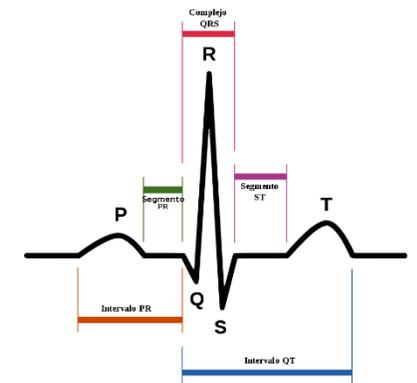


# UNIDAD III: Interacciones

Electromagnéticas – Electricidad –  
Conductores y Aisladores – Ley de  
Coulomb – Intensidad, Potencial y  
Resistencia eléctrica – Circuito eléctrico –  
Efecto Joule – Membranas Biológicas –  
Electrocardiograma - Electroforesis



# Electricidad

La **electricidad** es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos.

## CARGA ELÉCTRICA

Se conoce como **carga eléctrica** al nivel de **electricidad** presente en un cuerpo. Recordemos que la electricidad es una fuerza manifestada mediante el rechazo o la atracción entre las partículas cargadas, que se genera por la existencia de las partículas elementales denominadas **protones** (carga positiva) y **electrones** (carga negativa). Esta magnitud física se mide en Coulombios en el sistema internacional.

Podemos enunciar que la interacción entre dos cargas tienen las siguientes características:

- Si las cargas son de igual signo, ambas positivas o negativas, éstas se repelen.
- Si las cargas tienen distinto signo, entonces se atraen.

## ELECTROSTÁTICA

Es la parte de la física que estudia los fenómenos que producen las cargas en estado de reposo.

# Electricidad

## LEY DE COULOMB

Esta ley dice que la fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas está definida por la magnitud de dichas cargas y la distancia entre ellas, de esta manera:

$$F_{el} = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{d^2}$$

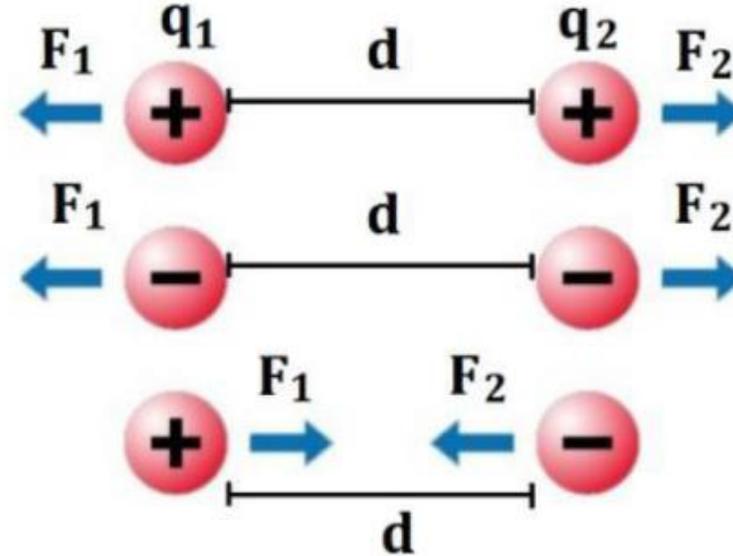
Donde:

$F_{el}$  = Fuerza electrostática (N)

$k$  = Constante de Coulomb  $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

$q_1, q_2$  = Carga Eléctrica (C)

$d$  = Distancia entre carga (m)



# Electricidad

## CAMPO ELÉCTRICO

El campo eléctrico se define como la fuerza eléctrica por unidad de carga. La dirección del campo se toma como la dirección de la fuerza que ejercería sobre una carga positiva de prueba. El campo eléctrico está dirigido radialmente hacia fuera de una carga positiva y radialmente hacia el interior de una carga puntual negativa. Él es el causante de que existan las fuerzas de Coulomb.

$$\mathbf{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$E = \frac{k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{d^2}}{q} = k \cdot \frac{q}{d^2}$$

*Donde:*

$E$  = Campo eléctrico (N/C)

$F_{el}$  = Fuerza electrostática (N)

$k$  = Constante de Coulomb  $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

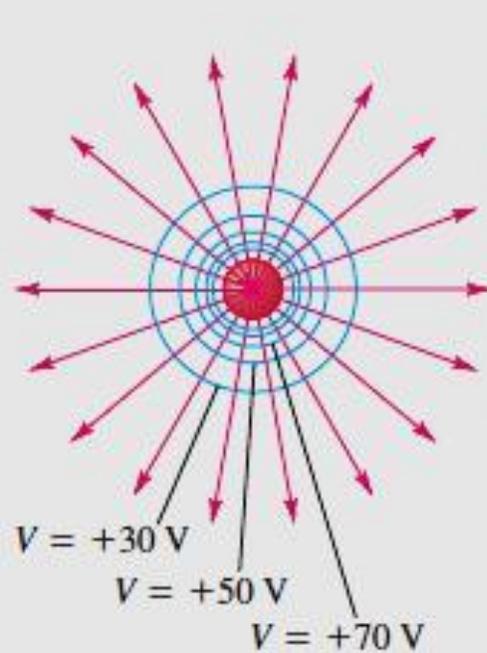
$q_1, q_2$  = Carga Eléctrica (C)

$d$  = Distancia entre carga (m)

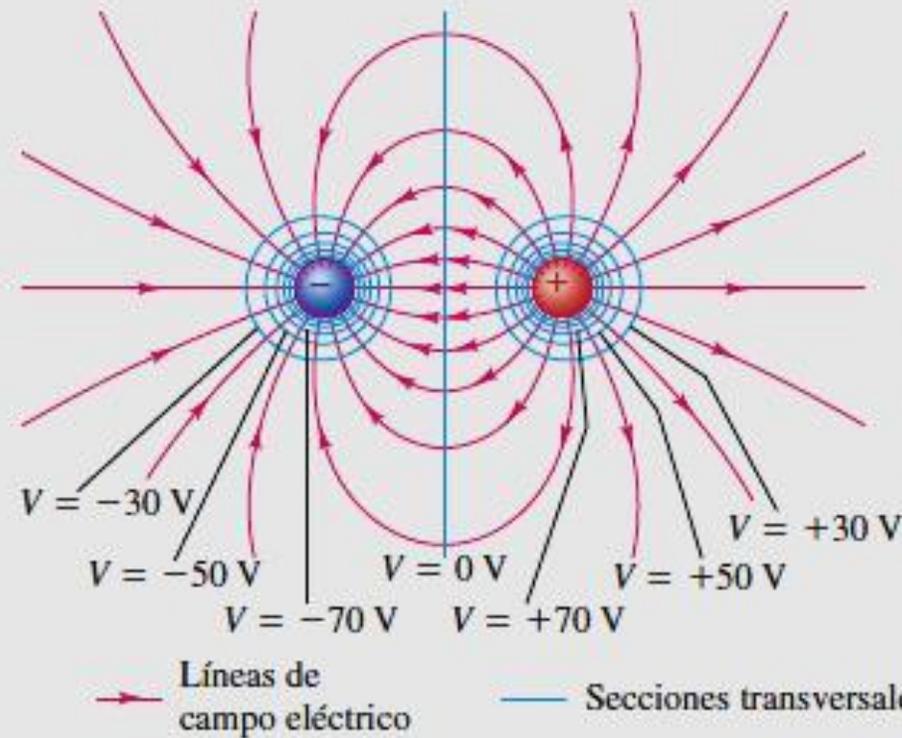
# Electricidad

Secciones transversales de superficies equipotenciales (líneas azules) y líneas de campo eléctrico (líneas rojas) para arreglos de cargas puntuales. Hay diferencias de potencial iguales entre superficies adyacentes. Compare estos diagramas con los de la figura 21.29, que sólo muestran líneas de campo eléctrico.

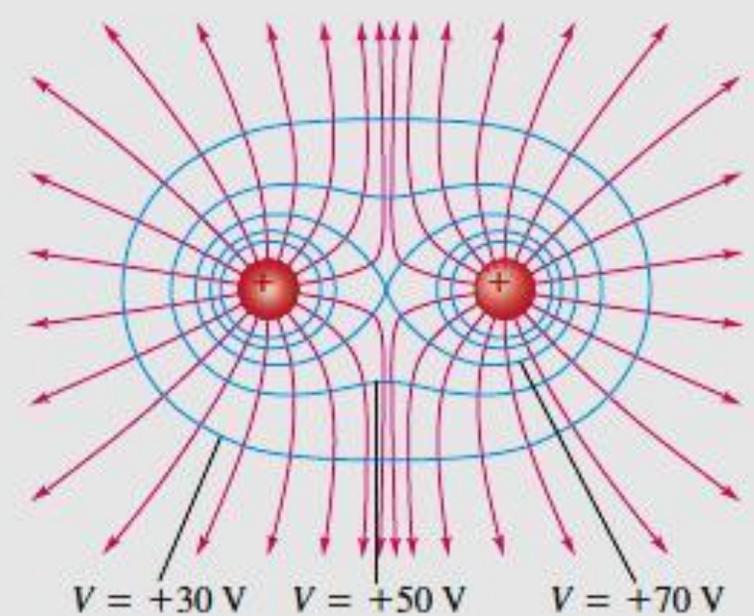
a) Una sola carga positiva



b) Un dipolo eléctrico



c) Dos cargas iguales positivas



→ Líneas de campo eléctrico

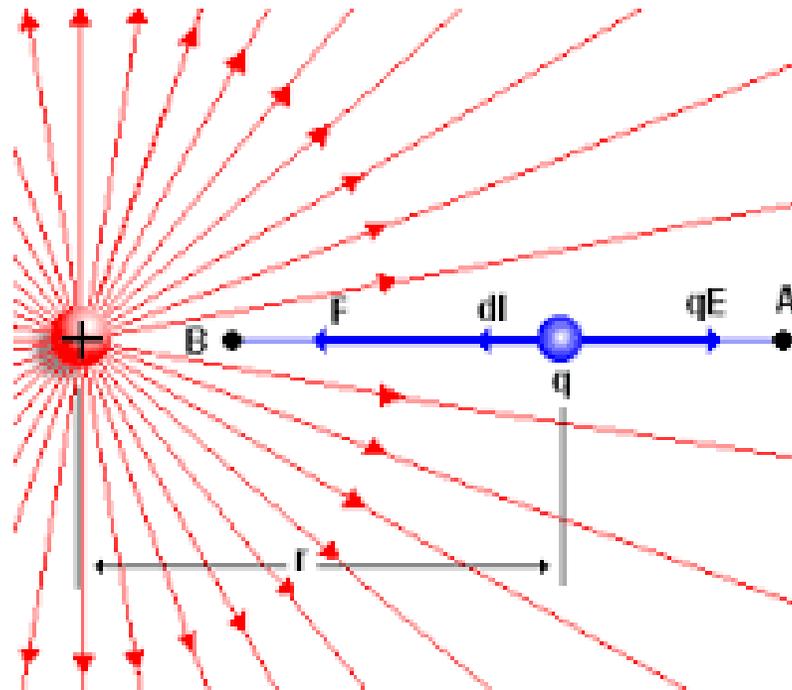
— Secciones transversales de superficies equipotenciales

# Electricidad

## POTENCIAL ELÉCTRICO

El potencial eléctrico o también trabajo eléctrico en un punto, es el trabajo a realizar por unidad de carga para mover dicha carga dentro de un campo electrostático desde el punto de referencia hasta el punto considerado. Dicho de otra forma, es el trabajo que debe realizar una fuerza externa para traer una carga positiva unitaria  $q$  desde el punto de referencia hasta el punto considerado, en contra de la fuerza eléctrica y a velocidad constante. Aritméticamente se expresa como el cociente:

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



# Electricidad

## POTENCIAL ELÉCTRICO EN EL PUNTO A

El potencial en un punto se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$V_a = k \frac{Q}{d}$$

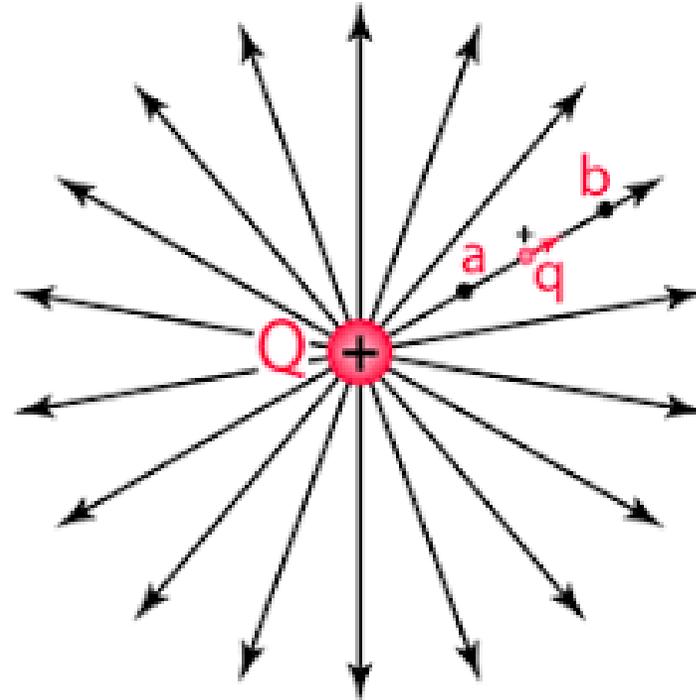
*Donde:*

$V_a$  = Potencial eléctrico en A (V)

$k$  = Constante de Coulomb  $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

$Q$  = carga que crea el campo

$d$  = Distancia entre carga  $Q$  y el punto A



# Electricidad

## POTENCIAL ELÉCTRICO ENTRE DOS PUNTOS

Si consideramos ahora dos puntos A y B de un campo eléctrico, cuyos potenciales son  $V_A$  y  $V_B$ . Por lo tanto, si queremos transportar la carga desde B hasta A, habría que realizar un trabajo  $V_A - V_B$ , denominado *DIFERENCIA DE POTENCIAL*, o también conocido como *tensión*.

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

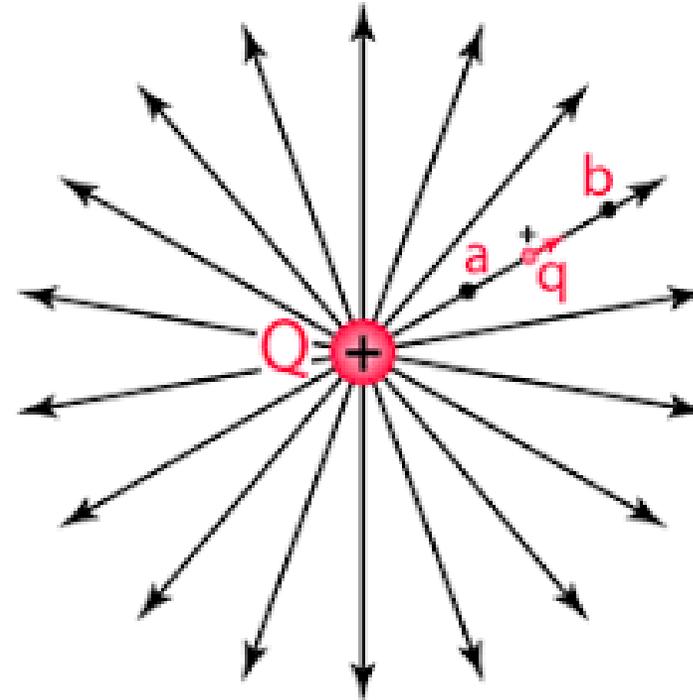
Donde:

$V_A$  = Potencial eléctrico en A (V)

$V_B$  = Potencial eléctrico en B (V)

$W_{AB}$  = Trabajo para llevar la carga  $q$  de B a A.

$q$  = carga eléctrica que se mueve



# Electricidad

## CONDUCTORES:

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica.

Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro, la plata y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua del mar).



