



**TM**

Escuela de  
Tecnología Médica



**FCM**

Facultad de  
Ciencias Médicas



# FÍSICA GENERAL

ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Docente: T.L. Yanina Altamirano

Año 2023

## **Introducción**

Los seres vivos son sistemas complejos que se ajustan a las leyes de la Física.

En esta asignatura se abordaran los conceptos y las leyes que explican el comportamiento de los sistemas biológicos como así también, acercarnos a entender el funcionamiento de las herramientas que contamos en un laboratorio.

Objetivos generales:

- Descubrir la importancia de la Física en la comprensión de los fenómenos biológicos.
- Analizar a los seres vivos y el funcionamiento de los sistemas que obedecen a las leyes de la Física.
- Valorar habilidades para el manejo de equipos e instrumental de laboratorio.

Contenidos generales:

- Transformaciones Físicas y Químicas.
- Mecánica: Cinemática y Dinámica.
- Trabajo y Energía.
- Gases.
- Hidrostática e Hidrodinámica.
- Termodinámica.

La Física se considera una ciencia dedicada a estudiar todos los fenómenos que se producen en la naturaleza.

### **Ramas de la Física**

El estudio de la física se desarrolló subdividiéndolo en diversas ramas. Así surgieron:

1) la mecánica: rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos. De manera que cuando estudiamos el movimiento de caída de un cuerpo, el movimiento de los planetas, el choque de dos autos,...., estamos frente a fenómenos mecánicos.

2) la termología: estudia los fenómenos térmicos. Por lo tanto, la variación de la temperatura de un cuerpo, la fusión del hielo, la dilatación de un cuerpo,....

3) la acústica: se estudian las propiedades de las ondas que se propagan en un medio. Aquí se estudia por ejemplo al sonido que no es más que un fenómeno ondulatorio sonoro.

4) la óptica: es la parte de la física que estudia los fenómenos visibles relacionados con la luz. La formación de imágenes en un espejo, el estudio de las lentes, la descomposición de la luz.

5) la electricidad: aquí se incluyen los fenómenos eléctricos y magnéticos. Se estudian fenómenos como las atracciones y repulsiones entre cuerpo electrizado, el funcionamiento de electrodomésticos, propiedades del imán, etc.

6) la física moderna. Esta parte abarca el desarrollo que la física alcanzó durante el S. XX, incluyendo el estudio de la estructura del átomo, la radioactividad, la teoría de la relatividad de Einstein, etc.

## **Transformaciones físicas**

Un cambio físico modifica algunas propiedades de la sustancia pero no, hay motivos para suponer que se ha formado una nueva. Por el contrario, en los cambios químicos, conocidos como reacciones, tiene lugar una modificación profunda de todas las propiedades del cuerpo, lo que obliga a suponer que se ha formado una nueva sustancia.

Si se electriza un pedazo de cobre, se imanta un trozo de hierro, se calienta una cierta masa de azufre o se comprime un volumen determinado de cloro, las propiedades físicas de estas sustancias varían tan sólo en lo que respecta a la modificación producida y en una extensión que depende de ella, pero las propiedades químicas de estas sustancias permanecen inalteradas; ha tenido lugar en cada caso un fenómeno físico. Si se llega a fundir el pedazo de azufre o si el cloro se licua, las propiedades físicas cambian totalmente pero el comportamiento químico del azufre fundido o el del cloro líquido es el mismo que el del azufre sólido o el del cloro gaseoso, por lo que el proceso de fusión o el de licuación es también un cambio físico que afecta únicamente al estado de agregación de la sustancia correspondiente. En cambio, si se calienta óxido mercúrico, polvo rojo, en un tubo de ensayo, se desprende oxígeno y en la parte superior del tubo se condensa mercurio en forma de minúsculas gotas; ha tenido lugar un cambio químico.

## **Estados de la materia**

### *Estado sólido*

En esta fase, los átomos de la sustancia se encuentran muy cerca unos de otros, y unidos por fuerzas eléctricas intensas. Debido a la fuerte unión entre sus átomos los sólidos poseen algunas características como el tener forma propia y de ofrecer cierta resistencia a las deformaciones.

En la naturaleza casi todos los sólidos se presentan en forma de cristales.

### *Estado líquido*

Los átomos de una sustancia líquida están más alejados uno de otros en comparación con los sólidos y por ello, las fuerzas de unión son más débiles. El movimiento de sus átomos se realiza con mayor libertad y es por eso que pueden fluir con facilidad, no ofrecen resistencia y toman la forma del recipiente que los contiene.

### Estado gaseoso

En este estado la separación de sus átomos es mucho mayor que la de los sólidos y líquidos, siendo prácticamente nula la fuerza de cohesión entre sus partículas. Por ese motivo se mueven libremente en todas direcciones, no presentan forma definida y ocupan siempre el volumen total del recipiente que los contiene.

GASEOSO	LÍQUIDO	SÓLIDO
Moléculas con gran movilidad y libertad de movimiento	Moléculas con moderado movimiento	Moléculas en posiciones fijas.
Distancias intramoleculares grandes	Distancias intramoleculares medianas	Distancias intramoleculares chicas
Fuerzas intermoleculares despreciables	Fuerzas intermoleculares medianas	Fuerzas intermoleculares muy intensas
No tienen ni volumen, ni forma propia	Tienen volumen propio, pero no forma	Tienen volumen y forma propios
Son muy compresibles	Son incompresibles	Son incompresibles
No transmiten ni fuerzas ni presiones	Transmiten presiones	Transmiten fuerzas
Tienen baja densidad < 1gr./cm <sup>3</sup>	Densidad mediana ~ 1gr./cm <sup>3</sup>	Densidad mediana y alta >1gr./cm <sup>3</sup>
Tienen poca capacidad térmica	Capacidad térmica mediana	Gran capacidad térmica
Baja conductividad de calor y sonido	Buena conductividad de calor y sonido	Alta conductividad de calor y sonido

### Cambios de fase



## Mecánica

### Cinemática

Cuando estudiamos esta disciplina tratamos de describir los movimientos sin preocuparnos de las causas que provocan esos movimientos.

#### *Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)*

Cuando un cuerpo se desplaza con una *velocidad constante* a lo largo de una trayectoria rectilínea, decimos que su movimiento es rectilíneo uniforme.

Supongamos el recorrido de un automóvil que se desplaza a una velocidad de 60 km/h, significa que:

1h recorre 60km

2h recorre 120 km

3h recorre 180 km

Entonces podemos deducir que la distancia recorrida está dada por la velocidad por el tiempo transcurrido

$$d = v \cdot t$$

Si despejamos la velocidad queda definida matemáticamente como:

$$v = \frac{d}{t}$$

Entonces decimos que la velocidad instantánea de una partícula  $v$ , corresponde a la rapidez con la que dicha partícula cambia su posición en el tiempo.

Se puede también calcular la velocidad media que es la velocidad promedio entre dos instantes de tiempo. Entonces hablamos de:

$$v_{\text{media}} = \frac{v_f - v_i}{t}$$

Solo en el MRU podemos decir que la velocidad media es igual a la velocidad instantánea, por lo tanto para calcular la velocidad basta simplemente con dividir el espacio recorrido por el tiempo empleado.

El hecho de que en este movimiento la velocidad permanezca constante, nos permite afirmar que el cuerpo recorre espacios iguales en tiempos iguales, es decir el espacio recorrido se relaciona en forma directamente proporcional con el tiempo.

