

# Vacuómetro McLeod

## El primer patrón de medio vacío

El vacuómetro McLeod es un vacuómetro de presión absoluta, analógico con escala cuadrática (no logarítmica), es clasificado junto con la columna de tubo en 'U' como un vacuómetro de lectura directa, dado que se basa en el desplazamiento físico de una 'pared', siendo esta 'pared' el nivel del menisco de la columna de mercurio, este instrumento es un vacuómetro de método primario dado que basa su medición en las magnitudes de volumen y altura.

Este vacuómetro fue inventado por McLeod en 1874 (siglo XIX), mide presiones absolutas más pequeñas que una columna de mercurio, cubre dos a cuatro décadas dentro del alcance de 1 mTorr a 100 Torr.

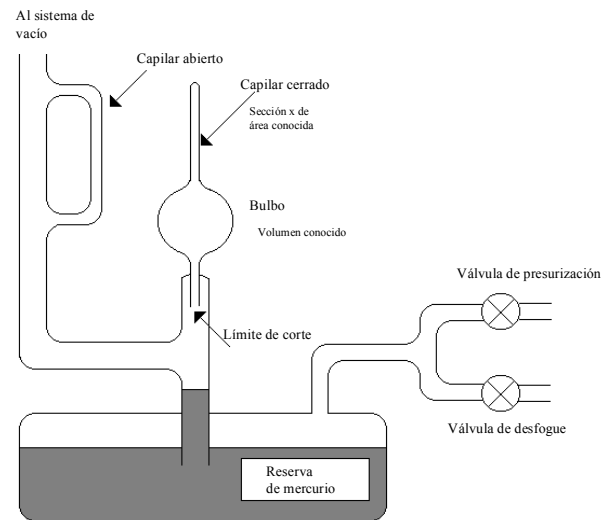
El McLeod es toda una artesanía en vidrio, la cual consiste en un bulbo con un tubo capilar cerrado en su extremo superior, y un tubo de conexión al sistema de vacío con un capilar abierto en paralelo para comparación, así como un sistema por presurización o inclinación para elevar el mercurio y comprimir la muestra de gas atrapada en el bulbo, existen McLeod con dos capilares de medición, el vacuómetro McLeod es también conocido como vacuómetro de compresión.

En MetAs hemos tenido la oportunidad de calibrar vacuómetros McLeod de las marcas 'Stokes Vacuum', 'Pennwalt', 'Kinney Vacuum' & 'Leybold-Heraeus', encontrando que llegan a tener errores de hasta  $\pm 100\%$  de la lectura ( $\pm 1$  década).

### *Somos su Relevo a la Calidad*

La Guía MetAs, es el boletín periódico del laboratorio de metrología MetAs, S.A. de C.V. En el se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos, y en fin con todos aquellos interesados o relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000. Cd. Guzmán, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 13 16 91  
E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx



Componentes del Vacuómetro McLeod

#### Laboratorio de Metrología:

Presión

Alto Vacío

Temperatura

Humedad

Eléctrica

Instrumentación Industrial

Entrenamiento & Consultoría

## Principio de operación

El vacuómetro McLeod comprime con mercurio, una muestra del gas del sistema bajo medición con el propósito de lograr mayor sensibilidad aplicando la ley de Boyle & Mariotte ( $P \cdot V = P' \cdot V' = \text{Cte.}$ ).

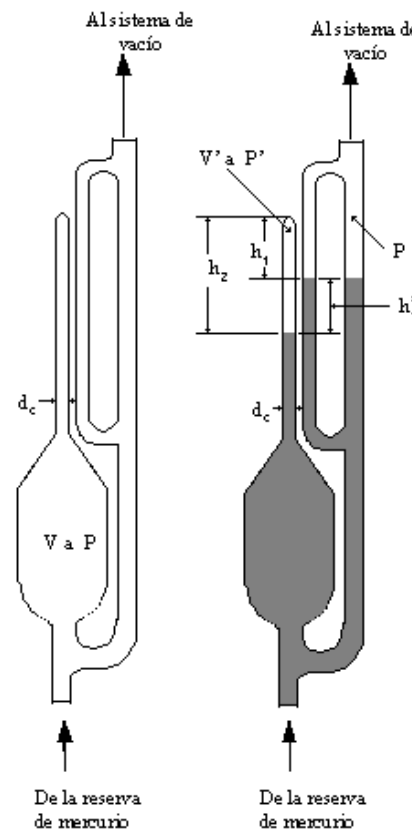
La presión absoluta medida por el McLeod se determina en su forma mas sencilla con la ecuación:

$$P = (a_c \cdot h_2 / V) \cdot (h_2 - h_1)$$

donde:  $P$  (Torr),  $h_1$  &  $h_2$  (mm),  $a_c$  (mm<sup>2</sup>) y  $V$  (mm<sup>3</sup>), normalmente  $h_1$  es igual a cero.

El principio de compresión permite solamente la medición de la presión parcial de gases no condensables. Para obtener mediciones adecuadas se requiere de condiciones de mucha limpieza. No permite lecturas continuas y no mide las presiones de vapor, razones por las que ya no es muy utilizado, además de que es muy frágil.

Todos los instrumentos con mercurio tienen que ser manejados cuidadosamente para evitar el derrame de mercurio, así como utilizar trampas para los vapores de mercurio. ¡El vapor de mercurio es tóxico y peligroso para la salud!



Operación del Vacuómetro McLeod

## Alcance & exactitud de medición

La exactitud de los McLeod de acuerdo con especificaciones de los fabricantes, es del orden de 1,5 % de la longitud de la escala, es decir; si la escala graduada tiene una longitud típica de 115 mm, su exactitud será equivalente a la presión graduada en  $\pm 1,7$  mm de la escala.

A temperatura ambiente la presión de vapor de mercurio es de  $\approx 0,1$  Pa ( $\approx 1 \cdot 10^{-3}$  Torr) lo cual limita su capacidad de medición

en el alcance de 100 Pa a 0,1 Pa (1 Torr a  $1 \cdot 10^{-3}$  Torr) alcance conocido como *medio vacío*. Es común encontrar McLeod con los siguientes alcances de medición: 0,01 a 50  $\mu\text{mHg}$ ; 0,1 a 500  $\mu\text{mHg}$ ; 1 a 5 000  $\mu\text{mHg}$ ; 0,01 a 50 mmHg.

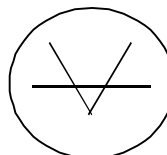
### Factores de conversión:

133,322 368 Pa = 1 Torr  $\equiv$  1 mmHg @ 0 °C  
 1 mmHg = 1 000 mTorr = 1 000  $\mu\text{mHg}$

El vacuómetro  
 McLeod  
 surgió en 1874

## Alternativas de nuevas tecnologías

El McLeod ha sido cada vez más reemplazado por sensores electrónicos modernos, de conductividad térmica como el tipo Pirani (Pirani, 1906), Convección y el tipo Termopar (Voegelé, 1906) y sensores mecánicos como el diafragma capacitivo (Olsen & Hirst, 1929), los cuales cubren ampliamente el alcance de medio vacío con mucho mejor exactitud.



Vacuómetro (sensor)  
 símbolo DIN 28 401

### Referencias:

- Aranda, V. 1995. Curso: tecnología de vacío. CENAM-México.
- Hablanian, M. H. 1990. High-vacuum technology, a practical guide. Marcel Dekker, Inc. P. 324-326.
- Peacock, R. N. & Lafferty, J. M. 1998. Foundations of vacuum science and technology, vacuum gauges. John Wiley & Sons, Inc. P. 379-381.