# Electricidad

## **AISLANTES:**

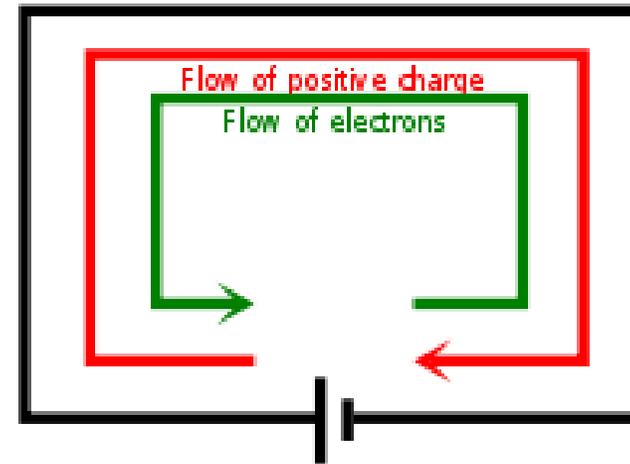
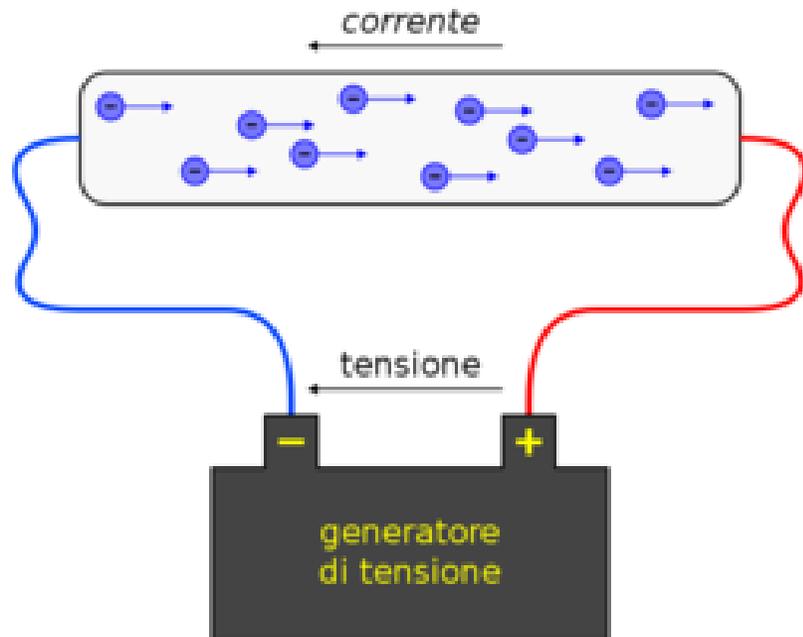
Un aislante eléctrico es un material cuyas cargas eléctricas internas no pueden moverse causando una escasa magnitud de corriente bajo la influencia de un campo eléctrico, a diferencia de los materiales conductores y semiconductores, que conducen fácilmente una corriente eléctrica. La característica fundamental que distingue a los materiales aislantes es su alta resistividad comparada con los semiconductores y conductores.



# Electricidad

## CORRIENTE ELECTRICA (INTENSIDAD):

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica que recorre un material. También se puede definir como un flujo de partículas cargadas, como electrones o iones, que se mueven a través de un conductor eléctrico o un espacio. Se mide como la tasa neta de flujo de carga eléctrica a través de una superficie o en un volumen de control. Se debe al movimiento de las cargas (normalmente electrones) en el interior del mismo. Al caudal de corriente (cantidad de carga por unidad de tiempo) se le denomina intensidad de corriente eléctrica (representada comúnmente con la letra  $I$ ). En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en culombios por segundo (C/s), unidad que se denomina amperio (A).



# Electricidad

## CORRIENTE ELECTRICA (INTENSIDAD):

Si la carga  $q$  se transporta a través de una sección transversal dada del alambre, en un tiempo  $t$ , entonces la intensidad de corriente  $I$ , a través del alambre es:

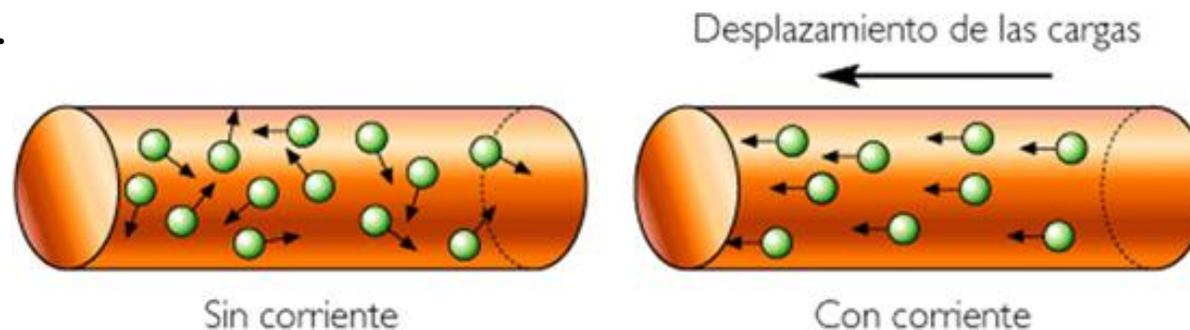
$$I = \frac{q}{t}$$

$q$  está dada en culombios,  $t$  en segundos, e  $I$  en amperios. Por lo cual, la equivalencia es:

$$1A = 1 \frac{C}{s}$$

En un conductor, sin aplicarles un campo eléctrico, los electrones se mueven a través del objeto de forma aleatoria debido a la energía calórica. En el caso de que no hayan aplicado ningún campo eléctrico, cumplen con la regla de que la media de estos movimientos aleatorios dentro del objeto es igual a cero.

Cuando se aplica una fuente de tensión externa a los extremos de un material conductor, se está aplicando un campo eléctrico sobre los electrones libres. Este campo provoca el movimiento de los mismos en dirección al terminal positivo del material (los electrones son atraídos [tomados] por el terminal positivo y rechazados [inyectados] por el negativo).



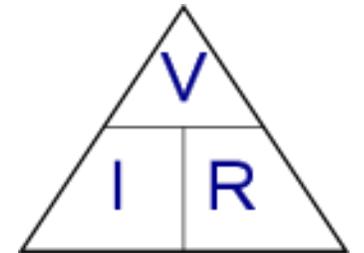
# Electricidad

## LEY DE OHM, RESISTENCIA:

La ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, es una ley básica para entender los fundamentos principales de los circuitos eléctricos. Establece que la diferencia de potencial  $V$  que aplicamos entre los extremos de un conductor determinado, es directamente proporcional a la intensidad de la corriente  $I$  que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica  $R$ , que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre  $V$  e  $I$ :

$$V = R \cdot I$$

La fórmula anterior se conoce como fórmula general de la ley de Ohm,  $V$  corresponde a la diferencia de potencial,  $R$  a la resistencia e  $I$  a la intensidad de la corriente. Las unidades de esas tres magnitudes en el sistema internacional de unidades son, respectivamente, *voltios* ( $V$ ), *ohmios* ( $\Omega$ ) y *amperios* ( $A$ ).



# Electricidad

## **POTENCIA ELECTRICA:**

La potencia eléctrica es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico, es decir, la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt (W).

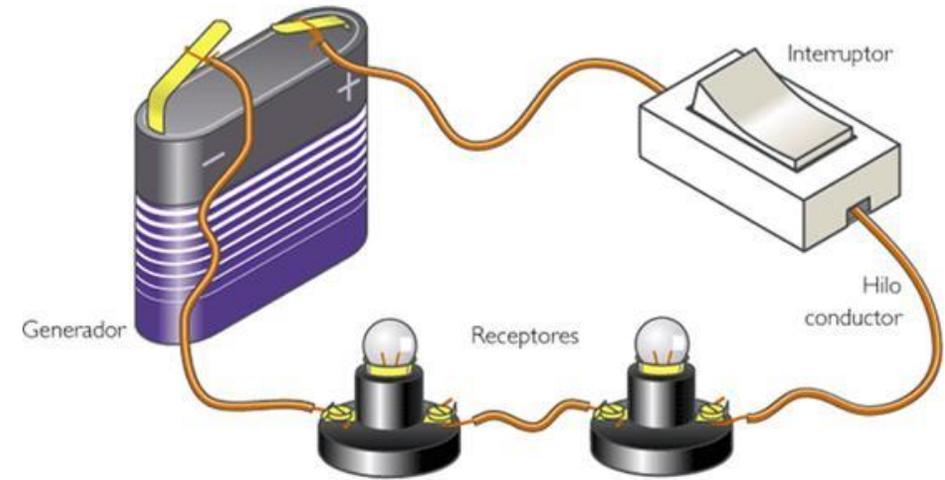
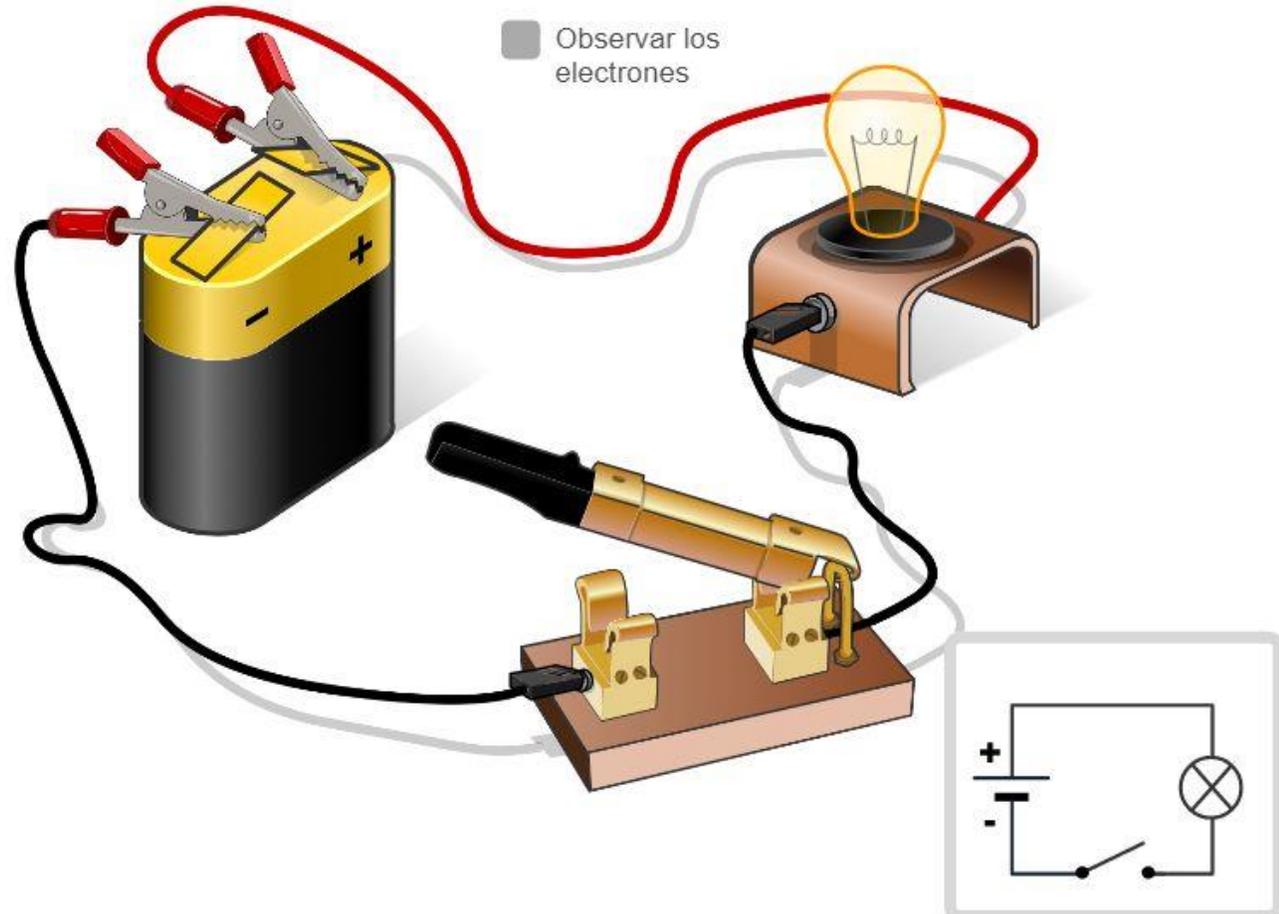
Cuando una corriente eléctrica fluye en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz) o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánica o químicamente por la generación de energía eléctrica, o también por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas. Por último, se puede almacenar químicamente en baterías

$$P = V \cdot I$$

# Electricidad

## CIRCUITO ELECTRICO:

Un circuito es una interconexión de componentes eléctricos (como baterías, resistores, inductores, condensadores, interruptores, transistores, entre otros) que transportan la corriente eléctrica a través de una trayectoria cerrada.



# Electricidad

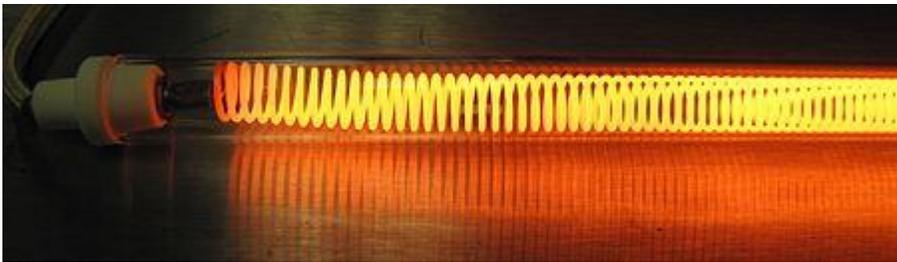
## EFEECTO JOULE:

Se conoce como efecto Joule al fenómeno irreversible por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los constantes choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo.

El movimiento de los electrones en un alambre es desordenado; esto provoca continuas colisiones con los núcleos atómicos y como consecuencia, una pérdida de energía cinética y un aumento de la temperatura en el propio alambre.

