



universidad de buenos aires - exactas
departamento de Física



Técnicas de vacío

Grupo 3

Gianni Moretti
Santiago Rodriguez
Santiago Perez

Vacío: definición y clasificación

Espacio que contiene gases a menor presión que la atmosférica.

Clase vacío	Presión (mbar)
Bajo	$1,10^3 - 1$
Medio	$1 - 1,10^{-3}$
Alto	$1,10^{-3} - 1,10^{-7}$
Ultra Alto	$1,10^{-7} - 1,10^{-12}$
Extremadamente Alto	$< 1,10^{-12}$

Sistemas de vacío

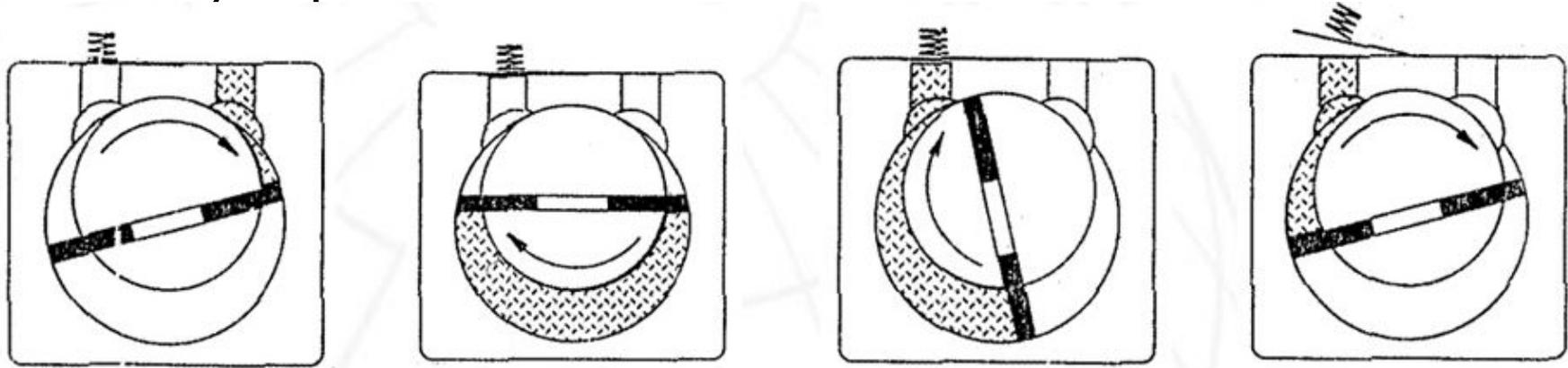
- Remueven partículas de gas de un compartimento para crear un vacío parcial en este.
- Aprovechan diferentes propiedades del gas a remover, lo que determina cómo se mide el vacío generado.

Tipos de bombas

- Bombas de desplazamiento positivo.
- Bombas de transferencia de momento.
- Bombas de atrape

Bombas de desplazamiento

Utilizan un mecanismo para aislar parte del gas en una cámara y expulsarlo a la atmósfera.

