

Unidad 12 ENERGÍA y CALOR.

0 Introducción

¿Qué es una termografía?

¿Cómo funciona un horno de microondas?

Repasa:

La temperatura.

Definición.

Termómetros.

Escala termométricas. Puntos fijos.

La teoría cinética.

Estados físicos.

El cero absoluto.

Cambios de estado.

Puntos de fusión y ebullición.

1. El calor.

Unidades

Efectos del calor sobre los cuerpos.

1.2 Equilibrio térmico.

2. Efectos del calor.

2.1 Cambio de temperatura.

Unidades de calor. Definición.

Calor específico C_e . Unidades.

Calor absorbido o cedido por un cuerpo.

Equilibrio térmico. Mezclas.

2.2 Cambios de estado.

Cuadro de los cambios de estado.

Gráfica de calentamiento del agua.

Fusión y solidificación.

Leyes.

Calor latente de fusión.

Vaporización.

Evaporación y ebullición. Leyes.

Calor de vaporización.

2.3 Dilatación. (Cambio de tamaño).

Sólidos.

Dilatación lineal, superficial y cúbica.

Coefficientes de dilatación.

Líquidos.

Dilatación aparente.

Dilatación anómala del agua.

Gases.

Coefficiente de dilatación.

2.4 Propagación del calor.

Conducción.

Convección.

Radiación.

3. Transformación entre calor y trabajo.

3.1 Conservación y degradación de la energía

3.2 Equivalencia entre calor y trabajo

Experimento de Joule.

Equivalente mecánico del calor

3.3 Máquinas térmicas.

De combustión externa.

De combustión interna

3.4 Rendimiento de las máquinas térmicas.

Cómo funciona un frigorífico.

OBJETIVOS

Cuando termines de estudiar esta unidad serás capaz de:

- Conocer las tres escalas termométricas y transformar temperaturas de una cualquiera a las otras dos.
- Comprender que el calor es una forma de energía que se debe a la agitación térmica de las moléculas.
- Expresar y definir correctamente los conceptos de calor y temperatura y diferenciarlos.
- Comprender y definir el calor específico y sus unidades. Transformar entre sí estas unidades.
- Explicar la influencia del calor específico en el calentamiento de los cuerpos y explicar efectos como los distintos climas, la distinta velocidad de calentamiento del hierro y del agua, etc.
- Calcular el calor absorbido o desprendido cuando un cuerpo aumenta o disminuye su temperatura. Poner correctamente el signo y las unidades.
- Calcular la temperatura de equilibrio al mezclar cuerpos a distinta temperatura.
- Conocer los cambios de estado y cuáles de ellos necesitan absorber calor y cuáles cederlo.
- Comprender que mientras se produce un cambio de estado, la temperatura permanece constante. Manejar las tablas de puntos de fusión y ebullición y determinar entre que temperaturas una sustancia será sólida, líquida o gas.
- Diferenciar entre la evaporación y la ebullición, enumerando las características de cada una de ellas.
- Resolver problemas donde haya cambios de estado manejando las tablas de los puntos de fusión y de los correspondientes calores de fusión y de vaporización. Diferenciar perfectamente los distintos tramos en que se dividen este tipo de problemas.
- Explicar los efectos de la dilatación y sus aplicaciones prácticas.
- Resolver problemas de dilatación manejando las tablas de los coeficientes de dilatación. Prestar especial atención cuando se trata de dilatación lineal, superficial o cúbica.
- Explicar la dilatación anómala del agua y su importancia para la vida en los ríos y lagos.
- Saber que todos los gases tienen el mismo coeficiente de dilatación y conocer su valor.
- Diferenciar las tres formas de propagarse el calor y saber en qué situaciones se produce cada una.
- Conocer el equivalente mecánico del calor y transformar entre J, kJ, cal y kcal.
- Calcular el aumento de temperatura experimentalmente por un cuerpo cuando su energía cinética o potencial se transforma en calor por un choque.
- Describir el funcionamiento de un motor térmico.