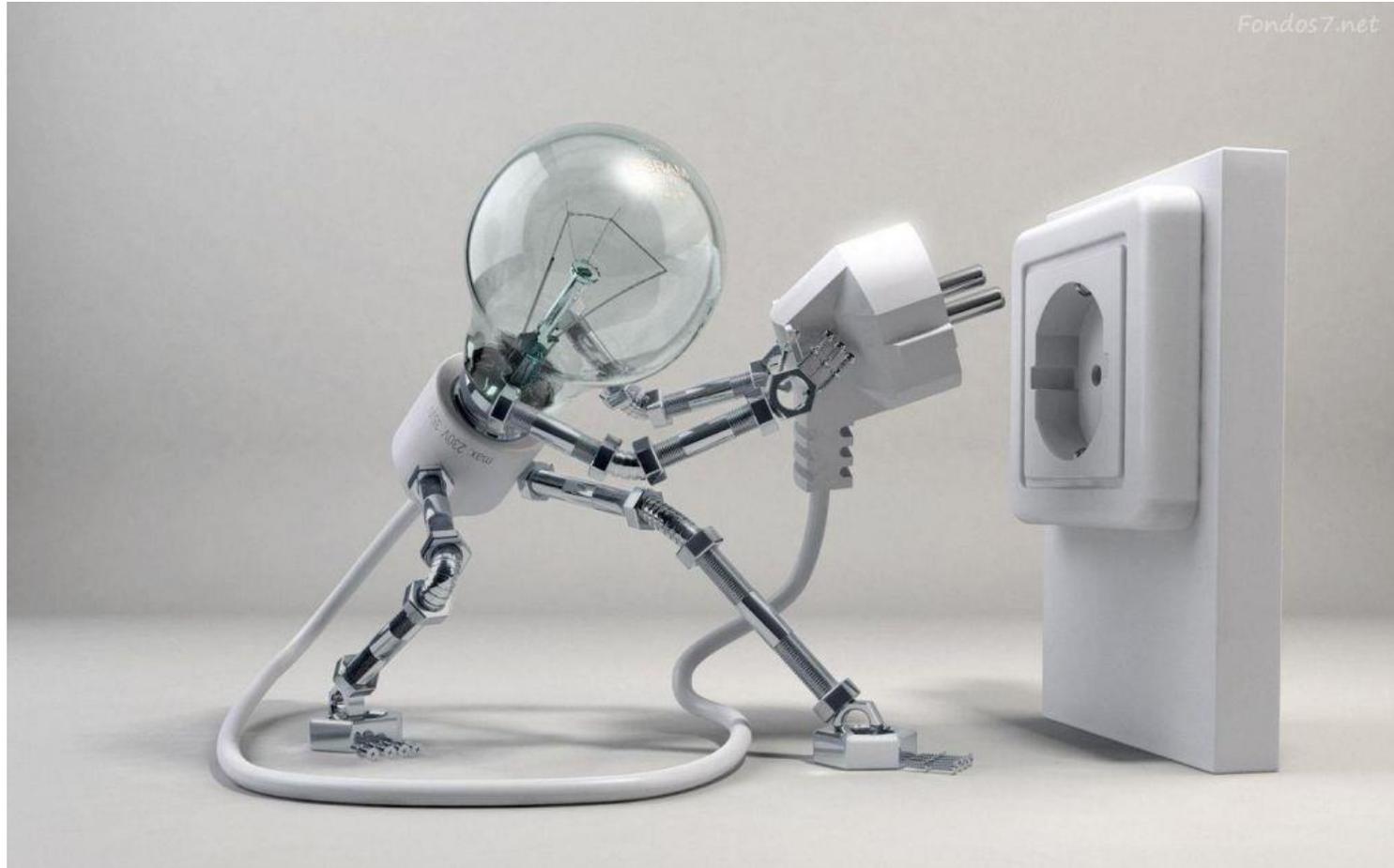
$$P = V \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2 \quad \text{o} \quad P = \frac{V^2}{R}$$



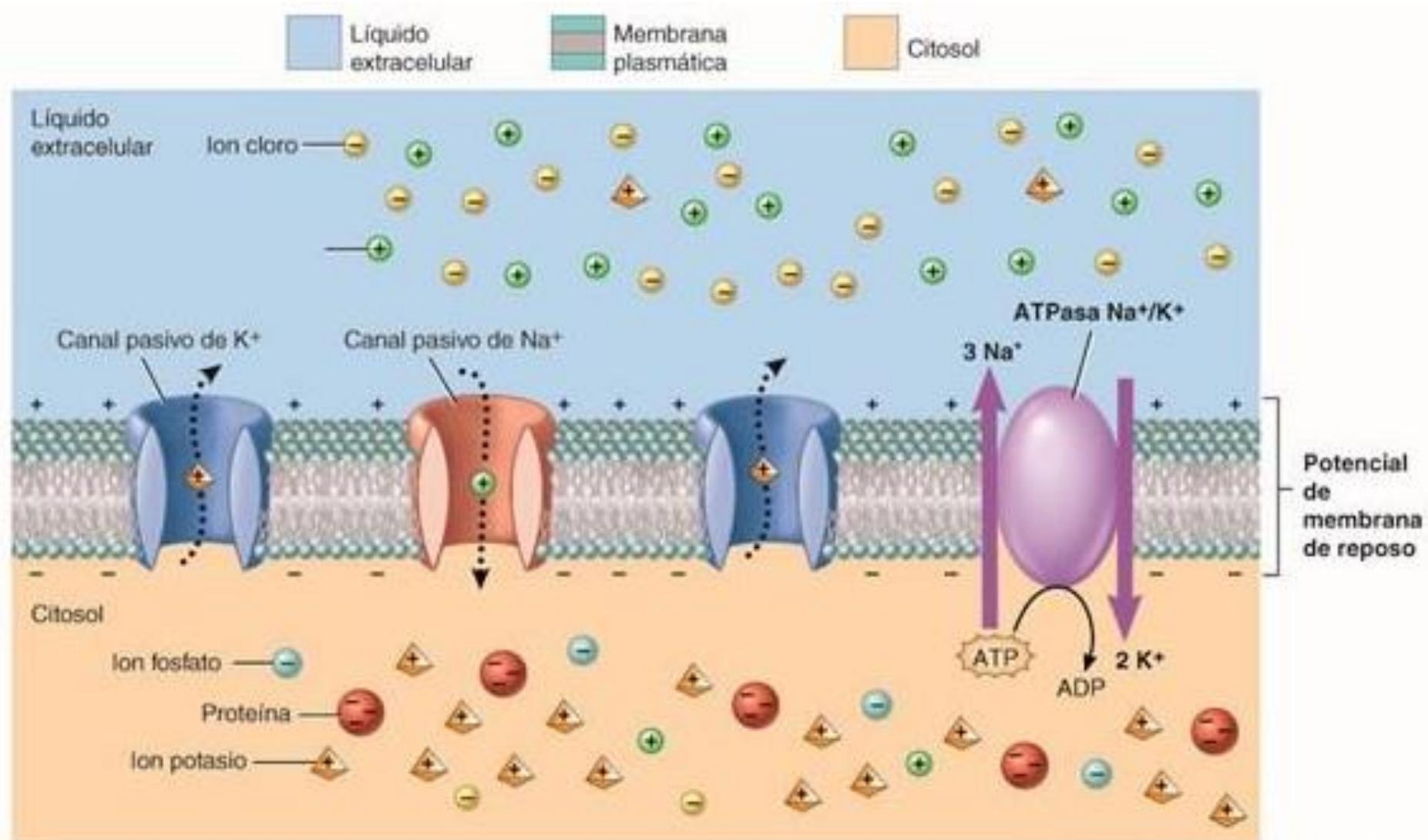
# Electricidad

<https://www.youtube.com/watch?v=8mSokZu2Vf0>



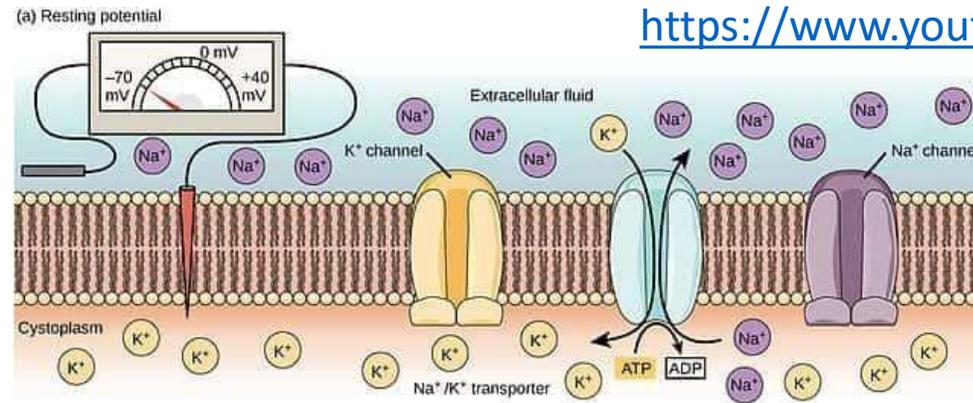
# Potencial de membrana

<https://www.youtube.com/watch?v=AkmDs5dLg2o>

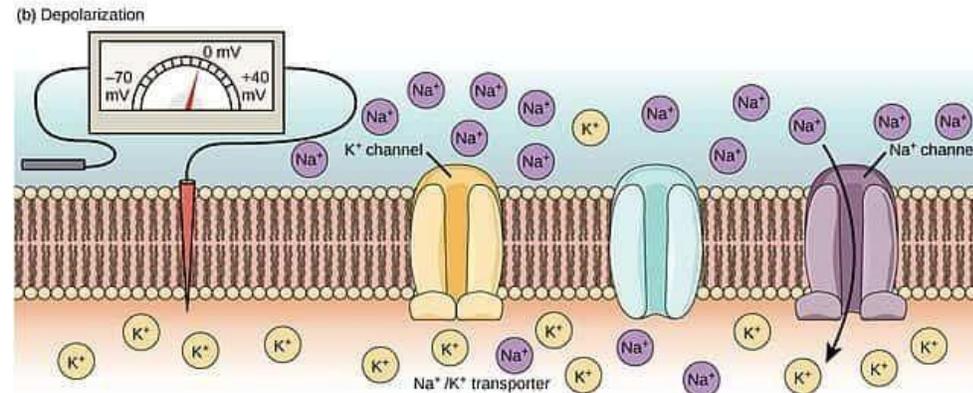


# Potencial de membrana

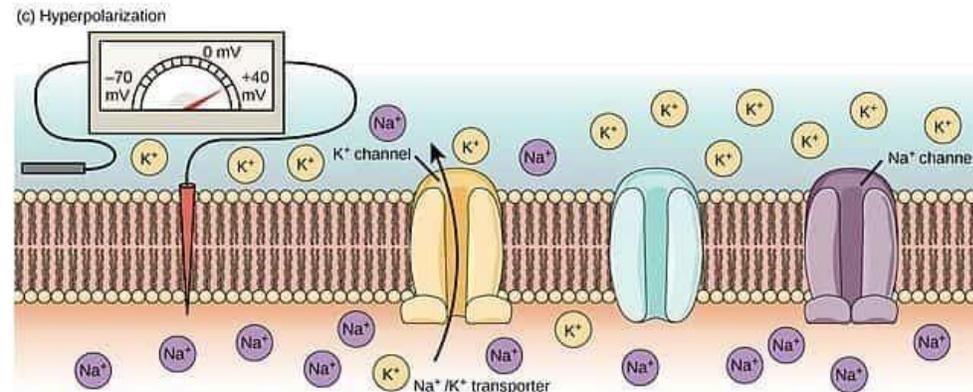
<https://www.youtube.com/watch?v=MplWXZTOk6o>



At the resting potential, all voltage-gated Na<sup>+</sup> channels and most voltage-gated K<sup>+</sup> channels are closed. The Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> transporter pumps K<sup>+</sup> ions into the cell and Na<sup>+</sup> ions out.



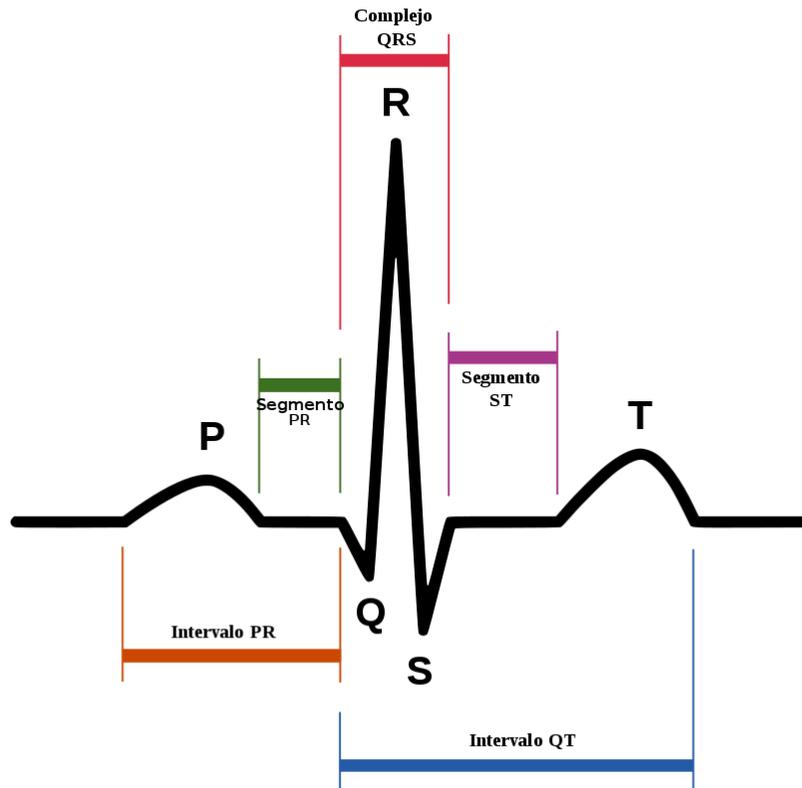
In response to a depolarization, some Na<sup>+</sup> channels open, allowing Na<sup>+</sup> ions to enter the cell. The membrane starts to depolarize (the charge across the membrane lessens). If the threshold of excitation is reached, all the Na<sup>+</sup> channels open.



At the peak action potential, Na<sup>+</sup> channels close while K<sup>+</sup> channels open. K<sup>+</sup> leaves the cell, and the membrane eventually becomes hyperpolarized.

# Electrocardiograma

El electrocardiograma (ECG o EKG) es la representación visual de la actividad eléctrica del corazón en función del tiempo, que se obtiene, desde la superficie corporal, en el pecho, con un electrocardiógrafo en forma de cinta continua. Es el instrumento principal de la electrofisiología cardíaca y tiene una función relevante en el cribado y diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares, alteraciones metabólicas y la predisposición a una muerte súbita cardíaca. También es útil para saber la duración del ciclo cardíaco.



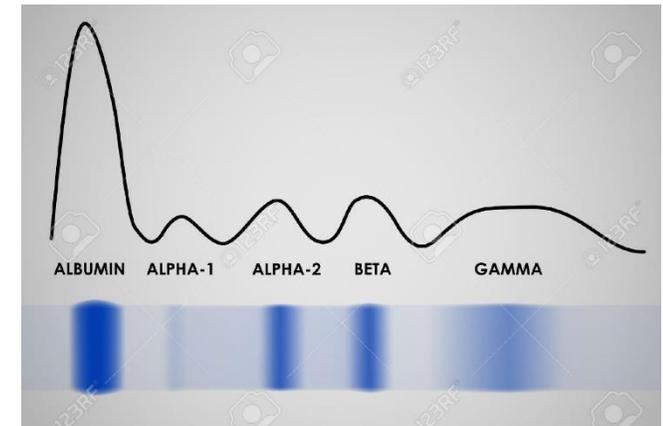
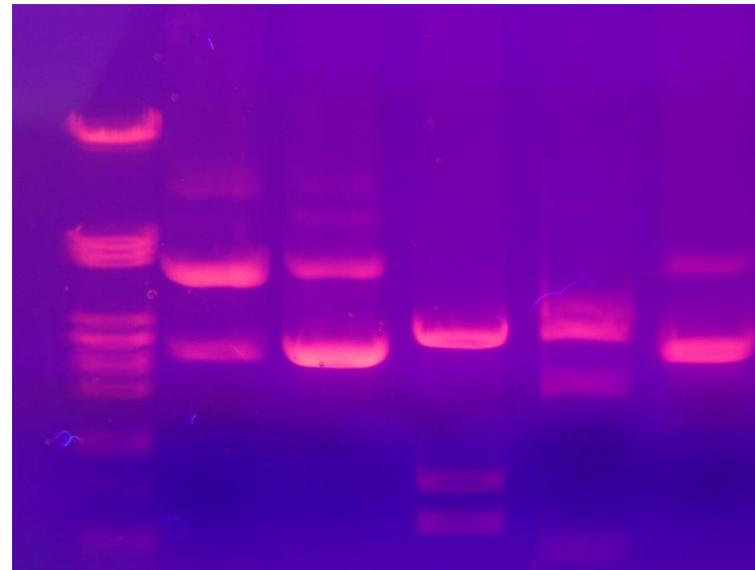
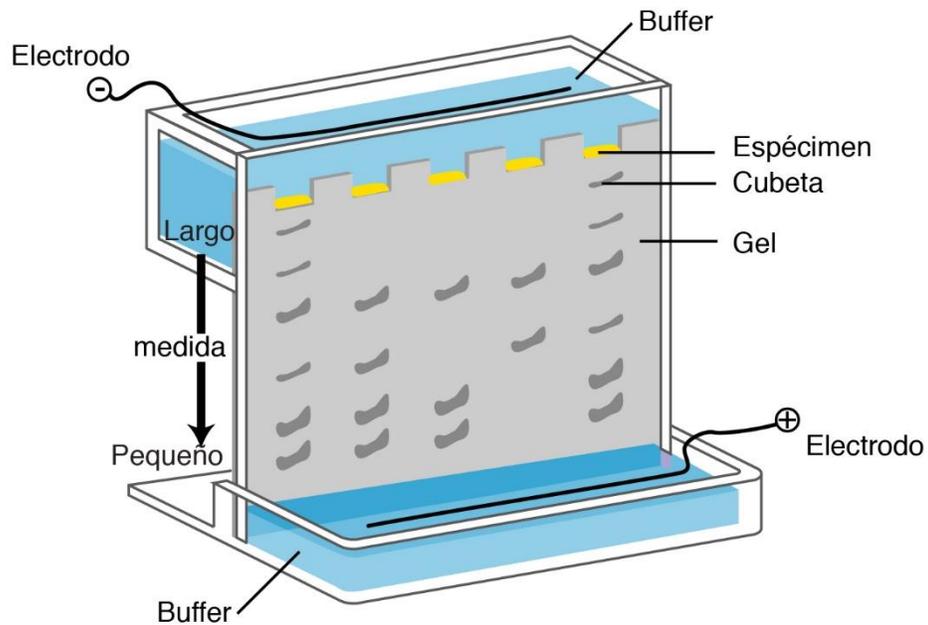
<https://www.youtube.com/watch?v=ygsvAZVA6sc>

<https://www.youtube.com/watch?v=v7Q9BrNflpQ>

# Electroforesis

La electroforesis es una técnica para la separación de moléculas según la movilidad de estas en un campo eléctrico. La separación puede realizarse sobre la superficie hidratada de un soporte sólido (p. ej., electroforesis en papel o en acetato de celulosa), a través de una matriz porosa (electroforesis en gel), o bien en disolución (electroforesis libre). Dependiendo de la técnica que se use, la separación obedece en distinta medida a la carga eléctrica de las moléculas y a su masa.

