

CALOR Y TEMPERATURA

Los fenómenos térmicos y caloríficos forman parte de los fenómenos físicos cotidianos. Es sabido que Calor y Temperatura son sustantivos que están incorporados al lenguaje popular y que raramente son utilizados de una forma científicamente correcta. Frecuentemente se identifican o bien se utilizan en definiciones circulares en las que uno hace referencia directa al otro como sinónimo. Ese es el error que se comente al afirmar que la temperatura "*mide el calor que hace*", o cuando de una persona que tiene fiebre se dice que "*tiene calor*", etc..

Otras veces el calor se identifica con algún ingrediente material de los cuerpos. Por eso se cierran las ventanas "*para que no se vaya el calor*", o las calorías se utilizan como medida del aporte no deseable de materia, "*lo que engorda*", por parte de los alimentos a las personas que los ingieren.

Los contenidos de esta Unidad Didáctica tratan sobre los fenómenos térmicos y caloríficos más elementales, definiendo los conceptos fundamentales que permiten describir tanto correctamente a estos fenómenos como realizar predicciones cuantitativas acerca de su desarrollo.

El botón avanzar nos lleva a los objetivos de la unidad.

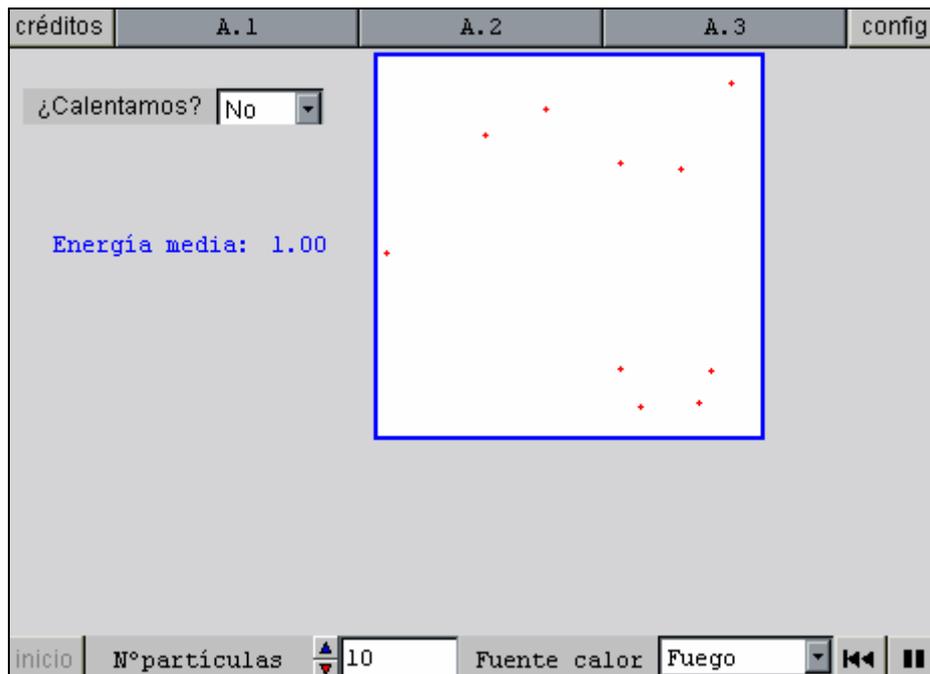
DEFINIENDO CONCEPTOS

Hoy en día sabemos que los átomos y moléculas de los que está formada la materia no están en reposo aunque el cuerpo que constituyen esté quieto. En los sólidos sus partículas vibran continuamente alrededor de su posición de equilibrio; en los líquidos se mueven con libertad, aunque confinadas a un determinado volumen; en los gases se mueven con libertad, ocupando todo el espacio disponible.

Llamaremos energía térmica a la suma de las energías de todas las partículas que componen un cuerpo. La temperatura es el valor medio de la energía cinética de estas partículas.

Todos sabemos que los cuerpos pueden calentarse (aumentar su energía interna) o enfriarse (perder energía interna). La energía ganada o perdida en estos procesos es el calor.

En la siguiente escena ilustramos el concepto de energía térmica, temperatura y calor con el ejemplo de un gas que podemos calentar de diferentes formas.



A.1: Diferentes formas de calentar un cuerpo

A.2: Diferentes formas de calentar un cuerpo

A.3: Haciendo cálculos

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

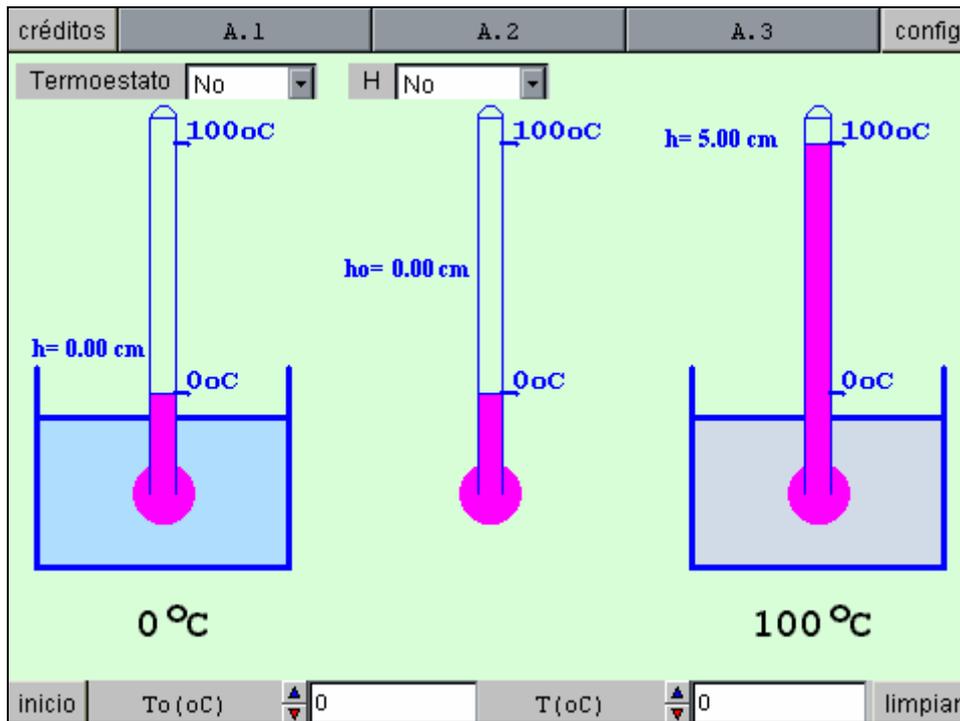
EL TERMÓMETRO

La definición que hemos dado de temperatura es poco práctica porque no es posible medir la energía de cada partícula para hallar su valor medio. Afortunadamente, **hay propiedades observables de los cuerpos que varían con la temperatura**. Son conocidos los efectos de la variación de la temperatura de un cuerpo en alguna magnitud característica de éste, tal como su longitud, su volumen o bien la resistencia eléctrica en el caso de un conductor.



