

BIOFÍSICA, UBA XXI 2019

Bianca S. S. Carmona

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA BIOMECAÁNICA

CONCEPTO DE MASA, TIEMPO Y ESPACIO.

La **cinemática** es una parte de la mecánica que se dedica al estudio de los cuerpos en movimiento, sin considerar las causas que lo producen o modifican. El objetivo de la **mecánica** es describir los movimientos de los cuerpos estudiados.

Cuando un cuerpo puntual, que llamamos "móvil" cambia su posición respecto a un observador, que es el punto de referencia para ese caso, podemos afirmar que ese cuerpo está en movimiento en respeto a ese observador.

El **movimiento** de un cuerpo es determinado por la *referencia* adoptada, y puede ser definido como el cambio de posición de lo mismo, respecto a un punto considerado fijo, a medida que pasa el tiempo.

Desplazamiento (ΔX) es el espacio recorrido por un cuerpo.

$$\Delta X = X_{\text{final}} - X_{\text{inicial}}$$

$$\Delta X = X_1 - X_0$$

Tiempo transcurrido (ΔT) es el tiempo que el cuerpo se estuvo moviendo.

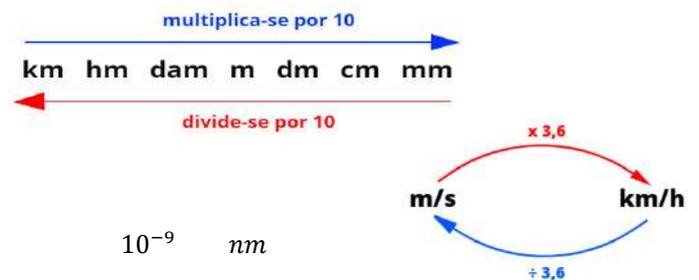
$$\Delta T = T_1 - T_0$$

SISTEMA DE UNIDADES

- I. SIU
- II. Cegesimal

MAGNITUD	SI	CGS
Longitud	Metro (m)	Centimetro (cm)
Masa	Kilogramo (kg)	Gramo (g)
Tiempo	Segundo (s)	Segundo (s)
Área o Superficie	M ²	cm ²
Volumen	M ³	cm ³
Velocidad	m/s	cm/s
Aceleración	m/s ²	cm/s ²
Fuerza	$\frac{Kg \cdot m}{s^2} = \text{Newton}(N)$	$\frac{g \cdot cm}{s^2} = \text{Dina}$
Trabajo y Energía	n-m=joule (j)	Dina-cm=ergio.
Presión	N/m ² =Pascal(Pa)	Dina/cm ² =baria
Potencia	Joules/s=watt	Ergio/s

Unidade prefixada	Correspondente em metro
1 μm - micrômetro	0,000001 m
1mm - milímetro	0,001 m
1 dm - decímetro	0,1 m
1 dam - decâmetro	10,0 m
1 hm - hectômetro	100,0 m
1 km - quilômetro	1000,0 m

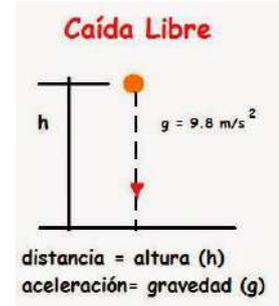


CINEMÁTICA

- I. **VELOCIDAD** es el espacio o distancia recorrida en cada unidad de tiempo.
- II. **MRU** es aquel en el cual es cuerpo describe una trayectoria rectilínea y recorre espacios iguales en tiempos iguales. La velocidad es constante y la aceleración es zero.

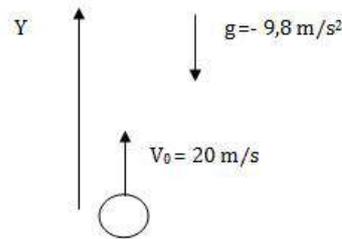
FÓRMULAS: $V = \frac{\Delta X}{\Delta T} \Rightarrow X = X_0 + V \cdot \Delta T$

Ley de la caída en el vacío: Todos los cuerpos que caen desde la misma altura, adquieren en el vacío la misma



velocidad.

Tiro vertical: movimiento contrario a la caída libre. La aceleración se torna negativa.



Ambos los casos son calculados como MRUV.

