

# Departamento de Física

## *Guía de Problemas*

**4° año**

**2026**

## UNIDAD II

### Calor

#### I. PROBLEMAS

1. Cuando se instalan los rieles del ferrocarril, se debe prever su dilatación térmica. Entre dos estaciones se colocaron rieles de 36 m de longitud ¿cuál es la separación mínima que debe dejarse entre dos tramos sucesivos, si la temperatura máxima medida en los rieles es de 60°C y los mismos se instalaron con una temperatura de 8°C en su superficie?<sup>1</sup>El coeficiente de dilatación lineal de los rieles es  $\alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .
2. Un frasco de vidrio lleno a la temperatura de 20 °C contiene 680 g de mercurio. ¿Cuánto mercurio se derrama si el conjunto se calienta hasta 100°C?

*Datos:*

*Coeficiente de dilatación lineal  $\alpha_{\text{vidrio}} = 8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

*Coeficiente de dilatación volumétrico  $\gamma_{\text{Hg}} = 1,82 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

*Densidad del mercurio  $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$*

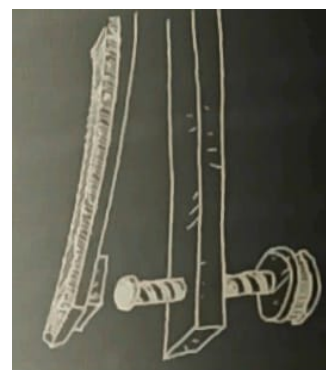
3. Una cafetera eléctrica usa un termostato<sup>2</sup> con una tira bimetálica de cobre y acero para controlar la temperatura del agua. Cuando la temperatura del agua alcanza los 95°C, la tira bimetálica se deforma y abre el circuito eléctrico, apagando la resistencia calefactora para evitar el sobrecalentamiento.
  - (a) ¿Qué metal (cobre o acero) queda en la parte convexa de la curvatura? Explica por qué.
  - (b) ¿Cuánto se alarga cada metal cuando la temperatura sube de 25°C a 95°C?
  - (c) Explicar cómo este mecanismo ayuda a evitar que el agua de la cafetera hierva.

*Datos:*

*Coeficiente de dilatación térmica del cobre:  $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

*Coeficiente de dilatación térmica del acero:  $11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

*Longitud inicial de la tira bimetálica a 25 °C: 8 cm*

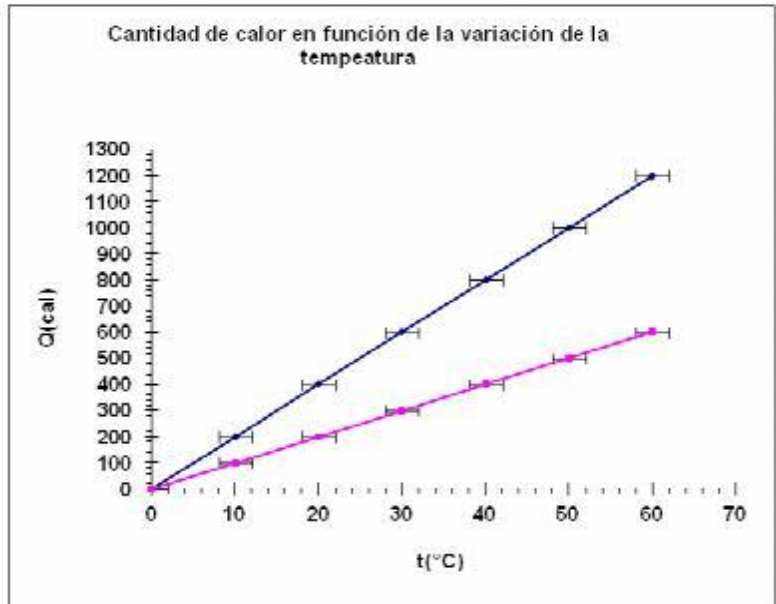


<sup>1</sup>La temperatura de los rieles se mide con ayuda de un termómetro especial colocado en una montura metálica. La cara inferior de esta montura es plana y se coloca sobre el riel, y su parte superior está cubierta para protegerla de los rayos solares. Fuente: CNRT, Área Infraestructura, Ferrocarriles Argentinos.

