

TERMODINÁMICA I

Hemos estudiado el comportamiento de sistemas en reposo y en movimiento. Las magnitudes fundamentales como: masa, longitud y tiempo; se usaron para describir el estado de un sistema determinado.

Considere por ejemplo, un bloque de 10 kg que se mueve con una velocidad constante de 20 m/s. Los parámetros masa, longitud y tiempo están presentes y son suficiente para describir el movimiento. Podemos hablar del peso del bloque, de su energía cinética o de su momentum lineal, pero una descripción más completa de un sistema requiere algo más que una simple descripción de esas cantidades. Esto se hace patente cuando nuestro bloque de 10 kg encuentra una fuerza de fricción. Mientras que el bloque frena, la energía mecánica disminuye. El bloque y la superficie están más calientes, lo que implica que su temperatura aumenta. En esta guía se presenta el concepto de temperatura como la cuarta magnitud fundamental.

Temperatura

La temperatura es una magnitud fundamental y escalar que nos dice cuán caliente o frío es algo respecto de cierta referencia. Esta cantidad está asociada con el movimiento de las moléculas que componen dicha sustancia. Si éstas se encuentran a mayor o menor velocidad promedio, será mayor o menor su temperatura respectivamente.

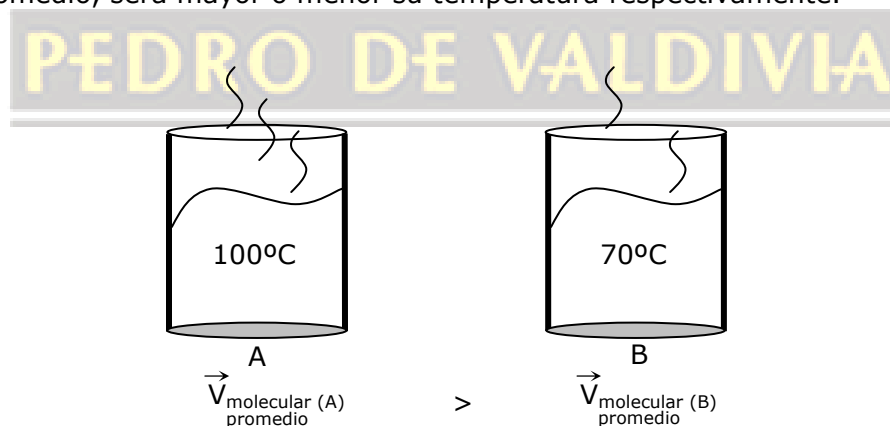


fig. 1

Calor

Suponga que tuviésemos dos cuerpos con distinta temperatura, uno en contacto con el otro y lejos de influencias externas (aislados). El cuerpo más caliente se iría enfriando, mientras que el más frío se iría calentando. La energía que se transfiere desde un objeto a otro debido a una diferencia de temperatura se llama calor. Cuando los cuerpos alcanzan la misma temperatura, el calor deja de fluir entre ellos y decimos que están en **equilibrio térmico**.

Ley cero de la termodinámica

Si dos cuerpos, P y Q, están por separado en equilibrio térmico con un tercer cuerpo, R, entonces P y Q están en equilibrio térmico entre sí, si se ponen en contacto térmico.

Termómetros

La comparación de las temperaturas de los cuerpos por medio del tacto sólo proporciona una idea cualitativa de dichas cantidades. Para que la temperatura pueda considerarse una cantidad física es necesario que podamos medirla, a fin de que se tenga un concepto cuantitativo de la misma.

Termómetros Líquidos

En nuestro estudio consideraremos el termómetro más común, el cual relaciona la temperatura con la altura de una columna de líquido en el interior de un tubo capilar de vidrio. En este termómetro, las variaciones en la temperatura producen dilataciones o contracciones del líquido, haciendo subir o bajar la columna. Así a cada altura de la columna podemos asignarle un número, el cual corresponde a la temperatura que determinó dicha altura.

El líquido que más se emplea en este tipo de termómetro es el mercurio debido a las siguientes características:

- sus puntos límites, bastante separados ($-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $357\text{ }^{\circ}\text{C}$) determinan un amplio margen de temperaturas medibles;
- su dilatación es bastante regular, lo que favorece la precisión del instrumento;
- tiene baja capacidad calórica, es decir, con una pequeña cantidad de calor su temperatura se eleva apreciable y rápidamente;
- es fácil de obtener químicamente puro;
- no moja al vidrio, por lo cual no influye la capilaridad del tubo.

