

Actividades Tema 10 CALOR Y ONDAS

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA.

Pág. 230	nº <u>10</u>
Pág. 231	nº <u>12</u>
Pág. 232	nº <u>15</u>
Pág. 233	nº 16
Pág. 234	nº <u>17</u>
Pág. 237	nº 20
Pág. 238	nº <u>24</u>

PRACTICA

Pág. 241	nº 30, 34, <u>42</u> y <u>43</u>
Pág. 242	nº 48, <u>49</u> , <u>50</u> y <u>54</u>
Pág. 243	nº <u>61</u> , 65, <u>68</u> y <u>69</u>

APLICA LO APRENDIDO

Pág. 243	nº <u>70</u>
----------	--------------

Se corregirán preferentemente las actividades subrayadas y en negrita.

Actividades Unidad

2. Expresa estos valores de temperatura en las escalas que se indican:

- a) La temperatura corporal normal ($36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) en $^{\circ}\text{F}$ y en K.
- b) El punto de fusión del estaño ($449,6\text{ }^{\circ}\text{F}$) en $^{\circ}\text{C}$ y K.
- c) La temperatura mínima en la Luna (40 K) en $^{\circ}\text{C}$ y $^{\circ}\text{F}$.

- a) $T = 36,5\text{ }^{\circ}\text{C} = 309,65\text{ K} = 97,7\text{ }^{\circ}\text{F}$
- b) $T = 449,6\text{ }^{\circ}\text{F} = 505,15\text{ K} = 232\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $T = 40\text{ K} = -233,15\text{ }^{\circ}\text{C} = -387,67\text{ }^{\circ}\text{F}$

3. Indica si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos, justificando tus respuestas:

a) La energía interna es una magnitud referida a cada partícula que forma el sistema.

Falso, la energía interna es una magnitud referida a la energía mecánica del conjunto de partículas que componen el sistema.

b) La temperatura se incrementa a medida que aumenta la distancia entre las partículas.

Falso, la temperatura depende de la velocidad de las partículas, es decir, es mayor a medida que aumenta la energía cinética de las partículas del sistema.

c) La temperatura depende de la energía cinética de las partículas del sistema.

Verdadero, es una magnitud directamente proporcional a la energía cinética de las partículas.

d) No es correcto hablar de temperatura de una partícula.

Verdadero, pues la temperatura es una magnitud que representa el promedio de la velocidad media de todas las partículas del sistema, no de una sola.

5. ¿Por qué decimos que el calor y la energía son magnitudes relacionadas? Explica cuál es la diferencia entre calor y energía interna, y qué relación existe entre ambos.

El **calor** es una forma de energía que se pone de manifiesto al **poner en contacto dos sistemas** que se encuentran a **diferente temperatura**. Se produce una transferencia de energía del cuerpo **más caliente al más frío**, en forma de calor. Pero **un cuerpo no posee calor**, sino **energía interna**; por tanto, cuando se produce esta transferencia de energía, el **cuerpo que cede calor disminuye su energía interna**, mientras que el que **recibe calor aumenta** el valor de su **energía interna**.

7. Indica qué formas de propagación del calor se dan en los siguientes casos:

a) Un pasamanos metálico se calienta al sol.

Radiación y conducción. Los rayos del sol calientan el pasamanos, y este, que es metálico, conduce el calor.

b) Un aparato calefactor de aire calienta una habitación.

Convección. El aire calentado en la resistencia se hace circular por la habitación, gracias al ventilador que incorpora el calefactor.

c) Un radiador calienta una habitación.

Convección. Por diferencia de densidades, el aire calentado en el radiador se eleva hacia el techo, y el aire frío desciende hacia el suelo, produciéndose el movimiento del mismo.

d) Calentamos un vaso de leche en el microondas.

Radiación. Las microondas producidas por el aparato son absorbidas por la leche y la calientan.

e) Un fontanero suelda una tubería de cobre con un soplete.

Conducción. El calor suministrado al extremo de la barra se transmite gracias a la interacción entre las partículas al resto de la pieza.