<sup>2</sup>Un termostato regulador de la temperatura está formado por un par bimetálico y un tornillo. Debido a los diferentes coeficientes de dilatación, el bimetálico se arquea hacia la izquierda al calentarse. Cuando la temperatura excede su límite superior el contacto se separa del tornillo y se interrumpe el paso de corriente eléctrica.

4. Se colocan dentro de un horno de microondas dos vasos idénticos, ambos contienen iguales volúmenes de leche y de agua, a igual temperatura. Se hace funcionar el horno durante un minuto y se los extrae. En esas condiciones, ¿tendrán ambos líquidos la misma temperatura? Justificar la respuesta. ¿La diferencia entre sus composiciones químicas es el único factor que se debe considerar?

5. En una experiencia un grupo de alumnos trabajó con dos cuerpos de igual masa determinando la variación de la temperatura al entregar diferentes cantidades de calor obteniendo el gráfico mostrado. Observando dicho gráfico:



- ¿Qué conclusiones puede obtener?
- Calcular la pendiente de cada recta e identificar físicamente qué representa.
- Determinar el calor específico de A y B si la masa de A es 100 g y la de B es 50 g.

6. El valor calórico de un alimento indica la máxima cantidad de energía que ese alimento puede suministrar al producirse su combustión. Una dieta normal implica incorporar alimentos que suministren diariamente 2500 kcal aproximadamente. Si el calor específico del cuerpo humano es 0,83 kcal/kg°C, ¿cuánto debería aumentar la temperatura en un día de una persona de 60 kg? ¿Por qué no ocurre ese aumento?

7. Para determinar el calor específico de un metal, se colocó una masa de 100 g de ese material a 100 °C, en un recipiente aislado. En el recipiente había 150 g de agua a 20 °C. Después de un tiempo, la temperatura del sistema se estabiliza a 30 °C.

- ¿Qué valor se obtiene, a partir de esos datos, para el calor específico del metal?
- Si se tiene en cuenta que el recipiente tiene una capacidad calorífica de 10 cal/°C, ¿cuál es la modificación en el resultado obtenido anteriormente?
- Si ahora ya se deja de considerar al sistema aislado, y además se tiene en cuenta que durante la medición el sistema transmitió calor hacia el exterior por un valor de 20 calorías, ¿cuánto vale el calor específico del mismo metal?
- ¿Cuál fue el porcentaje de error cometido en la primera determinación al no tener en cuenta la influencia del recipiente y las pérdidas hacia el exterior?

8. Dos cuerpos A y B, de distinto material, inicialmente a distintas temperaturas ( $T_B > T_A$ ) entran en contacto térmico, en un recipiente adiabático, hasta llegar al equilibrio térmico. Entonces, siempre se puede afirmar (fundamentar en todos los casos) que:

- (a) Ambos absorben calor.
- (b) La suma de sus calores da cero.
- (c) La variación de temperatura, para ambos cuerpos, es la misma.
- (d) El calor que intercambian sólo depende de la masa de cada cuerpo.

9. Un calorímetro ideal contiene 350 g de agua a  $12^\circ\text{C}$ . Se introducen un trozo de hierro ( $c_{\text{Hierro}} = 0,11 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ) de 500 g a  $38^\circ\text{C}$  y otro de aluminio ( $c_{\text{aluminio}} = 0,23 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ) de 700g a  $100^\circ\text{C}$ .

- (a) Calcular la temperatura de equilibrio.
- (b) Explicar por qué se alcanza el equilibrio térmico.
- (c) Realizar el gráfico de  $T = f(Q)$  para todo el sistema.

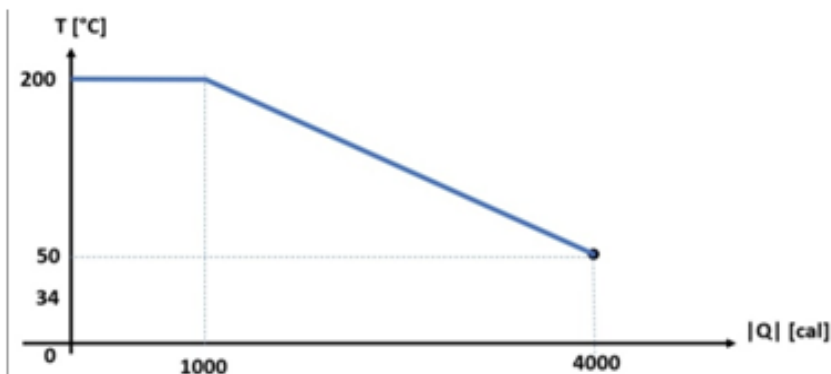
10. En un calorímetro de capacidad calorífica de  $30 \text{ cal}^\circ\text{C}$  se colocan 70 g de agua a  $20^\circ\text{C}$ . Se agregan 50 g de una sustancia desconocida a  $90^\circ\text{C}$  obteniéndose una temperatura final de equilibrio de  $22^\circ\text{C}$ . Calcular el calor específico de la sustancia agregada.