VII. FUERZA es una magnitud vectorial (tiene sentido, módulo y dirección). La segunda ley de Newton, el Principio de masa, dice que si aplicamos una fuerza a un cuerpo, va adquirir una aceleración que tiene el mismo sentido que la fuerza aplicada.

$$\Sigma F = m \cdot a$$

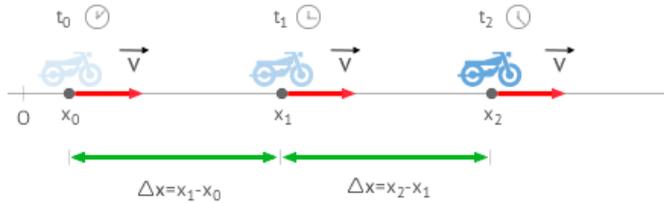
VIII. INERCIA La primera ley de Newton postula que todos los cuerpos tienden a permanecer en el estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme en que se encuentran, siempre que una fuerza externa no modifique ese estado.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow a = 0 \quad (v = \text{cte})$$

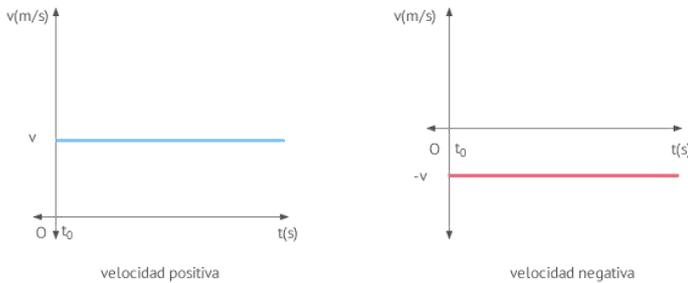
IX. ACCIÓN Y REACCIÓN es lo que postula la tercera ley de Newton. Cuando dos cuerpos interactúan, la fuerza que el primer cuerpo ejerce sobre el segundo es igual y de sentido contrario a la fuerza que el segundo ejerce sobre el primero.

• Peso de un cuerpo: $P = m \cdot g$

X. TRABAJO es el resultado de aplicar una fuerza en un cuerpo, haciendo con que ese se mueva o altere su estado de inercia. Es



Gráfica v-t en m.r.u.



III. ACELERACION

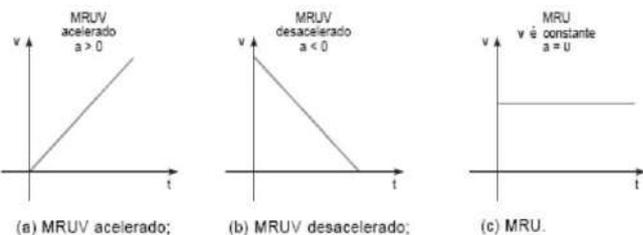
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

IV. MUV es el tipo de movimiento en el que la velocidad cambia lo mismo en cada unidad de tiempo.

La aceleración es constante y la velocidad es directamente proporcional al tiempo

FÓRMULAS MRUV

01	SIN DISTANCIA	$v_f = v_0 + a \cdot t$
02	SIN ACELERACIÓN	$d = \left(\frac{v_0 + v_f}{2}\right) \cdot t$
03	SIN VELOCIDAD FINAL	$d = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$
04	SIN TIEMPO	$v_f^2 = v_0^2 + 2ad$
05	DISTANCIA EN EL N-ÉSIMO SEGUNDO	$x = v_0 \pm \frac{a}{2}(2n - 1)$



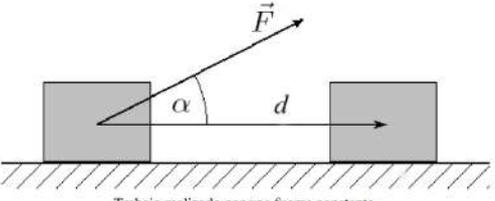
V. ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (G)
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

VI. CAIDA LIBRE Y TIRO VERTICAL

proporcional a la fuerza realizada y a la distancia recorrida.

$$W = F \cdot d$$

$$W = F \cdot \cos \alpha \cdot d$$

Trabajo (W)	
	
Trabajo realizado por una fuerza constante.	
Magnitud	Trabajo (W)
Definición	Producto de la fuerza ejercida sobre un cuerpo por su desplazamiento
Tipo	Magnitud escalar
Unidad SI	Julio (J)
Otras unidades	Kilojulio (kJ) Kilográmetro (kgm)

