

Medición del vacío: Presión

Rangos de Vacío	Presión [mb]
Bajo	1000 - 1
Medio	1 - 10^{-3}
Alto	10^{-3} - 10^{-8}
Ultra-Alto	10^{-8} - 10^{-12}

- Pascal (SI) $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$
- bar/mbar $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$
- Torr o mmHg $760 \text{ Torr} = 1013.25 \text{ mbar}$
- Atmósfera $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr} = 1013.25 \text{ mbar}$

Fundamentals of Vacuum Technology. www.leybold.com

A. Roth. Vacuum Technology (1990)

Igor Bello. Vacuum and Ultravacuum: Physics and Technology(2018)

Medición de Presión

- Métodos directos (fuerza) . En general no dependen del Gas.

$P > 10^{-4} \text{mb}$

- Métodos indirectos: Propiedad del gas que esté relacionada con la Presión. (Viscosidad, Conductividad Térmica, Ionización, adsorción,...). Depende del gas.

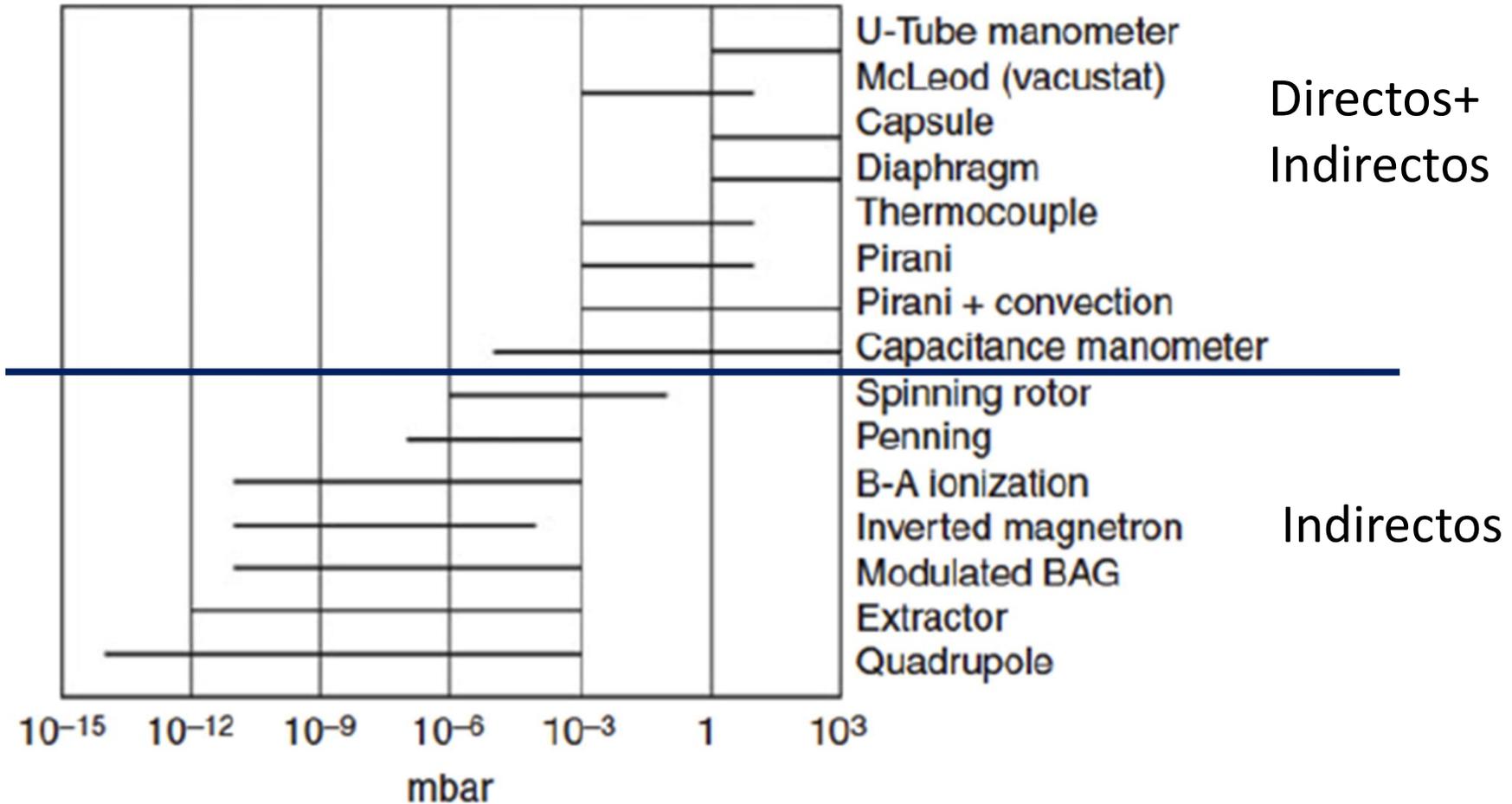
- Presión Total

- Presión Parcial $\text{N}_2, \text{O}_2, \text{CO}_2, \text{etc}$

- Presión Absoluta

- Presión Diferencial

Medición del vacío



Los valores de presión que se quiere medir
varían enormemente $\rightarrow 10^{15}$