Termómetro Clínico. Está destinado a registrar la máxima temperatura del cuerpo humano, este objetivo se logra mediante un estrangulamiento del tubo capilar inmediatamente por encima del bulbo, el cual impide que el mercurio baje cuando la temperatura empieza a disminuir, luego de alcanzado su valor máximo. Una vez usado este termómetro es necesario hacer volver el mercurio al bulbo agitando con fuerza el tubo.

Otros tipos de termómetros

Termómetros de Gas: Se basan en la variación de la presión y del volumen de los gases, ofrecen medidas de alta precisión en amplios intervalos de temperatura ($-263\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Termómetros de Resistencia eléctrica: Ofrecen alta precisión, algunos usan semiconductores (germanio), son los más recomendados para medir temperaturas muy bajas ($0,2\text{ K}$ a 50 K).

Termómetros de Radiación (pirómetro óptico): Se basan en la medida de la energía irradiada por un cuerpo, la cual depende de la temperatura. La corriente eléctrica en el filamento se altera hasta que objeto y filamento aparecen igualmente brillantes.

Termómetros Bimetálicos: Se basan en el encurvamiento de láminas bimetálicas al ser calentadas. Se usan como termostatos (instrumentos destinados a regular la temperatura de un recinto).

Termómetros de cristal líquido: Se usan para medir diversas temperaturas, ya que en cada una de ellas su color se modifica, es decir, están basadas en los cambios de color (tiras para bebe).

Escalas Termométricas

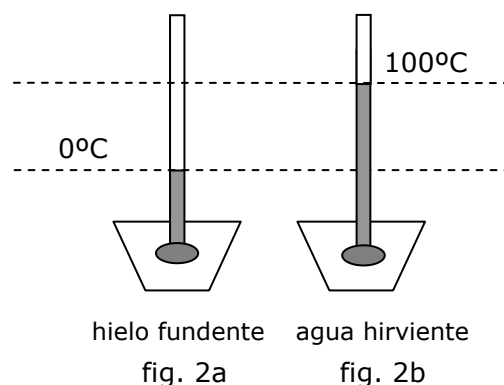
Escala Celsius

Para que podamos medir temperaturas es necesario graduar el termómetro, es decir, señalar las divisiones y asignarles números. Cuando procedemos de esta manera estamos construyendo una escala termométrica.

En la construcción de una determinada escala termométrica se adoptan ciertas convenciones. Debido a que son arbitrarias, a través de los años fueron surgiendo varias escalas termométricas en muchos países. Naturalmente, esta diversidad de escalas traía consigo una serie de inconvenientes para el trabajo científico. Para acabar con estas dificultades, los físicos sugirieron la adopción de una escala única, basada en las convenciones internacionales: la escala Celsius (anteriormente llamada centígrada), que en la actualidad ha sido adoptada en casi todos los países del mundo.

El conjunto de convenciones empleadas para graduar un termómetro en la escala Celsius es el siguiente:

1. Se introduce el termómetro en una mezcla de hielo y agua en equilibrio térmico (hielo fundente) a la presión de 1 atm. Se espera hasta que el termómetro entre en equilibrio térmico con la mezcla, momento en que se estabiliza la altura de la columna líquida. Se marca cero en el extremo de la columna (figura 2a). Así, podemos decir que la temperatura del hielo en el estado de fusión (a la presión de 1 atm) es cero grados Celsius, y se escribe 0°C .
2. Después, el termómetro se introduce en agua hirviendo, o en ebullición a la presión de 1 atm. En el punto en que la columna líquida se estabiliza, se marca 100. Entonces podemos decir que la temperatura del agua hirviendo (a la presión de 1 atm) es de 100 grados Celsius, y se escribe 100°C (figura 2b).
3. Se divide el intervalo entre 0°C y 100°C en 100 partes iguales, extendiendo la graduación tanto hacia arriba de 100°C , como debajo de 0°C . Cada intervalo entre dos divisiones sucesivas (el tamaño de 1°C) corresponde a una variación de temperatura que se representa por $\Delta(1^{\circ}\text{C})$.



Una vez realizadas estas operaciones, el termómetro estará listo para proporcionar en la escala Celsius, la temperatura de un cuerpo con el cual haya entrado en equilibrio térmico.

Escala Kelvin

Otra escala que se emplea universalmente, sobre todo en los medios científicos, fue la propuesta por el gran físico inglés Lord Kelvin (1824 – 1907), a la cual se le ha dado el nombre de escala de Kelvin o escala absoluta.