Unidad: Joule (J), que es el producto de Newton (N) por metro (m)

XI. POTENCIA es la relación entre el trabajo y el tiempo en que ese fue realizado.

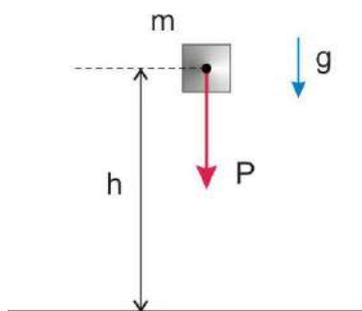
$$P = \frac{W}{t} = F \cdot V$$

Unidad: Watt, que es la razón entre Joule (J) y segundo (s)

XII. ENERGÍA Es la capacidad de trabajo que tiene un cuerpo o un sistema para ejercer fuerza y realizar trabajo sobre otro cuerpo o sistema.

ENERGÍA POTENCIAL (EP): Es la energía que tienen los cuerpos, en función de la posición que ese cuerpo ocupa.

$$E_p = P \cdot h$$



ENERGIA CINÉTICA (EC): Es la energía que posee un cuerpo o sistema, debido a su estado de movimiento.

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

UNIDAD. 2 - BASES FÍSICAS DE LA CIRCULACIÓN Y LA RESPIRACIÓN

FLUIDOS

Son los líquidos y los gases. Tienen sus propiedades específicas.

- Densidad: Relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

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

- ✓ La densidad del agua en estado líquido es de 1g/cm³

- Peso específico: es la relación entre el peso de un objeto y su volumen

$$\rho = \frac{P}{v} = \delta \cdot g$$

- ✓ El peso depende del local donde el cuerpo esté, depende de la fuerza de gravedad.

PRESIÓN (P)

Es la fuerza que actúa por unidad de área (superficie).

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

Unidades: 1 Pascal (Pa) = 1 kgf/m² = 10 Ba

$$1 \text{ Baria (Ba)} = 1 \text{ Dina/cm}^2$$

$$1 \text{ Atmosfera (atm)} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ atm} = 101.300 \text{ Pa} = 1.013.000 \text{ ba}$$

GASES

ECUACIÓN DE LOS GASES IDEALES:

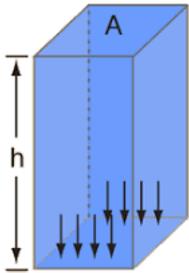
$$\frac{P_a \cdot V_a}{T_a} = \frac{P_n \cdot V_n}{T_n} = k \quad \rightarrow \quad P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

n es el numero de moles

CONSTANTE DE LOS GASES IDEALES: es el k de la ecuación de los gases ideales si se considera 1 mol de sustancia.

$$R = 0,082 \text{ atm.l/K.mol} = 8,31 \text{ J/K.mol} = 2 \text{ cal/K.mol}$$

LEY DE DALTON: Em uma mezcla de gases la presión ejercida por cada componente es independiente de los



Presión a la altura h:
 $P = \rho g h$

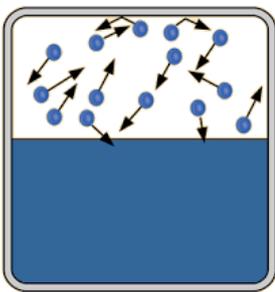
otros gases en la mezcla, y la presión total de la mezcla es igual a la suma de las presiones parciales de cada componente para dado volumen que ocupan.

$$P_{total} = \sum P_{parciales}$$

$$\checkmark P(A) = P_{total} \cdot X(a)$$

$$\checkmark X(A) = \frac{\text{moles de gas A}}{\text{moles totales}}$$

PRESIÓN DE VAPOR: Propiedad de los solventes líquidos, es la presión ejercida sobre la interfase líquido-vapor por las moléculas de vapor que están en el espacio superior del recipiente. Cambia con la temperatura: más caliente = más vapor = más presión.



GRADO DE HUMEDAD

I. HUMEDAD ABSOLUTA (HA)

$$H.A = \frac{m(\text{vapor})}{v(\text{ar})}$$

II. HUMEDAD RELATIVA (HR) es el porcentaje de vapor que está en el aire en relación con la máxima cantidad de vapor que podría contener

$$HR = \frac{m(\text{vapor}) \cdot 100}{m(\text{vapor máx})} = \frac{Pv}{Pv \text{ máxima}}$$

LEY DE HENRY: La solubilidad de un gas en un líquido a temperatura constante, es proporcional a la presión parcial del gas.

$$[\text{gas}] = k \cdot P_p$$

- Donde k es la contante de Henry, que depende del gas y de la temperatura.

