



Principios de física

APUNTES Y RESUMENES

Aquí he resumido el contenido del programa Principios de Física de preparatoria abierta de la SEP. Los capítulos 1 y 2 no los incluyo por ser muy básicos (Unidades e Historia de la Física) y les conviene mejor leer el libro. Del capítulo 3 solo he puesto el cuestionario pues considero que en él se incluyen todos los conceptos. El último capítulo (el 15) es mejor verlo o imprimirlo a color, pues se trata de teoría de colores.

Espero que les sea útil.

Atte. LCQ. Mario León Rios.



Cuestionario (Modulo 3)

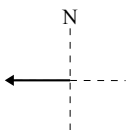
1. ¿Qué cosa es una magnitud vectorial?

R: aquella que tiene magnitud, dirección y sentido. La magnitud se indica por la cifra numérica al lado de la flecha. La dirección es la línea recta que sigue el movimiento, y el sentido se indica por la flecha, que nos dice hacia donde ocurre el movimiento.

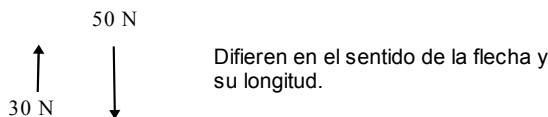
2. Explique cómo representar con una flecha un viento dirigido hacia el sur y uno dirigido hacia el norte. ¿En qué difieren estas dos representaciones?



3. Represente con una flecha un viento dirigido hacia el oeste.



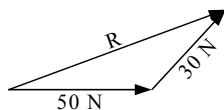
4. Diga en qué se distingue la representación de una fuerza de 30 N apuntando hacia arriba de otra de 50 N, apuntando hacia abajo.



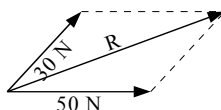
5. Si un cuerpo recibe tres fuerzas, ¿cómo se procede para encontrar la fuerza resultante?

R: La resultante es la suma de fuerzas y se obtiene por los métodos del triángulo, del paralelogramo, del polígono o por el método analítico.

Ejemplo:

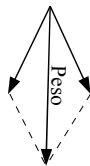
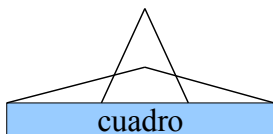


Método del triángulo

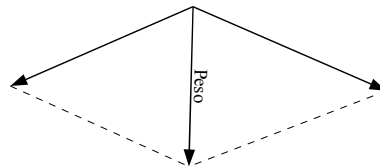


Método del paralelogramo

6. Un alambre, del cual pende un cuadro, está unido a éste en dos puntos relativamente próximos. Si esos dos puntos se alejan, ¿por qué puede llegar a romperse el alambre?



Las cuerdas soportan una tensión menor al peso



Las cuerdas soportan una tensión mayor al peso

7. Una caja pesada se arrastra con movimiento uniforme a lo largo de una acera horizontal y a continuación a lo largo de una acera inclinada. ¿En qué caso se necesita ejercer probablemente una fuerza mayor? Explique la respuesta.

R: Se necesita mayor fuerza en la acera inclinada. En el caso de la acera horizontal solo se necesita ejercer la fuerza suficiente para vencer el rozamiento con la superficie; en el caso de la acera inclinada hay que efectuar un trabajo extra para mover el cuerpo en contra de la fuerza de gravedad, la fuerza extra dependerá de la inclinación de la calle: entre más elevada esté, será mayor la fuerza requerida.

8. Diga si el taquímetro de un automóvil registra su velocidad o sólo el valor de dicha velocidad.

R: El tacómetro solo mide la magnitud de la velocidad, porque no nos da ninguna información sobre la dirección del movimiento.



9. Un cuerpo que cuelga de un dinamómetro indica un peso de 50 N. Diga si este peso aumenta o disminuye si la medida se hace

a) a mayor altitud, b) a menor altitud, c) a mayor latitud, d) en el polo norte, e) en el ecuador.

