

Introducción a los procesos de la Industria química

El fin de la producción química es la “transformación de sustancias”, las cuales siempre van acompañadas de intercambios de energía. Para ellos se parte de unas pocas materias primas, dando como resultado una gran variedad de productos. Estos procesos requieren de “métodos de producción”, los cuales presentan muchos rasgos comunes desde el punto de vista tecnológico.

Las sustancias reaccionantes deben mezclarse íntimamente para que reaccionen entre sí. Finalizado el proceso, los productos deben ser evacuados y separados de las sustancias originales que no han reaccionado y de los productos secundarios.

Cada una de estas etapas requiere de instalaciones adecuadas y sistemas que se irán viendo brevemente a lo largo del curso.

Por lo tanto, existen dos etapas globales en los procesos químicos:

Reacción y separación

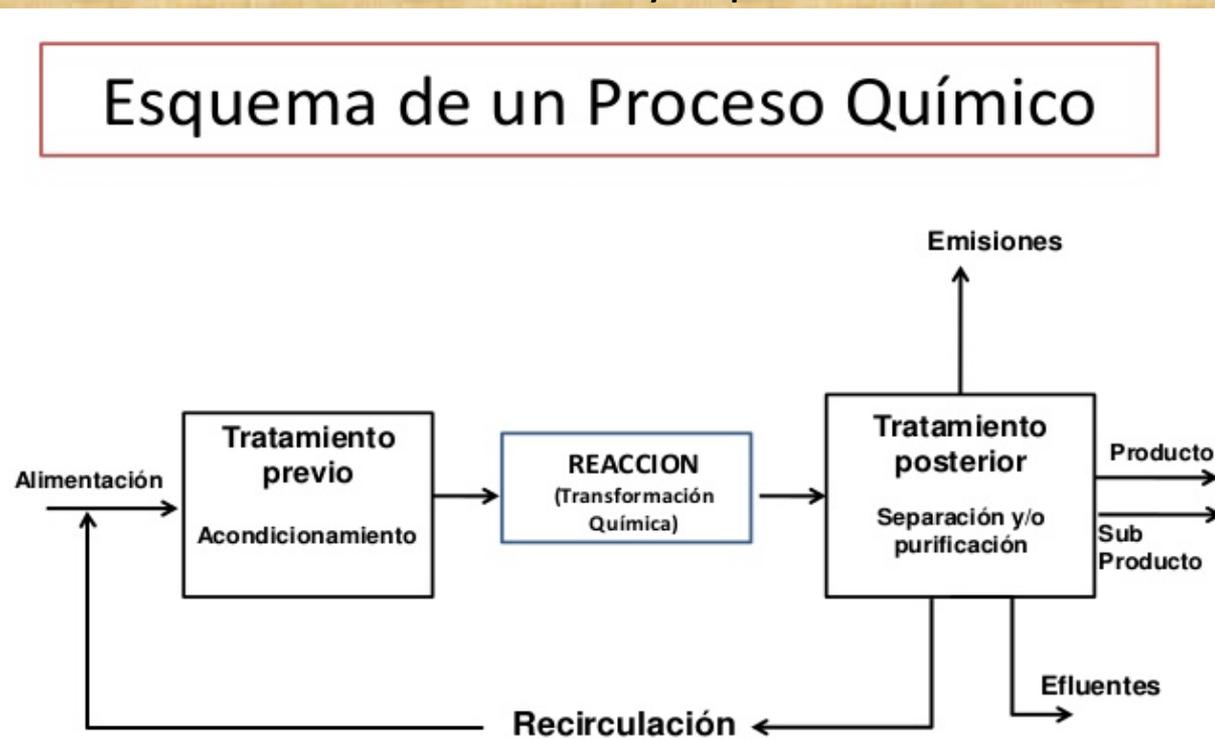
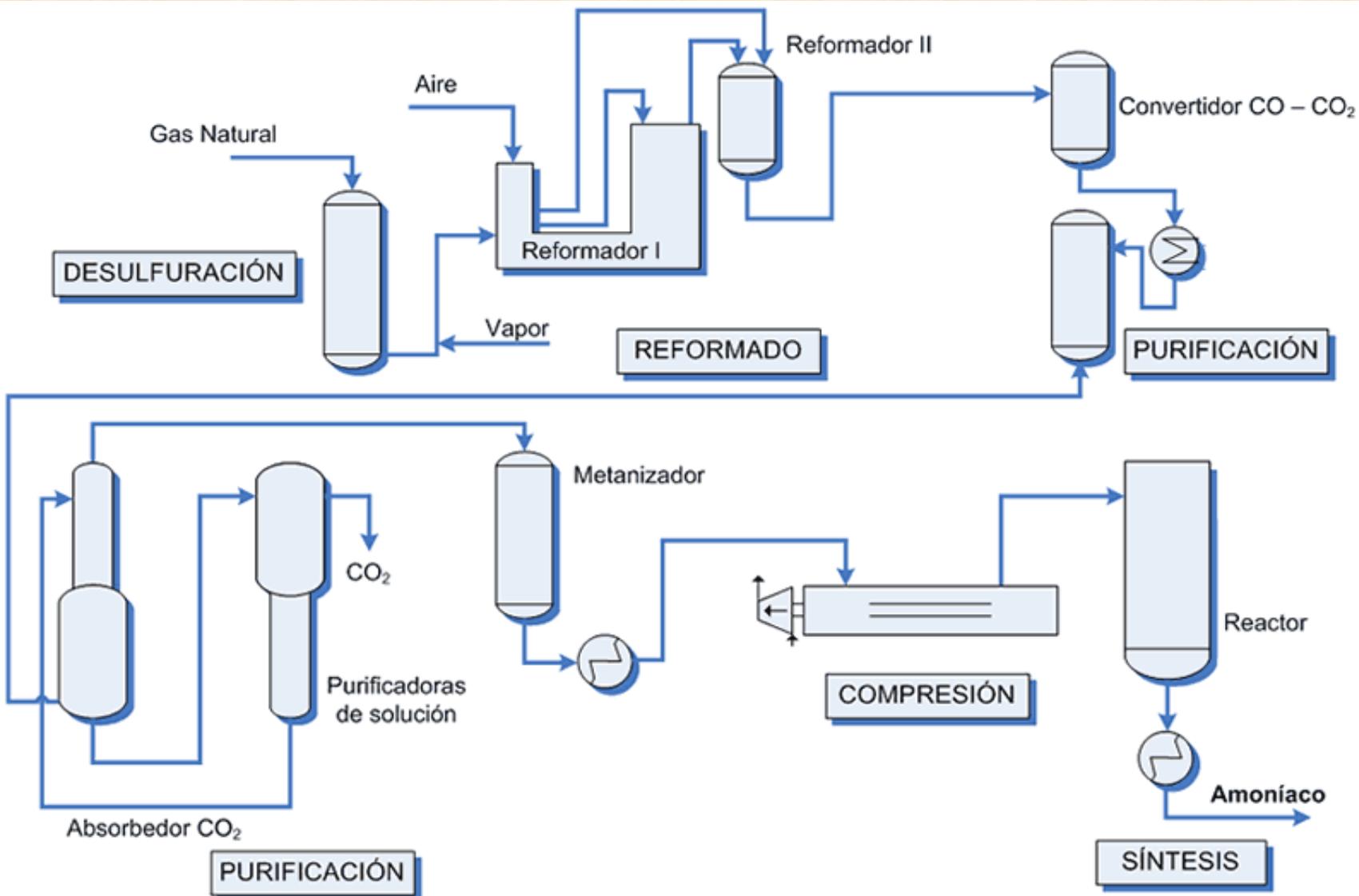
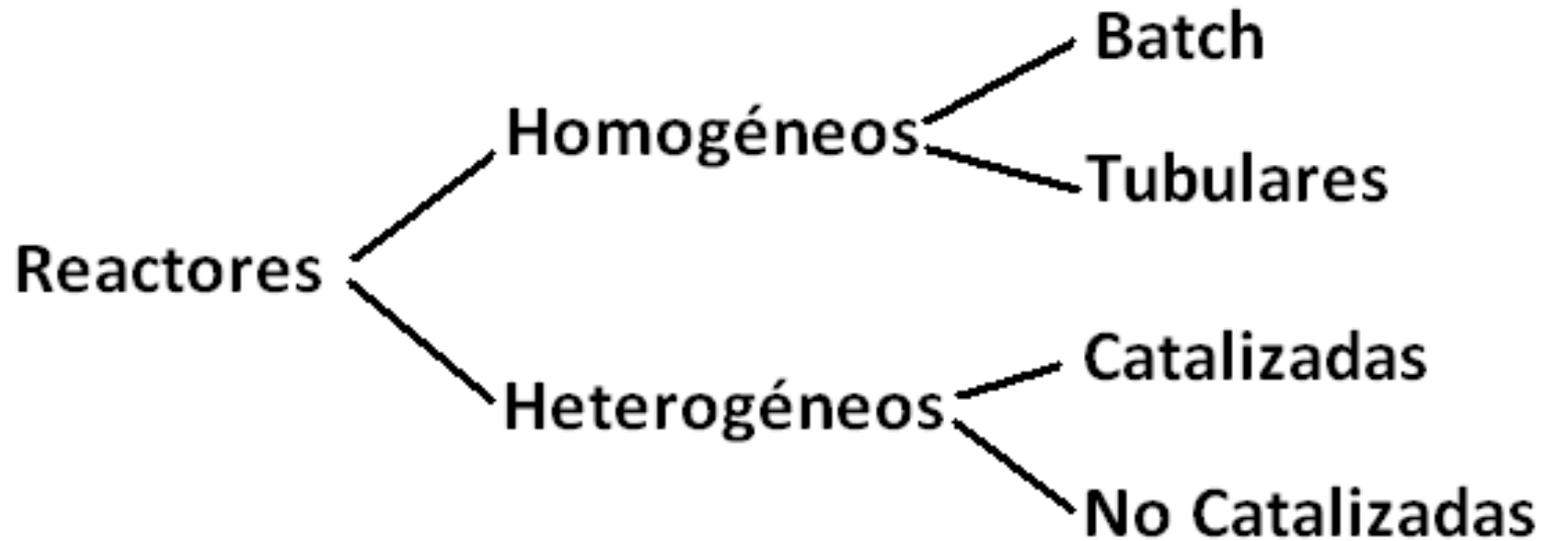