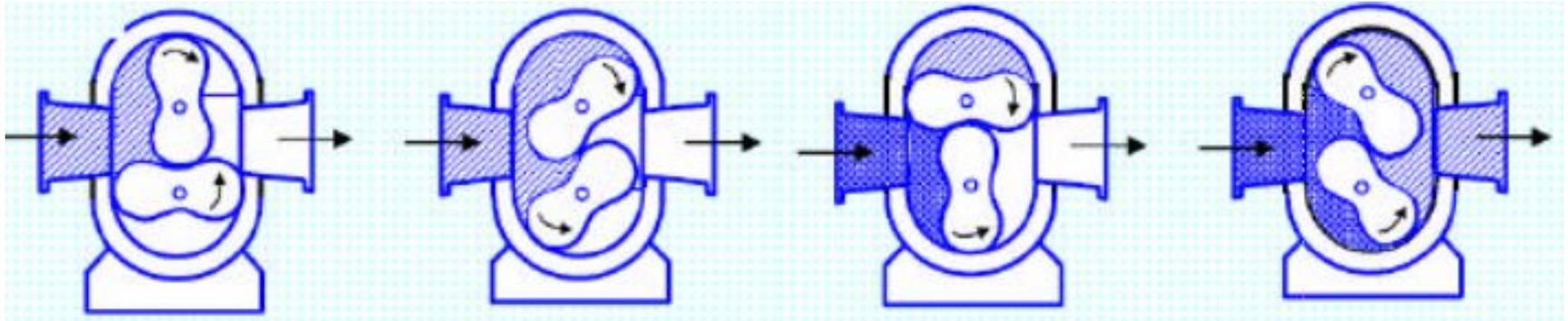


Bomba de paleta rotatoria

Rango de 10^3 mB a $10^{-1} \sim 10^{-3}$ mB

Bombas de desplazamiento

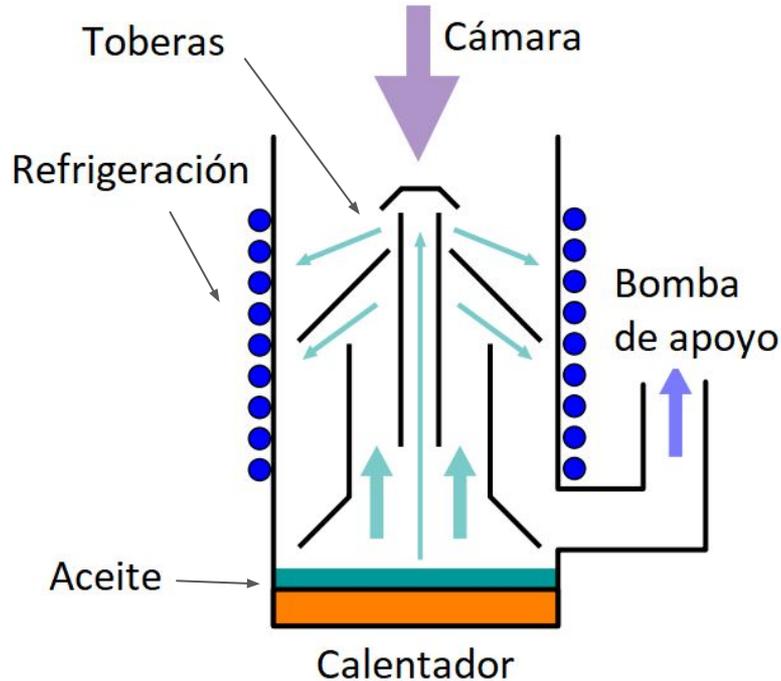
Utilizan un mecanismo para aislar parte del gas en una cámara y expulsarlo a la atmósfera.



Bomba Roots

Rango de 10^3 mB a $10^{-1} \sim 10^{-3}$ mB

Bombas de transferencia de momento



Las moléculas de gas son aceleradas de la cámara de vacío hacia una salida.

Una bomba de difusión utiliza vapor de aceite.

Rango de 10^{-1} a $10^{-3} \sim 10^{-7}$ mB

Bombas de transferencia de momento



Las moléculas de gas son aceleradas de la cámara de vacío hacia una salida.

Una bomba turbomolecular utiliza aspas giratorias.

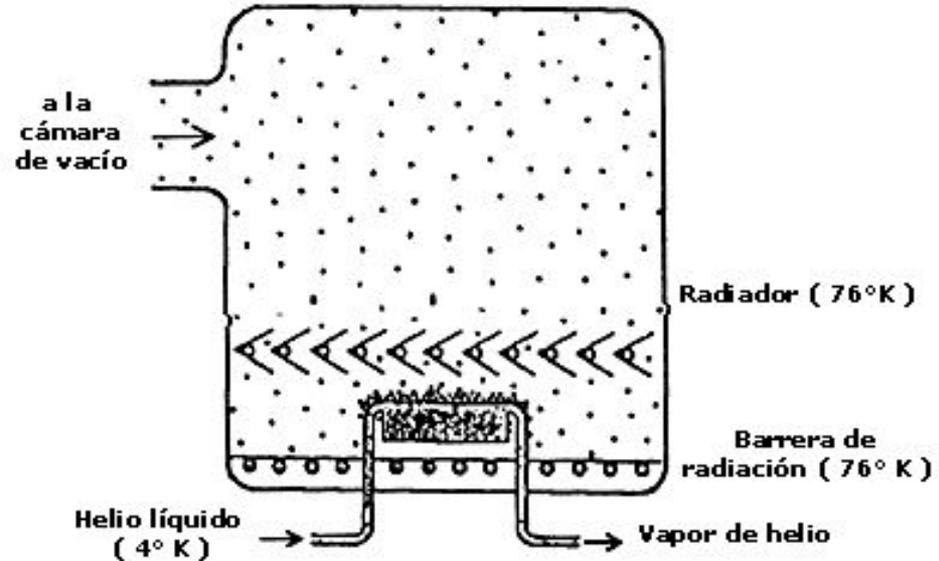
Rango de 10^{-1} a $10^{-3} \sim 10^{-7}$ mB

Bombas de atrape

Utilizan otra propiedad para atrapar el gas y sacarlo de la cámara.

