

PRINCIPIOS BASICOS DE LA HIDRAULIZA Y LA NEUMATICA

Fuerza

Es una acción que permite modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.

Unidades:	Sist. Internacional	:	Newton (N)
	Sist. Técnico	:	Kgf
	Sist. Inglés	:	lbf

Equivalencias:	1 N	=	1 Kg * m/s ²
	1 N	=	0,22481 lbf

1 N equivale a la fuerza que proporciona un cuerpo de 1 Kg de masa a una aceleración de 1 m/ s²

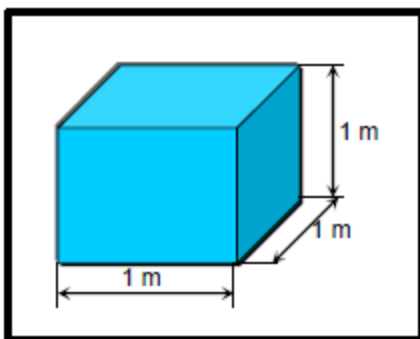
Masa

Es una de las propiedades intrínsecas de la materia, se dice que esta mide la resistencia de un cuerpo a cambiar su movimiento (desplazamiento o reposo) es decir; su inercia. La masa es independiente al medio que rodea el cuerpo. En palabras muy sencillas se puede expresar como la cantidad de materia que forma un cuerpo.

Unidades:	Sist. Internacional	:	Kilogramo (Kg)
	Sist. Inglés	:	Libra (lb)

Equivalencias:	1 Kg	=	2,2046 lb
----------------	------	---	-----------

Volumen



$$\text{Volumen} = 1 \text{ m}^3$$

Se dice de forma simple; que el volumen representa el espacio que ocupa un cuerpo, en un ejemplo se podría simplificar diciendo que un cuerpo de dimensiones 1 metro de alto, 1 metro de ancho y 1 metro de espesor tendrá en consecuencia 1 m³ de

volumen.

Equivalencias:	1m ³	=	35,315 ft
	1 litro	=	10 ⁻³ m ³
	1 galón	=	3,7854 x 10 ⁻³ m ³
	1 litro	=	0,2642 galones

Presión

La presión se define como la distribución de una fuerza en una superficie o área determinada.

$$P = \frac{F}{A}$$

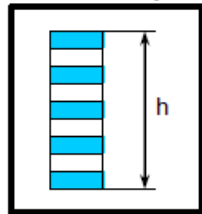
Unidades:	Sist. Internacional	:	N/m ² ⇒ Pascal (Pa)
	Sist. Técnico	:	Kg/cm ²
	Sist. Inglés	:	lb/pulg ² ⇒ PSI

Equivalencias:	1 bar	=	10 ⁵ Pa
	1 bar	=	14,5 lb/pulg ²
	1 bar	=	1,02 Kg/cm ²

Presión en líquidos

Presión Hidrostática

Una columna de líquido, ejerce por su propio peso, una presión sobre la superficie en que actúa. La presión por lo tanto, estará en función de la altura de la columna (h), de la densidad y de la gravedad.



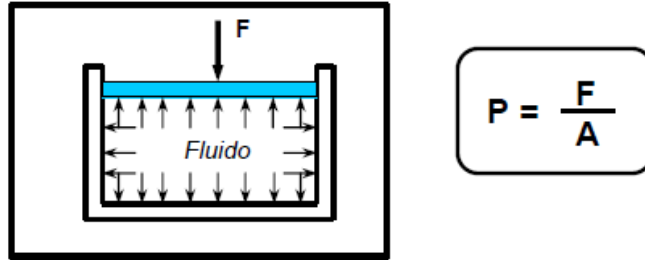
$$P = h * \rho * g$$

Donde:

P	=	Presión (Pascal = 1 N/m ²)
h	=	Altura (m)
ρ	=	Densidad
g	=	Gravedad (m/s ²)

Presión por fuerzas externas

Se produce al actuar una fuerza externa sobre un líquido confinado. La presión se distribuye uniformemente en todos los sentidos y es igual en todos lados. Esto ocurre despreciando la presión que genera el propio peso del líquido (hidrostática), que en teoría debe adicionarse en función de la altura, sin embargo se desprecia puesto que los valores de presión con que se trabaja en hidráulica son muy superiores.