R: El dinamómetro mide la fuerza con que un objeto es atraído por la tierra; por tanto sus medidas variarán dependiendo de la altura o de la distancia al centro de la tierra. Los casos *a* y *e* darían una lectura menor, debido a que la distancia al centro de la tierra aumenta. Los casos *b*, *c* y *d* darán una lectura mayor.

10. Si una balanza de brazos, iguales se equilibra en la cima de una montaña, ¿quedará equilibrada al nivel del mar?

R: Sí, porque el peso que se registra es una comparación de masas, y dará la misma lectura en cualquier lugar.

11. Enuncie las tres leyes del movimiento de Newton.

1) Un cuerpo continúa en reposo o en movimiento uniforme, excepto que reciba una fuerza.

2) Si una fuerza actúa sobre un cuerpo, éste recibe una aceleración en dirección a la fuerza y proporcional a ella, pero inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

3) Asociada con cada fuerza existe otra igual y opuesta, llamada fuerza de reacción.

12. ¿Por qué no intentan los físicos probar las leyes del movimiento de Newton?

R: Se ha probado que funcionan bien en general y al ser tan sencillas permiten explicar otros fenómenos derivados de ellas.



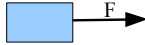
Modulo # 4 Consideraciones mecánicas.

(Trabajo energía y fricción)

4.1 El concepto de trabajo.

Se define el trabajo como el producto de la fuerza por la distancia recorrida al mover un objeto.

$$T = F \cdot d$$



Unidades: Julio = $\text{Kg} \times \text{m}^2 / \text{s}^2$; Ergio = $\text{g} \times \text{cm}^2 / \text{s}^2$

4.2 Energía cinética y energía potencial.

Energía es la capacidad para producir un trabajo.

a) Cinética (movimiento): $E_c = \frac{1}{2} mv^2$

b) Potencial (posición): $E_p = mgh$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

4.3 Significado del concepto de energía.

La energía potencial almacenada en la Tierra en la forma de carbón, petróleo, etc., por el Sol -la fuente de casi toda energía en este planeta-, es gradualmente transformada en la energía cinética del movimiento, en la energía química de las plantas y de los explosivos, en la energía de la radio, la electricidad, la luz y el sonido, etc.

4.4 Conservación de la energía.

La energía contenida en el universo se conserva, o sea, que el universo no puede ganar o perder su capacidad de suministrar trabajo; esta capacidad puede ser transformada de una clase a otra de energía, pero no puede perderse.

4.5 Potencia.

Es la rapidez con que se suministra trabajo.

$$P = \text{Trabajo} / \text{tiempo}$$

4.6 Máquinas.

a) Polea y polipastos.

$$\text{Ventaja mecánica} = F / \text{numero de poleas}$$

4.7 Otros ejemplos de máquinas.

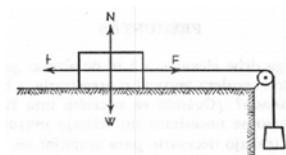
a) Palancas

b) Plano inclinado, tornillo cuña.

4.8 Fricción.

Es la fuerza que se opone al movimiento entre dos superficies, es siempre tangencial al movimiento y es proporcional a la fuerza que comprime las dos superficies.

4.9 Coeficiente de fricción.



$$C_f = F / N$$



Cuestionario (modulo 4).

1. Si una carga debe elevarse a 3 m de altura, ¿será preferible emplear una escalera vertical o arrastrarla a lo largo de un plano inclinado? ¿Cuándo se necesita una fuerza mayor? ¿En qué caso se necesitará un trabajo mayor? ¿Por qué?

R= Es preferible deslizarla en un plano inclinado, porque así se requiere menos fuerza. En este caso, el trabajo será mayor porque hay que vencer el rozamiento.

2. Calcule el trabajo necesario para empujar un cuerpo de 25 kg, a velocidad constante, la distancia de 3 m sobre un plano horizontal sin fricción.

R= aquí no hay trabajo, porque mover un objeto horizontalmente a velocidad constante sin fricción no requiere fuerza.

3. ¿Qué es lo que significa energía? ¿Por qué es importante?

R= Es la capacidad para realizar un trabajo, es importante porque permite transformar el trabajo en energía y viceversa.

4. ¿Por qué se dice que el carbón y la gasolina contienen energía?