10. Unos alumnos están reproduciendo el experimento de Joule en el laboratorio. Utilizan dos pesas de 300 g, que descienden una altura de 40 cm. Tras medir la temperatura del agua antes y después de la caída, calculan que ha absorbido 0,56 cal.

a) Calcula la energía potencial perdida por las pesas en su descenso.

La energía potencial de cada una de las pesas antes de descender los 40 cm (0,4 m) es:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 1,176 \text{ J}$$

Como tenemos dos pesas, la energía potencial cedida ha sido de:

$$E_{p_T} = 2 \cdot 1,176 \text{ J} = 2,352 \text{ J}$$

b) Halla la equivalencia entre julios y calorías a partir de estos datos. ¿Qué conclusiones podemos sacar?

Según los datos experimentales obtenidos, el equivalente mecánico del calor sería de:

$$\frac{2,352 J}{0,56 cal} = 4,2 J/cal \Rightarrow 1 cal = 4,2 J$$

superior al valor real (4,18 J/cal). Podemos **concluir** que la **mayor parte de la energía ha sido cedida al agua**, que ha **aumentado** en consecuencia **su energía interna** y su **temperatura**, y la **otra** se ha **disipado** por el **rozamiento de las poleas**.

12. Halla la temperatura final de una mezcla de 2,5 L de agua a 25 °C con 1,2 L de agua a 70 °C. Ten en cuenta que la densidad del agua es de 1 g/cm³.

El calor cedido por el agua a mayor temperatura será:

$$Q_{cedido} = m_c \cdot c_{e_{agua}} \cdot (T_c - T_{eq}) = 1200 g \cdot 1 cal/g \cdot ^\circ C \cdot (70 ^\circ C - T_{eq})$$

El calor ganado por los 2,5 litros de agua a 25 °C será:

$$Q_{absorbido} = m_f \cdot c_{e_{agua}} \cdot (T_{eq} - T_f) = 2500 g \cdot 1 cal/g \cdot ^\circ C \cdot (T_{eq} - 25 ^\circ C)$$

Igualando ambas expresiones, y realizando las operaciones necesarias tendremos:

$$1200 g \cdot 1 cal/g \cdot ^\circ C \cdot (70 ^\circ C - T_{eq}) = 2500 g \cdot 1 cal/g \cdot ^\circ C \cdot (T_{eq} - 25 ^\circ C)$$

$$84000 cal - 1200 cal/^{\circ}C \cdot T_{eq} = 2500 cal/^{\circ}C \cdot T_{eq} - 62500 cal$$

$$84000 cal + 62500 cal = 2500 cal/^{\circ}C \cdot T_{eq} + 1200 cal/^{\circ}C \cdot T_{eq}$$

$$146500 cal = 3700 cal/^{\circ}C \cdot T_{eq}$$

Despejando de la ecuación anterior T_{eq} , se obtiene:

$$T_{eq} = \frac{146500 cal}{3700 cal/^{\circ}C} = 39,6 ^\circ C$$

15. En un recipiente que contiene 1,5 L de agua a 25 °C introducimos una barra de hierro incandescente de 900 g a una temperatura de 1600 °C.

a) ¿Será suficiente para llevar el agua hasta la temperatura de ebullición (100 °C)?

Para que 1,5 L = 1,5 kg = 1500 g de agua que se encuentran a 25 °C eleven su temperatura hasta 100 °C, que es su punto de ebullición, se requiere una cantidad de calor equivalente a:

$$Q_{\text{absorbido}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{e\text{agua}} \cdot (T_f - T_0)$$

$$Q_{\text{absorbido}} = 1500 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 112500 \text{ cal}$$

La barra de hierro incandescente, de 900 g de masa y 1600 °C de temperatura cederá calor al agua. Si suponemos que la temperatura final es de 100 °C:

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{hierro}} \cdot c_{e\text{hierro}} \cdot (T_0 - T_f)$$

$$Q_{\text{cedido}} = 900 \text{ g} \cdot 0,11 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (1600^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = 148500 \text{ cal}$$

El calor que cede la barra de hierro es mayor que el necesario para que el agua alcance su temperatura de ebullición, por lo que es suficiente para elevar la temperatura del agua hasta los 100 °C.

b) Si el calor latente de vaporización del agua es de 2257 kJ/kg, ¿qué cantidad de agua se vaporizará?

