

Perfect Vacuum	0 Torr (theoretically impossible)
Outer Space	about 10^{-9} to 10^{-17} Torr
Extreme High Vacuum	about 10^{-13} Torr
Ultra High Vacuum (UHV)	about 10^{-10} to 10^{-11} Torr
High or Hard Vacuum (HV)	about 10^{-5} to 10^{-8} Torr
Medium or Intermediate Vacuum	about 10^{-3} to 10^{-5} Torr
Low, Soft or Rough Vacuum	about 10^{-3} Torr
Atmospheric Pressure	760 Torr

Vacio Parte 2

Componentes típicos de un sistema de vacío

Principios básicos sobre vacío

Antes que nada...



Para alto vacío no tocar los elementos sin usar guantes

At room temperature									
Standard values ¹⁾					Metals			Non-Metals	
(mbar · l · s ⁻¹ · cm ⁻²)					10 ⁻⁹ ... · 10 ⁻⁷			10 ⁻⁷ ... · 10 ⁻⁵	
Outgassing rates (standard values) as a function of time									
Examples:	1/2 hr.	1 hr.	3 hr.	5 hr.	Examples:	1/2 hr.	1 hr.	3 hr.	5 hr.
Ag	1.5 · 10 ⁻⁸	1.1 · 10 ⁻⁸	2 · 10 ⁻⁹		Silicone	1.5 · 10 ⁻⁵	8 · 10 ⁻⁶	3.5 · 10 ⁻⁶	1.5 · 10 ⁻⁶
Al	2 · 10 ⁻⁸	6 · 10 ⁻⁹			NBR	4 · 10 ⁻⁶	3 · 10 ⁻⁶	1.5 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁶
Cu	4 · 10 ⁻⁸	2 · 10 ⁻⁸	6 · 10 ⁻⁹	3.5 · 10 ⁻⁹	Acrylic glass	1.5 · 10 ⁻⁶	1.2 · 10 ⁻⁶	8 · 10 ⁻⁷	5 · 10 ⁻⁷
Stainless steel		9 · 10 ⁻⁸	3.5 · 10 ⁻⁸	2.5 · 10 ⁻⁸	FPM, FKM	7 · 10 ⁻⁷	4 · 10 ⁻⁷	2 · 10 ⁻⁷	1.5 · 10 ⁻⁷

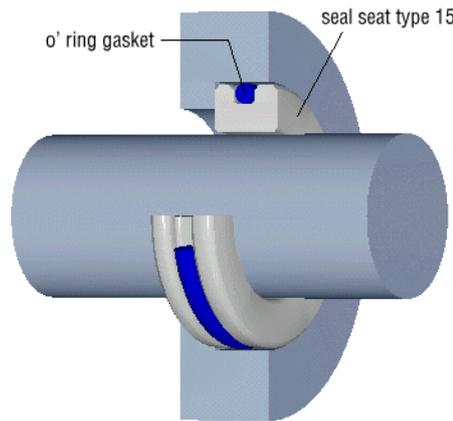
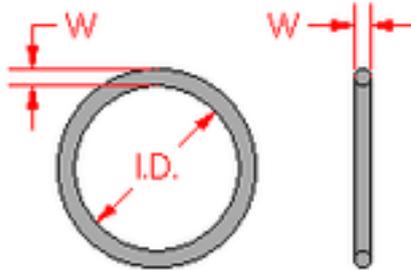
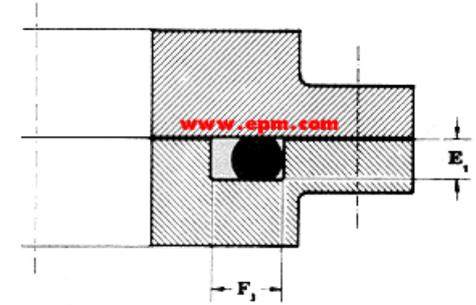
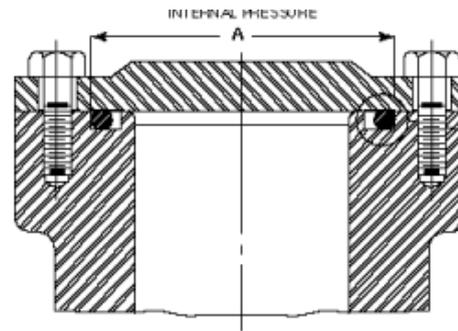
¹ All values depend largely on pretreatment!

Agua es lo peor.
No limpiar con agua.

Status	Outgassing rate [mbar l/s]
Before bake-out	7 · 10 ⁻⁶
After 1 st bake-out	7 · 10 ⁻⁸
After 2 nd bake-out	5 · 10 ⁻⁸
After 3 rd bake-out	4 · 10 ⁻⁸

Cómo se conectan las cosas?

O-ring



Cuidados con los o-ring



- La grasa de vacío NO tapa agujeros
- Colocar la grasa necesaria para lubricar.
- No limpiar los O-ring con solventes
- NUNCA sacar un O-ring con un destornillador u objeto corto punzante.
- (usar algo plástico como la tapa de una lapicera)

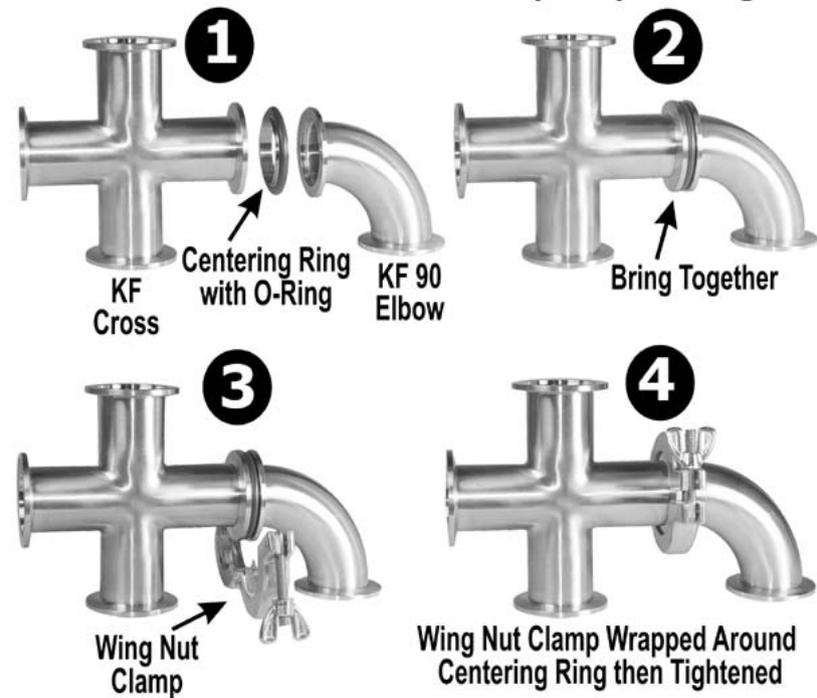
Cómo se conectan las cosas?

