

Curso de Química

Dimensiones y Unidades

Dimensiones y Unidades

¿Cuántas dimensiones existen?

Por definición:

“Dimensión es un concepto básico de medida”

Toda característica que se quiera evaluar, para tener una representación de su valor, se puede definir como una dimensión.

En los sistemas se pueden distinguir dos tipos de dimensiones;

Las **dimensiones básicas**,

Son aquellas que no se pueden representar en función de otra

Las **dimensiones derivadas**

que se definen en función de las básicas

Estudiar las secciones 1.8 y 1.9 del libro de texto

Dimensiones en el Sistema Internacional

Las dimensiones que se muestran a continuación, son las que tendrán un uso en el curso y no la totalidad que representa el sistema.

Dimensiones Básicas Sistema Internacional (SI)

Masa	M
Longitud	L
Tiempo	t
Temperatura	T
Cantidad de sustancia(mol)	n

Dimensiones Derivadas en el Sistema Internacional (SI)

Área	L^2
Volumen	L^3
Velocidad o rapidez	L/t
Aceleración	L/t^2
Caudal, flujo volumétrico o gasto	L^3/t
Flujo másico	M/t
Densidad	M/L^3
Volumen específico másico	L^3/M
Volumen molar	L^3/n
Fuerza = (masa*aceleración)	ML/t^2
Trabajo o Energía = (Fuerza * longitud)	ML^2/t^2
Potencia = Trabajo/tiempo	ML^2/t^3
Presión =Fuerza/L^2	M/Lt^2

Dimensiones y Unidades en el Sistema Inglés

Las dimensiones que se muestran a continuación, son las que tendrán un uso en el curso y no la totalidad que representa el sistema.

Dimensiones y Unidades Básicas

Longitud	L
Fuerza	F
Tiempo	t
Temperatura	T
Cantidad de sustancia	n
Masa	M

Para ser consistente con las definiciones es oportuno hacer la aclaración que la masa se debería de definir como una dimensión derivada y que se expresaría de la siguiente forma:

$$M = F \cdot s^2 / L$$

y que en unidades correspondería a:

$$M = \text{lbf} \cdot \text{s}^2 / \text{ft} = \text{Slug}.$$

En la práctica lo más frecuente es usar la unidad de libra masa

Para evitar la confusión entre fuerza y masa en este sistema se usará en este curso

lbf para la fuerza y lbm para la masa

Unidades en el SI

Masa	M	Kg	Kilogramo
Longitud	L	m	metro
Tiempo	t	s	segundo
Temperatura	T	K	Kelvin
Cantidad de sustancia	n	mol	mol

1 Tonelada = 1000 kg

1 Kg = 1000 g

1 m = 100 cm

1 m = 1000 mm

1 cm = 10 mm

1 día = 24 horas

1 hora = 60 minutos

1 minuto = 60 s

Dimensiones Derivadas y sus unidades en el SI

Área	L^2	m^2
Volumen	L^3	m^3
Velocidad o rapidez	L/t	m/s
Aceleración	L/t^2	m/s^2
Caudal, flujo volumétrico o gasto	L^3/t	m^3/s
Flujo másico	M/t	Kg/s
Densidad	M/L^3	Kg/m^3
Volumen específico másico	L^3/M	m^3/kg
Volumen molar	L^3/n	m^3/mol
Fuerza = (masa*aceleración)	ML/t^2	$Kg.m/s^2 = \text{Newton} = N$
Trabajo o Energía = (Fuerza * longitud)	ML^2/t^2	$Kg.m^2/s^2 = N.m = \text{Joule}$
Potencia = Trabajo/tiempo	ML^2/t^3	$Kg.m^2/s^3 = \text{Joule/s} = \text{watt}$
Presión =Fuerza/ L^2	M/Lt^2	$Kg/m.s^2 = N/m^2 = \text{Pascal}$

Dimensiones y Unidades Básicas en el Sistema Inglés

Longitud	L	ft	Pie
Fuerza	F	lbf	Libra fuerza
Tiempo	t	s	Segundo
Temperatura	T	°R	Grado Rankine
Cantidad de sustancia	n	mol	mol
Masa	M	lbm	Libra masa

1 pie = 1 ft = 12 pulgadas

1 pie = 30.48 cm = 0.3048 m

1 pulgada = 1 inch = 1 in = 2.54 cm

1 lbm = 453.6 g

1 lbm = 16 onzas = 16 oz

Dimensiones y Unidades Derivadas en el Sistema Estadounidense

Área	L^2	ft^2
Volumen	L^3	ft^3
Velocidad o rapidez	L/t	ft/s
Aceleración	L/t^2	ft/s^2
Caudal, flujo volumétrico o gasto	L^3/t	ft^3/s
Flujo másico	M/t	lbm/s
Densidad	M/L^3	lbm/ft^3
Volumen específico másico	L^3/M	ft^3/lbm
Volumen molar	L^3/n	ft^3/mol
Trabajo o Energía = (Fuerza * longitud)	$F.L$	$lbf.ft$
Potencia = Trabajo/tiempo	$F.L/t$	$lbf.ft/s$
Presión =Fuerza/ L^2	F/L^2	Lbf/ft^2

Otras equivalencias de unidades de uso común

De longitud

$$1 \text{ angstrom} = 1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ milla} = 5280 \text{ ft} = 1609.3 \text{ m}$$

De potencia

$$1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}$$

$$1 \text{ hp} = 550 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s}$$

De volumen

$$1 \text{ galón} = 231 \text{ in}^3 = 3785 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ barril (de petróleo)} = 42 \text{ galones}$$

$$1 \text{ litro} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

De energía

$$1 \text{ caloría} = 4.184 \text{ joule}$$

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ calorías}$$

3.4 Masa y peso.

- Es importante hacer la aclaración de estos dos términos:
 - La masa es la cantidad de materia (M)
 - El peso (W) es una fuerza (F)
- Esta fuerza es el resultado de la acción de la aceleración de la gravedad sobre la masa.
 - $F = mg$
 - ¿Cuál es tu peso?
 - Si la respuesta fuera 70 kg
 - al ser el resultado de pesar la respuesta correcta debería ser 70 kgf.

