



# CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES DE FÍSICA

Editado de: Marquina, M. L. (coord.), *Conocimientos fundamentales de física* [en CD-ROM], México, UNAM/Pearson Educación, Colección Conocimientos Fundamentales, 2006.

## Tema 1. Nociones de hidrostática

### 1.1 Presión

#### 1.1.1 Presión atmosférica

¿Cómo podríamos explicarnos que los aviones vuelan? Para esto partiremos de otras preguntas. ¿Es verdad que el aire pesa?

Todas las personas, las plantas y los animales, vivimos rodeados de aire; de hecho, estamos inmersos en un océano de aire; de ahí que no nos percatamos del peso del mismo; es más, ni siquiera pensamos en ello.

Con un poco de ingenio podemos evidenciar que el aire pesa. Una manera de hacerlo es con ayuda de una balanza graduada en décimas de gramo y dos jeringas de 60 cm<sup>3</sup>. Éstas han de ser jeringas sin aguja y con tapón. Además, deben tener, en la parte interior del émbolo, un orificio en el cual pueda introducirse un clavo de, digamos 1.5 pulgadas de longitud, como puede verse en la figura.

Para realizar el experimento, primero nivelamos en ceros la balanza. Luego se toma una de las jeringas, se le retira el tapón, se empuja el émbolo hasta el fondo, colocamos nuevamente el tapón firmemente apretado, se jala el émbolo sin sacarlo y se coloca el clavo que impedirá que el émbolo regrese hacia adentro. Así tendremos, prácticamente, vacío en el interior de la jeringa. Luego se coloca ésta sobre la balanza. Se repite la operación con la segunda jeringa y se procede a nivelar la balanza. Una vez nivelada, se toma una a una las jeringas y se les retira el tapón (se oirá un chasquido), colocando luego los tapones y las jeringas sobre la balanza. Se notará que hay un desequilibrio. ¡Ahora las jeringas pesan más! Y, pesan más porque ahora están llenas de aire, el cual no tenían al momento de nivelar la balanza. Ahora sabes por qué se escuchó ese chasquido al retirar el tapón de cada una de las jeringas. ¡Súbitamente entró el aire!

Al nivelar nuevamente la balanza, nos damos cuenta de que el aire en las dos jeringas tiene una masa de poco más de un décimo de gramo (de hecho, en la ciudad de México el aire tiene una densidad mayor de un gramo por cada litro).

Entonces sabemos que el aire pesa; de hecho, nos está aplastando cotidianamente, pero para fortuna de todos los seres vivos, nuestro organismo está adaptado para vivir con este peso que ejerce sobre nosotros el aire que nos rodea; a esto, por cierto, le llamamos presión atmosférica.

Pero, entonces, ¿qué es la presión?, ¿en qué unidades se mide? Es conveniente contestar estas preguntas antes de seguir hablando de la presión atmosférica.

Decir presión es hablar de apretar, de oprimir, de aplicar una fuerza sobre la superficie de un cuerpo. Así, por ejemplo, aplicamos presión sobre las teclas de un teclado de computadora al trabajar con ella, aplicamos presión sobre el colchón de la cama al sentarnos o acostarnos; también aplicamos presión sobre el suelo con sólo estar parados; también aplicamos presión sobre el líquido contenido en una jeringa, al empujar el émbolo. En resumen, se aplica una presión cuando se ejerce una fuerza sobre una superficie.

Igual que para otras cantidades físicas, para la presión también se tiene un modelo matemático.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la presión está relacionada con la fuerza aplicada y con la superficie sobre la que se aplica.

Imaginemos que tenemos un bloque de hule espuma, del que se usa para elaborar cojines. Disponemos también de dos o tres tabiques. Ahora colocamos el hule espuma sobre una mesa, le colocamos encima un tabique, horizontalmente; el hule espuma se hundirá debido a la fuerza aplicada sobre él; la fuerza, en este caso, es el peso del tabique. Este es un ejemplo evidente de presión sobre un cuerpo. El tabique está ejerciendo una fuerza (su peso) sobre el hule espuma, y la presión se manifiesta en el hundimiento del hule espuma. Ahora, ¿qué ocurre con el hundimiento del hule espuma si sobre el primero se coloca otro tabique?, ¿y si se coloca encima un tercero?

