TERMODINÁMICA12. Dilatación de Sólidos y líquidos

221. Un frasco cilíndrico está lleno de mercurio hasta la mitad de su altura, a 20ºC. Si se calienta hasta 40ºC dirás que el nivel de la superficie libre del mercurio subirá porque el volumen del mercurio:

a) AUMENTARÁ MAS QUE LO QUE AUMENTA EL VOLUMEN INTERNO DEL RECIPIENTE
b) AUMENTARÁ PORQUE EL VOLUMEN INTERNO DEL RECIPIENTE DISMINUYE
c) DISMINUIRÁ MENOS DE LO QUE LO HACE EL VOLUMEN DEL RECIPIENTE
d) NO SUBIRÁ PORQUE AMBOS AUMENTAN LO MISMO

DATOS:
Los coeficientes de dilatación del mercurio y del vidrio son respectivamente $180.10^{-6}\,{}^{o}C^{-1}$ y $9.10^{-6}\,{}^{o}C^{-1}$.

SOL:
Dado que el coeficiente de dilatación del mercurio es mucho mayor que el del vidrio, el volumen del mercurio aumentará mucho mas que lo que aumenta el volumen del recipiente, como se indica en la propuesta a.

222. Un termómetro de mercurio está dotado de un capilar de 0,1mm de radio, sumergido en un depósito de mercurio. Si al subir un grado la temperatura, la altura en el capilar asciende 2mm, dirás que el volumen de mercurio en el depósito será aproximadamente de:

a) $380mm^3$ b) $383mm^3$ c) $390mm^3$ d) $393mm^3$

Coeficiente de dilatación aparente del mercurio $160.10^{-6}\,{}^{o}C^{-1}$

SOL:
Como $\Delta V=\pi R^2H=3{,}14.(0{,}1mm)^2.2mm=0{,}0628mm^3=V_0.\gamma.\Delta t$. $V_0=\dfrac{\Delta V}{\gamma.\Delta t}=\dfrac{0{,}0628mm^3}{0{,}00016^oC^{-1}.1^oC}=392{,}7mm^3$, como se propone en d.

223.Un recipiente de vidrio tiene capacidad de 280 cm^3, a 0ºC. El volumen del mercurio que debe introducirse en dicho recipiente para que el volumen vacío permanezca constante a cualquier temperatura deberá ser en cm^3, de:

a) 40 b) 20 c) 14 d) 24

Los coeficientes de dilatación del mercurio y del vidrio son respectivamente $180.10^{-6}\,{}^{o}C^{-1}$ y $9.10^{-6}\,{}^{o}C^{-1}$.

SOL:
El volumen vacío deberá ser el del recipiente menos el del mercurio. A 0ºC: V_{R0}-V_{Hg}, y a temperatura T, V_T-V_{HgT}, y deberá permanecer constante. Como ambos se dilatan , V_{RT}-V_{HgT} $V_{RT}-V_{HgT}=V_{R0}(1+\gamma.t)-V_{Hg0}(1+\gamma_{Hg}.t)=V_{R0}-V_{Hg0}$. Simplificando $V_{Hg0}=\dfrac{V_{R0}\gamma}{\gamma_{Hg}}$.Sustituyendo $V_{Hg0}=\dfrac{280cm^3.9.10^{-6\,o}C^{-1}}{180.10^{-6}}=14cm^3$, como se propone en c.

224. Una barra de vidrio pesa de 1,2N, en el aire, pero sumergida en un determinado líquido a 10ºC, solo pesa 0,60N. Si el conjunto se calienta hasta 90ºC, el peso aparente de la barra pasa a ser de 0,62N. Por todo ello podrás asegurar que el coeficiente de dilatación real del líquido vale aproximadamente en grados recíprocos:

a) $5{,}05.10^{-4}$ b) $4{,}04.10^{-4}$ c) $5{,}4.10^{-4}$ d) $4{,}4.10^{-4}$

Coeficiente de dilatación cúbica del vidrio $0{,}000009^oC^{-1}$

SOL:
Dado que el peso aparente es el peso menos el empuje. E=Peso real-Peso aparente. $E_1=1{,}2-0{,}6=0{,}6N=V_1d_1g$. Mientras que $E_2=1{,}2-0{,}62=0{,}58N=V_2d_2g$. Dividiendo ambos, $\dfrac{V_1d_1}{V_2d_2}=1{,}034$ Teniendo en cuenta que d=m/V; cuando se dilata: $d_2=\dfrac{m}{V_1(1+\gamma_L.\Delta t)}$, mientras que $V_2=V_1(1+\gamma_S.\Delta t)$. Sustituyendo y simplificando: $\dfrac{V_1d_1}{V_1(1+\gamma_S.\Delta t).\dfrac{d_1}{(1+\gamma_L.\Delta t)}}=\dfrac{(1+\gamma_L.\Delta t)}{(1+\gamma_S.\Delta t)}=1{,}034$. Operando

$\gamma_L=\dfrac{1{,}034-1+1{,}034*9.10^{-6\,o}C^{-1}*80^oC}{80^oC}=4{,}4.10^{-4\,o}C^{-1}$, como se propone en d.

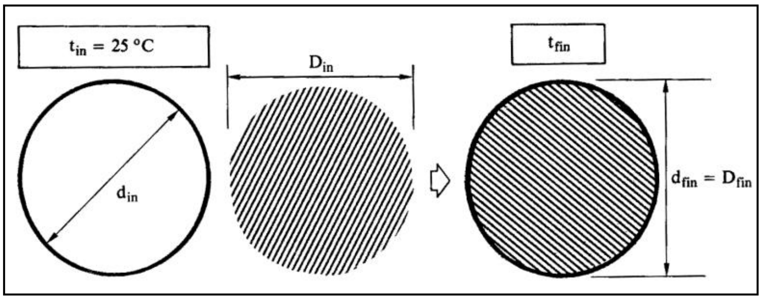
225. Un cilindro de coeficiente de dilatación despreciable y peso P, flota en mercurio manteniéndose vertical. Cuando la temperatura del mercurio se duplica la altura de la parte sumergida en el mercurio:
a) PERMANECE CONSTANTE b) SE REDUCE A LA MITAD
c) SE DUPLICA d) AUMENTA UN POCO
SOL:
Puesto que prácticamente la densidad del cilindro se mantiene constante, pero no así a del mercurio, al disminuir la densidad de este con la temperatura, el empuje disminuye, con lo cual la altura de la parte sumergida aumenta, pero este aumento no es lineal, por lo que no se duplica. Es correcta la propuesta d.

226. Un sólido A y un líquido B, presentan a 0ºC, densidades respectivas de 1,20 y 1,25g/cm^3, por lo que el sólido flota. La temperatura a la que el sólido se sumerge completamente en el liquido será de:
a) 310ºC b) 300ºC c) 200ºC d) 350ºC
Los coeficientes de dilatación de A y B, son respectivamente 15.10^{-6} ºC^{-1} y 150.10^{-6} ºC^{-1}.
SOL:
Para que se sumerja en el líquido sus densidades deberán igualarse. Teniendo en cuenta que d=m/V; cuando se dilata: $d_{final} = \frac{m}{V_0(1+\gamma.\Delta t)}$, por lo que $d_{final} = \frac{d_0}{(1+\gamma.\Delta t)}$. Aplicándolo a cada caso: $d_s = \frac{d_{0S}}{(1+\gamma_S.\Delta t)}$ y $d_L = \frac{d_{0L}}{(1+\gamma_L.\Delta t)}$ e igualando $\frac{d_{0S}}{(1+\gamma_S.\Delta t)} = \frac{d_{0L}}{(1+\gamma_L.\Delta t)}$, simplificando $\frac{(1+\gamma_L.\Delta t)}{(1+\gamma_S.\Delta t)} = \frac{d_{0L}}{d_{0S}} = \frac{1,25}{1,20} = 1,0417$. Sustituyendo y operando, Δt=310ºC, como se propone en a.