LEYES GENERALES DE LA HIDROSTÁTICA

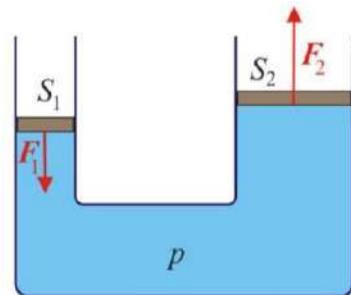
I. PRESIÓN HIDROSTÁTICA: La presión en un punto cualquiera de un líquido en reposo es igual al producto de su peso específico por la profundidad a la que se encuentra el punto.

$$P = \delta \cdot g \cdot h$$

II. PRINCIPIO DE PASCAL:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

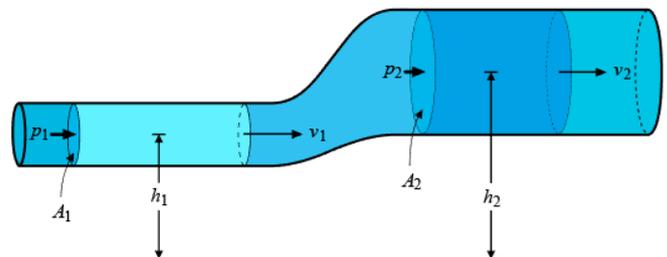


DINAMICA DE FLUIDOS

- Fluido ideal es aquel que es incompresible, o sea, tienen densidad constante. Los reales son todos compresibles.

CAUDAL (C): Es el volumen de líquido que pasa por un punto en una unidad de tiempo.

$$C = \frac{V}{t} = S \cdot v$$



ECUACIÓN DE CONTINUIDAD: Centrada = Csalida

TEOREMA DE BERNOULLI: PH1 = PH2 (Resultado em ba)

$$P_1 + (\delta \cdot g \cdot h)_1 + \frac{\delta v_1^2}{2} = P_2 + (\delta \cdot g \cdot h)_2 + \frac{\delta v_2^2}{2}$$

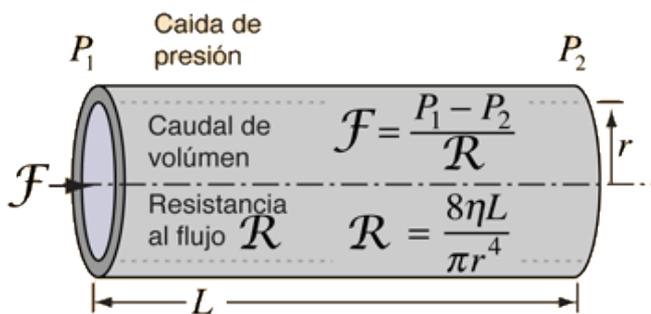
LÍQUIDOS REALES:

- **VISCOSIDAD:** Es la fricción interna de un líquido. Tiene un coeficiente representado por la letra η y su unidad es poise. A mayor temperatura la viscosidad disminuye y el líquido se hace más fluido.

$$1 \text{ poise} = 0,1 \text{ kg/s.m} = 1 \text{ g/cm.s}$$

- **LEY DE POISEUILLE:**

$$c = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l}$$



Condiciones de validez: El líquido es siempre real, los tubos son rígidos y circulares (con r constante) y son largos y la viscosidad del líquido no cambia.

$$C = \frac{\Delta P}{R} \text{ donde } R = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

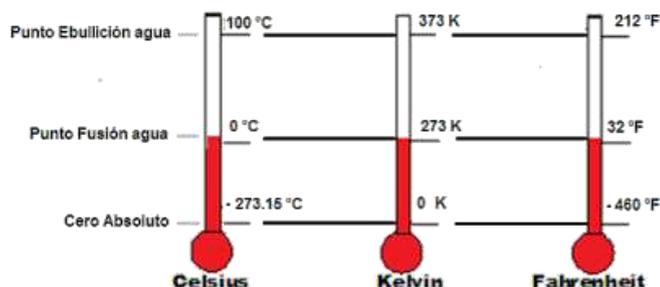
R es la Resistencia hidrodinámica.