Es esta circunstancia la que se utiliza para fabricar un termómetro, **haciendo corresponder el valor de la magnitud utilizada, denominada termométrica, con la temperatura correspondiente**. Así, en el conocido termómetro de mercurio se hace corresponder la altura de la columna de mercurio con la temperatura, o en el caso de los termómetros digitales se utiliza un circuito eléctrico en el que una resistencia eléctrica es muy sensible a las variaciones de la temperatura.

En la siguiente escena se presentan inicialmente tres termómetros idénticos: uno de ellos se encuentra a 0°C (temperatura de congelación del agua); otro termómetro se encuentra a 100 °C (ebullición del agua). El tercer termómetro se encuentra a una temperatura T_0 , desde - 10 °C hasta 100 °C, que se puede fijar por el usuario. Mediante el control T puede elegirse la temperatura del dispositivo con temperatura constante, termostato, en el que colocaremos el tercer termómetro para medir su temperatura; mediante el correspondiente control se puede colocar o no el termómetro en el termostato. Un cuarto control, H, permite visualizar a que altura sube la columna de líquido cuando el termómetro se encuentra en el termostato



A.1: Varía la temperatura inicial del termómetro central e intenta encontrar la relación matemática que existe entre la temperatura inicial y la altura que alcanza la columna del líquido termométrico. Para lograr encontrar esta relación fija dos valores cualquiera de T_0 y anota estos valores junto con los de las alturas, y dado que la relación Y-H es lineal, de la forma $T = a \cdot H + b$, sustituye en esta expresión y resuelve el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas para encontrar los valores de los coeficientes a y b.

A.2: Una vez fijado el valor de T_0 , elige un valor de $T > T_0$ para el termostato, coloca el termómetro en su interior y comprueba a que altura sube la columna del líquido; comprueba que se verifica la relación encontrada anteriormente. Repite este procedimiento para una temperatura $T < T_0$.

A.3: Como resumen de las anteriores actividades, y como conclusión final, escribe una relación matemática general aplicable a cualquier termómetro que utilice la dilatación lineal como procedimiento termométrico.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

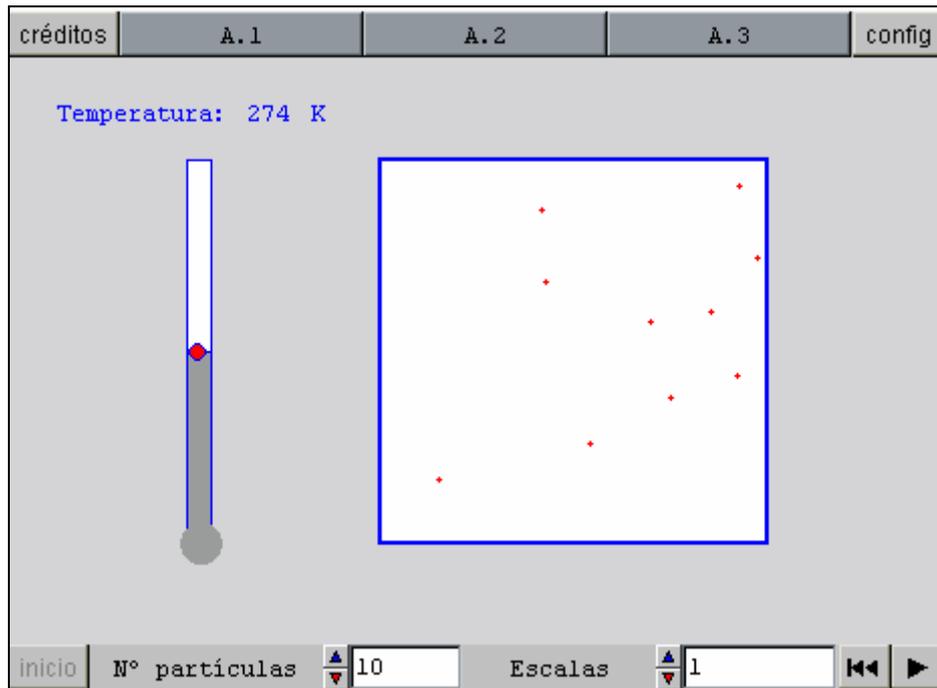
TEMPERATURAS ABSOLUTAS

En la escala Celsius utilizamos la temperatura de fusión del hielo como el valor cero. Todas las temperaturas más bajas se registran como negativas. ¿Puede la temperatura alcanzar cualquier valor negativo? Obviamente no; cuando las partículas que componen un cuerpo estuvieran en reposo el cuerpo no podría enfriarse más. En la actualidad sabemos que este estado no es alcanzable, pero nos sirve para definir el punto más bajo posible para la temperatura.

Llamaremos cero absoluto a la temperatura correspondiente a la menor energía cinética media de las partículas de un cuerpo.

De las escalas que emplean temperaturas absolutas la más conocida, la reconocida en el Sistema Internacional, es la escala de Kelvin.

En la siguiente escena ilustramos la correspondencia entre ambas escalas observando lo que ocurre a un gas a medida que cambia la temperatura.



A.1: En la escena ves partículas de un gas agitadas de acuerdo con la temperatura. Observa que no todas tienen la misma velocidad. La temperatura corresponde con el valor medio de la agitación. Ve bajando la temperatura arrastrando el punto rojo del termómetro. ¿Qué ocurre con el movimiento de las partículas? ¿Hacia qué estado se acercan las partículas a medida que nos acercamos al cero absoluto? ¿Cambiaría tu respuesta con un número de partículas diferente?