R= Porque al ser quemados pueden producir trabajo.

5. Explique por qué una fuerza de 20 kp (kilopondios), puede mover un cuerpo de 200 kg a lo largo de un plano inclinado que se eleva un decímetro en un metro (despreciando la fricción).

R: La fuerza que se requiere para mover este objeto es $F = mgh = 200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.01 \text{ m} = 19.6 \text{ N}$, por tanto 20 Kp es suficiente para mover este objeto en estas condiciones.

6. ¿Qué es potencia? ¿Es posible que un motor de juguete y un motor industrial suministren la misma cantidad de trabajo?

R= Es la rapidez con que se realiza un trabajo

Potencia = trabajo / tiempo

unidad: Watt o vatio ; caballo de fuerza = 736 wats

7. ¿Qué significa la ventaja mecánica de una máquina?

R= Es la relación entre la fuerza vencida entre la fuerza aplicada. $VM = F_v / F_a$

8. ¿Por qué razón cuando lo que se corta es duro, se coloca cerca de él al gozne de las tijeras?

R= Porque el momento de torsión es mayor cerca del gozne.

9. Una palanca se emplea para obtener una ventaja en la fuerza aplicada. ¿Podrá ser a veces conveniente obtener ventaja en la distancia?

R= Si, por ejemplo si se quiere arrojar un objeto pequeño a gran distancia (como la flecha en el arco o la piedra en la resortera).



Modulo # 5 Consideraciones elásticas.

(Elasticidad, vibraciones sonidos).

5.1 El concepto de elasticidad.

Elasticidad es una propiedad de la materia, consiste en *deformarse cuando se le aplica una fuerza* y recuperar su forma anterior al cesar la fuerza aplicada, ejemplo: el resorte.

5.2 El resorte estirado.

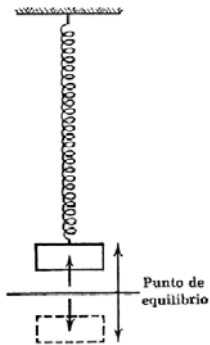
Cuando se cuelga un peso en el extremo de un resorte, se observa que *el resorte se estira una distancia que es directamente proporcional al valor de la fuerza aplicada*.

5.3 Ley de Hooke.

Esta ley dice que cuando se produce una deformación en un cuerpo por la aplicación de una fuerza, la fuerza de restitución por unidad de área (llamada esfuerzo) es proporcional a la deformación fraccional (llamada deformación unitaria), siempre que no se exceda el límite elástico; es decir, *dentro del límite elástico, el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria*.

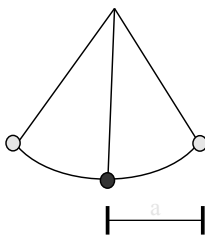
$F = K \cdot l$ F = fuerza o esfuerzo, l = estiramiento, K = constante.

5.4 Movimiento armónico simple.



Un resorte del que cuelga un peso, queda con un cierto alargamiento; si ahora el resorte se estira más aún y entonces se suelta, el cuerpo oscila hacia arriba y hacia abajo. La aceleración en cada punto es directamente proporcional al desplazamiento del punto a partir de la posición de equilibrio. En la posición de equilibrio, la velocidad, aunque alcanza su valor máximo, no está cambiando ($a = 0$), mientras que en cualquier posición extrema, donde la velocidad momentáneamente vale cero, la velocidad cambia más rápidamente ($a = \text{máximo}$).

5.5 Características de los movimientos vibratorios.



$$t = 1/f$$

Frecuencia (f): es el número de vibraciones completas por segundo.

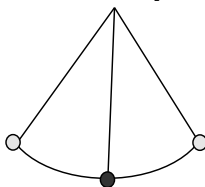
Período (t): es el lapso de tiempo que se necesita para que tenga lugar una vibración.

Amplitud (a): es el máximo desplazamiento, medido a partir de la posición de equilibrio.

5.6 Resonancia.

Todos los cuerpos tienen frecuencias y períodos naturales, cuando un cuerpo recibe un impulso periódico que coincide con su frecuencia natural, se pone a oscilar de acuerdo a esa frecuencia. La resonancia tiene lugar *cundo dos vibraciones naturales se encuentran en fase*.