Métodos

Métodos Directos

Líquido

- Manómetros de Hg
- McLeod

Elementos Elásticos

- Bourdon
- Capacitancia

Indirectos

Conductividad

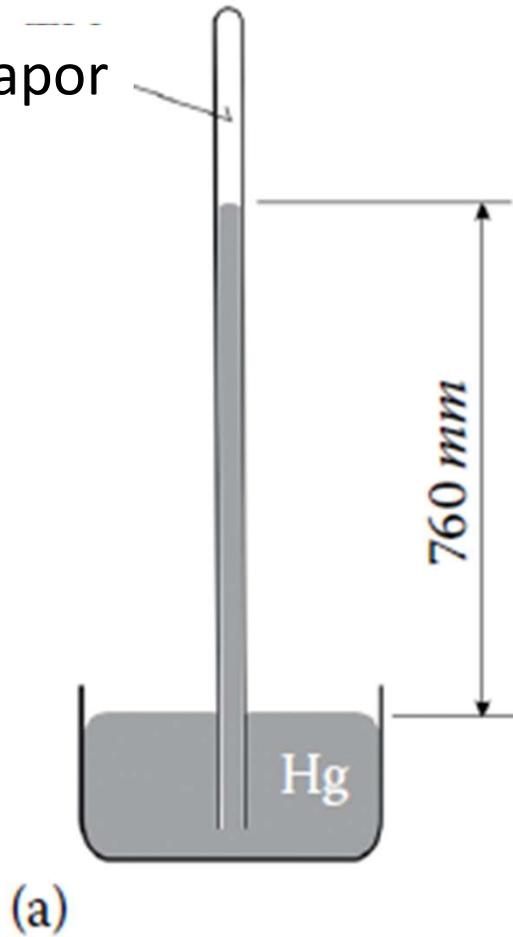
- Pirani
- Termocupla

Ionización

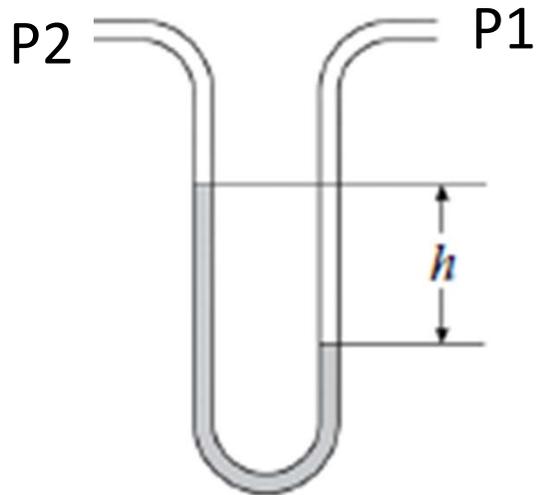
- Bayard-Alpert

Evangelista Torricelli. 1643

Hg Presión de Vapor
 1.82×10^{-3} Torr
20 °C.