Se distinguen además dos presiones dependiendo de sí se considera o no la presión atmosférica; estas son:

$$\mathbf{PABSOLUTA = PATMOSFERICA + PRELATIVA}$$

Presión absoluta

Esta es considerando la presión atmosférica

Presión relativa o manométrica

Presión interna de un sistema propiamente tal, es decir, la presión que indica el manómetro del sistema.

Presión de vacío

Se considera como presión de vacío, a aquellas presiones negativas, que son las que se pueden leer en el vacuómetro.

Peso específico

El peso específico de un fluido, corresponde al peso por unidad de volumen. El peso específico está en función de la temperatura y de la presión.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

$$\gamma = \rho * g$$

Donde:

- γ = Peso específico
- W = Peso ($p = m * g$)
- V = Volumen del fluido
- ρ = Densidad

Densidad relativa

Es la relación entre la masa de un cuerpo a la masa de un mismo volumen de agua a la presión atmosférica y a una temperatura de 4°C. Esta relación equivale a la de los pesos específicos del cuerpo en estudio y del agua en iguales condiciones.

$$S = \frac{\rho_s}{\rho_{\text{Agua}}}$$

$$S = \frac{\gamma_s}{\gamma_{\text{Agua}}}$$

[Adimensional]

Ejemplo: $S_{\text{agua}} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$

$$S_{\text{agua}} = 1$$

Fluido	T°C	Densidad Relativa
Agua dulce	4	1
Agua de mar	4	1,02 – 1,03
Petróleo bruto ligero	15	0,86 – 0,88
Kerosene	15	0,79 – 0,82
Aceite Lubricante	15	0,89 – 0,92
Glicerina	0	1,26
Mercurio	0	13,6

Temperatura

Al tocar un objeto, utilizamos nuestro sentido térmico para atribuirle una propiedad denominada temperatura, que determina si sentimos calor o frío. Observamos también que los cambios de temperatura en los objetos van acompañados por otros cambios físicos que se pueden medir cuantitativamente, por ejemplo

- Un cambio de longitud o de volumen
- Un cambio de presión
- Un cambio de resistencia eléctrica
- Un cambio de color
- Etc.

Todos estos cambios de las propiedades físicas, debidos a las temperaturas se usan para medir temperatura.

En la práctica y para temperaturas usuales, se utiliza el cambio de volumen del mercurio en un tubo de vidrio. Se marca 0°C en el punto de fusión del hielo o punto de congelamiento del agua y 100°C en el punto de ebullición del agua a presión atmosférica. La distancia entre estos dos puntos se divide en 100 partes iguales, la escala así definida se llama Escala Centígrada o Escala Celcius.

En la escala Fahrenheit 0°C y 100°C corresponden a 32°F y 212°F respectivamente.

En la escala Kelvin, se empieza desde 0 (cero) absoluto y a 0°C y 100°C le corresponde 273°K y 373°K respectivamente.

Viscosidad

Es la resistencia que opone un fluido al movimiento o a escurrir. Esta propiedad física está relacionada en forma directa con la temperatura. Si la temperatura aumenta, la viscosidad de un fluido líquido disminuye y al revés, si la temperatura disminuye la viscosidad aumenta.

Viscosidad dinámica o absoluta

Entre las moléculas de un fluido se presentan fuerzas que mantienen unido al líquido, denominadas de cohesión. Al desplazarse o moverse las moléculas con respecto a otras, entonces se produce fricción. El coeficiente de fricción interna de un fluido se denomina viscosidad y se designa con la letra griega μ

Unidades: $\frac{\text{Kg} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$

Viscosidad Cinemática

Corresponde a la relación que existe entre la viscosidad dinámica μ y la densidad ρ .

$$\delta = \frac{\mu}{\rho}$$

Unidades: m^2/s

Trabajo

Se puede definir como la aplicación de una fuerza para causar el movimiento de un cuerpo a través de una distancia o en otras palabras es el efecto de una fuerza sobre un cuerpo que se refleja en el movimiento de éste.

