y viceversa. Según la ley de la conservación de la Energía ( $E_1 = E_2$ )

$$Em_1 = Em_2 \Rightarrow \Delta Em = 0 \Rightarrow Em = Ec + Ep = \text{constante}$$

- Pero si el **sistema no está aislado**, la energía mecánica no se conserva, la energía mecánica **varía dependiendo del intercambio de energía** del sistema. Este como ya hemos comentado puede producirse mediante Calor (Q) o trabajo (W). Según la ley de la conservación de la Energía ( $E_1 = E_2$ )

$$Em_1 + W = Em_2 \Rightarrow \Delta Em = W$$

- Por ejemplo, **el rozamiento** se opone siempre al movimiento y produce, por tanto, un trabajo negativo. Esto origina, inevitablemente, una pérdida de energía mecánica.

## 4.4 LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA (II)

Aplicación del principio de conservación de la energía ( I )

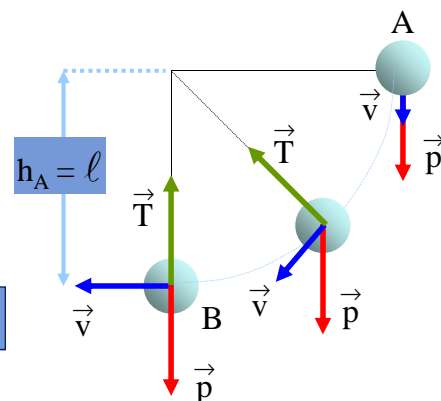
Un péndulo de longitud  $\ell = 20$  cm y masa 100 g cae desde una posición inicial horizontal. ¿Cuál es su velocidad en el punto más bajo?

- Tomamos como origen de alturas el punto B
- La única fuerza que realiza el trabajo es el peso
- La tensión realiza un trabajo nulo por ser perpendicular a la velocidad (y al desplazamiento)
- Por ser el peso una fuerza conservativa: ( $E_1 = E_2$ )

$$Ec_A + Ep_A = Ec_B + Ep_B$$

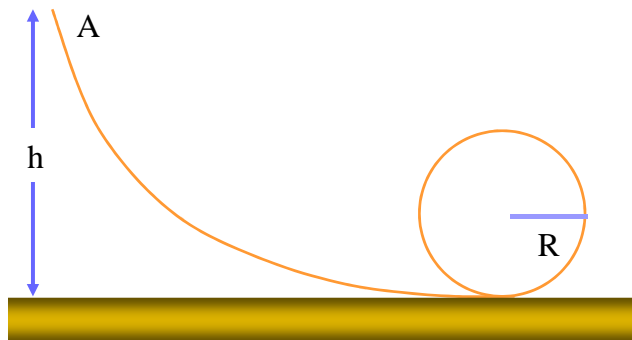
$$0 + m g h_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + 0$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,2} = 1,98 \text{ m/s} \Rightarrow v_B = 1,98 \text{ m/s}$$



Aplicación del principio de conservación de la energía ( II )

¿Desde qué altura mínima tiene que soltarse un cuerpo en el rizo de la figura para que pueda alcanzar el punto más alto? ¿Y para que pueda dar una vuelta entera sin caerse? Considerar despreciable el rozamiento



### a) Altura mínima

La velocidad mínima con que puede llegar al punto más alto es  $v_f = 0$

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

$$(0 - 0) + m g ( 2R - h ) = 0$$

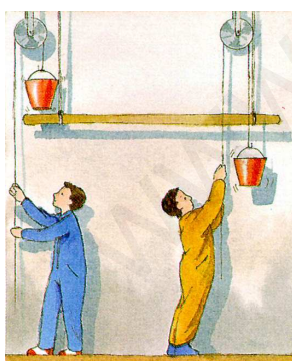
$$h = 2R$$

### b) Velocidad mínima en el punto más alto para que pueda dar una vuelta entera

$$F_{cf} = F_{peso} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{m v^2}{R} = m g \Rightarrow v = \sqrt{R g} \Rightarrow v^2 = R g \\ \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \end{aligned} \right\}$$

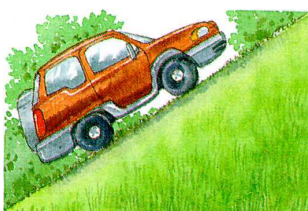
$$\left( \frac{1}{2} m R g - 0 \right) + m g ( 2 R - h ) = 0 \Rightarrow h = \frac{5}{2} R$$