Diagrama de flujos: El diagrama de flujo debe indicar todos los aparatos, máquinas y circuitos necesarios para realizar el proceso. Debe contener la denominación de materias de entrada y salida, como las condiciones de funcionamiento. Se pueden indicar circuitos de energía, accesorios y datos. Los aparatos y máquinas se pueden representar mediante símbolos o esquemas gráficos.



El "Reactor" constituye el principal sistema de contacto entre los reactivos para la formación del producto deseado. Estos se pueden dividir en dos grandes grupos. Aquellos en los que se llevan a cabo reacciones en fase homogéneas y los que corresponden a reacciones heterogéneas. Estos últimos a su vez pueden subdividirse en dos, si la reacción es catalizada o no catalizada.



Reactor Homogéneo: Los reactores homogéneos se pueden clasificar en 3 tipos:

1. Reactor discontinuo (funcionamiento por cargas)
2. Reactor continuo
3. Reactor semicontinuo

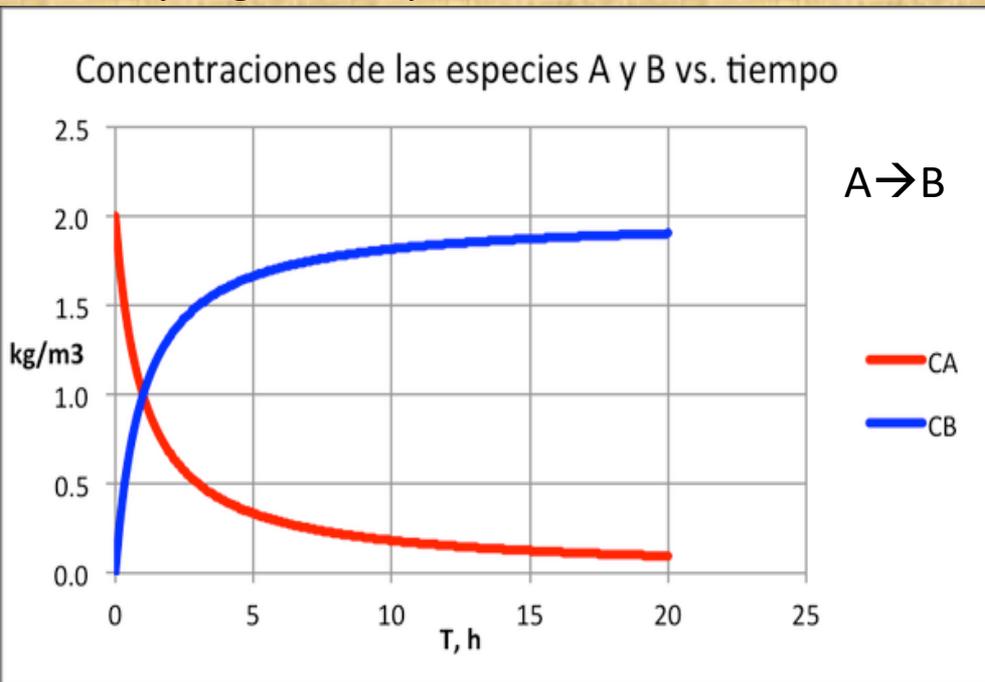
Reactor discontinuo: En este reactor, se mezclan desde el principio todas las sustancias que intervienen en la reacción. La mezcla reaccionante permanece en el reactor con agitación durante el tiempo requerido, variando su composición debido a la reacción química. Finalizada la reacción, se descargan los productos.

Ventajas:

1. Adecuado para la obtención de cantidades pequeñas
2. Puede usarse un mismo reactor para varios productos
3. Adecuado cuando se utilizan microorganismos (bioreactores)

Desventajas:

1. El tiempo muerto entre llenado y vaciado, calentamiento y enfriamiento.
2. Mayor gasto de energía cuando se requiere calentamiento y enfriamiento.
3. Mayor gasto en personal .

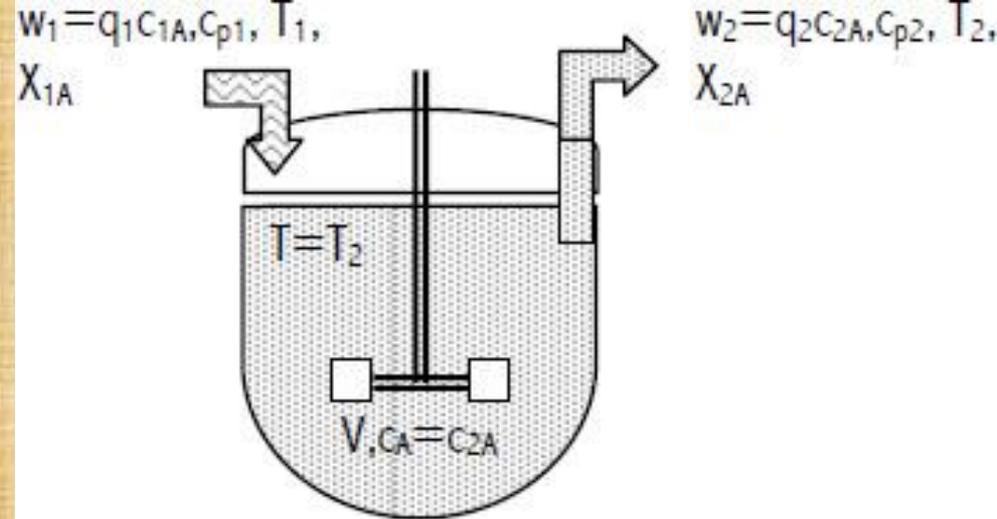


En el reactor discontinuo, las concentraciones de cada uno de sus componentes varía con el tiempo desde la $C_{inicial}$ a la C_{final} .