La idea de proponer esta escala surgió de las discusiones relacionadas con las temperaturas máximas y mínimas que puede alcanzar un cuerpo. Se comprobó que teóricamente no hay un límite superior para la temperatura que puede alcanzar un objeto. Pero se observa que existe un límite natural cuando se intenta bajar la temperatura. Los estudios realizados en los grandes laboratorios de diversos países, ponen de manifiesto que es imposible una temperatura inferior a $-273,16^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura se denomina cero absoluto.

En realidad, el cero absoluto es una temperatura límite que no se puede alcanzar, y por ello sólo se han obtenido valores muy próximos a ella. Entonces

El límite inferior para la temperatura de un cuerpo es $-273,16^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura recibe el nombre de cero absoluto.

Es importante mencionar que los grados de la escala Kelvin son del mismo tamaño que los de la escala Celsius.

De modo general, designando por T_K la temperatura Kelvin, y por T_C la temperatura Celsius correspondiente, es fácil concluir, si observamos la figura 3 que,

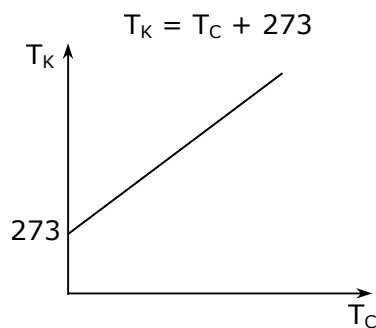


fig. 3

Nota: si observamos la pendiente de la recta en la figura 3 es 1, lo cual implica $\Delta^{\circ}\text{T}_C = \Delta T_K$. Además debes tener en cuenta que por efectos de cálculo se aproxima el cero absoluto a -273°C .

Escala Fahrenheit

Otra escala para medir la temperatura fue desarrollada en 1714 por Gabriel Daniel Fahrenheit. El desarrollo de esta escala se basó en la elección de ciertos puntos fijos. Fahrenheit escogió la temperatura de la solución del agua salada como su punto fijo inferior y le asignó el número y unidad 0 °F. Para el punto fijo superior eligió la temperatura del cuerpo humano. Por alguna razón inexplicable, el designó el número de la unidad 96 °F para la temperatura del cuerpo. El hecho de que la temperatura del cuerpo humano sea en realidad de 98,6 °F indica que se cometió un error experimental al establecer la escala. Si relacionamos la escala Fahrenheit con los puntos fijos aceptados universalmente para la escala Celsius, observemos que 0 y 100 °C corresponden a 32 y 212 °F, respectivamente. Suponga que fabricamos dos termómetros sin graduar y los colocamos en una mezcla de hielo y agua, como lo indica la figura 4. Después de permitir que las columnas de mercurio se estabilicen, marcamos 0 °C en uno de los termómetros y 32 °F en el otro. A continuación, colocamos los dos termómetros directamente sobre el agua hirviendo, permitiendo que las columnas de mercurio se estabilicen en el punto de vapor.

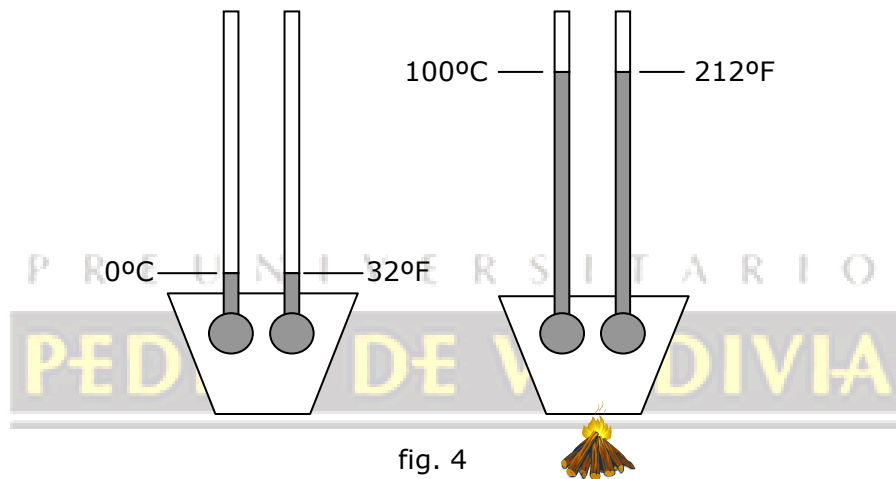


fig. 4

En la figura 5 los símbolos T_C y T_F representan la misma temperatura (la temperatura del agua), pero en diferentes escalas. Resulta obvio que la diferencia entre T_C y 0 °C corresponde al mismo intervalo que la diferencia entre T_F y 32 °F.