227. Un sólido A flota en un líquido B a 0ºC, de forma que el volumen de la parte sumergida es el 90% del total. La temperatura a la que el sólido se sumerge del todo en el líquido será aproximadamente de:
a) 70ºC b) 85ºC c) 74ºC d) 80ºC
Los coeficientes de dilatación de A y B, son respectivamente 26.10^{-6} ºC^{-1} y $18 .10^{-5}$ ºC^{-1}.
SOL:
Operando como en el test anterior, dado que el la flotación $P=V_A0.d_{A0}g=E=V_{S0}d_{L0}g$. Si la densidad disminuye al aumentar la temperatura, el empuje será menor, con lo que el sólido se hundirá completamente. En este caso y ya simplificando $(V_A.d_A)_T=(V_Ad_L)_T$. Empleando las expresiones de la variación del volumen y la densidad con la temperatura, $\frac{(1+\gamma_S.\Delta t)}{(1+\gamma_L.\Delta t)} = \frac{90}{100}$, despejando, Δt=73,5ºC, como se sugiere en c.

228. El alcohol metílico tiene una densidad de 0,795g/cm^3 a 15ºC. Sabiendo que su densidad a 55ºC es de 0,752, dirás que el coeficiente de dilatación cúbica será en grados recíprocos por 10^{-3}:
a) 1,53 b) 1,33 c) 1,43 d) 1,23
SOL:
Teniendo en cuenta que d=m/V; cuando se dilata: $d_{15ºC} = \frac{m}{V_0(1+\gamma.15)}$, y $d_{55ºC} = \frac{m}{V_0(1+\gamma.55)}$. Dividiendo y simplificando: $\frac{0,795}{0,752} = \frac{(1+\gamma.55)}{(1+\gamma.15)}$. Operando $\gamma = 1,43.10^{-3}\,{}^{o}C^{-1}$, como se propone en c.

229. Un camión tanque descarga en una gasolinera diez mil litros de gasolina a 25ºC. La gasolina se vende a 15ºC. Si el coeficientes de dilatación térmica es $1,2.10^{-3}$ ºC^{-1} , podrás asegurar que cuando se vacía por completo el depósito de la gasolinera:
a) EL VOLUMEN VENDIDO ES SUPERIOR A DIEZ MIL LITROS
b) LA MASA DE LA GASOLINA VENDIDA DESCARGADA ES MENOR
c) LA DENSIDAD DE LA GASOLINA DISMINUYE AL BAJAR LA TEMPERATURA
d) SE PIERDEN 120 LITROS DE GASOLINA
SOL:
Como $V_F = V_I(1+\gamma.\Delta t)$, y Δt<0, $V_F<V_I$, por ello al disminuir el volumen, al hacerlo la temperatura, sin variar su masa, su densidad aumenta. Haciendo los cálculos $V_F = 10000(1+1,2.10^{-3}.(15-25)) = 988L$, que es el volumen de la gasolina descargado, lo cual quiere decir que hay una pérdida de 120L, como se propone en d.



230. Un aro de acero que envuelve una rueda, tiene un diámetro interno de 58,45cm, debe ser montado sobre la rueda de hierro fundido cuyo diámetro es de 58,55cm, medidos a 25ºC. Las dos piezas se calientan juntas para a una determinada temperatura encajen perfectamente. Esta temperatura será aproximadamente:

a) 453ºC b) 428ºC

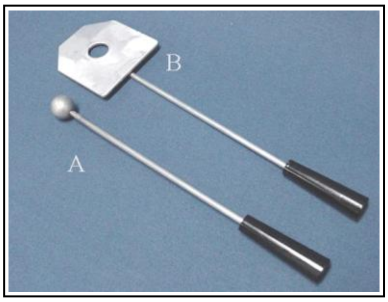
c) 437ºC d) 443ºC

Los coeficientes de dilatación lineal del acero y del hierro son respectivamente=12.10^{-6} ºC^{-1}y 8.10^{-6} ºC^{-1}

SOL:

Como los diámetros finales deberán ser iguales en el intervalo Δt, y $d_{ac} = d_{0ac} + d_{0ac}\alpha_{ac}.\Delta t$ y $D_{Hier} = D_{0Hier} + D_{0Hierr}\alpha_{Hier}.\Delta t$

Igualando: $d_{0ac} + d_{0ac}\alpha_{ac}.\Delta t = D_{0Hier} + D_{0Hierr}\alpha_{Hier}.\Delta t$. Sustituyendo: $58,45(1+12.10^{-6}.\Delta t) = 58,55(1+8.10^{-6}.\Delta t)$, de lo que $\Delta t = 428,2^{o}C$, por lo que t=428,2+25=453,2ºC, como se propone en a.