# 4.5 RAPIDEZ EN LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: POTENCIA.



- Los dos hombres elevan el mismo peso a la misma altura.
- Realizan el mismo y trabajo pero en distinto tiempo
- A veces interesa más conocer la rapidez con que se efectúa un trabajo que el valor del mismo
- Se define potencia media como el trabajo realizado por unidad de tiempo, es decir:

$$P_m = \frac{W}{t}$$



- Sea una fuerza constante  $\vec{F}$  que actúa sobre un cuerpo en la misma dirección que el desplazamiento  $\vec{\Delta r}$  que produce

• El trabajo realizado es:  $W = F \Delta r \cos 0 = F \Delta r$

• La potencia será:  $P_m = \frac{W}{t} = \frac{F \Delta r}{\Delta t} = F v_m$

- Utilizando su potencia máxima, el coche tiene que disminuir su velocidad para subir la cuesta . Cambiando a marchas cortas, se consigue aumentar su fuerza

## 4.5 RAPIDEZ EN LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: POTENCIA (II)

### Unidades de trabajo y potencia

- Unidades de trabajo

En el S.I. es el  $\text{N} \cdot \text{m}$  que recibe el nombre de julio ( $\text{J}$ )

- Unidades de potencia

En el S.I. es el  $\text{J/s}$  que recibe el nombre de vatio ( $\text{W}$ )

Otras unidades:  $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} \\ 1 \text{ CV} = 735 \text{ W} \end{array} \right.$

En medidas eléctricas:  $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3\,600\,000 \text{ J}$

## 4.5 RAPIDEZ EN LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: POTENCIA (III)

Física.

### Aplicación del cálculo de la potencia de un motor

Un motor eléctrico se utiliza para sacar agua de un pozo de 30 m de profundidad, a razón de 600 litros por minuto. Sabiendo que el rendimiento de la bomba es del 85% de la potencia del motor, calcular la potencia efectiva del motor en CV y la potencia teórica

- El trabajo realizado por la bomba es

$$W = m g \Delta h = 600 \cdot 9,8 \cdot 30 = 176400 \text{ J} \Rightarrow W = 176400 \text{ J}$$

- La potencia efectiva del motor es

$$P_{\text{efectiva}} = \frac{W}{t} = \frac{176400}{60} = 2940 \text{ W} \Rightarrow P_{\text{efectiva}} = 2940 \text{ W}$$

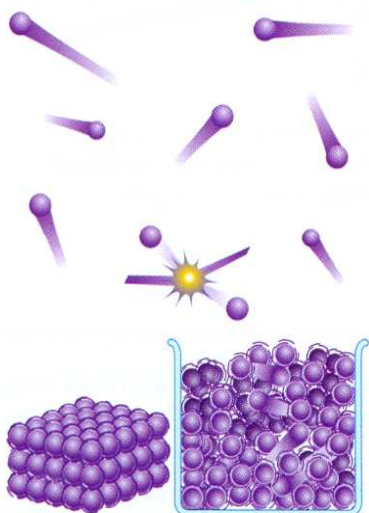
- Un rendimiento del 85% de la potencia del motor, significa que para obtener esa potencia, el motor debe consumir una potencia teórica:

$$P_{\text{efectiva}} = P_{\text{teórica}} \cdot \eta \Rightarrow P_{\text{teórica}} = \frac{P_{\text{efectiva}}}{0,85} \Rightarrow P_{\text{teórica}} = 3459 \text{ W}$$

## 5 LA ENERGÍA TÉRMICA. EL CALOR.

Física.

### 5.1 AGITACIÓN TÉRMICA MOLECULAR.



Modelo de gases, líquidos y sólidos según el modelo de la teoría cinético-molecular.

- De acuerdo con la TCM (**Teoría cinético-molecular**) sabemos que la materia es discontinua, está formada por partículas dotadas de un movimiento caótico incesante.
- La TCM nos presenta a los **gases** formados por partículas casi independientes unas de otras (sus fuerzas de atracción son prácticamente nulas) moviéndose en todas las direcciones y chocando entre sí con velocidades variables. Este movimiento caótico recibe el nombre de **agitación térmica**. La energía que caracteriza a las partículas de los gases es la cinética.
- Los **sólidos** por el contrario, tienen sus partículas muy juntas formando redes cristalinas que, al estar unidas por intensas fuerzas, no se pueden desplazar pero sí vibrar alrededor de sus posiciones de equilibrio. La energía que caracteriza a estas partículas es la potencial
- Los **líquidos** tienen un comportamiento intermedio entre los sólidos y los gases. Sus partículas están casi tan juntas como en los sólidos, pero sus fuerzas de atracción son menores, por lo que gozan de una mayor movilidad, con la posibilidad de desplazarse, vibrar y chocar.