### *Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)*

En este movimiento la característica más sobresaliente es que sobre el cuerpo, actúa una Fuerza resultante o neta, constante y distinta de cero, lo que da origen a una aceleración.

### *Aceleración*

La aceleración es una magnitud física vectorial, que nos indica como varía la velocidad en el tiempo. Se supone que la aceleración es constante.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Si varía cualquier elemento del vector velocidad: modulo, dirección o sentido HAY ACCELERACIÓN

## **Dinámica**

La dinámica es la rama de la física que estudia las causas que provocan los cambios de estado físico o estado de movimiento.

## **Fuerza**

La fuerza es una magnitud vectorial, que puede definirse como toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de producir deformaciones de los mismos.

Es decir, una fuerza modifica la velocidad de un cuerpo. Puesto que es un vector tiene modulo, dirección, sentido y punto de aplicación. Así entonces las fuerzas se suman, restan, se multiplican y dividen.

$$F= m \cdot a$$

## **Peso**

Se llama peso a la fuerza con que un planeta atrae a un cuerpo. Esta fuerza no es una constante del cuerpo como si lo es la masa, sino que depende del planeta a que hacemos referencia. Está dado por...

$$P=m \cdot g$$

Donde  $m$  es la masa del cuerpo y es una magnitud escalar que se mantiene constante.

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad del lugar en donde se está calculando.

Así, el peso del cuerpo es distinto en la Tierra, en la Luna y en Marte, debido a que la aceleración de la gravedad toma distintos valores en esos lugares.

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

$$g \text{ Luna} = 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$g \text{ Marte} = 3,63 \text{ m/s}^2$$

## **Leyes de Newton**

Hace aproximadamente tres siglos, el famoso físico y matemático inglés Isaac Newton (1642-1727) con base en sus observaciones y las de otros científicos, formuló tres principios que son fundamentales para contestar preguntas y problemas relacionados con los movimientos.



Si bien la Física se estructura con un conjunto de capítulos y la mecánica es uno de ellos y es aquí donde desarrollamos las leyes de Newton no quiere decir que no encontremos aplicaciones de estas en otros contenidos como en hidrostática, hidrodinámica, electricidad, etc.

Esto resume la importancia de estos conceptos que es uno de los pilares de esta disciplina.



Primera ley de Inercia

Newton o Principio de

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, o bien la suma de todas las fuerzas que actúan vale cero, entonces el cuerpo está en reposo, o se mueve en línea recta y con velocidad constante.

*Inercia:* Es la tendencia de un cuerpo a permanecer en el estado de reposo o de movimiento en que se encuentra. Así cuanto mayor es la inercia de un cuerpo, tanto más resistencia opone el mismo a cambiar su estado. La masa que tiene un cuerpo es una medida de la inercia del mismo. A mayor masa, mayor inercia.

Segunda ley de Newton o Principio de masa

Todo cuerpo sobre el que actúa un sistema de fuerza cuya resultante es distinta de cero, experimenta una aceleración directamente proporcional a su fuerza resultante e inversamente proporcional a su masa.

$$F = m \cdot a$$

Tercera ley de Newton o Principio de acción y reacción

Si un cuerpo A le aplica a otro cuerpo B una fuerza F, entonces este cuerpo B le aplica al cuerpo A una fuerza igual en modulo y dirección pero de sentido contrario.

Los principios de conservación son postulados rectores en el campo de la física, siempre que una magnitud se conserva, nos ofrece un camino elegante para tratar los fenómenos que se relacionan con ella.

Trabajo, energía y potencia son palabras que en la vida cotidiana tienen una gran variedad de significados. Sin embargo para el científico estos términos tienen definiciones específicas.

## Trabajo

Una fuerza realiza trabajo, cuando actúa sobre un objeto al que desplaza una cierta distancia. Se define como el producto de la fuerza por la distancia. El trabajo es una magnitud escalar.

$$W = F \cdot d$$

Si se traslada con velocidad constante, entonces...

$$W = F \cdot v \cdot t$$

## Potencia

Es una magnitud escalar que expresa la velocidad con que una fuerza hace trabajo. Se define como el cociente entre el trabajo y el tiempo empleado en realizarlo.

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

$$\text{Pot} = F \cdot v$$

## Energía

La energía es la capacidad que posee un cuerpo, o sistema de cuerpos, para producir trabajo. Se considera que un cuerpo, o sistemas de cuerpo poseen mayor energía, cuanto mayor es el trabajo que puede producir.

Trabajo y energía en la física son sinónimos, por lo tanto ambas cantidades físicas se expresan en el S.I. en Joule (J).

Numerosos y variados fenómenos son capaces de producir trabajo; y de acuerdo a su naturaleza la energía puesta por ellos en acción, se distingue con los siguientes nombres:

Energía mecánica

Energía química

Energía calórica

Energía eléctrica

Energía radiante

Energía intra-atómica

Energía biológica

### ***Energía cinética***

Cualquier cuerpo en movimiento tiene capacidad de realizar trabajo, por lo tanto, un cuerpo móvil posee energía y esta se llama Energía cinética ( $E_c$ ). Esta dada por la expresión:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

***EL TRABAJO TOTAL REALIZADO SOBRE UN CUERPO POR TODAS LAS FUERZAS QUE ACTÚAN EN ÉL, ES IGUAL AL CAMBIO DE ENERGÍA CINÉTICA DEL OBJETO.***

Si un cuerpo en movimiento pasa por un punto A con energía cinética  $E_{cA}$ , y llega a un punto B con energía cinética  $E_{cB}$ , la variación de la energía cinética que este cuerpo experimenta, será igual al trabajo total,  $W_{AB}$ , realizado sobre él.

$$W = E_{cB} - E_{cA}$$

$$W = \Delta E_c$$

*Si se realiza trabajo sobre un objeto, su energía cinética aumenta. Inversamente, si un objeto sobre un agente externo, su energía cinética disminuye.*

### ***Energía potencial***

La energía potencial es la energía relacionada con la posición que al menos en principio puede convertirse en energía cinética o puede utilizarse para realizar trabajo.

Esta expresada por:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Concluimos entonces, que un cuerpo, puede tener dos tipos de energía: una energía debida a su movimiento ( $E_c$ ) y otra debida a su posición ( $E_p$ )

La suma de ambas nos permite definir la ***Energía Mecánica total***.

$$EMT = E_c + E_p$$

$$EMT = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$$

### **Principio de conservación de la energía**

Hallamos que bajo ciertas condiciones la energía mecánica de un sistema es constante y se dice entonces que se conserva. Ello proporciona una herramienta muy importante para la comprensión y resolución de ciertos problemas mecánicos. Sin embargo, sabemos en la actualidad que hay una ley de conservación mucho más amplia es válida en la naturaleza. Si calculamos la energía total-mecánica, eléctrica, térmica y otras- esta energía total es constante. Lo que se observa en la naturaleza es un intercambio de energía de un tipo a otro, manteniéndose constante su suma. Esta ley se llegó a comprender en su totalidad cuando Einstein demostró que masa y energía son dos formas de la misma magnitud. Así se vio que no sólo la energía puede pasar de una forma a otra, sino que también puede convertirse en masa o viceversa.