Masa y peso.

¿Cuál es el peso en el SI de la medida de 70 kgf)

- $F = 70\text{kgf}(9.81\text{kg.m/kgf.s}^2) = 686.7 \text{ kg.m/s}^2 = 686.7 \text{ N}$
- ¿A qué masa corresponde el peso de 686.7 N?
- $F=mg$ de aquí obtenemos que:
 - $m=F/g = (686.7 \text{ kg.m/s}^2)/(9.81 \text{ m/s}^2) = 70 \text{ kg}$
- Si la aceleración de la gravedad es constante e igual a 9.81 m/s^2 , la masa y el peso tienen el mismo valor numérico, pero no son la misma dimensión.

Definición de g_c

Si se hace el análisis dimensional de la ecuación :

$$F = ma$$

Donde F = fuerza, m = masa, a = aceleración

$$F = M \left(\frac{L}{t^2} \right) = \frac{ML}{t^2}$$

Lado izquierdo dimensiones de Fuerza , F
Lado derecho dimensiones de ML/t^2

La ecuación no es
dimensionalmente consistente

Se define un factor que multiplicará al lado izquierdo para lograr la consistencia dimensional

$$g_c F = \frac{ML}{t^2}$$

g_c tiene las siguientes dimensiones

$$g_c = \frac{ML}{Ft^2}$$

Valores de g_c

En el SI

$$F = N$$

$$M = \text{kg}$$

$$L = m$$

$$t = s$$

$$g_c = 1.000 \frac{kg * m}{N * s^2}$$

En el ecuador, la aceleración de la gravedad es de $9,7799 \text{ m/s}^2$, mientras que en los polos es superior a $9,83 \text{ m/s}^2$.

El valor que suele aceptarse internacionalmente para la aceleración de la gravedad a la hora de hacer cálculos es de $9,80665 \text{ m/s}^2$

$$g_c = 9.81 \frac{kg * m}{kgf * s^2}$$

$$g_c = 32.174 \frac{lbm * ft}{lbf * s^2}$$

Ejercicios de conversión de unidades

1.72 La circunferencia de un balón de basquetbol aprobada por la NBA es de 29.6 pulgadas. Dado que el radio de la Tierra es de alrededor de 6400 km, ¿Cuántos balones de basquetbol se necesitarían para circundar la Tierra alrededor del Ecuador, con los balones tocándose uno al otro? Redondee su respuesta a un entero con tres cifras significativas.

1.79 La marca mundial en la carrera de una milla a la intemperie para varones (en 1999) es de 3 min 43.13 s. A esa velocidad, ¿cuál sería la marca para una carrera de 1500 m?

1.83 Un volumen de 1.0 mL de agua de mar contiene casi 4.0×10^{-12} g de Au. El volumen total de agua en los océanos es de 1.5×10^{18} m³. Calcule la cantidad total de Au en kg existentes en el agua de mar y su valor en dólares. (46.31 dólares/gramo)

Densidad y Peso específico

- La propiedad que relaciona la masa y el volumen de una sustancia es la densidad, que se define como:

$$\bullet \rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

- La densidad es una propiedad que:
 - para sólidos y líquidos es función de la temperatura.
 - Para los gases es una función de la presión y la temperatura.
 - Para el vapor es función de la temperatura, la presión y la calidad del vapor.

Densidad y Peso específico

- La densidad es una propiedad que se debe determinar experimentalmente, existen manuales técnicos dónde se pueden consultar datos de la densidad de sustancias puras y de algunas mezclas que tienen un uso muy generalizado.
 - Consultar el apéndice D del libro Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química. David M. Himmelblau. Editorial Pearson

Densidad y Peso específico

- Peso específico = Fuerza/ volumen = $\rho \cdot g$

$$Pe = \frac{M}{L^3} \left(\frac{L}{t^2} \right) = \frac{F}{L^3}$$

Densidad relativa. Peso específico relativo p.e.r.

- Densidad relativa es un número adimensional que resulta de dividir la densidad de una sustancia entre la densidad de una sustancia que se toma como referencia.

TABLA D.1 Propiedades físicas de diversas sustancias o compuestos adicionales por cortesía del profesor Carl L. Y Para convertir a kcal/g mol multiplique por 0.2390; para conv

Compuesto	Fórmula	Peso formular	Peso específico relativo (p.e.r.)	P
Acetaldehído	C_2H_4O	44.05	0.78318 ^{74*}	1
Ácido acético	CH_3CHO_2	60.05	1.049	2
Acetona	C_3H_6O	58.08	0.791	1
Acetileno	C_2H_2	26.04	0.9061(A)	1
Aire			1.00	
Amoníaco	NH_3	17.03	0.817 ^{-79*}	1
			0.597(A)	

Densidad relativa, Peso específico relativo (P.e.r.)

- La densidad de referencia para sólidos y líquidos es la densidad del agua pura a 4 oC,
- Que a esta temperatura tiene un valor de 999.972 kg/m^3 (nota la densidad dela agua tiene este valor para un pequeño rango de temperaturas comprendidas entre 3.8 y 4.2 oC)
- En la práctica se toma el valor de 1000.0 kg/m^3 , 1.0000 g/cm^3 o 62.4269 lbm/ft^3

$$DR = \frac{\rho_{\text{Sustancia a una temperatura } T}}{\rho_{\text{Sustancia de referencia a una temperatura } T}} = \frac{\rho_T}{\rho_T}$$

Densidad relativa, Peso específico relativo (P.e.r.)