Evidentemente, a más tabiques colocados uno sobre el otro, el hundimiento será cada vez mayor; esto es, la presión sobre el hule espuma aumentará al aumentar la fuerza aplicada sobre él. En resumen, la presión es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

Representando la presión con  $P$  y a la fuerza con  $F$ , esto se escribe así

$$P \propto F$$

Ahora, retiramos los tabiques del hule espuma y permitimos que éste recupere su forma original. Tomamos uno de los tabiques y lo colocamos horizontalmente sobre el hule espuma, como antes. El hule espuma presentará un hundimiento, el cual es proporcional a la presión ejercida sobre él. Podemos observar qué tanto se ha hundido en este caso; luego, ese mismo tabique lo colocamos parado de canto, sobre el hule espuma; ¿cómo es ahora el hundimiento del hule espuma respecto al caso anterior?, ¡es mayor! , y la fuerza aplicada es la misma que en el caso anterior (el peso del tabique) pero el área sobre la que actúa esa fuerza es ahora menor. Ahora, colocamos el tabique en posición vertical, sobre el hule espuma. ¿Cómo es esta vez el hundimiento?, ¡mayor aún!, y es que, aunque sigue siendo la misma fuerza aplicada, ahora actúa sobre un área aún menor. De manera que cuando la fuerza se

ejerce sobre un área grande, la presión es pequeña, y cuando se ejerce sobre un área pequeña, la presión es grande.

Esto es, la presión varía de manera inversa con el área.

Denotando con  $A$  el área, esto se escribe así

$$P \propto \frac{1}{A}$$

Así pues, la presión varía de manera directa con la fuerza aplicada y de manera inversa con el área sobre la que se ejerce. Esto es,

$$P \propto \frac{F}{A}$$

Con esto hemos encontrado el modelo matemático para la presión.

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde la fuerza se mide en newtons y el área en metros cuadrados. Las unidades de la presión son los pascals (1 Pascal = 1 newton/m<sup>2</sup>).

Cabe aclarar que la fuerza aplicada siempre se considera perpendicular a la superficie.

¿Qué significa que la presión varía de manera directa con la fuerza aplicada y de manera inversa con el área sobre la que actúa? Esto nos dice que a mayor fuerza aplicada mayor presión, y que si el área sobre la que se ejerce la fuerza es grande, entonces la presión es pequeña, y la presión será grande si el área sobre la que se ejerce la fuerza es pequeña.

**Ejercicio.** ¿Qué presión sobre el suelo ejercerá un caballo de 500 kg, cuyas cuatro patas tienen herraduras con un área aproximada de 17.5 cm<sup>2</sup> cada una?

$$\begin{aligned} F &= \text{Peso} = mg = (500 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 4900 \text{ N} \\ \text{Área total} &= A_t = (4)(17.5 \text{ cm}^2) = 70 \text{ cm}^2 = 70 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ P &= \frac{F}{A} = \frac{4900 \text{ N}}{70 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \\ &= 70 \times 10^4 \text{ Pa} = 7 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

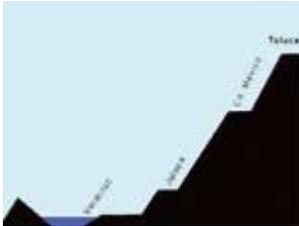
**Ejercicio.** Hacer el cálculo de la presión que ejerce sobre el suelo un elefante de 3.0 toneladas, cuyas cuatro patas tienen un área aproximada de  $147 \text{ cm}^2$  cada una de ellas.

$$F = \text{Peso} = mg = (3 \times 10^3 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 29.4 \times 10^3 \text{ N}$$
$$\text{Área total} = (4)(147 \text{ cm}^2) = 588 \text{ cm}^2 = 588 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{29.4 \times 10^3 \text{ N}}{588 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$
$$= \frac{29.4 \times 10^3 \text{ N}}{5.88 \times 10^{-2} \text{ m}^2} = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Con estos ejercicios numéricos nos damos cuenta de que aunque el caballo pesa menos que el elefante, la presión que ejerce el caballo es mayor que la del elefante debido a la diferencia del área de sus huellas.

Regresemos a la presión atmosférica que, como se mencionó, es la que ejerce el aire atmosférico sobre todos los cuerpos en la superficie de nuestro planeta; y es que, como hemos visto, el aire pesa.



Ahora bien, podríamos preguntar: ¿la presión atmosférica es la misma en todos los lugares del planeta? La respuesta es **no**; y para visualizar esto, basta con recordar que todo cuerpo sumergido en un líquido se encuentra sometido a la presión que éste ejerce sobre él, y que esa presión es mayor si la profundidad es grande. De manera análoga, los cuerpos inmersos en este "océano de aire" están sometidos a la presión que el aire ejerce sobre ellos; y esa presión es mayor cuando la profundidad dentro de ese "océano de aire" es mayor. En términos generales, el "océano de aire" tiene su mayor profundidad a nivel del mar; y si desde ese nivel se camina tierra adentro, se va llegando a lugares que están arriba de ese nivel; esto es, lugares en los que el "océano de aire" es menos profundo, como en las montañas. Por ejemplo, la presión atmosférica en Jalapa es menor que en el puerto de Veracruz, pero en la ciudad de México es menor que en Jalapa y en Toluca es aún menor, ya que al pasar de Jalapa a la ciudad de México y luego a Toluca, se va a lugares cada vez más altos sobre el nivel del mar; esto es, cada vez menos profundos en el "océano de aire".