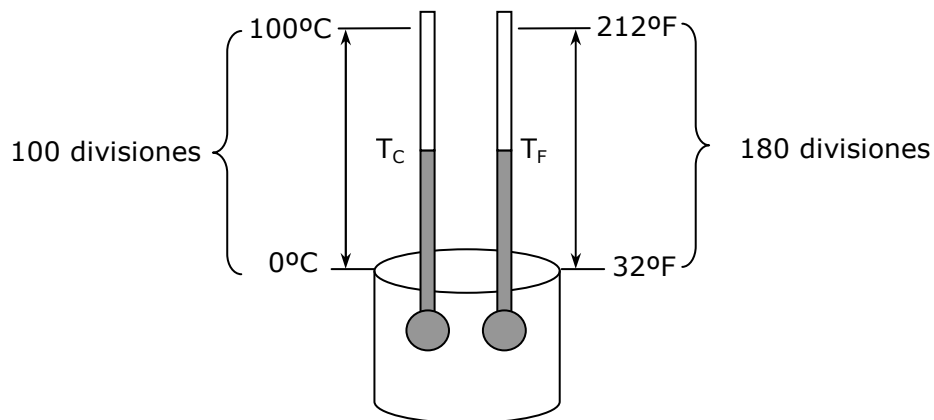


fig. 5

El cociente del primero entre 100 divisiones debe ser igual al cociente del último entre 180 divisiones. Así tendremos que

$$\frac{T_C - 0}{100} = \frac{T_F - 32}{180}$$

Simplificando y despejando T_C , obtenemos

$$T_C = \frac{5}{9} (T_F - 32)$$

o despejando T_F

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32$$

En la figura 6 se muestra el comportamiento gráfico entre ambas escalas

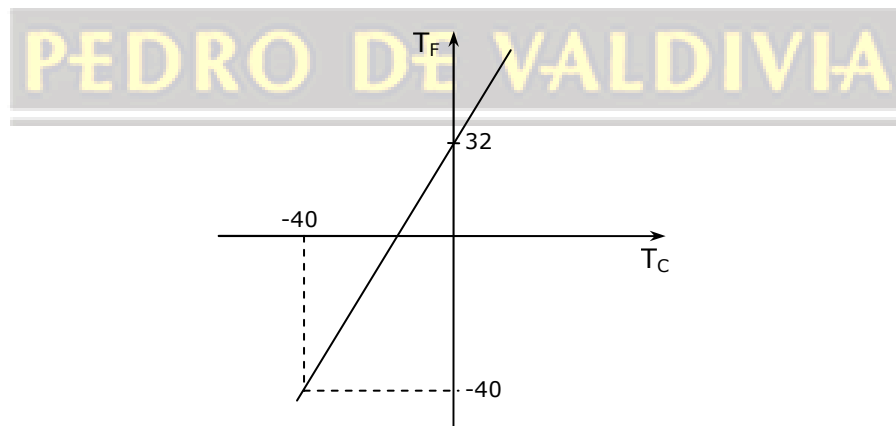


fig. 6

Nota: como la pendiente de la recta en la Escala Farenheit es menor que la pendiente de la recta en la Escala Celsius, entonces las variaciones de temperatura en la escala Celsius no son las mismas que en la escala Fahrenheit $\Delta(1^\circ\text{C}) \neq \Delta(1^\circ\text{F})$. Para encontrar las variaciones se utiliza la expresión

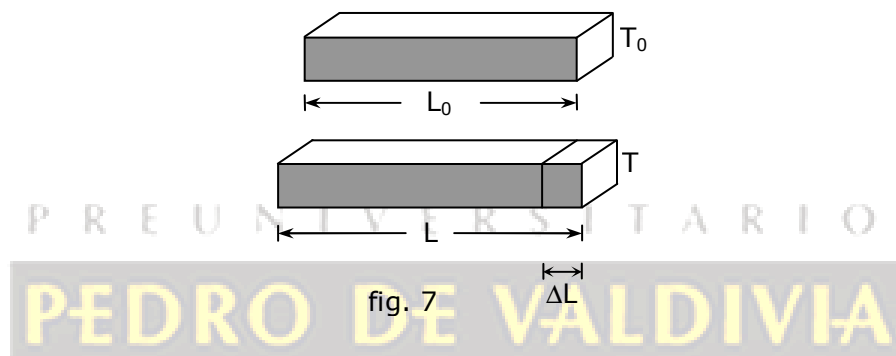
$$\frac{\Delta T^\circ\text{F}}{\Delta T^\circ\text{C}} = \frac{9}{5}$$

Dilatación

Un hecho muy conocido es que las dimensiones de los cuerpos aumentan cuando se eleva su temperatura. Salvo algunas excepciones, todos los cuerpos, independientemente de que sean sólidos, líquidos o gaseosos, se dilatan cuando aumenta su temperatura.