***La energía se puede transformar de una clase a otra, pero no puede ser creada ni destruida. De manera que la energía total es constante***



		<b>Unidades</b>
<i>Velocidad</i>	$v=d/t$	<i>m/s</i>
<i>Velocidad media</i>	$v \text{ media} =d/t$	<i>m/s</i>
<i>Distancia</i>	$d=v.t$	<i>m</i>
<i>Tiempo</i>	$t=d/v$	<i>s</i>
<i>Fuerza</i>	$F=m.a$	<i>N</i> $1N=10^5 \text{ Dina}$
<i>Peso</i>	$p=m.g$	<i>N</i>
<i>Masa</i>	$m=F/a$	<i>Kg</i>
<i>Aceleración</i>	$a=F/m$ $a=(v \text{ final}-v \text{ inicial})/t$ $a=2.(d-v \text{ inicial}.t)/t^2$	$m/s^2$
<i>Velocidad final</i>	$v \text{ final} = v \text{ inicial} + a.t$	<i>m/s</i>
<i>Variación de la velocidad</i>	$\Delta v= a.t$	<i>m/s</i>
<i>Velocidad media</i>	$v \text{ media} =d/t$ $v \text{ media}=(v \text{ inicial}+v \text{ final})/2$	<i>m/s</i>
<i>Distancia</i>	$d= v \text{ inicial}.t + \frac{1}{2} a.t^2$	<i>m</i>
<i>Tiempo transcurrido</i>	$\Delta t= \Delta v/a$	<i>s</i>
<i>Trabajo</i>	$W= F.d$ $W=F.v.t$	<i>J</i> $1 J = 10^7 \text{ Ergios}$
<i>Potencia</i>	$Pot= W/t$ $Pot= F.v$	<i>Watt</i>
<i>Energía Cinética</i>	$Ec= \frac{1}{2}m.v^2$	<i>J</i>
<i>Energía potencial</i>	$Ep=m.g.h$	<i>J</i>
<i>Energía mecánica total</i>	$EMT= Ec+Ep$ $EMT= \frac{1}{2}.m.v^2+m.g.h$	<i>J</i>

## Gases

En 1648, el químico Jan Baptista van Helmont, considerado el padre de la química neumática, creó el vocablo gas (durante un tiempo se usó también "estado aeriforme"), a partir del término griego *kaos* (desorden) para definir las características del anhídrido carbónico. Esta denominación se extendió luego a todos los *cuerpos gaseosos*, también llamados *fluidos elásticos*, *fluidos compresibles* o *aires*, y se utiliza para designar uno de los estados de la materia.

Las primeras leyes de los gases fueron desarrollados desde finales del siglo XVII, cuando los científicos empezaron a darse cuenta de que en las relaciones entre la presión, el volumen y la temperatura de una muestra de gas, en un sistema cerrado, se podría obtener una fórmula que sería válida para todos los gases. Estos se comportan de forma similar en una amplia variedad de condiciones, debido a la buena aproximación que tienen las moléculas que se encuentran más separadas.

### Generalidades

Se llama gas a un estado particular de la materia, caracterizado fundamentalmente por:

- No tiene forma propia, adopta la del recipiente que lo contiene
- Se expande sin límites, dado que no tiene volumen propio
- Es altamente compresible
- Es difusible
- Tiene baja densidad, la cual a su vez es una función de la temperatura y la presión
- En estado de equilibrio transmite presiones
- Las fuerzas intermoleculares son en general despreciables

### Gases reales

Son aquellos gases con que trabajamos en la cotidianidad que bajo ciertas condiciones de presión y temperatura se licúan, pasando estos del estado gaseoso al estado líquido.

Se clasifican en:

\*licuables: son los que fácilmente pasan al estado líquido.

\*permanentes: requieren grandes presiones y muy bajas temperaturas para ser licuados.

### **Gases ideales**

Son aquellos que no cambian de estado ante variaciones de presión y temperatura, se mantienen siempre en estado gaseoso, no se licuan.

Estos gases en verdad no existen sino que son un modelo para que nos permite expresar con leyes matemáticas simples lo que sucede en la realidad.

### Temperatura

La temperatura de un gas es un parámetro intensivo, depende de la energía cinética promedio de las moléculas de un gas.

$$T = \frac{2}{3} E_c / K$$

Esta temperatura se obtiene sumando 273 a la temperatura centígrada. Siendo la unidad de medida el grado Kelvin.

$$T = ^\circ C + 273$$

### Volumen

El volumen de un gas es el espacio que este ocupa. El gas tiene una forma variable y ocupa todas las paredes del recipiente.

### *Presión*

La presión de un gas es el número de choques de las partículas de un gas sobre las paredes de un recipiente. Cuantos más choques más presión.

### **Condiciones normales**

Un gas se encuentra en condiciones normales cuando su temperatura es de 0°C, y la presión es de 1 atm.

Bajo estas condiciones 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22,4 litros



## Leyes fundamentales

Ley de Boyle y Mariotte

Primera Ley de Gay-Lussac

Segunda Ley de Gay-Lussac

Ecuación general de los gases

Ley de Dalton

Ley de Graham

Ley de Henry

### ***Ley de Boyle y Mariotte***

Esta ley es válida para gases ideales mantenidos a temperatura constante, establece que si la temperatura se mantiene constante, entonces se mantiene constante el producto de la presión por el volumen

$$V \cdot P = \text{cte}$$

Este proceso es llamado *ISOTÉRMICO*

Observamos, que la presión y el volumen, a temperatura constante, se relacionan de manera inversamente proporcional, si uno aumenta, el otro debe disminuir y viceversa.

$$T_1 = T_2 \text{ entonces } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

### ***Primera Ley Gay Lussac***

Esta ley rige los procesos en los cuales la presión del gas se mantiene constante.

Establece que si la presión se mantiene constante, el cociente entre el volumen y la temperatura también se mantiene constante

$$V/T = \text{cte}$$

Este proceso que recibe el nombre de *ISOBÁRICO*.

$P_1 = P_2$  entonces  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

### **Segunda Ley Gay Lussac**

Esta ley es el volumen de los gases los que se mantienen constantes. Establece que si el volumen se mantiene constante, el cociente entre la presión y la temperatura absoluta también se mantiene constante.

$P/T = \text{cte}$

*Este proceso recibe el nombre de ISOCÓRICOS*

$V_1 = V_2$  entonces  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

### **Ecuación general de los gases**

Esta ecuación comprende las leyes antes vistas y establece que para un gas ideal siempre se verifica:

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

En donde presión se expresa en atmósferas, volumen en metros cúbicos y la temperatura en grados Kelvin.

$n$  es el número de moles y  $R$  es la constante de los gases ideales que es igual a 0,082 atm. Litro/°K

**Si un gas evoluciona desde un estado a otro, a través de cualquier tipo de proceso la ecuación puede plantearse como:**

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

**Sencillamente esta Ley vale siempre**

### **Densidad de los gases**

Se define como el cociente entre la masa y el volumen correspondiente al gas.

Siendo el volumen de los gases un parámetro de los mismos muy sensible a las variaciones de presión y temperatura, produce que esta sensibilidad se extienda a la densidad.