5.7 Péndulo simple.



$$t = 2\pi\sqrt{l/g}$$

Galileo encontró que el período(t) de vibración de un péndulo depende de la raíz cuadrada de la relación entre su longitud (l) y la aceleración de la gravedad(g) en el lugar donde esté el péndulo.



5.8 El estudio de los líquidos, una parte de la elasticidad.

La elasticidad fue definida como la propiedad que tiene la materia de recuperarse de las deformaciones. Si de las diversas clases de éstas se hace una lista, en ella deberán incluirse el *alargamiento*, la *compresión lineal*, la *compresión o expansión total* y la *torsión o deslizamiento*. La última de ellas, el deslizamiento, en donde la fuerza se aplica tangencialmente a la superficie, desempeña un importante papel porque proporciona un medio de clasificar a la materia.

La materia se clasifica fácilmente en dos grupos principales llamados sólidos y fluidos, según presenten o no resistencia a una fuerza tangencial.

5.9 Densidad.

La densidad (d) es la relación entre la masa(m) de un cuerpo y su volumen(v).

$$d = m/v$$

5.10 Densidad relativa.

Es la relación entre la densidad de una sustancia y la del agua.

$$d_R = d_s / d_{H_2O}$$

5.11 Presión en los fluidos.

Como la única fuerza que puede recibir un fluido es perpendicular a su superficie, las paredes de los recipientes que contienen un fluido reciben una presión que es proporcional al área de contacto. En un líquido, la fuerza por unidad de área recibe el nombre de presión hidrostática.

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

En un líquido, la presión depende de la profundidad; a mayor profundidad, mayor presión, ya que cada centímetro cuadrado de superficie soporta el peso de una columna de líquido con un centímetro cuadrado de área.

Para cualquier líquido:

$$\text{Presión} = \text{altura} \times \text{densidad}$$

5.12 Flotación.

Un cuerpo flota porque la fuerza ascendente que ejerce un líquido sobre un cuerpo sumergido es igual al peso de este. El principio de Arquímedes expresa este hecho de la siguiente forma:

“todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido, está sometido a una fuerza igual al peso del fluido desalojado”.

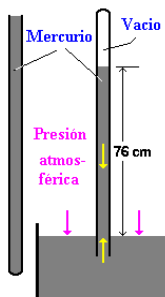
5.13 Gases.

De acuerdo con la definición ya explicada, los gases son fluidos, por lo que las consideraciones anteriores se aplican al océano del aire que rodea a la Tierra y que constituye nuestra atmósfera. El aire tiene masa y, por consiguiente, densidad. Los globos flotan en el aire de acuerdo con el Principio de Arquímedes, justamente como los barcos flotan en el mar. Variando su lastre, un globo puede hacerse que ascienda o descienda del mismo modo que un submarino puede hacerse que flote o se hunda.

5.14 La presión atmosférica y el barómetro.

El aire circundante ejerce presión sobre los cuerpos que se encuentra en él. La presión atmosférica depende de la altura, a mayor altura menor presión. Al nivel del mar la presión atmosférica es de 760 mm de mercurio, esto significa que una persona recibe el equivalente al peso de una columna de mercurio de 76 cm sobre cada centímetro cuadrado de su cuerpo, esto equivale a 1 kilopondio por centímetro cuadrado o 10 Newton por centímetro cuadrado.

El barómetro es el instrumento que se usa para medir la presión atmosférica.



Barómetro de mercurio



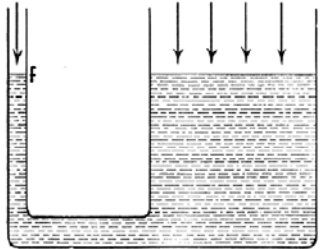
Barómetro aneroide



5.15 Medida de la altitud.

La altitud puede medirse también con el barómetro, porque la presión atmosférica disminuye al aumentar aquella, lo que es evidente, ya que a grandes altitudes, el aire encima de un punto dado pesa menos que arriba de otro punto de menos altitud. Los aviadores emplean este fenómeno para medir su elevación. La altura de muchas montañas se ha obtenido observando el descenso del mercurio en el barómetro, cuando éste se ha transportado desde la base a la cima de la montaña.