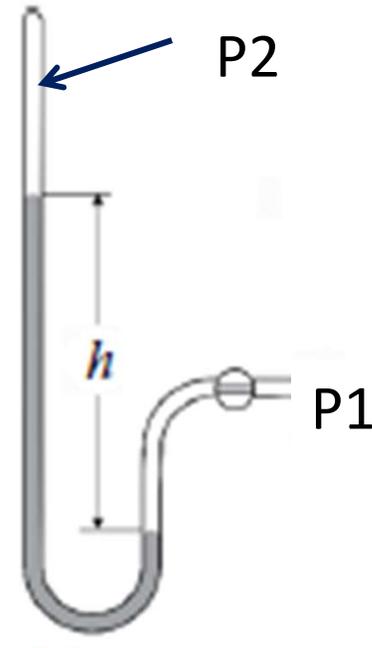


Tubo en U



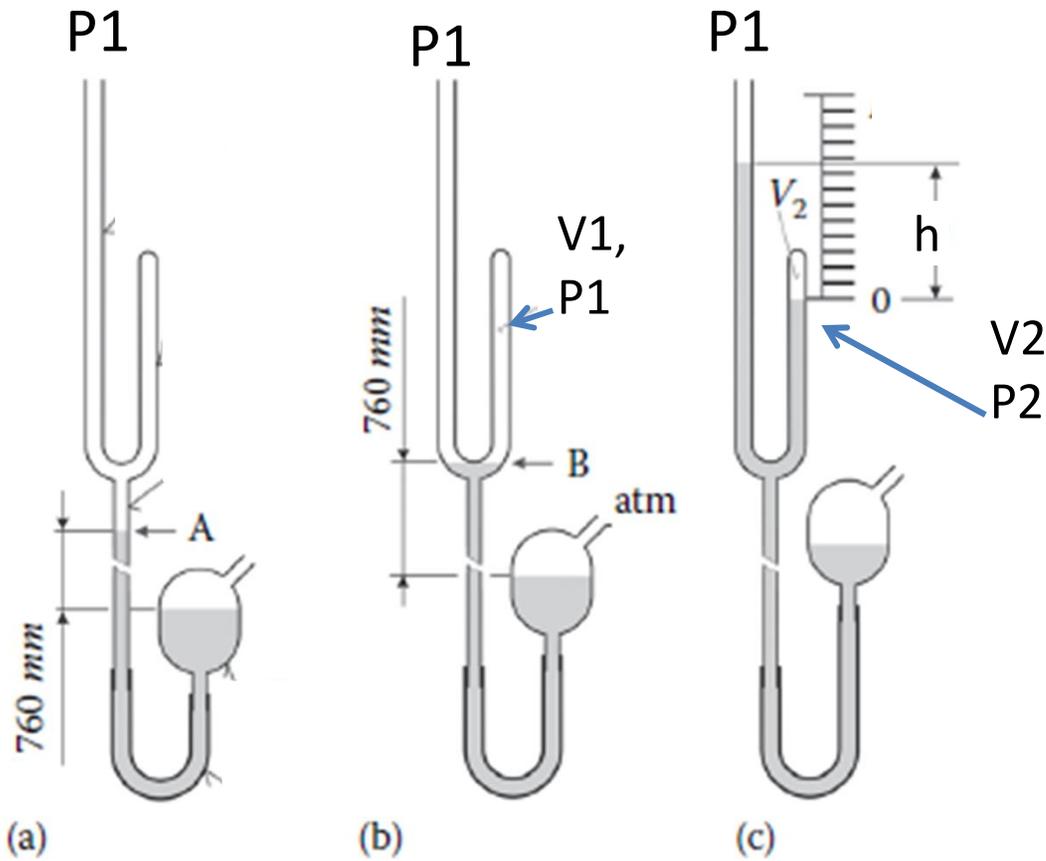
$$P1 = P2 + \rho g h$$

ρ = Densidad del líquido .



Independiente del Gas. Diferencial
P = 1000-1 mb. P2 = presión de referencia.
Absoluto si $P2 \ll P1$

MacLeod de Compresión



Ley de Boyle

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = \rho g h + P_1$$

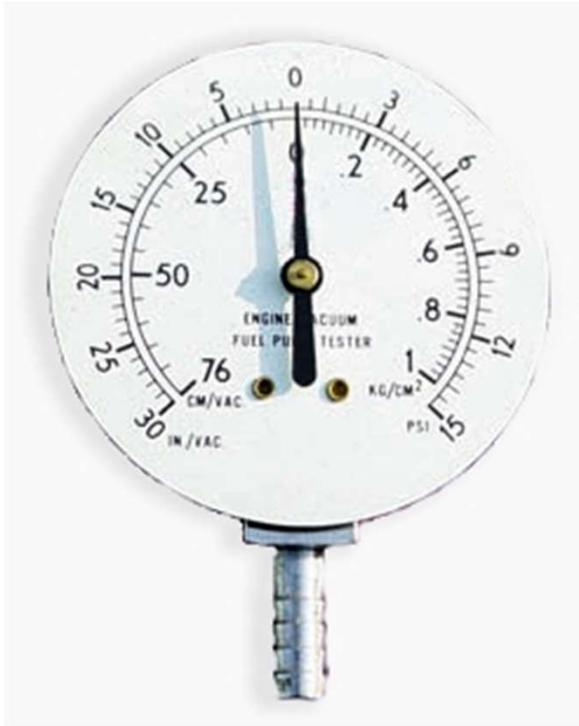
$$P_1 = h [\rho g V_2 / (V_1 - V_2)]$$

Absoluto (Gases no condensables)

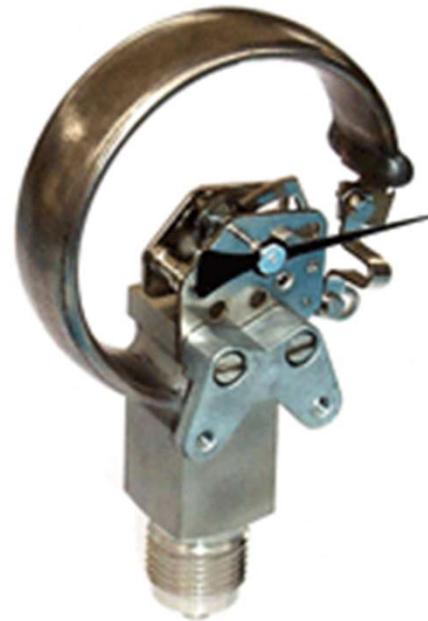
Independiente del Gas.

Mejora la sensibilidad ($V_2 \ll V_1$) $P = 1-10^{-4}$ mb

Manómetro de Bourdon



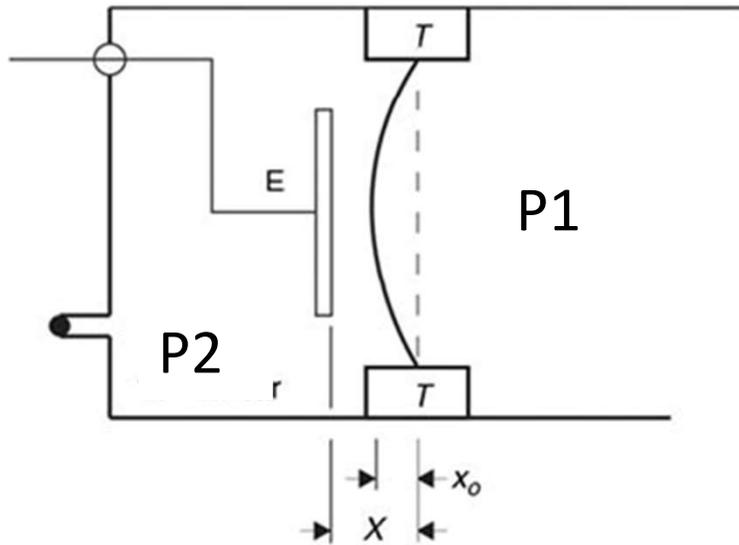
P_1



P_1

Independiente del Gas. $P = 1000$ a 10 mbar
Diferencial

Manómetro de Capacitancia



$$C = \epsilon A / (X - x_0)$$

$$P_2 = 10^{-6} \text{ mb}$$

Cámara de referencia
estabilizada en Temperatura

Independiente de Gas.

$$P = 1000 - 10^{-4} \text{ mb}$$

Absoluto. ($P_2 \ll P_1$).