La bomba criogénica utiliza la condensación de los gases.

Rango de 10^{-4} mB a 10^{-10} mB

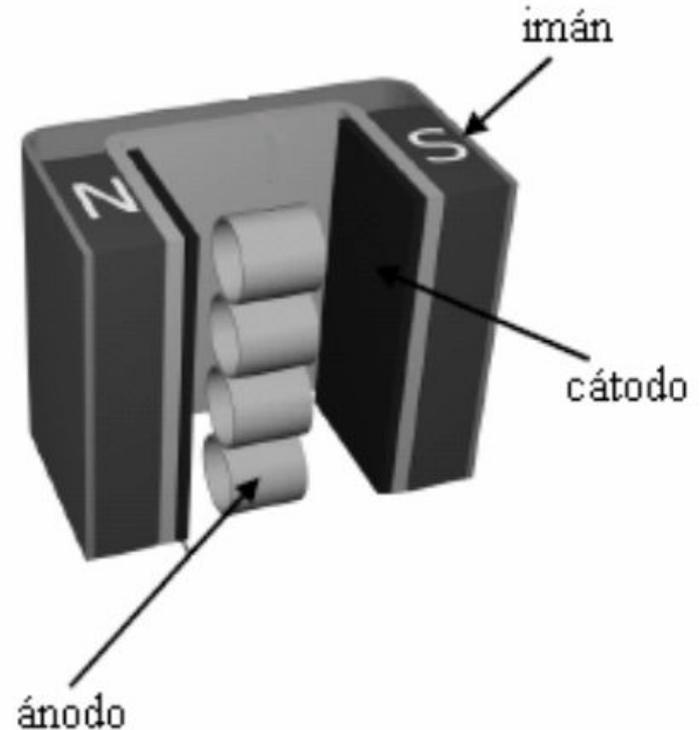


Bombas de atrape

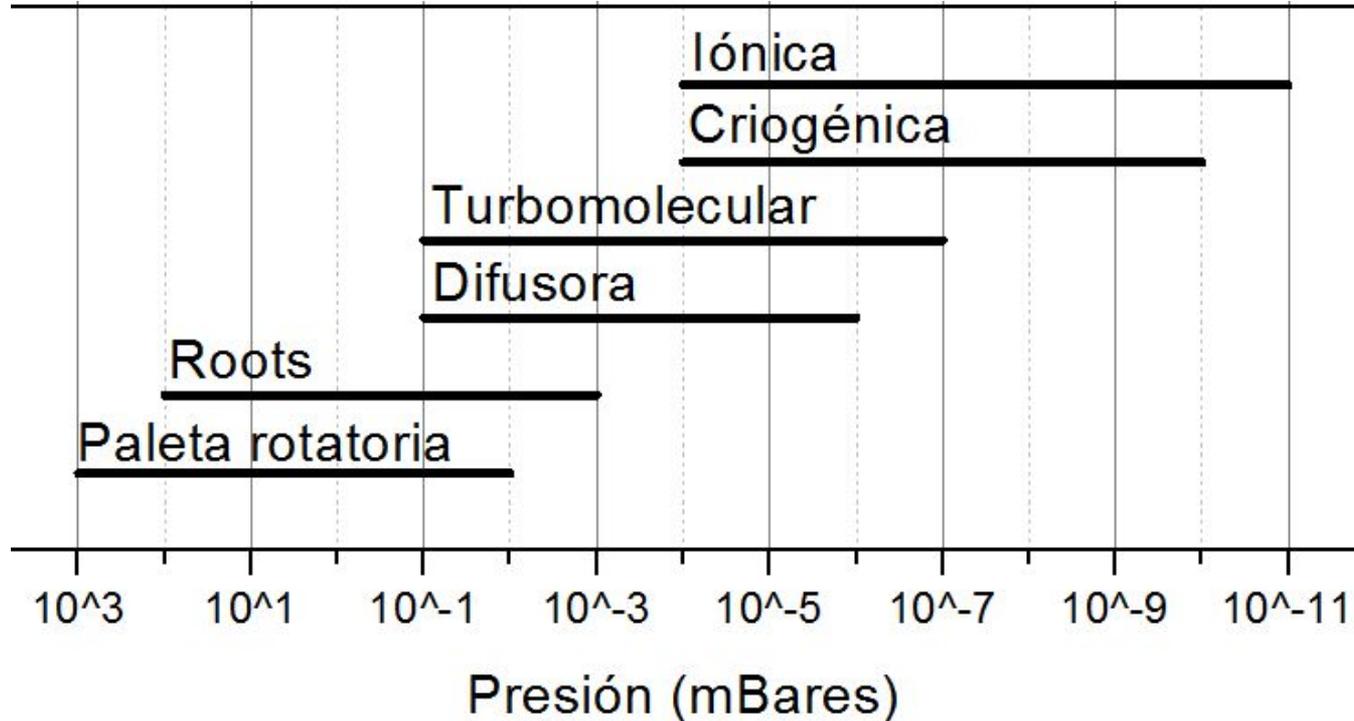
Utilizan otra propiedad para atrapar el gas y sacarlo de la cámara.