Uniones

QF – KF – Quick Flange



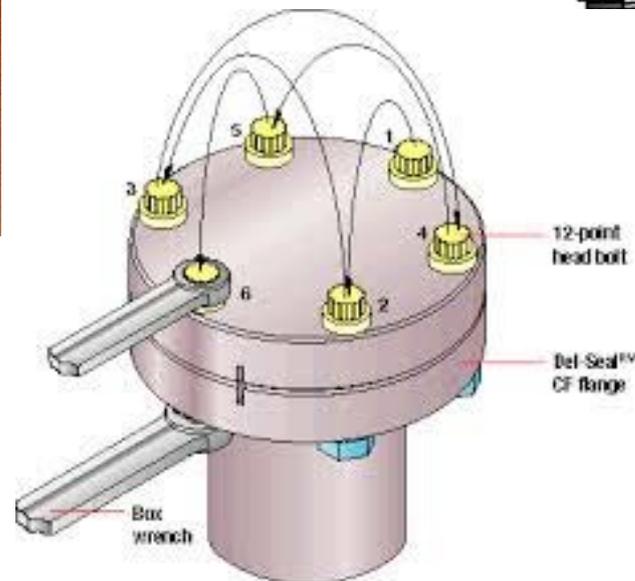
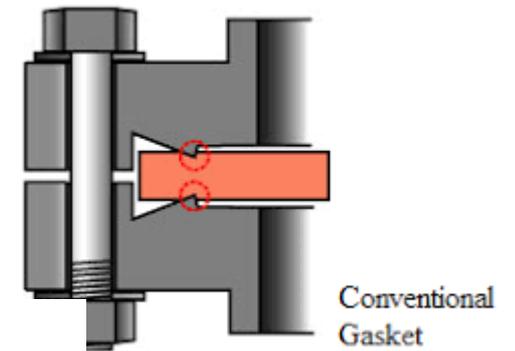
How to Connect ISO KF (NW) Flanges



Cómo se conectan las cosas?

Uniones

CF (conflat)



Bombas de vacío

Compresión

- Mecánicas
- Roots
- Difusoras de aceite
- Turbomoleculares

Condensación y adsorción

- Getters o de adsorción
- Criogénicas
- Sublimación de Ti
- Iónicas

Parámetros importantes a tener en cuenta:

Velocidad de bombeo (S_b): velocidad de bombeo nominal y dependencias con la presión.

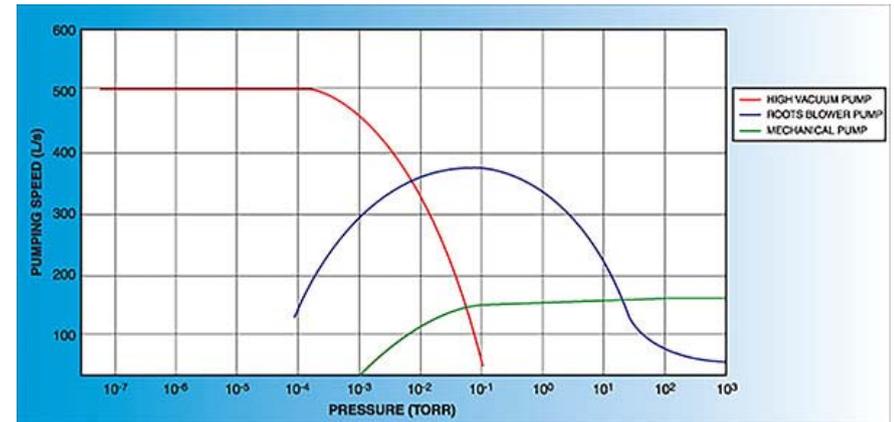
Rango de presión: $P_f < P_b < P_i$ (región donde $S_b > 0$)

Presión inicial (P_i): determinada por las características de la bomba

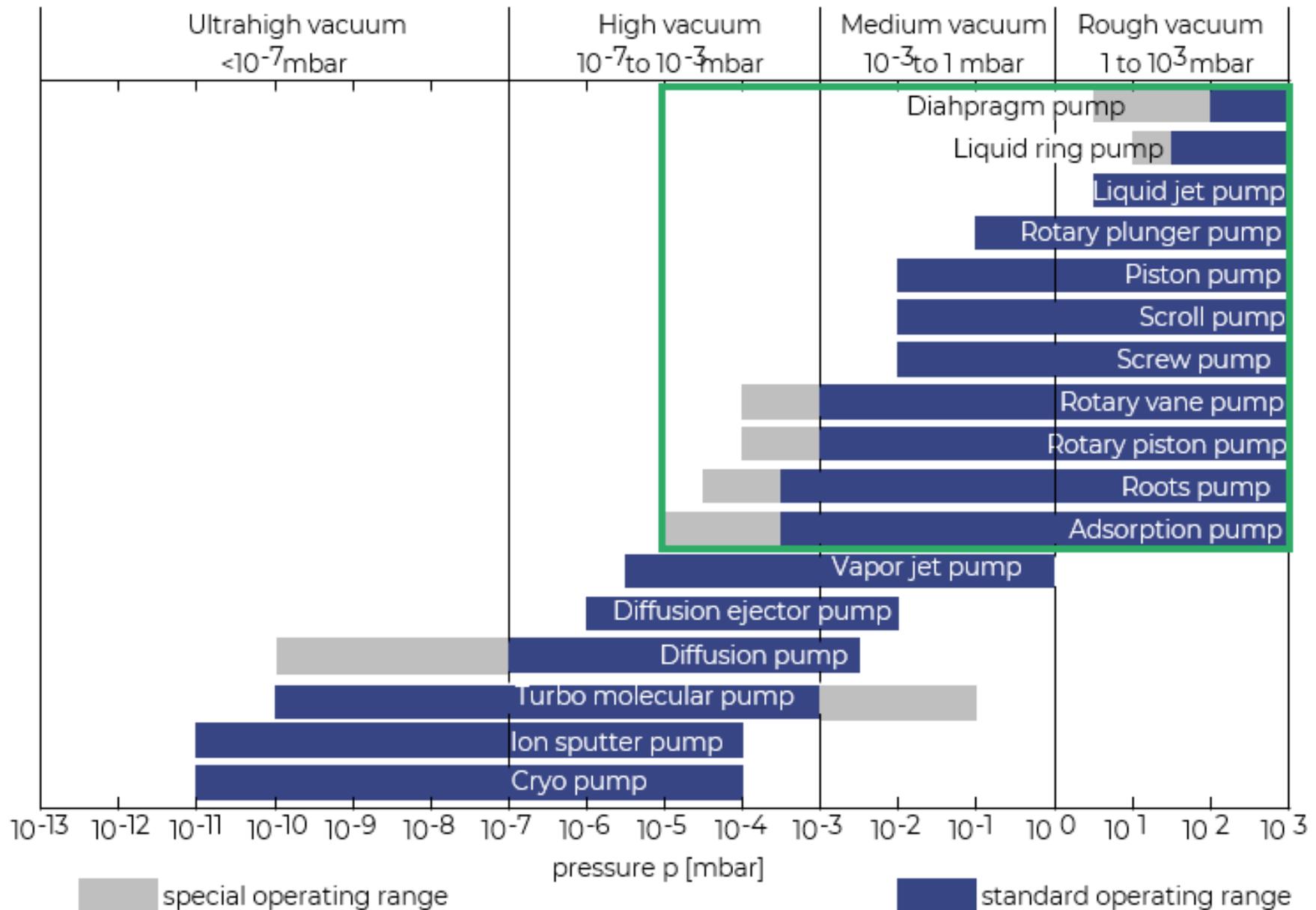
Presión final (P_f): determinada por pérdidas reales y virtuales en el sistema de vacío, reflujo en la bomba, presiones de vapor de los materiales

Presión a la salida (exhaust pressure, P_o): necesita bomba de vacío preliminar?