Métodos

Métodos Directos

Líquido

- Manómetros de Hg
- McLeod

Elementos Elásticos

- Bourdon
- Capacitancia

Indirectos

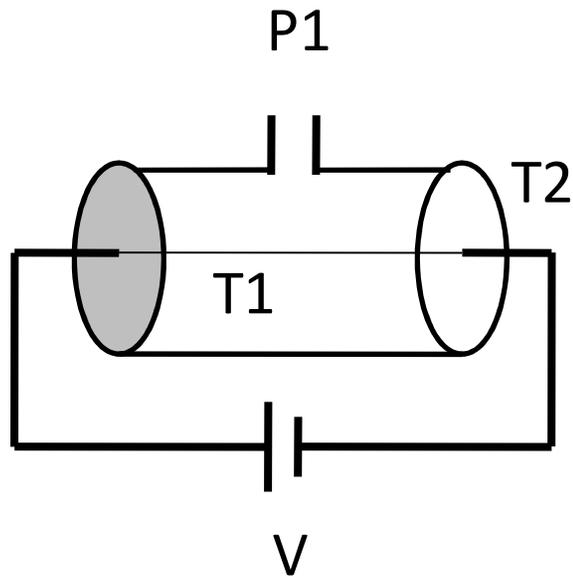
Conductividad

- Pirani
- Termocupla

Ionización

- Bayard-Alpert

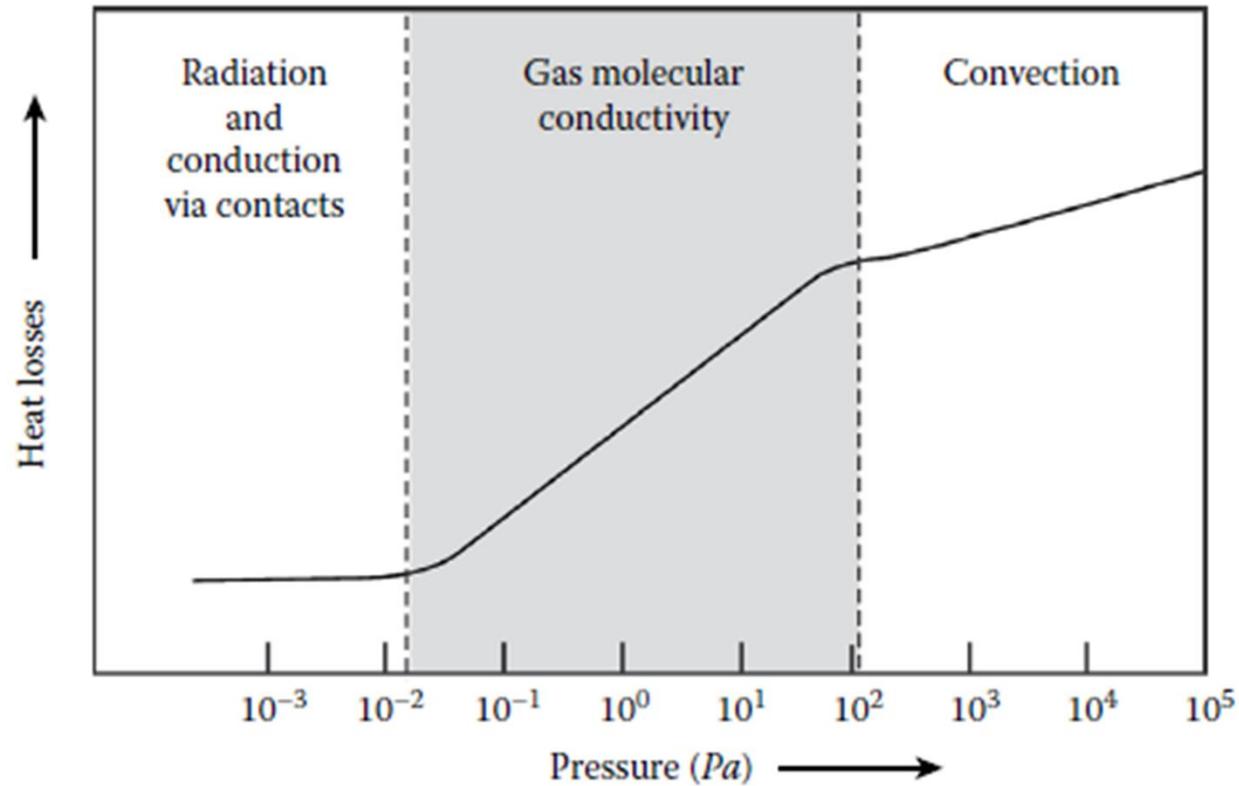
Manómetro Pirani: Transferencia de Calor en una gas