La bomba iónica utiliza la ionización del gas

Rango de 10^{-4} mB a 10^{-11} mB



Rango de funcionamiento de las distintas bombas

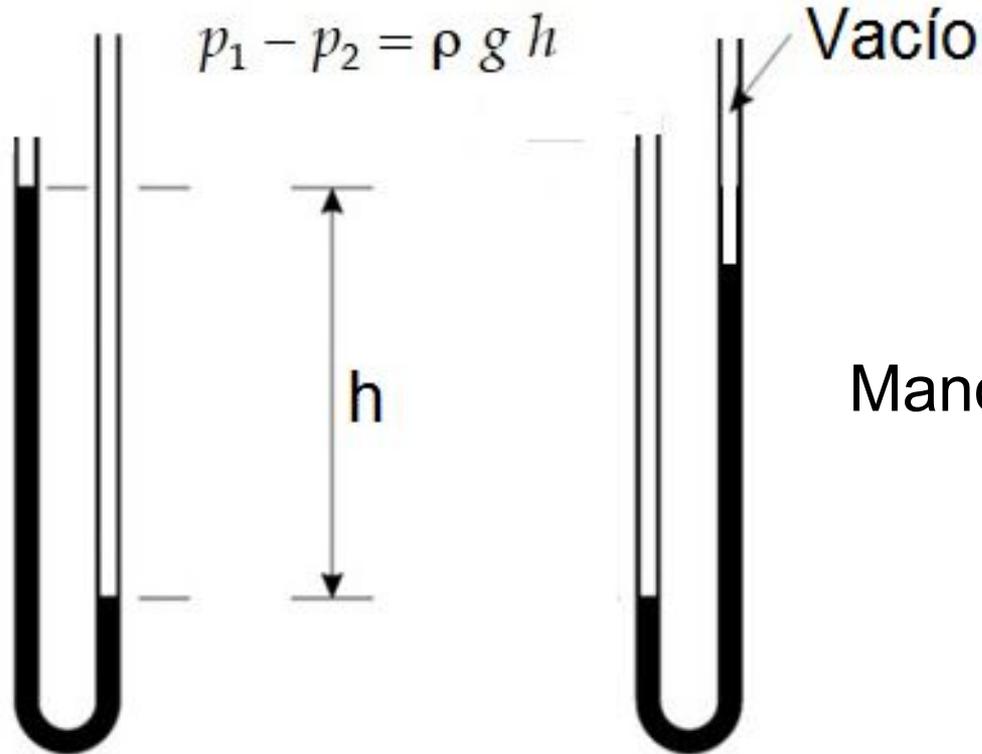


Medición del vacío

Se mide la presión del gas en el interior de la cámara de extracción, utilizando diferentes manómetros:

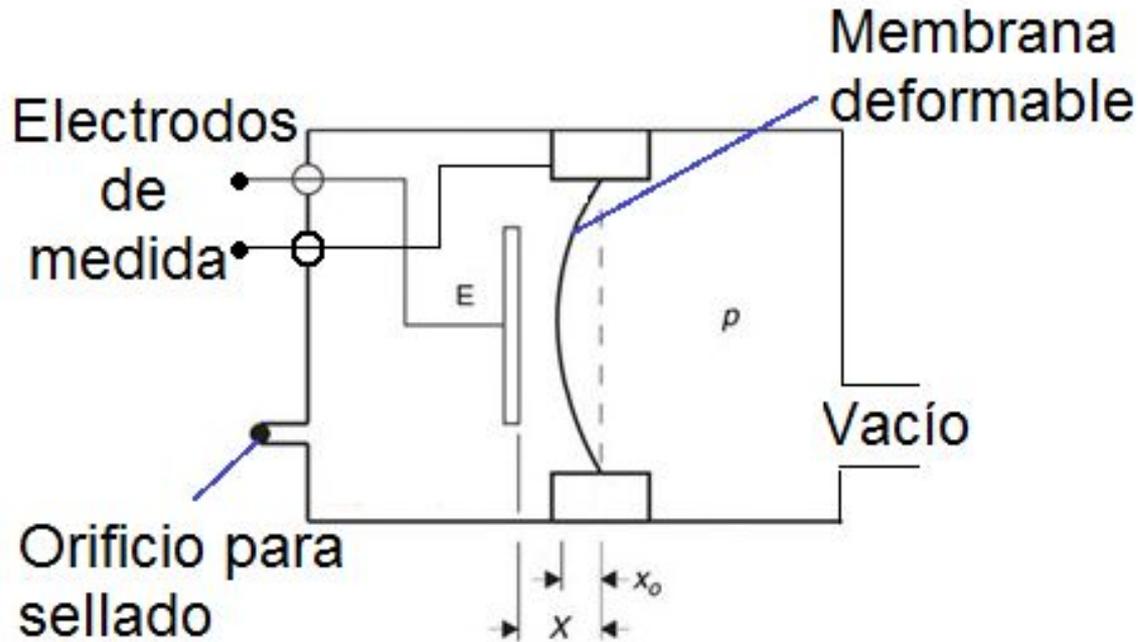
- Deformación elástica de una membrana o diafragma.
- Conductividad térmica de los gases.
- Grado de ionización del gas.

Medición del vacío



Manómetro de Torricelli
(1644)