El Caudal en el lecho circulatorio se llama **Volumen Minuto o Gasto Cardíaco** y es directamente proporcional a la diferencia de presiones entre la arteria aorta en salida del ventrículo izquierdo y las venas cavas en aurícula derecha. La resistencia es llamada **Resistencia Periférica Total**.

$$\text{Volumen Minuto (VM)} = \frac{\text{Presión arteriovenosa}}{\text{Resistencia Periférica Total}}$$

TERMODINAMICA

TEMPERATURA es el grado de agitación de las moléculas. Indicador de estado térmico.



$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

CALOR es una forma de energía. La **cantidad de Calor (Q)** es la cantidad de energía intercambiada. Si Q es un valor positivo, el cuerpo recibió calor, si es un valor negativo, el cuerpo entregó calor.

$$Q = c_e \cdot m \cdot \Delta T$$

c_e es lo que llamamos de **Calor específico**. Es la cantidad de calor que hay que entregarle a 1g de una sustancia para que aumente su temperatura en 1°C. Ese coeficiente depende de la sustancia y de su estado de agregación.

$$Q = c_L \cdot m$$

Calor latente (c_L) es la cantidad de calor que hay que entregar a 1g de sustancia para que ocurra un cambio de estado de agregación de la materia durante su transformación. Es específica para cada transformación de estado.

En un sistema, el calor cedido es igual al calor recibido. La transmisión de calor ocurre de tres maneras: Conducción, Convención y Radiación (ondas electromagnéticas).

Si dos cuerpos son puestos en contacto físico, intercambian calor hasta llegaren a un equilibrio térmico.

Transmisión de calor por conducción:

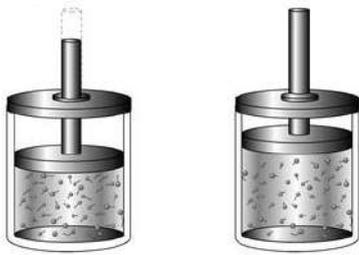
$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{\Delta x}$$

La Ley de Fourier representa la cantidad de calorías por segundo que van pasando a lo largo de la barra.

SISTEMAS TERMODINAMICOS

Para estudiar sistemas termodinámicos hay que saber cuáles son las variables de estado del sistema: Temperatura, Presión y Volumen.

TRANSFORMACIONES TERMODINÁMICAS son las que cambian el estado termodinámico del sistema. Se puede lograr a través de dos mecanismos principales no excluyentes entre sí: mecánico y térmico.



$$W = p \cdot \Delta V$$

1ª LEY DE LA TERMODINAMICA: La energía interna de un sistema puede modificarse al intercambiar calor y/o realizar un trabajo.

$$\Delta U = Q - W$$

Si $\Delta T = 0$ entonces $\Delta U = 0$ y $Q = W$

EQUIVALENTE MECANICO DE CALOR es el trabajo necesario para realizar un aumento de temperatura equivalente al que se produciría si se entregara una caloría.

$$\frac{W}{Q} = \frac{4,18 \text{ J}}{\text{CAL}}$$

$$W = 2 \cdot P \cdot H$$

FISICOQUÍMICA

SOLUCIONES

SOLUCIÓN es la dispersión homogénea de dos o más sustancias. La proporción entre ellas define cuál es el solvente (en mayor cantidad) y cuál el soluto (en menor cantidad). Pueden ser:

-*Diluida*: poco soluto

-*Concentrada*: Mucho soluto

-*Saturada*: cantidad máxima de soluto a una determinada temperatura.

SOLUBILIDAD es la cantidad de soluto capaz de disolverse en un solvente a cierta temperatura. Cambia de acuerdo con la presión también.

La **CONCENTRACIÓN** de una sustancia la caracteriza, es la relación entre la cantidad de soluto y la de solvente o solución.