A.2: Elige la opción de dos escalas. Ahora ves la temperatura en grados Kelvin y Celsius. Halla la diferencia entre estas dos temperaturas y observa si varía a medida que cambiamos el valor de la temperatura.

A.3: Si elevas la temperatura todo lo que te permite el termómetro la agitación de las partículas aumenta. Claro está que este termómetro está limitado por el tamaño de su columna, siempre podríamos pensar en termómetros mucho más grandes. Reflexiona un poco: ¿Existirá un límite mayor de temperatura? Antes de responder ilústrate en alguna enciclopedia sobre la temperatura en el núcleo de las estrellas

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

CONCLUSIONES SOBRE LOS CONCEPTOS DE ENERGÍA TÉRMICA, TEMPERATURA Y CALOR

Conceptos básicos:

Energía térmica es la suma de las energías de todas las partículas que componen un cuerpo.

La temperatura es el valor medio de la energía cinética de las partículas de un cuerpo

Calor, que se puede producir y transmitir de diferentes formas, es la energía que suministramos o que recibimos de un cuerpo en los procesos en que éste varía su energía interna.

Cómo funciona un termómetro:

Propiedades termométricas son las magnitudes observables de un cuerpo que varían con su temperatura: longitud de un cuerpo, resistencia de un conductor....En el termómetro de mercurio la propiedad termométrica es la longitud de una columna de mercurio.

Existen diferentes escalas de temperatura:

En la **escala Celsius**: el valor 0 corresponde al de fusión del hielo y el valor 100 al de ebullición del agua.

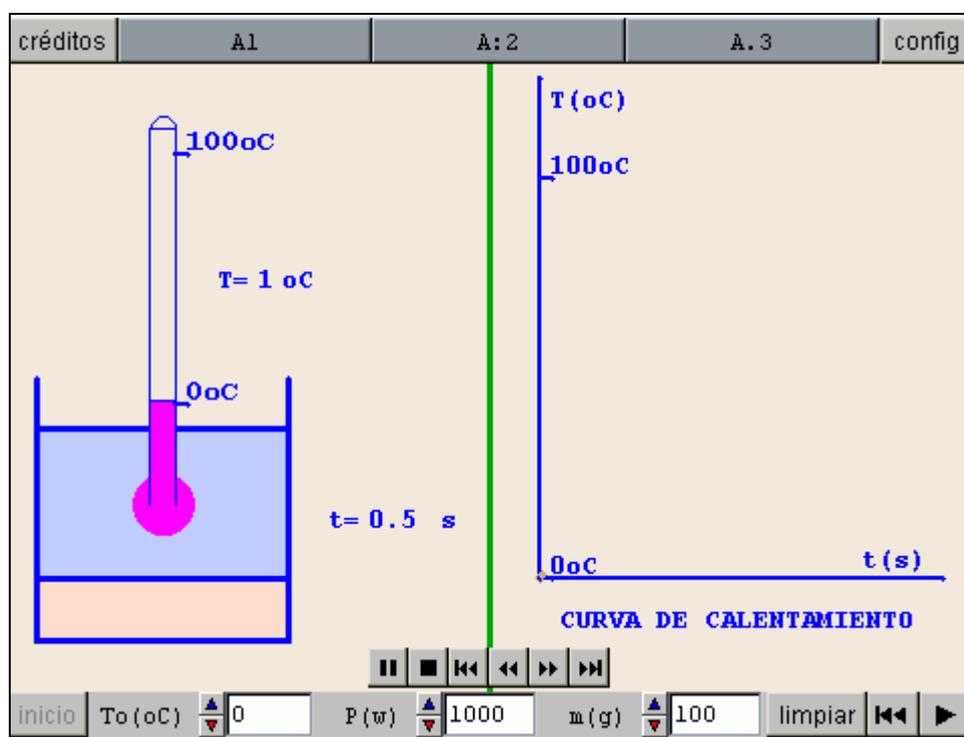
En la **escala Kelvin** el valor 0 es el cero absoluto de temperatura, la temperatura a la que las partículas de un cuerpo tienen la menor agitación posible.
Temperatura Kelvin = Temperatura Celsius +273

CURVA DE CALENTAMIENTO

Una vez que ya poseemos la noción de calor y temperatura y de cómo se mide esta última, podemos preguntarnos ¿cómo se calientan los cuerpos? ¿El aumento de temperatura es proporcional a la energía que le suministramos en forma de calor?.

En la siguiente escena tratamos de abordar estas cuestiones. Se dispone de una sustancia que se calienta mediante un calefactor cuya potencia, en W, podemos elegir mediante el oportuno control; también puede elegirse la masa de sustancia que calentaremos, así como su temperatura inicial.

Mediante un termómetro puede seguirse el aumento de temperatura de la sustancia, quedando registrado el tiempo, en cuya parte derecha se representa gráficamente la temperatura frente al tiempo (curva de calentamiento). En esta escena se ha elegido por comodidad al agua como sustancia de trabajo.



A.1: Fija la temperatura inicial en 0 °C, selecciona un valor de la masa, por ejemplo 100 g, y estudia para distintos valores de la potencia del calefactor la forma y la posición relativa de las curvas de calentamiento que se dibujarían una vez lanzada la animación. Un criterio para realizar la comparación sería por ejemplo comparar el tiempo necesario en cada caso para alcanzar una determinada temperatura.

A.2: Realiza un procedimiento análogo al anterior pero comparando las curvas cuando se varía la masa de agua para una potencia dada del calefactor.