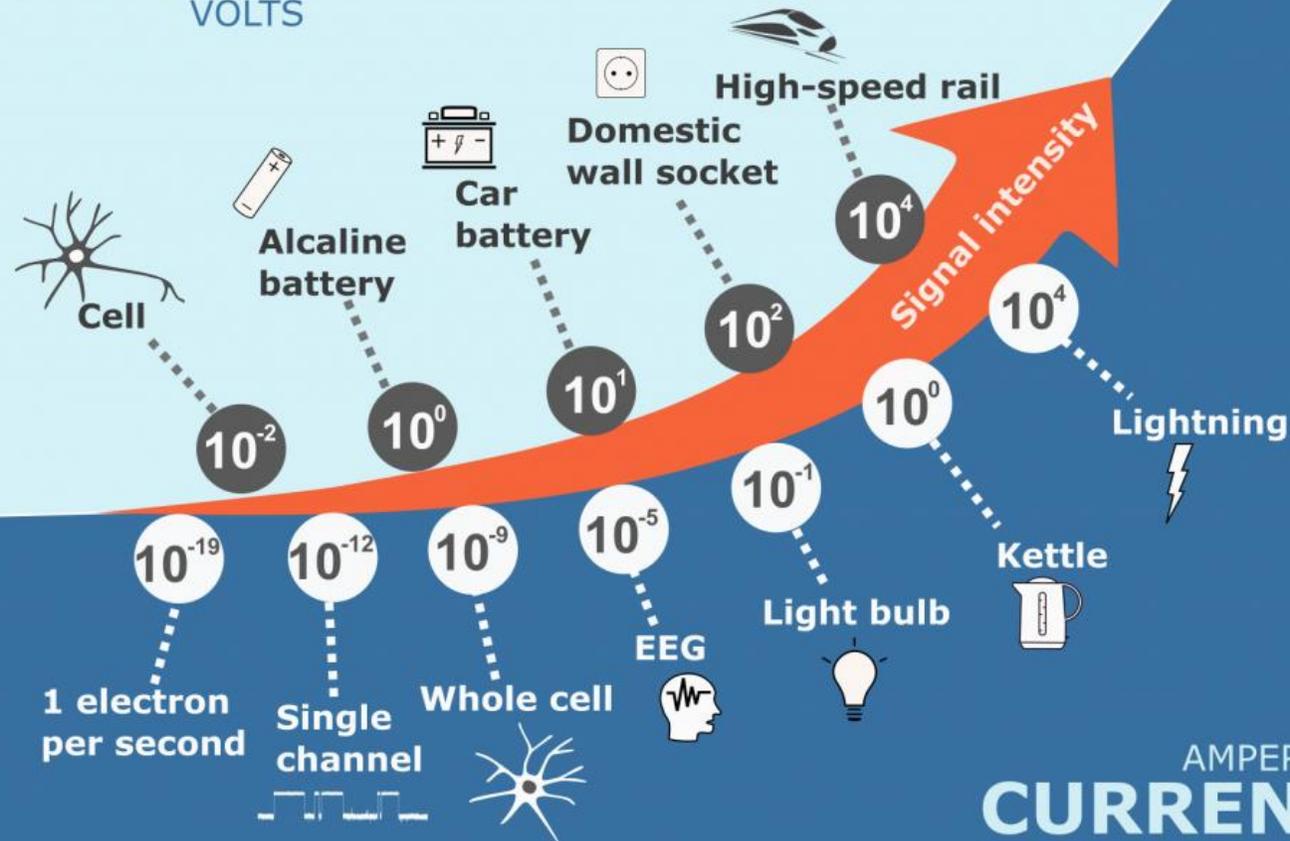
$$F = q \cdot E$$

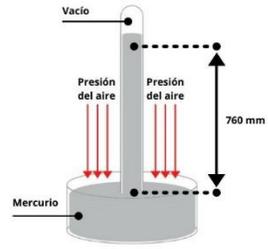


# ELECTRICAL SIGNALS

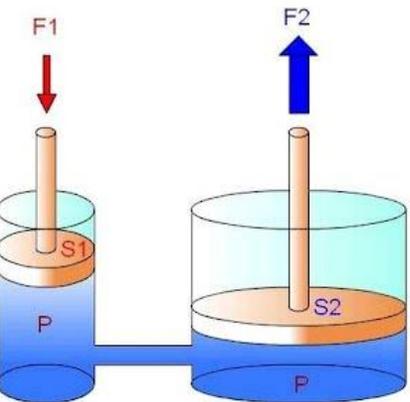
*orders of magnitude*

**VOLTAGE**  
VOLTS





**UNIDAD VI: Biorreología. Introducción.**  
**Hidrostática. Densidad. Peso específico. Presiones.**  
**Principio de Pascal y Arquímedes. Hidrodinámica:**  
**Gasto o caudal. Volumen minuto. Ecuación de**  
**continuidad. Viscosidad. Régimen laminar y**  
**turbulento.**



# Biorreología

**REOLOGÍA:** parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

**BIORREOLOGÍA:** Aplicación de la reología al movimiento de los fluidos de los seres orgánicos.

**La reología estudia el flujo y la deformación de la materia. La biorreología es la aplicación de la reología a los seres vivos.**

**Los fluidos pueden clasificarse en ideales y reales:**

- **Líquidos IDEALES:** son incompresibles (densidad constante), no poseen viscosidad, no se adhieren a las paredes del tubo que los contiene y las distintas capas que lo forman no se adhieren entre sí, no sufren pérdidas de energía ni presión, y su movimiento es tal que no forma torbellinos bajo ninguna circunstancia (movimiento, régimen o flujo laminar).

- **Líquidos REALES:** pueden ser incompresibles o levemente compresibles, tienen viscosidad, se adhieren a las paredes y ofrecen resistencia al movimiento, sufren pérdidas de energía y presión, y su movimiento puede ser laminar o turbulento, dependiendo de la velocidad, la densidad, la viscosidad y la geometría por donde se muevan.

# Líquidos

El estudio de los líquidos se separa en dos grandes ramas:

- Líquidos en **REPOSO (ESTÁTICOS)**
- Líquidos en **MOVIMIENTO (DINÁMICA)**

# Presiones

**Presión:** es el módulo de la componente normal de la fuerza aplicada por unidad de superficie.  
La presión es una magnitud escalar y no una vectorial.

$$P = \frac{|F|}{S}$$

P = Presión

F = Fuerza

S = Superficie

## Unidades:

Suele expresarse con diferentes unidades tales como:

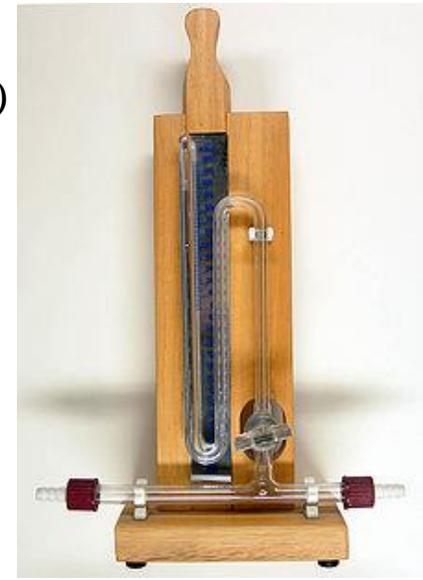
- Atmósferas (atm)
- milímetros de mercurio (mm Hg) o Torr
- bares (bar)
- Pascals (N/m<sup>2</sup>)
- PSI (libra de fuerza por pulgada cuadrada (lbf/in<sup>2</sup> o lbf/in<sup>2</sup> ;«pounds-force per square inch»))

Equivalencias:

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ hPa} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$$



- 1 Torr = 0,999 999 857 533 699... mmHg
- 1 mmHg = 1,000 000 142 466 321... Torr



# Presiones

## DENSIDAD:

-Una propiedad importante de cualquier material es su densidad, que se define como su masa por unidad de volumen. Un material homogéneo, como el hielo o el hierro, tiene la misma densidad en todas sus partes.

-Usamos la letra griega  $\rho$  (rho) para denotar la densidad. Si una masa  $m$  de material homogéneo tiene un volumen  $V$ , la densidad  $\rho$  es:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Tabla 14.1** Densidades de algunas sustancias comunes

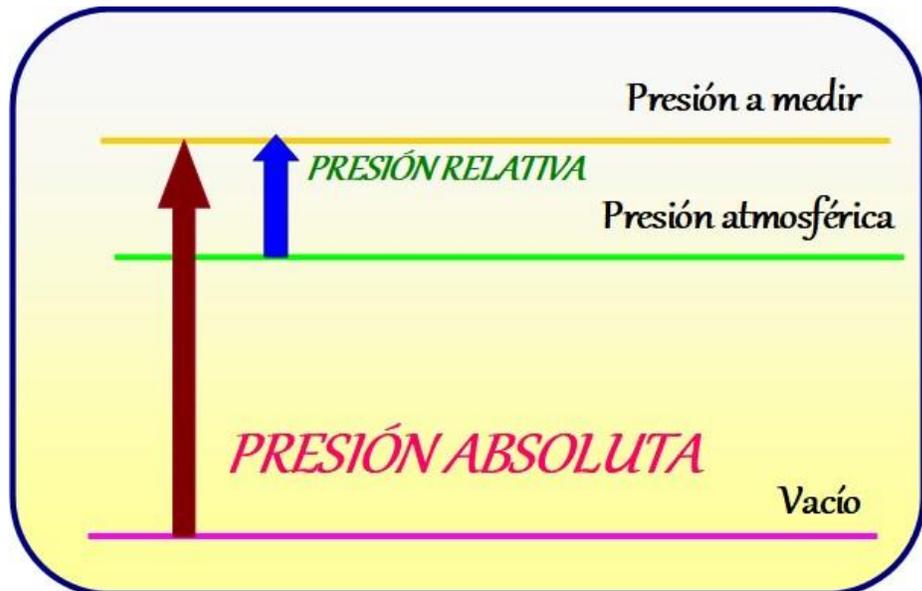
Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )*	Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )*
Aire (1 atm, 20°C)	1.20	Hierro, acero	$7.8 \times 10^3$
Etanol	$0.81 \times 10^3$	Latón	$8.6 \times 10^3$
Benceno	$0.90 \times 10^3$	Cobre	$8.9 \times 10^3$
Hielo	$0.92 \times 10^3$	Plata	$10.5 \times 10^3$
Agua	$1.00 \times 10^3$	Plomo	$11.3 \times 10^3$
Agua de mar	$1.03 \times 10^3$	Mercurio	$13.6 \times 10^3$
Sangre	$1.06 \times 10^3$	Oro	$19.3 \times 10^3$
Glicerina	$1.26 \times 10^3$	Platino	$21.4 \times 10^3$
Concreto	$2 \times 10^3$	Estrella enana blanca	$10^{10}$
Aluminio	$2.7 \times 10^3$	Estrella de neutrones	$10^{18}$

\*Para obtener las densidades en gramos por centímetro cúbico, divida entre  $10^3$ .

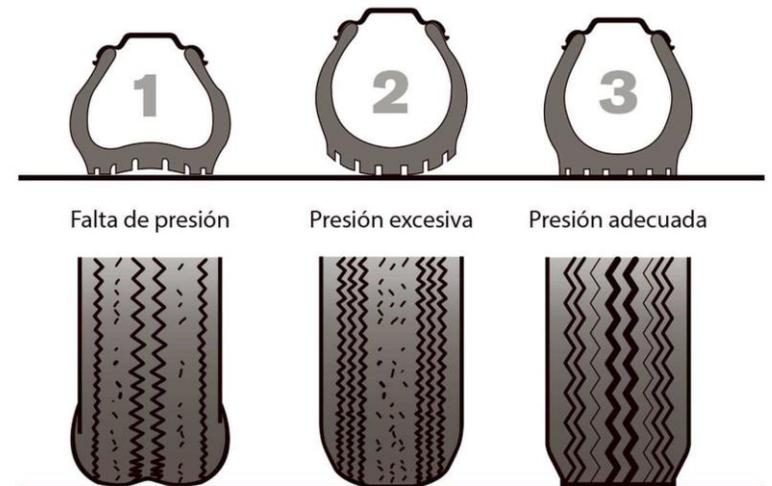
# Presiones

## Presión absoluta y presión manométrica

Si la presión dentro de un neumático es igual a la presión atmosférica, el neumático estará desinflado. La presión debe ser mayor que la atmosférica para poder sostener el vehículo, así que la cantidad significativa es la diferencia entre las presiones interior y exterior. Cuando decimos que la presión de un neumático es de “32 libras” (en realidad  $32 \text{ lb/in}^2$ , igual a  $220 \text{ kPa}$  o  $2.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ), queremos decir que es mayor que la presión atmosférica ( $14.7 \text{ lb/in}^2$  o  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) en esa cantidad. La presión total en el neumático es de  $47 \text{ lb/in}^2$ , o  $320 \text{ kPa}$ . El exceso de presión más allá de la atmosférica suele llamarse presión manométrica, y la presión total se llama presión absoluta.