MOLARIDAD (M) O CONCENTRACIÓN MOLAR

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{litros de solución}}$$

MOLALIDAD O CONCENTRACIÓN MOLAL

$$\text{MOLALIDAD: } \frac{\text{moles de soluto}}{\text{kg de solvente}}$$

OSMOLARIDAD

$$\text{osm} = \frac{\text{osmoles de soluto}}{\text{litros de solución}}$$

FRACCIÓN MOLAR (X)

$$X = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{moles totales de la solución}}$$

% M/V = Gramos de soluto en 100 ml de solución

%M/M = Gramos de soluto en 100 g de solución

NUMERO DE MOLES DE SOLUTO (N)

$$N = \frac{\text{masa de soluto}}{\text{Masa Relativa (Mr)}}$$

FACTOR I DE VAN'T HOFF Forma de representar el número de partículas disueltas en una solución. Las sustancias que no se disocian tiene $i = 1$

$$i = g \cdot \vartheta$$

g es el coeficiente osmótico o grado de disociación

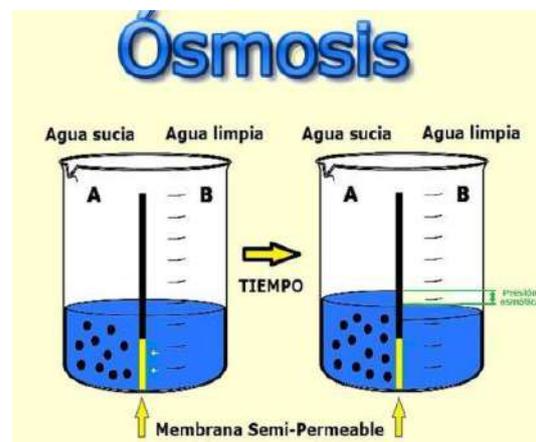
y la letra v es el número de partículas formada por formula.

$$\text{Osm} = M \cdot i$$

OSMOL: es la cantidad de sustancia que contiene el número de Avogadro ($6,022 \cdot 10^{23}$) de partículas.

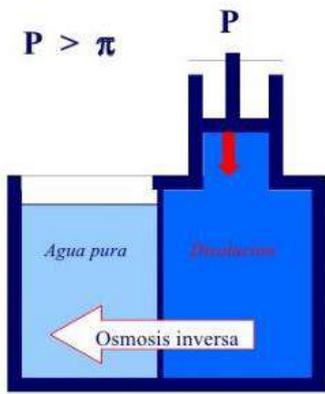
OSMOSIS

El pasaje espontáneo de solvente desde una solución más diluida a una más concentrada, cuando se encuentran separadas por una membrana semipermeable.



PRESIÓN OSMÓTICA

Es la presión que debemos aplicar a una solución para impedir el pasaje de solvente. La presión osmótica de una sustancia depende de la concentración y de la temperatura a la que se encuentra.



ECUACIÓN DE VAN'T HOFF

$$\Delta\pi = R \cdot T \cdot \Delta osm$$

2 soluciones suelen ser:

1. ISOOSMOLAR
2. HIPOOSMOLAR
3. HIPEROSMOLAR

$$\pi = P_{estatica} = \delta \cdot g \cdot h$$

DIFUSIÓN

Es la tendencia de una sustancia a esparcirse en un medio.

LEY DE FICK – FLUJO

Cantidad de moléculas que se difunden por una determinada sección de un determinado tiempo.

$$J = D \cdot G$$

D es el coeficiente de difusión, depende de la sustancia, la temperatura y del medio en que difunde.

G es el gradiente de concentración, tiene sentido opuesto al flujo.

$$G = \frac{\Delta C}{\Delta X}$$

PERMEABILIDAD (P) EM MEMBRANAS

$$P = \frac{D}{e}$$

e es el espesor de la membrana

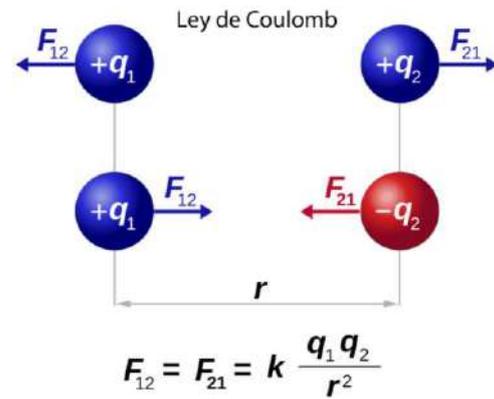
por lo tanto, em membranas: $J = P \cdot \Delta C$

BIOELÉCTRICA

CARGA ELÉCTRICA

Em su estado natural, la materia es eléctricamente neutra (carga 0, no tiene carga), tiene la misma cantidad de protones que electrones. La carga negativa es la consecuencia de un EXCEDENTE de electrones, y la carga positiva es la consecuencia de la PERDIDA de electrones. Cargas de distinto signo se atraen y cargas de igual signo se repelen.