A.3: Repite las actividades anteriores pero con un valor de la temperatura inicial diferente de 0 °C.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

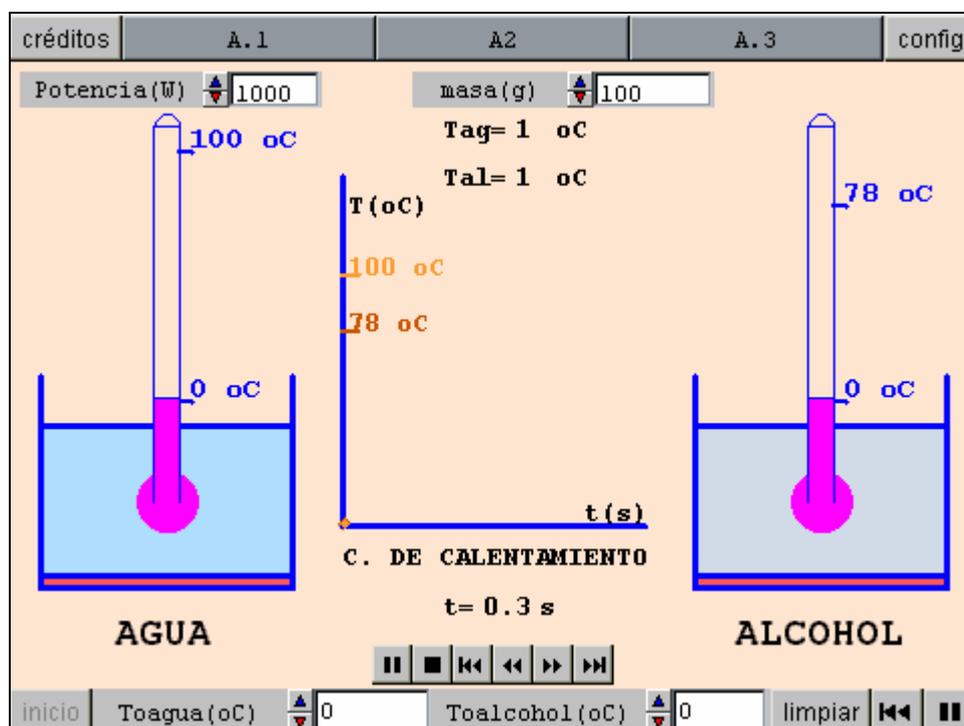
CALOR ESPECÍFICO

En la escena anterior hemos empleado el agua. ¿Hubiéramos obtenido los mismos resultados con otras sustancias?

Es sabido, por ejemplo, que cuando una cuchara metálica se deja en un plato de sopa caliente su temperatura sube rápidamente, lo que no ocurriría si la cuchara fuese de madera. Esta constatación y otras análogas llevaron a definir una magnitud característica de un cuerpo de acuerdo a su naturaleza, el calor específico:

Calor específico es la energía necesaria que la unidad de masa de un cuerpo ha de intercambiar con el entorno para variar su temperatura en un grado; sus unidades son J/kg °C en el Sistema Internacional, aunque en el laboratorio es muy frecuente emplear la caloría/g°C, donde **la caloría es el calor necesario para que un gramo de agua aumente un grado su temperatura.**

En la siguiente escena comparamos el calentamiento del agua y el del alcohol etílico.



A.1: Comparando curvas de calentamiento de dos sustancias

A.2: Evidentemente las curvas son diferentes para cada sustancia aunque mantengan su linealidad, ¿ como podría explicarse este distinto comportamiento?. Calcula el calor específico del alcohol, sabiendo que el del agua es 1 cal/g°C. Para ello calienta dos cantidades iguales de agua y alcohol lo justo para que la temperatura del agua aumente 10°C. Piensa cuántas calorías habrás empleado y calcula cuántas se necesitan para que cada gramo de alcohol aumente un grado su temperatura.

.3: Buscando excepciones a la regla

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

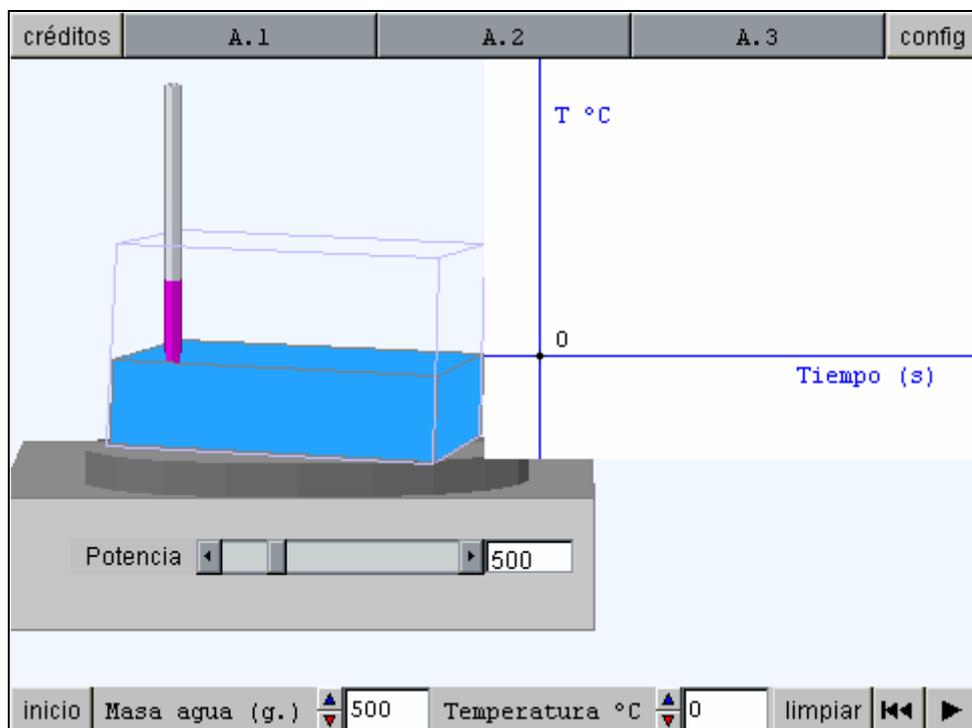
EQUIVALENTE MECÁNICO DEL CALOR



Aunque la caloría es una unidad muy práctica porque permite medir calor por su efecto térmico sobre el agua y resulta fácil de medir, esta unidad de medida tiene el defecto de ser diferente a las que utilizamos en el resto de la Física para medir cualquier incremento de energía. En la tostadora de pan, por ejemplo, se convierte energía eléctrica en calor, ¿cómo podemos hacer corresponder la energía eléctrica con el calor generado?