### 5.2 ENERGÍA INTERNA Y TEMPERATURA.



- Llamamos **Energía interna (U)** de un cuerpo a la energía total de las partículas que lo constituyen, es decir, a la suma de todas las formas de energía que poseen sus partículas: átomos, moléculas e iones.

La Temperatura de los cuerpos es una medida de la energía cinética media de sus partículas, de modo que un cuerpo está a mayor temperatura que otro si la energía cinética media de sus partículas es mayor.

## 5.2 ENERGÍA INTERNA Y TEMPERATURA (II)

Física.



- Cuando dos cuerpos a distinta temperatura, se ponen en contacto, al cabo de cierto tiempo se acaban igualando sus temperaturas. Se dice que se ha logrado el **equilibrio térmico**
- Se define **temperatura** como la propiedad común a los cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico
- La temperatura se mide con los **termómetros**
- El termómetro **alcanza el equilibrio térmico con la muestra** y nos indica la temperatura de la misma

## 5.2 ENERGÍA INTERNA Y TEMPERATURA (III)

Física.

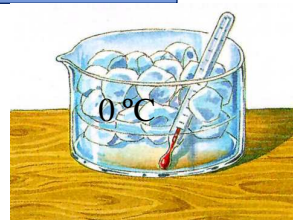
## Escala termométricas

• **Escala Celsius (°C)**

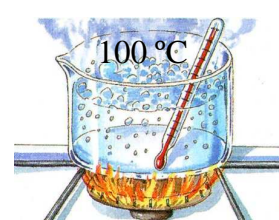
Establecido por Anders Celsius en 1741

Utiliza dos temperaturas de referencia que se llaman **puntos fijos**

Se divide el intervalo en **100 partes** siendo cada una de ellas 1 °C



Hielo fundente  
(0 °C)



Agua hirviendo  
(100 °C)

• **Escala Fahrenheit (°F)**

Utilizada en el mundo anglosajón y emplea los mismos puntos fijos que la escala centígrada pero los marca con los números **32 (fusión)** y **212 (ebullición)**, dividiendo el intervalo en 180 partes, siendo cada una, un grado Fahrenheit (1 °F)

$$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{180}$$

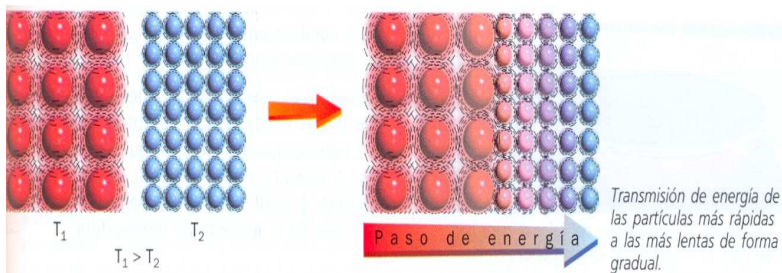
• **Escala Kelvin (°K)**

Propuesta por Lord Kelvin en 1854. Es la llamada **escala de temperaturas absolutas**. Sitúa el 0 °K en la temperatura a la que las moléculas de un cuerpo, no poseen energía cinética (**-273,16 °C**)

$$T(^{\circ}\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,16$$



## 5.3 IMPLICACIONES CALOR-TEMPERATURA.



- **Se produce un intercambio energético en forma de calor cuando dos sistemas se encuentran a distinta temperatura.**
- Por tanto, al igual que el trabajo, el calor es energía en tránsito. Los sistemas no tienen calor, tienen energía y la pueden ceder a otros en forma térmica, mediante calor.
- Cuando un sistema recibe energía de otro en forma de calor, eleva su temperatura, al tiempo que el otro la disminuye. Basta con una experiencia cotidiana para comprobarlo: la mezcla de dos líquidos a distinta temperatura. Sabemos que en pocos momentos alcanzarán una temperatura intermedia de equilibrio. Alcanzado este equilibrio térmico, cesa la transferencia de energía.
- La **temperatura de equilibrio** dependerá de las de cada líquido mezclado y estará entre ambas, pero además depende de las cantidades y la naturaleza de cada líquido. No en vano la temperatura es función de la energía cinética de las partículas y esta de la agitación y de la masa.
- La unidad utilizada para medir el calor es la caloría, siendo su equivalencia con el Julio.