Laboratorio: equilibrio térmico. Calor específico.

UNIDAD 12 ENERGÍA Y CALOR

CALOR, energía TÉRMICA o CALORÍFICA.

UNIDADES: Julio (J), caloría (cal), Kilocaloría (kcal). 1 J = 0'24 cal 1 cal = 4'186 J

DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE CALOR

- CALORÍA: Cantidad de calor necesaria para que 1g de agua eleve su temperatura 1°C o 1 K.
- KILOCALORÍA: Cantidad de calor para que 1 kg de agua eleve su temperatura 1°C o 1 K.

TERMÓMETROS. Tipos. Magnitudes termométricas. Puntos fijos.

TEMPERATURA.

Medida de la energía de las moléculas. Unidades: K, °C, °F.

$$K = ^\circ C + 273$$

$$\frac{^\circ C}{100} = \frac{^\circ F - 32}{180}$$

$$^\circ C = \frac{5}{9} (^\circ F - 32)$$

$$^\circ F = \frac{9}{5} ^\circ C + 32$$

CALOR ESPECÍFICO o CAPACIDAD CALORÍFICA MÁSCICA C_e:

Cantidad de calor para que la unidad de masa de una sustancia eleve su temperatura 1 °C o 1 K.

	J/kg °C	cal/g °C	kcal/kg °C
Agua líquida	4180	1	
Alcohol	2400		
Hielo	2090		
Vapor de agua	1920		
Aluminio	878		
Hierro	460		
Cobre	375		
Mercurio	140		
Plomo	125		

CAMBIO DE TEMPERATURA

$$Q = m C_e \Delta t$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \text{ (final - inicial)}$$

+ calor absorbido

- calor cedido

EQUILIBRIO TÉRMICO. MÉTODO DE LAS MEZCLAS

$$Q_{\text{CEDIDO}} + Q_{\text{GANADO}} = 0$$

$$m_1 C_{e1} (t_e - t_1) + m_2 C_{e2} (t_e - t_2) = 0$$

Ten en cuenta que $(t_e - t_1)$ es negativo y que $(t_e - t_2)$ es positivo.

DILATACIÓN Tabla de coeficientes de dilatación:

	LINEAL α ($^\circ\text{C}^{-1}$)	CÚBICA $\gamma = 3 \alpha$
SÓLIDOS		
Vidrio	$0,9 \cdot 10^{-5}$	
Hierro	$1,2 \cdot 10^{-5}$	
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-5}$	
Aluminio	$2,5 \cdot 10^{-5}$	
Plomo	$2,9 \cdot 10^{-5}$	
LÍQUIDOS Mercurio, Agua		$1,8 \cdot 10^{-4}$
GASES Todos los gases		$\frac{1}{273}$

FORMAS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR: Conducción, convección y radiación. (Pág 249).

CAMBIOS DE ESTADO

CUADRO DE LOS CAMBIOS DE ESTADO Ver en la pág 248 del libro.

GRÁFICA DE CALENTAMIENTO DEL AGUA Ver en la pág 252.

FUSIÓN Y SOLIDIFICACIÓN

Sustancias puras cristalinas. Fusión franca: sólido → líquido

Sustancias amorfas. Fusión vítrea: sólido → se reblandece → líquido

- Mientras dura la fusión la temperatura permanece constante.
- Cada sustancia pura funde a una temperatura llamada temperatura de fusión t_f .

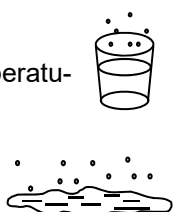
CALOR LATENTE DE FUSIÓN L_f : Calor necesario para fundir la unidad de masa a la temperatura de fusión.

$$Q = m L_f$$

VAPORIZACIÓN

EVAPORACIÓN

- Tiene lugar a cualquier temperatura.
- Solo se produce en la superficie del líquido.
- Favorecida por el calor.
superficie extensa.
corrientes de aire.
- Necesita calor: el líquido lo toma enfriándose a si mismo o su entorno.