5.16 Principio de Pascal.



Una fuerza pequeña f el líquido del tubo menor, es capaz de equilibrar una fuerza grande F actuando sobre el líquido del tubo mayor en proporción a las respectivas áreas de la sección recta. Este principio se aplica a los frenos hidráulicos, elevadores, sillones de peluquería, etc.

La fuerza total sobre la superficie pequeña es proporcional a la fuerza total sobre la superficie mayor, en la misma razón que dichas superficies lo son entre sí.

$$F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$



Cuestionario

1. ¿Qué quiere decir elasticidad?

Es la capacidad de un cuerpo para deformarse cuando se ejerce sobre él una fuerza y para recuperar su forma cuando se suspende dicha fuerza.

2. ¿Será el hule más o menos elástico que el acero? ¿Por qué?

El hule es más elástico porque su constante de elasticidad es mayor, es decir se estira más con menos fuerza.

3. Describese el funcionamiento del dinamómetro.

Es un resorte montado en un soporte con una escala graduada en unidades de masa y funciona midiendo la atracción que la tierra ejerce sobre el objeto a pesar.

4. Distingase entre esfuerzo unitario y deformación unitaria.

El esfuerzo unitario es la fuerza por unidad de longitud aplicada a un cuerpo elástico; mientras que la deformación unitaria es el estiramiento por unidad de fuerza que se produce en dicho cuerpo.

5. Defina el periodo de vibración.

Es el tiempo requerido para que tenga lugar una oscilación completa.

6. Defina la amplitud de vibración.

Es la distancia máxima de vibración medida a partir de la posición de equilibrio (centro).

7. Describa cómo cambia el periodo de vibración de un automóvil cuando se le agrega una carga.

Generalmente se vuelve más largo el periodo de vibración (la frecuencia es más baja).

8. Describa cómo se mide, por medio de un péndulo, el valor de la aceleración de la gravedad.

Se mide el período y la gravedad se calcula por la fórmula: $t = 2\pi\sqrt{l/g}$

9. ¿Cuál es la distinción entre un sólido y un fluido?

En el sólido se puede ejercer una fuerza tangencial a la superficie y encontrar resistencia, en el líquido esto no es posible; solo se pueden ejercer fuerzas perpendiculares sobre él.

10. ¿Por qué se dice que el agua busca su propio nivel?

Como la presión en un punto dado depende sólo de la profundidad, entonces en dos recipientes abiertos, comunicados entre sí por el fondo y conteniendo el mismo líquido, el nivel de líquido en uno de ellos debe ser el mismo que en el otro, ya que la presión en el fondo por donde se comunican no puede tener diferentes valores, como sería si los niveles fueran diferentes; por eso se dice que los líquidos "buscan" su propio nivel bajo estas circunstancias.

11. ¿Cómo funciona realmente la bomba aspirante?

Expulsa el aire contenido entre la bomba y el líquido a aspirar.

12. La bomba aspirante ¿sirve para sacar agua de un nivel situado a 11 m abajo del nivel del piso? Explique su respuesta.

No, porque esta altura sobrepasa los 10 metros a los que puede llegar el agua impulsada por la presión atmosférica.

13. Si se mantiene constante la temperatura y se lleva un barómetro a una montaña, ¿se afecta la lectura de éste?

Sí, porque la presión atmosférica varía con la altura.

14. ¿Qué dice el principio de Pascal? De un ejemplo.

La fuerza total sobre la superficie pequeña es proporcional a la fuerza total sobre la superficie mayor, en la misma razón que dichas superficies lo son entre sí.

$$F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$

15. ¿Por qué cuando existe una fuga de líquido en un pistón de un freno hidráulico, no funcionan los otros tres?

Porque la presión del fluido escapa por la fuga y como la presión es igual en todos, no funciona ninguno.



Modulo # 6 Ondas y Sonido.