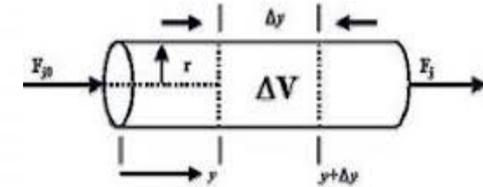
La agitación hace que en todo momento, la concentración de cada componente como la temperatura sean iguales en cada punto del reactor.



Reactor Continuo: En los procesos continuos, los reactivos se introducen continuamente en el sistema de reacción. Del mismo modo, se extrae de manera continua los productos de la reacción. Se mantienen constantes todas las condiciones de reacción alcanzando así el llamado “estado estacionario”.

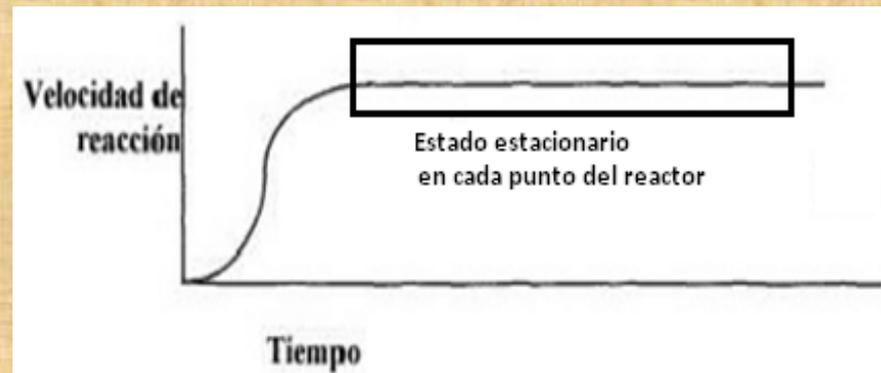


Reactor tubular: En el reactor tubular, el espacio de reacción está formado por un tubo de gran longitud. Los reactivos entran por un extremo y los productos salen por el otro. En un reactor tubular ideal, existe una mezcla óptima entre los reactivos y la mezcla avanza en un flujo pistón.



En ambos reactores continuos, no existe variación entre la concentración de reactivos y productos en función del tiempo, cuando estos se encuentran en estado estacionario.

En el reactor batch continuo tampoco se observa variación de la concentración de las especies en cualquier punto del reactor. En el reactor tubular, en cambio, varía la concentración de las especies a los largo del mismo.



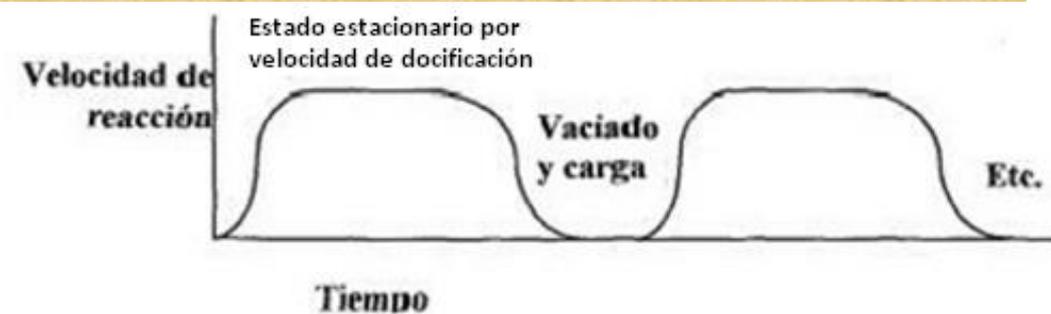
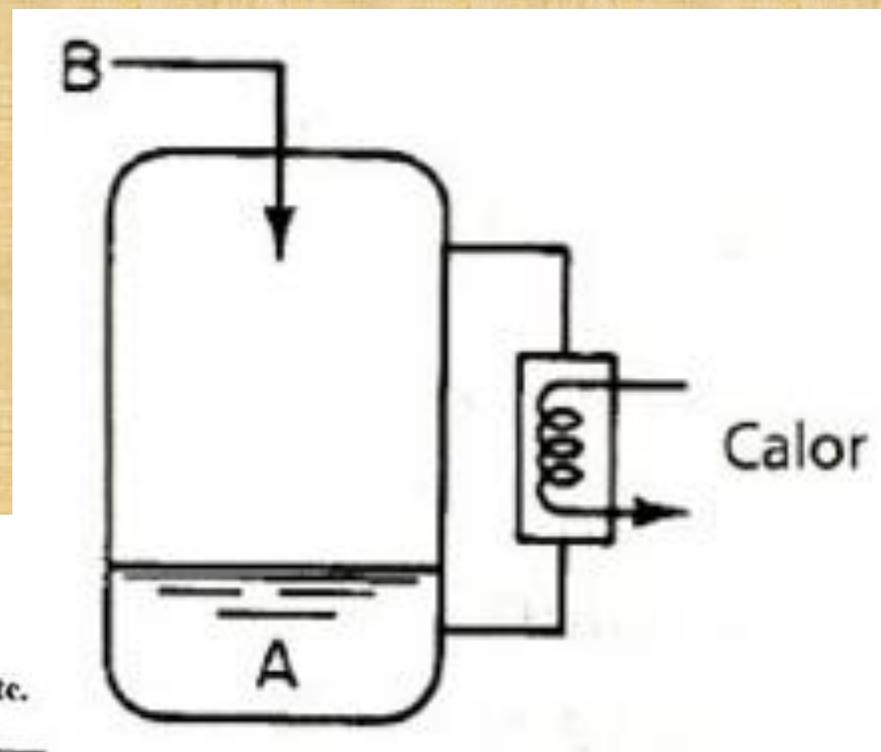
Ventajas:

1. Una menor exigencia de personal
2. Una calidad de producto uniforme
3. Condiciones de trabajo mas seguras e higiénicas
4. Mayor ahorro de energía y menor volumen para la misma producción

Desventajas:

1. Requiere de muchos dispositivos para medir, controlar y regular las diferentes variables (dosificación, temperatura, etc)
2. Son poco flexibles, existe un óptimo de rendimiento en el que se debe trabajar.
3. Son muy sensibles a las variaciones de calidad de materia prima.

Reactor semicontinuo: En muchas instalaciones industriales se utilizan reactores que son una combinación entre discontinuos y continuos. En estos reactores se introduce uno de los componentes y luego se dosifica el segundo. También se incluyen en este grupo aquellos reactores en los que se introducen todos los componentes pero se va extrayendo uno de ellos de manera continua.