EBULLICIÓN

- Tiene lugar a una temperatura superior a la ambiente llamada temperatura de ebullición t_{eb}
- Se produce en toda la masa del líquido: burbujas.
- Mientras dura la ebullición, la temperatura permanece constante.
- Cada líquido tiene una t_{eb} característica.
- La t_{eb} depende de la presión
 - si $P \uparrow$ $t_{eb} \uparrow$ (olla a presión)
 - si $P \downarrow$ $t_{eb} \downarrow$ (altitud)



CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN L_v : Cantidad de calor necesario para que se vaporice la unidad de masa de una sustancia a la temperatura de ebullición.

$$Q = m L_v$$

Tabla de datos de distintas sustancias, a la presión de 1 atm. (La usaremos en los exámenes)

	t_f	L_f kcal/kg	L_f kJ/kg	t_e	L_v kcal/kg	L_v kJ/kg
Agua	0	80	334,4	100	540	2248,8
Alcohol	-114	26	109	78	209	869,4
Azufre	115	9,21	38,5	444,6	68,86	287
Cobre	1083	49,4	206,3	2595	1130	4726
Hierro	1536	59,11	274,1	3023	1497	6260
Plomo	327,4	5,90	24,7	1725	205	858
Mercurio	-38,4	2,70	11,3	357	70,8	296
Estaño	231,9	14,49	60,57	2770	590	2465
CO ₂	-58			-78,4 (subl.)		

En los problemas: utilizaremos las unidades del S.I. (J/kg)

U.D. 12 ENERGÍA Y CALOR. Actividades.

Transferencia de calor.

- Razona si las siguientes frases son verdaderas o falsas:
 - Si la temperatura de un cuerpo baja, está cediendo calor a otro cuerpo más frío.
 - El calor pasa de los cuerpos que tienen más calor a los que tienen menos.
 - Una piscina a 5 °C tiene más calor que un cazo de agua hirviendo a 100 °C.
 - El calor se puede medir en julios y en kilojulios.
 - El calor es la energía que tienen los cuerpos por tener sus partículas en movimiento.
 - El vapor de agua de las nubes debe ceder calor para licuarse y que llueva.
- Define el calor específico y explica cómo influye en el calentamiento de las sustancias.
- ¿Por qué el agua de una piscina se calienta muy lentamente, pero también tarda mucho tiempo en enfriarse? Relaciona este hecho con el calor específico.
- ¿Por qué los climas marítimos son más suaves que los continentales? ¿Puede helar en un desierto?
- ¿Es correcto decir que el hierro se calienta antes que el agua? Pon un ejemplo.
- Si calentamos masas iguales de agua, alcohol y mercurio que inicialmente se encuentran a 15 °C, utilizando el mismo foco de calor, ¿cuál de ellas llegará antes a los 30 °C? Razona tu respuesta.
- Calcular la cantidad de calor necesaria en los siguientes casos:
 - Para calentar 50 g de agua desde 10 °C a 80 °C. (En J y cal).
 - Para calentar 50 g de hierro desde 10 °C a 80 °C. (En J y cal).
 - Para enfriar 50 kg de agua desde 30 a 5 °C. (En J).
 - Para calentar 400 g de plomo desde 20 a 800 °C. (En J).
- Se desea calentar 250 g de agua desde 20 hasta 50 °C. ¿Cuánto calor se requiere? Después, se enfría hasta que su temperatura sea de 10 °C. ¿Cuánto calor cede?

S: 31350 J; -41800 J
- Catorce gramos de una cierta sustancia, absorben 2090 J para aumentar su temperatura desde 15 °C hasta 90 °C. ¿Cuál es el calor específico de dicha sustancia? *1990 J/kg K*

Equilibrio térmico. Método de las mezclas.

