

Física 2 - Práctico 5

Dilatación térmica, Gas Ideal y Teoría Cinética

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Coefficientes de dilatación térmica: $\alpha_{\text{acero}} = 11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{\text{aluminio}} = 23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$,
 $\alpha_{\text{latón}} = 19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

5.1. Dilatación térmica

5.1.1.

Una barra compuesta de longitud $L = L_1 + L_2$ está hecha de una barra de material 1 y longitud L_1 unida a una barra de material 2 de longitud L_2 , como se muestra en la figura.



- Demuestre que el coeficiente efectivo de dilatación lineal α de esta barra está dado por: $\alpha = \frac{\alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2}{L}$
- Si se utiliza latón y acero con L_1 y L_2 respectivamente, diseñe una barra compuesta para que la longitud total sea de $52,4 \text{ cm}$ y su coeficiente de dilatación lineal efectivo sea $\alpha = 13 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

5.1.2.

Un orificio circular practicado en una placa de aluminio tiene 2.725 cm de diámetro a 12°C . ¿Cuál es el diámetro cuando la temperatura de la placa se eleva a 140°C ?

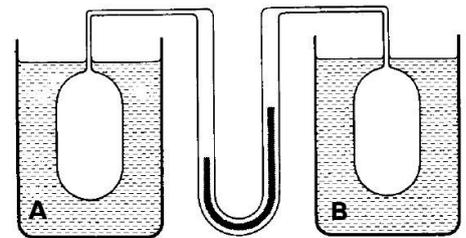
5.1.3.

Un cubo de latón tiene una arista de $33,2 \text{ cm}$ a 20°C . Se calienta hasta alcanzar los 75°C . Suponiendo que el latón es un material isotrópico: a) Halle el aumento del área superficial. b) Halle el aumento de volumen.

5.2. Gas Ideal

5.2.1. Termómetro de gas ideal

Un termómetro de gas ideal se construye con dos bulbos que contienen gas, cada uno de los cuales se pone en un baño de agua, como se muestra en la figura. La diferencia de presión entre los dos bulbos se mide por medio de un manómetro de mercurio que también aparece en la figura. Los tubos que lo componen son capilares de forma tal que puede asumirse como despreciables las variaciones de volumen debidas a las variaciones de altura de la columna de mercurio. No hay diferencia de altura cuando ambos baños se encuentran a la misma temperatura. La diferencia



de presión es de 120 mmHg cuando uno de los baños está en el punto triple y el otro baño está en el punto de ebullición del agua a presión atmosférica. Determine cuál baño se encuentra en el punto triple y cuál baño se encuentra en el punto de ebullición.

Después, el bulbo que se encontraba en equilibrio térmico con el agua en su punto de ebullición, se pone en contacto térmico con un baño de agua que se encuentra a una temperatura desconocida, observándose que la diferencia de presión ahora de 90 mmHg y el desnivel es en el mismo sentido que en el caso anterior. Halle la temperatura desconocida.

5.2.2.

Calcule el volumen ocupado por 1.00 kmol de un gas, modelado como gas ideal, a presión estándar (es decir a $1,00 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$) y temperatura de $0,0^\circ\text{C}$ ($273,15 \text{ K}$, sabiendo que la constante universal de los gases es $R = 8,3145 \text{ kJ/kmol K}$). ¿Cuántas moléculas contiene 1 kmol de gas?.

5.2.3.

El mejor vacío que puede obtenerse en un laboratorio corresponde a una presión de unas $1,0 \times 10^{-13} \text{ Pa}$. ¿Cuántas moléculas hay en cada centímetro cúbico de ese vacío a $22,0^\circ\text{C}$?

5.2.4.

Una muestra de gas argón está a $35,0^\circ\text{C}$ y 1.22 atm de presión. Suponga que el radio de un átomo (esférico) de argón sea de $0,710 \times 10^{-10} \text{ m}$. Calcule la fracción de volumen total del gas, ocupada realmente por átomos.

5.2.5. Globo aerostático

La envoltura y canastilla de un globo de aire caliente tienen una masa total de 249 kg , y la envoltura tiene una capacidad de 2180 m^3 . Cuando está totalmente inflado, ¿cuál será la temperatura del aire confinado para darle al globo una capacidad de carga de 272 kg , además de su propia masa? Supóngase que el aire circundante, a 18°C , tiene una densidad de $1,22 \text{ kg/m}^3$ y que también se comporta como un gas ideal.

5.3. Teoría Cinética

5.3.1.

La temperatura en el espacio interestelar es de $2,7 \text{ K}$. Halle la velocidad cuadrática media de moléculas de H_2 a esa temperatura, sabiendo que a temperatura ambiente (300 K) la velocidad de estas moléculas es $v_{rms} = 1920 \text{ m/s}$.