Todos recordamos que la unidad de energía en el Sistema Internacional es el Julio, Así pues, generalizando el ejemplo anterior: **¿a cuántos julios equivale una caloría?**

En la siguiente escena respondemos a este tipo de pregunta. Un hornillo eléctrico, de potencia en vatios conocida (recuerda que un vatio es un julio cada segundo), suministrará energía eléctrica a un recipiente con agua. Supondremos que el sistema está aislado convenientemente, de forma que toda la energía del hornillo se emplea en calentar el agua, considerando despreciable la que se utilice en el aire y el propio recipiente.



A.1: Energía del hornillo

A.2: Calor absorbido por el agua y equivalente mecánico

A.3: Calcula el tiempo que hubiera tardado el hornillo, como mínimo, en elevar a 100°C la temperatura de 1000 g. de agua. ¿Y si la temperatura inicial hubiera sido de 30°C?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE CALOR ESPECÍFICO Y EQUIVALENTE MECÁNICO DEL CALOR

El aumento de temperatura de los cuerpos cuando se calientan es aproximadamente proporcional a la energía suministrada.

Una unidad muy empleada para medir esta energía (el calor) es **la caloría: calor necesario para que 1 g. de agua aumente 1°C su temperatura.**

No todos los cuerpos se calientan de la misma forma. El **calor específico** es la propiedad de los cuerpos que mide esa diferencia y se puede definir como **el calor necesario para que la unidad de masa de un cuerpo aumente 1°C su temperatura.**

El calor cedido o absorbido por un cuerpo se puede medir por la expresión:

$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_o)$ donde m es la masa del cuerpo, c su calor específico, T_f su temperatura final y T_o su temperatura inicial.

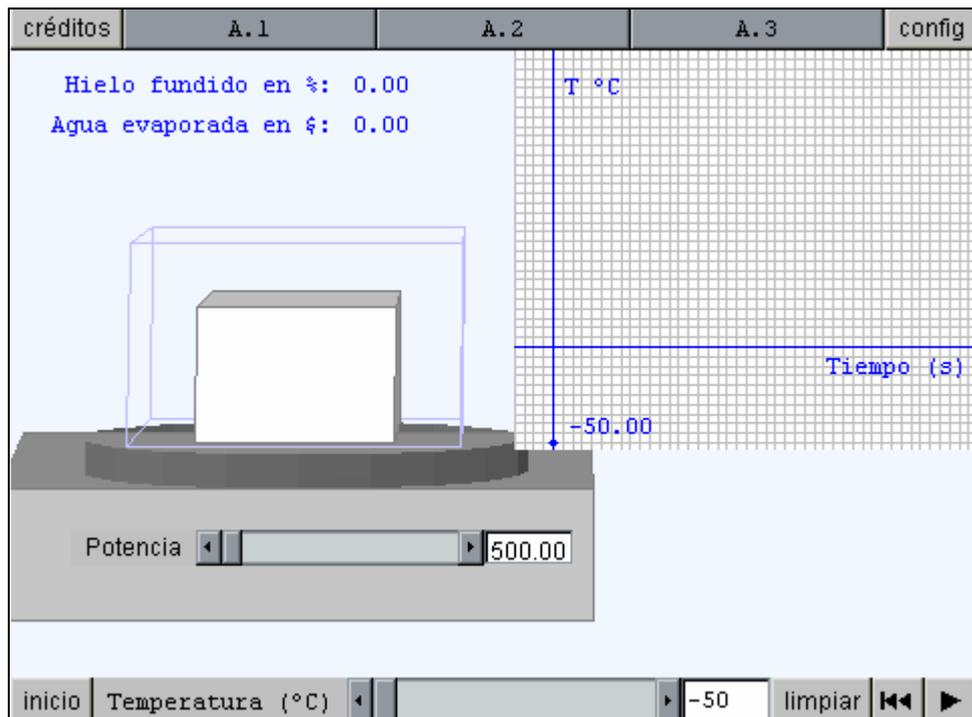
Una caloría equivale a una transmisión de 4,18 J de energía, lo que nos permite escribir todas las expresiones anteriores en unidades del Sistema Internacional. Así, el calor específico del agua $C_a = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C} = 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

TEMPERATURAS DE CAMBIO DE ESTADO

En las curvas de calentamiento de un cuerpo nos parecía que su aumento de temperatura era proporcional a la energía absorbida. Sin embargo, hay casos en los que esta regla se rompe. Particularmente cuando el cuerpo está cambiando de estado de agregación. Todos sabemos que la materia se nos presenta fundamentalmente en tres estados posibles: sólido, líquido y gaseoso. Cada uno de esos estados se debe a la existencia de diferentes energías de unión entre las moléculas de un cuerpo. Cuando el cuerpo cambia de estado estamos alterando esta forma de energía interna en lugar de aumentar la temperatura.

¿Cómo se traduce este fenómeno en la curva de calentamiento de un cuerpo? Para estudiarlo observaremos el caso de un bloque de hielo de 100 g de masa que calentamos progresivamente hasta convertirlo en vapor de agua.

Hay que advertir que, por simplicidad, en esta escena estamos despreciando la cantidad de agua que se evapora mientras la temperatura aumenta de 0°C a 100°C. También debemos tener en cuenta que las temperaturas de fusión y ebullición observadas son únicamente ciertas a la presión de una atmósfera y con agua destilada. La temperatura de cambio de estado es dependiente de las condiciones de presión del medio en que se encuentra la sustancia y de su grado de pureza..



A.1: Pon en marcha el hornillo con el botón de animación. La curva de calentamiento sufre dos importantes modificaciones en su curso. ¿Qué está ocurriendo cuando se producen esas modificaciones? ¿A qué temperaturas? Cambia la temperatura inicial del bloque de hielo. ¿Cómo influye este cambio en la gráfica obtenida?

A.2: Observa los tramos de la gráfica en los que la temperatura no es constante. A la vista de lo que observas, ¿en qué estado es menor el calor específico del agua? ¿En qué estado tiene mayor calor específico?