$$\text{Tr} = F \cdot d$$

Donde:

Tr = Trabajo
F = Fuerza
d = Distancia

Unidades: Sist. Internacional : $\text{N} \cdot \text{m} \Rightarrow \text{Joule (J)}$
 Sist. Técnico : $\text{Kg} \cdot \text{m}$
 Sist. Inglés : lb/pie

Potencia

Casi todo trabajo se realiza durante un cierto tiempo finito. La potencia es la rapidez o tasa con la que el trabajo es realizado

$$\text{Pot} = \frac{F * d}{t}$$

$$\text{Pot} = \frac{Tr}{t}$$

Unidades:

Sist. Internacional :	$\text{J/s} \Rightarrow \text{Watt (W)}$
Sist. Técnico :	$\frac{\text{Kg} * \text{m}}{\text{s}}$
Sist. Inglés :	$\frac{\text{lb/pie}}{\text{s}}$

Equivalencias:

1 HP	=	$76 \frac{\text{Kg} * \text{m}}{\text{s}}$
1 CV	=	$75 \frac{\text{Kg} * \text{m}}{\text{s}}$
1 HP	=	745 Watt
1 CV	=	736 Watt

Caudal

Se define como el volumen de fluido que atraviesa una determinada sección transversal de un conducto por unidad de tiempo

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = Caudal
V = Volumen
t = Tiempo

Unidades:

lt/min
m³/h
Gal/min

Equivalencias: 1 litro = 0,2642 galones

DEFINICIÓN DE FLUIDOS

Es aquella sustancia que por efecto de su poca cohesión intermolecular, no posee forma propia y adopta la forma del envase que lo contiene. Los fluidos pueden clasificarse en gases y líquidos.

Gases

El aire que se emplea en las instalaciones neumáticas tiene una composición por unidad de volumen de 78% de nitrógeno, 20% de oxígeno, 1,3% de gases nobles (helio, neón, argón, etc.) y en menores proporciones anhídrido carbónico, vapor de agua y

partículas sólidas. La densidad de este aire es de 1,293 Kg/m³ aproximadamente. Sin embargo este aire sigue una serie de leyes y tiene propiedades muy interesantes para las aplicaciones neumáticas

El aire como todos los gases, es capaz de reducir su volumen cuando se le aplica una fuerza externa. Otro fenómeno en los gases es que al introducirlos en un recipiente elástico, tienden a repartirse por igual en el interior del mismo, ya que en todos los puntos presentan igual resistencia ante una acción exterior tendiente a disminuir su volumen.

También es común a todos los gases su reducida viscosidad, que es lo que le permite a éstos fluir por las conducciones; así mismo los gases presentan variaciones de la densidad al variar la temperatura, debido a que su masa permanece constante al calentarlos, pero su volumen varía mucho.

Fluidos Hidráulicos

Misión de un fluido en oleohidráulica

- Transmitir potencia
- Lubricar
- Minimizar fugas
- Minimizar pérdidas de carga

Fluidos empleados

- Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo
- Agua – glicol
- Fluidos sintéticos
- Emulsiones agua – aceite

Generalidades

El aceite en sistemas hidráulicos desempeña la doble función de lubricar y transmitir potencia. Constituye un factor vital en un sistema hidráulico, y por lo tanto, debe hacerse una selección cuidadosa del aceite con la asistencia de un proveedor técnicamente bien capacitado.

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores. Algunos de los factores especialmente importantes en la selección del aceite para el uso en un sistema hidráulico industrial, son los siguientes:

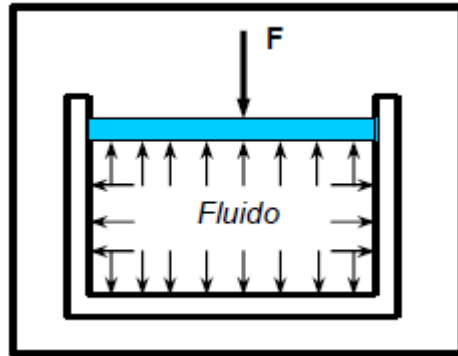
1. El aceite debe contener aditivos que permitan asegurar una buena característica antidesgaste. No todos los aceites presentan estas características de manera notoria.
2. El aceite debe tener una viscosidad adecuada para mantener las características de lubricante y limitante de fugas a la temperatura esperada de trabajo del sistema hidráulico.