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} \rightarrow 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal.}$$

33

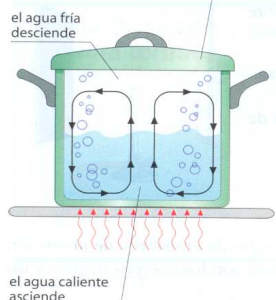
## 6 EFECTOS DEL CALOR Y LA TEMPERATURA.

### 6.1 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR.



En las cocinas de vitrocerámica, el recipiente se calienta por conducción; no hay transporte de materia.

tapa para impedir que el aire caliente escape por convección



Corrientes de convección producidas al calentar agua en un recipiente.



El radiador de la calefacción calienta el aire que lo rodea; este produce unas corrientes de convección que acaban por calentar la habitación.

➤ La transmisión de energía mediante calor tiene tres posibles mecanismos: conducción, convección y radiación.

➤ En la **conducción** se produce propagación de calor sin desplazamiento de materia. Las partículas que forman la materia reciben energía y se mueven cada vez con mayor rapidez. Comunican esta energía mediante choques a las que están a su alrededor y estas a las de su entorno, repitiéndose este proceso por todo el cuerpo. De este modo se transmite el aumento de temperatura.

➤ En la **convección**, la transmisión de energía mediante calor se realiza con transporte de materia. Este fenómeno se da fundamentalmente en fluidos (gases y líquidos). La zona de partículas con mayor temperatura asciende porque aumenta su volumen, lo que hace menos densa esa parte del cuerpo. Las zonas con menos temperatura y mayor densidad bajan, ocupando la zona que ha quedado libre. De este modo, al cabo de un tiempo aumenta la temperatura de todo el sistema y se hace uniforme.

Física.

34

## 6.1 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR (II)



La energía que llega del Sol, también denominada radiación solar, viaja por el vacío hasta que llega a nuestra atmósfera.



Las casas de los países cálidos se pintan de blanco para reflejar la mayor parte de la luz del sol, de modo que su interior permanezca fresco.

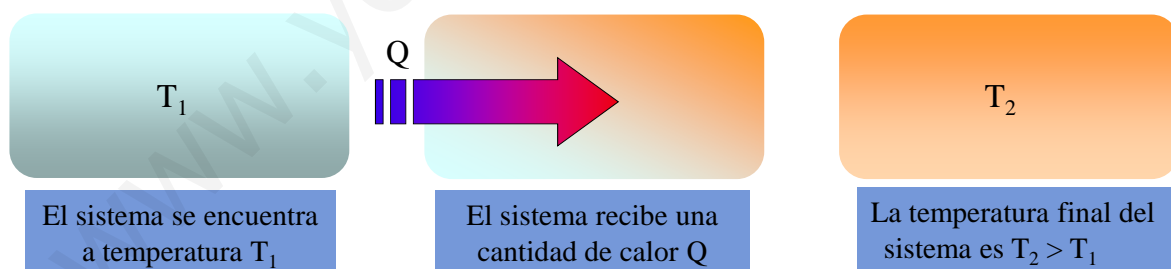
- La **radiación** es la propagación de energía mediante ondas electromagnéticas. La energía del Sol (un cuerpo a gran temperatura), y no necesita ningún medio material para su propagación. Todos los cuerpos por el hecho de estar a una temperatura por encima del cero absoluto radian energía en mayor o menor cuantía dependiendo de su temperatura.
- Cualquier mecanismo de transmisión de energía mediante calor tiene por finalidad transmitir energía a los cuerpos que se encuentran a menor temperatura hasta que se produce el equilibrio térmico.

Física.

35

## 6.2 CALOR ESPECÍFICO. CALORIMETRÍA.

Física.



- **Cantidad de calor** es la energía que intercambian dos sistemas a distinta temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico
- La cantidad de calor  $Q$  aportada al sistema es  $Q = C (T_2 - T_1)$
- La constante de proporcionalidad  $C$  es la **capacidad calorífica del cuerpo** (J/grado)
- El **calor específico de la sustancia** es la capacidad calorífica por unidad de masa:

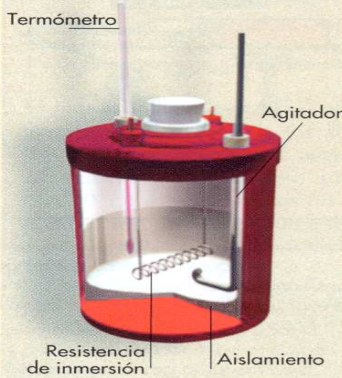
$$c_e = \frac{C}{m} \quad \text{Se mide en J/kg} \cdot \text{K, o bien J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