Dilatación lineal

Al tomar una barra de cierta temperatura y calentarla, se producirá un aumento en todas su dimensiones lineales, o sea, aumentará su longitud, su altura, su ancho, o la dimensión de cualquier otra línea que imaginemos trazada en la barra. En un laboratorio podemos descubrir experimentalmente que factores influirán en la dilatación de cualquiera de esas líneas. Consideremos, por ejemplo, que L_0 es longitud inicial de una barra, a una temperatura T_0 , si elevamos la temperatura de la barra a T , su longitud se vuelve L . Entonces, una variación de temperatura $\Delta T = T - T_0$ produjo una dilatación $\Delta L = L - L_0$ en la longitud de la barra (figura 7).



Al hacer varias mediciones de ΔT y ΔL para las barras de diferente longitud (diversos valores de L_0), es posible concluir que la dilatación (ΔL) depende de la longitud inicial (L_0), del aumento de temperatura (ΔT) y del coeficiente de dilatación lineal (α).

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

El gráfico de la figura 8 muestra el largo total de la barra (L) en función de la temperatura (ΔT).

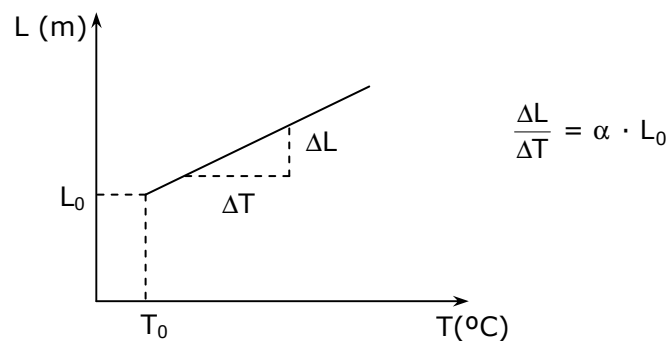


fig. 8

Coefficiente de dilatación lineal	
Sustancia	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$
Aluminio	23×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}
Invar	$0,7 \times 10^{-6}$
Vidrio Común	9×10^{-6}
Cinc	25×10^{-6}
Vidrio Pyrex	$3,2 \times 10^{-6}$
Tungsteno	4×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}
Sílice	$0,4 \times 10^{-6}$
Acero	11×10^{-6}
Diamante	$0,9 \times 10^{-6}$

Si efectuamos experimentos con barras de distinto material, se comprueba que el valor de α es distinto. Esto se puede comprender recordando que las fuerzas que unen a los átomos y a las moléculas varían de una sustancia a otra, haciendo que se dilaten de distinta manera. La Tabla proporciona los coeficientes de dilatación lineal de algunas sustancias.

Para analizar el significado físico del coeficiente de dilatación lineal, veamos el cobre con $\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Lo que significa que una barra de cobre de 1 m de longitud, aumenta 17×10^{-6} m cuando su temperatura se eleva en $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dilatación superficial y volumétrica

En el aumento del área de un objeto producido por una variación de temperatura, se observan las mismas leyes de la dilatación lineal. Al considerar una superficie inicial A_0 y elevar su temperatura en ΔT , el área sufre una dilatación ΔA .

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

donde $\beta = 2 \cdot \alpha$, y se denomina coeficiente de dilatación superficial.

De manera equivalente se analiza la variación de volumen de un cuerpo que inicialmente posee un volumen V_0 y ante una variación de temperatura ΔT , su volumen aumentará en ΔV .

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

donde $\gamma = 3 \cdot \alpha$, y se denomina coeficiente de dilatación volumétrica.

Dilatación irregular del agua

El agua, es una sustancia que presenta una irregularidad en su dilatación. Cuando la temperatura del agua aumenta entre 0°C y 4°C , su volumen disminuye. Al hacer que su temperatura se eleve a más de 4°C , el agua se dilatará normalmente. El diagrama volumen v/s temperatura para el agua tiene, entonces, el aspecto que muestra la figura 9. Así una cierta masa de agua tendrá un volumen mínimo en 4°C , o sea, que a esta temperatura la densidad del agua es máxima.