Del calor cedido por la barra (148500 cal), una cantidad equivalente a 112500 cal se invierte en elevar la temperatura del agua hasta los 100 °C. El resto

$$148500 \text{ cal} - 112500 \text{ cal} = 36000 \text{ cal}$$

es absorbido por el agua durante el proceso de vaporización. En consecuencia, podemos calcular la cantidad de agua que se vaporizará teniendo en cuenta este dato, y que el calor latente de vaporización del agua es 2 257 kJ/kg = 540 kcal/kg:

$$Q = m \cdot L_v \Rightarrow m = \frac{Q}{L_v} = \frac{36000 \text{ cal}}{540000 \text{ cal/kg}} = 0,07 \text{ kg} = 70 \text{ g}$$

Se vaporizarán 70 g de agua, que, considerando su densidad igual a 1 g/cm³, corresponden a 70 mL de agua.

16. Una locomotora de vapor desarrolla una potencia de 3300 CV y consume una energía calorífica —procedente de la combustión de carbón— de, aproximadamente, 32000 kJ por cada CV y por hora. ¿Cuál es el rendimiento de la máquina? (Dato: recuerda que 1 CV = 735,5 W).

Para calcular el rendimiento de la máquina, debemos conocer la cantidad de calor cedido por la fuente caliente Q_1 (en este caso la combustión del carbón), y el trabajo realizado por la máquina (expresado en este caso en función de su potencia).

Si la locomotora tiene una potencia de 3300 CV, y durante su funcionamiento a lo largo de una hora, la combustión del carbón cede 32000 kJ por cada CV, la cantidad total de calor cedido por la fuente caliente en este intervalo de tiempo será:

$$Q_1 = 32000 \text{ kJ/CV} \cdot 3300 \text{ CV} = 1,06 \cdot 10^8 \text{ kJ}$$

Por otra parte, el trabajo realizado por la locomotora durante esa hora de funcionamiento será, teniendo en cuenta que $1 \text{ CV} = 735,5 \text{ W}$:

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t = \left(3300 \text{ CV} \cdot \frac{735,5 \text{ W}}{1 \text{ CV}} \right) \cdot 3600 \text{ s} = 8,74 \cdot 10^9 \text{ J} = 8,74 \cdot 10^6 \text{ kJ}$$

Por tanto, el rendimiento de la locomotora será:

$$\text{Rendimiento} = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 = \frac{8,74 \cdot 10^6 \text{ kJ}}{1,06 \cdot 10^8 \text{ kJ}} \cdot 100 = 8,2\%$$

17. Un motor de coche tiene un rendimiento del 51 %. Indica si este enunciado es cierto o no, justificando tu respuesta:

«Por cada caloría generada por la combustión de la gasolina en este motor, se obtienen, aproximadamente, 2 J de trabajo. El resto del calor se elimina con los gases que escapan del motor».

La **afirmación es correcta**. Si la analizamos con detalle, nos indica que, por cada caloría generada por la combustión de la gasolina, que son 4,18 J, aproximadamente la mitad, es decir, poco más de unos 2 J, se invierten en la realización de trabajo. Si la mitad del calor suministrado por la fuente caliente se invierte en trabajo, el rendimiento de la máquina es del 50 % aproximadamente, como corresponde al enunciado.

18. Señala las semejanzas y las diferencias entre:

a) Una máquina térmica y una máquina simple.

En ambos casos las máquinas realizan trabajo, pero mientras que en la máquina térmica existen dos focos a diferente temperatura, en una máquina simple (plano inclinado, polea, etc.) el trabajo se realiza por la aplicación de una fuerza.

b) Una máquina térmica y un refrigerador.

En ambos casos existen dos focos, uno caliente y uno frío, pero mientras en la máquina térmica se extrae calor del foco caliente, y el sistema (el gas, por ejemplo) realiza un trabajo, como mover un pistón, en el refrigerador se extrae calor del foco frío y se cede al caliente, y sobre el sistema (el gas del circuito del compresor) se realiza un trabajo, por ejemplo, para comprimirlo.

20. Responde brevemente a las siguientes cuestiones:

a) ¿Puede propagarse el sonido en el vacío? ¿Por qué?