11. En un refugio de alta montaña, dos andinistas van a reponer energía con una sopa instantánea. Como no hay agua disponible, ellos deben fundir un trozo de hielo de 1 kg que se halla a  $-4^\circ\text{C}$ , con ayuda de un calentador.

- (a) Calcular qué cantidad de calor se requiere para obtener agua caliente a  $95^\circ\text{C}$ .
- (b) Realizar la curva de calentamiento.
- (c) Si el agua rompió a hervir a esa temperatura, explicar claramente la posible causa.

Datos:  $c_{\text{hielo}} = 0,5 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ ;  $c_{\text{agua}} = 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ ;  $l_{\text{fusión}} = 80 \text{ kcal/kg}$

12. Dada la siguiente curva de enfriamiento de 25 g de una sustancia desconocida y sabiendo que al inicio del proceso se encuentra en estado sólido, determinar el calor latente de fusión y el calor específico de la sustancia en estado líquido.



13. Se encuentran 600 g de vapor de agua a 150 °C en un recipiente adiabático. Si se introducen 250 g de agua a 80 °C, determinar:
- (a) Cantidad de calor que necesita el vapor de agua para cambiar de estado.
  - (b) Cantidad de calor que necesita el agua para cambiar de estado.
  - (c) Si es posible que el agua cambie de estado. Fundamentar.
  - (d) Realizar un gráfico de  $T = f(Q)$  para ambas sustancias, indicando los valores posibles.
  - (e) Calcular la temperatura de equilibrio y la masa de agua y de vapor en el sistema en equilibrio.

$$\text{Datos: } c_{\text{vapor}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}; l_{\text{fusión}} = 80 \text{ cal/g}; c_{\text{agua}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}; l_{\text{vaporiz.}} = 540 \text{ cal/g}$$

14. Un cliente encarga a su joyero una pieza de oro de 100 g. Como sospecha que ha sido engañado, el cliente calienta la pieza a una temperatura de 75,5 °C y la introduce en un calorímetro ideal, que contiene 502 g de agua a 25 °C. La temperatura en el equilibrio resulta ser 25,5 °C, ¿cuánto cobre hay en la pieza?

$$\text{Datos: } c_{\text{oro}} = 0,031 \text{ cal/g}^\circ\text{C}; c_{\text{cobre}} = 0,095 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

15. En muchos casos, durante un trasplante, se requiere extirpar un órgano saludable a un donante fallecido y transportarlo en avión adonde se encuentra el receptor. Para que el órgano no se deteriore en ese trayecto, se lo cubre con hielo en un recipiente aislado. Supongamos que un hígado tiene una masa de 0,5 kg e inicialmente está a 29 °C. El calor específico de los tejidos corporales es de 0,83 cal / g°C. El hígado está rodeado por 2 kg de hielo que inicialmente estaba a -10 °C.
- (a) Calcular la temperatura equilibrio.
  - (b) Calcular el estado de agregación del agua.
  - (c) Realizar el gráfico de  $T = f(Q)$ .

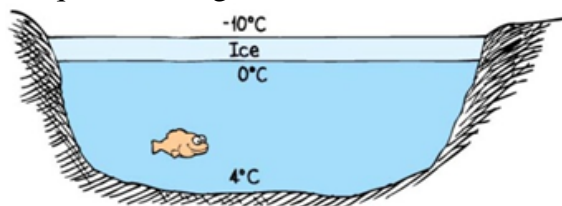
16. Dentro de un calorímetro ideal hay 480 g de agua a 30°C. Se introducen 300 g de agua en estado sólido a -5°C.
- (a) Hallar el estado final de la mezcla, es decir, la temperatura final y las masas de equilibrio.
  - (b) Si el calorímetro no fuese ideal y tuviese una capacidad calorífica de 20 cal / °C, determinar lo pedido en el punto anterior.