Reacciones catalíticas

El rendimiento de una reacción, depende de manera decisiva de la velocidad de reacción. Esta a su vez depende de los siguientes factores:

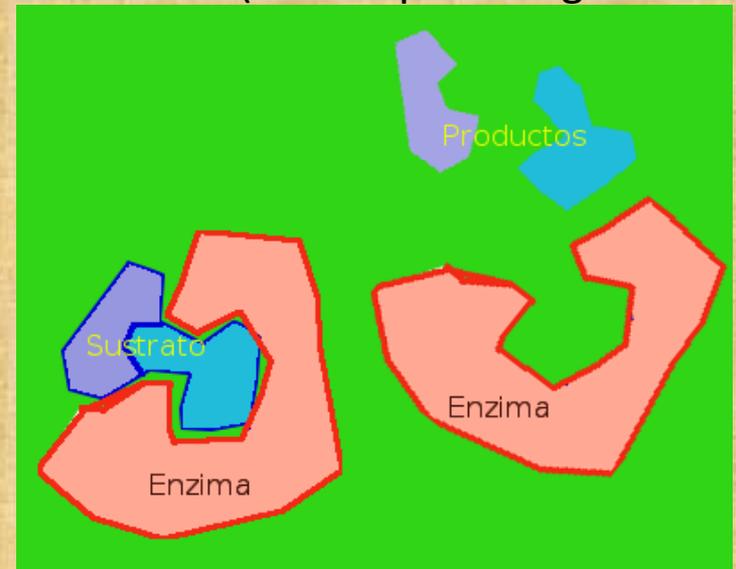
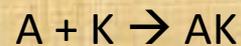
1. Concentración presión parcial de los reactivos
2. Temperatura de reacción
3. Energía de activación.

Un influencia importante sobre la velocidad de reacción la ejercen los catalizadores. Estos influyen en la velocidad de reacción alterando la energía de activación y permanecen inalterados al final de la misma, por lo que no figuran en la ecuación de reacción. El término catalizador está reservado para aquellas sustancias que aceleran la velocidad de reacción en tanto que, inhibidores para aquellos que retarda la reacción. Los organismos vivos utilizan catalizadores en diferentes procesos (enzimas).

Catálisis homogénea:

Se llama catálisis homogénea, cuando el catalizador adopta el mismo estado de agregación que los componentes de la reacción y se mezcla con ellos uniformemente.(fases líquidas o gaseosas).

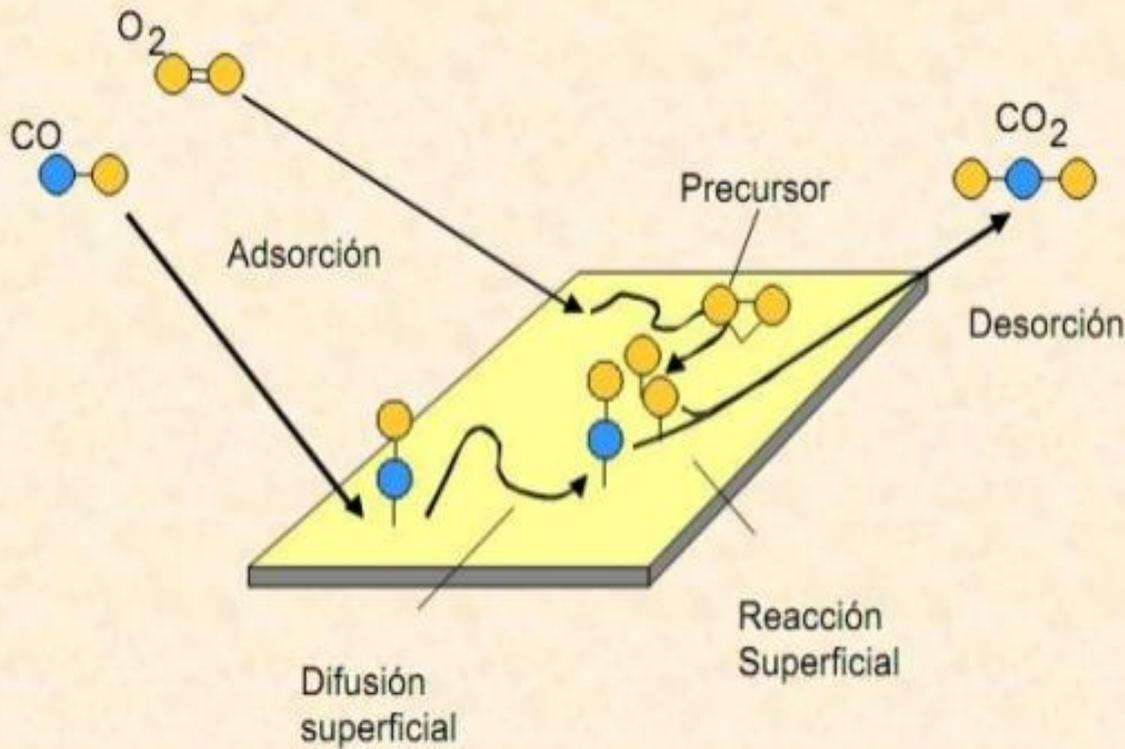
Ejemplo:



Catálisis heterogénea:

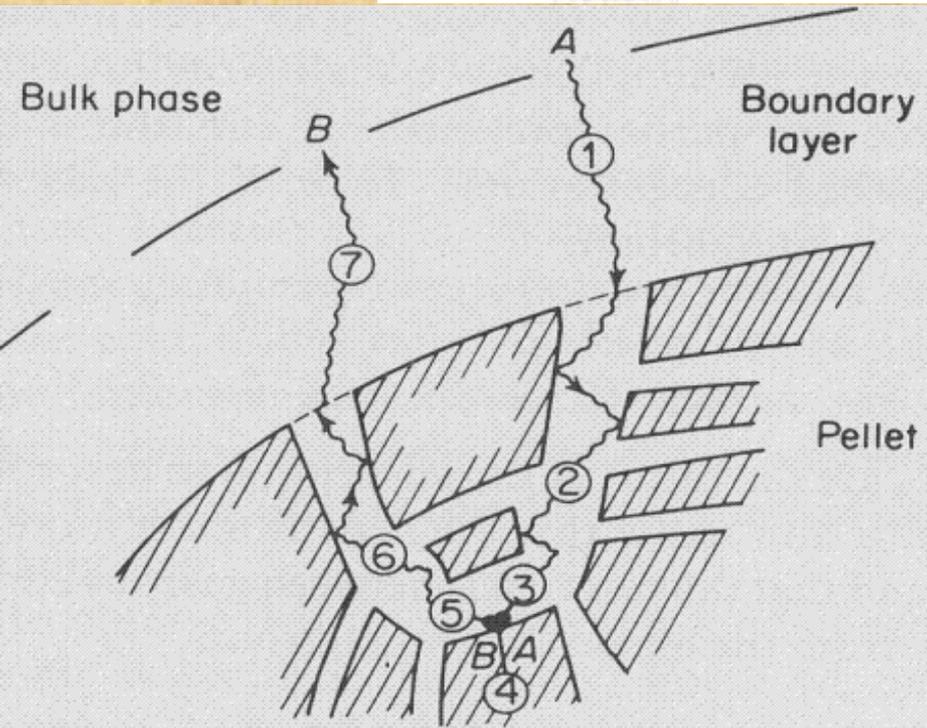
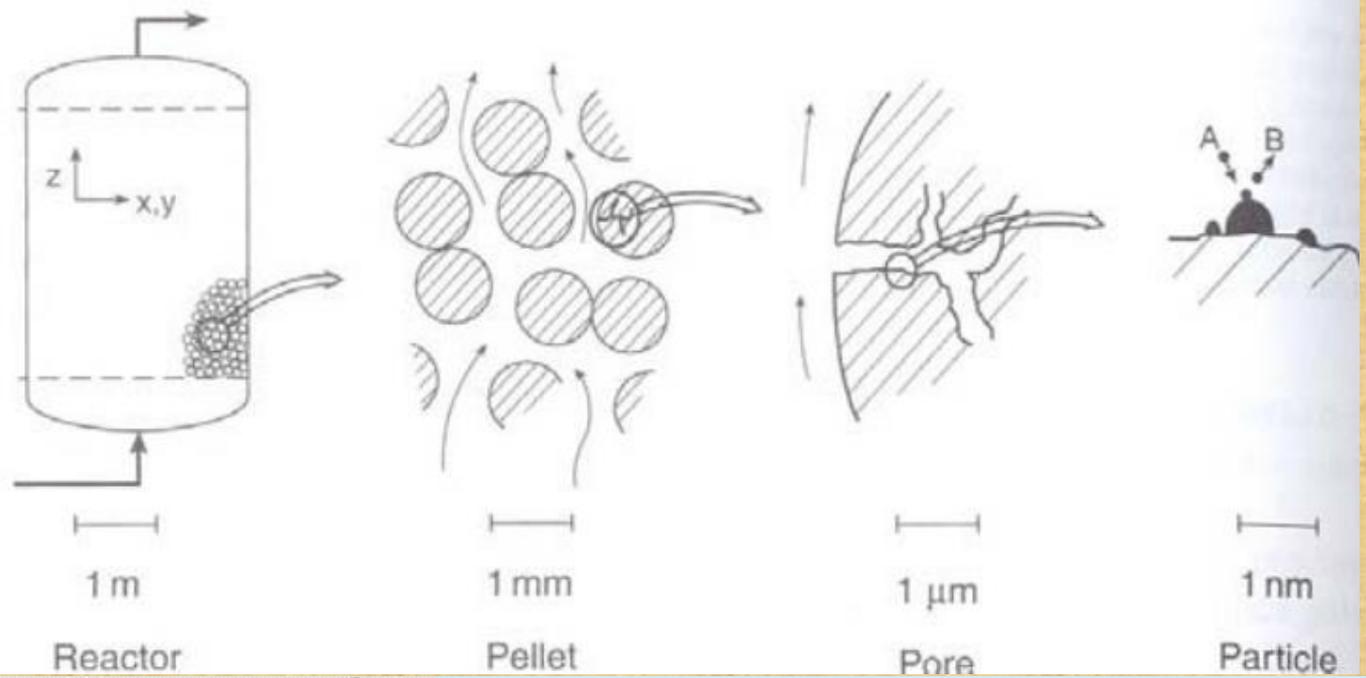
Las reacciones catalíticas heterogéneas transcurren en la interfases entre un gas o un líquido y un sólido que actúa como catalizador. Estas reacciones pueden ser en lecho estático, móvil o fluidizado.