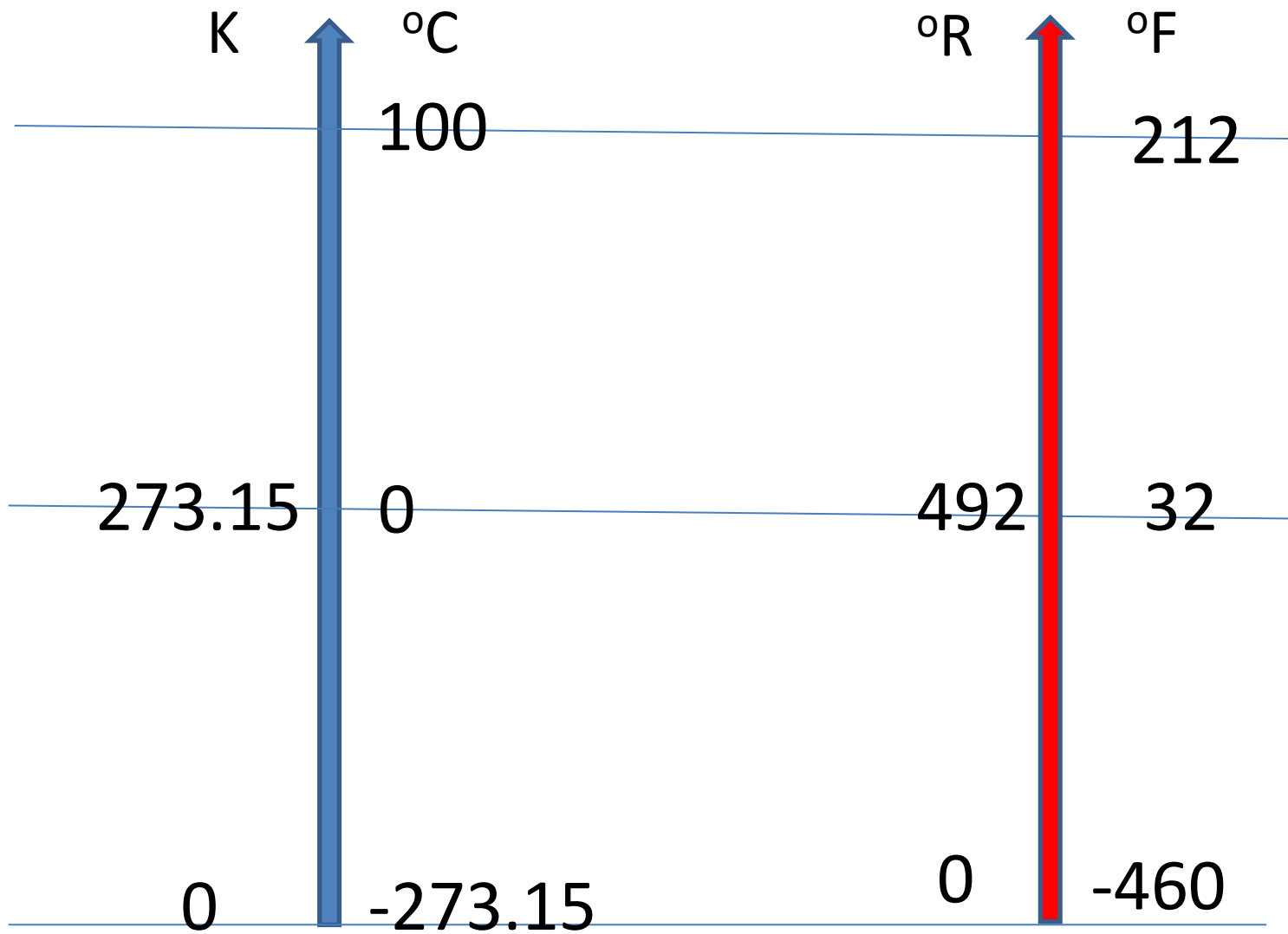
- $P.e.r = \frac{Pe \text{ de la sustancias a una temperatuta } T}{Pe \text{ de la sustancia de ref.a una temp. } T}$
- $P.e.r = \frac{Pe_T}{Pe \text{ de ref. } T}$
- Si la sustancia de referencia es la misma y a la misma temperatura:
- Densidad relativa = Peso específico relativo

Problemas

- 1.56 En la determinación de la densidad de una barra metálica rectangular, un estudiante realiza las mediciones siguientes: 8.53 cm de longitud, 2.4 cm de anchura, 1.0 cm de altura y 52.7064 g de masa. Calcule la densidad del metal con el número correcto de cifras significativas.
- 2. El aire pesa alrededor de 8.0 lb por 100 pies cúbicos. ¿Cuál es su densidad relativa respecto al agua?
- 3. Un tanque puede contener 200 lb de agua ó 132 lb de gasolina a 4 °C. (a) ¿Cuál es la densidad relativa de la gasolina?, (b) ¿Cuál es la densidad de la gasolina en gr/cm^3 y lb/pie^3

Escalas de temperatura

- Definición de Maxwell de la Temperatura
 - *La temperatura de un cuerpo es una medida de su estado térmico considerado como su capacidad para transferir calor a otros cuerpos.*
- En el sistema internacional las escalas de temperatura son
 - Temperatura absoluta Kelvin K
 - Temperatura relativa Celsius °C
- $K = ^\circ C + 273.15$ $\Delta K = \Delta ^\circ C$



Escalas de temperatura

- En el sistema inglés
 - Temperatura absoluta en grados Rankine $^{\circ}\text{R}$
 - Temperatura relativa en Grados Fahrenheit $^{\circ}\text{F}$
- $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$ $\Delta ^{\circ}\text{R} = \Delta ^{\circ}\text{F}$

Conversión entre sistemas

- $^{\circ}\text{R} = 1.8\text{K}$ $^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$

Presión

- La presión se define como la fuerza por unidad de área, es decir:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{L^2}$$

- En el SI la unidades son Newton sobre metro cuadrado
 - $\text{N/m}^2 = \text{Pascal}$
- En el SEI las unidades son libra fuerza por pie cuadrado, lbf/ft^2
 - la práctica se emplea más las unidades de lbf/in^2
 - $\text{lbf/in}^2 = \text{psi}$ (pound square inch).