3. El aceite debe ser inhibidor de oxidación y corrosión.
4. El aceite debe presentar características antiespumantes.

Para obtener una óptima vida de funcionamiento, tanto del aceite como del sistema hidráulico; se recomienda una temperatura máxima de trabajo de 65°C.

PRINCIPIO DE PASCAL

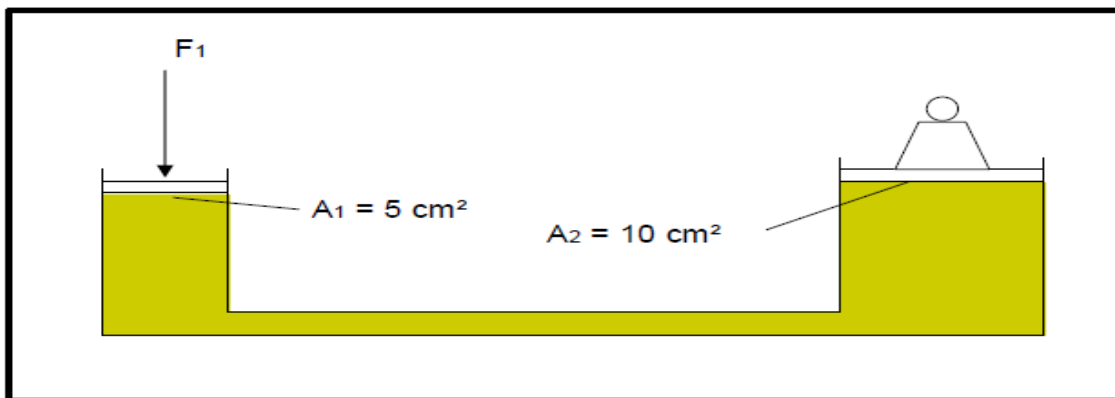
La ley de Pascal, enunciada en palabras simples indica que: “Si un fluido confinado se le aplican fuerzas externas, la presión generada se transmite íntegramente hacia todas las direcciones y sentidos y ejerce además fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente en las paredes del recipiente”



Aplicación de la Ley de Pascal por Bramah

En los primeros años de la Revolución Industrial, un mecánico de origen británico llamado Joseph Bramah, utilizó el descubrimiento de Pascal y por ende el llamado Principio de Pascal para fabricar una prensa hidráulica. Bramah pensó que si una pequeña fuerza, actuaba sobre un área pequeña, ésta crearía una fuerza proporcionalmente mas grande sobre una superficie mayor, el único límite a la fuerza que puede ejercer una máquina, es el área a la cual se aplica la presión.

Esto se puede apreciar en el siguiente ejemplo ¿Qué fuerza F1 se requiere para mover una carga K de 10.000 kg? Considerar los datos del dibujo.



Como:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$A_2 = 10 \text{ cm}^2$$

$$K = 10.000 \text{ kgf}$$

$$p_2 = \frac{10.000}{10} \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \Rightarrow p_2 = 1.000 \text{ kgf/cm}^2$$

Como en un circuito cerrado, de acuerdo al principio de Pascal, la presión es igual en todas direcciones normales a las superficies de medición, se puede decir que la presión aplicada al área 2 es igual que la aplicada al área 1

$$p_1 = p_2$$

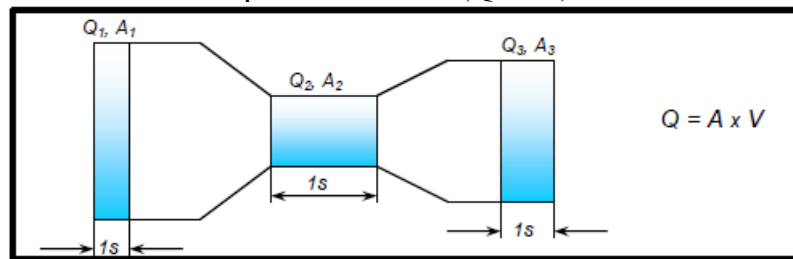
$$F_1 = 1.000 \text{ kgf/cm}^2 \times 5 \text{ cm}^2 \Rightarrow F_1 = 5.000 \text{ kgf}$$

$$F = p \times A$$

De esto se concluye que el área es inversamente proporcional a la presión y directamente proporcional a la fuerza. Para el ejemplo se tiene que el equilibrio se logra aplicando una fuerza menor que el peso ya que el área es menor que la que soporta el peso. Un claro ejemplo de esto son las gatas hidráulicas.