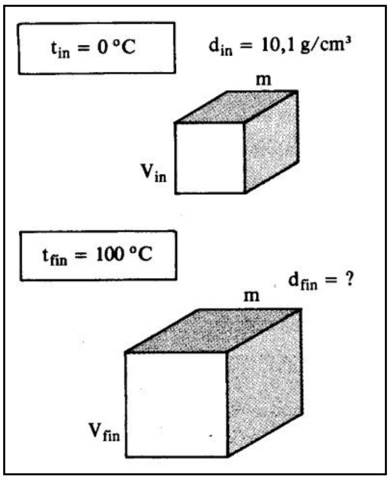
231. Si como observas en la figura dispones de dos objetos del mismo material: B, con un agujero cuyo diámetro es exactamente igual que el del A, y los calientas por igual, observarás que el diámetro de B:

a) ES MAYOR QUE EL DE A b) ES MENOR QUE EL DE A

c) ES IGUAL QUE EL DE A d) SE REDUCE

SOL:

Como el material y el aumento de temperatura son iguales, el diámetro del agujero es exactamente igual al del la esfera A, tal como es propone en c.



232. Se dispone de un cubo metálico de densidad 10,1g/cm^3 a 0ºC, de un material cuya coeficiente de dilatación lineal es 1.10^{-6} ºC^{-1}, se calienta hasta los 100ºC, este hecho hace que su densidad aproximadamente:

a) DISMINUYE UN 10% b) DISMINUYE UN 2%

c) NO VARIE d) DISMINUYA UN 1%

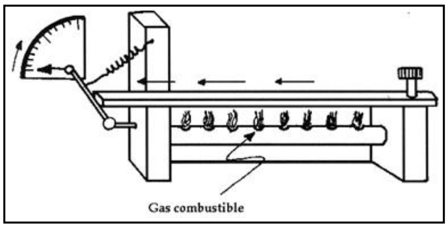
SOL:

Teniendo en cuenta que d=m/V; cuando se dilata:

$d_{final} = \dfrac{m}{V_0(1+3\alpha.\Delta t)}$, por lo que $d_{final} = \dfrac{d}{(1+3\alpha.\Delta t)}$.

Sustituyendo: $d_{final} = \dfrac{10,1\dfrac{g}{cm^3}}{(1+3.1.10^{-6}.K^{-1}100K)} = 10\dfrac{g}{cm^3}$, por lo tanto

$\Delta d_{relativo} = \dfrac{(10,1-10).\dfrac{g}{cm^3}}{(10).\dfrac{g}{cm^3}}.100 = 1\%$, como se propone en d.



233. En la figura se presenta un dilatómetro clásico, para sólidos que trata de medir la dilatación lineal de una barra metálica sujetada con un tornillo, para ello necesita de:

a) LA APLICACIÓN DE LOS MOMENTOS DE FUERZA

b) CALENTAR LA BARRA METÁLICA POR ENCIMA DEL PUNTO DE FUSIÓN

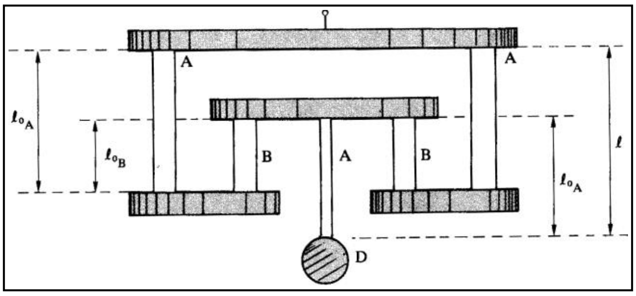
c) QUE LA TENSIÓN MECÁNICA DEBIDO A LA DILATACIÓN PRESIONE LA BARRA QUE SOPORTA LA AGUJA

d) QUE LA ESCALA GRADUADA PARTA DE 0

SOL:

Parece evidente que la dilatación de la barra calentada siempre por debajo del punto de fusión, presiona la barra que sujeta la aguja, produciendo un momento que haga dicha aguja, de tal forma que el ángulo girado será proporcional a dicho momento. Son correctas las propuestas a y c.