A.3: Calentamiento y cambio de estado.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

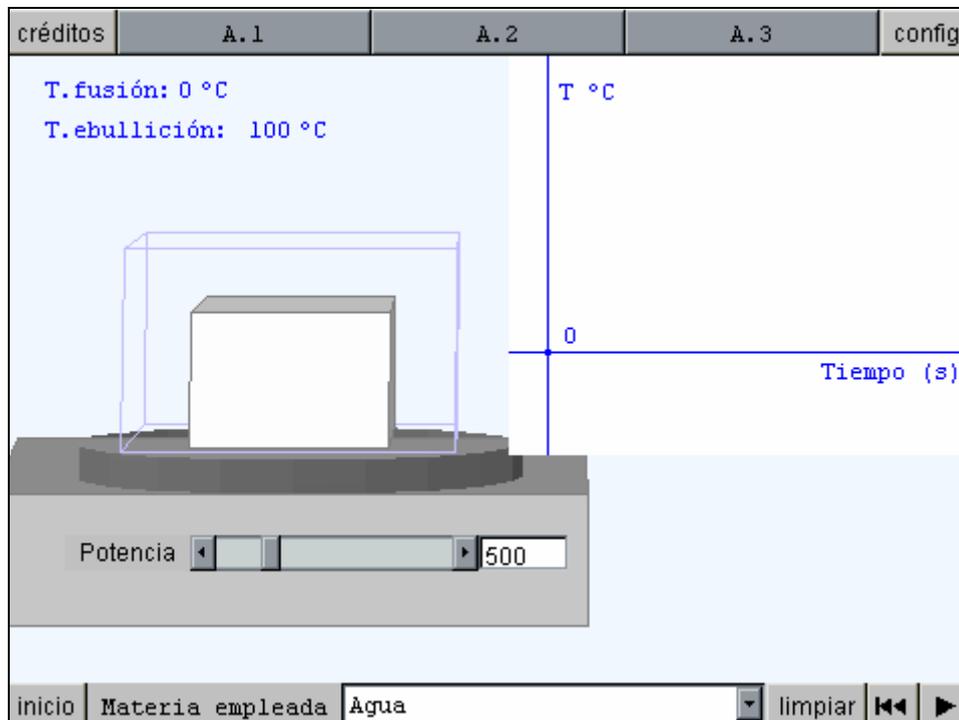
CALOR LATENTE DE CAMBIO DE ESTADO



Durante la transición de un estado físico a otro, el calor, la energía absorbida por un cuerpo no se emplea en aumentar la agitación (medida por la temperatura) de sus moléculas, sino en romper los enlaces entre ellas. Continúa aumentando la energía térmica del cuerpo, pero no su temperatura. Ahora bien ¿cuánta energía hace falta para que se produzca este cambio de estado?.

A la energía necesaria para realizar un cambio de estado por unidad de masa se la denomina calor latente (de fusión o de ebullición, según el caso). En el laboratorio es corriente medirla en cal/g , pero su valor en el Sistema Internacional se mide en J/kg. **No debemos olvidar la equivalencia: $1 \text{ cal/g} = 4180 \text{ J/kg}$**

En la siguiente escena mediremos el calor latente de fusión y de ebullición del agua, calentando un bloque de hielo con un hornillo eléctrico de potencia conocida.



A.1: Calores latentes del agua

A.2: Cambia el tipo de materia usada. ¿Qué diferencias observas entre las tres gráficas?. ¿Qué sustancia se funde con más facilidad? ¿A cuál le cuesta más hervir?. Ordénalas por su calor específico.

A.3: Características de sustancias diferentes

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE CAMBIOS DE ESTADO

Denominamos **temperatura de cambio de estado** de una sustancia a la temperatura a aquella en que, ***aunque un cuerpo absorba o emita calor, la variación de energía se emplea íntegramente en cambiar el estado físico del cuerpo.*** Mientras dura esta transformación la temperatura del cuerpo no varía.

En general los cuerpos presentan una **temperatura de fusión y otra de ebullición**, aunque debemos recordar que estas temperaturas dependen de la presión exterior y de la pureza de la sustancia.

Denominamos **calor latente (de fusión o de ebullición) a la energía necesaria para que la unidad de masa de un cuerpo que ya está a la temperatura adecuada, cambie de estado.**

Un ejemplo bien conocido es el del agua destilada
Temperatura de fusión a 1 atmósfera de presión: 0°C
Temperatura de ebullición a 1 atmósfera de presión: 100°C
Calor latente de fusión: 80 cal/g = 334.400 J/kg
Calor latente de ebullición: 540 cal/g = 2.257.200 J/kg

