

PROPIEDADES DE LOS GASES. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

Interés de la situación planteada

Los neumáticos constituyen uno de los elementos de seguridad vial más importantes de un vehículo. Por ello se debe extremar su cuidado, comprobando con regularidad la profundidad del dibujo. Para una buena conducción es fundamental también vigilar que la presión sea adecuada¹, porque es peligroso tanto si es baja como si es alta. Cuando es baja se produce un sobrecalentamiento de la goma, lo que genera mayor resistencia a la rodadura y, consecuentemente, un mayor consumo, mientras que el exceso de presión reduce el agarre y aumenta la posibilidad de tener un accidente².

Cada vehículo necesita una presión determinada en sus neumáticos, que suele venir indicada en el manual de mantenimiento y en alguna zona del vehículo, como el vano de una puerta o el tapón de la gasolina. Además de estos valores estándar es corriente escuchar afirmaciones como las que se exponen a continuación. Justificad si las consideráis ciertas o no.

(a) *La presión de los neumáticos del coche se debe medir antes de realizar un viaje, no después de un trayecto largo.*

(b) *En verano, con el calor, es conveniente bajar la presión de los neumáticos.*

Un neumático de un cierto automóvil en reposo prolongado contiene aire a una presión de 2'5 bares y una temperatura de 17°C. El conductor, inmediatamente después de realizar un largo trayecto, volvió a medir la presión de ese mismo neumático encontrando que era de 2'8 bares. Suponiendo que el volumen no varió apreciablemente, determinad la nueva temperatura del aire en el interior del neumático.



Planteamiento cualitativo y emisión de hipótesis

En este problema se tiene aire (una mezcla de gases) encerrado dentro de un recipiente. Este aire se encuentra a una determinada presión, temperatura y volumen iniciales. Experimentalmente sabemos que los neumáticos, debido sobre todo a la fricción con la carretera, se calientan y con ellos el aire que contienen. Suponiendo que el volumen interior apenas cambia, este aumento de temperatura se traducirá en un aumento de la presión interna ejercida por el aire sobre las paredes interiores del neumático.

Si hacemos la aproximación de suponer que el aire se comporta como un gas ideal, cabe pensar que, considerando el volumen constante, la nueva temperatura (que, claro está, deberá ser mayor que la inicial) a igualdad de los restantes factores, será tanto mayor cuanto mayor sea la presión final alcanzada.

También es posible imaginar algún caso límite como, por ejemplo, que si P_B tiende a P_A , la temperatura T_B también tenderá a T_A .

¹ <https://www.race.es/bajar-presion-neumaticos-verano?>

² <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a60658/principales-causas-que-deterioran-los-neumaticos/>

Estrategia de resolución

En el interior del neumático hay aire en un cierto estado caracterizado por los valores de presión P , volumen V y temperatura T (a las que se denomina variables de estado de un gas). Sabemos que estos valores están relacionados de forma que, para una muestra dada de aire (considerado como un gas perfecto), se cumplirá en todo momento que:

$$PV/T = \text{constante.}$$

Saber que las propiedades que caracterizan el estado de una muestra dada de un gas (P , V y T) están relacionadas entre sí de manera que, en cualquier estado, PV/T debe valer siempre lo mismo, permite hacer predicciones sobre el valor de alguna de dichas variables de estado si conocemos el valor de las otras. Es decir, si provocamos alguna transformación en el sistema (el gas encerrado) de manera que cambie de un estado A , caracterizado por P_A , V_A y T_A , a otro estado B , caracterizado por P_B , V_B y T_B , los valores en B no pueden ser cualesquiera, sino que han de cumplir que:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$$

En nuestro caso el sistema (formado por el aire encerrado en el interior del neumático) pasa de un estado A , en el que conocemos el valor de la presión y la temperatura, a un nuevo estado B , en el que conocemos la presión y deseamos hallar la nueva temperatura (el volumen se mantiene constante). Podemos resolver el problema simplemente aplicando la ecuación anterior y despejando de ella T_B .

Resolución y análisis del resultado

Aplicamos la ecuación anterior teniendo en cuenta que $V_A = V_B$, de forma que obtenemos:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B} \rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B}$$

Si de la ecuación anterior despejamos T_B y sustituimos los valores numéricos correspondientes, obtenemos:

$$T_B = \frac{P_B \cdot T_A}{P_A} \rightarrow T_B = \frac{2'8 \cdot 290}{2'5} = 324'8 \text{ K} = 51'8 \text{ °C}$$

Si analizamos el resultado **literal** anterior, nos daremos cuenta de que, además de ser dimensionalmente homogéneo, recoge dos hechos importantes. El primero es que cuanto mayor sea P_B (a igualdad de los restantes factores), mayor debería ser la nueva temperatura. El segundo: si P_A y P_B valiesen lo mismo, la temperatura tampoco cambiaría y obtendríamos $T_B = T_A$.