5.3.2.

A 44°C y $1,23 \times 10^{-2} \text{ atm}$ la densidad de un gas es de $1,32 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$. a) Halle la velocidad cuadrática media de las moléculas del gas. b) Halle la masa molar del gas e identifíquelo.

5.3.3.

La masa de la molécula de H_2 es de $3,3 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Si $1,6 \times 10^{23}$ moléculas de hidrógeno por segundo golpean $2,0 \text{ cm}^2$ de pared, formando un ángulo de 55° con la normal, cuando se mueven a una velocidad de 1000 m/s , ¿qué presión ejercen sobre la pared?

5.4. Ley de Dalton

La ley de Dalton establece que cuando las mezclas de gases que no tienen una interacción química están juntos en un recipiente, la presión ejercida por cada gas (llamada presión parcial del gas) es la misma que ejercería este si estuviera solo en el recipiente, y que la presión total es la suma de las presiones parciales de todos los gases que componen la mezcla. Considere una mezcla de dos gases diferentes en un recinto de volumen V a temperatura ambiente T_0 . La mezcla contiene dos tipos de moléculas: N_a moléculas de masa m_a y N_b moléculas de masa m_b .

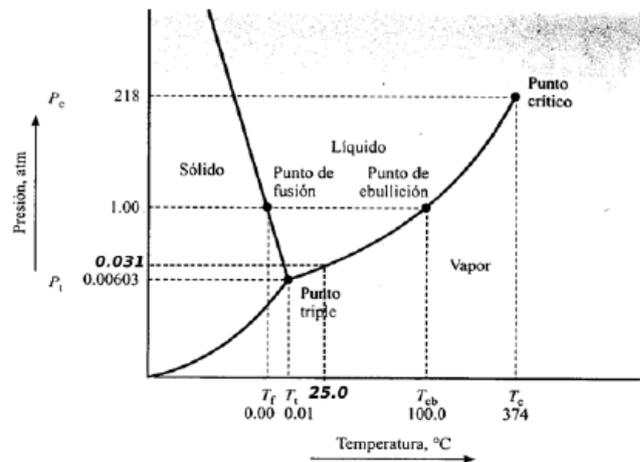
- a) Considerando el choque de las moléculas contra la pared, demuestre que para la mezcla:

$$P_T V = (N_a + N_b) k_B T$$

- b) Suponga ahora que $N_a = N_b$, y que átomos diferentes se combinan en pares para formar moléculas de masa $m = m_a + m_b$. Esto genera energía química por lo que, durante el proceso, hay cambios de temperatura. Si al cabo de un tiempo, la temperatura se equilibra con la temperatura ambiente T_0 , ¿cuál sería la razón entre la presión después de la combinación, P' , y la presión P antes de la combinación?

5.5. Humedad Relativa

Los informes de meteorología suelen incluir el dato de la humedad relativa (RH) en el ambiente. Este valor permite reflejar adecuadamente la capacidad del aire de admitir más o menos vapor de agua. En términos de comodidad ambiental para las personas, RH expresa la capacidad de evaporar la transpiración, importante regulador de la temperatura del cuerpo humano. Se calcula de la siguiente forma: $RH = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2O}^{sat}} \times 100\%$, donde P_{H_2O} es la presión parcial actual del vapor de agua en el aire, y $P_{H_2O}^{sat}$ es la presión de saturación del agua a la temperatura ambiente de ese día; o sea que a esa presión, existe equilibrio de fases entre el estado líquido y gaseoso del agua. Suponga que la temperatura ambiente es 25°C y la humedad relativa es 80% .



- a) Observe el diagrama de fases y obtenga la presión de saturación del agua a esta temperatura. Determine la presión parcial del agua.
- b) Determine la presión del resto de los gases (aire seco) suponiendo presión atmosférica estándar. Compare el porcentaje de presión que ejerce el agua en la presión total del aire con el porcentaje de humedad relativa.
- c) La masa molar del agua es 18 g/mol , y la masa molar promedio de los gases que componen el aire seco es de 29 g/mol , ¿Qué porcentaje de la masa total del aire está compuesto por vapor de agua?

Nota: El modelo de gas ideal puede usarse para modelar los procesos del agua en estado gaseoso (vapor de agua) en la atmósfera.

Preguntas

- P1: ¿Por qué se hace que una chimenea esté aislada, es decir que no sea parte, del soporte estructural de una casa?
- P2: ¿Por qué las calles y carreteras se pavimentan con *paneles* de hormigón? ¿Por qué se rellenan las juntas con asfalto?
- P3: ¿Por qué sube el aire caliente?
- P4: Sabemos que una piedra caerá al suelo si la soltamos. No anteponemos ningún obstáculo a las moléculas del aire, y sin embargo no se caen todas al suelo. ¿Por qué no?