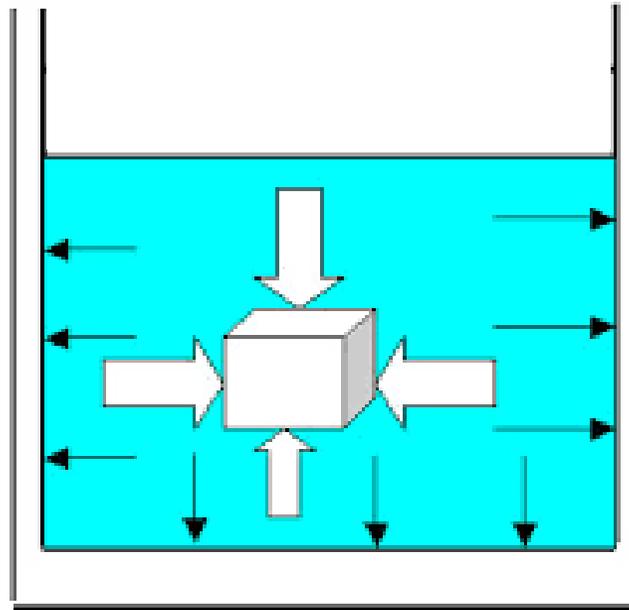
Efecto de la presión de inflado en el desgaste de los neumáticos



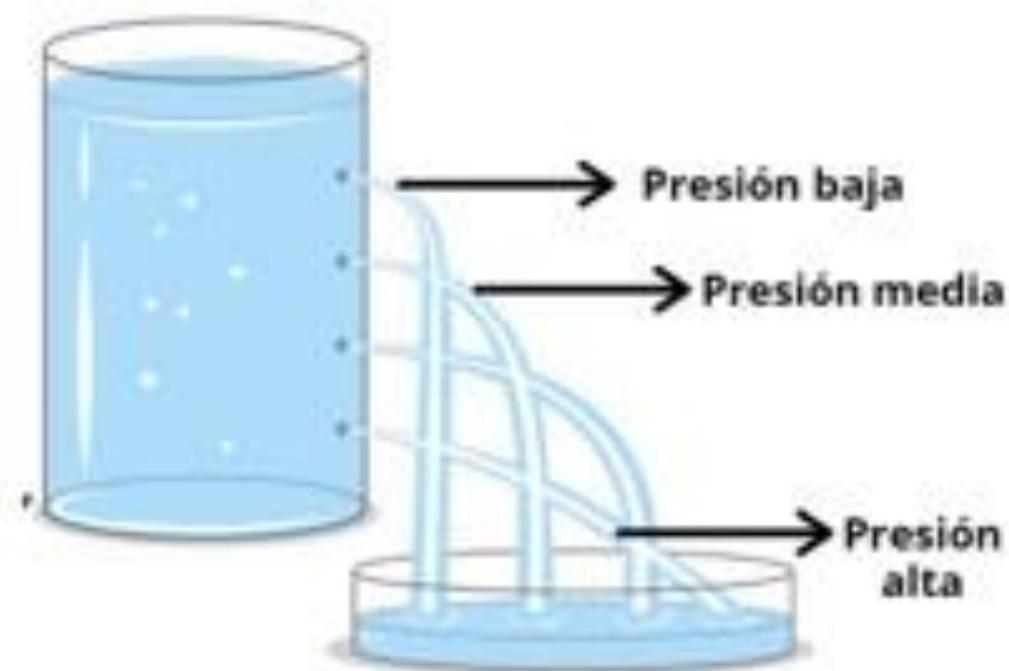
# Presiones

## Presión en un fluido:

- Cuando un fluido (ya sea líquido o gas) está en reposo, ejerce una fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto con él, como la pared de un recipiente o un cuerpo sumergido en el fluido. Ésta es la fuerza que sentimos en las piernas al meterlas en una piscina. Aunque el fluido considerado como un todo está en reposo, las moléculas que lo componen están en movimiento; la fuerza ejercida por el fluido se debe a los choques de las moléculas con su entorno.



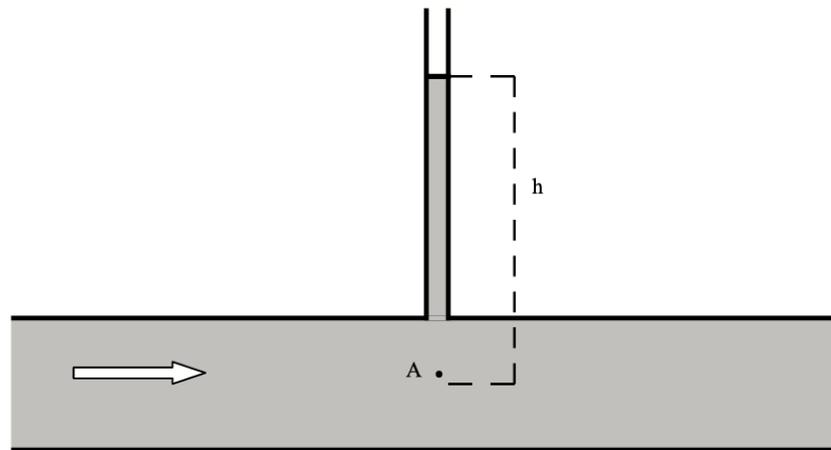
$$Presión_h = Peso_{Específico} * Altura$$



## Como medir presiones en líquidos:

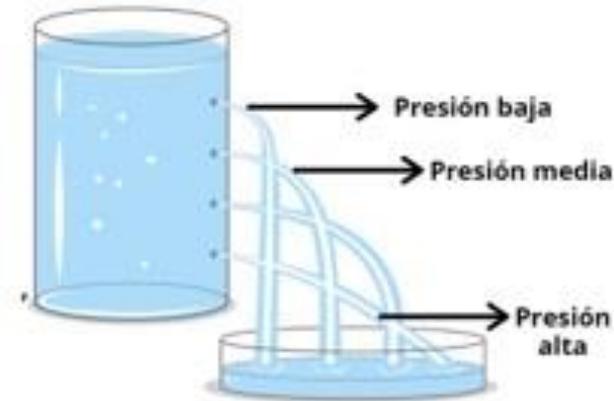
- Los instrumentos para medir presiones se denominan manómetros; existe gran diversidad de aparatos y métodos de medición. Sin embargo, no cualquier manómetro es adecuado para medir la presión hidroestática propia de un líquido en un punto debido a que incorporar un instrumento en el lecho de una vena modifica las condiciones dinámicas del sistema y, en consecuencia, los valores de presión y velocidad originales.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$



Manómetro de columna

$$Presion_h = Peso_{Especifico} * Altura$$



El peso específico es la densidad multiplicada por la aceleración de la gravedad.

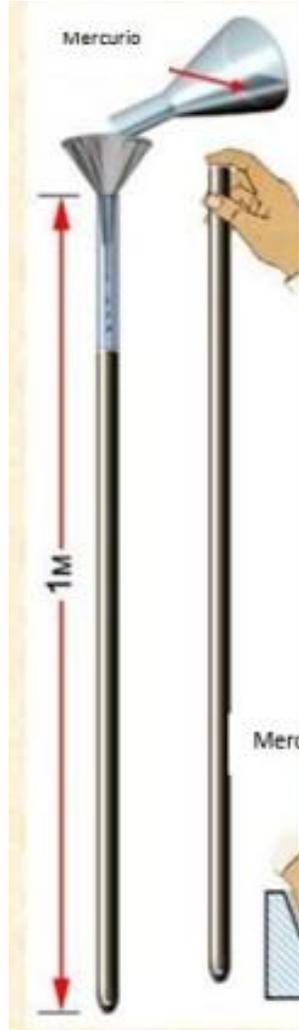
$$P_{es} = \rho \cdot g$$

Pes = Peso específico [N/m<sup>3</sup>]

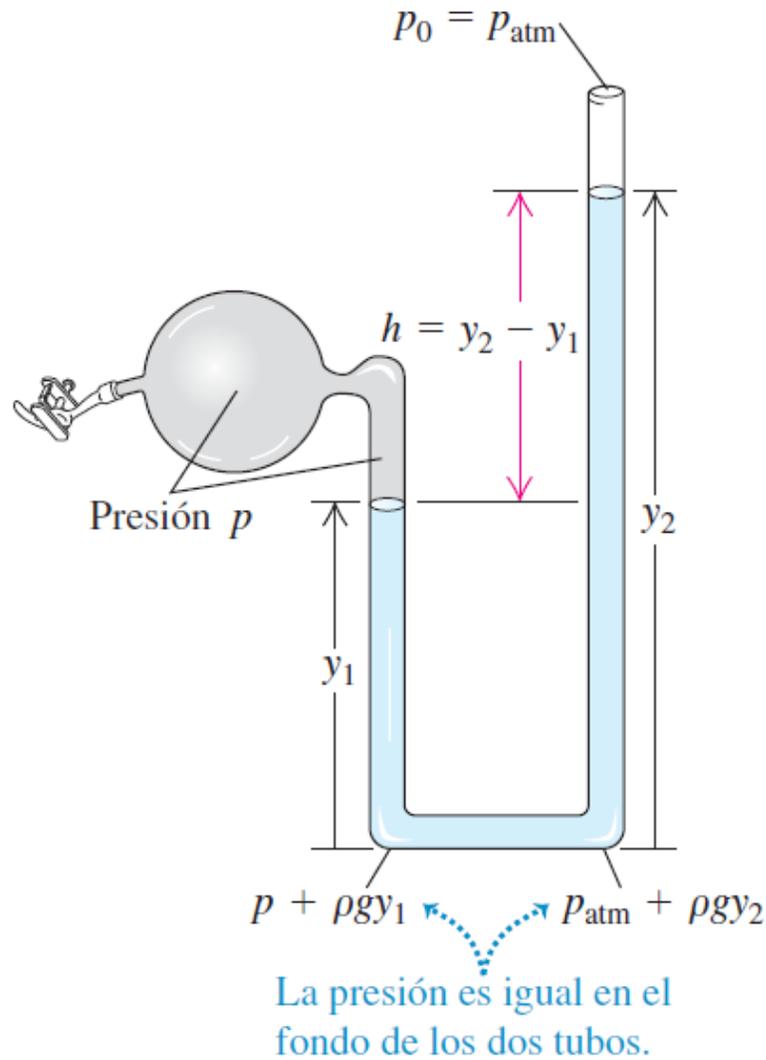
$\rho$  = Densidad [kg/m<sup>3</sup>]

g = Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

# Hidrostatica

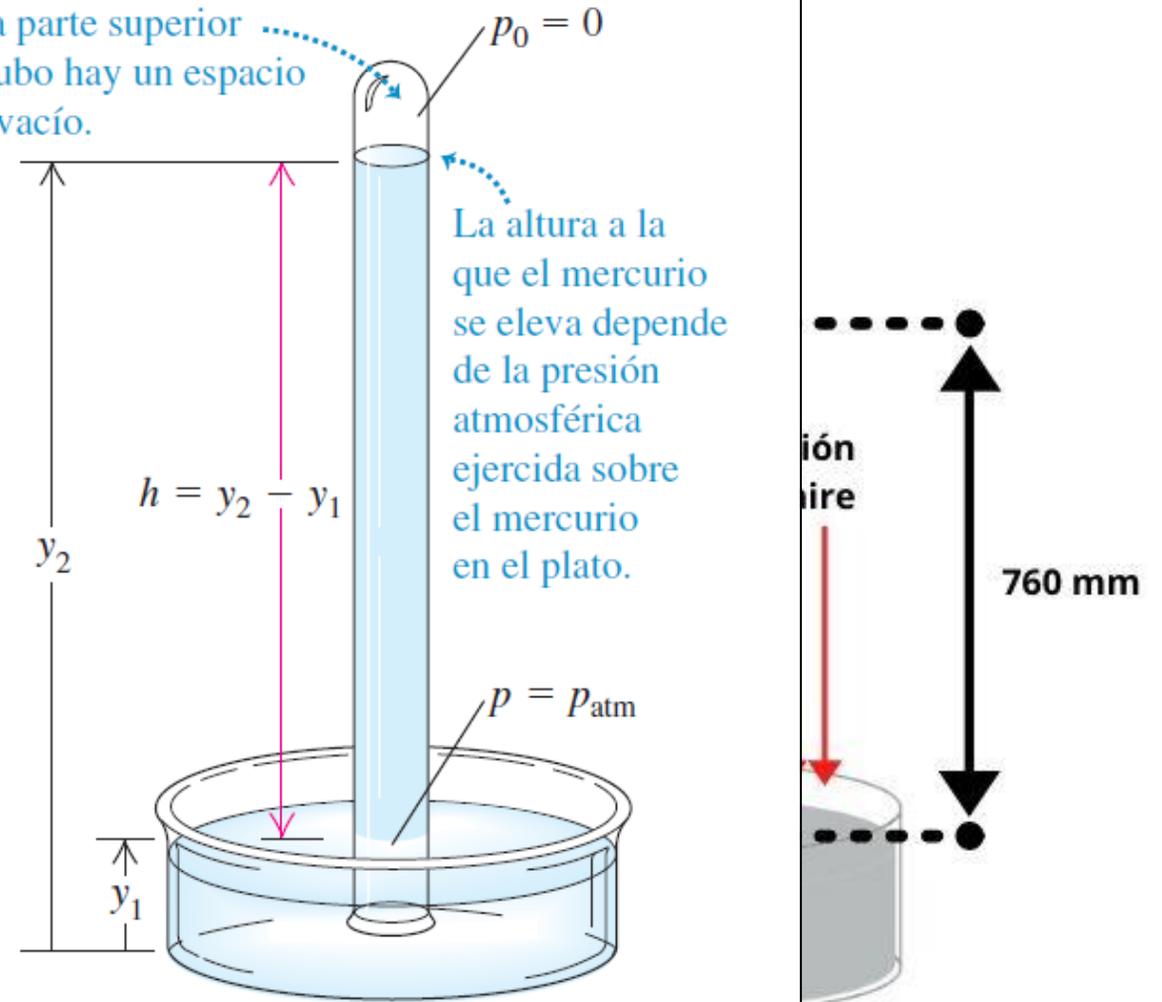


a) Manómetro de tubo abierto

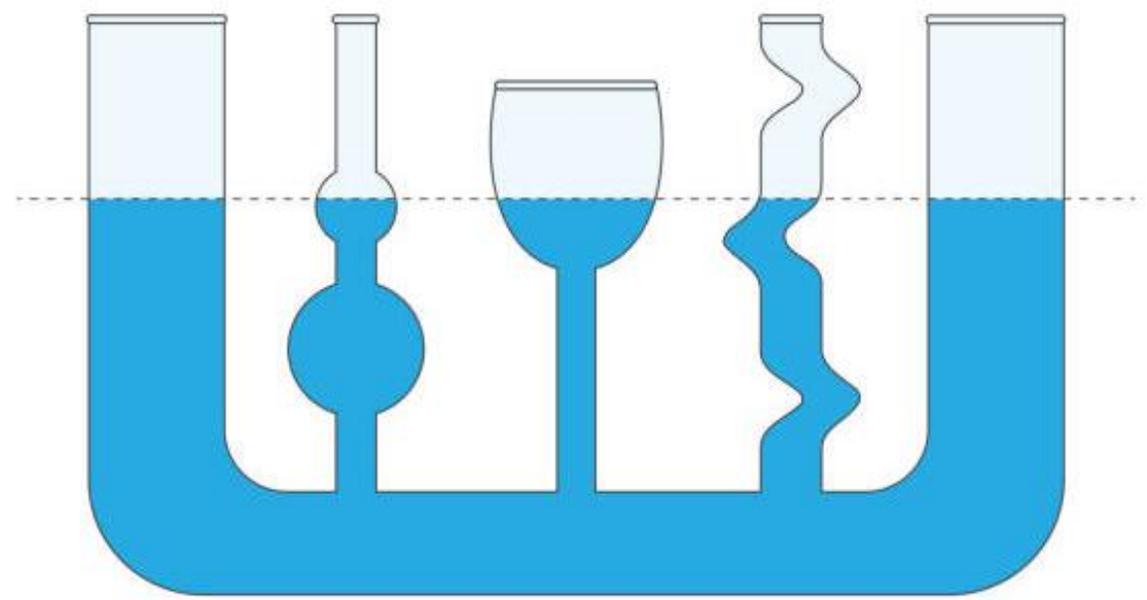
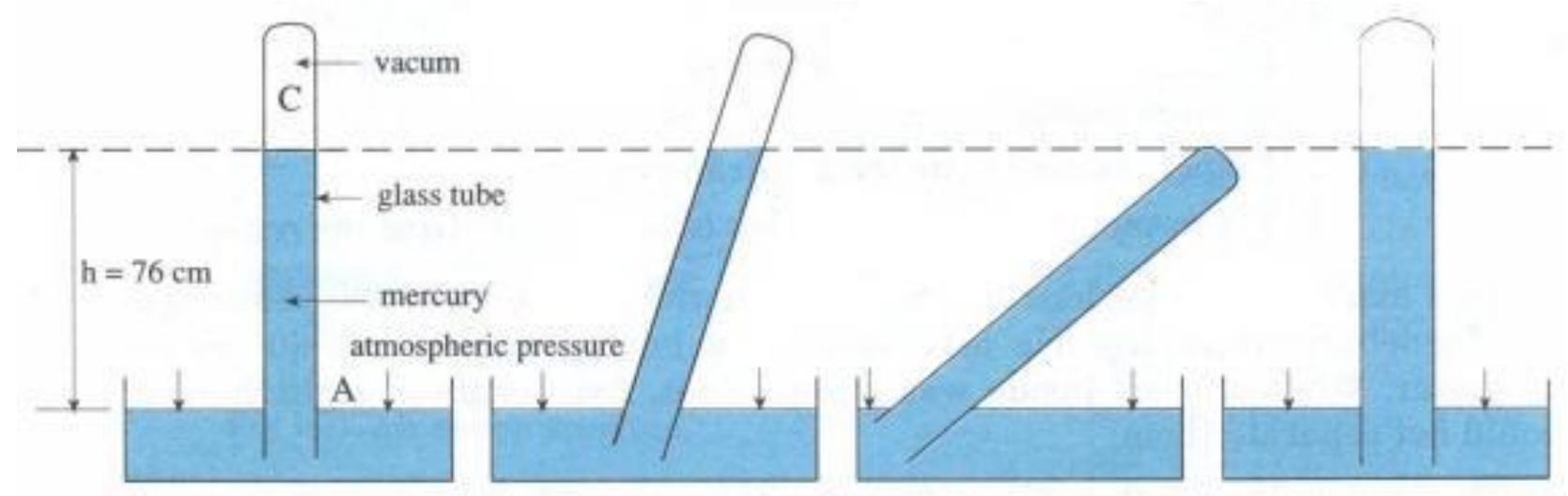
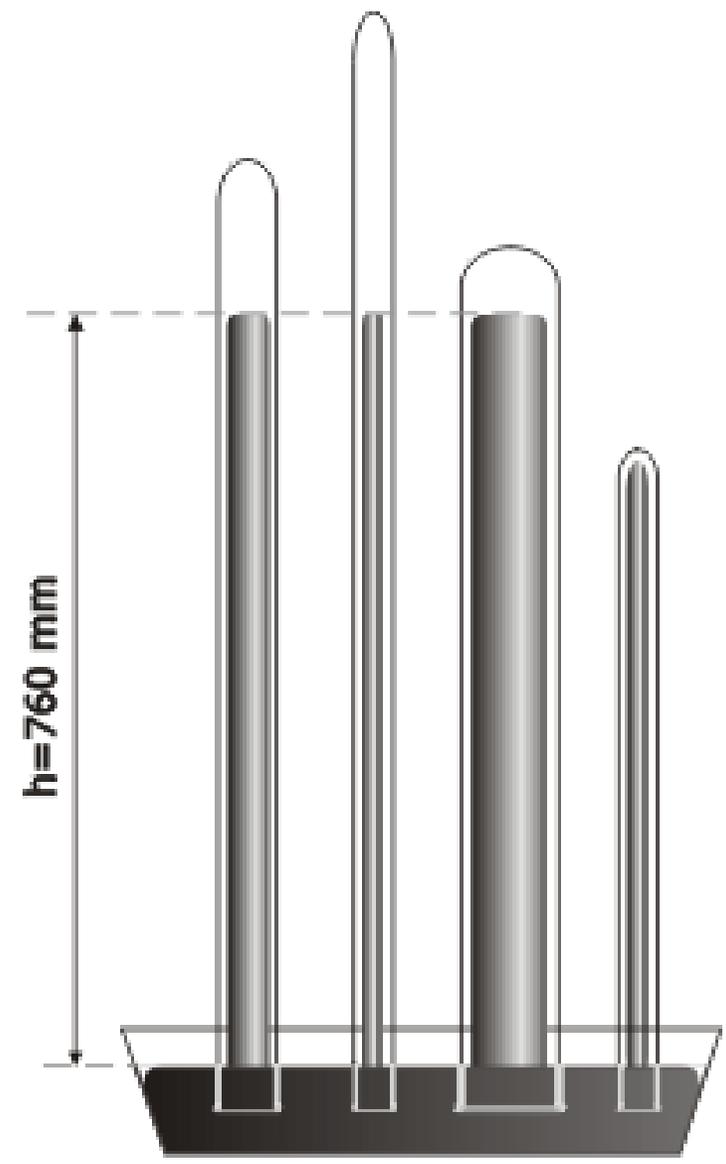


b) Barómetro de mercurio

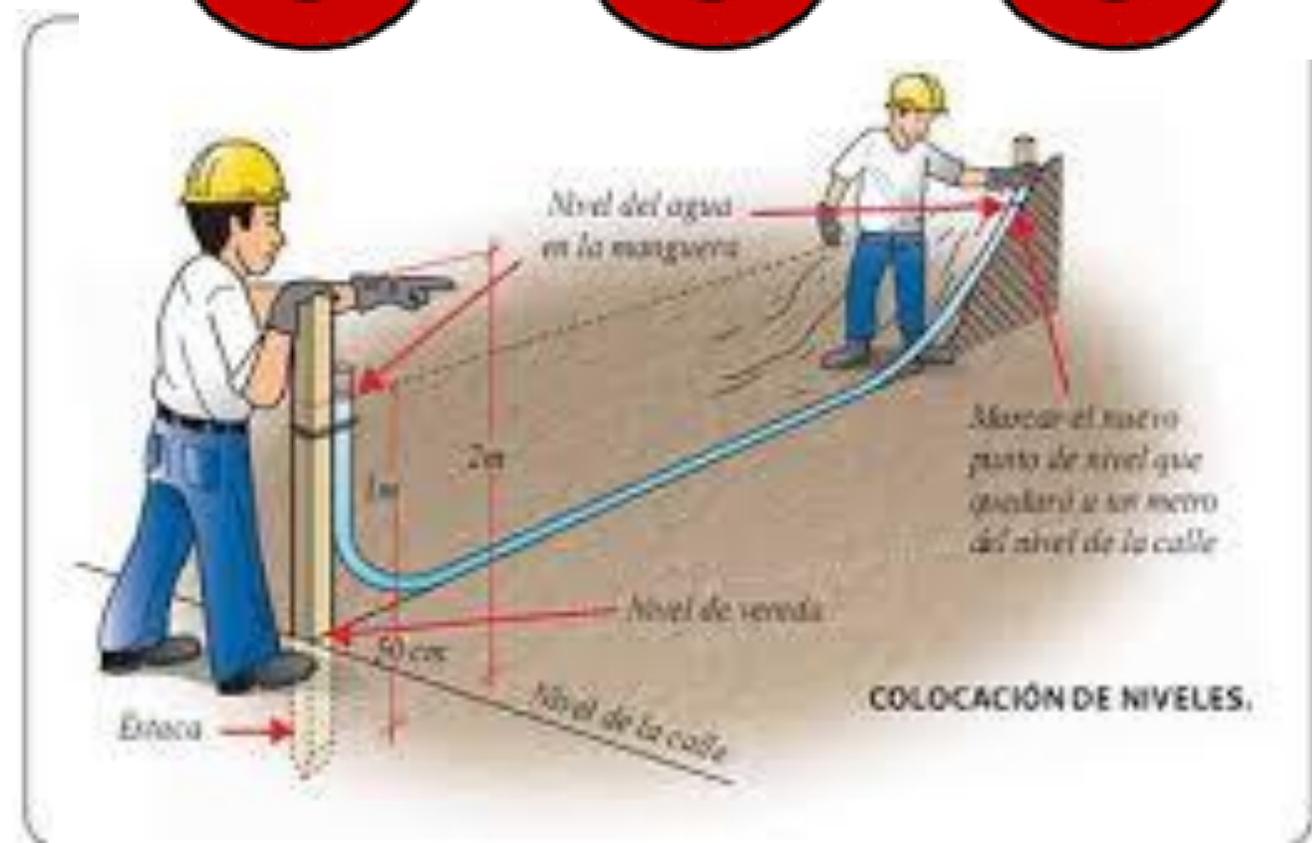
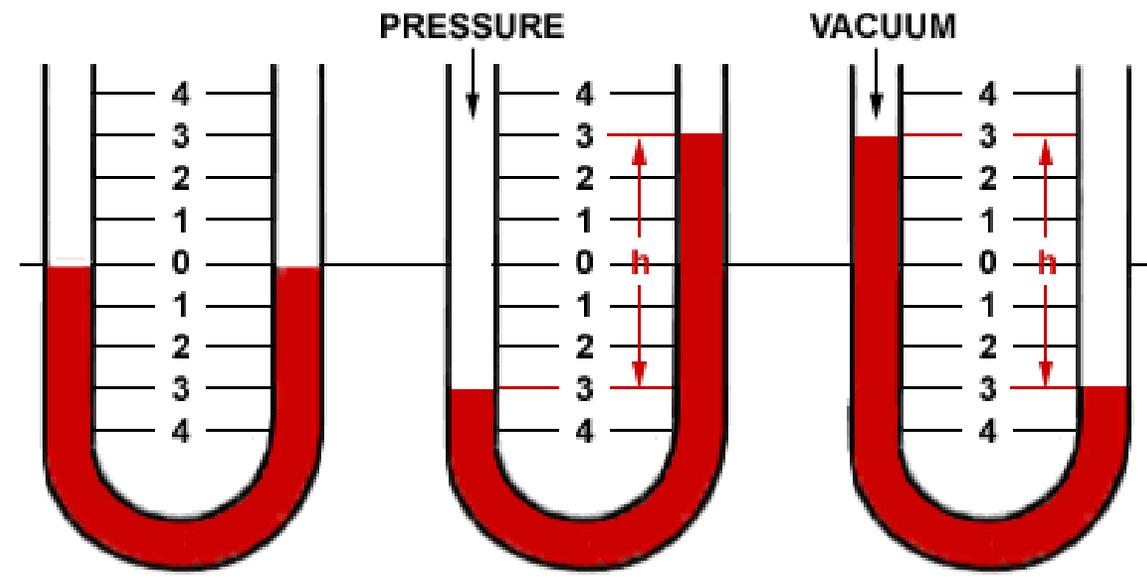
En la parte superior del tubo hay un espacio casi vacío.



# Hidrostatica



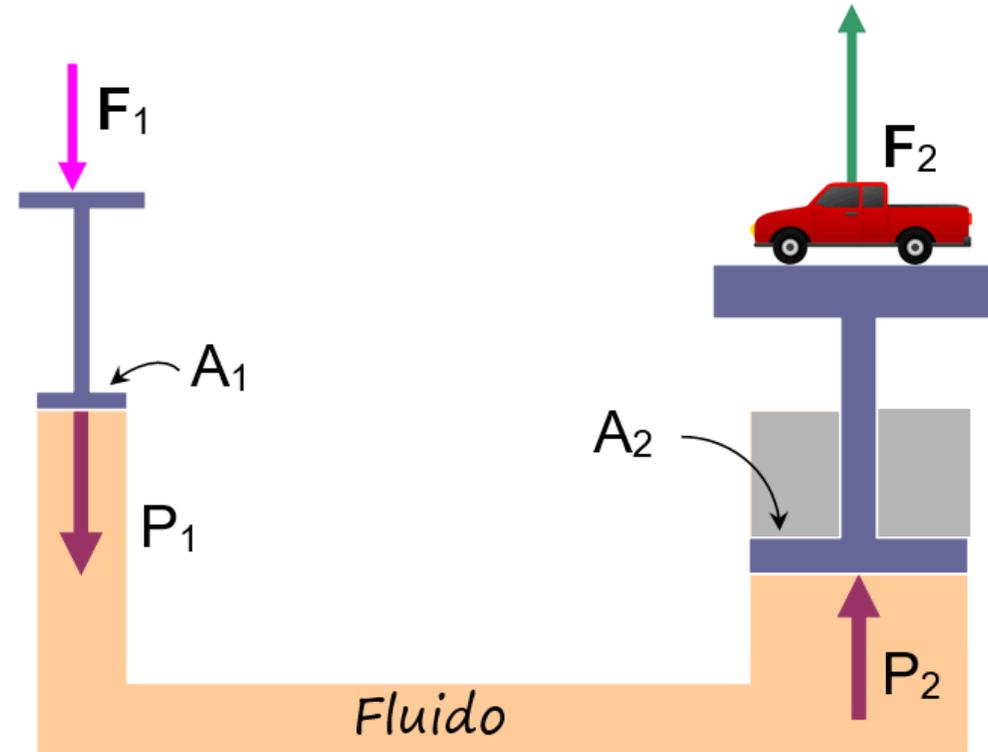
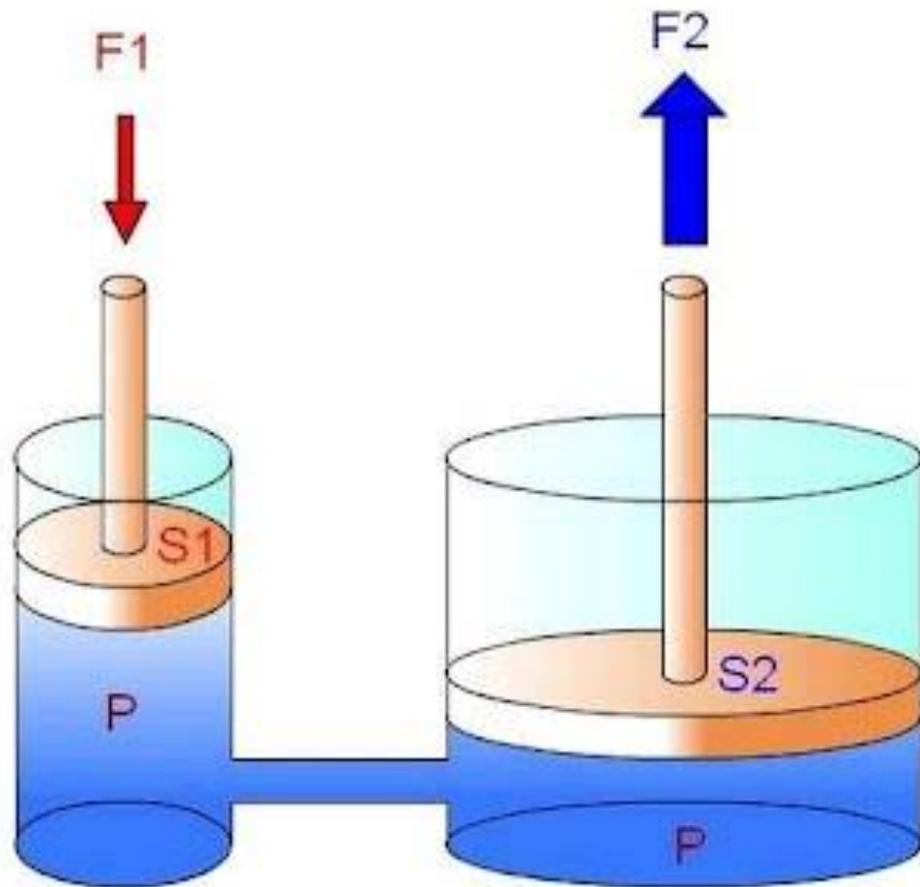
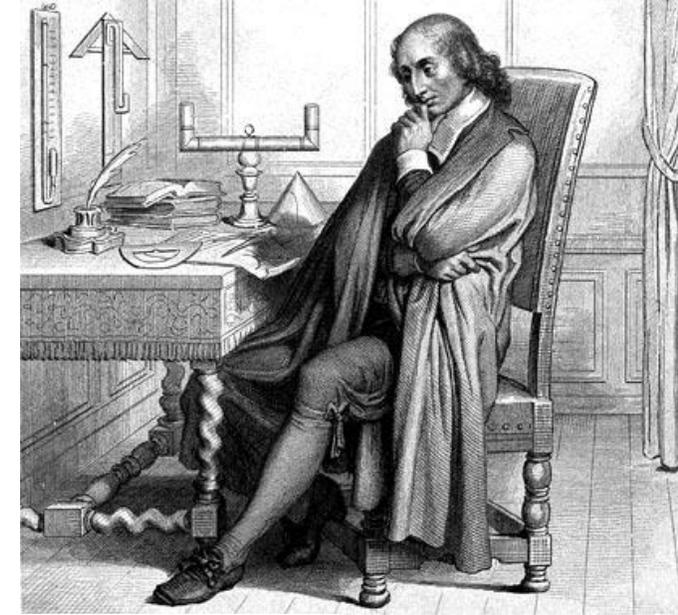
# Hidrostatica