No, el sonido es una onda mecánica, por lo que necesita un medio material para poder propagarse.

b) ¿Tiene siempre el mismo valor la velocidad del sonido?

No, pues al ser una onda mecánica, su velocidad de propagación depende del medio. De hecho, el sonido se propaga a mayor velocidad en el agua que en aire, por ejemplo.

c) ¿Con qué magnitud ondulatoria está relacionado el tono de un sonido?

El tono está relacionado con la **frecuencia de la onda**, de modo que los tonos **agudos** se corresponden con ondas sonoras de **alta frecuencia** y los **graves**, con ondas de **baja frecuencia**.

22. Basándote en el espectro electromagnético y sabiendo que la energía de una onda es directamente proporcional a su frecuencia, indica qué radiación es más energética:

- a) Microondas u ondas de radio.
- b) Rayos ultravioleta o rayos infrarrojos.
- c) Luz verde o luz amarilla.

Las ondas electromagnéticas son más energéticas a medida que es mayor su frecuencia, es decir, a medida que disminuye su longitud de onda. De acuerdo con esto, tenemos:

- a) **Microondas/ondas de radio.**
- b) **Rayos ultravioleta/rayos infrarrojos.**
- c) **Luz verde/luz amarilla.**

24. Una onda electromagnética tiene una frecuencia de $2 \cdot 10^8$ Hz.

a) Calcula su longitud de onda exacta, teniendo en cuenta que cualquier onda electromagnética se propaga en el vacío a la velocidad de la luz ($300000 \text{ km/s} = 300000000 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

Su longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}} = 1,5 \text{ m}$$

b) ¿Qué tipo de onda es?

Es una onda de radio, como corresponde a ese valor de longitud de onda y frecuencia.

PRACTICA

30. El punto de fusión del oxígeno (O₂) es 50,4 K, y su punto de ebullición, 90,2 K.

a) ¿A qué temperaturas corresponden, en la escala Celsius? En la escala Celsius, el punto de fusión del oxígeno molecular (O₂) es $-222,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (50,4 K), mientras que su punto de ebullición es $-182,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ (90,2 K).

b) ¿Hasta qué temperatura se ha de enfriar un recipiente que contenga O₂ para que pase a estado líquido? El recipiente ha de enfriarse, como mínimo, hasta la temperatura de su punto de ebullición, es decir hasta $-182,95\text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) ¿Puede el oxígeno pasar a estado sólido? Explícalo. Sí, el gas oxígeno pasará a estado sólido siempre que se enfríe hasta $-222,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, que es su punto de fusión.

32. Cuando un gas encerrado en un recipiente de volumen fijo se calienta, se observa un aumento de temperatura y de presión. Explica, basándote en este hecho experimental, qué ocurre con su energía interna.

Cuando un gas contenido en un recipiente se calienta, sus partículas constituyentes incrementan su velocidad de movimiento, de modo que aumenta la presión en el interior del recipiente y también su temperatura. Pero al aumentar la velocidad de las partículas, estas aumentan su energía cinética y, por tanto, su energía mecánica, por lo que aumenta la energía interna del sistema.

34. Define el julio y la caloría. Si un pan de molde tiene un valor energético de 975 kJ por cada 100 g, ¿qué aporte energético, medido en calorías, proporciona el consumo de dos rebanadas de este pan, de 24 g cada una?

El julio es la unidad de energía del Sistema Internacional, y se puede definir como el trabajo necesario para desplazar un cuerpo una distancia de 1 m, aplicando sobre él una fuerza neta de 1 N, mientras que la caloría es también una unidad de energía, utilizada para expresar el calor intercambiado entre dos sistemas, que se define como el calor necesario para elevar $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ la temperatura de 1 g de agua. Para realizar el cálculo, comenzaremos expresando el valor energético de 100 g de 1 pan de molde en kilocalorías:

$$\text{Valor energético 1 pan} = 975\text{ kJ}/100\text{ g} \cdot \frac{1\text{ kcal}}{4,18\text{ kJ}} = 233,25\text{ kcal}/100\text{ g}$$