PRESIÓN HIDROESTÁTICA

- Es la presión que se ejerce sobre una superficie y se debe a la columna de fluido que está sobre de ella. Se evalúa con la ecuación:

- **$P = \rho gh$**

- ρ = densidad
- g = aceleración de la gravedad
- h = altura de la columna de fluido

TIPOS DE PRESIÓN

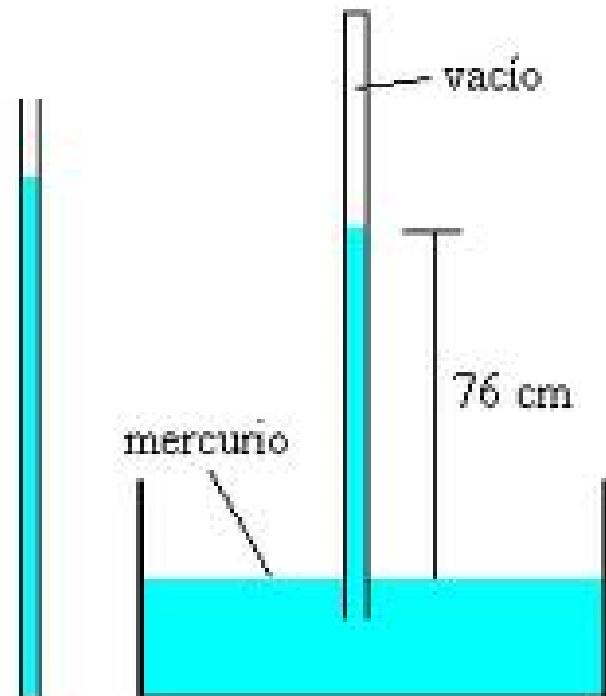
- **Presión Hidroestática ;**
 - Presión debida a la columna de fluido sobre una superficie
- **Presión Atmosférica**
 - Es la presión que ejerce la atmósfera (la columna de aire que esta sobre la superficie y los efectos dinámicos del aire).
 - Esta presión cambia su valor en función de variables como; la altitud, la temperatura y la humedad en la atmósfera.

Presión Atmosférica

- **Presión Atmosférica**

- Debido a la combinación de variables es necesario definir el lugar de medición.
- Esta presión se mide con un **Barómetro**, debido al nombre del instrumento es común que a la presión atmosférica se le llame también presión **barométrica**.

Barómetro



Barómetro



La presión atmosférica

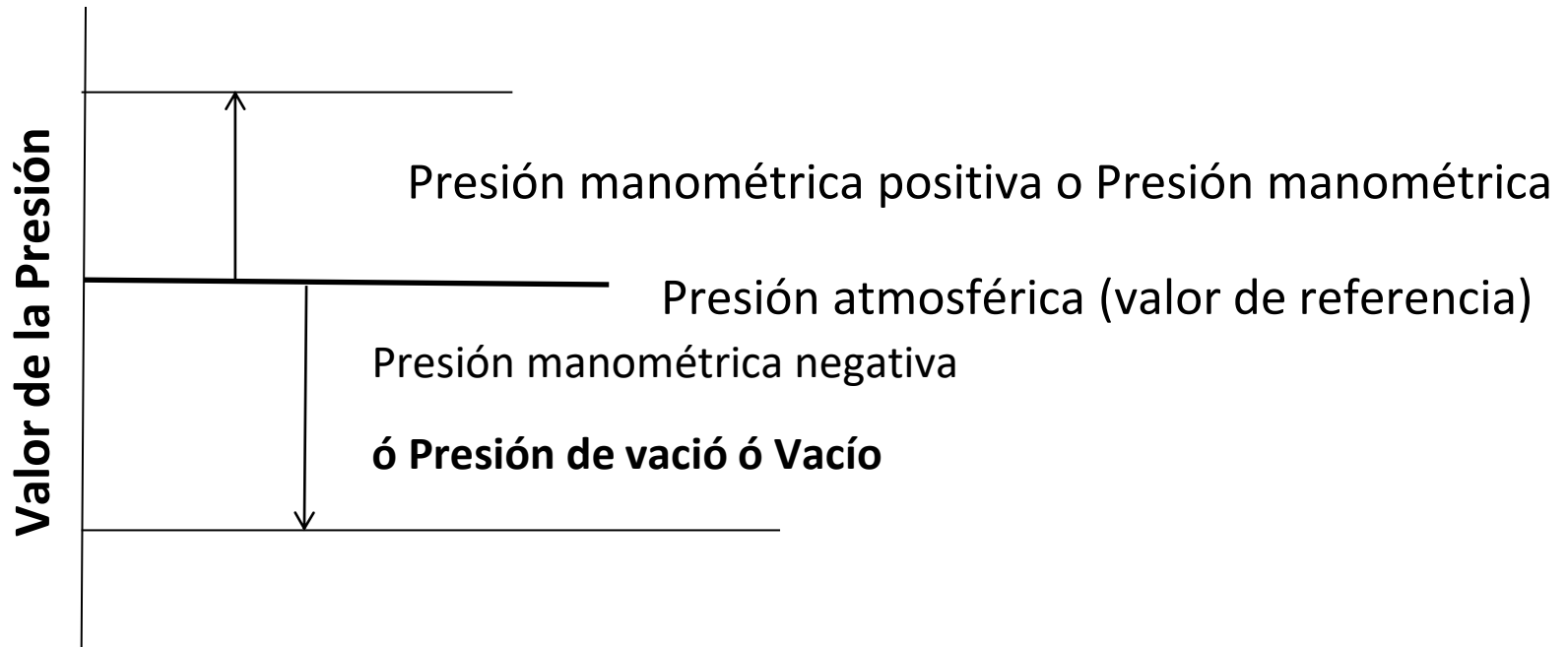
- La presión atmosférica se mide en mm de mercurio (mmHg), como lectura directa de los barómetros de mercurio
- La presión atmosférica al nivel del mar tiene un valor alrededor de 760 mm Hg
- En la medida de que la altitud del lugar con respecto al nivel del mar aumenta, la presión atmosférica disminuye.
- ¡A mayor altura de la montaña, menor presión atmosférica!

Presión estándar

- No se debe de confundir el término
- **atmosfera estándar** con la **presión atmosférica**
- La atmosfera estándar es una **constante** que tiene entre otras, las siguientes equivalencias:
- **1 atmósfera estándar es igual a:**
 - 760 mmHg
 - 101325 Pa = 101.3 Kpa
 - 1.013 bar (1 bar = 100kPa = 100000Pa)
 - 14.7 psi
 - 29.92 pulgadas de Hg.