- En consecuencia diremos que:  $Q = m c_e (T_2 - T_1)$

## 6.2 EL CALOR ESPECÍFICO. CALORIMETRÍA (II)

### Medida del calor específico

Para medir el calor específico de una sustancia (aluminio, por ejemplo) se pone una cantidad conocida de agua en un calorímetro ( $m_{\text{agua}}$ ) y se mide su temperatura ( $T_{\text{agua}}$ ). A continuación, se pesa una pieza de Al ( $m_{\text{Al}}$ ), se calienta (a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  por ejemplo,  $T_{\text{Al}}$ ) y se introduce en el calorímetro.



El aluminio cederá calor al agua, y finalmente se alcanzará una temperatura de equilibrio ( $T_e$ ). Entonces:

$$c_{e\text{ Al}} = c_{e\text{ agua}} \cdot \frac{m_{\text{agua}} \cdot (T_e - T_{\text{agua}})}{m_{\text{Al}} \cdot (T_{\text{Al}} - T_e)}$$

➤ Llamamos así al estudio y medida de calores específicos, temperaturas de equilibrio de sistemas, etc.

➤ Cuando dos sistemas a distinta temperatura toman contacto, pasará calor desde el que tiene la temperatura más alta al otro, hasta que se igualen sus temperaturas. De acuerdo con el principio de conservación de la energía, alcanzado el equilibrio térmico se ha de cumplir que el calor cedido sea igual al calor absorbido:

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$$

➤ Sean dos cuerpos a temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , siendo  $T_1 > T_2$ , que intercambian calor hasta alcanzar la temperatura de equilibrio,  $T_e$ , tal que  $T_1 > T_e > T_2$ .

$$Q_{\text{cedido}} = m_1 \cdot c_{e1} \cdot (T_1 - T_e)$$

$$Q_{\text{absorbido}} = m_2 \cdot c_{e2} \cdot (T_e - T_2)$$

Física.

37

## 6.3 INTERCAMBIOS DE CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO.

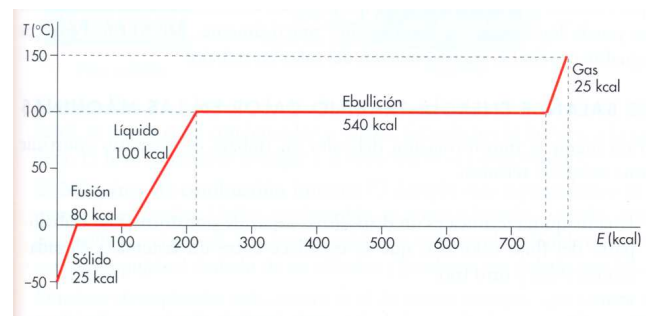
Física.

✚ En general, cuando suministramos calor a un cuerpo se produce un incremento de su temperatura. Sin embargo, no siempre es así, pues hay casos en que esta permanece constante aunque se le suministren grandes cantidades de calor. Esto ocurre cuando se produce un **cambio de estado**. Recordemos que un cambio de estado es el paso de un estado de agregación de la materia a otro. **En un cambio de estado no varía la temperatura.**

✚ La teoría cinética molecular nos da una explicación de este fenómeno. Al calentar un cuerpo sólido, su temperatura aumenta porque aumenta la energía cinética media de sus partículas pero, al llegar la fusión, han de separarse unas de otras, se ha de desmoronar la estructura cristalina y eso requiere una energía para vencer las fuerzas atractivas que las mantiene unidas, sin que ello suponga un aumento de su agitación térmica. **Por eso la temperatura durante la fusión permanece constante.**

✚ Otro tanto ocurre en la ebullición; la temperatura permanece constante porque la energía que se le suministra al líquido se invierte en separar por completo las partículas, romper las fuerzas que las mantiene unidas, para que pasen al estado gaseoso, sin que aumente su energía cinética media.