17. Para las siguientes opciones, indicar si son verdaderas o falsas. Fundamentar.
- (a) Existen valores negativos en la escala kelvin.
  - (b) El agua se contrae al congelarse.
  - (c) Los termómetros miden la temperatura directamente.
  - (d) La temperatura de un cuerpo está relacionada con el movimiento de las partículas que lo forman.

- (e) El calor específico de un cuerpo es independiente de su estado de agregación.
- (f) Sólo los cuerpos en estado sólido son capaces de emitir radiación electromagnética.
- (g) Los gases son los sistemas materiales que mejor conducen el calor.
- (h) El calor es una forma de energía que se manifiesta exclusivamente cuando un sistema modifica su temperatura.

18. ¿A qué se debe que el aire atrapado dentro de una campera inflada evite que el cuerpo pierda calor? ¿Por qué cuando nos la sacamos el aire que nos rodea no nos abriga?

19. ¿A qué se debe que los lagos y los estanques se congelen de arriba hacia abajo y no de abajo hacia arriba? **Fundamental.**



20. Dos recipientes, uno de plástico (un bol con comida) y uno de aluminio (una lata de gaseosa) quedan toda la noche en una heladera, por lo que tienen igual temperatura ¿Por qué razón, al tomarlos entre las manos, la lata se siente más fría que el recipiente de plástico?

21. Para las siguientes opciones, indicar si son verdaderas o falsas. Fundamental.

- (a) En la conducción el calor fluye espontáneamente desde una zona de menor a una zona de mayor temperatura.
- (b) Durante la convección sólo hay transporte de energía.
- (c) Los gases no emiten ni absorben energía por radiación.
- (d) En el vacío sólo puede transmitirse calor por radiación.
- (e) La conducción sólo se presenta en medios materiales fluidos.
- (f) En la convección hay transporte de materia y energía de las zonas más frías a las más calientes.

22. Citar un ejemplo de:

- (a) Algún proceso en el cual un sistema no intercambie calor pero su temperatura disminuya.
- (b) Algún proceso en el cual un sistema reciba calor sin modificar su temperatura.

23. En cierto proceso se suministran 500 cal a un sistema y al mismo tiempo se hace sobre él un trabajo de 100 J. ¿Cuál es su variación de energía interna?

24. Considerando despreciables las variaciones de volumen en estado sólido o líquido, calcular el cambio de energía interna de 1 g de agua líquida a 100 °C cuando se convierte a presión atmosférica normal en:

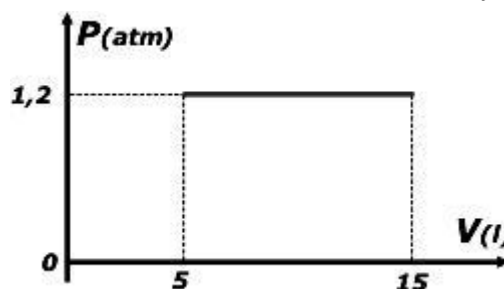
- (a) 1 g de agua a 50 °C
- (b) 1 g de hielo a -10 °C
- (c) 1 g de vapor de agua a 100 °C

25. Un gas ideal se comprime a una presión constante de 0,8 atm de 9 l a 2 l, perdiendo 400J de calor en el proceso.

- (a) ¿Cuál es el trabajo realizado sobre el gas?
- (b) ¿Cuál el cambio en su energía interna?
- (c) ¿La temperatura aumenta, disminuye o permanece constante?

26. Un gas absorbe 20 kcal y se expande contra una presión exterior, según se muestra en el siguiente gráfico. Decidir si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y justifique su respuesta:

- (a) La evolución del gas corresponde a un proceso adiabático.
- (b) El trabajo realizado es de 0,29 kcal.
- (c) La variación de energía interna es de 84,82 kJ.