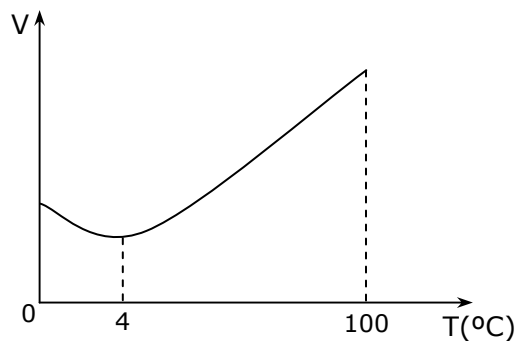


fig. 9

EJEMPLOS

1. Un termómetro que salió mal de fábrica, para la temperatura de solidificación del agua marca 1°C y para la ebullición del agua marca 99°C , todo esto en condiciones normales de presión. Si se mide la temperatura de una sustancia con este termómetro y marca 50°C entonces la temperatura exacta correspondiente debiera ser

- A) 48°C
- B) 49°C
- C) 50°C
- D) 51°C
- E) 52°C

2. Dos materiales distintos A y B están en equilibrio térmico cuando:

- I) La masa de A y la masa de B tienen el mismo valor.
- II) La temperatura de A y la temperatura de B tienen el mismo valor.
- III) La energía interna de A y la energía interna de B tienen el mismo valor.

Es (son) correcta(s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) Sólo II y III

3. El espacio exterior tiene una temperatura aproximada de 3°K , ¿a cuál de los siguientes valores corresponde esta temperatura?

- A) 276°C
- B) -276°C
- C) 454°F
- D) -454°F
- E) -270°C

4. Considere dos láminas cuadradas, la primera lámina está hecha de aluminio $\alpha_{\text{Al}} = 24 \cdot 10^{-5} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$ y la segunda está construida en tungsteno $\alpha_{\text{T}} = 4 \cdot 10^{-5} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$. Si a 0°C ambas láminas tienen una longitud de lado L, entonces a 100°C , ¿cuál será la razón entre las variaciones de las áreas entre el tungsteno y el aluminio, es decir $\frac{\Delta A_{\text{T}}}{\Delta A_{\text{Al}}}$?

- A) $1/6$
- B) 1
- C) $1/3$
- D) 6
- E) Otro valor.

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Un aumento en la energía cinética promedio de traslación de las moléculas que componen una sustancia cualquiera, da como resultado

I) Un aumento en el calor interno de la sustancia.
II) Un aumento en la temperatura de la sustancia.
III) Un aumento en la energía interna de la sustancia.

Es (son) correcta(s)

- A) Sólo I
B) Sólo II
C) Sólo III
D) Sólo I y II
E) Sólo II y III
2. Se tiene una barra larga y delgada que se dilata en 3 cm, cuando su temperatura aumenta de 5 °C a 85 °C, y se desea saber en cuánto se dilatará al aumentar su temperatura desde los 5 °C hasta los 105 °C, el resultado correcto es

A) 3,75 cm
B) 3,25 cm
C) 3,15 cm
D) 3,08 cm
E) 3,07 cm

3. Las escalas termométricas °M y °C están relacionadas de acuerdo a lo que muestra la figura 10, por lo tanto a la temperatura de 40 °M le corresponden en la escala Celsius

A) 20 °C
B) 40 °C
C) 45 °C
D) 60 °C
E) 75 °C

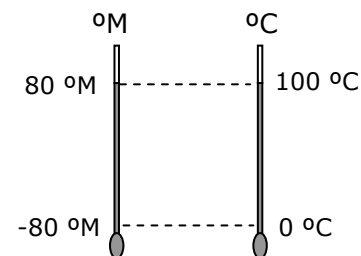


fig. 10

4. Cuando en termodinámica se habla de la ley del cero, se está refiriendo

A) al punto de fusión del agua a una presión de 1 Atm.
B) al punto donde coexiste el agua y el hielo.
C) al cero absoluto.
D) al intercambio de calor entre dos cuerpos en contacto térmico.
E) a que todos los cuerpos tienden a bajar su temperatura y no a subir.