Ejemplos:

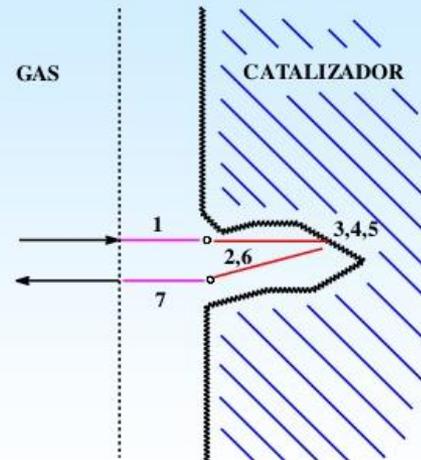


Las reacciones catalíticas heterogéneas tienen lugar en la superficie del catalizador, por lo que se requiere de materiales microporosos y por lo tanto de alta superficie específica. Para ello, se utilizan materiales de alta superficie específica como el carbón activado, sílica gel, gama alúminas, etc. los cuales son sometidos a un proceso de dispersión del elemento activo.

Etapas de la reacción catalítica heterogénea:



Pasos elementales de la reacción catalítica heterogénea



- 1) Difusión de reactivos hasta la superficie del catalizador.
- 2) Difusión de los reactivos dentro del poro.
- 3) Adsorción de reactivos en la superficie del poro.
- 4) Reacción química en el sitio activo.
- 5) Desorción del producto del sitio activo.
- 6) Difusión de los productos fuera del poro.
- 7) Difusión de los productos fuera de la superficie del catalizador.

Sistemas de unidades usados en la industria

¿Qué son las unidades y las dimensiones, y en qué se distinguen?

- Las dimensiones son nuestros conceptos básicos de medición, como longitud, tiempo, masa, temperatura, etc.
- las unidades son la forma de expresar las dimensiones, comparados con una unidad preestablecida.

Historia de algunas unidades

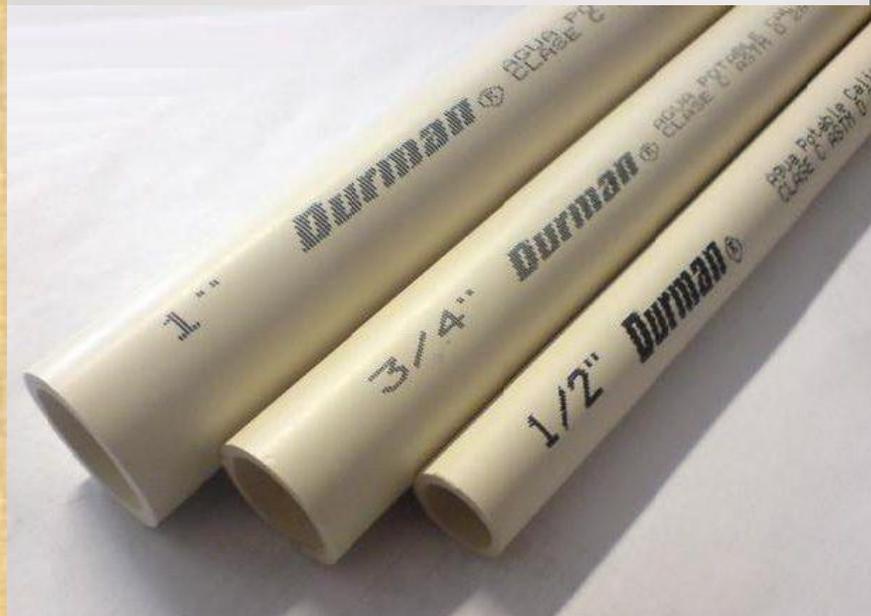
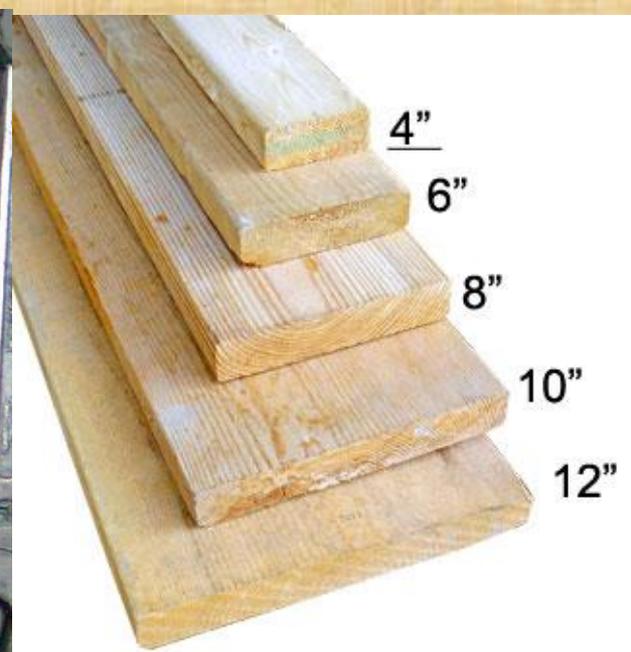
- **Codo** El hombre utilizó inicialmente alguna parte de su cuerpo, por ejemplo el codo, que es una unidad muy mencionada en la biblia.
- **Dedo** El dedo equivalía al ancho real, aproximadamente: 18 mm
- **Mano** La mano equivalía al ancho de la mano, aun se usa en algunos países para medir la alzada de un caballo
- **Pie** Esta medida por acuerdo internacional equivale a: 30,5cm y se usa para medir por ejemplo las chapas de los techos
- **Cuarta** Se extiende o abre la mano y la medida entre la punta del pulgar y el meñique equivale a un palmo o cuarta
- **Braza** Equivale a 1.67 m y es el resultado de extender ambos brazos