Presión Manométrica

- Es la medida de la presión que se ejerce sobre un sistema, tomando como referencia la presión atmosférica.
- Debido a que el nivel de referencia es la presión atmosférica, todo manómetro conectado a la atmósfera debe de marcar un valor de cero

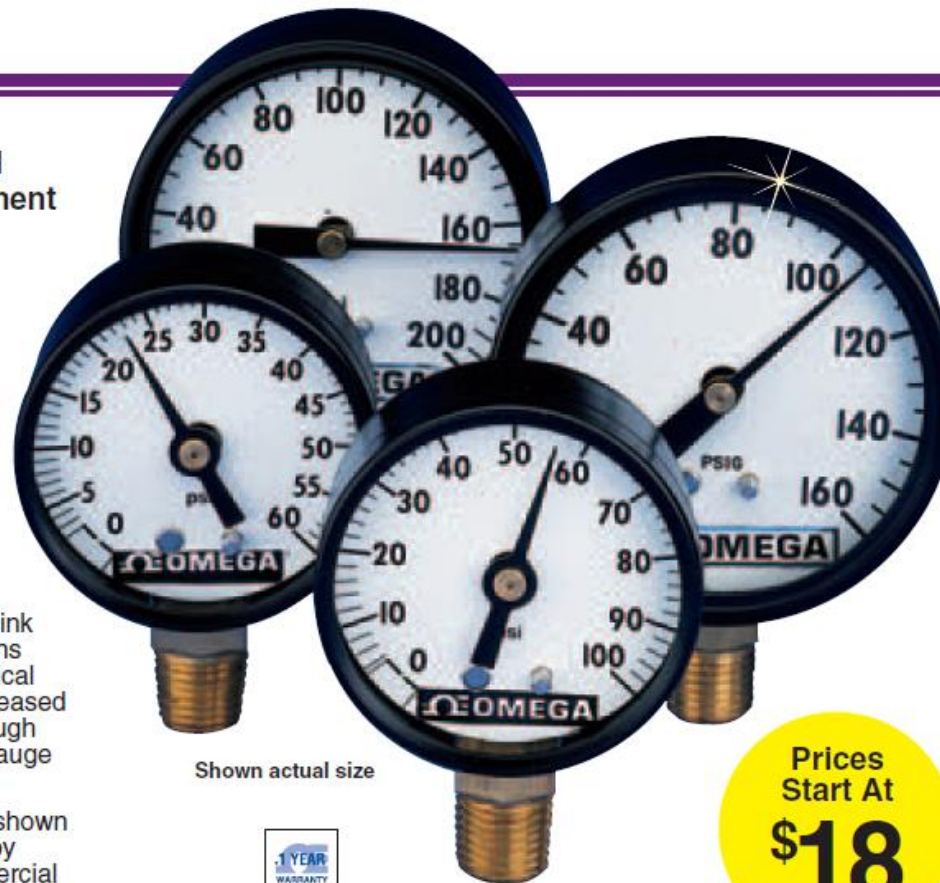


COMMERCIAL GRADE GAUGES TYPE C

- ✓ Economically Priced
- ✓ Long Lasting Movement
- ✓ Durable Construction
- ✓ Stocked Ranges for Fast Delivery

The OMEGA® Spring Suspended Movement represents the new look of the future. Wearing parts have been reduced to a minimum. The entire movement is now suspended between two springs, the Bourdon tube above and the link below. For the user, this means greater resistance to mechanical shock and vibration. This increased resistance to the effects of rough usage contributes to longer gauge life.

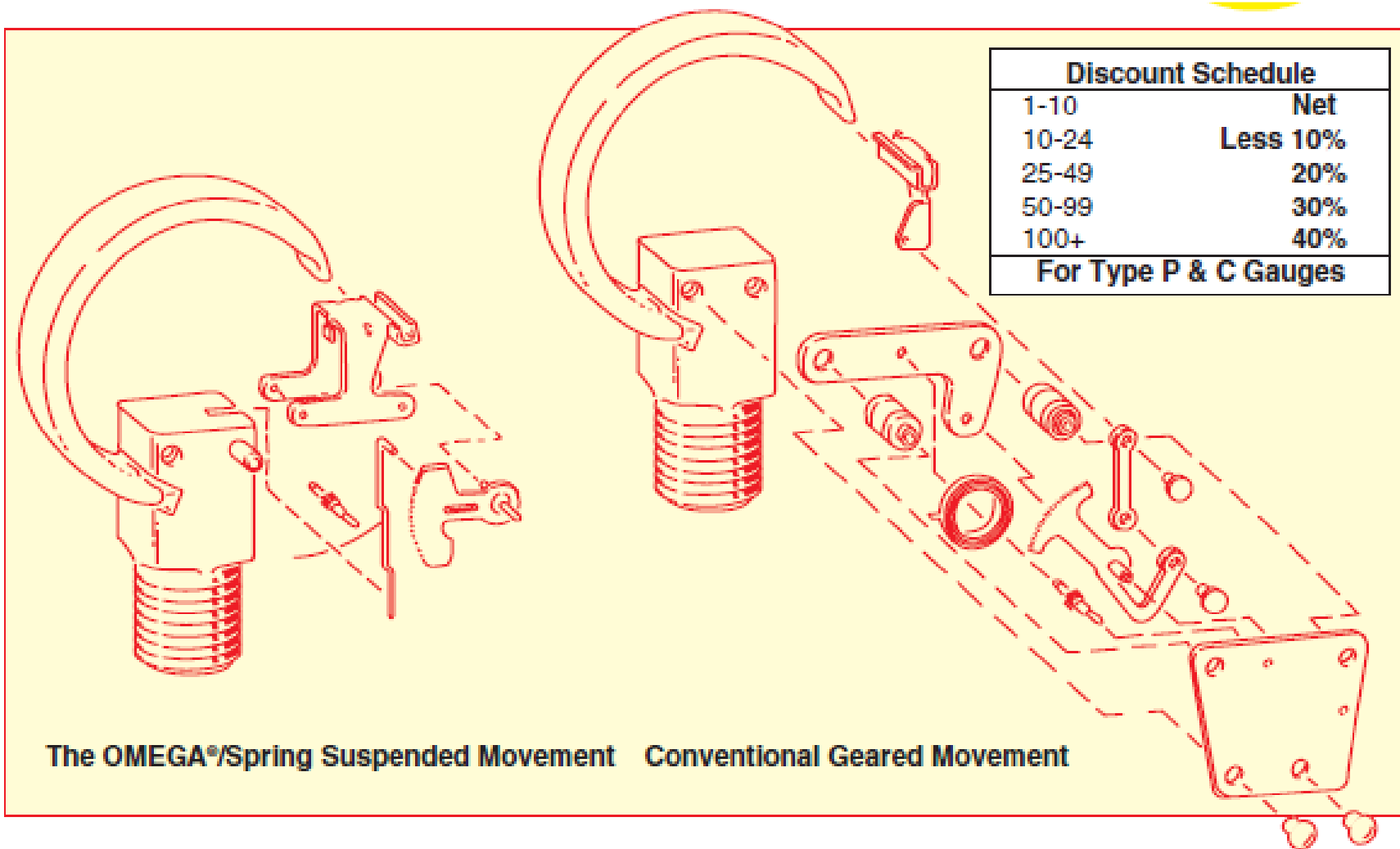
The conventional movement shown here is typical of those used by most manufacturers of commercial pressure gauges.