5. El agua se puede evaporar a temperatura ambiente. Suponga que en un día otoñal el agua se evapora a los 5°C . Esta temperatura equivale en la escala Fahrenheit a
- A) 5°F
B) 9°F
C) 12°F
D) 32°F
E) 41°F
6. Las temperaturas en las cuales se produce la fusión nuclear en el interior del Sol es de aproximadamente, $10 \times 10^6^{\circ}\text{C}$ a $15 \times 10^6^{\circ}\text{C}$. Al expresar esta variación de temperatura en las escalas Kelvin y Fahrenheit, se obtiene
- A) $5 \times 10^6 \text{ K}$ y $9 \times 10^6^{\circ}\text{F}$
B) $9 \times 10^6 \text{ K}$ y $5 \times 10^6^{\circ}\text{F}$
C) $3 \times 10^6 \text{ K}$ y $5 \times 10^6^{\circ}\text{F}$
D) $5 \times 10^5 \text{ K}$ y $9 \times 10^5^{\circ}\text{F}$
E) $3 \times 10^5 \text{ K}$ y $5 \times 10^5^{\circ}\text{F}$
7. De las siguientes afirmaciones respecto al coeficiente de dilatación:
- I) El coeficiente de dilatación volumétrica es aproximadamente el triple del coeficiente de dilatación lineal.
II) El coeficiente de dilatación sólo depende de la temperatura.
III) El coeficiente de dilatación no tiene unidades de medida, es adimensional.
- Es (son) verdadera(s)
- A) Sólo I
B) Sólo II
C) Sólo III
D) Sólo I y II
E) I, II y III
8. En la escala de temperatura Kelvin la temperatura más baja es 0 K. Esta temperatura en las escalas Celsius y Fahrenheit es, respectivamente
- A) 0°C y 32°F
B) -273°C y -32°F
C) -212°C y -273°F
D) 0°C y -459°F
E) -273°C y -459°F

9. La figura 11 muestra tres cuerpos, en X se aprecian dos barras metálicas delgadas idénticas separadas por un pequeño espacio, en Y un anillo de cobre que tiene un pequeño corte y en Z una delgada lámina de cobre que tiene un pequeño orificio al centro. Al incrementar la temperatura en los cuerpos mencionados, es correcto asegurar que

- I) en X el espacio entre las barras disminuirá.
II) en Y el anillo tiende a cerrarse.
III) en Z el orificio disminuirá su diámetro.
- A) sólo I
B) sólo II
C) sólo III
D) sólo I y III
E) I, II y III

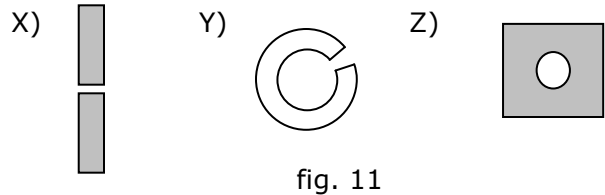


fig. 11

10. El gráfico de la figura 12 relaciona las escalas P y Celsius de temperatura. La indicación correspondiente a la temperatura 60°C en la escala P es

- A) 15°P
B) 30°P
C) 42°P
D) 0°P
E) -15°P

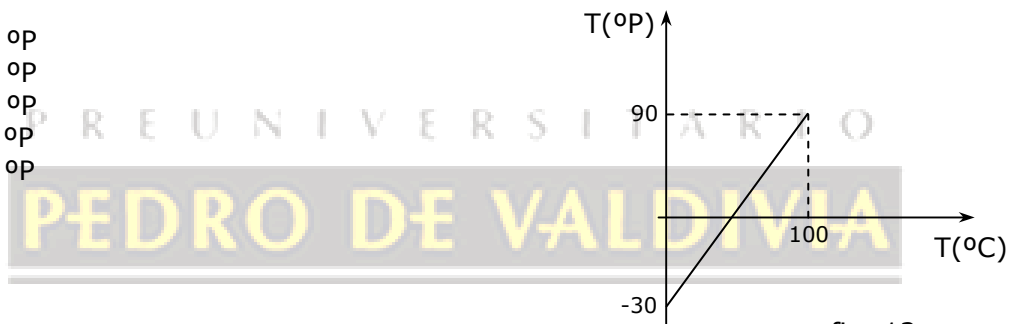
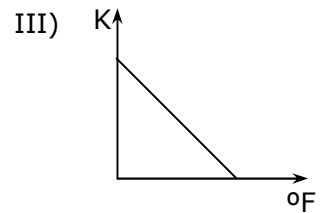
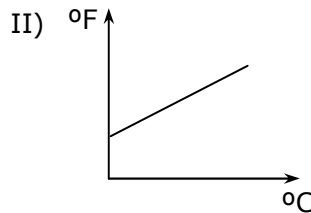
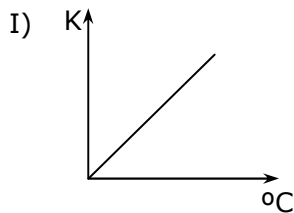


fig. 12

11. ¿Cuál(es) de los siguientes gráficos muestra(n) la correcta relación que existe entre las distintas escalas de temperatura?



Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
B) sólo II.
C) sólo III.
D) sólo I y II.
E) I, II y III.