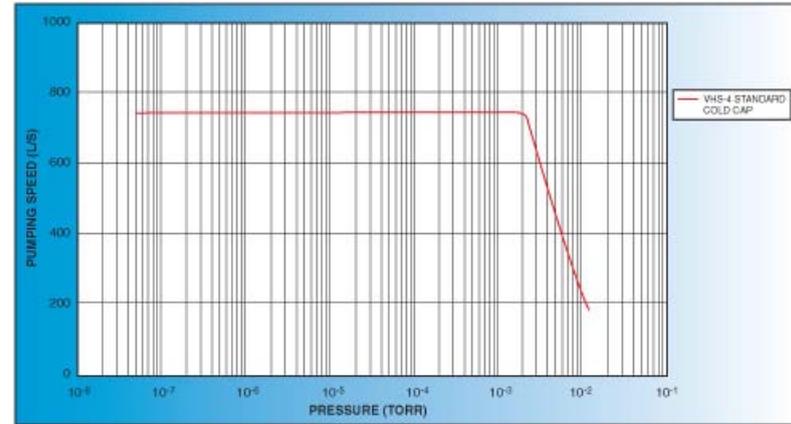
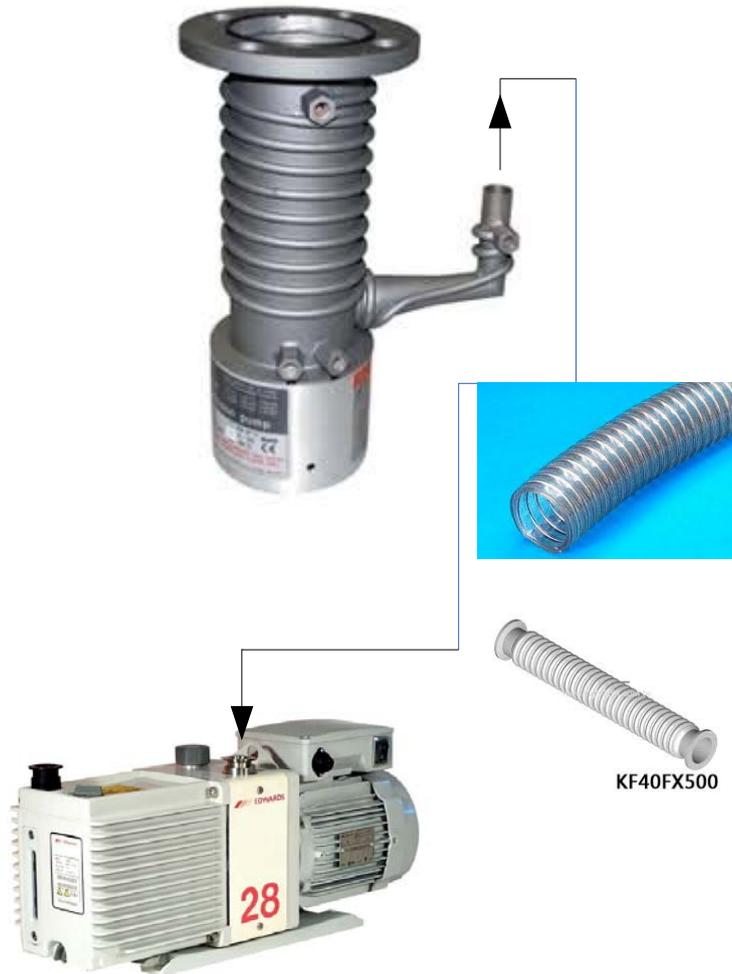
Cómo depende cada uno de estos parámetros con cada gas que se pretende bombear.



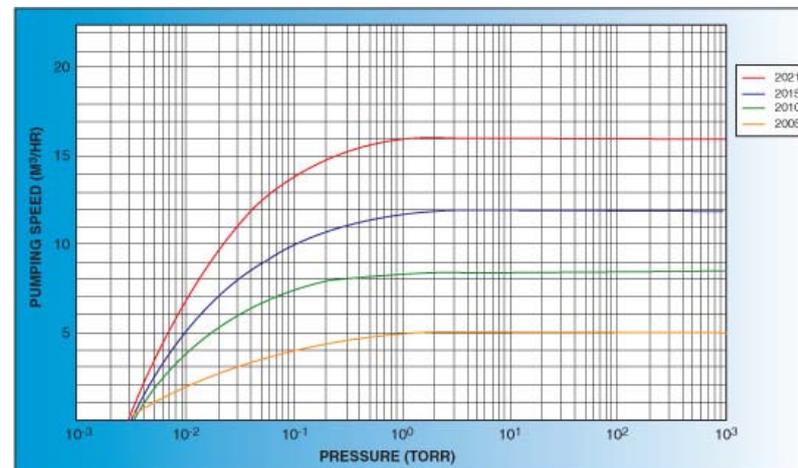
Según el Rango de operación



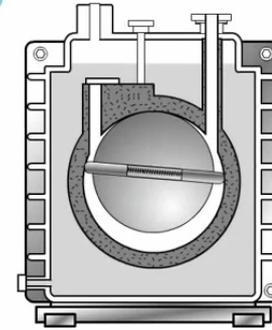
Combinación (BBB) común en el laboratorio (Bomba mecánica y difusora)



Property	SV-SIGMA FAST	SV-SIGMA™	SV-SIGMA+™
Ultimate Vacuum	1×10^{-6} Torr	1×10^{-7} Torr	1×10^{-9} Torr
Appearance	Water White	Water White	Water White
Shelf Life	2 Years	2 Year	2 Year



Combinación (BBB) común en el laboratorio (Bomba mecánica y difusora)



Mantenimiento

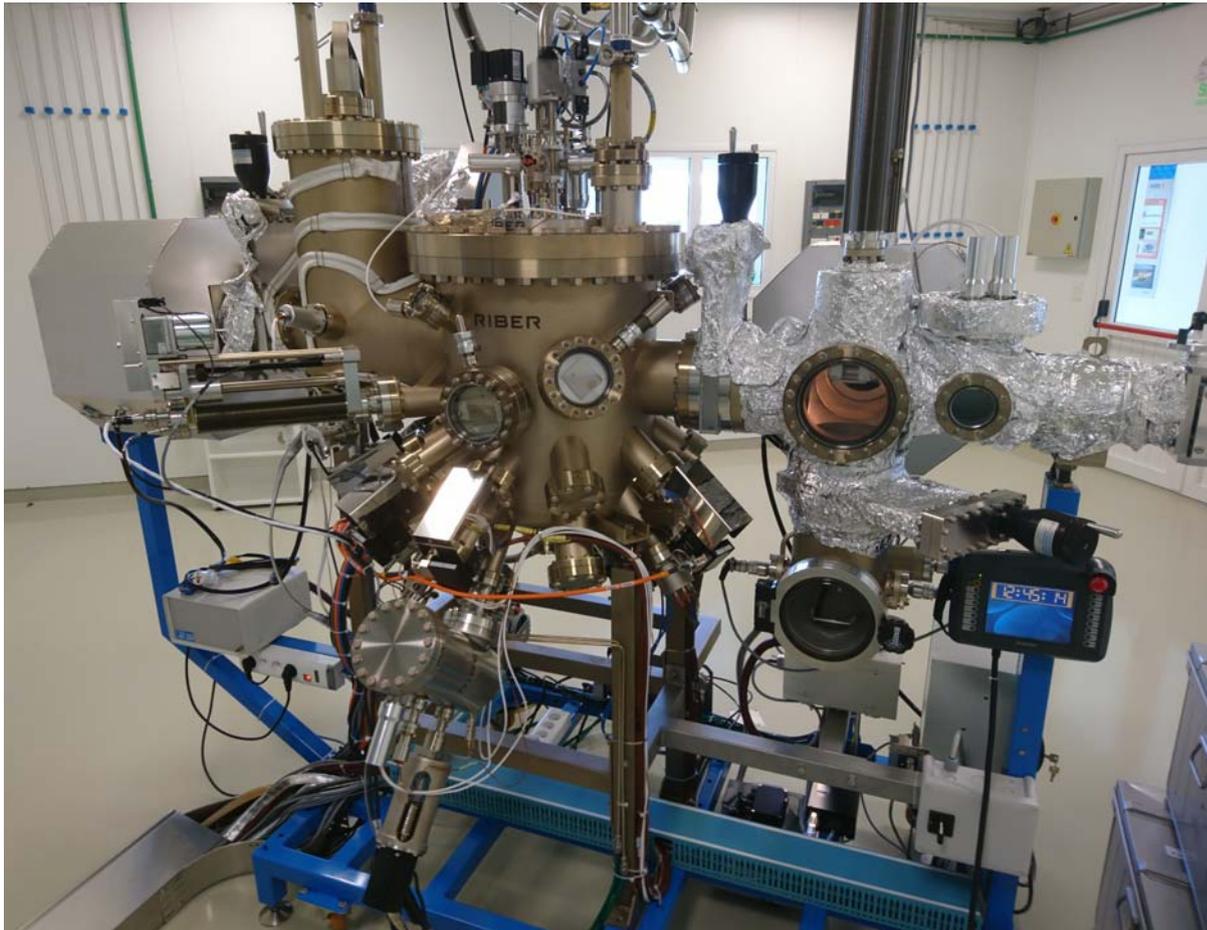
Difusora (Cambio de Aceite)
Cambio de calefactor (si se rompe)