Podemos decir entonces que en los gases la densidad depende de la presión y la temperatura:

$$\delta = \frac{M}{K \cdot T}$$

Así entonces las leyes enunciadas anteriormente, pueden reescribirse incluyendo no el volumen sino la densidad del mismo

1) Ley Boyle Mariotte

A temperatura cte:  $\delta_1 / P_1 = \delta_2 / P_2$

2) Primera ley de Gay Lussac

A presión cte:  $T_1 \cdot \delta_1 = T_2 \cdot \delta_2$

3) Segunda ley de Gay Lussac

Si el volumen se mantiene:  $\delta_1 = \delta_2$

4) En la ley general de los gases:  $P_1 / T_1 \cdot \delta_1 = P_2 / T_2 \cdot \delta_2$

**Ley de Dalton**

En una mezcla de varios gases que no reaccionan entre sí, las moléculas de cada gas solo interactúan con las moléculas semejantes, y no con las moléculas de los otros gases presentes en la mezcla.

Así esta ley establece que la presión total del gas de una mezcla es la suma de las presiones parciales de los distintos gases.

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_N$$

La presión parcial que tiene un gas dentro de una mezcla es igual al producto de la presión total por la concentración fraccional molar del gas:

$$P_{parcial} = f_{fracc} \cdot P_{total}$$

Donde se define la concentración fraccional como el cociente entre el número de moles del gas en cuestión, y el número total de la mezcla.

## **Ley de Graham**

Si se unen dos recipientes conteniendo cada uno gases distintos, y se permite que se difundan libremente, se observa que el que tiene menor densidad es el que se difunde con mayor velocidad.

Esta ley establece que las velocidades relativas de difusión de los gases son inversamente proporcionales a la raíz cuadrada de sus densidades

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\delta_2}{\delta_1}}$$

Esta ley nos indica que difunden más rápido los gases más livianos.

## **Ley de Henry**

Cuando un gas se pone en contacto con un líquido, las moléculas del gas se meten el líquido, se difunden en el interior del mismo

Es esta difusión del gas en el líquido, lo que permite, entre otras cosas, que el Oxígeno penetre en la sangre, o que penetre en el agua, y pueda ser extraído por el sistema branquial de los peces, esta difusión permite también por ejemplo elaborar bebidas carbonatadas.

La disolución de un gas en un líquido generalmente viene dada por:

D= cantidad de gas (moles)/volumen de líquido (cm<sup>3</sup>)

La ley de Henry entonces expresa que existe cierta relación entre la presión parcial del gas en contacto con la superficie libre del líquido y la disolución del gas en el mismo.

“Establece que la concentración del gas disuelto en un líquido a una temperatura determinada es directamente proporcional a la presión parcial de dicho gas en contacto con el líquido”.

LEY DE LOS GASES IDEALES		LEY GENERAL			
$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$		<b>n constante</b>			
En la ley de los gases ideales la única <b>constante</b> es <b>R</b> y es la misma para todos los gases en condiciones normales (no extremas) $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$		$\frac{P \cdot V}{T} = cte$	$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$		
		En el caso <b>general</b> varían la presión, el volumen y la temperatura de una <b>masa fija</b> de gas (es decir, el n° de moles es constante).			
$\frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2}$					
A partir de esta ley general se deducen todas las demás cuando algunas de las variables son <b>constantes (cte)</b> :					
LEY DE BOYLE-MARIOTTE		PRIMERA LEY DE GAY-LUSSAC / CHARLES		SEGUNDA LEY DE GAY-LUSSAC	
<b>T, n constantes</b>		<b>P, n constantes</b>		<b>V, n constantes</b>	
$P \cdot V = cte$	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$	$\frac{V}{T} = cte$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$\frac{P}{T} = cte$	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
A <b>temperatura constante</b> , el volumen ocupado por una determinada <b>masa fija</b> de un gas es inversamente proporcional a la presión.		Si la <b>presión</b> de un gas permanece <b>constante</b> , el volumen de una <b>masa fija</b> de gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta.		Si el <b>volumen</b> de un gas permanece <b>constante</b> , la presión de una <b>masa fija</b> de gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta.	

## FLUIDOS EN REPOSO Y EN MOVIMIENTO

### *Introducción*

En los organismos animales hay algunos sistemas líquidos estacionarios, como el líquido cefalorraquídeo en la cavidad cerebro-espinal, líquidos en el interior del ojo o en la vejiga. Al tratar estos sistemas, se utilizan los conceptos que tienen que ver con los líquidos en reposo, es decir HIDROSTÁTICA.

En el sistema circulatorio por ejemplo que incluye al corazón, arterias, venas y capilares cuya función es llevar metabolitos y O<sub>2</sub>, e intercambiar co<sub>2</sub> y productos de desechos del metabolismo a través de la sangre podemos hablar de líquidos en movimiento es decir que para la descripción física necesitamos conceptos de la HIDRODINÁMICA.

Un fluido es una sustancia que puede escurrir fácilmente y que puede cambiar de forma debido a la acción de pequeñas fuerzas. Por lo tanto, el término fluido incluye a los líquidos y gases.

### HIDROSTÁTICA

Para el estudio de la hidrostática es indispensable el conocimiento de dos cantidades: *la presión y la densidad.*

#### **Densidad**

La densidad es una propiedad intensiva de los cuerpos materiales que nos indica cual es la concentración de materia en los mismos. Es una magnitud escalar, definida como el cociente entre la masa y el volumen de un mismo cuerpo

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

Las mediciones de densidad constituyen una técnica analítica importante en una gran variedad de circunstancias.

En medicina las mediciones de densidad tienen muchas aplicaciones, como por ejemplo los análisis de líquidos del organismo tales como sangre y la orina. Dado que la densidad aumenta con la concentración de hematíes, una densidad anormalmente baja, puede indicar anemia. En ciertas patologías por ejemplo hay aumento en la excreción de sales y por ende una elevación en la densidad de la orina.

Si en lugar de la masa de un cuerpo se considera al peso, se tiene el denominado "*peso específico*":

$$PE = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}} = \frac{m \cdot g}{V} = \delta \cdot g$$

Entonces se puede concluir que la densidad de un cuerpo muestra idéntico valor en cualquier zona de la Tierra y el peso específico fluctúa conforme a la aceleración de la gravedad.

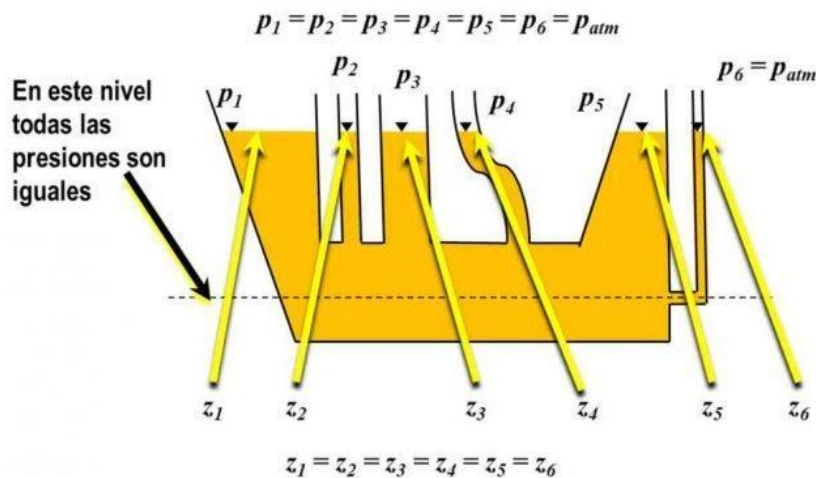
En sistema SI la densidad se mide en  $\text{kg}/\text{m}^3$

### Presión

Es una magnitud escalar, que se define como el cociente entre la fuerza y la superficie sobre la que está aplicada la misma.

$$P = F / \text{sup.}$$

La superficie libre de un líquido en reposo, es horizontal, pues todas las partículas están soportando la misma presión correspondiente a la atmosférica es decir 760mmHg. En un sistema de vasos comunicantes se puede comprobar que la superficie libre del líquido contenido en ellos se encuentra al mismo nivel. Cualquiera sea la forma y el volumen de dichos vasos.