10. Calcular la temperatura de equilibrio al mezclar:
20 kg de agua a 80 °C con 60 Kg de agua a 15 °C. S: 31,25 °C
50 g de hierro a 200 °C con 100 g de agua a 20 °C. S: 29,06 °C
11. Un calorímetro contiene 100 g de agua a 6 °C y se coloca dentro de él una pieza metálica de 700 g a 95 °C. Una vez establecido el equilibrio, la temperatura final es de 22 °C. Calcula el calor específico del metal. *Despejar C_e de la fórmula antes de resolver, utilizando letras, no números.* S: 130 J/kg K

Cambios de estado.

12. Calcular el calor necesario para fundir 300 g de hielo que se encuentran a -15°C y calentar el agua resultante a 40 °C. S: 159885 J
13. Calcular el calor necesario para fundir 200 g de plomo que están a 25 °C. S: 12500 J
14. Calcular el calor necesario para convertir 2 kg de hielo a -25 °C en vapor de agua a 100 °C S: 6106900 J

Dilatación

15. Una viga de hierro mide 4,5 m a 0 °C. ¿Cuál será su longitud
a) a 50 °C b) a -20 °C? S: 4,5027 m; 4,4989m
16. Una pieza de aluminio tiene un volumen de 40 cm³ a 0 °C . Después de aumentar su temperatura, su volumen es 40,4 cm³. ¿Cuánto aumentó su temperatura? S: 133,3 °C
17. Un recipiente de vidrio tiene un volumen de 1 dm³ a 0 °C. ¿Cuánto aumentará su volumen si lo calentamos a 10 °C? S: 0.00027 dm³
18. Un gas ocupa 500 cm³ a 0 °C. Si se calienta a presión constante hasta 35 °C; ¿cuál será su nuevo volumen?. S: 564,1 cm³

Equivalente mecánico del calor.

19. Dibuja el esquema de una máquina térmica.
Una máquina térmica absorbe 15000 J en cada ciclo y produce un trabajo de 11250 J. ¿Cuál es su rendimiento? Exprésalo en tanto por ciento. S: 75 %
20. Dibuja un esquema del experimento de Joule.
Se ha hecho descender un cuerpo de 60 kg. a lo largo de una distancia de 4,2 m mediante una polea. Si toda la energía mecánica se ha transformado en calor comunicado al agua por acción de las paletas giratorias, calcula:
a) El calor absorbido por el agua en calorías.
b) La temperatura final de ésta, si inicialmente tenemos 0,5 kg de agua a una temperatura inicial de 12 °C. S: 592,8 cal; 13,18 °C
21. Un proyectil de plomo de 5 g choca contra un obstáculo cuando lleva una velocidad de 250 m/s. Si suponemos que el 75 % de su energía cinética se convierte en calor que aumenta su temperatura, ¿cuánto valdrá este aumento de temperatura? S: 187,49 °C

EQUILIBRIO TÉRMICO

OBJETIVO

Determinar la temperatura de equilibrio al mezclar agua fría y caliente.

MATERIAL

Soporte, nuez (2), pinzas.
Aro metálico, rejilla cerámica.
Vaso de precipitados 250 cm³
Termómetro de Hg (-10 °C a 110 °C)
Probeta
Calorímetro
Hilo

TEORÍA

Cuando se ponen en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, pasa calor del que tiene la temperatura más alta, al que llamaremos cuerpo caliente 1, al que tiene la temperatura más baja, al que llamaremos cuerpo frío 2. El cuerpo caliente, al perder calor baja su temperatura y el cuerpo frío, al ganar calor, sube su temperatura. El proceso termina cuando los cuerpos alcanzan una temperatura llamada de equilibrio.