Y si consumimos 24 g de pan de molde con este valor energético, el aporte calórico de la ración ingerida habrá sido de:

$$\begin{aligned} \text{Valor energético 1 rebanada} &= 233,25 \frac{\text{kcal}}{100 \text{ g}} \cdot \frac{24 \text{ g}}{\text{rebanada}} \\ &= 55,98 \text{ kcal/rebanada} \end{aligned}$$

Como en realidad hemos consumido 2 rebanadas, el aporte calórico será:

$$\text{Valor energético 2 rebanadas} = 2 \text{ rebanadas} \cdot \frac{55,98 \text{ kcal}}{1 \text{ rebanada}} = 112 \text{ kcal}$$

42. Un adulto debe consumir 2500 kcal en su dieta diaria. ¿A cuántos kJ equivale esta cantidad de energía? Si una persona de 70 kg quiere consumir el 5 % de esta energía montando en bicicleta, ¿cuánto tiempo deberá ejercitarse en esta actividad, si por cada 10 minutos de paseo y kg de masa corporal consume 1,5 kcal?

Las 2500 kcal equivalen a una cantidad de energía de:

$$2500 \text{ kcal} \cdot \frac{4,18 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} = 10450 \text{ kJ}$$

El 5 % de esta cantidad son:

$$10450 \text{ kJ} \cdot \frac{5}{100} = 522,5 \text{ kJ}$$

Si una persona desea consumir esos 522,5 kJ montando en bicicleta, sabiendo que por cada minuto de paseo y kg de masa corporal consumirá 0,15 kcal = 0,627 kJ, deberá ejercitarse durante un tiempo:

$$t = \frac{522,5 \text{ kJ}}{0,627 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{min}} \cdot 70 \text{ kg}} = 11,9 \text{ min}$$

43. Un motor de una grúa consume $3,5 \cdot 10^5$ J de energía para subir una carga de 700 kg desde el suelo hasta una altura de 20 m. ¿Qué porcentaje de energía se ha transferido al medio en forma de calor, debido a las pérdidas por fricción o rozamiento del motor? Indica su valor, expresado en calorías.

La energía potencial ganada por la carga al ser elevada hasta la citada altura será:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 700 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} = 137200 \text{ J}$$

Esta energía la suministra el motor, que en total ha consumido $3,5 \cdot 10^5$ J. Por tanto, la energía disipada habrá sido:

$$E_{disipada} = E_{consumida} - E_{suministrada}$$

$$E_{disipada} = 350000 J - 137200 J = 212800 J$$

$$E_{disipada} = 212800 J \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 J} = 50909 \text{ cal}$$

Por tanto, el porcentaje de energía disipada será:

$$E_{disipada}(\%) = 212800 J \cdot \frac{100}{350000 J} = 60,8 \%$$

48. El calor latente de fusión del estaño es de 59 kJ/ kg. De acuerdo con este dato, ¿qué cantidad de calor debemos suministrar para fundir 2 g de estaño? ¿Cuánto estaño podemos fundir aportando 295 J?

Para fundir 2 g = 0,002 kg de estaño que se encuentra en el punto de fusión debemos aportar:

$$Q_f = m \cdot L_f = 0,002 \text{ kg} \cdot 59 \text{ kJ/kg} = 0,118 \text{ kJ} = 118 J$$

Si lo que hacemos es suministrar 0,295 kJ a una pieza de estaño calentada hasta su punto de fusión, podemos fundir:

$$Q_f = m \cdot L_f \Rightarrow m = \frac{Q_f}{L_f} = \frac{0,295 \text{ kJ}}{59 \text{ kJ/kg}} = 0,005 \text{ kg} = 5 \text{ g de estaño}$$