Filamento Caliente $T1$
Pared a $T2$ ($<T1$)
Cámara de Vacío $P1$

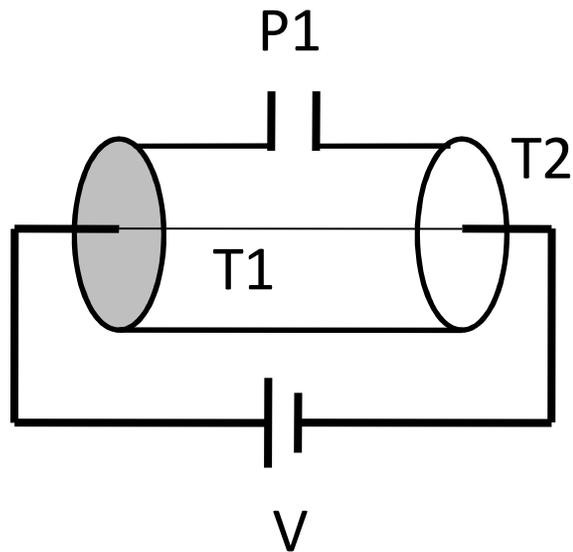
Camino libre medio (λ) del orden distancia paredes- filamento (10 mm)
Rango $1 - 10^{-3}$ mb. Conductividad depende de la densidad del gas \rightarrow Presión.

Manómetro Pirani: Transferencia de Calor en una gas



- Rango 1 – 10^{-3} mb. ($100 - 10^{-1}$ Pa). Si se incluye convección se extiende hasta Presión atmosférica
- Absoluto- Depende del Gas

Manómetro Pirani: Transferencia de Calor en una gas



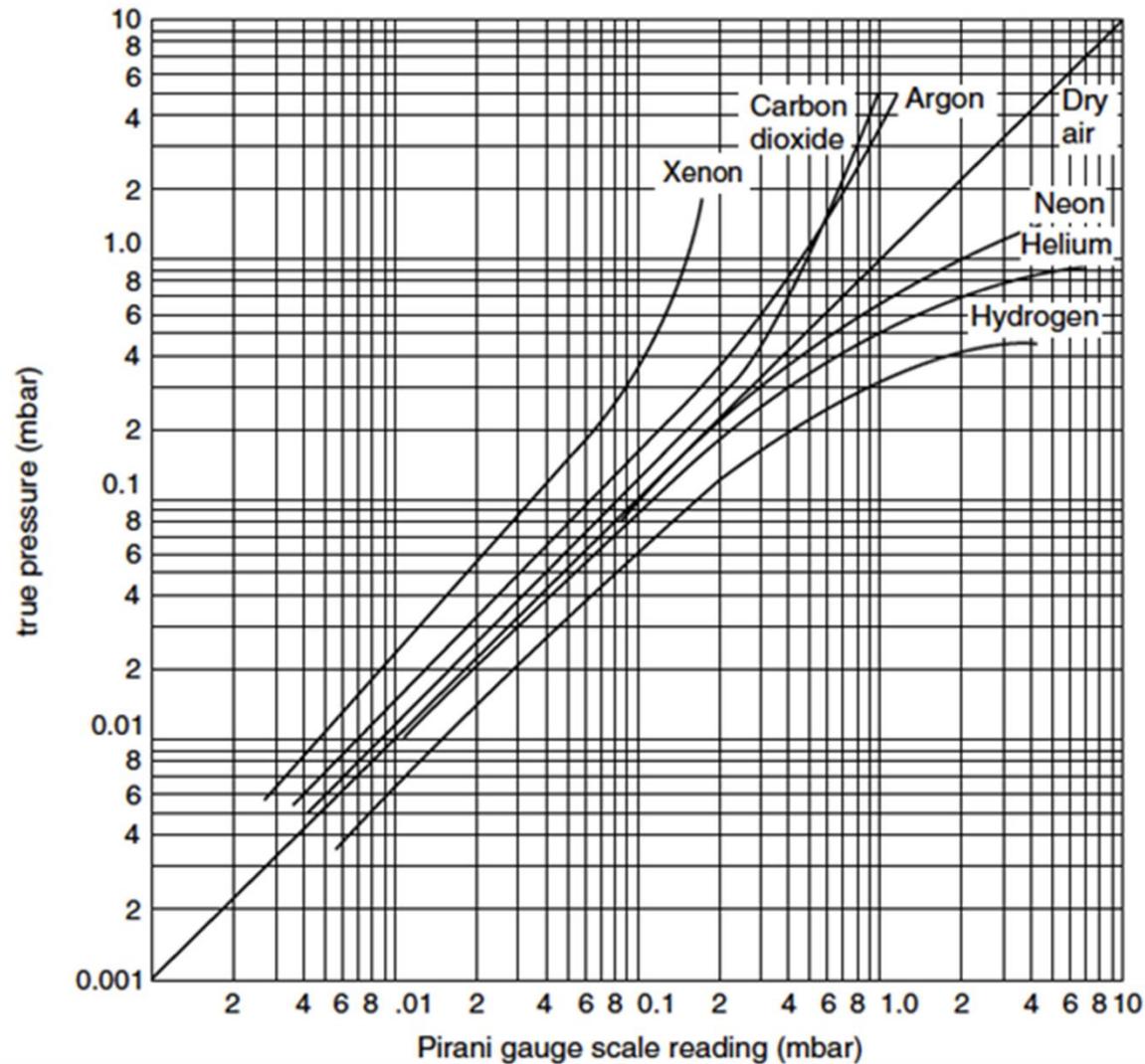
- Filamento Caliente (T1)
- Pared a T2 ($<T1$)
- Cámara de Vacío P1
- Filamento parte de un circuito de control (puente de Wheastone)