El calor es una forma de energía, y el principio de conservación de la energía establece que el calor cedido por el cuerpo caliente debe ser igual al ganado por el cuerpo frío. Si hemos llamado 1 y 2 respectivamente a los cuerpos caliente y frío se debe cumplir que:

$$m_1 \cdot C_{e1} \cdot (t_e - t_1) + m_2 \cdot C_{e2} \cdot (t_e - t_1) = 0$$

y simplificando los calores específicos, ya que se trata del agua en los dos casos:

$$m_1 \cdot (t_e - t_1) + m_2 \cdot (t_e - t_2) = 0$$

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Preparar el montaje de la figura.

Medir con la probeta una cantidad m_1 . Verterla en un vaso de precipitados y ponerla a calentar hasta que su temperatura esté entre 50 y 60 °C. Anotar su temperatura

$m_1 = 100 \text{ g}$

$t_1 = \quad \text{°C}$

Medir en una probeta una cantidad de agua fría y verterla en el calorímetro. Esperar unos minutos y determinar su temperatura justo antes de verter el agua caliente.

$m_2 = 200 \text{ g}$

$t_2 = \quad \text{°C}$

Retirar el fuego, esperar 2 minutos hasta que la temperatura se estabilice y utilizando unos guantes de seguridad, verter el agua caliente en el calorímetro. Cerrar éste y medir y anotar la temperatura de equilibrio

$t_e = \quad \text{°C}$

Completa los datos de las tablas siguientes:

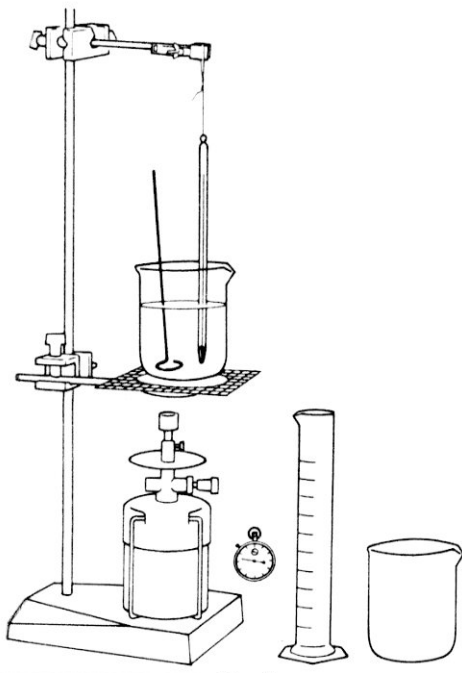
$m_1 = 100 \text{ g}$ $t_1 =$	$m_2 = 200 \text{ g}$ $t_2 =$	$t_e =$	t_e teórica (calculada despejando en la fórmula de las mezclas) =
----------------------------------	----------------------------------	---------	---

$m_1 = 200 \text{ g}$ $t_1 =$	$m_2 = 100 \text{ g}$ $t_2 =$	$t_e =$	t_e teórica =
----------------------------------	----------------------------------	---------	-----------------

$m_1 = 150 \text{ g}$ $t_1 =$	$m_2 = 150 \text{ g}$ $t_2 =$	$t_e =$	t_e teórica =
----------------------------------	----------------------------------	---------	-----------------

CUESTIONES

1. En algunos libros utilizan el siguiente ejemplo para explicar la diferencia entre calor y temperatura:



Dos depósitos cilíndricos de agua igual de altos, uno muy ancho y otro estrecho, están unidos en sus bases por una tubería que tiene una válvula cerrada. El nivel del agua está inicialmente a más altura en el depósito estrecho.

Dibuja los depósitos y responde:

¿Qué ocurre cuando se abre la válvula que comunica los dos depósitos?

¿A qué magnitud se puede asociar el calor?

¿A qué magnitud la temperatura?

¿Cuál de los dos depósitos contiene más agua?

¿El agua pasa siempre del depósito que tiene más agua al que tiene menos?

Relaciona todo esto con el calor y la temperatura-

CALOR ESPECÍFICO

OBJETIVO

Determinar el calor específico de un metal.

