

Física 3B+4A 2018

Guía 01: Gases

Asorey

15 de Marzo de 2018

1. Goma de auto

Un neumático de auto tiene una sobrepresión, respecto de la presión atmosférica ($p = 1 \text{ atm}$), de 2000 hPa.

- a) ¿Cuánto vale esa sobrepresión en las unidades técnicas usuales en Argentina? ¿y en bares? ¿y en p.s.i.¹?

R: $p = 2000 \text{ hPa} = 2 \text{ bar} = 29,01 \text{ psi} = 1,974 \text{ atm}$.

- b) La superficie total de contacto entre los cuatro neumáticos y el pavimento es de $0,05 \text{ m}^2$. ¿Cuál es la masa del automóvil?

R $P = 10 \text{ kN}$, $m = 1020,4 \text{ kg}$

2. No desinfe lo inflado

En una fría mañana invernal (temperatura = 0°C) la presión en un neumático es de 2000 hPa. Luego de un viaje a alta velocidad la temperatura del aire en el interior del neumático es de 323 K.

- a) ¿Qué tipo de transformación experimentó el gas?

- b) ¿Cuál es la sobrepresión a esa temperatura?

R: $p = 2366,3 \text{ hPa}$.

- c) Si en ese momento, el propietario del auto desinfla las gomas sin esperar a que éstas se enfríen, ¿cuál será la presión final cuando las cubiertas vuelvan a la temperatura del ambiente en ese momento?

R: $p = 1690,4 \text{ hPa}$.

3. El tubo

Un tubo cilíndrico de acero con un diámetro interior de 0,2 m y un altura de 1 m contiene nitrógeno a una presión de 10^5 hPa y $T = 273 \text{ K}$.

- a) ¿Cuál es la masa total del gas? La masa molar del nitrógeno es $0,028 \text{ kg mol}^{-1}$

R: $n = 38,3 \text{ mol}$, entonces $m = 3,87 \text{ kg}$.

- b) ¿Qué fuerza ejerce el gas sobre la superficie interior del tubo?

R: $S = 0,691 \text{ m}^2$, entonces $F = 6,911 \times 10^6 \text{ N}$.

¹p.s.i. es una unidad imperial de presión y es la abreviatura de libras por pulgada cuadrada, por sus siglas en inglés para *pounds per square inch*

- c) ¿Qué presión habrá en el interior del tubo si, a temperatura constante, se dejara escapar la mitad del gas por un válvula?

R: $p = 5 \times 10^4$ hPa.

4. Conectando recipientes

Un recipiente de 1 L ($0,001 \text{ m}^3$) lleno de un gas ideal a una presión de 100 kPa se conecta con otro recipiente de $0,003 \text{ m}^3$ conteniendo un gas ideal a una presión de 50 kPa. Suponiendo que ambos recipientes están en contacto con un baño térmico, calcule la presión final del sistema una vez que los recipientes se conectan.

R: $p_f = 62,5$ kPa.

5. Conectando recipientes distintos

Dos recipientes están unidos por un tubo de volumen despreciable con una válvula en el tubo y que inicialmente se encuentra abierta. Uno de ellos tiene un volumen cinco veces mayor que el otro. Todo el sistema está lleno de aire (masa molar $M = 29 \text{ g mol}^{-1}$) a una presión de 1866,5 hPa y una temperatura de 293 K. Luego se cierra la válvula y se procede a calentar el recipiente grande hasta una temperatura de 373 K, manteniendo el recipiente pequeño a la temperatura inicial. ¿Cuál es la presión final del sistema luego de abrirse la válvula y conectar ambos recipientes?

R: $T_f = 376,33$ K, entonces $p_f = 2397,4$ hPa.

6. Globo meteorológico

Un balón meteorológico esférico es relleno con Helio al nivel del mar (CNPT)². Cuando está listo para iniciar su ascenso, tiene un radio de 2 m. Sabiendo que la presión atmosférica p (medida en hPa) como función de la altura h obedece la siguiente ley,

$$p = 1013,2 \exp\left(-\frac{mgh}{RT}\right),$$

donde M es la masa molar media del aire ($m = 29 \text{ g mol}^{-1}$). A medida que asciende, el globo aumenta su volumen hasta que alcanza un tamaño máximo y luego estalla.

- Calcule la cantidad de Helio en moles que se usó para llenar el globo.
R: $V_i = 33,51 \text{ m}^3$, entonces $n = 1496$ mol.
- Calcule el empuje (en newtons) que tendrá el globo al iniciar su ascenso.
R: Igual al peso del volumen de aire desalojado, en CNPT $E = 425,2$ N.
- Calcule la altura a la que se encuentra el globo cuando su radio es de $r = 3$ m.
R: $h = 9715$ m.
- Calcule el radio del globo justo antes de estallar a $h = 27$ km de altura.
R: $h = 27000$ m, $V_f = 1062 \text{ m}^3$, $r_f = 6,33$ m.

7. Teoría cinética

Consideremos una determinada cantidad de Helio contenido en un recipiente esférico y rígido en CNPT.

- ¿Qué cantidad de moles y de átomos hay en 1 m^3 de helio en estas condiciones?
R: $n = 44,64$ mol, $N = 2,6883 \times 10^{25}$ átomos.

²CNPT es la abreviatura para *Condiciones Normales de Presión y Temperatura* y corresponde a la presión atmosférica de referencia, $P = 101325$ Pa, a una temperatura de $T = 273,15$ K. Verifique que en estas condiciones, el volumen ocupado por 1 mol de un gas ideal es $0,0224 \text{ m}^3$ (22,4 L).

- b) Suponiendo que el radio de un átomo de Helio puede aproximarse por una esfera de $r = 2a_0$, donde a_0 es el radio de Bohr, calcule el volumen total ocupado por los átomos en el gas y la fracción de volumen que estos ocupan del volumen total.
R: $V_{\text{at}} = 1,335 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. entonces $f_{\text{at}} = 1,335 \times 10^{-4}$.
- c) Calcule la energía cinética media y la velocidad media de un átomo de Helio en esas condiciones.
R: $v_{\text{RMS}} = 1304,4 \text{ m/s}$.
- d) Estime la cantidad media de colisiones por segundo que se producen en las paredes del recipiente.
R: Esfera de 1 m^3 , $r = 0,62 \text{ m}$, $S = 4,84 \text{ m}^2$, entonces $N_C = 2,828 \times 10^{28} \text{ colisiones/s}$.

8. Alta presión

Un recipiente contiene 201,8 kg de Neón a una presión de 500 bares.

- a) ¿Cuál debería ser el volumen del recipiente para que la velocidad media de las moléculas sea igual a la velocidad de escape terrestre?
R: $v_e = 11180 \text{ m/s}$, entonces $T = 101100 \text{ K}$, y como $n = 10000 \text{ mol}$ y $p = 500 \text{ bar}$, entonces $V = 168,12 \text{ m}^3$.
- b) En esas condiciones, calcule la energía cinética media y el número de colisiones por segundo que se produce con las paredes del recipiente suponiendo que el mismo es esférico.
R: $\langle E_K \rangle = 2,094 \times 10^{-18} \text{ J}$ ($v_{\text{RMS}} = 11,18 \text{ km/s}$), $N_C = 9,83 \times 10^{30} \text{ colisiones/s}$.
- c) ¿Dependerá el resultado anterior de la forma del recipiente? Justifique