Método de Operación: Se Mantiene T1 (Resistencia) Constante

Aumenta la presión → Aumenta conductividad Térmica → T1 Disminuye

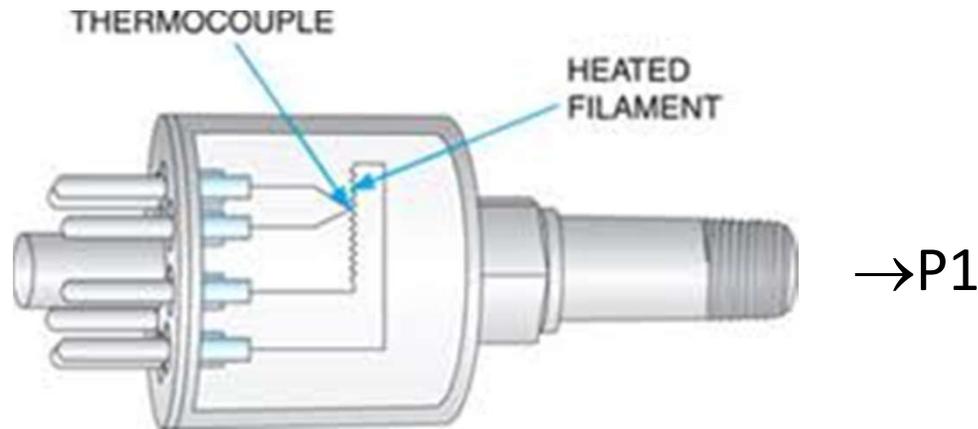
→ Se corrige la Tensión del puente (aumenta la Potencia) para mantener T1 constante

Manómetro Pirani: Transferencia de Calor en una gas



- Rango 1 – 10^{-3} mb. Si se incluye convección se extiende hasta Presión atmosférica
- Absoluto- Depende del Gas

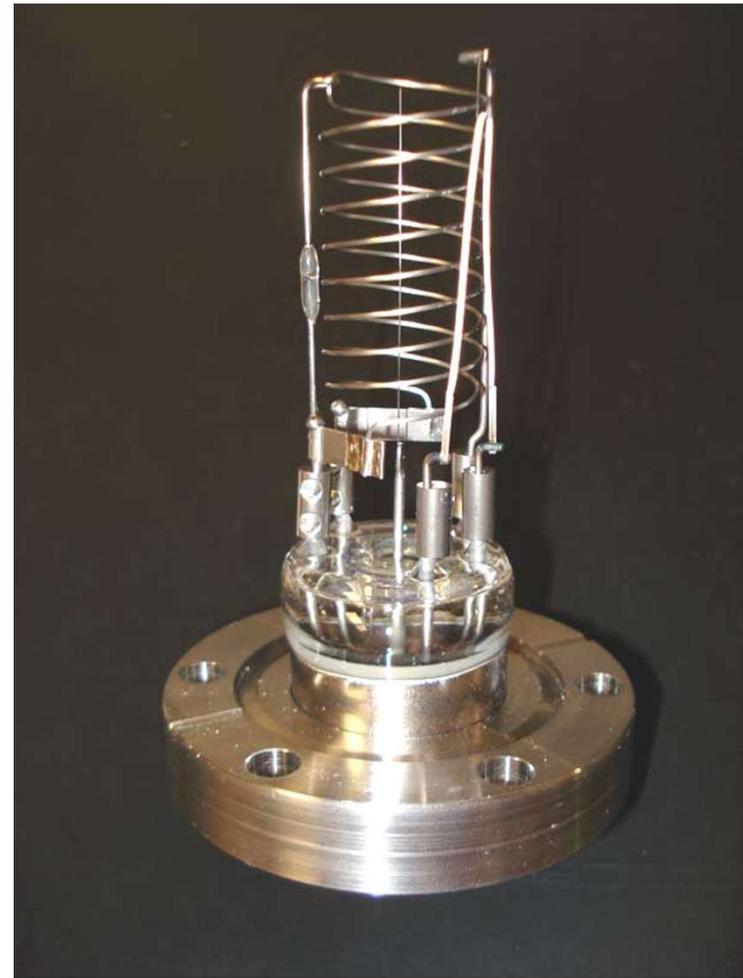
Manómetro de Termocupla: Transferencia de Calor en una gas