Shown actual size



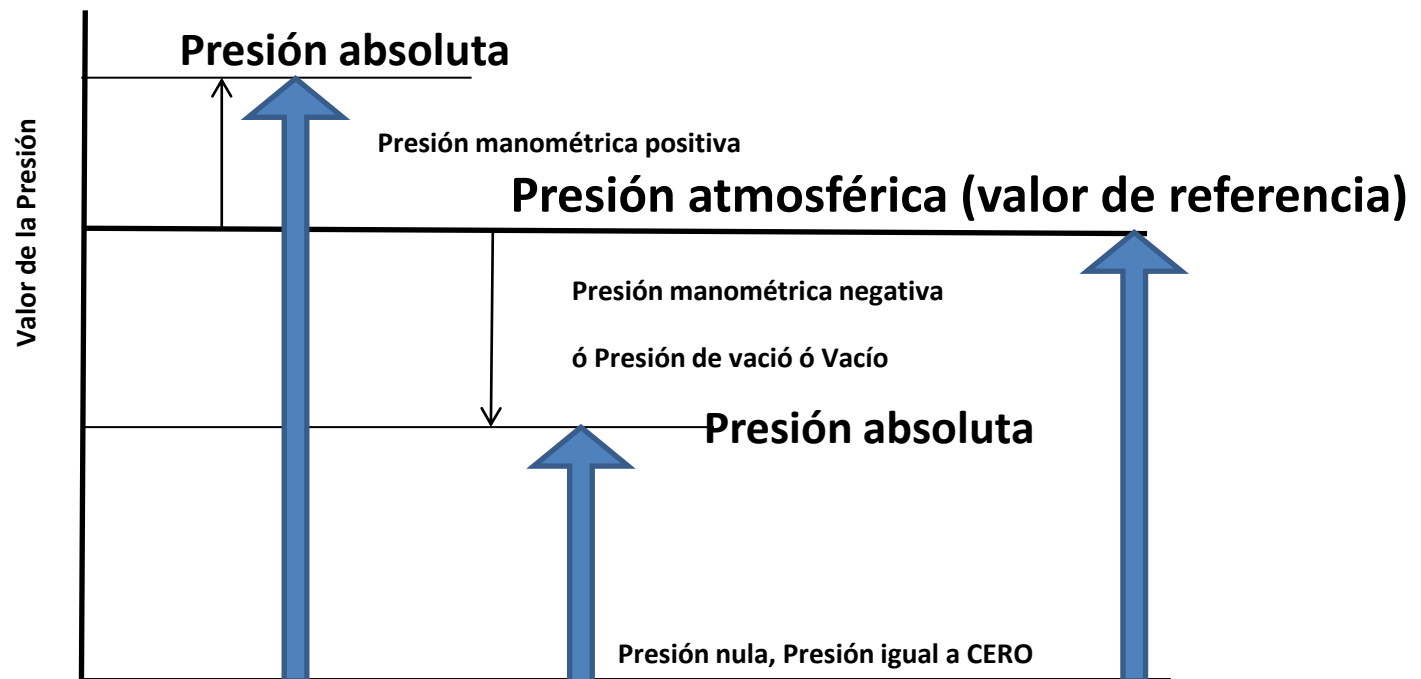
Prices
Start At
\$18



The OMEGA®/Spring Suspended Movement Conventional Geared Movement

Presión Absoluta

- Dado que la presión atmosférica no es constante, ya que su valor depende; de la altitud, temperatura y humedad, es necesario establecer una referencia con un valor constante.
- Esta referencia es la presión nula, es decir una presión igual a Cero



Presión Absoluta

- **Presión Absoluta**

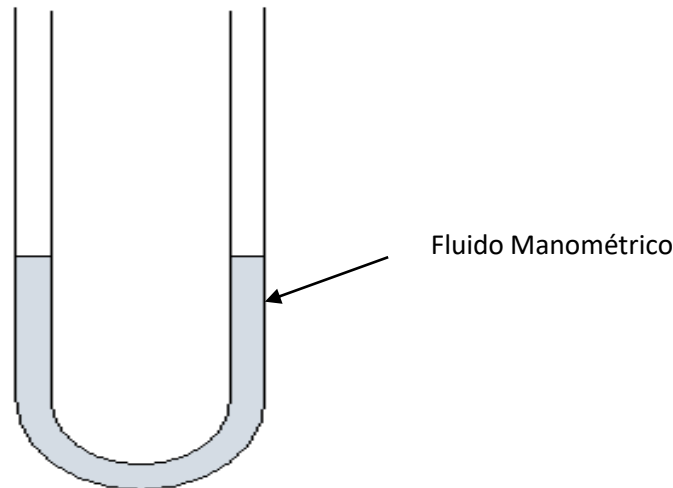
- La presión que se mide teniendo como referencia la presión cero.
- Es la suma de la presión atmosférica y la presión manométrica.