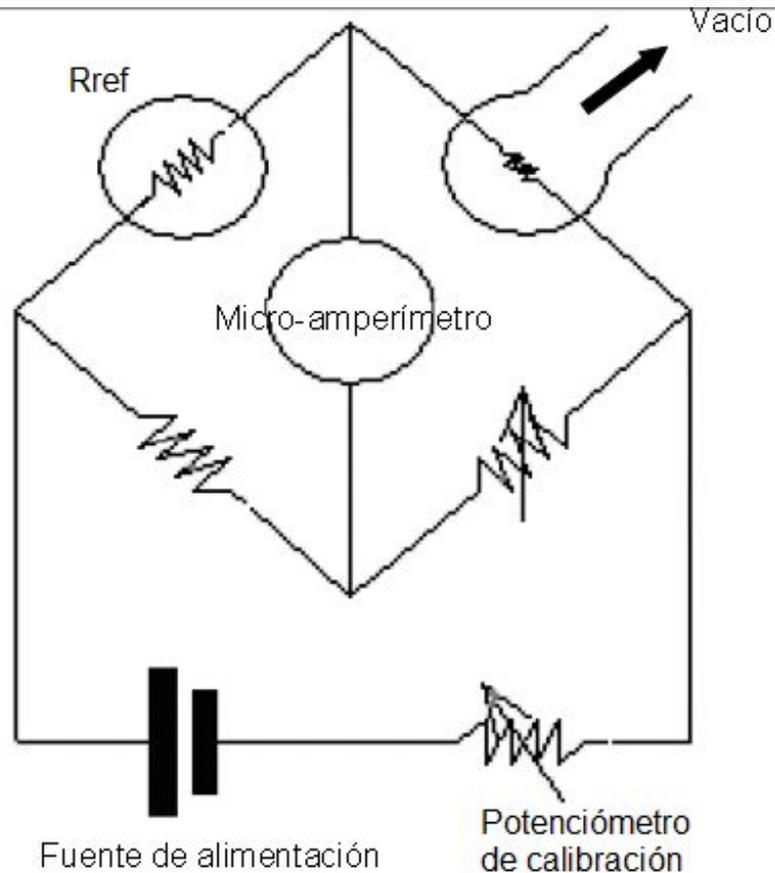
Medición del vacío



Manómetro de capacitancia

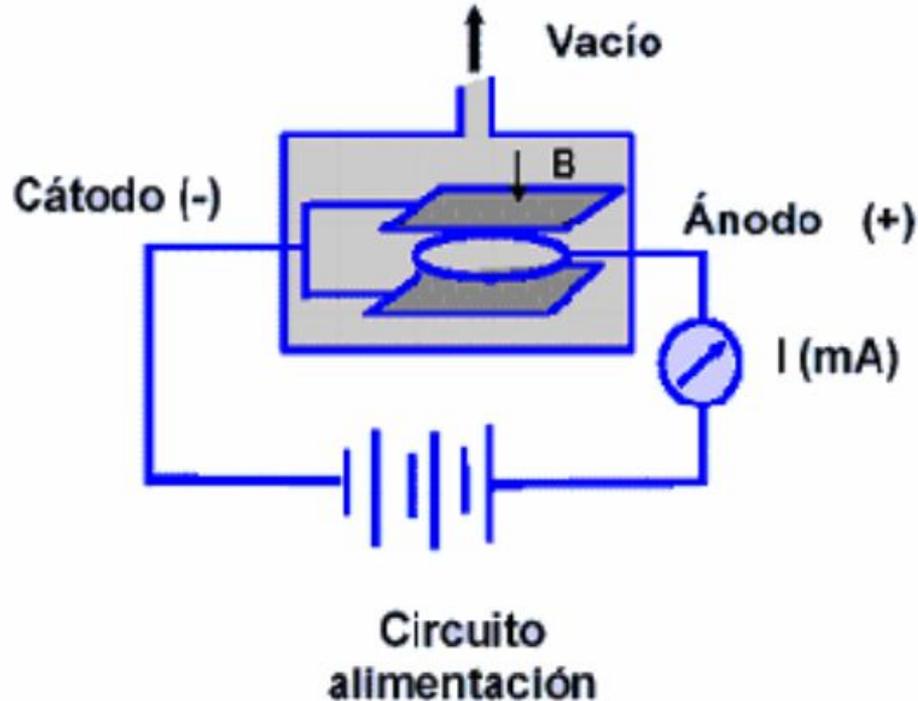
$$C = \frac{\epsilon A}{x - x_0}$$

Medición del vacío



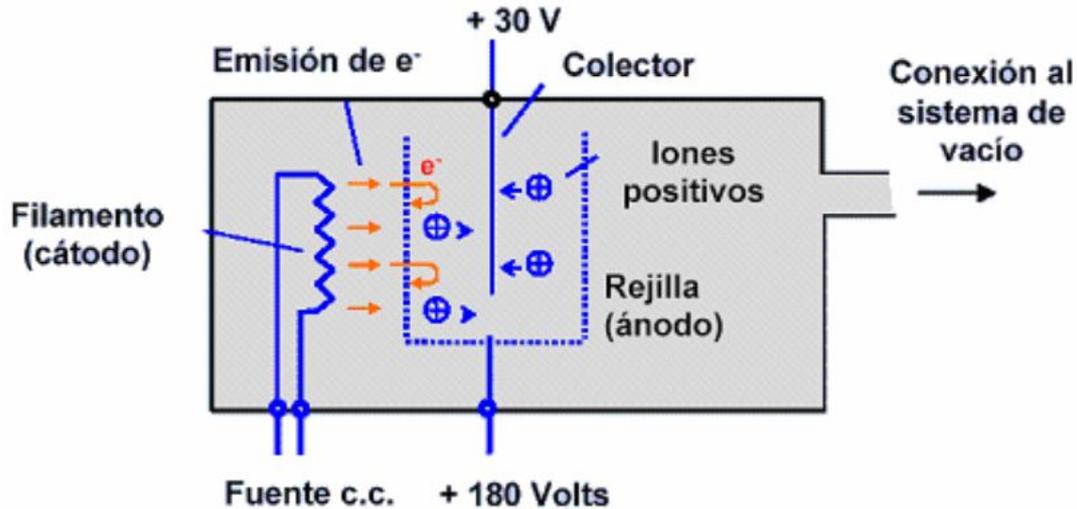
Manómetro de Pirani