- **Cable** Es una unidad utilizada para estimar la distancia entre dos objetos poco alejados, equivale a 120 brazas, es decir, unos 200 m
- **Vara** En España valía 0,84 m y en Argentina 0,866
- **Pulgada** Medida inglesa, cuyo valor, luego de un acuerdo internacional es de 2,54 cm. Muy usada actualmente
- **Pertiga** Vale entre 16 y 22 pies, según la zona donde se utilice
- **Línea** Corresponde a la 1/12 parte de la pulgada
- **Paso** Equivale a la medida entre un pie y el próximo, al efectuar un paso
- **Milla** Deriva de mille passuum y significa unos 1000 pasos; Para los romanos, un paso equivalía a dos pasos de los actuales
- **Legua** Distancia que un caballo puede andar en una hora
- **Año Luz** Distancia que recorre la luz en un año
- **Tonelada** Medida del antiguo tonel francés
- **Onza** Medida de peso que equivale a 28,70 gramos
- **Grano** Peso de una semilla de cebada
- **Fahreheit** Escala fijada entre 0 y 100 de el punto de congelación y ebullición del cloruro de amonio en agua
- **Kilate masa** Peso de la semilla de algarroba
- **Libra** Equivale a 0,45359237 kilogramos

Unidades inglesas: Muy utilizadas en la industria

	NOMBRE	SÍMBOLO	VALOR
Longitud	Pulgada	in	25,4 mm
	Pie	ft	0,3048 m
	Yarda	yd	0,9144 m
	Milla	mile	1.609,344 m
Superficie	Pulgada cuadrada	in ²	6,4516 cm ²
	Pie cuadrado	ft ²	0,09290306 m ²
	Yarda cuadrada	yd ²	0,836127 m ²
	Milla cuadrada	mile ²	2,589988 km ²
	Acre	acre	4.046,856 m ²
Masa	Libra	lb	453,59237 g
	Onza	oz	28,3495 g

Inch (in)	Foot (ft)	Yard (yd)	Mile	Meter (m)
1 in				0,0254 m
12 in	1 ft			0,3048 m
36 in	3	1 yd		0,9144 m
21 120 in	5 280 ft	1 760 yd	1 mile	1 609,344 m



Mediciones

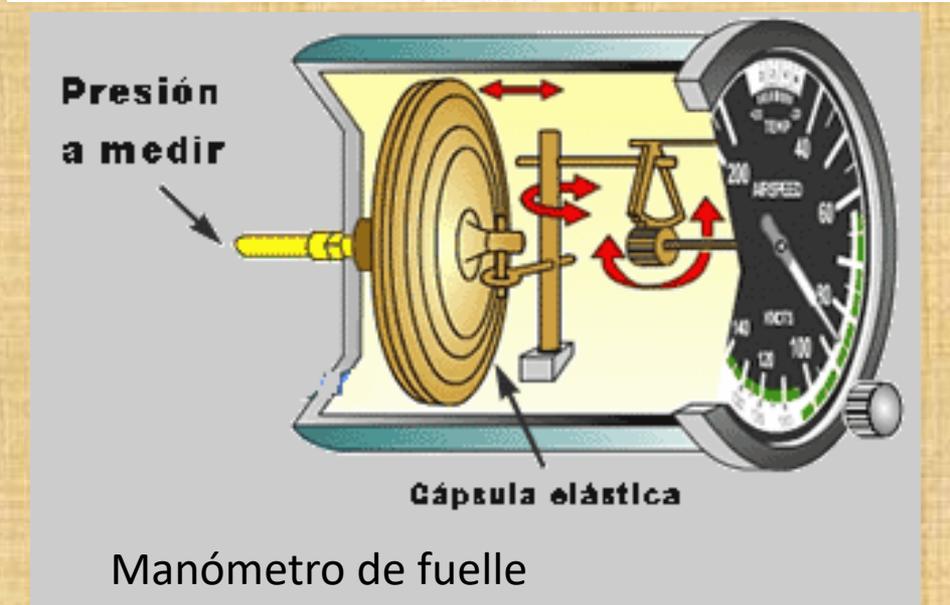
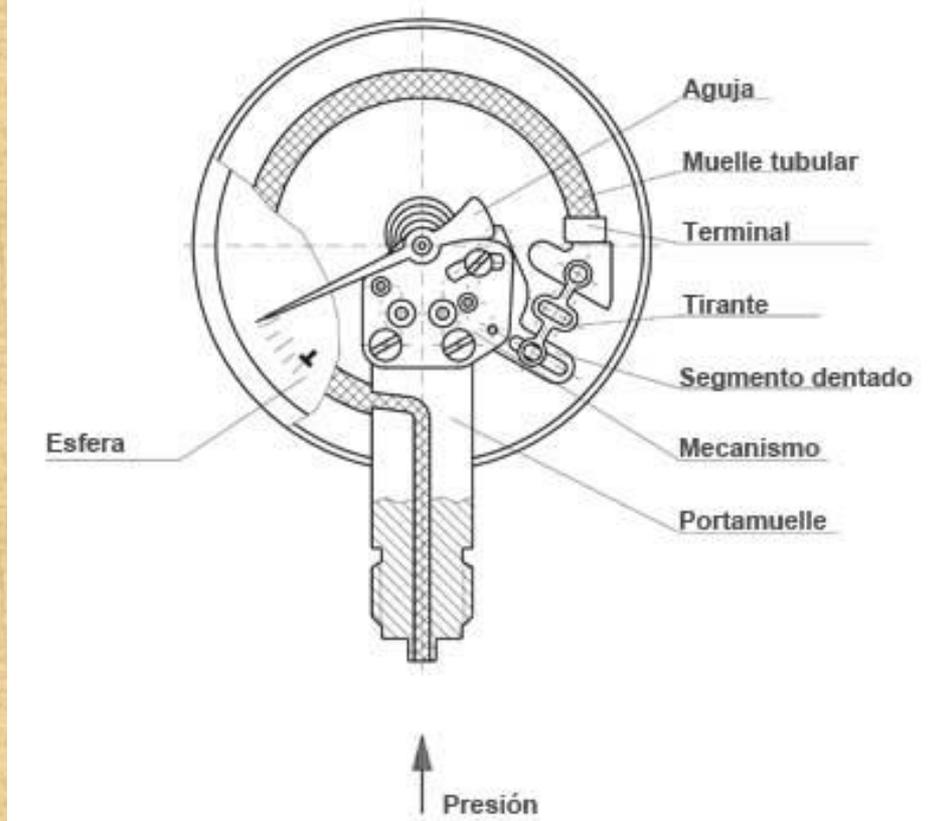
Medición de la presión:



Psi: Libra fuerza por pulgada cuadrada
«pounds-force per square inch»

Bar: Aproximadamente una atm. 10^6 barias

1 psi \approx 6,895 kPa \approx 0,068 bar



Medición de la Temperatura:

- Variación en volumen o en estado de los cuerpos (sólido, líquido y gas)
- Variación de resistencia de un conductor o semiconductor
- Fem creada por dos metales distintos
- Intensidad de radiación emitida por un cuerpo.
- Conos pirométricos, etc.