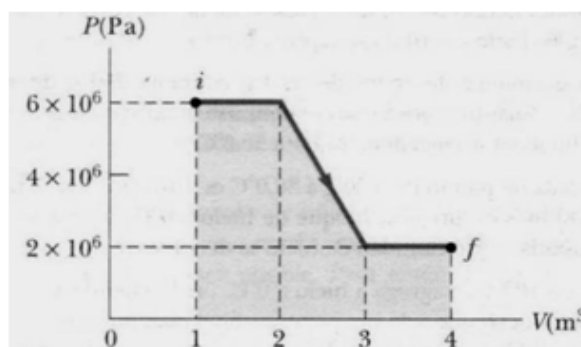


27. Decidir sobre la verdad o falsedad de las siguientes afirmaciones, justificando su respuesta.

- (a) En una evolución isocórica de un gas ideal, el calor absorbido por el mismo produce un aumento de la presión y una variación de su temperatura y energía interna.
- (b) Un gas ideal experimenta un proceso en el que la energía interna disminuye en 500 J. Al mismo tiempo, 24 kcal de trabajo se realizan sobre el sistema. Entonces la energía transferida al medio como calor es de 524 J.
- (c) En una transformación isotérmica el trabajo realizado es nulo y la variación de la energía interna es distinta de cero.

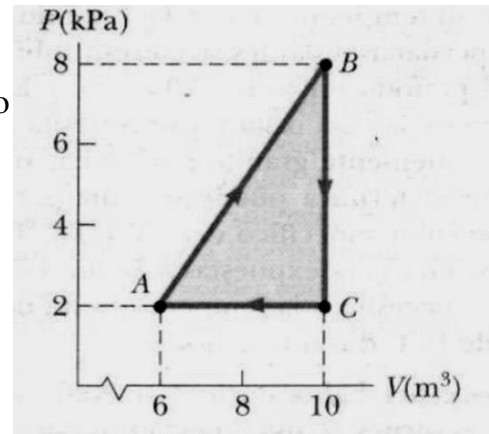
28. Considerando la figura:

- (a) Determinar el trabajo que realiza un fluido que se expande de i a f como se indica en la figura.
- (b) Si el gas evoluciona de f a i, ¿el trabajo es de expansión o compresión? Calcular el mismo.



29. Un gas es llevado a través del proceso cíclico descrito en la figura. Determinar:

- La energía neta transferida al sistema como calor durante un ciclo completo.
- El trabajo realizado durante un ciclo.
- La variación de energía interna a lo largo del ciclo.



30. Si el volumen de 1 mol de nitrógeno se expande a una temperatura de 18 °C desde 5 l a 10 l, ¿cuánto calor debe suministrarse para mantener la temperatura del gas constante? La expresión del trabajo realizado por un gas ideal en una evolución isotérmica es

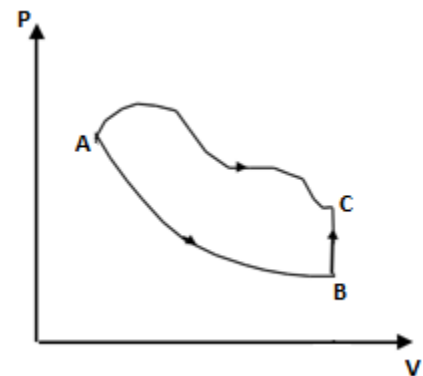
$$L = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right).$$

31. Sea un mol de gas ideal a 4 atm de presión que ocupa un volumen de 2 l. El gas evoluciona isotérmicamente hasta alcanzar un volumen de 4 l. Calcular:

- El trabajo realizado por el gas.
- La presión y temperatura final.
- Representar gráficamente dicha evolución.

32. Un gas evoluciona reversiblemente desde un estado "A" hasta otro estado "C", según el recorrido ABC, donde el tramo AB es una transformación isotérmica y BC es una isocora. Calcular:

- El trabajo realizado por el sistema en el proceso ABC.
- La cantidad de calor que el sistema intercambia con el medio exterior en el proceso ABC.
- La variación de energía interna en el proceso ABC y en el proceso AC.