Errores mas comunes:
Apagar la refrigeración y dejar encendida
Dejar encendida sin pre-vacío
Las 2 anteriores

Mecánica (cambio de Aceite)
Reparación despues de años

Errores comunes:
Dejarla bombeando Aire
Uso sin cantidad optima de
aceite.

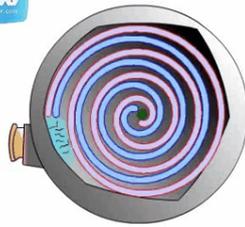
Ejemplo: sistema MBE



- Sistemas multiples de bombeo.
- Diseño para UHV
- Si es RIBER con B no es broma!
- El 90% de lo visible está involucrado con el Vacío

En esencia es una Evaporadora cara y sofisticada.

Mas bombas mecánicas... pero secas

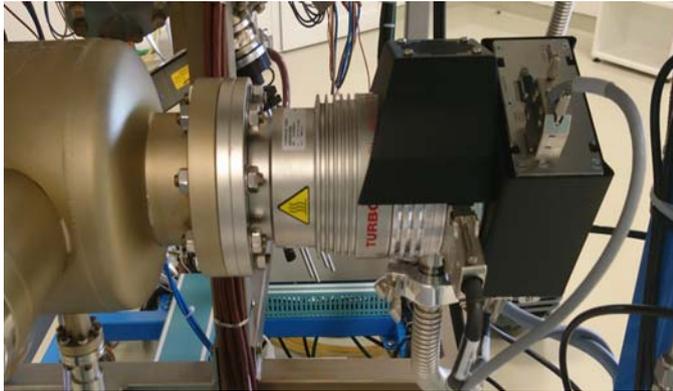


- Muy limpias (no hay aceites)
- Scroll (SB elevadas)
- Coste de mantenimiento alto
- Sellos y diafragmas de repuesto (coste alto - no hay aceite)
- Vacío final menor (a la de paletas) en general

Sistema MBE

Sistemas multiples de bombeo.

Turbomoleculares

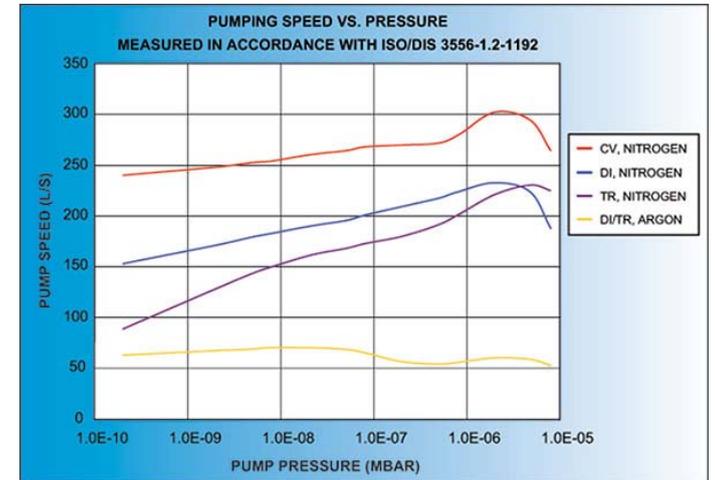
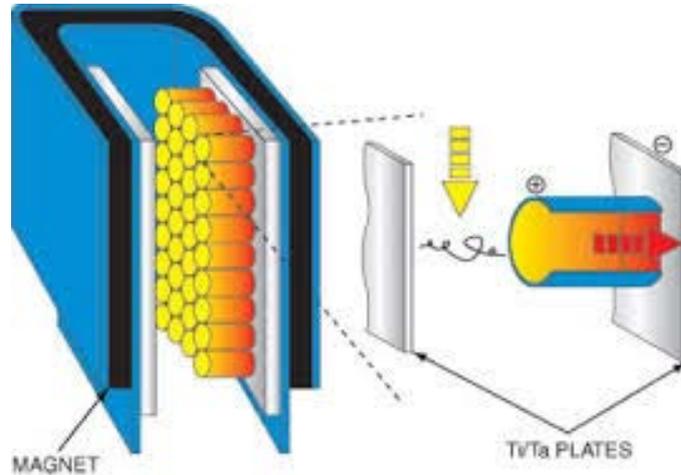


- Coste alto
- Bajo mantenimiento
- Cuidado en su manejo
- Alta eficiencia en bombeo de gases nobles...
- Reparación compleja o imposible



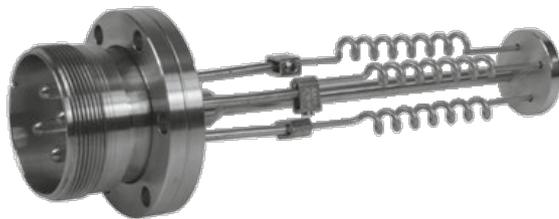
Sistema MBE

Bomba Iónica y bomba de Sublimacion de Ti.



Bomba Iónica

- Costo relativamente bueno
- Sin mantenimiento
- Con uso cuidadosos puede durar incluso décadas
- Gases nobles hacen sputtering, no bombea Helio
-
- Sublimacion de Ti
- Duracion 200 sublimadas aprox por filamento
- Costo bajo
- Bombea hidrógeno



Bombas Criogénicas y adsorción

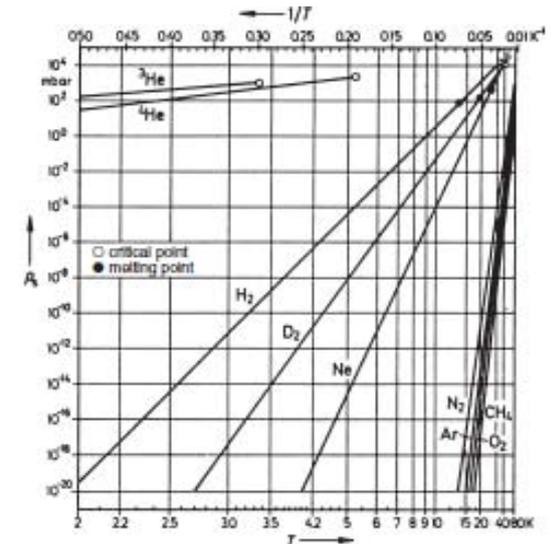


Trampas de LN2

- Pueden sufrir pérdidas en las soldaduras por los cambios térmicos
- Eficientes
- Limpias
- Hay que tener provisión de LN2
-

Bomba Criogénica

- Ruido del compresor
- Bajo mantenimiento
- Limpia y eficiente



la mayoría de los gases, salvo He, H_2 y Ne, pueden ser condensados.