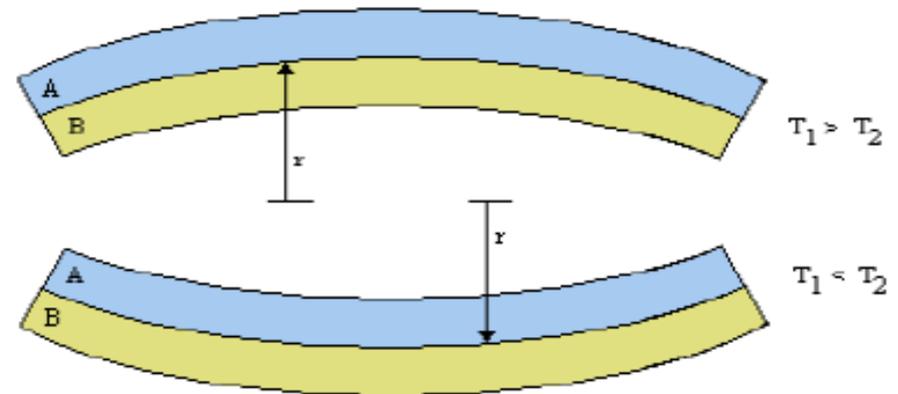
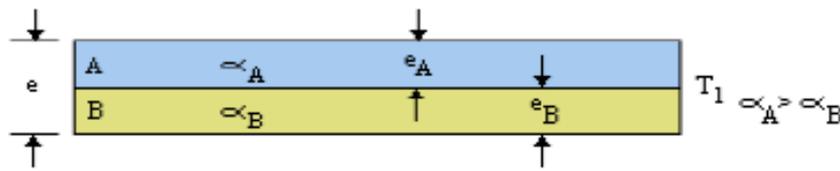
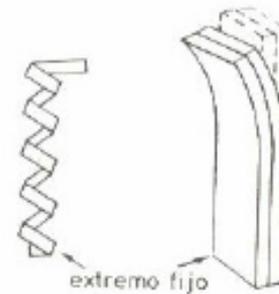
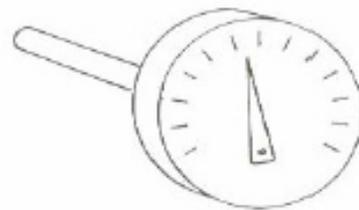
Termómetro de vidrio:

Márgenes de trabajo:

Mercurio	-35 - +280° C.
Mercurio (tubo capilar lleno de gas)	-35 a + 450 °C.
Pentano	-200 a +20° C.
Alcohol	-70 a +100 ° C.

Termómetro bimetalico:

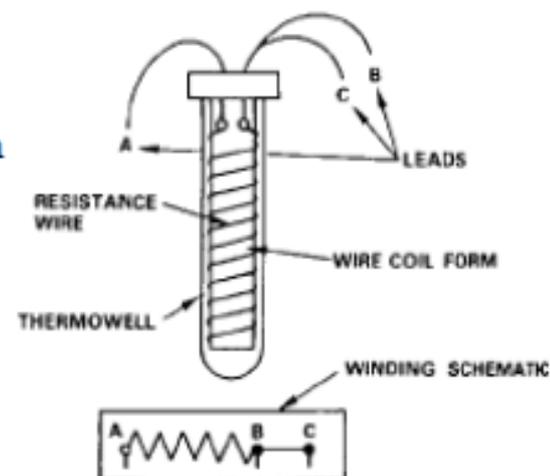
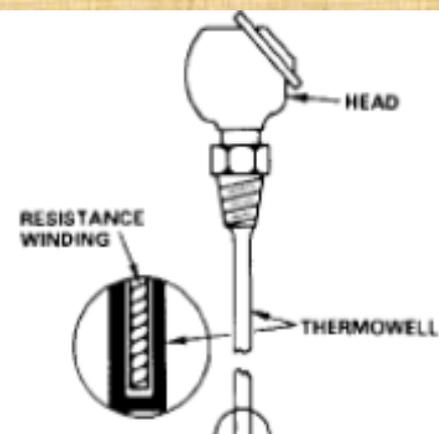
- Su base, el distinto coeficiente de dilatación de dos metales diferentes (p.e.: latón o monel y una aleación de ferroníquel o Invar (35,5% Níquel)), laminados conjuntamente.



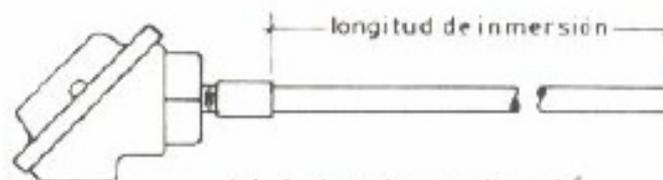
- Posee pocas parte móviles, solo la aguja indicadora sujeta al extremo libre de la espiral o de la hélice y el propio elemento bimetalico.
- Generalmente los bimetalicos comerciales poseen un espesor entre 10 μm y 3 mm, para obtener una alta sensibilidad.
- La temperatura a los cuales son sometidos estos sensores van desde -75°C a 540°C . Sus formas varían de voladizo, espiral, hélice, etc.
- Son muy empleados como elementos de **control on-off**, cortando un flujo de corriente que pasa a través de ellos.

Termómetros de resistencia:

- Su principio de funcionamiento se basa en el flujo de electrones a través de la resistencia. Al variar la temperatura en el material resistivo, el flujo de electrones varía. Es decir la resistencia presenta una variación con la temperatura.
- El elemento consiste, usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado, bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.
- Las bobinas que llevan arrollado el hilo de resistencia, están encapsuladas y situadas dentro de una vaina (acero inoxidable 304)



a) sonda



b) tubo de protección

Termopares:

Los termopares son unos de los sensores más sencillos y de los más utilizados en las industrias para determinar la temperatura de un proceso. Este sensor esta constituido por la unión de dos metales, la cual es sometida a la temperatura a ser medida.

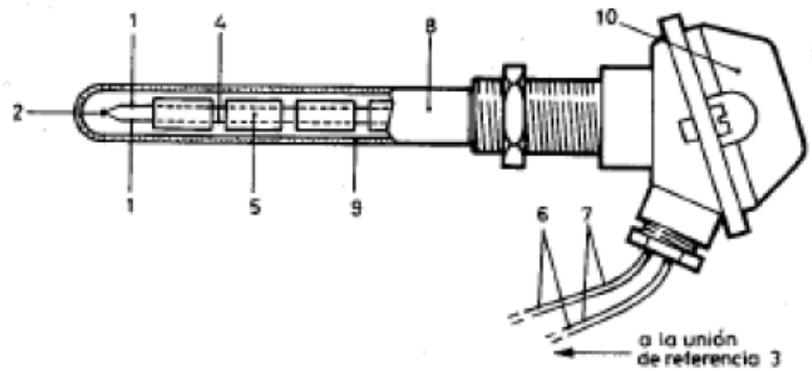
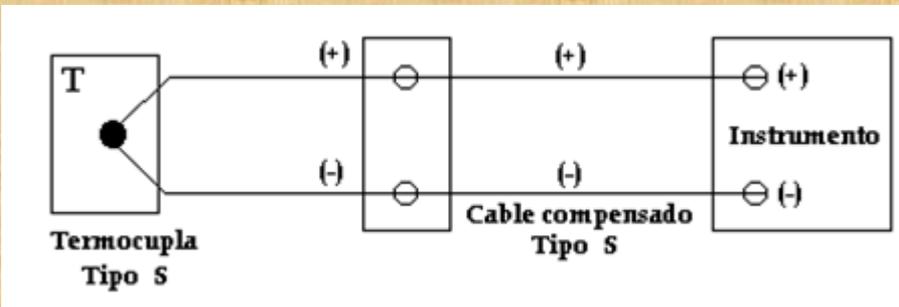
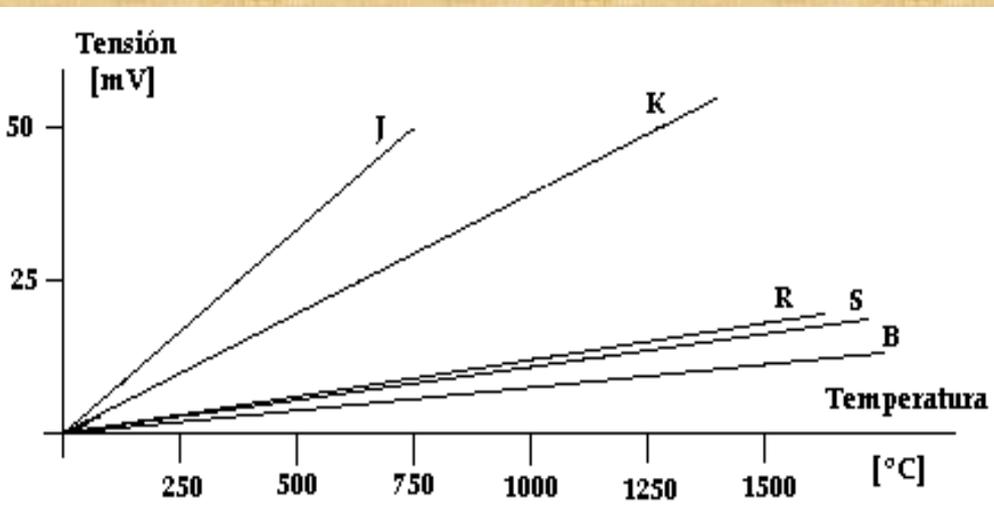