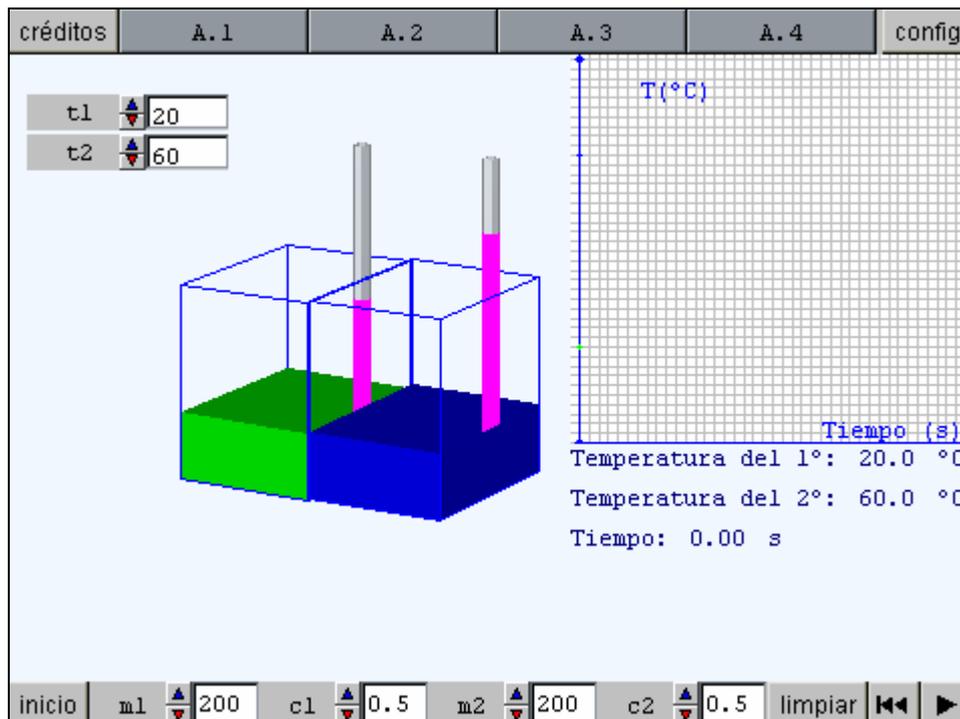
TEMPERATURA DE EQUILIBRIO

Todos sabemos que un cuerpo caliente tiende a aumentar la temperatura de los cuerpos que lo rodean, mientras que un cuerpo frío provoca una disminución de temperatura a su alrededor. En términos más rigurosos podemos afirmar que, ***cuando dos sustancias a diferentes temperaturas se encuentran próximas, se produce entre ellas un intercambio de energía que tiende a crear el equilibrio térmico, que se produce cuando ambas temperaturas se igualan.***

De acuerdo con el Principio de Conservación de la Energía el intercambio energético neto entre los dos sistemas y el entorno sería cero, y restringiéndonos al caso más sencillo, que es un caso ideal, podría expresarse la situación diciendo que el calor cedido por el sistema caliente al enfriarse es justamente el calor absorbido por el sistema frío al calentarse.

En este caso ideal aún puede hacerse una simplificación más: que únicamente se consideren las sustancias calientes y frías y no los recipientes, que se considerarían recipientes adiabáticos ideales, cuyas paredes con el exterior serían perfectos aislantes térmicos; El caso real más parecido sería un termo o un saco de dormir con relleno de plumas.

En la escena que proponemos las dos sustancias intercambian calor por el tabique que las separa.



A.1: La búsqueda del equilibrio

A.2: Sin alterar los restantes parámetros, realiza varias veces la experiencia cambiando las masas de los líquidos (disminuyendo la de uno y aumentando la del otro). ¿Hacia dónde se desplaza la temperatura de equilibrio? ¿Cuál de los dos líquidos sufre una variación mayor de temperatura? ¿Cuál de los dos absorbe o emite más calor?

A.3: Repite varias veces la experiencia, variando solamente el calor específico (disminuye el de un líquido y aumenta el del otro). ¿Hacia dónde se desplaza la temperatura de equilibrio? ¿Cuál de los dos líquidos sufre una variación mayor de temperatura? ¿Cuál de los dos absorbe o emite más calor?

A.4: Aprendiendo a realizar predicciones

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

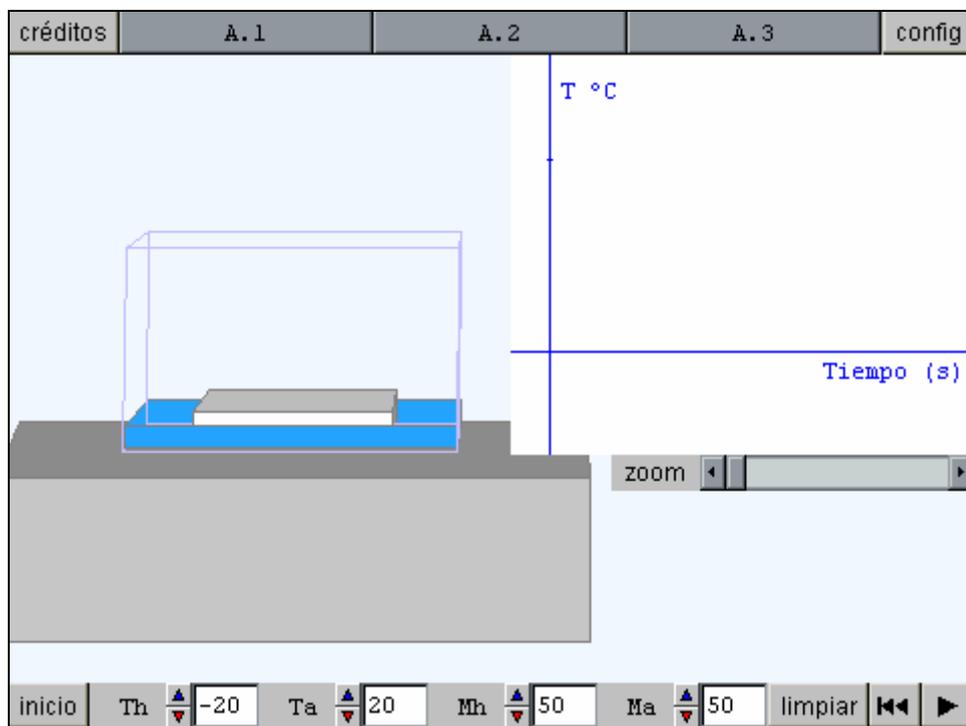
EQUILIBRIO ENTRE SUSTANCIAS EN DIFERENTES ESTADOS

Supongamos que tenemos que considerar el caso de la búsqueda del equilibrio térmico entre cuerpos en diferente estado físico. Este sería, por ejemplo, el caso de un bloque de hielo en un recipiente con agua caliente.

En fenómenos de esta naturaleza tenemos que considerar que el calor ganado o perdido no se tiene por qué emplear únicamente en variaciones de temperatura, sino que puede haber un cambio de estado total o parcial de alguno de los cuerpos implicados.

El principio de conservación de la energía seguirá siendo válido, pero en el empleo de la energía absorbida o perdida por cada cuerpo debemos contar con el que se ha empleado en el cambio de estado.

En la escena que vamos a estudiar contaremos con hielo y agua en cantidades y temperaturas también variables. Tras realizar las actividades que se nos sugieren debemos estar en condiciones de predecir la temperatura de equilibrio y la cantidad de agua líquida y hielo existente cuando se consigue el equilibrio. Hay que hacer notar que el tiempo que se tarda en alcanzar el equilibrio depende de muchos factores externos, de manera que el tiempo invertido por alcanzar el equilibrio en la escena no tiene por qué corresponder con un tiempo real.