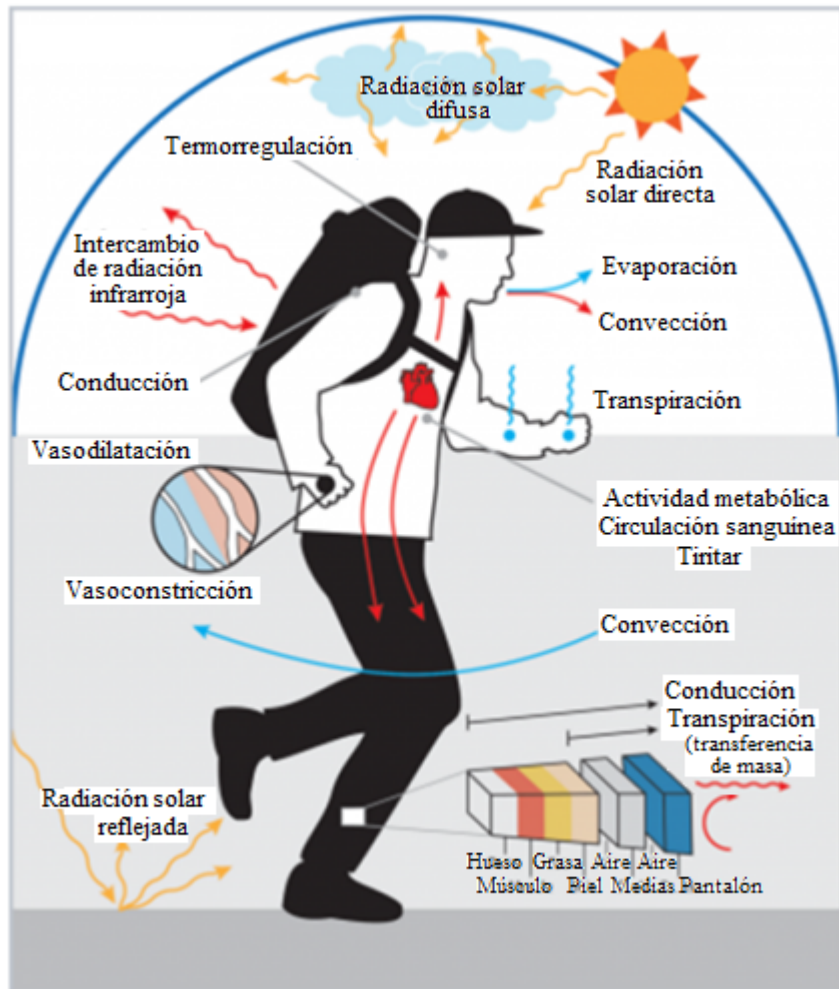


Datos  $P_A = 2 \text{ atm}$  ;  $T_A = 120 \text{ K}$  ;  $V_A = 2 \text{ l}$  ;  $m = 100 \text{ g}$  ;  $V_C = 4 \text{ l}$  ;  $T_C = 170 \text{ K}$  ;  $c_v = 0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

## II. PROBLEMAS OPCIONALES

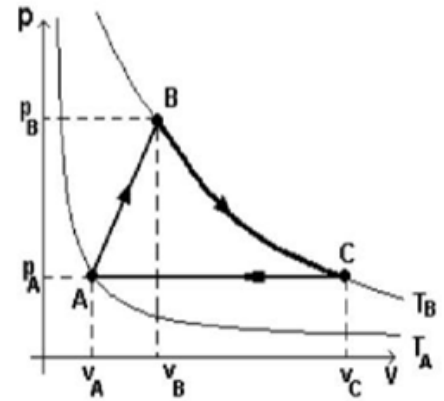
1. Un calorímetro contiene 250 g de agua a 20 °C. Si se pone en contacto con vapor de agua a 100 °C, ¿cuánto vapor debe condensarse para que la temperatura final del sistema sea 50 °C?
  
2. Analizar las siguientes frases, que seguramente hemos usado más de una vez, desde los conceptos científicos de calor y temperatura y los mecanismos de transmisión del calor estudiados
  - (a) “Tengo calor”.
  - (b) En invierno, utilizamos ropa de lana porque “nos da calor”.
  - (c) Un abrigo es de buena calidad cuando “impide que el frío pase a través de él”.
  - (d) El metal “es más frío” que la madera.
  