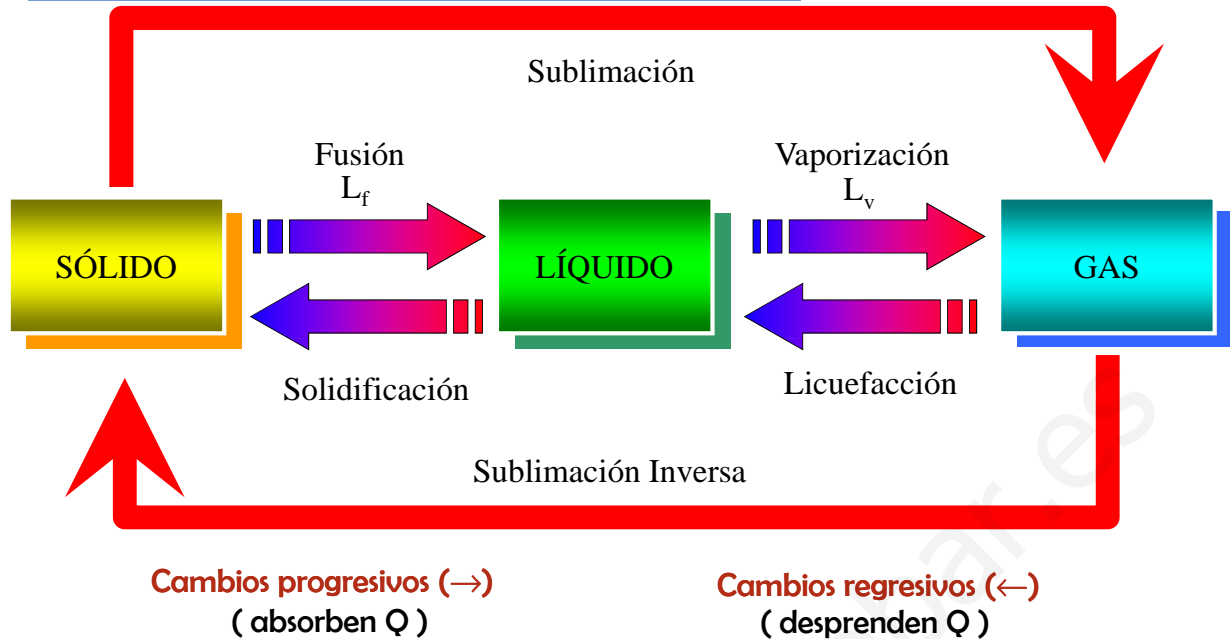
En el dibujo están representadas las energías que interviene en el calentamiento de 1 kg de agua, para pasarla desde  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $223\text{ K}$ ) hasta  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $323\text{ K}$ ).



## 6.3 INTERCAMBIOS DE CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO .

Física.

El calor produce cambios de estado



- **Calor latente de cambio de estado L** es la cantidad de calor que necesita una unidad de masa de una sustancia para cambiar de estado  $Q = m L$

## 6.3 INTERCAMBIOS DE CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO .

Física.

Aplicación al cálculo de la temperatura final de una mezcla

Mezclamos 100 g de hielo a  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  y 200 g de vapor de agua a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?

$$\text{Calor absorbido por el hielo} = \text{calor cedido por el vapor de agua} \Rightarrow Q_C = Q_A$$

- Paso de hielo a  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  a hielo a  $0\text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_a = m_{\text{hielo}} c_{e \text{ hielo}} (T_f - T_0) = 0,1 \text{ kg} \cdot 2132 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \cdot [0 - (-10)]\text{ }^\circ\text{C} = 2132 \text{ J}$$

- Paso de hielo a  $0\text{ }^\circ\text{C}$  a agua a  $0\text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_b = m_{\text{hielo}} L_{f \text{ hielo}} = 0,1 \text{ kg} \cdot 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 3,35 \cdot 10^4 \text{ J}$$

- Paso de agua a  $0\text{ }^\circ\text{C}$  a agua a  $100\text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_c = m_1 c_{e \text{ agua}} (T_f - T_0) = 0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \cdot [100 - 0]\text{ }^\circ\text{C} = 41800 \text{ J}$$

$$Q_1 = Q_a + Q_b + Q_c = 2132 + 3,35 \cdot 10^4 + 41800 = 77372 \text{ J} ; L_{v \text{ agua}} = 2257 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$$

Cada g de vapor<sub>agua</sub> a  $100\text{ }^\circ\text{C}$  que pasa a agua líquida a  $100\text{ }^\circ\text{C}$  proporciona 2257 J

$$\text{luego } \frac{77372 \text{ J}}{2257 \text{ J/g}} = 34 \text{ g} \text{ pasan de vapor de agua, a agua líquida a } 100\text{ }^\circ\text{C}$$

La mezcla final a  $100\text{ }^\circ\text{C}$  contiene 134 g de agua y 166 g de vapor de agua