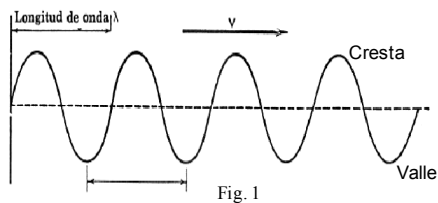
(Dinámica de la elasticidad)

1. Conceptos fundamentales.

Cuando se arroja una piedra sobre un estanque aparecen círculos concéntricos de ondas que se alejan del centro. Las ondas están formadas por elevaciones y depresiones de moléculas de agua que suben y bajan de manera rítmica. A este movimiento de vaivén se le llama **movimiento ondulatorio**.

El movimiento ondulatorio es la *propagación de deformaciones en un medio elástico*. En el movimiento ondulatorio *no es el medio el que se traslada*, sino la energía que se propaga a través de él.

2. Características de las ondas.



Longitud de onda (λ): es la distancia entre dos crestas o dos valles.

Frecuencia (f): es el número de ondas que pasan por un punto en un segundo.

Velocidad (v): es la distancia recorrida por una onda en un segundo.

$$v = f \cdot \lambda$$

3. Tipos de ondas

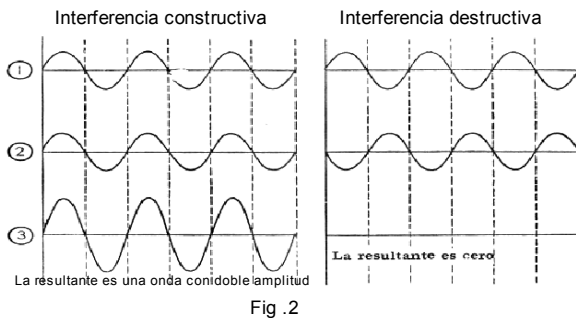
TRANSVERSALES: el movimiento de vibración es perpendicular al movimiento de propagación. Ejemplo: ondas en el agua

LONGITUDINALES: el movimiento de vibración sigue la misma dirección que el movimiento de propagación. Ejemplo: el sonido, ondas en un resorte.

4. Representación de las ondas

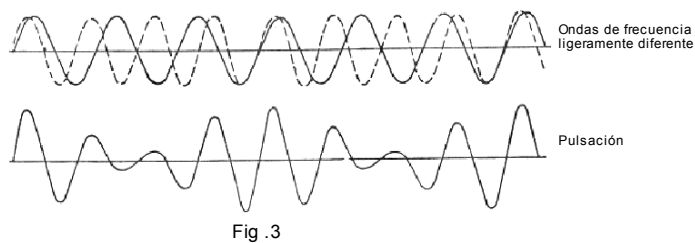
La gráfica senoidal de la fig. 1 es la representación más común de un movimiento ondulatorio.

5. Interferencias de ondas



Cuando dos ondas se superponen, el resultado depende de las condiciones en que se encuentren. Si dos ondas semejantes *están en fase* (coinciden sus crestas y sus valles), el resultado es una onda de *doble amplitud que las anteriores*. Si están *fuera de fase* (una cresta coincide con un valle), ambas ondas *se anulan* entre sí. Si se encuentran en una posición intermedia, el resultado es una onda mixta que combina anulaciones u reforzamientos según sea el caso.

6. Pulsaciones.



Cuando dos ondas continuas y semejantes de frecuencias ligeramente diferentes se superponen, en la onda resultante se alternan las interferencias constructivas y destructivas, presentándose el fenómeno de las pulsaciones, cuya frecuencia es igual a la diferencia entre las dos frecuencias originales (Fig. 3).

7. Reflexión de ondas.

Las ondas se reflejan (rebotan) al tocar la superficie de separación que hay entre dos medios diferentes (como vidrio-aire o agua-vidrio, agua-tierra, etc), al igual que lo hace una pelota al tocar una pared.