A.1: Pon en marcha la escena. Observa cómo cambian las masas de hielo y agua, a medida que baja la temperatura del agua. ¿Quién pierde energía? ¿Quién la gana? ¿En qué se emplea la energía?

A.2: Trata de buscar el punto exacto en que todo el hielo se funde variando la masa del agua líquida y/o su temperatura. A continuación sube la temperatura inicial del hielo hasta 0°C . ¿Eres capaz de adivinar cuál va a ser ahora la temperatura final? Comprueba tus cálculos con la escena.

A.3: ¿Para qué valores de los parámetros habrá al final la mayor temperatura posible? ¿Para qué valores llegaremos a la menor temperatura final? ¿Qué masa de hielo habrá en este último caso? Calcula estos valores en tu cuaderno y compruébalos con la escena.

INICIO: ¿Para qué valores de los parámetros habrá al final la mayor temperatura posible? ¿Para qué valores llegaremos a la menor temperatura final? ¿Qué masa de hielo habrá en este último caso? Calcula estos valores en tu cuaderno y compruébalos con la escena.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastro" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE EQUILIBRIO TÉRMICO

Cuando dos cuerpos próximos poseen temperaturas diferentes, el más caliente emite energía calorífica y el más frío la absorbe, hasta que ambos alcancen igual temperatura.

En el caso ideal, con un sistema formado exclusivamente por dos cuerpos aislados del resto del Universo, la energía cedida por uno es igual a la absorbida por el otro.

El intercambio de energía es proporcional a la diferencia de temperatura entre los cuerpos. Por eso, a medida que las temperaturas se acercan, el proceso se hace más lento.

Cuando los dos cuerpos están en el mismo estado, la temperatura de equilibrio viene determinada por: $m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_e) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_e - t_2)$ donde m, c y t son la masa, calor específico y temperatura inicial del cuerpo caliente (con subíndice 1) y del cuerpo frío (con subíndice 2) mientras que t_e es la temperatura de equilibrio.

Cuando los cuerpos presentan diferente estado físico, en las ecuaciones de intercambio de energía hay que tener en cuenta el calor empleado en el cambio de estado total o parcial de uno de los dos cuerpos.

EVALUACIÓN

- 1 Si queremos calentar 300 g de agua desde 10°C hasta 60°C con un calefactor de 5000 W, ¿ cuánto tiempo necesitaremos?

[calentamiento](#)

126 s

184 s

30 s

160 s

215 s

- 2 Cuando un cuerpo absorbe la cantidad de 1 caloría, podemos afirmar que

Su energía interna ha perdido 1 caloría, o sea 4,18 J

Su energía interna ha aumentado 4,18 J

Su energía interna permanece igual, aumentando sólo la temperatura

Su energía interna ha aumentado 1°C

- 3 Si la columna de mercurio cuando se coloca el termómetro en hielo fundente alcanza una altura de 2 cm y cuando se coloca en agua hirviendo 8 cm, ¿ qué altura alcanzará cuando se coloque el termómetro a 35 °C?

[termómetro](#)

2 cm

4,1 cm

6,1 cm

8 cm

5,8 cm

- 4 En un recipiente vertimos 200 g. de agua a 20°C y 100 g de cierto líquido a la temperatura de 50 °C. La temperatura de equilibrio es de 30 °C. Determina el calor específico del líquido problema en cal/g°C y en J/kg°C

- 0,75 cal/g°C y 3135 J/kg°C
- 0,25 cal/g°C y 1045 J/kg°C
- 0,5 cal/g°C y 2090 J/kg°C
- 4,18 cal/g°C y 4180 J/kg°C
- 1 cal/g°C y 4180 J/kg°C

5 ¿Es correcto pensar que la temperatura es la cantidad de calor que almacena un cuerpo?

- Sí, la temperatura mide el calor medio de las partículas de un cuerpo
- Sí, la temperatura mide el calor total de las partículas de un cuerpo
- No, la temperatura mide la energía media de agitación de las partículas de un cuerpo
- No, la temperatura mide la energía total de agitación de las partículas de un cuerpo

6 Se disponen de 150 g de agua con una temperatura de 12 °C en un recipiente con paredes adiabáticas, que no posibilitan el intercambio calorífico con el entorno; se mezclan con 80 g de agua a 84 °C. Calcular la temperatura de equilibrio.

- 37°C
- 40°C
- 53°C
- 12°C
- 84°C

7 Podríamos definir el calor como:

- Una forma de comunicarse energía entre diferentes cuerpos
- Un fluido que pasa de los cuerpos calientes a los cuerpos fríos
- La temperatura que tiene un cuerpo
- Una forma de medir la energía que almacena un cuerpo
- Una forma positiva de energía, mientras que el frío es una forma negativa

8 Mientras un cuerpo está cambiando del estado sólido al líquido, el calor que recibe

[Cambio de estado](#)

- Produce una rotura de uniones moleculares, aumentando de forma constante la temperatura
- Produce una rotura de uniones moleculares, manteniéndose constante la temperatura
- Produce un aumento de temperatura proporcional a la cantidad de calor aportada
- Se pierde sin producir ningún efecto, porque se mantiene constante la temperatura

9 Calcular que cantidad de energía en julios que debe suministrarse a 300 g de agua a 25 °C para conseguir su completa ebullición. Los datos necesarios son: $c_e(\text{agua}) = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$; $L_{\text{vapor}} = 2260.4 \text{ kJ/kg}$

- 126545 J
- 772305 J
- 94185 J
- 678120 J
- 583935 J

10 Si se tiene un bloque de hielo de 50 g a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿ qué calor, medido en julios, debe absorber para pasar a agua líquida a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$?. Si este calor se obtuviese de agua líquida a $92\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿ qué masa necesitaríamos de esta agua?.
 $c_e(\text{hielo}) = 0,5\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$; $L_{\text{fusión}}=80\text{ cal/g}$

- Aproximadamente 16720 J y necesitamos unos 40 g de agua
- Aproximadamente 18270 J y necesitamos unos 50 g de agua
- Aproximadamente 12750 J y necesitamos unos 5 kg de agua
- Aproximadamente 1250 J y necesitamos unos 500 g de agua
- Aproximadamente 625 J y necesitamos unos 10 g de agua