Figura 6.4 Termopar industrial con vaina

- 1. Conductores (diferentes)
- 2. Unión de medida
- 3. Unión de referencia
- 4. Hilos de termopar sin aislar
- 5. Hilos de termopar aislados
- 6. Cables de extensión iguales a los del termopar
- 7. Cables de compensación, diferentes de los del termopar pero con f.t.e.m. pequeña
- 8. Caña pirométrica
- 9. Protector (cubierta externa)
- 10. Cabeza de la caña



- J: Hierro/Constantan (aleación de Cu-Ni)
- K: Cromel/Alumel (Ni-Cr/Ni-Al)
- S: Platino/Rodio

Conos pirométricos

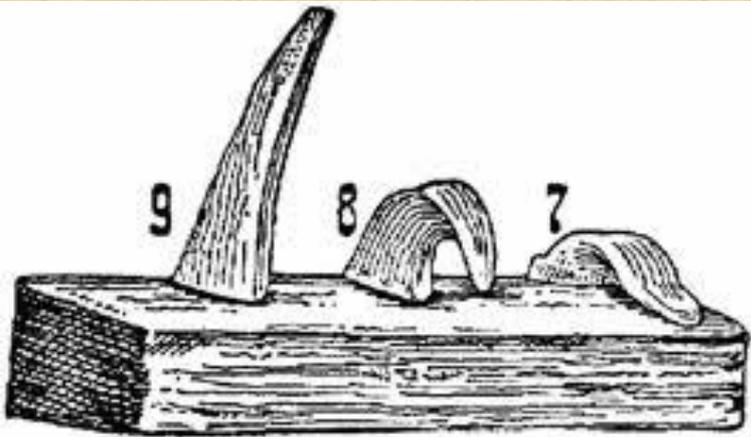


Fig. 1.



Medición de caudal de un líquido. Tubo Venturi

La ley de conservación de la masa establece que en un flujo estacionario toda la masa que entra por un lado de un recinto debe salir por otro

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

Por otro lado, la ley de Bernoulli establece:

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Si los dos puntos están a la misma altura se reduce a:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Reordenando:

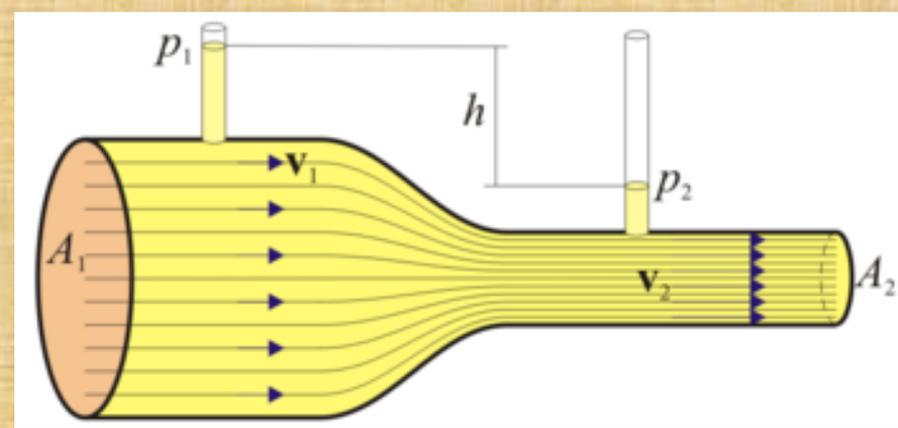
$$v_1^2 - v_2^2 = \frac{2(p_2 - p_1)}{\rho}$$

Sustituyendo la ecuación de conservación de la masa:

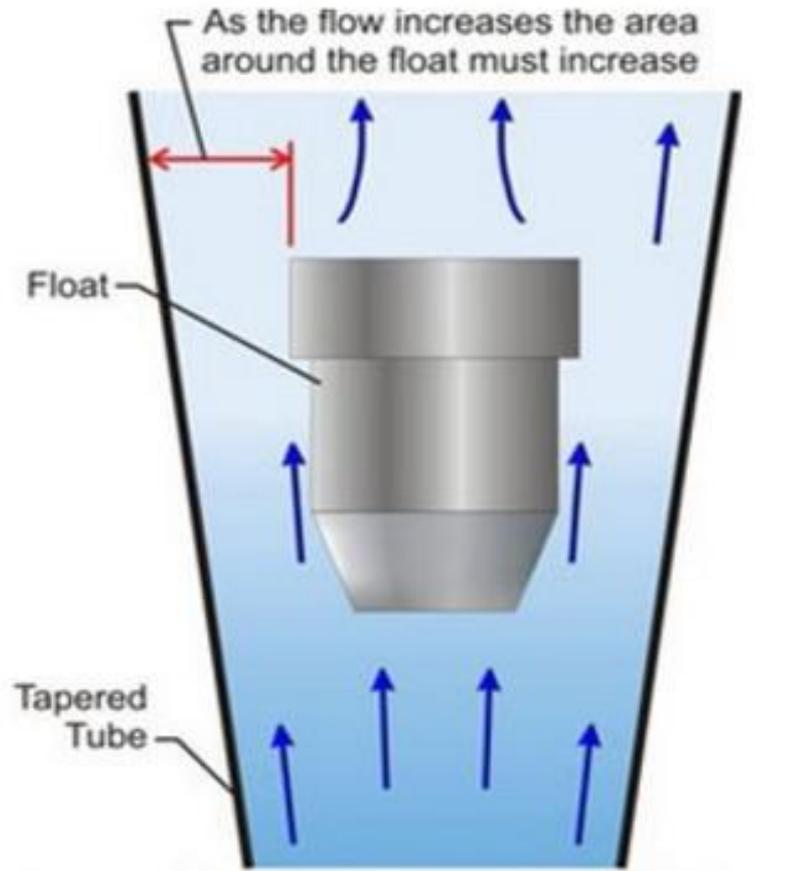
$$v_1^2 \left(1 - \frac{A_1^2}{A_2^2} \right) = \frac{2(p_2 - p_1)}{\rho} \Rightarrow v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

Análogamente:

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

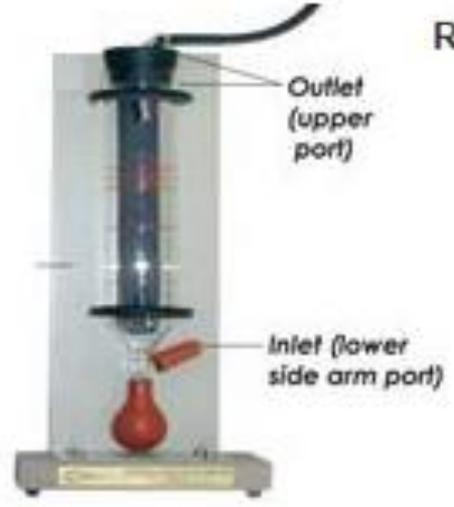


Rotámetros



Rotameter float. Image Credit: GlobalWater

Caudalímetro de burbuja



Tubo de Pitot