49. En casa de María del Mar hay un calentador eléctrico de 100 L de capacidad, que se llena inicialmente con agua a 16 °C para calentarla hasta que su temperatura final sea 65 °C. Sabiendo que el calor específico del agua es 1 cal/g °C y que su densidad es de 1000 kg/m³, calcula:

a) La cantidad de calor necesaria para calentar el agua contenida en el aparato. Para calcular la cantidad de calor necesaria para calentar el agua, necesitamos conocer su masa. Como la densidad es 1000 kg/m³, y el volumen de agua contenida en el calentador es 100 L = 0,1 m³, su masa es 100 kg. De acuerdo con esto:

$$Q = m \cdot c_e \cdot (T_2 - T_1) \Leftrightarrow Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

$$Q = 100000 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (65 ^\circ\text{C} - 16 ^\circ\text{C}) = 4900000 \text{ cal} = 4,9 \cdot 10^6 \text{ cal} \\ = 4900 \text{ kcal}$$

b) El coste del proceso, suponiendo que el rendimiento de la resistencia es del 85 % y que el kWh de energía eléctrica se paga a 12 céntimos de euro.

Si el rendimiento de la resistencia es solo del 85 %, la cantidad de energía eléctrica consumida habrá sido algo mayor, concretamente:

$$E_{\text{eléctrica consu}} = 4900 \text{ kcal} \cdot \frac{100}{85} = 5765 \text{ kcal} = 24097 \text{ kJ} = 24097000 \text{ J} \\ = 2,4097 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Considerando que:

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

el número de kWh consumidos por la resistencia será:

$$E_{\text{eléctrica consu}} = 2,4097 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 6,7 \text{ kWh}$$

cuyo coste, a 12 céntimos de euro el kWh, habrá sido:

$$\text{Coste} = 6,7 \text{ kWh} \cdot 12 \text{ céntimos/kWh} = 80,4 \text{ céntimos}$$

Es decir, aproximadamente 80 céntimos de euro.

50. Manuel tiene un acuario de peces tropicales de 105 L de capacidad, que está a una temperatura de 28,5 °C. En una limpieza rutinaria, extrae un tercio del agua contenida y la reemplaza por agua limpia a 15 °C. ¿Cuál es la temperatura del acuario, una vez alcanzado el equilibrio térmico? ¿Qué calor debe suministrarse para volver a alcanzar la temperatura inicial?

El acuario tiene 105 L de capacidad, por lo que, si extrae un tercio del agua, sacará 35 L que reemplaza por agua a 15 °C, y dejará 70 L de agua a 28,5 °C. Calculamos la temperatura de equilibrio de la mezcla:

El calor cedido por los 70 L de agua a 28,5 °C es:

$$Q_{\text{cedido}} = m_{\text{agua queda}} \cdot c_e \cdot \Delta T_{\text{agua queda}} = 70000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (28,5 ^\circ\text{C} - T_{\text{eq}})$$

Mientras que el calor ganado por los 35 L de agua a 15 °C será:

$$Q_{\text{absorbido}} = m_{\text{agua limpia}} \cdot c_e \cdot \Delta T_{\text{limpia}} = 35000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (T_{\text{eq}} - 15 ^\circ\text{C})$$

Igualando ambas expresiones, tendremos:

$$70000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (28,5 \text{ }^\circ\text{C} - T_{eq}) = 35000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (T_{eq} - 15 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$1,995 \cdot 10^6 \frac{\text{cal}}{\text{g}} - 70000 \cdot T_{eq} \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} = 35000 \cdot T_{eq} \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} - 5,25 \cdot 10^5 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

$$105000 \cdot T_{eq} \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} = 2,52 \cdot 10^6 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

$$T_{eq} = \frac{2,52 \cdot 10^6 \frac{\text{cal}}{\text{g}}}{105000 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para volver a alcanzar la temperatura inicial (28,5 °C), la resistencia deberá suministrar una cantidad de calor de:

$$\begin{aligned} Q_{resistencia} &= m_{agua \text{ acua.}} \cdot c_e \cdot \Delta T_{agua \text{ acua.}} = 105000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (28,5 \text{ }^\circ\text{C} - 24 \text{ }^\circ\text{C}) = \\ &= 472500 \text{ cal} = 472,5 \text{ kcal} \end{aligned}$$

54. En una mina, utilizan un motor para elevar una carga de 4 500 kg hasta una altura de 12 m. Considerando que el rendimiento del motor es del 56 %, calcula el calor generado por este en el foco caliente.