### Presión hidrostática

Es la presión que soportan los puntos ubicados por debajo de la superficie de un líquido en reposo, debido al peso de la columna de líquido que se ubica por encima.

Así, si un punto A se ubica a una profundidad  $h$  en el seno del líquido de densidad  $d$ , el valor de la presión hidrostática está dado por:

$$P_h = \delta \cdot g \cdot h$$

$$P_h = PE \cdot h$$

Esta es la presión debida únicamente al peso del líquido. Para calcular la presión total de ese mismo punto debemos sumarle la presión que hay sobre la superficie del líquido.

Si encima del líquido hay gas entonces:

$$P \text{ total} = P_h + P \text{ gas}$$

Si el recipiente que contiene al líquido está abierto entonces la presión por encima de los líquidos es la presión atmosférica, entonces:

$$P \text{ total} = P_h + P \text{ atm}$$

### Variaciones de la presión con la altura o profundidad

Si dado un punto A en el interior de un fluido en reposo, deseamos calcular la presión en un punto B ubicado a una profundidad h respecto de A, se cumple la siguiente relación:

$$P_B = P_A + \delta_{\text{fluido}} \cdot g \cdot h \quad \text{al descender la presión aumenta.}$$

En cambio la presión A, que encuentra una altura h por encima de B, se calcula:

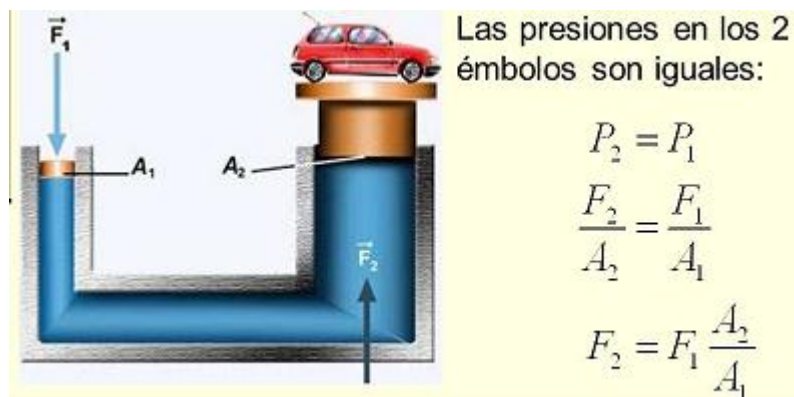
$$P_A = P_B - \delta_{\text{fluido}} \cdot g \cdot h \quad \text{al subir la presión disminuye.}$$

### **PRINCIPIO DE PASCAL**

Una presión externa que se ejerce sobre un fluido, en un recipiente cerrado, aumenta la presión en todos los puntos en una cantidad igual a la presión aplicada.

Esto se basa en que los líquidos son prácticamente incompresibles, de manera que cualquier fuerza aplicada se transmite a todas las paredes del recipiente.

Una aplicación interesante de este principio es el de la prensa hidráulica.



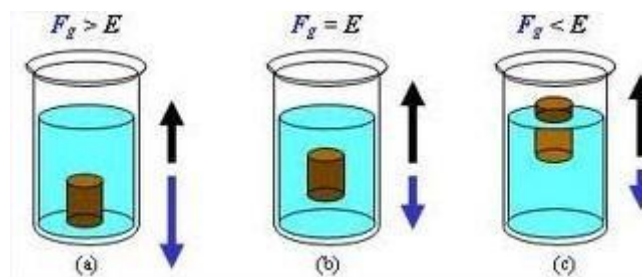


## PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Un cuerpo sumergido parcial o totalmente en un fluido experimenta una fuerza de empuje hacia arriba independiente de la forma del cuerpo e igual al peso del fluido desplazado.

$$\text{Empuje} = V \text{ sumergido} \cdot \delta_{\text{fluido}} \cdot g$$

- Si el empuje es menor que el peso de cuerpo entonces el cuerpo se hunde. Se da cuando la densidad del cuerpo es mayor que la del fluido.
- Si el empuje es igual al peso del cuerpo, entonces el cuerpo flota entre dos aguas. Se da cuando la densidad del cuerpo es igual a la del fluido.
- Si el empuje es mayor al peso del cuerpo, el cuerpo flota en la superficie libre del cuerpo. Se da cuando la densidad del cuerpo es menor que la del fluido.



## HIDRODINÁMICA

Es la parte de la Mecánica de fluidos que estudia los fluidos en movimiento.

*Fluidos newtonianos: es aquel que mantiene su viscosidad constante aún a distintas velocidades, y además fluye en forma laminar.*

*Fluidos no Newtonianos: es aquel que varía de viscosidad al variar la velocidad.*

### **Caudal**

Se define como el cociente entre el volumen del líquido transportado el tiempo transcurrido

$$Q = \text{vol} / \text{tiempo}$$

Teniendo en cuenta esta definición de caudal, y la relación entre el volumen transportado, la superficie de la sección del conducto y la velocidad del fluido, podemos expresar el caudal como:

$$Q = \text{veloc} \cdot \text{sup}$$

Si el conducto es cerrado, es decir que no tiene ramificación podemos entonces verificar que el caudal es constante:

$$Q_1 = Q_2$$

$$\text{Veloc}_1 \cdot \text{sup}_1 = \text{veloc}_2 \cdot \text{sup}_2$$

A esta expresión es lo que se llama “Ley de caudal” o “Ley de continuidad”.

### **Viscosidad**

Cuando un fluido se pone en movimiento, se producen fuerzas de fricción entre sus partículas. Así la viscosidad es una magnitud física del fluido que nos da una idea de este rozamiento entre sus partículas. Cuanto más viscoso es un fluido más grande son estas fuerzas. Por ejemplo un aceite es más viscoso que el agua. Vamos a tener en cuenta que la viscosidad es una propiedad muy dependiente de la temperatura, entonces a mayor temperatura, menor es la viscosidad.

Respecto a las unidades, la más común es Poise que es la unidad en el c.s.g

En el S.I. se mide en Pa . seg

### Líquidos ideales y reales

Se llama líquido ideal, a un líquido imaginario que no ofrece resistencia al desplazamiento. Tiene viscosidad nula.

Un líquido real ofrece resistencia, por lo cual se dice que presentan viscosidad.

### **LEY DE POISEVILLE**

Esta ley, válida para fluidos en régimen laminar, nos permite determinar el caudal de circulación de un líquido, teniendo en cuenta las características del conducto y del líquido.

$$Q = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot long}$$

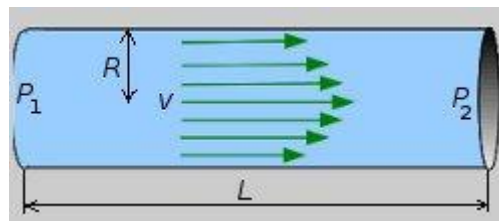
En donde:

$\Delta P$  Es la diferencia de presión entre los extremos del conducto.

r es el radio del conducto

Q es el caudal

Long es la longitud del conducto



Destaquemos que como lo ilustra el dibujo, si el líquido se mueve, es debido a que hay una diferencia de presión entre los extremos del conducto siendo mayor la P1 que la P2, por eso indica con flecha la dirección en la que el líquido se mueve. Si no hay diferencia de presión en los extremos del conducto nos indica que no hay movimiento del líquido en el conducto.