MATERIAL

Soporte, nuez (2), pinzas.
Aro metálico, rejilla cerámica.
Vaso de precipitados 250 cm³
Termómetro de Hg (-10 °C a 110 °C)
Probeta
Calorímetro
Hilo
Piezas metálicas: Hierro y aluminio

TEORÍA

El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa para elevar su temperatura un grado kelvin (o un grado centígrado). Sus unidades y su valor para el agua son:

$$4180 \frac{J}{kg K} \quad (S.I.) \quad 1 \frac{cal}{g ^\circ C} \quad 1 \frac{kcal}{kg ^\circ C}$$

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Preparar el montaje de la figura:

Pesar en la balanza la pieza metálica.

$$m_1 = \quad g$$

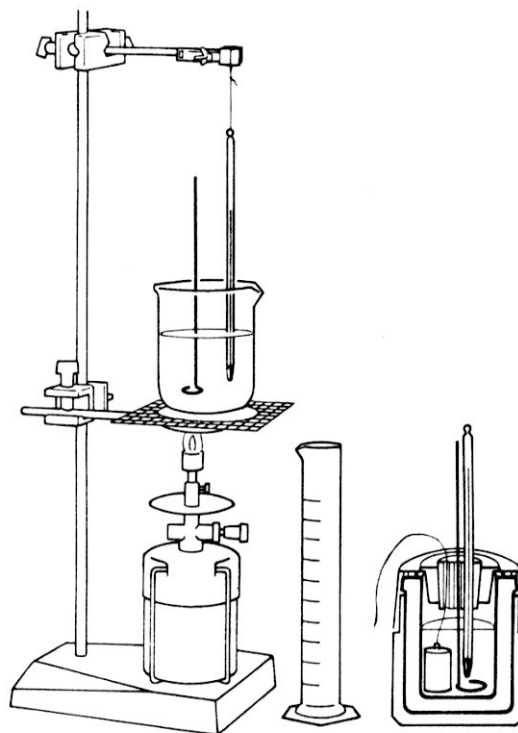
Calentar el agua hasta que hierva e introducir con cuidado la pieza metálica durante 2 minutos. Anotar su temperatura

$$t_1 = \quad ^\circ C$$

Medir en la probeta 100 mL de agua del grifo y ponerlos en el calorímetro. Anotar su temperatura:

$$m_2 = \quad g$$

$$t_2 = \quad ^\circ C$$



Introducir con cuidado la pieza metálica en el calorímetro (ten en cuenta que el calorímetro es de vidrio), cerrar éste colocando el termómetro en uno de los orificios de la tapa y anotar la temperatura de equilibrio cuando se observe que ésta no varía.

$t_e =$	°C
---------	----

Según el método de las mezclas, la suma del calor cedido por el metal y del calor ganado por el agua debe ser cero, ya que ambos tienen el mismo valor absoluto:

$$m_1 \cdot C_{e1}(\text{metal}) \cdot (t_e - t_1) + m_2 \cdot C_{e2}(\text{agua}) \cdot (t_e - t_2) = 0$$

Completa los datos de la tabla siguiente:

$m_1 =$	$m_2 =$
$c_{e1} = ?$	$c_{e2} =$
$t_1 =$	$t_2 =$
$t_e =$	

Despeja y determina el calor específico del metal.

CUESTIONES

1. Compara el valor obtenido con el valor que se da en las tablas de datos.
2. ¿Por qué en las unidades del calor específico se puede utilizar indistintamente el grado kelvin y el grado centígrado?
3. Define la caloría y la kilocaloría. ¿Para qué se utilizan estas unidades?
4. Explica los siguientes fenómenos teniendo en cuenta el valor del calor específico de las diferentes sustancias:
 - a) El clima en los lugares de costa es mucho más suave que en el interior.
 - b) En un balcón tenemos un recipiente con agua. Explica las diferentes velocidades de calentamiento y enfriamiento del agua y de la barandilla de hierro cuando sale el Sol y cuando este se pone.