Y como se mide?

Métodos directos (medición de una fuerza)

Métodos indirectos (medir alguna propiedad del gas que esté relacionada con la presión)

Los valores de presión que se quiere medir varían enormemente y se clasifican como:

- Vacío primario (10^{-13} - 1 mbar): implica bajar hasta 1000 veces la presión atmosférica.
- Vacío medio: 1 - 10^{-3} mbar
- Alto vacío (10^{-3} - 10^{-7} mbar): un átomo puede viajar una distancia grande sin chocar, pero cualquier superficie tiene muchísimos átomos de nitrógeno y vapor de agua entre otros.
- Ultra alto vacío (10^{-7} - 10^{-12} mbar): se puede lograr que una superficie de un material no tenga una capa de otro tipo de átomos.

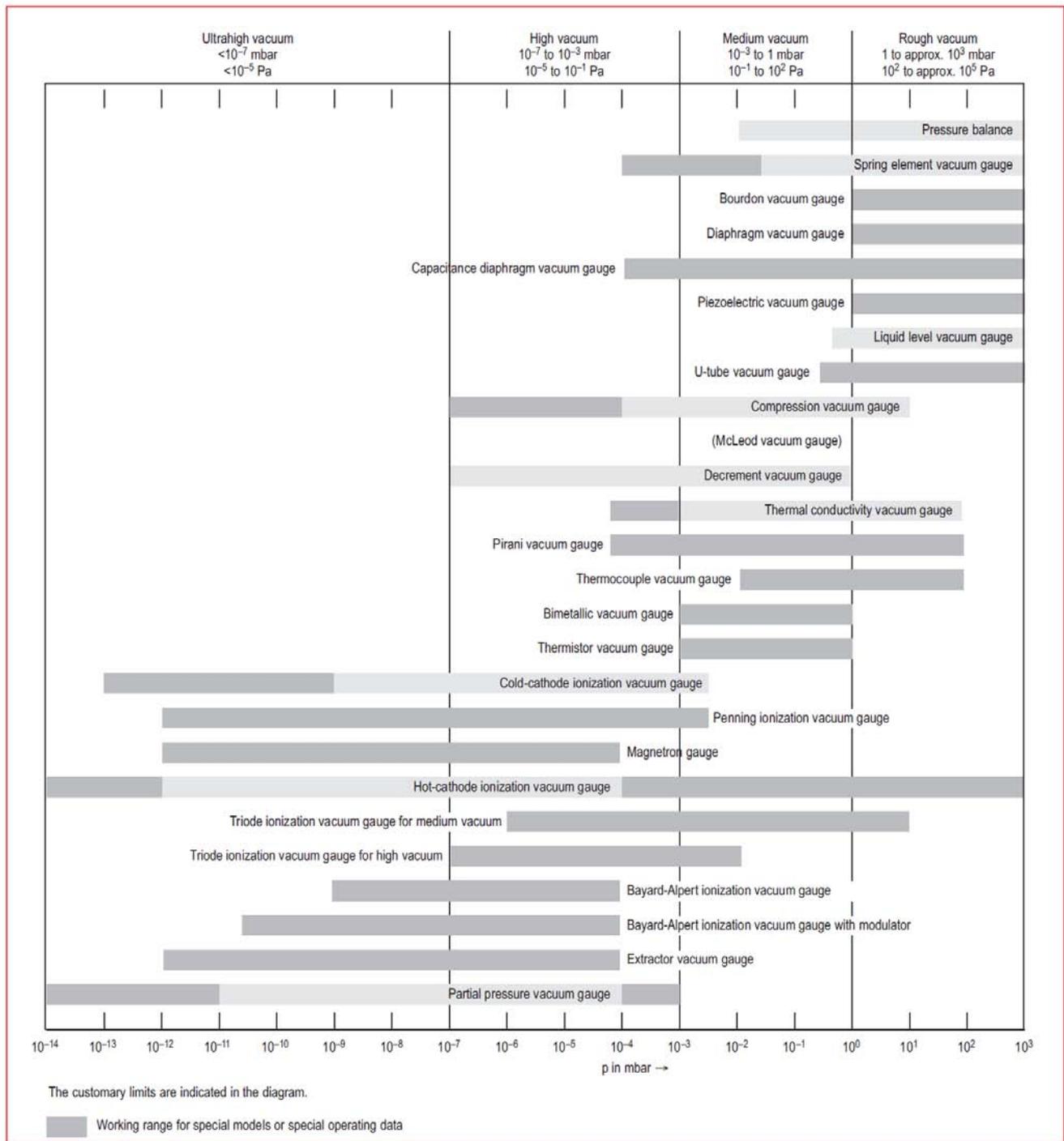
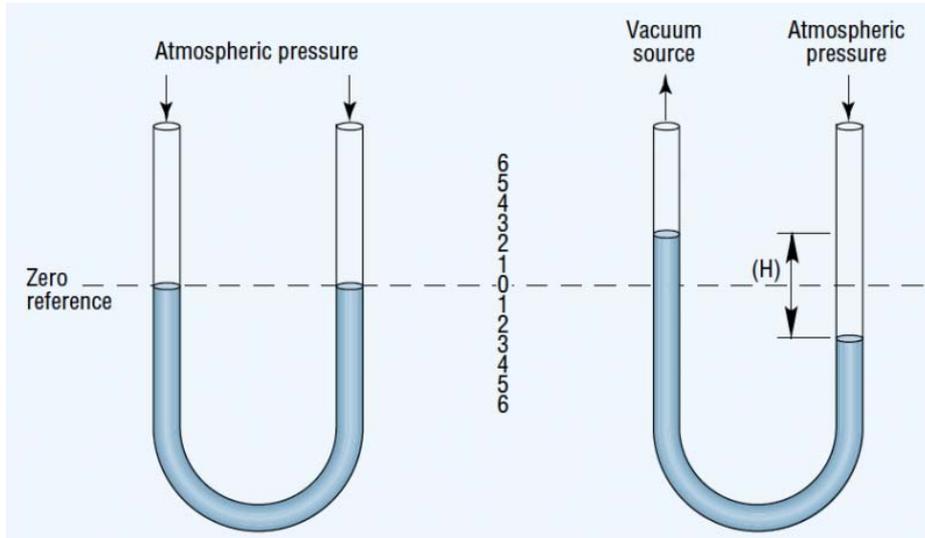


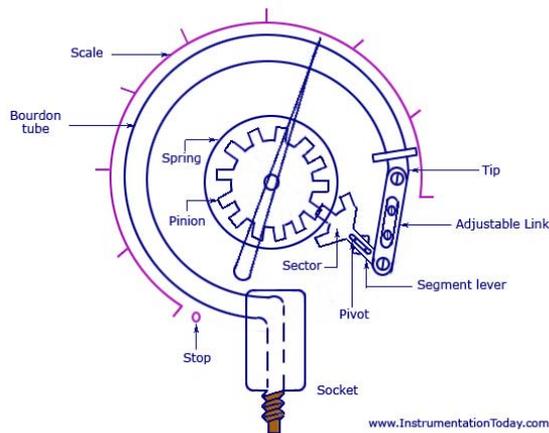
Fig. 9.16a: Measurement ranges of common vacuum gauges