234. En un dilatómetro de volumen cuyo coeficiente de dilatación cúbica es 5.10^{-6} ºC^{-1}, se colocan a 0ºC, 500mL de un liquido. Calentado el conjunto hasta 100ºC, se observa que el líquido subió hasta un nivel de 505 mL, por ello dirás que el coeficiente de dilatación real del líquido es en grados recíprocos:
a) $10{,}5.10^{-5}$ b) 10.10^{-5} c) $5{,}5.10^{-6}$ d) 105.10^{-6}
SOL:
Dado que $V_F - V_I = \Delta V = V_I\gamma.\Delta t$; $V_F - V_I = \Delta V = 5mL = 500mL\gamma.100^o C$, $\gamma = 10.10^{-5}\,{}^oC^{-1}$, como $\gamma_R = \gamma + \gamma_S$ · $\gamma_R = \gamma + \gamma_S$
$\gamma_R = 10.10^{-5}\,{}^oC^{-1} + 0{,}5.10^{-5}\,{}^oC^{-1} = 10{,}5.10^{-5}\,{}^oC^{-1}$, como se propone en a y d.



235. Un péndulo compensado es un dispositivo pendular de la figura que se da, en el que las posibles dilataciones se compensan para evitar los errores. Siendo α_A y α_B , los coeficientes de dilatación respectivos a las barras A y B, será necesario para ello que:
a) SE COMPENSEN LAS DILATACIONES
b) l_0B=l_0A c) l_0B=2l_0A d) $\frac{l_0A}{l_0B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$
SOL:
Deberán compensarse las dilataciones de las barras A y B, por eso los metales que las forman deberán tener coeficientes de dilatación lineal diferentes. Por la dilatación de las barras A, el disco D desciende 2.Δl_A y por la dilatación de las dos barras B, el disco D del péndulo subirá una longitud Δl_B. La compensación deberá producir que 2.Δl_A=Δl_B y por lo tanto $\frac{l_0A}{l_0B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$. Son correctas las propuestas a, c y d.

236. Una argolla metálica de radio R se calienta desde 0º, hasta una temperatura T, si su coeficiente de dilatación lineal es α, dirás que su perímetro variará en:
a) DISMUYE παRT b) AUMENTA 2παRT
c) AUMENTA αRT d) DISMINUYE 2παRT
SOL:
Como el perímetro de la circunferencia es $L_0=2\pi R$ y $L - L_0 = \Delta L = L_0\alpha.\Delta t = 2\pi R\alpha T$, como se propone en b.

237. Si no existe diferencia entre las longitudes de dos varillas A y B, de distinto material, calentadas a cualquier temperatura y siendo la relación entre los coeficientes de dilatación lineal en las mismas, $\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{11}{13}$, dirás que la relación entre sus longitudes será:
a) 11/13 b) 1/2 c) 1 d) 13/11
SOL:
Como $L_{0B} - L_{0A} = L_B - L_A$ y, en el intervalo Δt, y $L_B = L_{0B} + L_{0B}\alpha_B.\Delta t$ y $L_A = L_{0A} + L_{0A}\alpha_A.\Delta t$, sustituyendo y restando:
$L_{0B}\alpha_B = L_{0A}\alpha_A$, de lo que $\frac{L_{0B}}{L_{0A}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{11}{13}$, por lo que $\frac{L_A}{L_B} = \frac{13}{11}$, como se propone en d.

238. Midiendo con una regla metálica graduada hasta 0,1mm, a 27ºC se obtuvo una longitud de 72,7mm.Si el coeficiente de dilatación lineal del metal es $1{,}1.10^{-5}$ ºC^{-1}, el valor obtenido si se hubiera calibrado a 15ºC sería de:
a) 72,7mm b) 71,6mm c) 72,6mm d) 72,5mm
SOL:
Dado que $L = L_0 + L_0\alpha.\Delta t$, como Δt=15-27=-12, $L = 72{,}7mm + 72{,}7mm.1{,}1.10^{-5}\,{}^oC^{-1}.(-12)^oC = 72{,}6mm$. Es correcta la c.