Por otra parte, el resultado numérico obtenido cae dentro de lo posible (de acuerdo con el resto de datos suministrados por el problema).

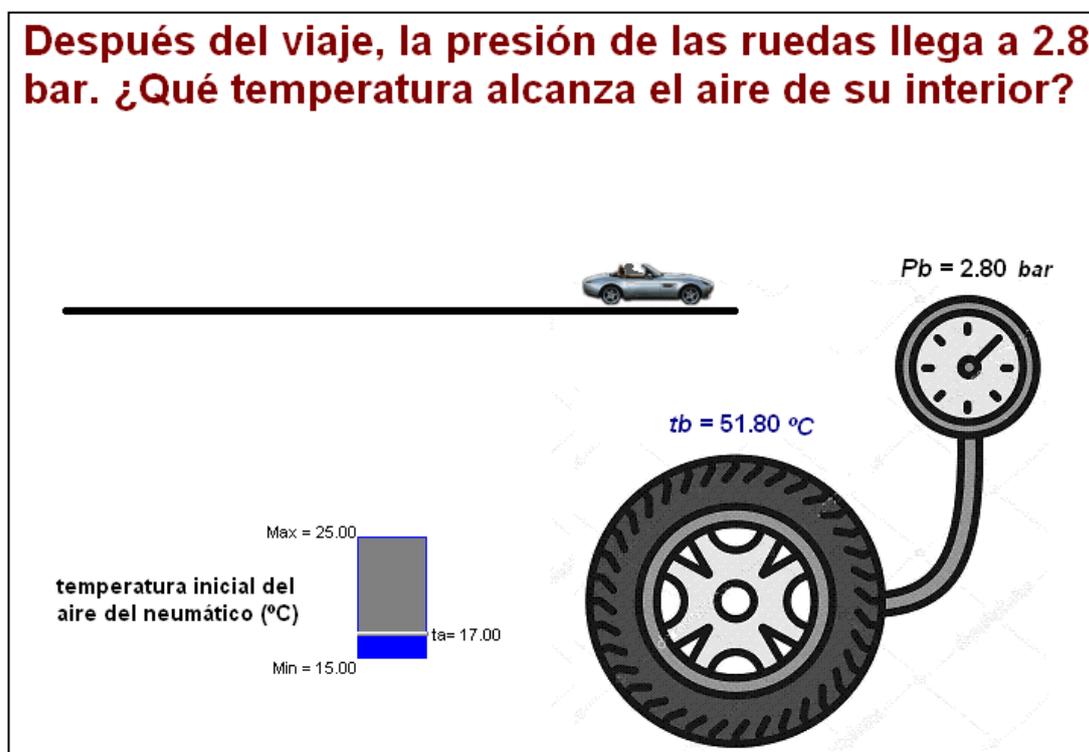
Vemos pues que, tras recorrer una distancia larga, la temperatura de los neumáticos del vehículo aumenta y con ella la presión del aire interior. Conviene tener en cuenta que los valores óptimos para la presión de los neumáticos, indicados por los fabricantes de vehículos, se refieren siempre a la situación de vehículo parado (al menos varias horas) o que ha circulado muy pocos kilómetros (se le llama presión “en frío”), de modo que, si la presión recomendada es, por ejemplo, 3 bares, y después de circular durante mucho tiempo,

medimos justo 3 bares, podemos estar seguros de que no estamos circulando con la presión adecuada. Por este motivo, en caso de que sea necesario insuflar aire a un neumático “en caliente” conviene hacerlo ajustando la presión a 0’3 o 0’4 bares por encima del valor indicado por el fabricante.

Refuerzo

Para reforzar los conceptos involucrados en este problema, se puede usar una animación *Modellus* que hemos elaborado sobre él. En la pantalla se muestra el incremento paulatino de temperatura que va alcanzando el aire del interior de las ruedas de un vehículo durante un largo viaje. Hemos incluido también un controlador manual que permite modificar la temperatura inicial. Si ésta es mayor, también lo es, lógicamente, la temperatura final, haciendo más peligroso el proceso (por esta razón, se ha de ajustar la presión de los neumáticos a un valor menor en verano que en invierno).

La imagen adjunta corresponde a la situación final (después del viaje) cuando los datos coinciden con los que hemos adoptado aquí.



La animación y el programa para hacerla correr están disponibles en la página “Web de Materiales para la Enseñanza y la Divulgación de la Física”, de la Sección Local de Alicante de la RSEF. <http://rsefalicante.umh.es/fisica.htm>