Y como se mide, métodos directos

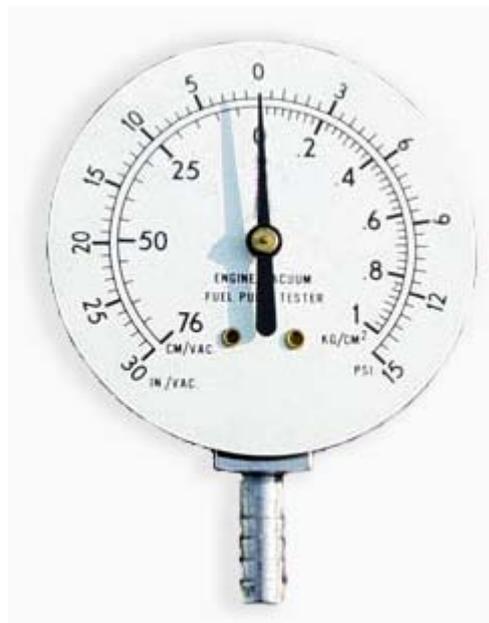


$$P_{\text{atm}} = P + \rho g H$$

Si $P = 0$, $H = 760 \text{ mm Hg}$

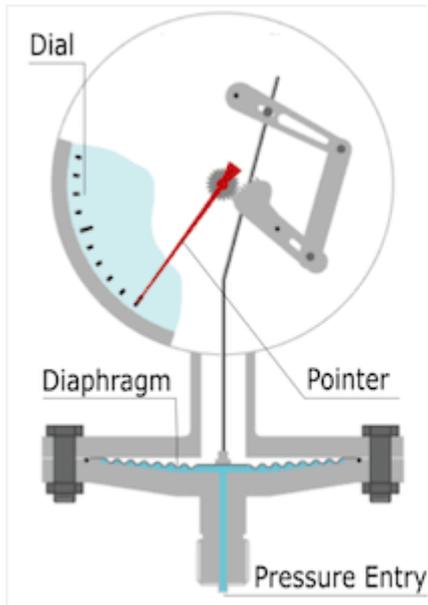


Bourdon Tube Pressure Gauge



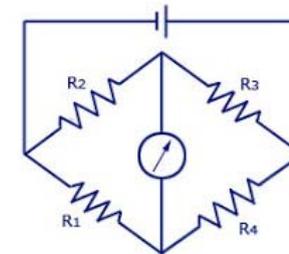
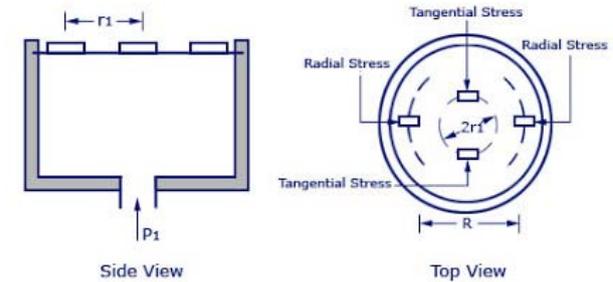
$P = 1000 \text{ a } 10 \text{ mbar}$

Y como se mide, métodos directos



Mecánico
10¹³ – 1 mbar

Pressure Measurement With Strain Gauges on Diaphragm



Bridge Circuit

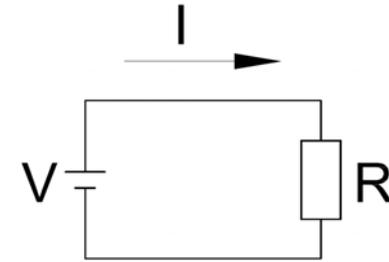
www.InstrumentationToday.com

Electrónico
100 – 10⁻¹ mbar
10 – 10⁻² mbar
1 – 10⁻³ mbar

Y como se mide, métodos indirectos

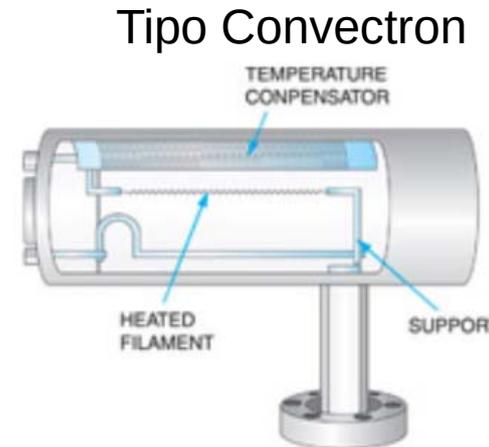
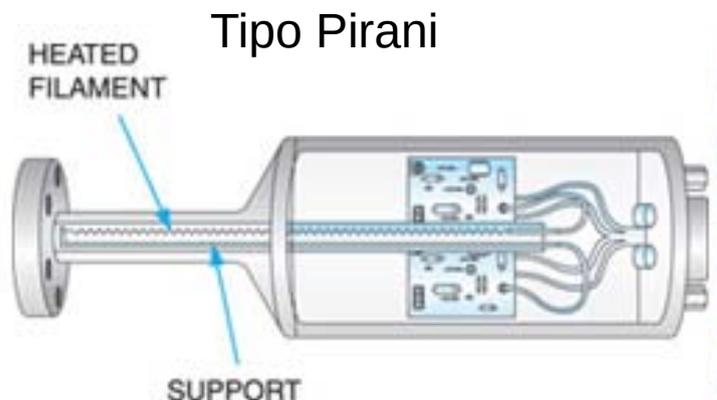
Manómetros que utilizan la conducción térmica de un gas

Ley de Ohm: $I = V/R$, [V] = Voltio
[I] = Amper
[R] = Ohm



En general R depende de la temperatura, ¿podemos usarlo para medir la presión de un gas?

El rango de presiones donde prevalece la conducción de calor: rango de presiones medias, 1 mbar a 10^{-3} mbar



Variante: Convectoron
Se calibra la transferencia por convección.
Llega a atmosférica

Resistencia de Pt es un brazo de un puente de Wheatstone
Se mantiene a T constante (puente siempre balanceado)

Y como se mide, métodos indirectos

En general se opera con el filamento a temperatura constante:

Cambia la presión

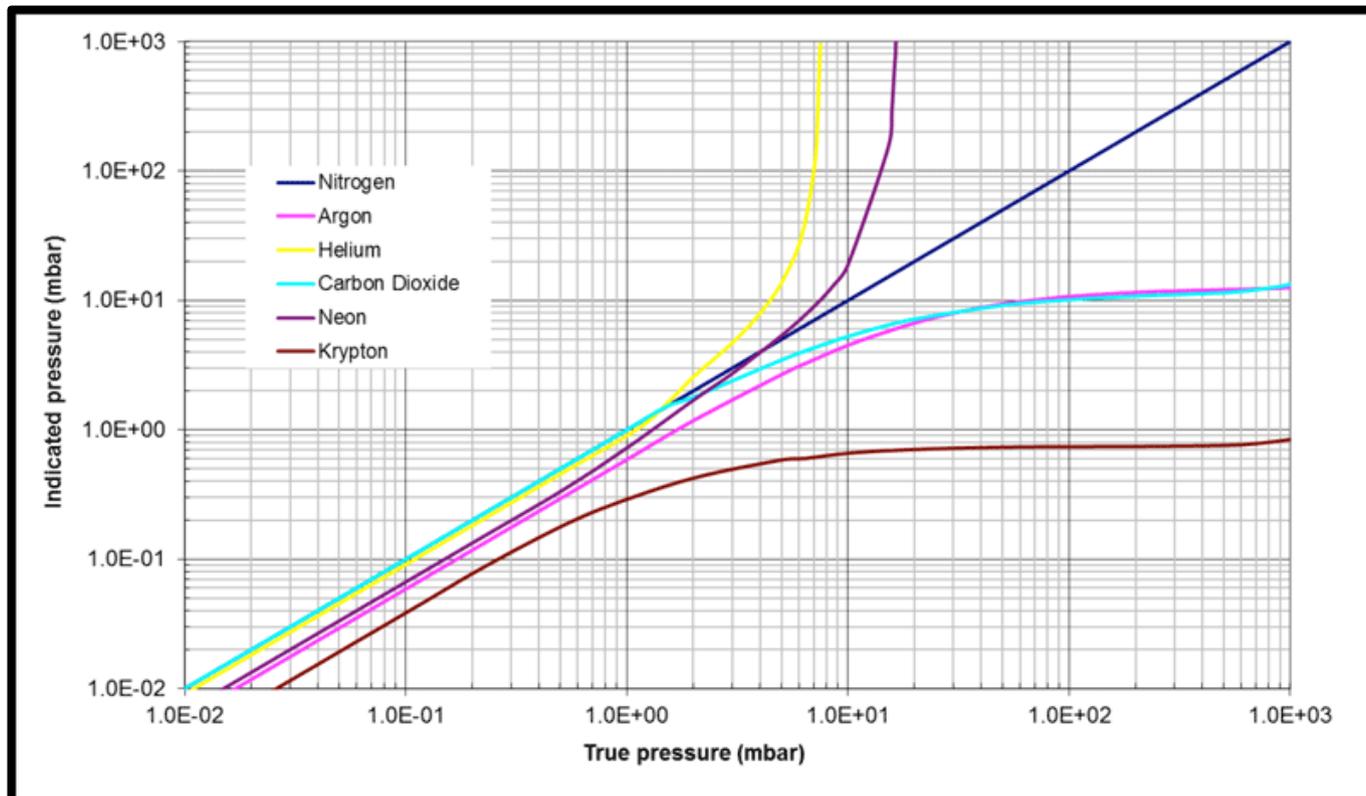
Cambia la conducción de calor

Cambia la temperatura del filamento

Cambia su resistencia

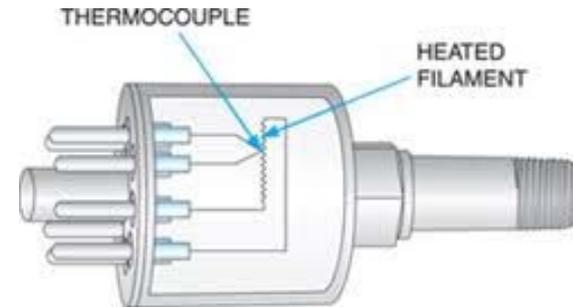
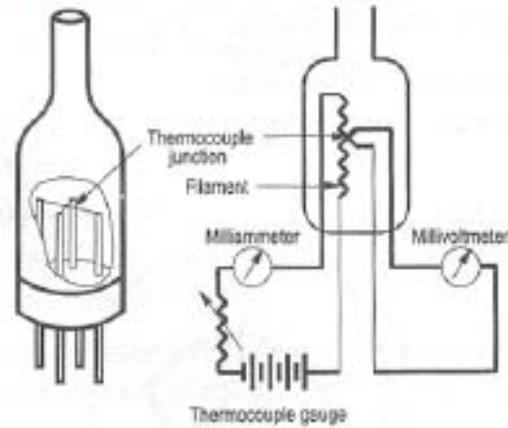
Se corrige la corriente para mantener la temperatura

La conducción de calor depende de la masa de las moléculas, hay que aplicar factores de corrección para cada tipo de gas.

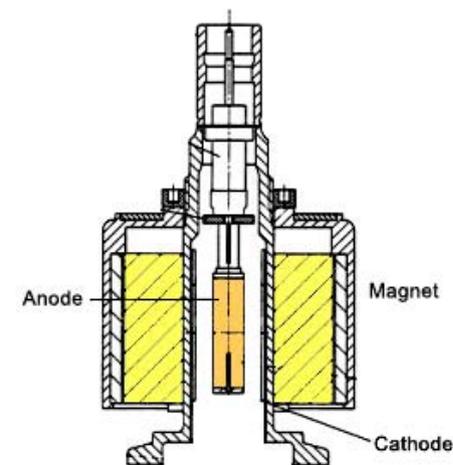
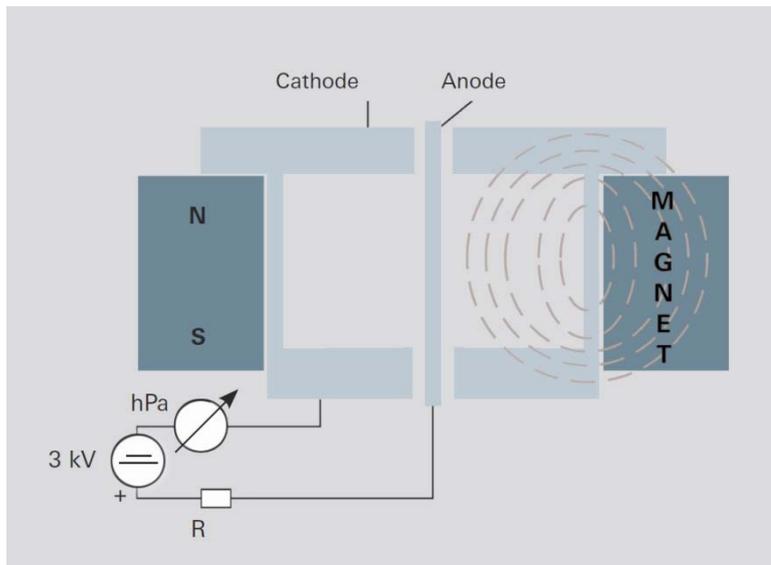