PRINCIPIO DE CONTINUIDAD

La ley de continuidad está referida a líquidos, que como ya se sabe, son incompresibles, y por lo tanto poseen una densidad constante, esto implica que si por un conducto que posee variadas secciones, circula en forma continua un líquido, por cada tramo de conducción o por cada sección pasarán los mismos volúmenes por unidad de tiempo, es decir el caudal se mantendrá constante; entendiendo por caudal la cantidad de líquido que circula en un tiempo determinado. ($Q = V/t$)



$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = A_3 \times v_3 = \text{Constante}$; ésta representa la expresión matemática de la Ley o principio de continuidad: las velocidades y las secciones o áreas son inversamente proporcionales entre sí.

Como habitualmente las secciones son circulares, podemos traducir la expresión:

$$(\pi \times r_1^2) \times v_1 = (\pi \times r_2^2) \times v_2$$

Ejemplo:

Si se tiene que una bomba de una hidrolavadora entrega a una manguera de 5 cm de diámetro un caudal tal que la velocidad del flujo es de 76,3 m/min, al llegar a la boquilla de salida sufre una reducción brusca a 1 mm de diámetro. ¿Cuál es la velocidad de salida del agua?

Usando la ecuación anterior, se tiene:

$$V_2 = \frac{(\pi \times r_1^2) \times V_1}{(\pi \times r_2^2)}$$

$$V_2 = \frac{(\pi \times 2,5^2 \text{ cm}^2) \times 76,3 \text{ m/min}}{(\pi \times 0,05^2 \text{ cm}^2)}$$

$$V_2 = 190.750,0 \text{ m/min}$$

ECUACIÓN DE LA ENERGÍA (TEOREMA DE BERNOULLI)

El fluido hidráulico, en un sistema que trabaja contiene energía bajo tres formas:

- Energía potencial:** que depende de la altura de la columna sobre el nivel de referencia y por ende de la masa del líquido.
- Energía hidrostática:** debida a la presión.
- Energía cinética:** o hidrodinámica debida a la velocidad

El principio de Bernoulli establece que la suma de estas tres energías debe ser constante en los distintos puntos del sistema, esto implica por ejemplo, que si el diámetro de la tubería varía, entonces la velocidad del líquido cambia. Así pues, la energía cinética aumenta o disminuye; como ya es sabido, la energía no puede crearse ni destruirse, en consecuencia esta variación de energía cinética será compensada por un aumento o disminución de la energía de presión. Lo antes mencionado, se encuentra resumido en la siguiente ecuación:

$$h + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{Constante}$$

Donde:

- h = Altura
- P = Presión
- γ = Peso específico del líquido
- v = Velocidad
- g = Aceleración gravitatoria

h = Energía potencial
 P/γ = Energía de presión
 $v^2/2g$ = Energía cinética o de velocidad

Por lo tanto si se consideran dos puntos de un sistema, la sumatoria de energía debe ser constante en condiciones ideales; así se tiene que:

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

En tuberías horizontales, se considera $h_1 = h_2$; por lo tanto:

$$\cancel{h_1} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \cancel{h_2} + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$E \text{ presión}_1 + E \text{ velocidad}_1 = E \text{ presión}_2 + E \text{ velocidad}_2$

En la realidad, los accesorios, la longitud de la tubería, la rugosidad de la tubería, la sección de las tuberías y la velocidad del flujo provocan pérdidas o caídas de presión que son necesarias considerar a la hora de realizar balances energéticos, por lo tanto la ecuación se traduce en:

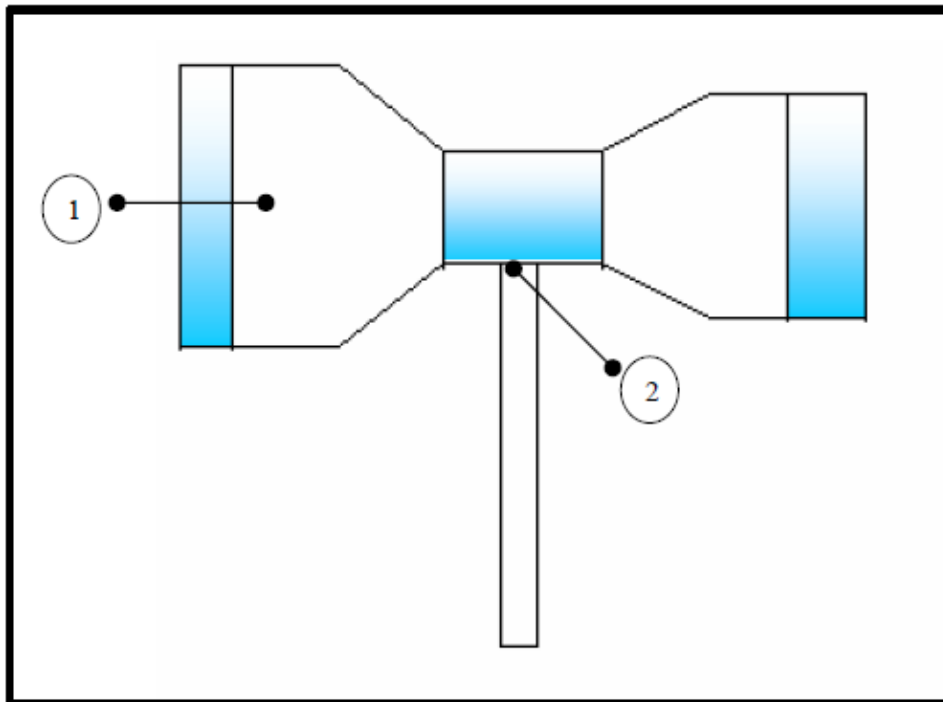
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \text{Pérdidas}_{\text{regulares y singulares}}$$

Condición real y con altura cero, o sistema en posición horizontal.

- Pérdidas regulares: están relacionadas con las características propias de la tubería
- Pérdidas singulares: se refiere a las pérdidas o caídas de presión que provocan los accesorios. (Válvulas, codos, reguladoras de presión, etc.)

Ejemplo:

Para ilustrar esta ecuación lo haremos con el siguiente esquema
¿Cuál es la presión en el punto 2?



Se tienen los siguientes datos:

$$V_1 = 67,3 \text{ m/min}$$

$$p_1 = 3 \text{ bar}$$

$$V_2 = 683 \text{ m/min}$$

$$\gamma = 1 \text{ kgf/cm}^3$$

Como ya vimos, en una disminución de sección de una cañería la velocidad aumenta, pero ¿Qué sucede con las presiones asociadas? Comparemos los puntos 1 y 2 a través de la ecuación de balance de energía.

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Como la altura se puede despreciar, la ecuación queda

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Despejando p2, queda:

$$p_2 = \left(\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right) \times \gamma$$

Reemplazando

$$p_2 = \left(\frac{3 \text{ kgf} / \text{cm}^2}{1 \text{ kgf} / \text{cm}^3} + \frac{67,3^2 \text{ m}^2 / \text{min}^2}{2 \times 9,8 \text{ m} / \text{s}^2} - \frac{683^2 \text{ m}^2 / \text{min}^2}{2 \times 9,8 \text{ m} / \text{s}^2} \right) \times 1 \text{ kgf} / \text{cm}^3$$

$$p_2 = (3 \text{ cm} + 6 \text{ cm} - 660 \text{ cm}) \times 1 \text{ kgf} / \text{cm}^3$$

$$p_2 = -659 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

Por lo tanto, al aumentar la energía cinética (de movimiento) disminuyen el resto de las energías, en este caso la energía de presión, a tal grado que provoca un vacío facilitando la succión de otro elemento por el tubo dispuesto al centro de la garganta, este fenómeno se puede apreciar en los carburadores de automóviles y en pistolas para pintar, entre otros ejemplos.