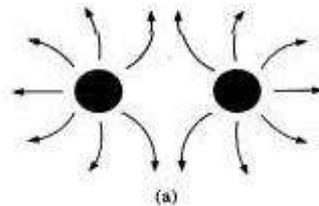
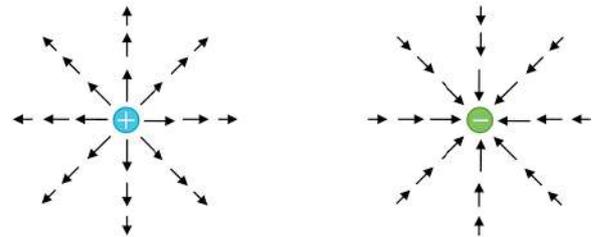
LEY DE COULOMB Interacción entre dos cargas.



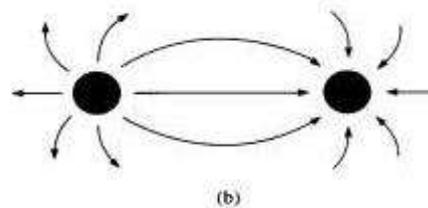
K es la constante de Coulomb, vale $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

CAMPO ELÉCTRICO y LÍNEAS DE FUERZA

Si, en una superficie, tenemos una carga (Q) – grande y inmóvil – y a ella acercamos una carga prueba (q) de signo positivo y 1C, vemos que sobre la carga prueba actúa una fuerza generada por la presencia de la carga Q: El campo eléctrico.



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



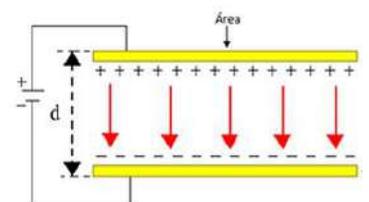
$$F = \frac{k \cdot Q}{d^2}$$

Distribución del flujo eléctrico: (a) cargas iguales; (b) cargas opuestas.

Las líneas de fuerza indican para donde apunta el vector campo.

CAPACITADORES

Formado por dos placas metálicas paralelas frente a frente, una con carga positiva y la otra con carga negativa, se



genera un campo eléctrico uniforme y constante y tenemos un capacitor.

La membrana celular puede ser asociada a un capacitor por su composición con distribución irregular de moléculas con carga.

DIFERENCIA DE POTENCIAL (ΔV)

Unidad: Volts (V) = (J/C)

$$\Delta V = E \cdot d$$

CORRIENTE ELÉCTRICA (I)

Es el movimiento, flujo, de cargas por el conductor. Si contamos cuantos pasan en un determinado tiempo tenemos la Intensidad de corriente.

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

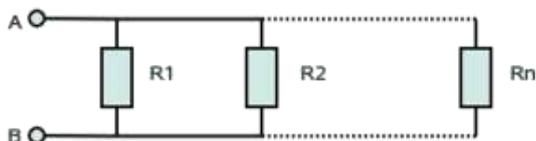
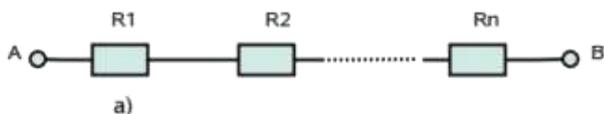
Unidad: Ampere (A) = (C/s)

LEY DE OHM

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

Donde R es la Resistencia Eléctrica, de unidad Ohm (Ω)

RESISTENCIA ELECTRICA



EN SERIE:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$\Delta V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \text{ (no cambia)}$$

EM PARALELO:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

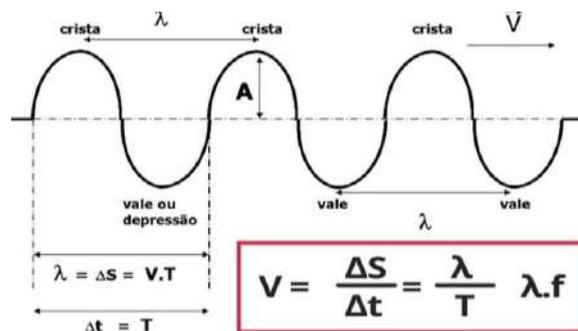
$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_n$$

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = V_n \text{ (no cambia)}$$

ONDULATORIA

Los fenómenos ondulatorios transportan energía de un punto a otro, con o sin el transporte de materia. Vamos estudiar el transporte de energía sin el transporte de materia.