### *Caudal y resistencia hidrodinámica*

Puede definirse una resistencia hidrodinámica R de un conducto, de manera tal que el caudal que circula por él puede expresarse como:

$$Q = \Delta P / R \quad (\text{siendo } \Delta P = P_{\text{ent}} - P_{\text{sal}})$$

Donde, teniendo en cuenta la fórmula de Poiseville, la resistencia está dada por:

$$R = \frac{8 \cdot \eta \cdot \text{long}}{\pi \cdot r^4}$$

Podemos decir entonces que a mayor viscosidad, mayor longitud, menor radio lo que implica mayor Resistencia.

Cuanto menor sea la resistencia más fácil es a hacer circular un líquido por un conducto. Es importante destacar que, a partir de la definición de variación de presión tenemos que:

$$\begin{aligned} P_{\text{entrada}} &= P_{\text{salida}} + \Delta P \text{ por lo tanto } P_{\text{ent}} = P_{\text{sal}} + Q \cdot R \\ P_{\text{salida}} &= P_{\text{entrada}} - \Delta P \text{ por lo tanto } P_{\text{sal}} = P_{\text{ent}} - Q \cdot R \end{aligned}$$

En física biomédica, se trabaja con una unidad particular llamada “unidad de resistencia periférica”, la cual se define como:

$$1 \text{ URP} = \text{mmHg} / (\text{ml}/\text{seg})$$

Es decir, un conducto tendrá 1 URP si teniendo entre sus extremos una diferencia de presión de 1 mmHg permite circular un caudal de 1ml/seg.

### *Velocidad media*

En los flujos laminares, como las láminas se mueven a distintas velocidades, podemos definir una velocidad media o promedio de las mismas.

$$Q = V_{\text{media}} \cdot \pi \cdot r^2$$

$$V_{\text{media}} = \frac{\Delta P \cdot r^2}{8 \cdot \eta \cdot \text{long}}$$

### *Número de Reynolds*

La determinación de las características del flujo, se hace a partir del número de Reynolds:

$$Re = \frac{\text{dens} \cdot v \cdot \text{diametro}}{\eta}$$

Si  $Re < 2000$  el flujo es laminar

Si  $Re > 3000$  el flujo es turbulento

Si  $2000 < Re < 3000$  entonces estamos en una zona inestable

A partir de la formula anterior podemos deducir otra expresión matemática:

$$Re = \frac{2 \cdot dens \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot r}$$

### Presión cinemática y presión hidrodinámica

Si por un conducto circula un líquido, aparte de la presión hidrostática debida a la altura del líquido, tenemos la presión cinemática debida al movimiento del mismo. Está dada por:

$$P \text{ cinemática} = \frac{1}{2} \cdot dens \cdot v^2$$

La suma de la presión cinemática más la presión hidrostática define a la presión hidrodinámica.

$$P \text{ hidrodinámica} = P \text{ cinemática} + P \text{ hidrostática}.$$

Por ejemplo, debajo de la superficie de un lago, en el que el agua está quieta, la presión que soportamos es la hidrostática; en cambio en la superficie de un río la

presión es la suma de la hidrostática más la cinemática. En ambos casos se está soportando además la presión atmosférica.

En el cuerpo humano, estando acostados (posición supina) la presión toma distintos valores, ya no debido a la presión hidrostática, sino al bombeo del corazón. Así, por ejemplo:

- ✓ Es máxima en la aorta y grandes arterias -----100 mmHg
- ✓ ...disminuye en las arteriolas -----55 mmHg
- ✓ ...disminuye en los capilares -----30 mmHg
- ✓ ...disminuye en los capilares venosos -----10 mmHg
- ✓ ...finalmente llega a un mínimo en la aurícula ----- 0 mmHg

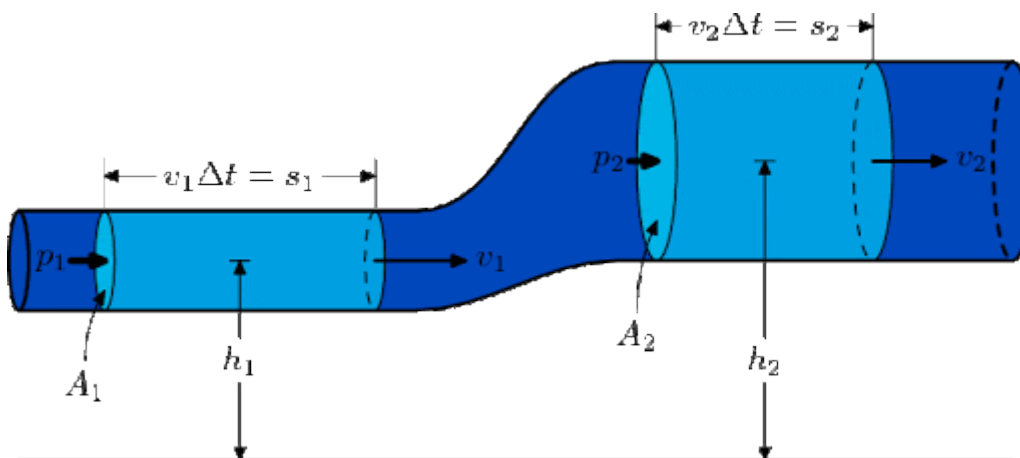
### **TEOREMA DE BERNOULLI**

La ecuación de Bernoulli, es en cierta forma, el principio de conservación de la energía mecánica aplicado a fluidos. En “donde la velocidad del fluido es alta, la presión lateral es baja y donde la velocidad es baja, la presión lateral es alta”. Esta expresa que en dos puntos cualquiera de la trayectoria de un fluido que circula por un conducto cerrado, la suma de la presión estática, de la densidad de la

energía potencial, y de la densidad de energía cinética, da el mismo valor, es decir es una constante, y por lo tanto si lo caracterizamos con 1 y 2 a esos puntos, se verifica

$$P + \text{dens} \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \text{dens} \cdot v^2 = \text{cte}$$

$$P_1 + \text{dens} \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \text{dens} \cdot v_1^2 = P_2 + \text{dens} \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \text{dens} \cdot v_2^2$$



Una consecuencia de este principio es que, si la velocidad del flujo aumenta por una constricción del vaso, la mayor parte de la energía total se halla bajo la forma de energía cinética, de esta forma la presión lateral que tiende a dilatar el vaso sanguíneo está disminuida a nivel de la constricción, pero la presión cinemática se ve aumentada en virtud de la velocidad. (Hipertensión arterial)

### Tensión Superficial

Dada una fuerza  $F$  que tracciona sobre una longitud  $L$ , perpendicular a la misma, se puede definir la tensión generada por la misma como:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{Longitud}$$

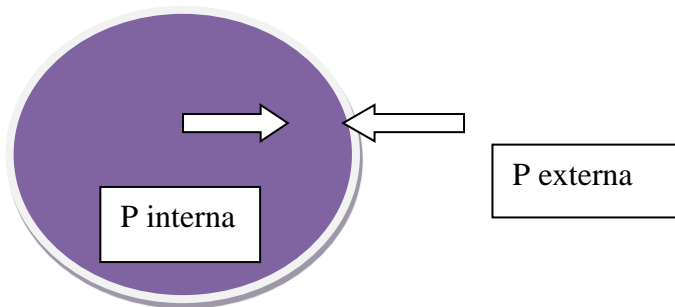
Si disponemos de un vaso que contenga agua, podremos observar que la superficie de contacto del agua con el aire y/o el vidrio, no es plana, sino que presenta cierta curvatura. Esta curvatura que tiene la superficie tiene su origen en las fuerzas de cohesión entre las

moléculas del líquido, las cuales tienden a reunirse entre sí, dando lugar a este fenómeno de tensión superficial.