ECUACIÓN DE ESTADO

El estado de un sistema queda definido por el conjunto de valores que adquieren aquellas propiedades del sistema que pueden variar; por ejemplo, el estado de un automóvil se define (entre otras) por su posición geográfica, velocidad, aceleración, potencia del motor, cantidad de combustible en el estanque, número de ocupantes, masa de la carga, etc.

Para un sistema complejo como el anterior, existirá una gran cantidad de *variables de estado*. Por otro lado, sistemas más simples tendrán por consiguiente mucho menos variables de estado.

Ecuación de estado de gases ideales

Las hipótesis básicas para modelar el comportamiento del gas ideal son:

- El gas está compuesto por una cantidad muy grande de moléculas, que además tienen energía cinética.

- No existen fuerzas de atracción entre las moléculas, esto por que se encuentran relativamente alejados entre sí.
- Los choques entre moléculas y las paredes del recipiente son perfectamente elásticos.

De lo recién señalado, la más elemental de las hipótesis es que no existen fuerzas intermoleculares; por lo tanto, se está en presencia de una sustancia simple y pura. La forma normal de la ecuación de estado de un gas ideal es:

$$p * v = R * T \quad \text{Con } R = 8,314 \text{ [J/ mol } ^\circ\text{K]}$$

Donde:

- p = Presión (Pascal = 1 N/m^2)
 v = Volumen específico (m^3/mol)
 R = Constante universal de los gases ideales
 T = Temperatura ($^\circ\text{K}$)

La misma ecuación se puede expresar en forma alternativa como:

$$p * V = n * R * T$$

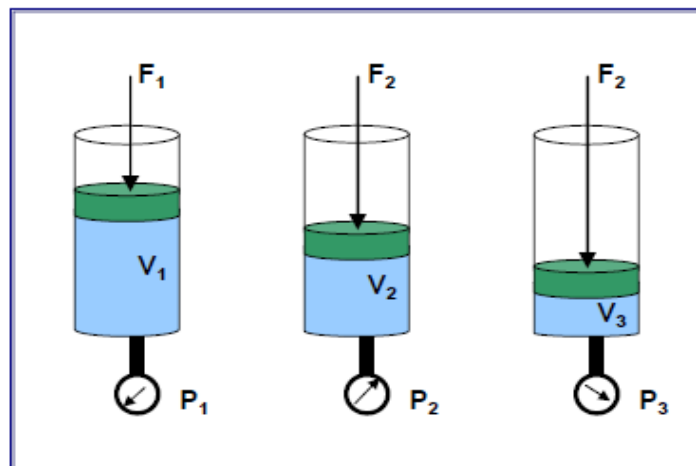
Donde:

- V = Volumen total del sistema (m^3)
 n = Número de moles en el sistema

LEY DE BOYLE – MARIOTTE

Esta establece que si la temperatura y el número de moles de una muestra de gas permanecen constantes, entonces el volumen de esta muestra será inversamente proporcional a la presión ejercida sobre él. Esto es:

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$



Proceso a temperatura constante

LEY DE GAY - LUSSAC

A presión constante, el volumen ocupado por una determinada masa de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta. En términos matemáticos, podemos expresarla como:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

LEY DE CHARLES

A volumen constante la presión absoluta de una masa de gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta, de esta forma se tiene:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Ejercicios

Un recipiente tiene un volumen $V_1 = 0,3 \text{ m}^3$ de aire a una presión de $P_1 = 2,2$ bar. Calcule la presión, suponiendo que el volumen se reduce a la mitad y a la cuarta parte.

a) $P_1 * V_1 = P_2 * V_2$

$$2,2 \text{ bar} * 0,3 \text{ m}^3 = P_2 * \frac{0,3 \text{ m}^3}{2}$$

$$P_2 = \frac{2,2 \text{ bar} * 0,3 \text{ m}^3 * 2}{0,3 \text{ m}^3} = 4,4 \text{ bar}$$

b) $P_1 * V_1 = P_2 * V_2$

$$2,2 \text{ bar} * 0,3 \text{ m}^3 = P_2 * \frac{0,3 \text{ m}^3}{4}$$

$$P_2 = \frac{2,2 \text{ bar} * 0,3 \text{ m}^3 * 4}{0,3 \text{ m}^3} = 8,8 \text{ bar}$$

Un recipiente que contiene un volumen $V_1 = 2 \text{ m}^3$ de aire a una presión de 300000 Pa se ha reducido en un 20%, permaneciendo constante su temperatura. Calcule en bar cuánto ha aumentado la presión.