3. Explicar las siguientes situaciones a partir de los mecanismos de transmisión del calor estudiados:
  - (a) La salsa, el queso y la masa de una pizza fueron calentados en un horno a 180°C. Una vez cocinada se extrae del horno y se sirve unos minutos después. ¿Por qué en el intento de comer una porción de pizza caliente, uno se quema más con la salsa que con la masa?
  - (b) Explicar el efecto termorregulador de los grandes cuerpos de agua y de la humedad atmosférica, que incide en la amplitud térmica de una zona geográfica. Analizar algún ejemplo.
  - (c) En las zonas de clima frío se utilizan ventanas con doble vidriado, dejando entre vidrio y vidrio una capa de aire estanco. ¿Por qué? Se sabe que si el espesor de la capa de aire es grande, de forma tal que se permite el movimiento del aire, se pierde el efecto aislante. ¿Por qué?
  - (d) Explicar cómo está compuesto un termo o recipiente Dewar para contener líquidos criogénicos.
  - (e) Explicar el concepto de sensación térmica y cómo se relaciona con la temperatura externa y otras variables climáticas como el viento y la humedad ambiente.
  - (f) Analizar los distintos mecanismos de termorregulación del cuerpo humano, distinguiendo mecanismos de pérdida de calor y de conservación del calor. Vincularlos con las formas de transmisión del calor.
  - (g) Explicar el funcionamiento de un panel solar y su relación con las formas de transmisión de calor estudiadas. ¿Cómo deben orientarse los paneles para optimizar su funcionamiento?

4. A partir de la imagen, escribir un texto que abarque al menos 3 de los mecanismos de termorregulación representados en la misma y que explique su funcionamiento.



5. Una varilla de cobre de 1 m de largo y  $10 \text{ cm}^2$  de sección está aislada lateralmente y un recipiente que contiene agua en ebullición con otro que contiene hielo en fusión, los cuales pueden considerarse fuentes térmicas ideales. Una vez alcanzado el régimen estacionario, calcular qué cantidad de calor pasará de un recipiente a otro en 1 hora. La conductividad del cobre es  $K_{\text{Cu}} = 0,92 \text{ cal}/^\circ\text{C}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}$
6. Calcular la cantidad de calor por unidad de tiempo que se pierde de una habitación que se calefacciona a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  a través de una ventana de vidrio de  $1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  y  $3 \text{ mm}$  de espesor, en un día de invierno en el cuál la temperatura externa es de  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ . El coeficiente de conductividad térmica del vidrio es  $0,00014 \text{ kcal}/\text{m}^\circ\text{C}\cdot\text{s}$ .
7. Las cocinas eléctricas industriales poseen hornallas de hierro en forma de discos de  $20 \text{ cm}$  de radio y emiten calor por radiación cuando por ellas circula una corriente eléctrica. Si el coeficiente de emisividad es  $0,9$ , ¿qué temperatura debería alcanzar aproximadamente la hornalla para que  $0,5$  litros de agua que inicialmente están a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , alcancen temperatura de ebullición en  $2$  minutos? Considere despreciable el flujo de calor hacia el entorno.

8. Cuatro moles de un gas ideal evolucionan según el ciclo de la figura, en donde las curvas representadas corresponden a dos isothermas diferentes, una a temperatura  $T_A$  y otra a la temperatura  $T_B$ . Completar las siguientes tablas con el cálculo de cada magnitud especificada, sabiendo que  $c_v = 21 \text{ J/molK}$ .



| <i>Proceso</i> | <i>Q (J)</i> | <i>L (J)</i> | <i>ΔU (J)</i> |
|----------------|--------------|--------------|---------------|
| <i>AB</i>      |              |              |               |
| <i>BC</i>      |              |              |               |
| <i>CA</i>      |              |              |               |

| <i>Estado termodinámico</i> | <i>T (K)</i> | <i>V (m<sup>3</sup>)</i> | <i>P (Pa)</i> |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------|
| <i>A</i>                    |              | 4                        | 4000          |
| <i>B</i>                    |              | 6                        |               |
| <i>C</i>                    |              | 9                        |               |