# Principio de Pascal

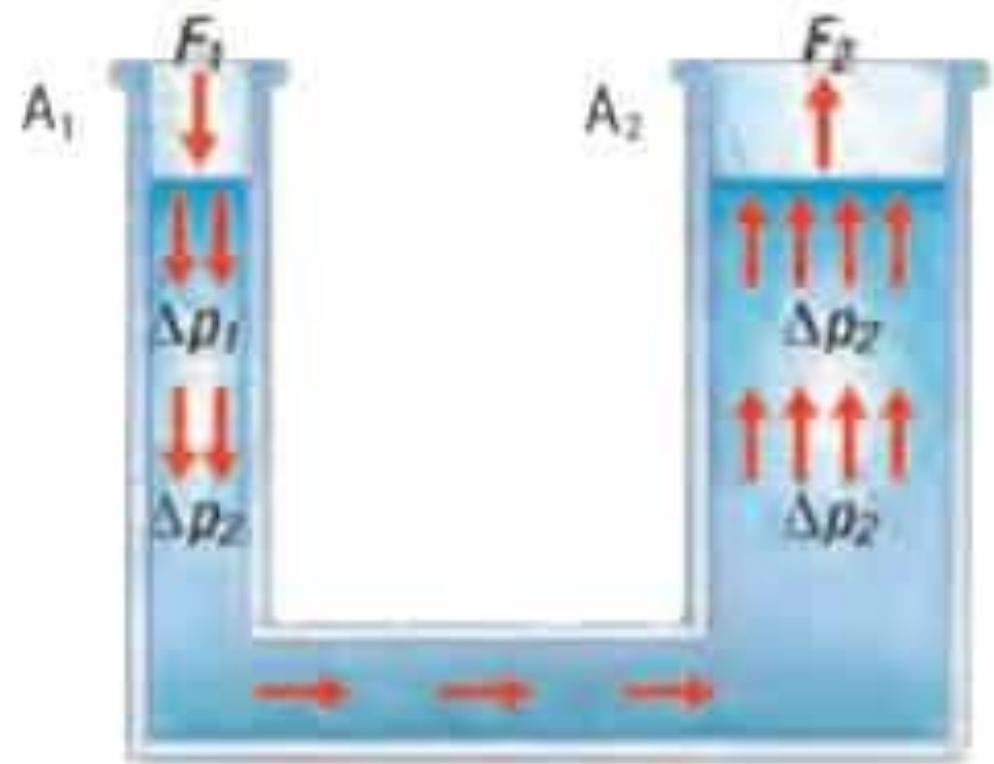
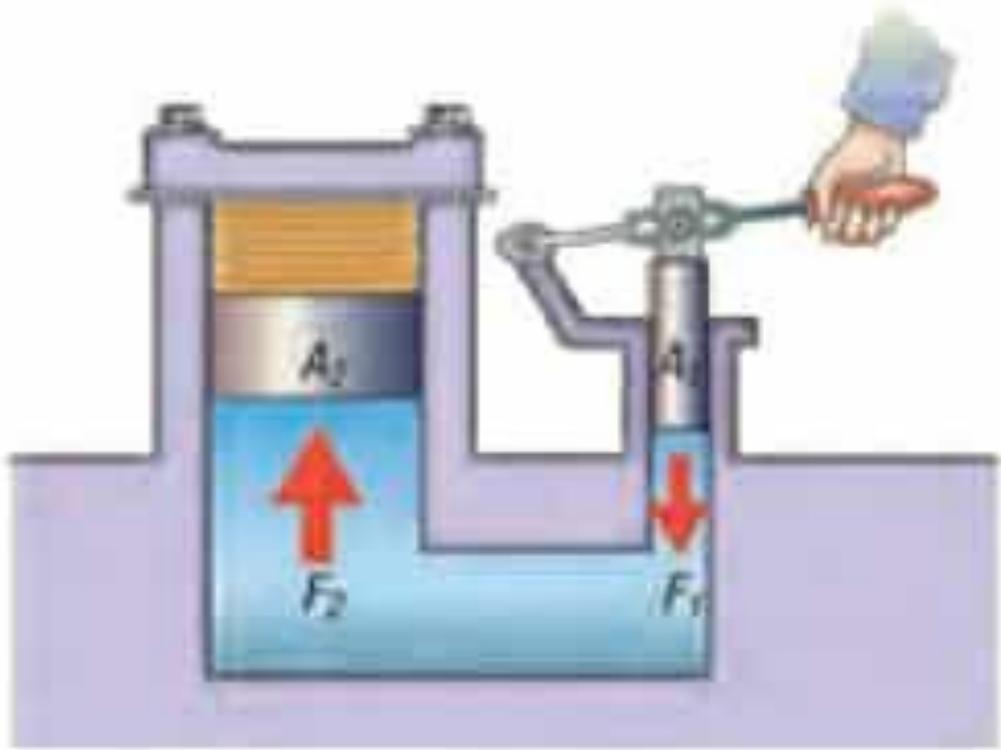
La presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

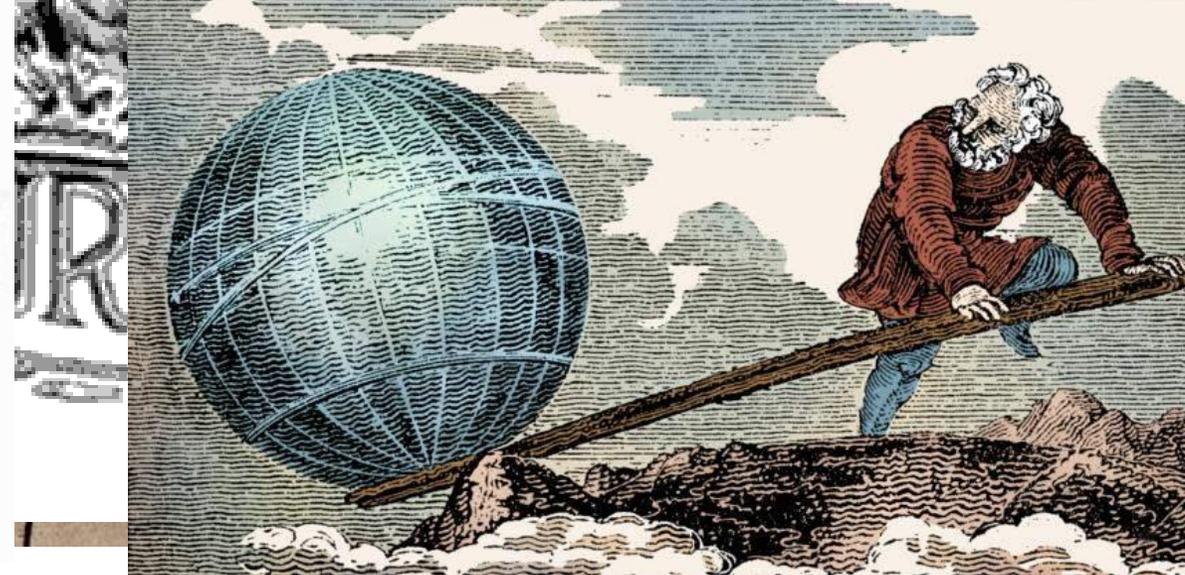
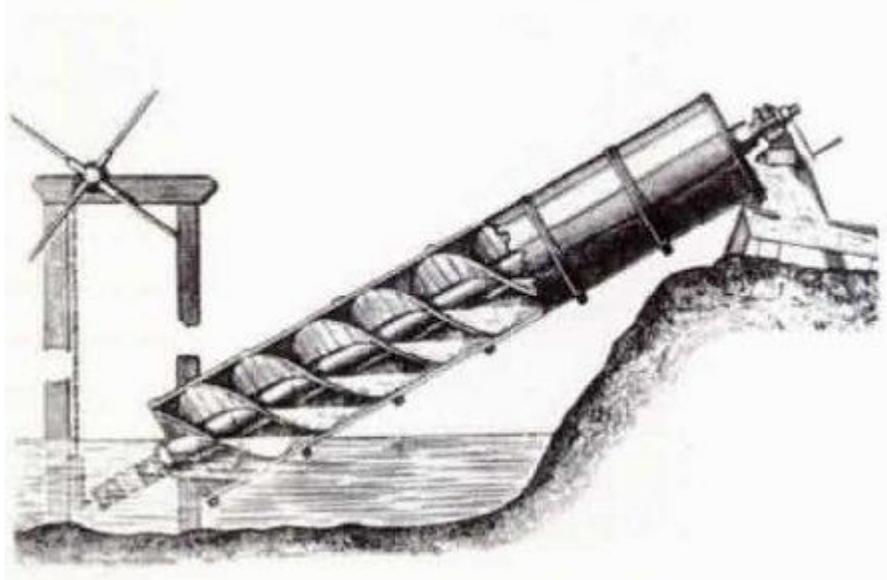


# Principio de Pascal

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



# Principio de Arquímedes



# Principio de Arquímedes

El **principio de Arquímedes** es el principio físico que afirma: «Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado».,



$$E = \delta \cdot V_s \cdot g$$

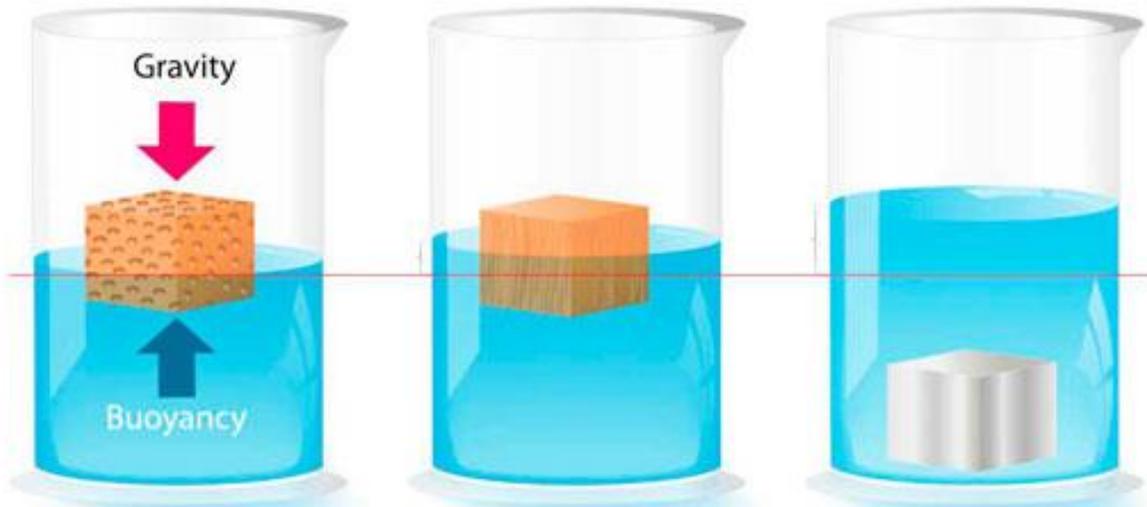
Donde:

$$E = \text{Empuje (N)}$$

$$\delta = \text{Densidad } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$V_s = \text{Volumen sumergido (m}^3\text{)}$$

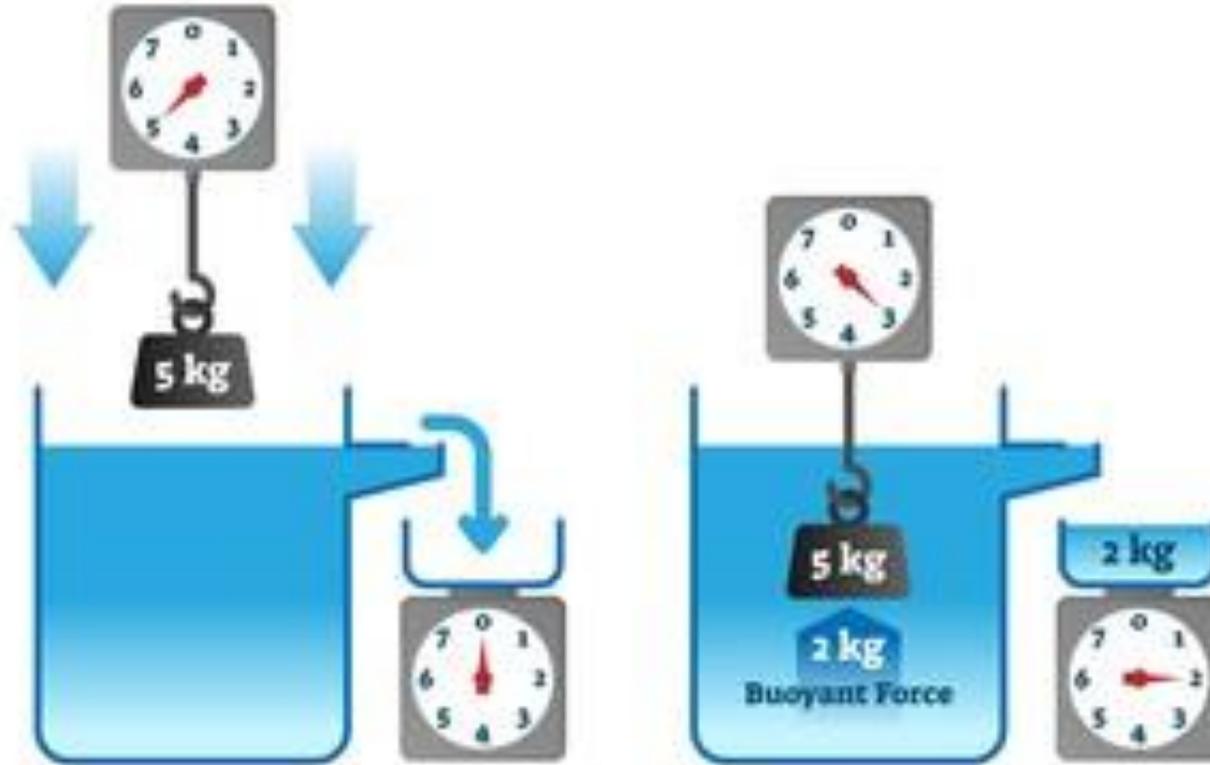
$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



# Principio de Arquímedes



## ARCHIMEDES' PRINCIPLE



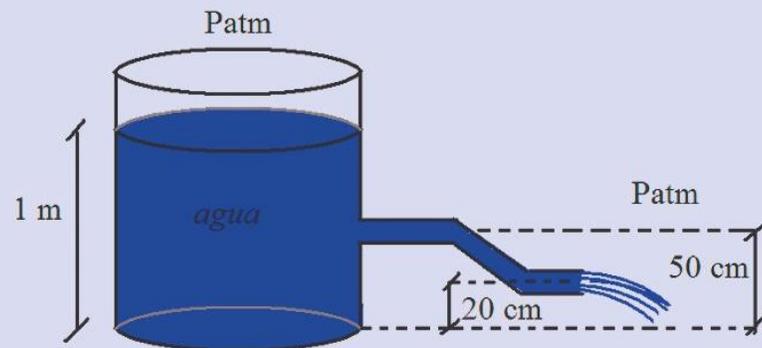
$$E = \delta \cdot V_s \cdot g$$

# Hidrodinámica

Es la parte de la física que estudia los fluidos en movimiento. Vamos a decir que para que un fluido esté en movimiento debe existir una fuerza impulsora llamada diferencia de presión. Esta definición es útil a la hora de predecir hacia donde se dirigirá el mismo en un conducto que asciende, si hacia arriba o hacia abajo. Los fluidos siempre tratarán de ir hacia el lugar donde exista menor presión.

Es la parte de la hidráulica que estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento.