12. ¿Cuál es la temperatura aproximada que tiene el mismo valor numérico en las escalas Kelvin y Fahrenheit?

- A) 273
- B) 574
- C) 255
- D) 373
- E) 473

13. De las siguientes afirmaciones para el comportamiento del agua cuando su temperatura cambia desde los 0 °C hasta los 4 °C, se afirma correctamente que

- A) su densidad aumenta y disminuye su volumen.
- B) su volumen y su densidad no varían.
- C) su densidad disminuye a la cuarta parte.
- D) su volumen disminuye a la cuarta parte.
- E) sólo su densidad no puede variar.

14. Anita que está en Londres registra con su termómetro un aumento de la temperatura de 40 °F a 41°F, Sisi que estaba en Santiago observa en su termómetro que la temperatura subió desde los 20 °C hasta los 21°C y Hugo que estaba en un Laboratorio ubicado en Buenos Aires registra un aumento de temperatura desde los 300 K hasta los 301 K. Es correcto afirmar que al comparar los aumentos de temperatura experimentados en las distintas ciudades la relación entre ellos es

- A) $\Delta T_{\text{Hugo}} > \Delta T_{\text{Anita}} = \Delta T_{\text{Sisi}}$
- B) $\Delta T_{\text{Sisi}} > \Delta T_{\text{Hugo}} = \Delta T_{\text{Anita}}$
- C) $\Delta T_{\text{Anita}} > \Delta T_{\text{Sisi}} > \Delta T_{\text{Hugo}}$
- D) $\Delta T_{\text{Sisi}} > \Delta T_{\text{Anita}} > \Delta T_{\text{Hugo}}$
- E) $\Delta T_{\text{Hugo}} = \Delta T_{\text{Sisi}} > \Delta T_{\text{Anita}}$

15. El volumen de una esfera hecha de metal se incrementa en 0,30%. Si inicialmente la esfera estaba a una temperatura de 20 °C. ¿Cuál es el cambio en la temperatura para que se produzca este incremento? ($\alpha_{\text{metal}} = 1 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

A) 30 °C
B) 80 °C
C) 100 °C
D) 130 °C
E) 1.000 °C

16. En una nueva escala la temperatura se expresa en grados G, los cuales se denotan como °G. La temperatura a la cual se congela el agua en condiciones normales, en la escala G es -10 °G. Si se sabe que $\Delta^{\circ}\text{C} = 2\Delta^{\circ}\text{G}$, la temperatura de ebullición del agua en esta nueva escala es

A) 10 °G
B) 20 °G
C) 30 °G
D) 40 °G
E) 190 °G

PREUNIVERSITARIO

17. A temperatura ambiente la energía cinética total de las moléculas que conforman el aire contenidas en un decímetro cúbico (dm^3) tienen una energía total de 150 J. Si pudiéramos usar toda esta energía para calentar un litro de agua, el máximo incremento posible de la temperatura del agua sería aproximadamente de (Calor específico del agua igual 4186 J/kg°C)

A) 0,012 °C
B) 0,021 °C
C) 0,036 °C
D) 4,2 °C
E) 4,58 °C

18. Una de las escalas utilizadas en siglo XIX fue Rankine, propuesta por el físico e ingeniero escocés William Rankine. La relación entre esta escala y Fahrenheit está dada por la siguiente ecuación $R = ^{\circ}\text{F} + 460$. ¿Cuál de las siguientes expresiones permite encontrar la relación entre las escalas R y °C?

A) $R = 5T/9 \text{ }^{\circ}\text{C} - 492$
B) $R = 5T/9 \text{ }^{\circ}\text{C} + 492$
C) $R = 9T/5 \text{ }^{\circ}\text{C} - 492$
D) $R = 9T/5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 492$
E) $R = 9T + 5$

19. La temperatura inicial de un cuerpo tiene el mismo valor numérico en las escalas Celsius y Fahrenheit. Si la temperatura final del cuerpo es 373 K, ¿cuál es valor de la variación de temperatura en la escala Fahrenheit?
- A) 140 °F
B) 100 °F
C) 273 °F
D) 252 °F
E) 373 °F
20. Si el volumen de una esfera metálica aumenta en un 0,90% cuando la temperatura de la esfera varía en 100 °C, el coeficiente de dilatación lineal del metal es
- A) $3 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.
B) $3 \times 10^{-4} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.
C) $3 \times 10^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.
D) $1 \times 10^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.
E) $1 \times 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1C

2B

3E

4A

PEDRO DE VALDIVIA**DMDFM-19**

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web
<http://www.pedrodevaldivia.cl>