

PRESIÓN

La presión se define como una fuerza normal que ejerce un objeto por unidad de área, regularmente un fluido. Se habla de presión solo cuando se trata de gas o líquido, mientras que en termodinámica la contraparte de la presión en los sólidos se le llama esfuerzo normal. La presión se define como la fuerza por unidad de área, y tiene como unidad los Newtons por metro cuadrado (N/m^2), a esta unidad también se le conoce como pascal (Pa), en honor al científico Blaise Pascal. Representado matemáticamente será: $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

La unidad de presión pascal es demasiado pequeña para las presiones que se suscitan en la práctica. De ahí que sus múltiplos kilopascal ($1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$) y megapascal ($1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$) se usen más comúnmente. Otras tres unidades de presión de uso extendido, principalmente en Europa, son bar, atmósfera estándar y kilogramo fuerza por centímetro cuadrado:

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} \quad , \quad 1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1.01325 \text{ Bar}, \quad 1 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} = 9.807 \text{ Pa} = 0.9807 \text{ Bar} = 0.9679 \text{ atm}$$

En el sistema inglés, la unidad de presión es la libra fuerza por pulgada cuadrada (lb_f/in^2 , o psi), y $1 \text{ atm} = 14.696 \text{ psi}$. Las unidades de presión kg_f/cm^2 y lb_f/in^2 también se denotan por kg/cm^2 y lb/in^2 , respectivamente, y se usan regularmente en medidores de presión de llantas. Se puede demostrar que $1 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 14.223 \text{ psi}$. La presión también se usa para sólidos como sinónimo de esfuerzo normal, el cual es la fuerza que actúa perpendicularmente a la superficie por unidad de área (Çengel & Boles, 2009).

La presión real en una determinada posición se llama presión absoluta, y se mide respecto al vacío absoluto (es decir, presión cero absoluta). Sin embargo, la mayor parte de los dispositivos para medir la presión se calibran a cero en la atmósfera, por lo que indican la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica local; esta diferencia es la presión manométrica. Las presiones por debajo de la atmosférica se conocen como presiones de vacío y se miden mediante medidores de vacío que indican la diferencia entre las presiones atmosférica y absoluta. Las presiones absoluta, manométrica y de vacío son todas positivas y se relacionan entre sí mediante:

$$P_{\text{manométrica}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \quad P_{\text{vacío}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}}$$

En las relaciones y tablas termodinámicas casi siempre se usa la presión absoluta, en este libro la presión P denotará presión absoluta a menos que se especifique lo contrario. Con frecuencia se agregan las letras “a” (para presión absoluta) y “g” (para presión manométrica) a las unidades de presión (lo que resulta en psia y psig) para especificar esto (Çengel & Boles, 2009).

Variación de la Presión con la Profundidad

La presión de un fluido se incrementa con la profundidad debido a que una mayor cantidad de este descansa sobre las capas más profundas y el efecto de este “peso extra” en una capa inferior se equilibra mediante un aumento de presión. A fin de obtener una relación para la variación de presión con la profundidad, se puede considerar un elemento rectangular de fluido de altura Δz , longitud Δx , y profundidad unitaria en equilibrio (ver Figura 1). Suponiendo que la densidad del fluido ρ es constante, un balance de fuerzas en la dirección vertical z da:

$$\sum F_z = ma_z = 0, P_2\Delta x - P_1\Delta x - \rho g\Delta x\Delta z = 0$$

Al término ρg se le asigna el nombre de peso específico del fluido y se denota con la letra griega γ_s . La presión de un fluido se incrementa de forma lineal con la profundidad. Esto es lo que experimenta un buzo cuando se sumerge en la profundidad de un lago. Para un determinado líquido, la distancia vertical Δz se usa a veces como medida de la presión, y se llama carga de presión. La presión en un fluido en reposo no depende de la forma o sección transversal del recipiente. Cambia con la distancia vertical, pero permanece constante en otras direcciones. De ahí que en un determinado fluido la presión sea la misma en todos los puntos de un plano horizontal (Çengel & Boles, 2009).