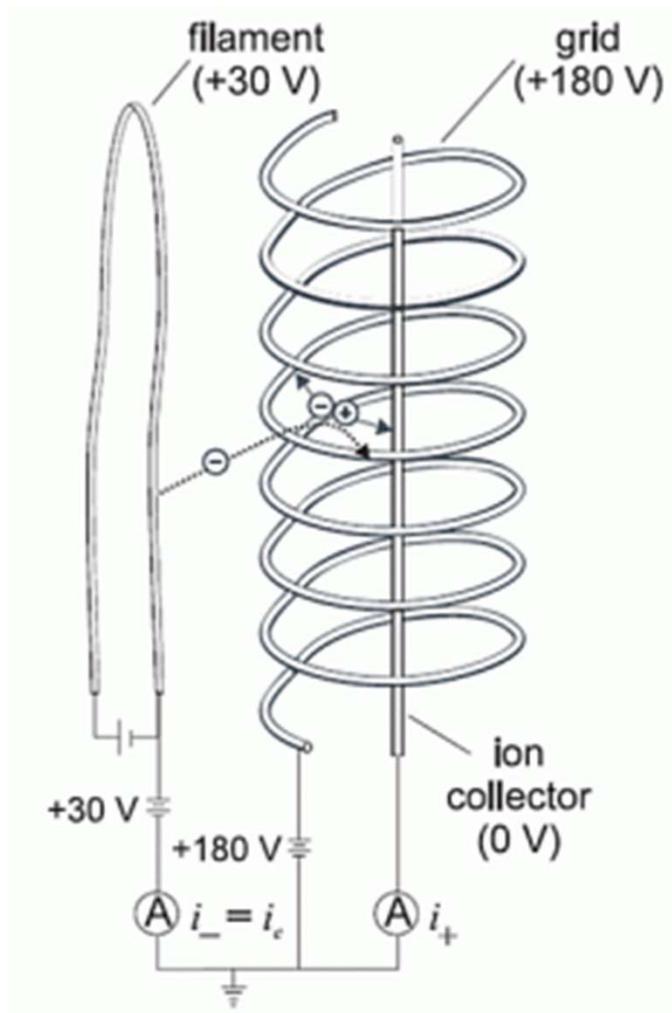
Método de Operación: Se Mantiene la Corriente Constante
Se mide la Temperatura del Filamento

- Rango $1 - 10^{-3}$ mb.
- Absoluto- Depende del Gas

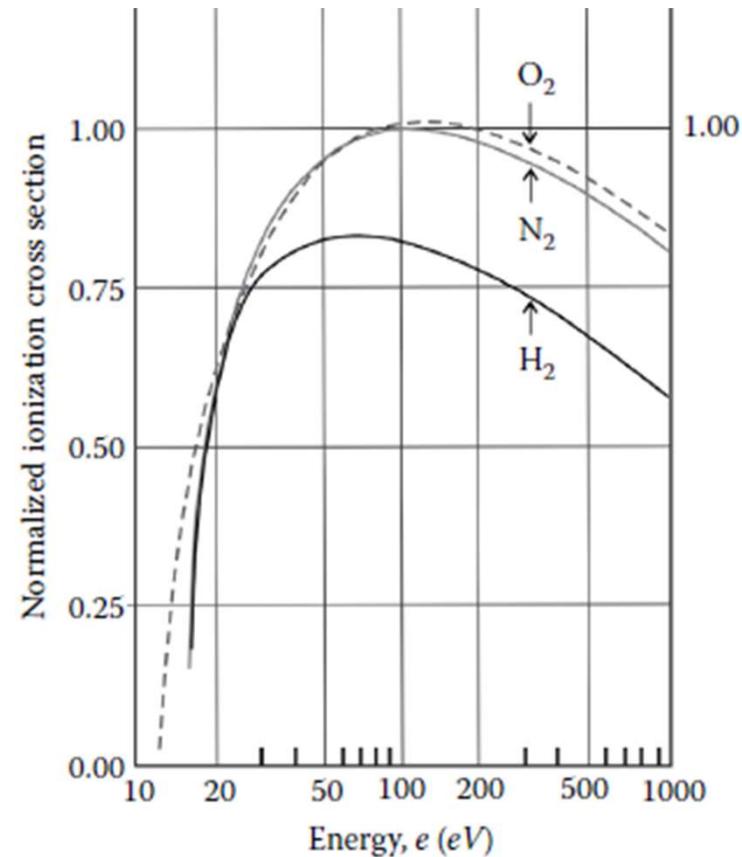
Manómetro de Ionización: Ionización de las moléculas del Gas



