

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 considerar 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 .

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

Aplicando la ecuación anterior teniendo en cuenta que $V_A = V_B$ y despejando de ella T_B , se tiene:

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

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, contempla el hecho de que cuanto mayor fuese P_B (a igualdad de los restantes factores), mayor debería ser la nueva temperatura... y que 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).

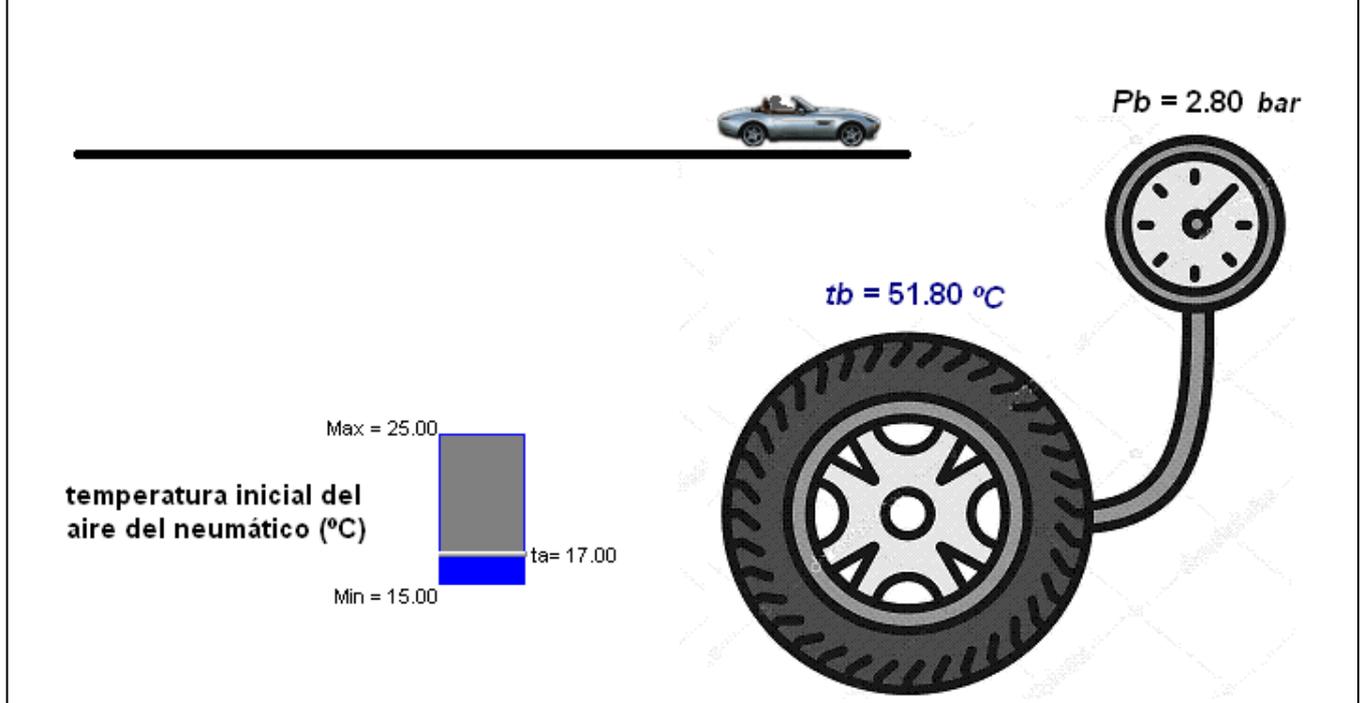
Vemos pues que, tras circular un vehículo una distancia larga, la temperatura de los neumáticos aumenta y con ella la presión del aire interior. Conviene tener en cuenta que los valores óptimos para la presión de los neumáticos, indicados por los fabricantes de vehículos, se refieren siempre a situación 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. Es por este motivo que en caso de ser necesario insuflar aire a un neumático “en caliente” se haga 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 del aire 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.

Después del viaje, la presión de las ruedas llega a 2.8 bar. ¿Qué temperatura alcanza el aire de su interior?



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>