Para elevar la carga hasta una altura de 12 m, habrá que suministrarle una energía, pues como consecuencia de ello aumenta su energía potencial. Una vez que la carga ha sido elevada, la energía ganada será:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 4500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m} = 529200 \text{ J}$$

En definitiva, esta energía se corresponde con el trabajo realizado por el motor para elevar la carga. Si el rendimiento de la máquina ha sido del 56 %, el calor cedido en caliente habrá sido:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 \Rightarrow Q_1 = \frac{W \cdot 100}{R (\%)}$$

$$Q_1 = \frac{529200 \text{ J} \cdot 100}{56} = 945000 \text{ J} = 226077 \text{ cal}$$

57. ¿Puede ser el rendimiento de una máquina térmica del 100 %? Explica tu respuesta, teniendo en cuenta cómo funciona una máquina térmica y cómo se define el rendimiento.

No, pues si el rendimiento fuese del 100 %, **todo** el **calor absorbido** en el **foco caliente** se **transformaría** en **trabajo**, y el sistema **no cedería calor** en el **foco frío**, para recuperar su estado inicial y comenzar un nuevo ciclo. Sería una máquina de un **“único uso”**, es decir, de un **“solo ciclo”**.

61. Una onda que se desplaza a $3 \cdot 10^8$ m/s tiene una longitud de onda de 720 nm. Calcula, a partir de estos datos, todos los parámetros de la onda que puedas.

Con estos datos, podremos realizar los siguientes cálculos:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{720 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2,4 \cdot 10^{-25} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,4 \cdot 10^{-25} \text{ s}} = 4,17 \cdot 10^{24} \text{ s}^{-1}$$

65. Explica en qué consiste la luz y describe las dos teorías contrapuestas que han existido para justificar su naturaleza y sus propiedades.

La luz blanca consiste en una superposición de ondas electromagnéticas de distintas frecuencias. A lo largo de la historia, se han sucedido dos teorías sobre la naturaleza de la luz: la **teoría corpuscular**, que consideró la luz formada por un **haz de diminutas partículas**; y la **teoría ondulatoria**, que consideró la luz como una **onda que se propaga en el vacío**. Una serie de **experimentos** llevados a cabo en el siglo XIX **decantaron** finalmente la naturaleza de la luz hacia la **teoría ondulatoria**, la cual conseguía explicar de forma más simple los fenómenos observados.

68. Clasifica las ondas electromagnéticas que emiten los siguientes dispositivos de acuerdo con su carácter energético:

- La luz de una linterna. **Luz visible.**
- Un aparato de rayos UVA. **Luz ultravioleta.**
- El horno microondas. **Ondas correspondientes a las microondas, poco energéticas (no ionizantes).**
- La radio de onda media. **Ondas de radio.**
- El mando a distancia del garaje. **Infrarrojo.**

69. Teniendo en cuenta el valor de la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío, calcula entre qué valores de frecuencia se sitúa la luz visible.

La luz visible, cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 nm (violeta) y 720 nm (rojo), se sitúa entre las siguientes frecuencias:

$$f_{violeta} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{380 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 7,89 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 789 \text{ THz}$$

$$f_{rojo} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{720 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4,17 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 417 \text{ THz}$$

APLICA LO APRENDIDO

70. En un taller de joyería se encuentran trabajando en la elaboración de una pieza de oro por encargo. Comienzan por colocar 15 g de este metal, que se encuentra a la temperatura ambiente de 25 °C, en un crisol de fundición, y lo calientan hasta fundir todo el oro, elevando su temperatura final hasta los 1150 °C. Con el oro fundido a esa temperatura, elaboran la pieza, la cual, una vez que se ha enfriado, es sometida a los procesos finales de pulido y limpieza. En concreto, finalizan con una limpieza en un baño ultrasónico de 40 kHz, que ofrece la máxima eficiencia cuando opera a la temperatura de 158 °F. Teniendo en cuenta que el calor específico del oro es 129 J/kg·K y que su calor latente de fusión es 64,4 kJ/kg, contesta

a) ¿Qué cantidad de calor habrá sido necesario suministrar al oro del crisol para elevar su temperatura hasta los 1337,15 K, que es su punto de fusión?

b) ¿Y para que se funda completamente el oro del crisol, una vez alcanzado su punto de fusión?