Así cualquier molécula de la superficie de contacto de un líquido con otro medio, está sometida a una fuerza de tracción que, si la expresamos en términos de la densidad lineal de fuerza, es decir dividiendo la fuerza por longitud, recibe el nombre de tensión superficial.

Si tenemos una esfera de líquido, la TS es la encargada de mantener al líquido unido formando precisamente una esfera.

En estas condiciones la presión dentro de la esfera es superior a la que hay en el exterior, y podemos definir así lo que se ad en llamar la presión parietal a:



$$P \text{ parietal} = P \text{ interior} - P \text{ exterior}$$

Así la ley de Laplace establece cual es la relación entre la presión parietal y la tensión superficial:

Esfera  $\longrightarrow$   $P \text{ parietal} = 2 \cdot T \text{ superficial} / \text{radio}$

$$T \text{ superficial} = \text{radio} \cdot P \text{ parietal} / 2$$

Este concepto de la TS se aplica también al caso de las paredes elásticas de los vasos sanguíneos, en cuyo caso, por tratarse de geometrías cilíndricas, aplicamos la siguiente formula:

Cilindro  $\longrightarrow$   $P \text{ parietal} = \text{Tensión superficial} / \text{radio}$

$$T \text{ superficial} = \text{radio} \cdot P \text{ parietal}$$

En el S.I. la unidad es Newton/ metro

*Cuadro de pasaje de unidades*

<b>Magnitud</b>	<b>c.g.s.</b>	<b>SI</b>
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup> 1 Kg/m <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico	Dina/cm <sup>3</sup>	Newton / m <sup>3</sup> 1N/m <sup>3</sup> = 10 <sup>-1</sup> dina/cm <sup>3</sup>
Presión	Baria = dina/cm <sup>2</sup>	Pascal = N/m <sup>2</sup> 1Pa = 10 Ba 1 atm= 101325 Pa 1 mmHg= 133,32 Pa
Volumen	cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> 1m <sup>3</sup> = 10 <sup>6</sup> cm <sup>3</sup> 1m <sup>3</sup> = 1000 litros
Caudal	cm <sup>3</sup> / seg	m <sup>3</sup> / seg 1m <sup>3</sup> / seg= 10 <sup>6</sup> cm <sup>3</sup> / seg
Viscosidad	Poise	1N.seg/m <sup>2</sup> = 1Pa . seg 1Pa . seg = 10 poise
Resistencia hidrodinámica	Din. Seg/cm <sup>5</sup> = ba.seg/cm <sup>3</sup> 1URP=13332,5 d.s/cm <sup>5</sup>	Pa. Seg/m <sup>3</sup> = N.seg/m <sup>3</sup> 1URP=1,33x10 <sup>8</sup> Pa. s/m <sup>3</sup>
Tensión superficial	Dina/cm	Newton / m 1 N/m = 10 <sup>3</sup> dina/cm



## Termometría calorimetría termodinámica de los seres vivos.

### Temperatura

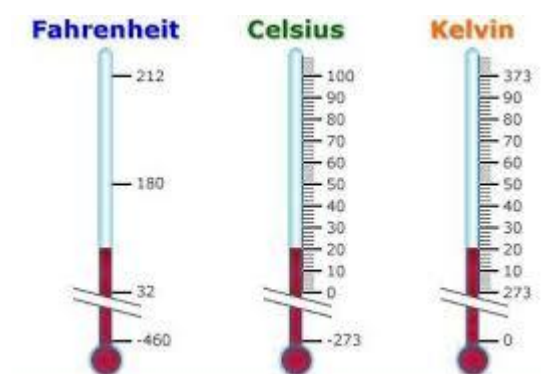
El sentido del tacto es la forma más sencilla para distinguir los cuerpos calientes de los fríos. Podemos decir que: “la temperatura es una medida cuantitativa relacionada con la sensación de caliente y frío”. Se mide con un termómetro, el que contiene una sustancia de trabajo, que cambia de manera regular cuando toma contacto con objetos calientes o fríos. Así cuando un termómetro y cualquier otro objeto se ponen en contacto entre sí, eventualmente alcanzan el equilibrio térmico.

En el sistema internacional la temperatura se mide en grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) por lo tanto debe recordarse que  $0^{\circ}\text{C}$  corresponde a  $273^{\circ}\text{K}$  aproximadamente.

### Escalas termométricas

Existen tres escalas termométricas:

- 1- Termómetro centígrado o de Celsius: presenta una escala dividida en cien partes, comprendida entre  $0^{\circ}\text{C}$ , corresponde a la temperatura de fusión del hielo, y  $100^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura de ebullición del agua. La escala puede continuarse por encima de  $100^{\circ}\text{C}$  y por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ .
- 2- Termómetro de Fahrenheit: la escala se fijó con punto de ebullición del agua en  $212^{\circ}\text{F}$  y  $32^{\circ}\text{F}$  en el punto de fusión del hielo, establecido 180 divisiones entre los dos puntos fijos. Luego el  $0^{\circ}\text{F}$  está situado a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Esta escala termométrica se utiliza en los países de habla inglesa, sobre todo para fines médicos.
- 3-Escala absoluta o de Kelvin: a medida que disminuye el movimiento de la temperatura y, como es lógico suponer, puede llegarse a un estado tal de la materia en que las moléculas estén inmovilizadas y en que no habrá ningún desprendimiento calórico. Una temperatura tal corresponderá a cero grados absolutos, que está a  $-273^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$ . La temperatura de fusión del hielo corresponde a  $273^{\circ}\text{K}$  y la ebullición del agua a  $373^{\circ}\text{K}$ .



## Termómetro

La temperatura que presentan los cuerpos se pueden poner de manifiesto no solo por las sensaciones que determina, sino también por las modificaciones de sus propiedades, como por ejemplo: volumen, color, etc. Todos estos cambios de las propiedades de los cuerpos son utilizados en la actualidad para determinar la temperatura; pero, indudablemente, los más conocidos son los termómetros líquidos, que tienen la ventaja de que volumen de sus sustancias de trabajo cambian uniformemente con la temperatura.

Termómetros de máxima y de mínima: sirven para registrar la temperatura más alta o más baja producida en un cuerpo o en un ambiente, en un lapso de tiempo determinado.

Termómetro clínico: los termómetros clínicos están destinados al registro de la temperatura más alta del cuerpo humano o de un animal, es decir se trata de un termómetro de máxima. Estos deben tener 3 propiedades fundamentales: Exactitud, rapidez, sensibilidad.

## Calor

Definición “es lo que se transmite entre un sistema y lo que lo rodea, debido únicamente a la diferencia de temperatura”.

A partir de la teoría molecular de la materia se pueden formular las siguientes hipótesis:  
1-el calor es equivalente a una forma de energía.

2-la mayor o menor temperatura de un cuerpo se debe a la mayor o menor velocidad de sus moléculas.