Para ello considera entre otras cosas la **velocidad, la presión, el flujo y el caudal del líquido.**



CERHA

# Caudal o gasto

El caudal o gasto es una de las magnitudes principales en el estudio de la hidrodinámica. Se define como el volumen de líquido que fluye por unidad de tiempo o alternativamente, la velocidad a la que fluye por unidad de área. Sus unidades en el Sistema Internacional son los  $m^3/s$  y su expresión matemática:

$$Q = \frac{Vol}{t} \qquad Q = Vel.A$$

Donde:

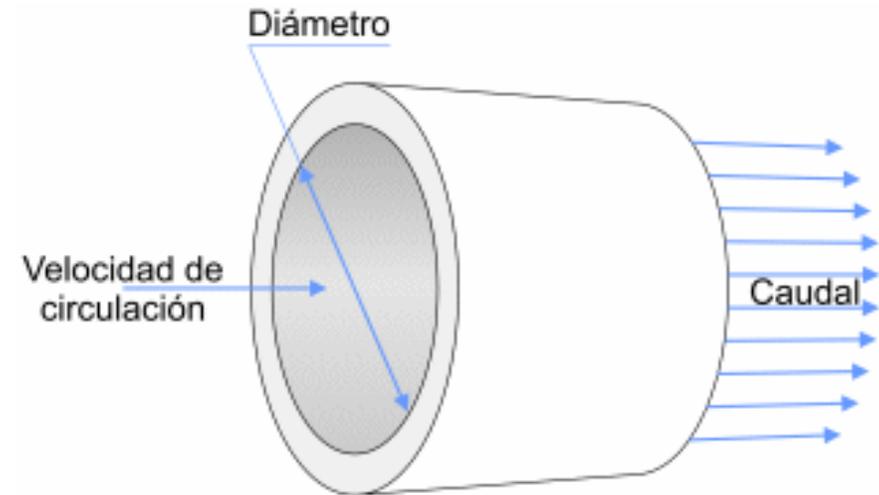
$$Q = \text{Caudal} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Vel = \text{Velocidad del fluido} \left( \frac{m}{s} \right)$$

$$A = \text{Area o sección transversal del tubo} (m^2)$$

$$Vol = \text{Volumen} (m^3)$$

$$t = \text{Tiempo} (s)$$



# Ecuación de continuidad

Si sobre un tubo que sólo dispone de una entrada y una salida y además, contiene un líquido que se considera incompresible, podemos enunciar, gracias al principio de conservación de masa, que el caudal de entrada SIEMPRE será igual al caudal de salida, de esta forma nos queda la siguiente ecuación:

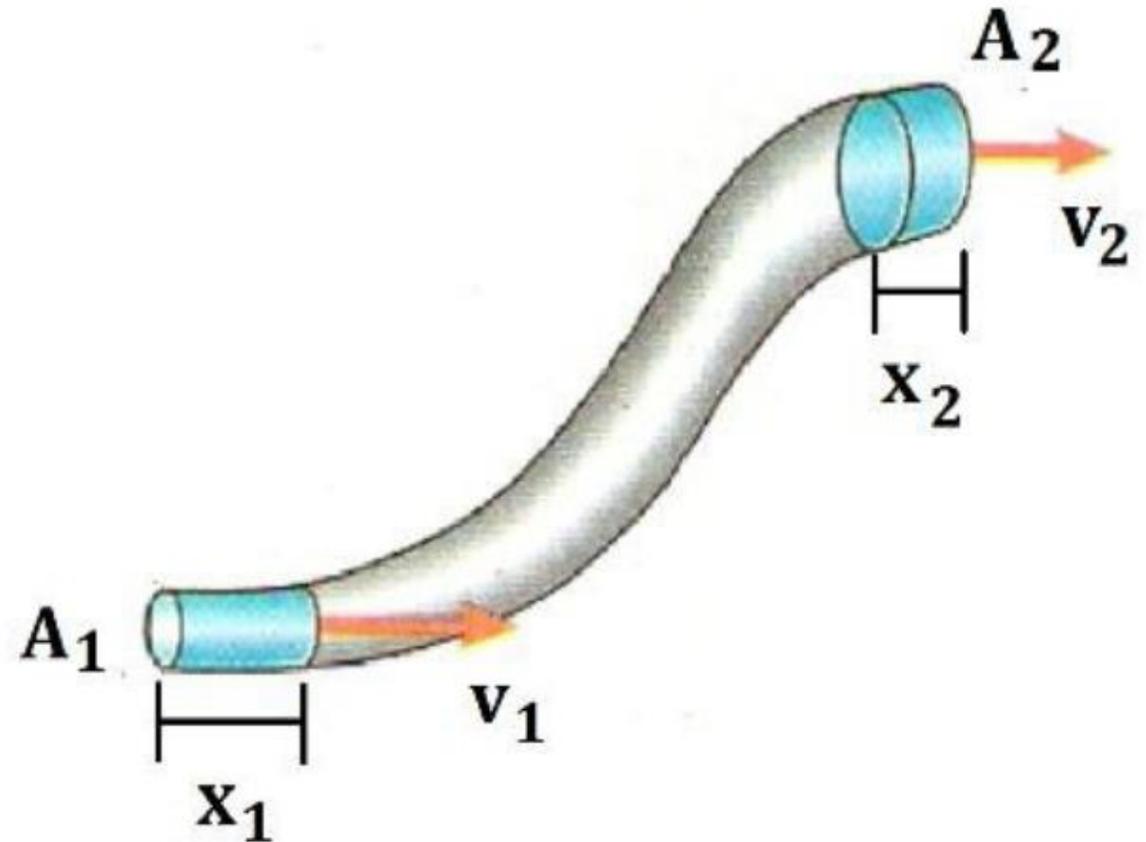
$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

$V_1 =$  Velocidad inicial  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$A_1 =$  Área inicial  $(m^2)$

$V_2 =$  Velocidad final  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$A_2 =$  Área final  $(m^2)$



# Viscosidad

Los líquidos a diferencia de los sólidos tienen la capacidad de poder fluir, es decir, si se pone en movimiento a un líquido, éste al moverse trata de permanecer todo junto, y es precisamente atribuida su virtud de ser viscosos. La Viscosidad es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras, es decir, es la oposición de un fluido a deformarse y esta oposición es debida a las fuerzas de adherencia que tienen unas moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido.

$$\eta = \frac{F \cdot d}{S \cdot v}$$



Donde:

$\eta$  = Viscosidad ( $P_a \cdot s$ )

$F$  = Fuerza (N)

$d$  = Distancia entre placas (m)

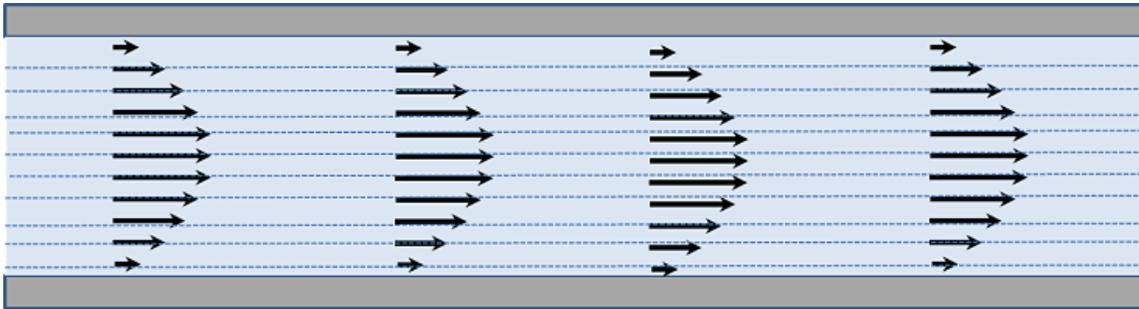
$S$  = Superficie de placa ( $m^2$ )

$v$  = Velocidad ( $\frac{m}{s}$ )

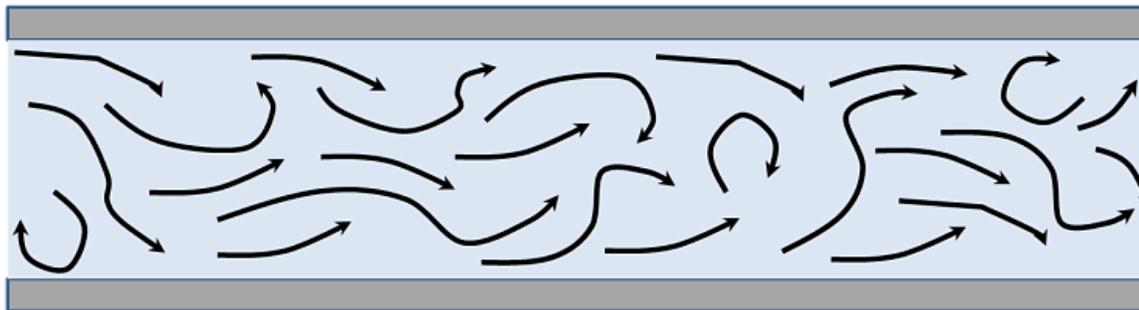
# Régimen laminar o turbulento

**Laminar:** Se llama flujos laminar, al movimiento de un fluido cuando éste es ordenado, estratificado y suave. En un flujo laminar el fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse y cada partícula de fluido sigue una trayectoria llamada línea de corriente.

**Turbulento:** En el régimen turbulento las partículas presentan un movimiento caótico sin que existan unas líneas de corriente ni trayectorias definidas.



**Laminar**



**Turbulento**

# Número de Reynolds

Es un número adimensional que relaciona las variables de densidad del flujo, viscosidad, velocidad y diámetro del tubo.

El número de Reynolds nos sirve para determinar la naturaleza del flujo, si es muy grande será turbulento o si es pequeño será laminar.

Turbulento quiere decir que las líneas de flujo están todas desordenadas y laminar que las mismas siguen un orden específico.

Si el número de Reynolds supera el valor de 3000 el flujo será turbulento, y si no supera los 2000 será laminar.

$$N_R = \frac{\delta \cdot V \cdot D}{\eta}$$

Donde:

$N_R$  = Número de reynolds (Adimensional)

$\delta$  = Densidad ( $\frac{kg}{m^3}$ )

$V$  = Velocidad ( $\frac{m}{s}$ )

$D$  = Diámetro (m)

$\eta$  = Viscosidad ( $P_A \cdot s$ )

$$0 < N_R < 2000$$

FLUJO LAMINAR

$$2000 < N_R < 3000$$

FLUJO DE TRANSICIÓN

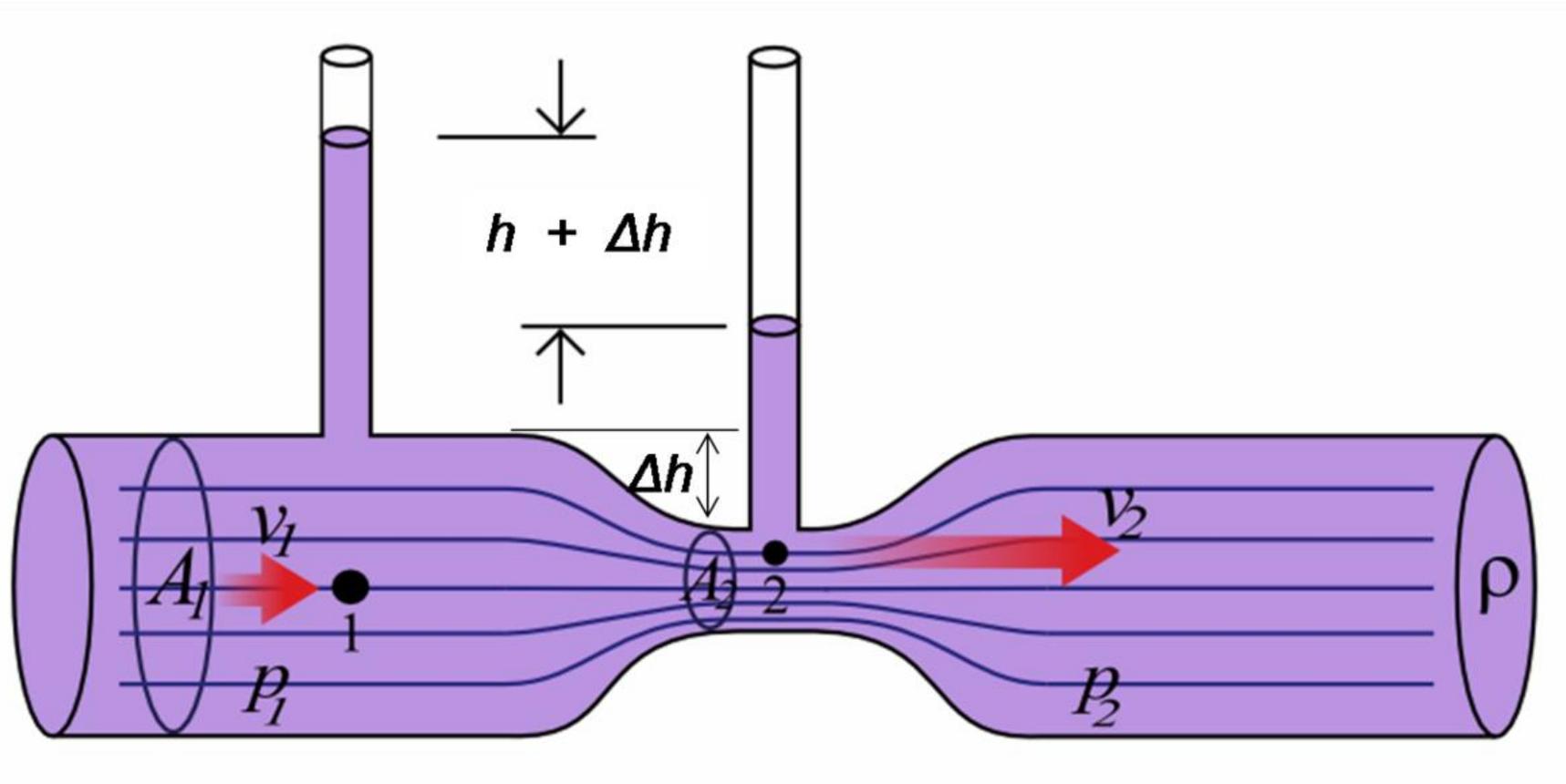
$$3000 < N_R$$

FLUJO TURBULENTO

# Efecto Venturi

<https://www.youtube.com/watch?v=OKzimK0HaAk>

El efecto Venturi se explica por el principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta tras atravesar esta sección. Por el teorema de la conservación de la energía mecánica, si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente.



### Ejercicio N° 1:

Determinar en cuál de los siguientes casos se provoca mayor presión:

- a) Una fuerza de 150 N sobre una superficie de 4 cm<sup>2</sup>.
- b) Una fuerza de 1750 N sobre una superficie de 60 cm<sup>2</sup>.

### Ejercicio N° 2:

Un tanque cilíndrico de 1,5 m de radio y 7,5 m de alto, pesa 5500 N. Se lo llena hasta 2/3 partes con aceite (densidad 0,92 g/cm<sup>3</sup>), determinar:

- a) La presión que ejerce el aceite en el fondo del tanque.

### Ejercicio N° 3:

En un recipiente cilíndrico de 20 cm de radio y 35 cm de alto se vierte mercurio hasta  $\frac{3}{4}$  parte. El resto se llena con agua ( $\delta \text{ Hg} = 13,56 \text{ g/cm}^3$ ), determinar:

- a) La presión sobre el fondo.
- b) La presión del agua sobre el mercurio.
- c) La presión a los 3 cm de profundidad.
- d) La presión a los 32 cm de profundidad.

#### Ejercicio N° 4:

En un tubo en "U" de sección uniforme hay cierta cantidad de mercurio. Se agrega, en una de las ramas, agua hasta que el mercurio asciende en la otra 2,3 cm. ¿Cuál es la longitud del agua en la otra rama?

#### Ejercicio N° 5:

¿Cuál es el caudal de una corriente que sale por una canilla de 0,5 cm de radio si la velocidad de salida es de 30 m/s?

#### Ejercicio N° 6:

Una corriente estacionaria circula por una tubería que sufre un ensanchamiento. Si las secciones son de 1,4 cm<sup>2</sup> y 4,2 cm<sup>2</sup> respectivamente, ¿Cuál es la velocidad de la segunda sección si en la primera es de 6 m/s?

### Ejercicio N° 7:

Una prensa hidráulica tiene dos pistones, uno pequeño y otro grande. El diámetro del pistón pequeño es de 5 cm, y el del mayor 20 cm. La fuerza ejercida por el pistón pequeño es de 500 N, mientras recorre 10 cm.

- a) Hallar la fuerza que ejerce el pistón mayor.
- b) La distancia que recorre el pistón mayor.