c) En realidad, lo que se ha hecho es calentar el oro hasta una temperatura final de 1150 °C. Calcula el calor que ha sido necesario para elevar la temperatura del metal desde los 25 °C iniciales hasta esa temperatura final.

d) Una vez elaborada la pieza de 15 g de oro, se extrae del molde, a una temperatura de 115 °C. Con el fin de poder manipularla, se introduce en un vaso que contiene 200 cm³ de agua a 20 °C. ¿Cuál será la temperatura del equilibrio alcanzado por la pieza y el agua? Recuerda que la densidad del agua es de 1 g/cm³.

e) Respecto al aparato de limpieza ultrasónica, ¿cuál es la temperatura, expresada en °C, a partir de la cual ofrece la máxima eficiencia?

f) Si las ondas sónicas que produce se propagan en el agua a una velocidad de unos 1500 m/s, ¿cuál será su longitud de onda, aproximadamente?

a) La temperatura inicial del oro del crisol es de $25\text{ }^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$. Si queremos elevar su temperatura hasta los $1337,5\text{ K}$, la cantidad de calor necesario para ello será:

$$Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta T = 0,015\text{ kg} \cdot 129\text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot (1337,15\text{ K} - 298,15\text{ K}) = 2,01\text{ KJ}$$

b) Si el calor latente de fusión del oro es de $64,4\text{ kJ/kg}$, para fundirlo completamente será necesario suministrar:

$$Q_{2f} = m \cdot L_f = 0,015\text{ kg} \cdot 64,4\text{ kJ/K} = 0,97\text{ kJ}$$

c) La temperatura final del metal calentado en el crisol ha sido de $1150\text{ }^{\circ}\text{C} = 1423,15\text{ K}$. El calor que ha sido necesario:

$$Q_3 = m \cdot c_e \cdot \Delta T = 0,015\text{ kg} \cdot 129\text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot (1423,15 - 1337,15\text{ K}) = 0,17\text{ KJ}$$

Y, en consecuencia, el calor que comprende calentar el oro hasta su punto de fusión, fundirlo, y elevar la temperatura hasta el valor final de $1423,15\text{ K}$ es:

$$Q_T = Q_1 + Q_{2f} + Q_3 = 2,01\text{ KJ} + 0,97\text{ kJ} + 0,17\text{ kJ} = 3,15\text{ kJ}$$

d) La temperatura de equilibrio de la mezcla se calcula teniendo en cuenta el calor cedido por el oro y el ganado por el agua, ambos iguales. Por tanto, tendremos:

$$Q_{cedido\ oro} = Q_{gana\ agua}$$

$$m_{oro} \cdot c_{eoro} \cdot \Delta T_{oro} = m_{agua} \cdot c_{eagua} \cdot \Delta T_{agua}$$

$$0,2\text{ kg} \cdot 4180\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot (T_{eq} - 20)^{\circ}\text{C} = 0,015\text{ kg} \cdot 129\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot (115 - T_{eq})^{\circ}\text{C}$$

$$836\text{ J} \cdot T_{eq} - 16720\text{ J} = 222,53\text{ J} - 1,94\text{ J} \cdot T_{eq}$$

$$836\text{ J} \cdot T_{eq} + 1,94\text{ J} \cdot T_{eq} = 222,53\text{ J} + 16720\text{ J}$$

$$837,94\text{ J} \cdot T_{eq} = 16942,53\text{ J}$$

Despejando T_{eq} de la ecuación anterior se obtiene:

$$T_{eq} = \frac{16942,53\text{ J}}{837,94\text{ J}} = 20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

e) La eficiencia máxima se ofrece a $158\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

$$T(^{\circ}\text{C}) = [T(^{\circ}\text{F}) - 32] \cdot \frac{5}{9}$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = (158^{\circ}\text{F} - 32) \cdot \frac{5}{9} = 126 \cdot \frac{5}{9}^{\circ}\text{C} = 70^{\circ}\text{C}$$

f) La longitud de onda de las ondas sónicas, cuya frecuencia es de 40 kHz = 40000 Hz y que se desplazan a la velocidad 1500 m/s es:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{40000 \text{ Hz}} = 0,0375 \text{ m}$$