Onda, por definición, es una oscilación en el espacio y en un tiempo, que avanza o se propaga en un medio material (mecánica) o incluso en el vacío (electromagnética).



$$f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda}$$

La Velocidad se da en cm/s y la frecuencia en Hz

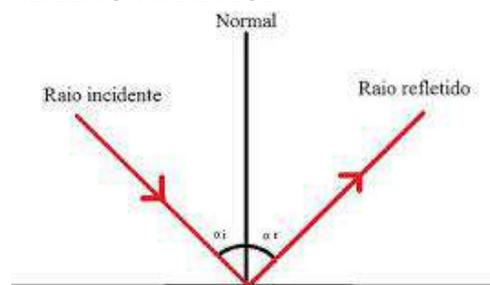
SONIDO Es una onda mecánica (necesita de un medio para propagarse) y longitudinal (sentido longitudinal a la dirección de propagación)

LA LUZ Es una onda electromagnética (que se propaga en el vacío) y transversal (sentido transversal a la dirección de propagación)

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Es el estudio del cambio de dirección que experimentan los rayos luminosos en los distintos fenómenos de reflexión y refracción.

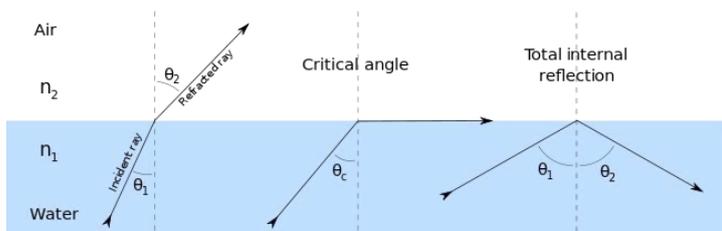
REFLEXIÓN DE LA LUZ



1ª LEY: El rayo incidente, el reflejado y la normal están todos en un mismo plano.

2ª LEY: El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

REFRACCIÓN DE LA LUZ



La luz cambia su dirección a al pasar a un medio distinto (n_2) que tiene distinta velocidad de propagación para la luz.

n es el índice de refracción absoluto del medio. Depende del medio, de la temperatura del mismo y de la frecuencia de la luz que lo atraviesa. Es siempre mayor o igual a uno y no tiene unidades.

$$n = \frac{c}{v}$$

c es la velocidad de propagación de la luz en el vacío ($3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$) y v la velocidad en el medio.

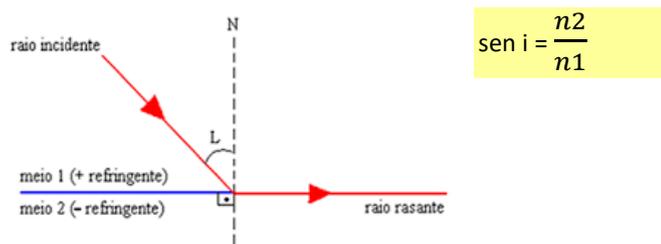
1ª LEY: El rayo incidente, la normal y el rayo refractado están en un mismo plano

2ª LEY: Ley de Snell

$$\text{Sen } i \cdot n_1 = \text{sen } r \cdot n_2$$

Se $n_1 < n_2$, el rayo refractado se acerca de la normal, si $n_1 > n_2$ el rayo refractado se aleja de la normal.

El ángulo límite es el ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de 90° . Eso pasa si y solo si $n_1 > n_2$



Caso el rayo incida con un ángulo mayor al ángulo límite, ocurre la reflexión.

PERCEPCIÓN DE ONDAS SOLORAS

INTENSIDAD ACÚSTICA (I)

$$I = \frac{\text{energía}}{\text{tiempo} \cdot \text{área}} = \frac{\text{potencia}}{\text{área}}$$

NIVEL DE SENSACIÓN (NS)

$$NS = 10\text{db} \cdot \text{Log} \frac{I}{I_0}$$

Unidad: decibel (db)

I : intensidad del sonido que llega al oído

I_0 : Intensidad del sonido audible (10^{-12} W/m^2)