Ya que el calor es una forma de energía, esa cantidad se mide en Joule. También se lo puede medir en sistemas biológicos en calorías o kilocalorías.

1caloria = 4,1843 Joule

Capacidad calorífica y calor específico

Capacidad calorífica es la relación de la cantidad de energía térmica o calor suministrada a un cuerpo para que tenga el correspondiente aumento de la temperatura.

$$C = \Delta Q / \Delta T$$

Luego si, la capacidad calorífica es cuantificada por unidad de masa “m” de un cuerpo, se llama calor específico, por lo tanto:

$$C_e = C/m = \Delta Q / m \cdot \Delta T$$

El cual va a depender de la característica del material con que está compuesto el cuerpo.

**El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor que hay que entregarle a un kilogramo de sustancia para que aumente su temperatura en un grado Kelvin.**

Propagación del calor

En biología presentan especial interés los problemas relacionados con la temperatura y el metabolismo. Las propiedades del calor de los materiales biológicos tienen una gran importancia, por sus repercusiones metabólicas.

Hay tres procesos de transporte de calor:

*Conducción:* el calor se transporta a través de un medio material, sin movimiento de éste. Esta ley se cómo ley de Fourier: establece que la tasa de tiempo de transferencia de calor a través de un material es proporcional al gradiente negativo en la temperatura y al área.

*Convección:* en este caso el material presenta cierto movimiento, bien natural (debido a las diferencias de temperatura ya que el aire caliente tiende a subir debido a su menor densidad) o bien forzado (ventilación).

*Radiación:* el calor se trasmite en forma de radiación electromagnética y no se necesita ningún medio material intermedio. La ley de básica que describe la cantidad de calor cedida por un cuerpo de una determinada área a diferencia de temperaturas por unida de tiempo es la Ley de Stefan- Boltzman.

Este fenómeno de radiación es muy utilizado en medicina (termografía) y en la industria como método de exploración y diagnóstico.

Calorimetría animal. Metabolismo

Los procesos de transformación energética dentro del cuerpo se manifiestan por la producción de calor. La combustión de los alimentos a nivel de los tejidos, trae como consecuencia el desprendimiento calórico. A ese intercambio de materia y energía, se lo designa con el nombre de metabolismo. Los intercambios que significan procesos de

síntesis se denominan “anabolismo” y cuando las reacciones químicas determinan descomposición de sustancias, “catabolismo”.

Fue Lavoisier que estableció que el calor animal era producido por las combustiones de los tejidos, que consumían oxígeno y liberaban dióxido de carbono. Juntamente con Laplace, midió en cobayos la relación absorción de oxígeno y la espiración de dióxido de carbono. Usando un calorímetro de hielo por ellos ideado, demostraron la relación directa existente entre el calor desprendido por el animal y la cantidad de oxígeno absorbido.

En la actualidad, las medidas calorimétricas se realizan por dos métodos principales:

- *Calorimetría directa*: las cámaras calorimétricas de Atwater poco usadas, permiten ciertos estudios como la determinación de la cantidad de calor desprendido durante la realización de distintos trabajos, la regulación de la temperatura del cuerpo, el metabolismo intermedio, etc.
- *Calorimetría indirecta*. Determinación del metabolismo basal: Este método es muy utilizado para determinar el metabolismo basal, que es la cantidad de calor desprendido por un individuo por metro cuadrado, por hora, en ayuno, en reposo por lo menos de media hora y a una temperatura entre 18 y 25 °C.

## Termodinámica de los seres vivos

La termodinámica es el estudio de la transformación de una forma de energía y del intercambio de energía entre los sistemas.

### *Primera ley de la termodinámica*

La primera ley de la termodinámica relaciona la variación de energía interna de un sistema con el calor dado al sistema y el trabajo realizado por el sistema.

Consideremos un recipiente lleno de gas y provisto de un émbolo en uno de sus extremos. Si damos calor al sistema, pero no dejamos que el émbolo se desplace, la temperatura y, por lo tanto, la energía interna del gas aumentará. También podemos cambiar la energía interna haciendo trabajo sobre el gas. Así pues, si aislamos las paredes del recipiente y empujamos el émbolo hacia adentro, comprimimos el gas. El trabajo realizado sobre el sistema es igual al cambio de su energía interna, ya que no fluye calor hacia el gas ni desde el gas.

### *Segunda ley de la termodinámica*

Esta ley se enunció por primera vez con referencia a sistemas grandes o macroscópicos, y establece que existe una magnitud, la entropía, depende del estado del sistema y no de que proceso particular se ha seguido para llegar a dicho estado.

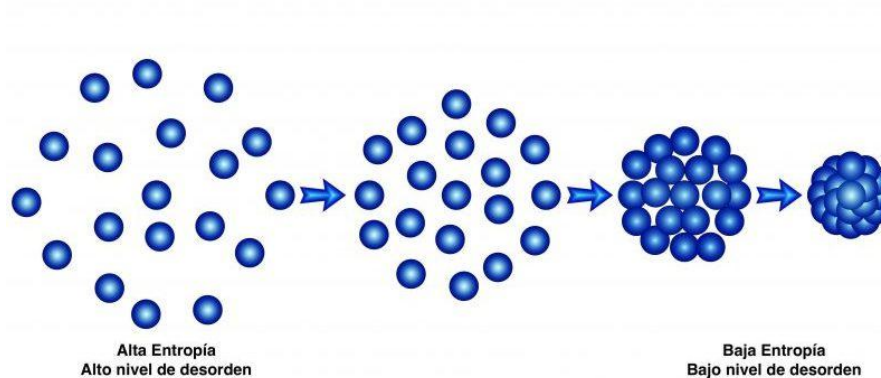
La definición de entropía conlleva el concepto de procesos reversible e irreversibles.

Podemos definir la entropía de un sistema: Si se añade a un sistema una pequeña cantidad

de calor  $\Delta Q$  a una temperatura  $T$  (Kelvin) durante un proceso reversible, el cambio de entropía del sistema definido por:

$$\Delta S = \Delta Q / T$$

El cambio total de entropía es nulo para un proceso reversible y es positivo para un proceso irreversible. Desde un punto de vista microscópico, ello es equivalente a decir que el desorden molecular del sistema más el medio es constante si el proceso es irreversible y aumenta si no lo es.



**Conclusión:** la primera ley de la termodinámica resulta útil para comprender el flujo de energía durante un proceso dado. Nos permite calcular cuánto calor se desprenderá o se absorberá. Sin embargo, la segunda ley nos permite predecir, para condiciones dadas de presión y de temperatura, cuál será el estado de equilibrio del sistema.

### *Metabolismo Humano*

Todos los seres vivos necesitan energía para mantener los procesos vitales. La primera ley de la termodinámica, proporciona un esquema conveniente para catalogar los factores que intervienen en el complejo tema del metabolismo humano. Supongamos que en un tiempo una persona realiza un trabajo mecánico. Este puede utilizarse directamente en hacer ciclismo, empujar un coche o trasladar cajas en una mudanza. En general, el cuerpo perderá calor, por lo cual  $\Delta Q$  será negativo. Su valor puede medirse hallando cuánto calor se ha de extraer de la habitación en la que se halla la persona para que la temperatura del aire siga siendo constante.

La tasa de cambio de la energía interna puede medirse con precisión observando la tasa de consumo de oxígeno para convertir el alimento en energía y materiales de desecho.