Manómetro de Ionización: Ionización de las moléculas del Gas



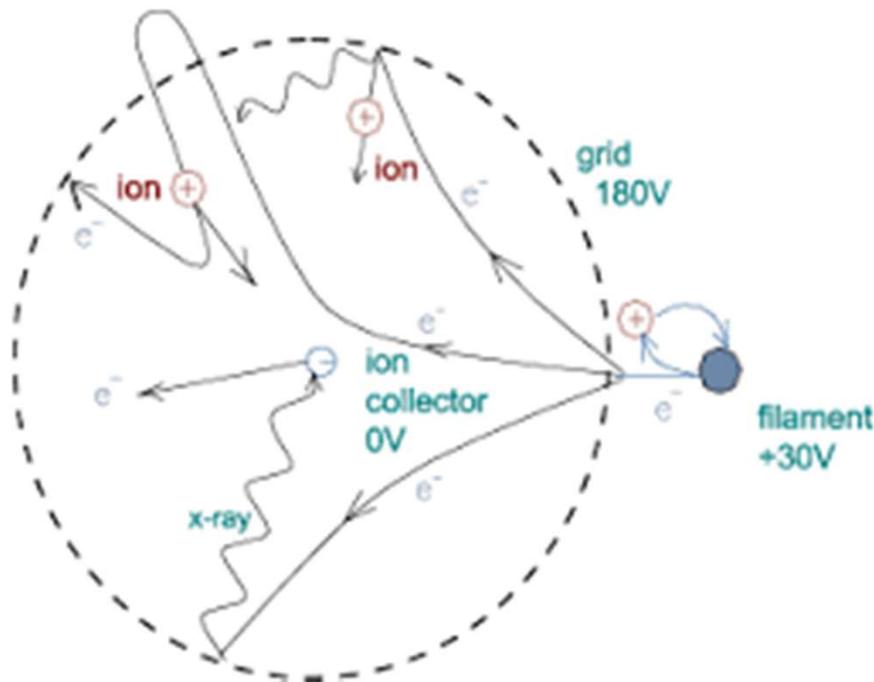
Sección eficaz de ionización



- Corriente de iones \rightarrow Sección eficaz de ionización (σ) x densidad
- Sección eficaz de ionización \rightarrow Depende del Gas

Manómetro de Ionización: Ionización de las moléculas del Gas

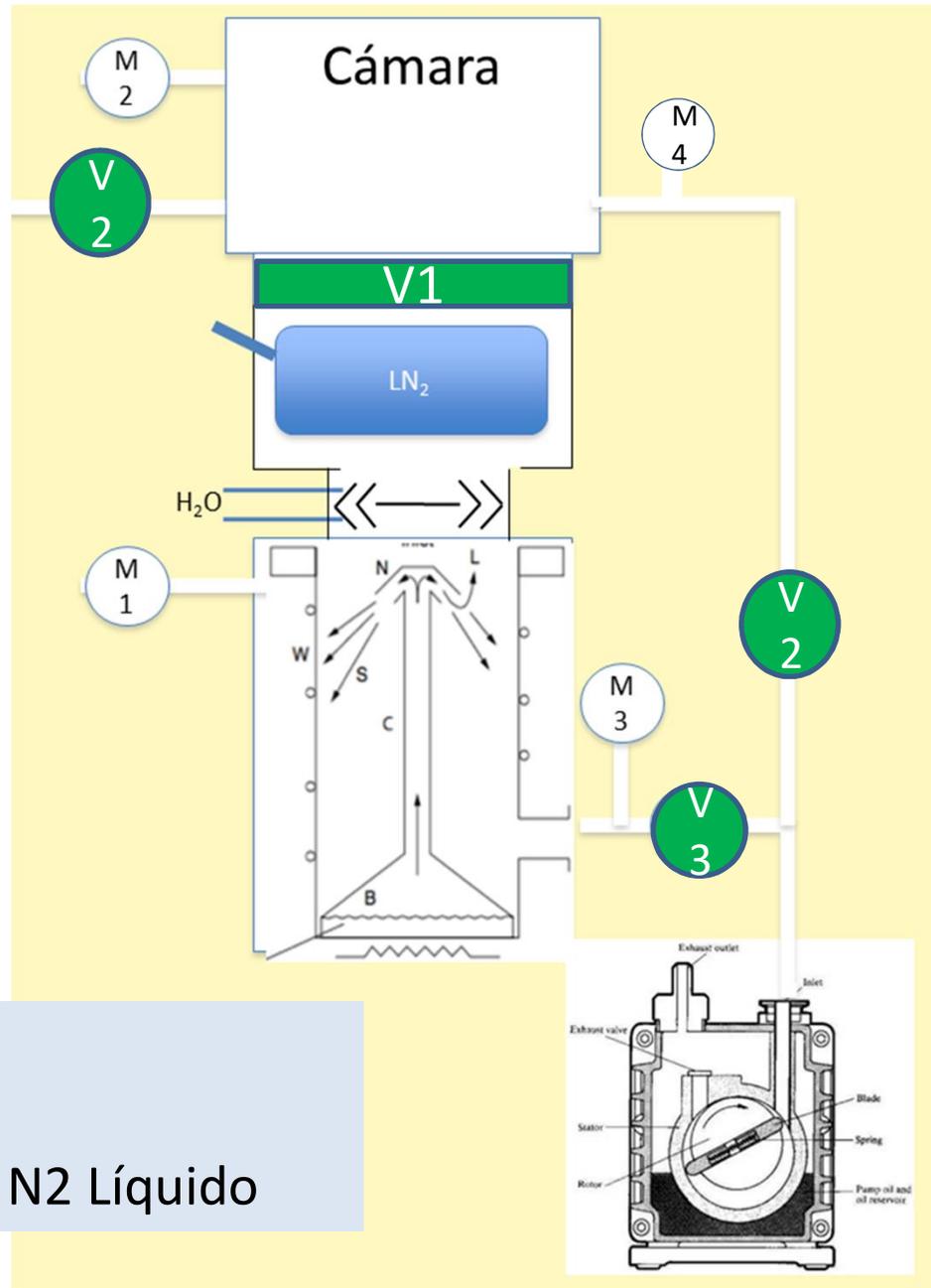
- Límite superior: los iones tienen que llegar al colector.
- Límite inferior: rayos x, desorción de gases. Presión de vapor de los materiales.
- Rango: 10^{-3} - 10^{-11} mb. -Absoluto- Depende del Gas.



$$I_{\text{colector}} \propto \sigma P i_{\text{emisión}}$$

$$i_{\text{emisión}} = 0.1 - 10 \text{ mA}$$

Esquema de un sistema de vacío



M: Manómetro
V=Válvula
LN₂=Trampa de N₂ Líquido