Y como se mide, métodos indirectos

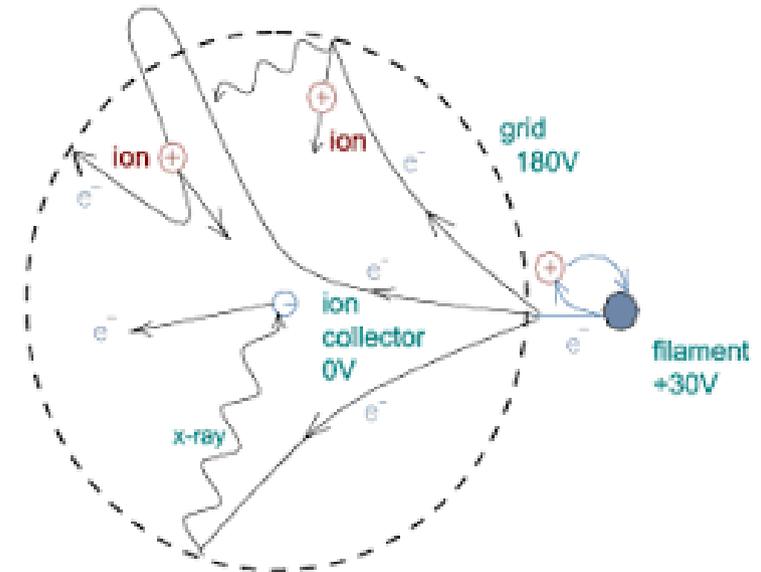
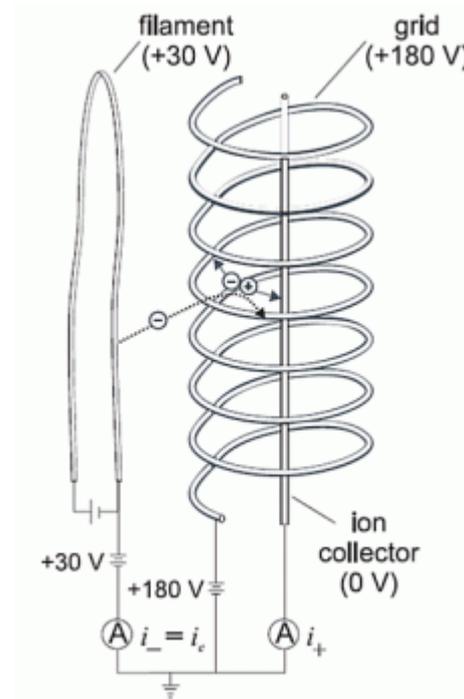
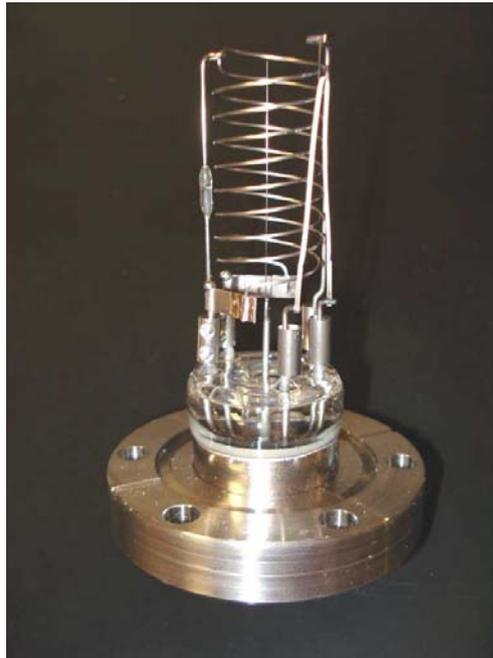
Thermocouple (T/C)



Cátodo Frío



Manómetro de ionización



Filamento: tungsteno ó iridio recubierto por óxidos (ThO_2 , menor temperatura).

Rango: 10^{-4} a 10^{-10} mbar

Sensibilidad:

$$i_c = S P i_e ; \quad i_e = 0.1 - 10 \text{ mA}$$

S depende del tipo de gas, T y la geometría.

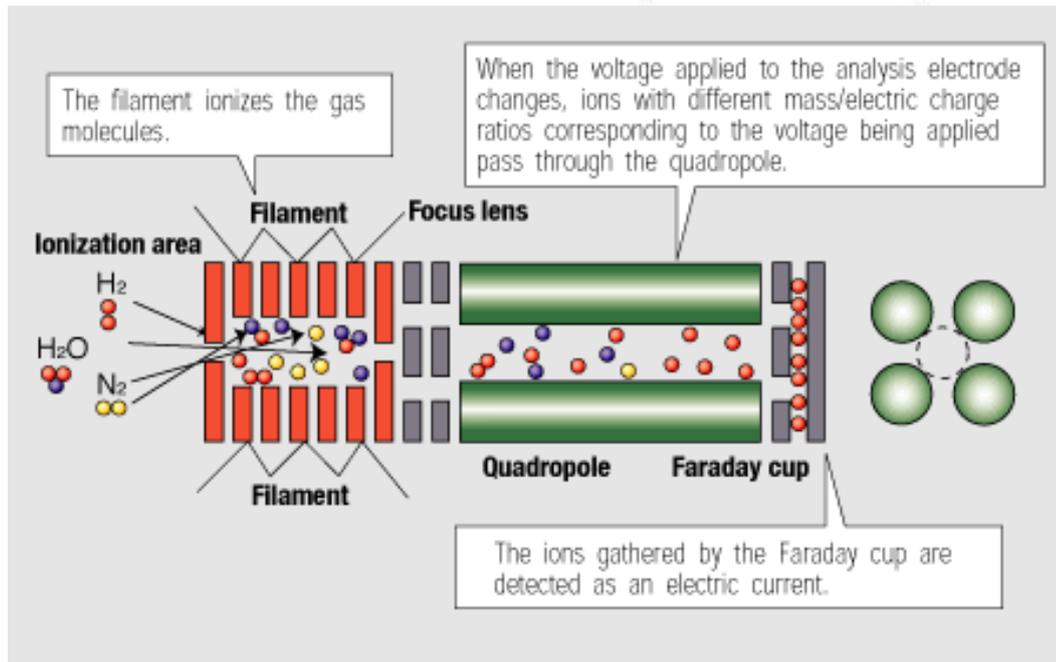
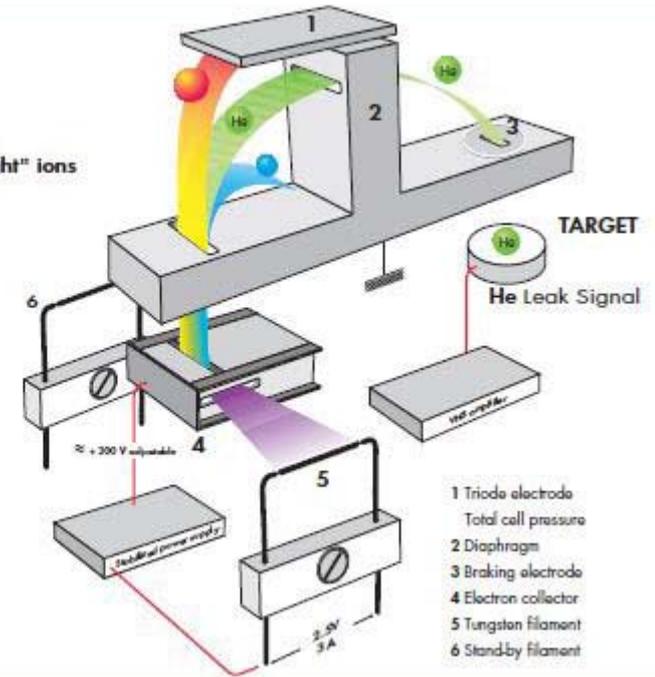
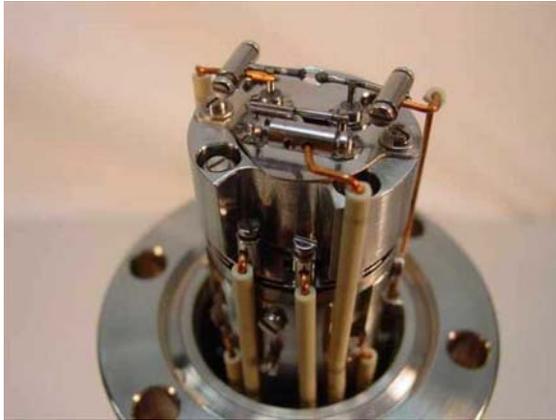
Manómetro de ionización



- Desgase: térmico, por impacto de electrones
- Límite superior: los iones tienen que llegar al colector.
- Límite inferior: rayos x, desorción de gases. Presión de vapor de los materiales.

Gas	R_g
He	0.18
Ne	0.30
H ₂	0.46
N ₂	1.00
Air	1.00
O ₂	1.01
CO	1.05
H ₂ O	1.12
NO	1.15
NH ₃	1.23
Ar	1.29
CO ₂	1.42
CH ₄	1.40
Kr	1.94
C ₂ H ₆	2.60
Xe	2.87
Hg	3.64
C ₃ H ₈	4.20

RGA y detector de Pérdidas



Medición de la presión parcial de un gas o ola detección de Helio en particular.



FIN...

¿Preguntas?

Pregunta para ustedes

¿Que no hay que hacer con la difusora?