- $Presión\ Absoluta = Patmosférica + Presión\ Manométrica$
- $Presión\ Absoluta = Patmosférica - Presión\ de\ vacío$
- $Presión\ absoluta = Patmosférica \pm Presión\ Manométrica$

Manómetros en U

- Este tipo de manómetros recibe el nombre de su forma
- y trabaja bajo el principio de la presión hidrostática.

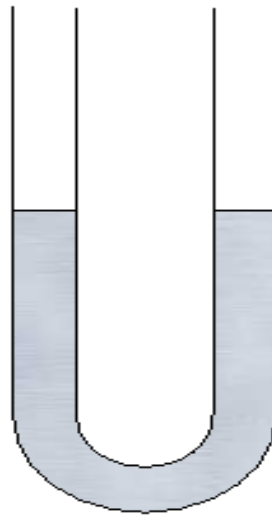
Manómetro en U



Manómetros en U

- Dependiendo del valor de la presión en cada uno de los lados de la U se tienen los siguientes casos:
- 1 La presión del lado izquierdo igual a la presión del lado derecho $P_1 = P_2$

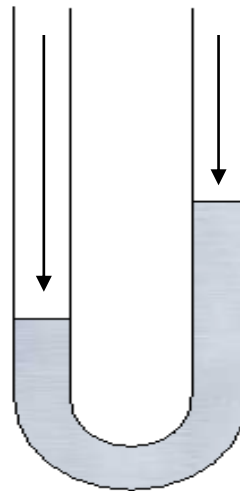
$$P_1 = P_2$$



Manómetros en U

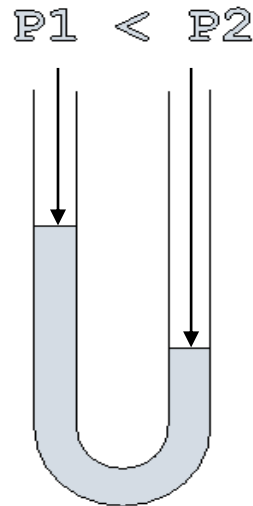
2 La presión del lado izquierdo mayor que la presión del lado derecho $P_1 > P_2$

$$P_1 > P_2$$



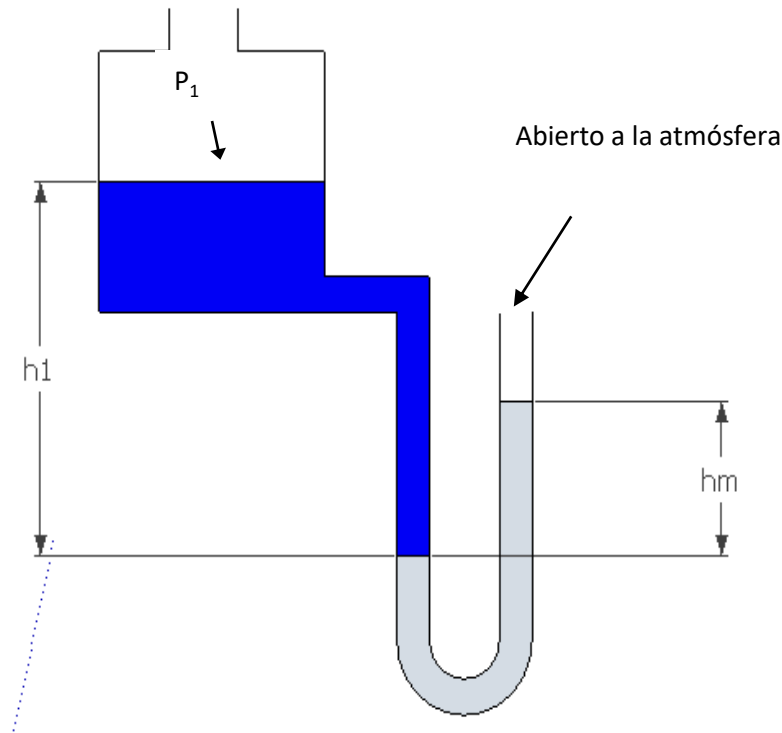
Manómetros en U

- 3 La presión del lado izquierdo menor que la presión del lado derecho $P_1 < P_2$

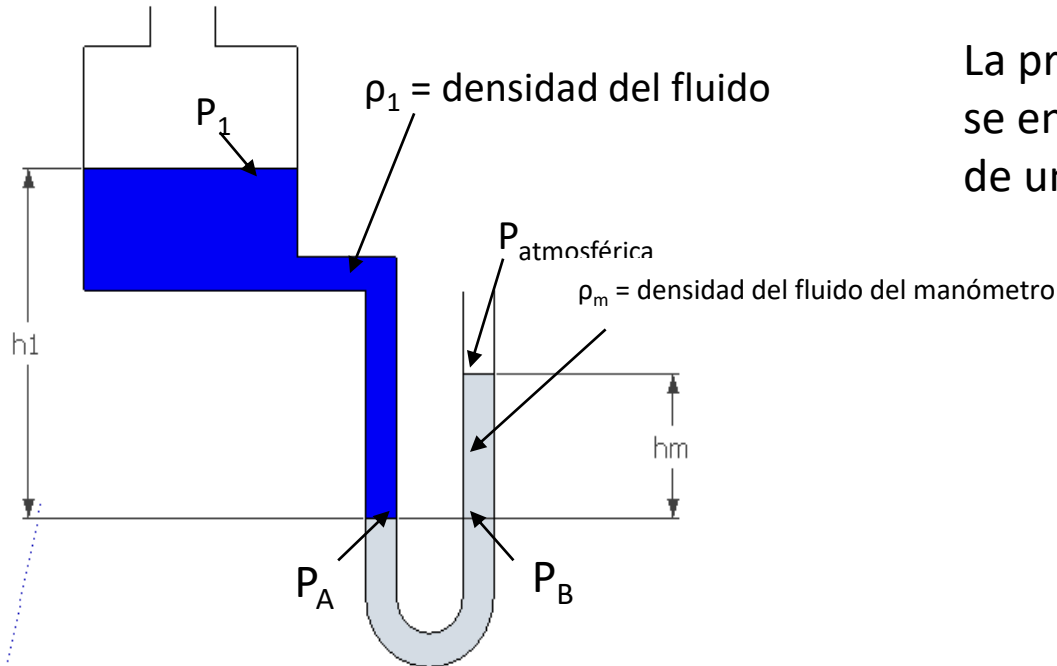


Manometría

- Para el análisis del manómetro se debe tomar en cuenta su instalación y se pueden presentar tres casos.
- Caso 1 Uno de los lados del manómetro se conecta al sistema y el otro permanece abierto, con la finalidad de que de ese lado se ejerza la presión atmosférica.