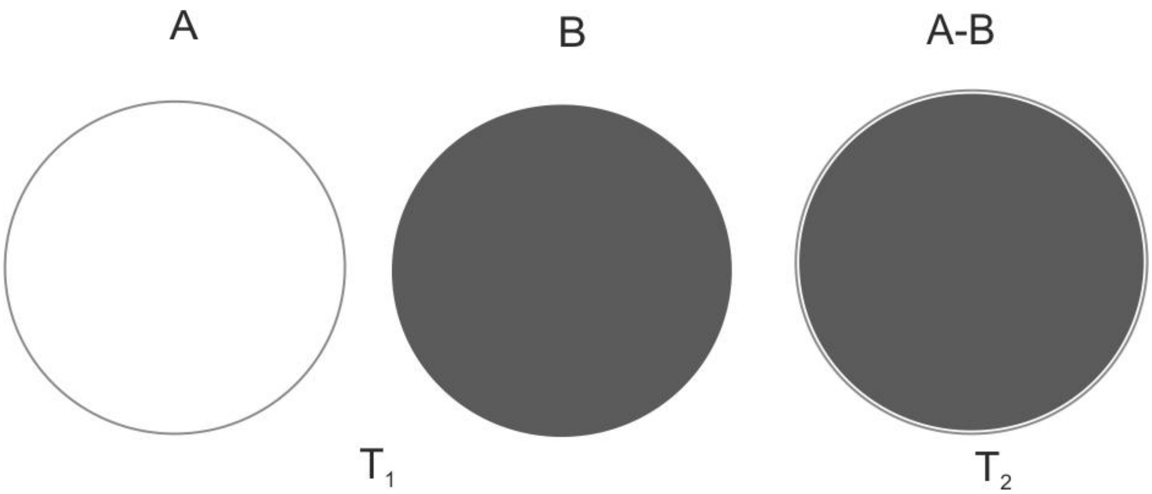
239. Una barra de acero, se empleará a una temperatura media de 15º. Si midió 20 metros a 40ºC, el error cometido en la utilización va a ser del:

a)1% b)2% c) 3% d) 4%

Coeficiente de dilatación lineal del metal es $1{,}2.10^{-5}$ ºC^{-1}

SOL:

$L-L_0=\Delta L=L_0\alpha.\Delta t$, y el error relativo será $\frac{\Delta L}{L_0}.100=\alpha.\Delta t.100=1{,}2.10^{-5}{}^{o}C^{-1}(40-15)^{o}C.100=0{,}03\%$, como se propone en c.



240. Observa la figura superior y mide los diámetros externo e interno del aro metálico A_i a 25ºC. Con la medida exterior, recortas de una plancha de hierro B del mismo grosor del aro. La temperatura a la que deberás calentar A_i, para que la pieza B encaje perfectamente en A_i será aproximadamente en ºC:

a) 150 b)2500 c) 250 d) 1500

Los coeficientes de dilatación lineal del acero y del hierro son respectivamente=12.10^{-6} ºC^{-1}y 8.10^{-6} ºC^{-1}

NOTA: Como se hace con medidas reales, dependerá del tamaño de la impresión o de la pantalla en la que se visiona. Empléese para las medidas la regla de mayor precisión, pues de lo contrario los resultados podrían variar mucho.

SOL:

Por lo tanto el diámetro interno de A1, a una temperatura Δt, deberá ser igual al diámetro de B a dicha temperatura, teniendo en cuenta los diámetros iniciales de A1 y B, y su dilatación

$d_{ac}=d_{0ac}+d_{0ac}\alpha_{ac}.\Delta t\ y\ D_{Hier}=D_{0Hier}+D_{0Hierr}\alpha_{Hier}.\Delta t$ Igualando: $d_{0ac}+d_{0ac}\alpha_{ac}.\Delta t=D_{0Hier}+D_{0Hierr}\alpha_{Hier}.\Delta t$.

Diámetro externo de Ai=55,50mm= diámetro de B, a T_1

Diámetro interno de Ai=55,45mm. A T_2, el diámetro interno de A1, deberá ser igual al del B.

Sustituyendo: $55{,}45(1+12.10^{-6}.\Delta t)=55{,}50(1+8.10^{-6}.\Delta t)$, de lo que $\Delta t=226^{o}C$, por lo que t=426+25=251ºC, como se propone en c.