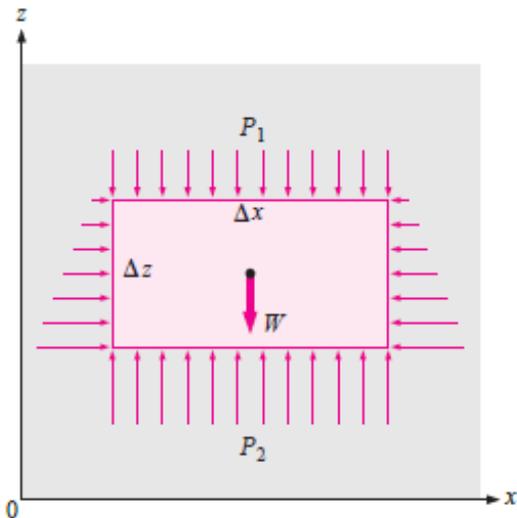


Figura 1. Diagrama de cuerpo libre de un elemento de fluido rectangular en equilibrio (Çengel & Boles, 2009).

Manómetro

El manómetro es un instrumento diseñado para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Se distinguen dos tipos

de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases, comúnmente se usa para medir diferencias de presión pequeñas y moderadas. Un manómetro consta principalmente de un tubo en U de vidrio o plástico que contiene uno o más fluidos como mercurio, agua, alcohol o aceite. Para que el manómetro tenga un tamaño manejable se usan fluidos pesados como el mercurio, si se anticipan grandes diferencias de presión. Si suponemos un manómetro se usa utilizado para medir la presión en un recipiente, donde el fluido que se emplea tiene una densidad relativa de 0.85 y la altura de la columna del manómetro es de 55 cm, como se ilustra en la Figura 2. Si la presión atmosférica local es 96 kPa, podemos determinar la presión absoluta dentro del recipiente a través de:

$$P = P_{\text{atm}} + \rho gh = 96,000 \text{ Pa} + 0.85 \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (0.55 \text{ m})$$
$$= 100,586.175 \text{ Pa} = 100.6 \text{ kPa}$$

(Çengel & Boles, 2009)

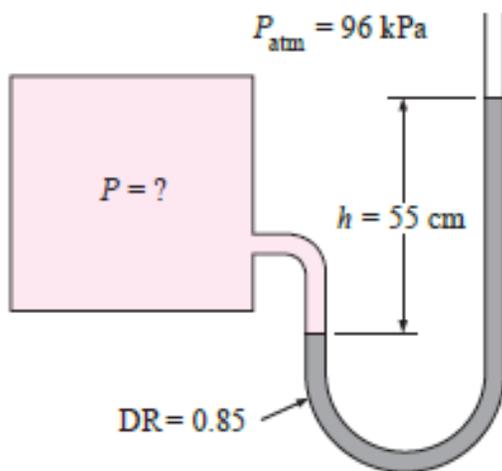


Figura 2. Esquema de un manómetro (Çengel & Boles, 2009).

Barómetro y Presión Atmosférica

La presión atmosférica se mide mediante un dispositivo conocido como barómetro; así, la presión atmosférica se denomina por lo común presión barométrica. como la presión producida por una columna de mercurio de 760 mm de altura a 0°C ($\rho_{Hg} = 13\,595 \frac{kg}{m^3}$) bajo la aceleración gravitacional estándar ($g = 9.807 m/s^2$). Si se usa agua en lugar de mercurio para medir la presión atmosférica estándar, sería necesaria una columna de agua de casi 10.3 metros.

La presión se expresa a veces (en particular esto lo hacen los pronosticadores del clima) en términos de la altura de la columna de mercurio. La presión atmosférica estándar, por ejemplo, es 760 mm Hg a 0°C. La unidad mm de Hg se llama también torr en honor a Torricelli. Por lo tanto, 1 atm = 760 torr y 1 torr = 133.3 Pa. La presión atmosférica estándar P_{atm} cambia de 101.325 kPa al nivel del mar, a 89.88, 79.50, 54.05, 26.5 y 5.53 kPa a altitudes de 1 000, 2 000, 5 000, 10 000 y 20 000 metros, respectivamente. Por ejemplo, la presión atmosférica en Saltillo (altura de 1 610 m) es 83.4 kPa. Recuerde que la presión atmosférica de un sitio es simplemente el peso del aire que se encuentra arriba de ese lugar por área superficial unitaria. Por lo tanto, cambia no solo con la altura sino también con las condiciones climáticas (Çengel & Boles, 2009).

Referencias:

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). *Termodinámica* (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.

Chung, D. D. L. (2001). *Applied materials science: Applications of engineering materials in structural, electronics, thermal, and other industries*. In *Applied Materials Science: Applications of Engineering Materials in Structural, Electronics, Thermal, and Other Industries (First)*. CRC Pr I Llc.