### III. RESPUESTAS A PROBLEMAS

1.  $\Delta L = 0,0206 \text{ m}$
2.  $V_{\text{Hg}} = 0,0632 \text{ cm}^3$
3.
  - (a) Acero
  - (b)  $\Delta L_{\text{Cu}} = 9,52 \times 10^{-3} \text{ cm}$  ;  $\Delta L_{\text{Acero}} = 6,16 \times 10^{-3} \text{ cm}$
5.
  - (a)  $k_A = 20 \text{ cal/}^\circ\text{C}$  ;  $k_B = 10 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ . Representa la capacidad calorífica.
  - (b)  $c_A = 0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  ;  $c_B = 0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
6.  $\Delta T = 50,2 \text{ }^\circ\text{C}$
7.
  - (a)  $C_M = 0,214 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
  - (b)  $C_M = 0,228 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
  - (c)  $C_M = 0,231 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
  - (d) 7,36 %
8. (a) F ; (b) V ; (c) F ; (d) F
9. (a)  $T_{\text{eq}} = 39,56 \text{ }^\circ\text{C}$
10.  $c = 0,0588 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$
11. (a)  $Q_T = 177 \text{ kcal}$
12.  $L_f = 40 \text{ cal/g}$  ;  $c_{(l)} = 0,8 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
13.
  - (a)  $Q = -339 \text{ kcal}$
  - (b)  $Q = 135 \text{ kcal}$
  - (c)  $T_{\text{eq}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $m_{\text{agua(v)}} = 601,85 \text{ g}$  ;  $m_{\text{agua(l)}} = 248,15 \text{ g}$
14.  $m_{\text{Cu}} = 30 \text{ g}$
15.
  - (a)  $T_{\text{eq}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
  - (b)  $m_{\text{agua(l)}} = 25,44 \text{ g}$  ;  $m_{\text{agua(s)}} = 1974,56 \text{ g}$
16.
  - (a)  $T_{\text{eq}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $m_{\text{agua(l)}} = 650,625 \text{ g}$  ;  $m_{\text{agua(s)}} = 129,375 \text{ g}$
  - (b)  $T_{\text{eq}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  ;  $m_{\text{agua(l)}} = 658,125 \text{ g}$  ;  $m_{\text{agua(s)}} = 121,875 \text{ g}$

17. (a) F ; (b) F ; (c) V ; (d) V ; (e) F ; (f) F ; (g) F ; (h) F

21. (a) F ; (b) F ; (c) F ; (d) V ; (e) F ; (f) F

23.  $\Delta U = 2190 \text{ J}$

24.

(a)  $\Delta U = -50 \text{ cal}$

(b)  $\Delta U = -185 \text{ cal}$

(c)  $\Delta U = 40,4 \text{ cal}$

25. (a) F ; (b) V ; (c) F

26.

(a)  $L = -567,3 \text{ J}$

(b)  $\Delta U = 167,3 \text{ J}$

(c) T aumenta

27. (a) V ; (b) F ; (c) F

28.

(a)  $L = 12000 \text{ kJ}$

(b)  $L = -12000 \text{ kJ}$  (trabajo de compresión)

29.

(a)  $Q_{\text{ciclo}} = 12 \text{ kJ}$

(b)  $L_{\text{ciclo}} = 12 \text{ kJ}$

(c)  $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0 \text{ kJ}$

30.  $Q = 1677 \text{ J}$

31.

(a)  $L = 562 \text{ J}$

(b)  $P_f = 2 \text{ atm}$  ;  $T_f = 97,56 \text{ K}$

32.

(a)  $L_{ABC} = 67,2 \text{ cal}$

(b)  $Q_{ABC} = 1167,2 \text{ cal}$

(c)  $\Delta U_{ABC} = \Delta U_{AC} = 1100 \text{ cal}$

#### IV. RESPUESTAS A PROBLEMAS OPCIONALES

1.  $m_v = 12,7 \text{ g}$
2. (Conceptual)
3. (Conceptual)
4. (Conceptual)
5.  $Q = 33,12 \text{ kcal}$
6.  $Q/\Delta t = 1,75 \text{ kcal/s}$
7.  $T = 682,7 \text{ K}$
- 8.

| <i>Proceso</i> | <i>Q (J)</i>  | <i>L (J)</i>  | <i><math>\Delta U</math> (J)</i> |
|----------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| <i>AB</i>      | <i>60518</i>  | <i>10000</i>  | <i>50518</i>                     |
| <i>BC</i>      | <i>14597</i>  | <i>14597</i>  | <i>0</i>                         |
| <i>CA</i>      | <i>-70518</i> | <i>-20000</i> | <i>-50518</i>                    |

| <i>Estado termodinámico</i> | <i>T (K)</i>  | <i>V (m<sup>3</sup>)</i> | <i>P (Pa)</i> |
|-----------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| <i>A</i>                    | <i>481,1</i>  | <i>4</i>                 | <i>4000</i>   |
| <i>B</i>                    | <i>1082,5</i> | <i>6</i>                 | <i>6000</i>   |
| <i>C</i>                    | <i>1082,5</i> | <i>9</i>                 | <i>4000</i>   |