Medición del vacío



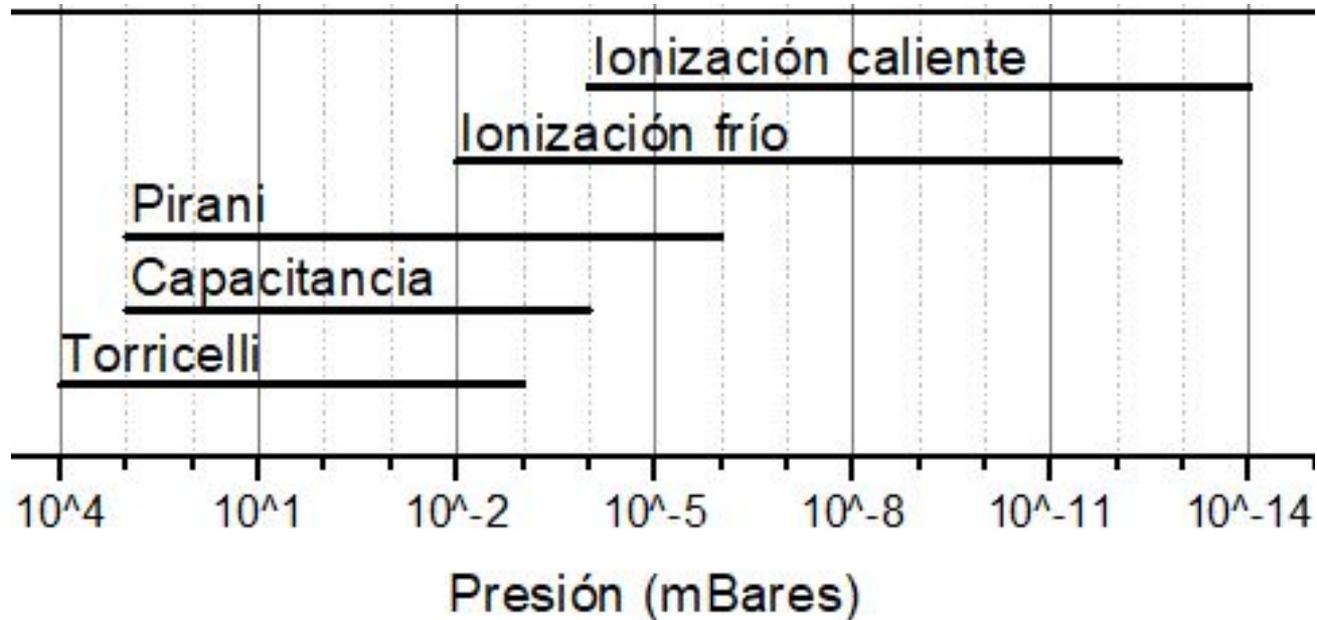
Manómetro de ionización
de cátodo frío

Medición del vacío



Manómetro de ionización
de cátodo caliente

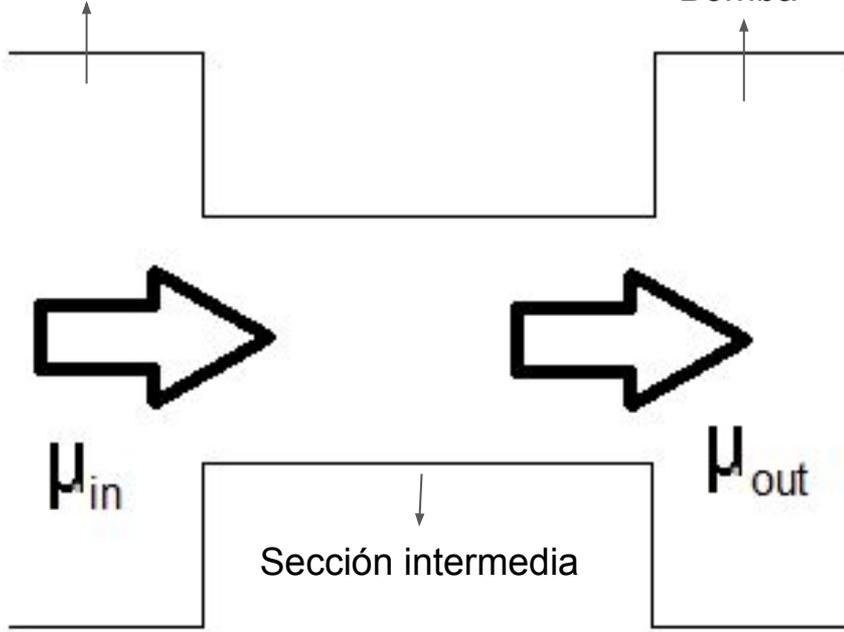
Rango de funcionamiento de los manómetros