Análisis del manómetro:



La presión P_A es igual a la P_B , dado que se encuentran a la misma altura dentro de un mismo fluido.

$$P_A = P_B \quad P_A = P_1 + \rho_1 g h_1$$

$$P_B = P_{\text{atmosférica}} + \rho_m g h_m$$

$$P_1 + \rho_1 g h_1 = P_{\text{atmosférica}} + \rho_m g h_m$$

$$P_1 = P_{\text{atmosférica}} + \rho_m g h_m - \rho_1 g h_1$$

Un caso particular es cuando la P_1 es la presión atmosférica, es decir si el depósito está abierto a la atmósfera, en este caso la ecuación se reduce a:

$$P_{\text{atmosférica}} + \rho_1 g h_1 = P_{\text{atmosférica}} + \rho_m g h_m$$

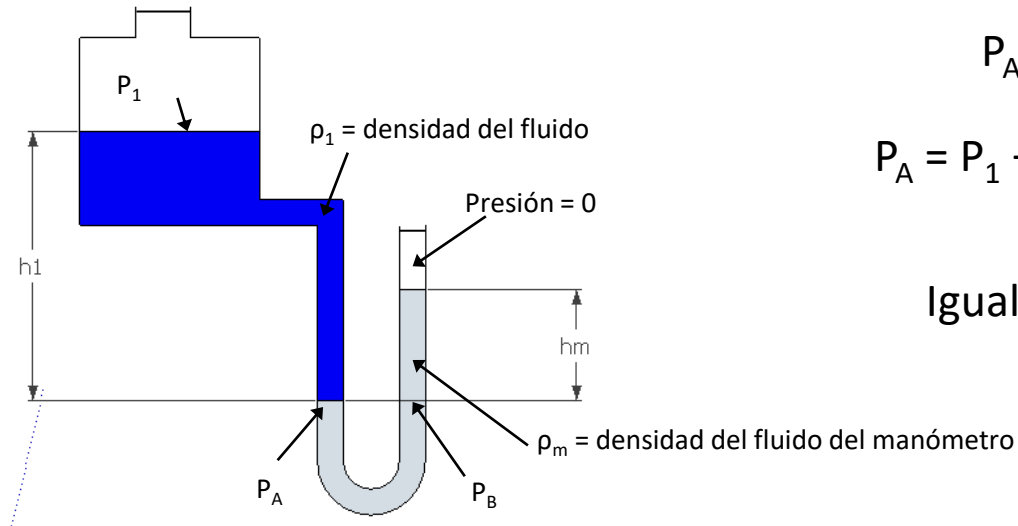
$$\rho_1 g h_1 = \rho_m g h_m$$

$$h_1 = \frac{\rho_m * g * h_m}{\rho_1 * g} = \frac{\rho_m * h_m}{\rho_1}$$

La ecuación resultante permite calcular la altura equivalente a una lectura (h_m) del manómetro.

Análisis del manómetro:

Caso 2 .- Uno de los extremos conectado al sistema y el otro lado sellado hermeticamente manteniendo una presión determinada, en la mayoría de los casos la presión del lado cerrado es la presión nula, es decir $P = 0$



$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_1 + \rho_1 g h_1$$

$$P_B = 0 + \rho_m g h_m$$

Igualando las ecuaciones

$$P_1 + \rho_1 g h_1 = 0 + \rho_m g h_m$$

$$P_1 = \rho_m g h_m - \rho_1 g h_1$$

Ejemplos

- 1 Un día soleado a las 14:30 hr. El barómetro indica una lectura de 720 mmHg. El manómetro conectado al tanque que contiene aire a presión indica una lectura de 28 psig. Determine; a) La presión manométrica en mmHg, b) La presión absoluta en atmósferas.
- 2 Las llantas de un auto se inflan a 32 libras, en la ciudad de Guadalajara, en dicha ciudad la presión atmosférica promedio es de 635 mmHg. ¿Cuál será el valor de presión en las llantas que indique el manómetro al nivel del mar? Nota: Considere que al nivel del mar la presión barométrica promedio es de 760mmHg.
- 3 El manómetro instalado en una máquina de empacado al alto vacío indica una lectura de 94000 Pa, la norma del departamento de calidad estable que la presión absoluta en el empacado de los productos debe de ser 1mmHg, para asegurar la conservación de los productos. La presión barométrica en el área de empacado es de 700mmHg. ¿Es adecuado el funcionamiento de la máquina de empacado?

Problemas propuestos

1 Convertir la presión absoluta de 84230 pa a:

Atmósfera, b)psia c) bar , d) mmHg e)metros de agua, f) kgf/cm^2

2 Determinar la presión absoluta en un tanque de almacenamiento de oxígeno, si el manómetro indica 200 atmosfera, la temperatura al momento de la lectura fue de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el barómetro indicaba 700 mmHg. Expresa sus resultados en:

Atmosferas

Psia

Bares

3 En neumática se emplean ventosas para sujetar una diversidad de objetos. Las ventosas ejercen la fuerza debido al vacío que se aplica en dicho dispositivo. Se dispone de ventosas de 30mm de diámetro y la presión atmosférica es de 83400 pascales. Determine el número de ventosas requerido para levantar un objeto con un peso de 10 kg.