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$

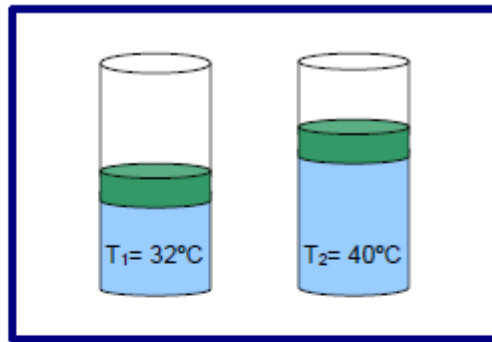
$$V_2 = 80\% \text{ de } V_1 = 0.8 * 2 \text{ m}^3 = 1,6 \text{ m}^3$$

$$300000 \text{ Pa} * 2 \text{ m}^3 = P_2 * 1,6 \text{ m}^3$$

$$P_2 = \frac{300000 \text{ Pa} * 2 \text{ m}^3}{1,6 \text{ m}^3} = 375000 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 3,75 \text{ bar}$$

Un recipiente tiene un volumen $V_1 = 0,92 \text{ m}^3$, se encuentra a una temperatura de 32°C y una presión $P_1 = 3 \text{ atm}$. Calcule el volumen cuando la temperatura es de 40°C , sabiendo que su presión sigue siendo de 3 atm .



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{V_2}{0,92 \text{ m}^3} = \frac{40^\circ\text{C}}{32^\circ\text{C}}$$

$$V_2 = \frac{40^\circ\text{C} * 0,92 \text{ m}^3}{32^\circ\text{C}}$$

$$V_2 = 1,15 \text{ m}^3$$

CUESTIONARIO

1) Hallar el área para levantar un cuerpo de 1.5 toneladas aplicando una fuerza de 250 Kg en una superficie cilíndrica de \varnothing 20 cm. Rpta: 1875 cm²

2) Aplico una fuerza determinada sobre un superficie cilíndrica de \varnothing 70 cm y levanto un objeto de 15 toneladas en una cañería de 10000 cm² ¿Cuál es la fuerza? Pasar a Newton. Rpta: 5773 Kgf y 56575 N

3) Hallar la velocidad de la bomba. Rpta: 6.25 m/min

Manguera: \varnothing 2 cm

Pico de salida: \varnothing 0.1 mm

Veloc de salida: 250000 m/min

4) Poseo una bomba cuyo caudal es de 150 l/min deseo saber su caudal en m³/h. Rpta: 9m³/h

5) Esta bomba tiene una potencia de 2 HP. ¿Cuál es el consumo eléctrico?

Rpta: 1490 W

6) Una bomba de 90 l/min entrega agua a una velocidad de 105 m/min a una manguera de \varnothing 3 cm, En su orificio de salida la velocidad del agua es de 1000 m/min. ¿Cuál es el \varnothing del pico? Rpta: \varnothing 0.27 cm

7) Hallar la velocidad dentro del conducto de sección 2 teniendo los siguiente datos: Rpta: 594 m/min

$V_1 = 50$ m/min

$P_1 = 8$ bar

$\gamma = 2$ kgf/cm³

$P_2 = -1000$ kgf/cm²

8) Ídem ejercicio anterior. Hallar la presión en la sección 3 sabiendo que:

Rpta: -11050 kgf/cm²

$$V_1 = 300 \text{ m/min}$$

$$P_1 = 5 \text{ bar}$$

$$\gamma = 1.5 \text{ kgf/cm}^3$$

$$V_2 = 2300 \text{ m/min}$$