Análisis de las mediciones

Cámara de vacío

Bomba



CAUDAL

$$\mu = \left. \frac{\partial m}{\partial t} \right|_A$$

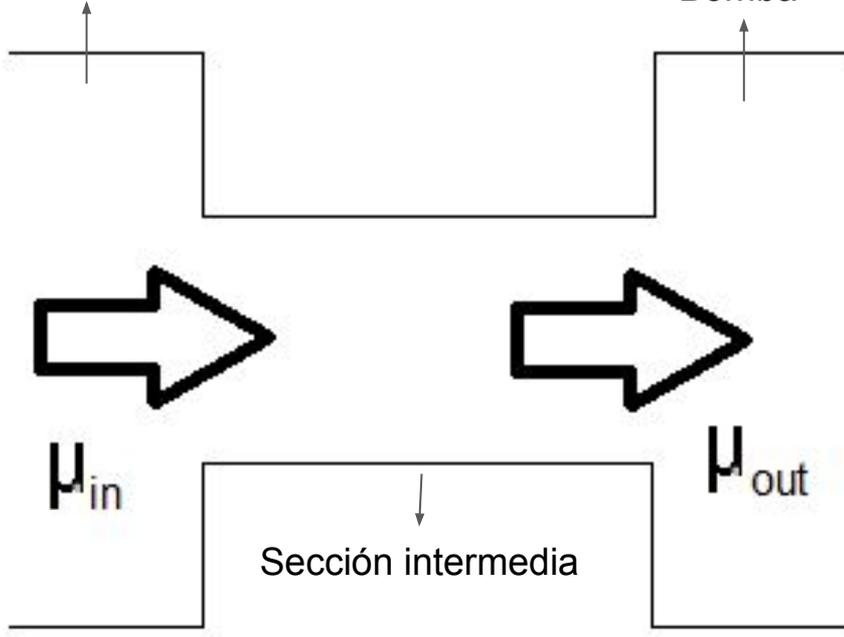
VELOCIDAD DE BOMBEO

$$S = \left. \frac{\partial V}{\partial t} \right|_A$$

Análisis de las mediciones

Cámara de vacío

Bomba



$$\mu_{out} = -\mu_{in}$$

Análisis de las mediciones

Asumiendo que el gas en la cámara de vacío es ideal:

$$m = \frac{MVp}{RT}$$

donde R es la constante universal de los gases, M , la masa molar, y m , T y p , la masa, la temperatura y la presión del gas en el interior de la cámara, respectivamente.

Análisis de las mediciones

Asumiendo que el gas en la cámara de vacío es ideal:

$$-\frac{MV}{R} \frac{\partial(p/T)}{\partial t} = \frac{MV}{RT} p S_{in} - L_{perd}(p_{out} - p) - \mu_D$$

Análisis de las mediciones

Agregando la hipótesis de que la temperatura permanece constante:

$$-\frac{d(PV)}{dt} = PS_i - L_{perd} (P_{ext} - P) - Q_d$$

donde P es la densidad del gas (ideal) en la cámara en función del tiempo.

Análisis de las mediciones

- Si $P_{ext} \gg P_i$:
$$S_i \approx \frac{L_{perd} P_{ext} + Q_d}{P_f}$$

- Si la desorción y las pérdidas son despreciables frente al caudal que sale de la cámara:

$$P(t) = (P_0 - P_f) \exp\left(-\frac{S_i}{V} t\right) + P_f$$

Análisis de las mediciones

- Si solo hay pérdidas:
$$P(t) = (P_0 - P_{ext}) \exp\left(-\frac{L_{perd}}{V} t\right) + P_{ext}$$
- Si sólo hay desorción:
$$P(t) = \frac{Q_d}{V} t + P_0$$
- Si hay tanto pérdidas como desorción, $P(t)$ es la combinación de estas dos soluciones.

Aplicaciones

Industria:

- Empaquetado de alimentos.
- Extracción de silicio.
- Aislante térmico (termo).
- Detección de fugas de Helio.

Investigación:

- Física de altas energías.
- Simulaciones espaciales.
- Espectrómetro de masas.
- Análisis de superficies.

Referencia

Manuel Zamora Carranza

“Termo I: Un estudio de los sistemas termodinámicos. Cap 32”



Gracias!

Para terminar, un vacío de verdad!