8. Refracción de ondas.

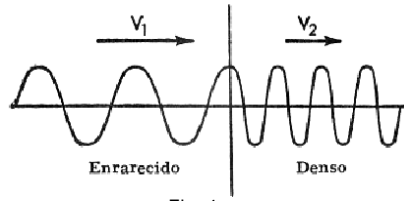


Fig .4

La refracción es el cambio de velocidad que sufren las ondas al pasar de un medio a otro (por ejemplo del aire al agua o del aire al vidrio).

9. Ondas estacionarias

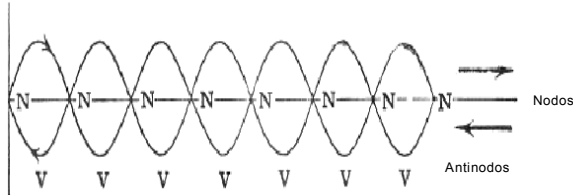
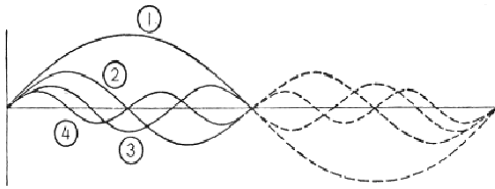


Fig .5

Cuando una onda se encuentra con su propia reflexión (ondas iguales en sentido contrario), se origina una *onda estacionaria*, en esta situación las ondas no avanzan, sino que se permanecen en el mismo lugar.

Los puntos de mínima perturbación se llaman *nodos* (N) y los de máxima perturbación *antinodos* o vientos (V).

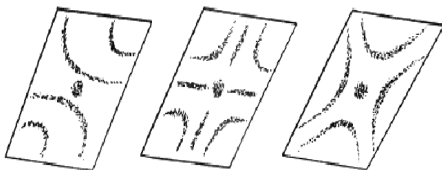
10. Sobretonos



Los *sobretonos* son las diferentes formas en que una cuerda puede vibrar respecto a la vibración de un solo segmento llamado *vibración fundamental*.

Fig. 6 Una cuerda vibrando en (1) un segmento (2) dos segmentos, (3) tres segmentos, (4) cuatro segmentos, es decir, en su vibración fundamental y con las frecuencias que corresponden a su primero, segundo y tercer sobre tonos.
Modo fundamental: (1)
Sobre tonos: (2),(3) y (4).

11. Figuras de Chladni



Estas figuras se obtienen espolvoreando arena fina sobre una placa y luego haciéndolas vibrar. La arena se acumula en los nodos y se aleja de los antinodos generando las figuras características.

Fig. 7 Típicas figuras de Chladni producidas espolvoreando arena fina en las placas sujetas por su centro y luego frotadas con un arco de violín mientras la placa se sostiene en diferentes puntos

12. Aparato de Kundt

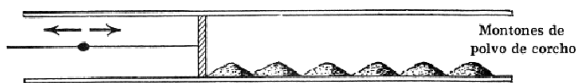
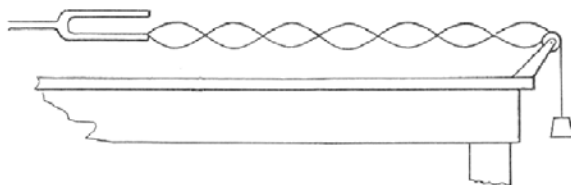


Fig. 8 Tubo de Kundt para determinar la velocidad del sonido por medio de las ondas estacionarias; el polvo de corcho forma montículos a lo largo del interior del tubo de vidrio cuando la varilla vibra longitudinalmente

13. Aparato de melde



El aparato de Melde se emplea para determinar la relación precisa entre la tensión, el número de segmentos, la masa de la cuerda y la frecuencia de vibración. (Fig. 9.)

FIG. 9. El aparato de Melde consiste en una cuerda estirada, unida al extremo de un diapasón en vibración. Se forman ondas estacionarias en la cuerda, según sea la tensión comunicada por el peso colgado de una polea.



14. Principio de Döpler

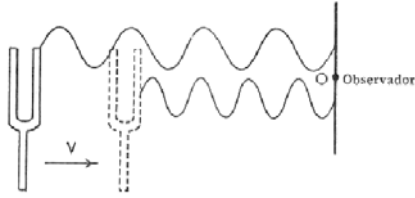


FIG. 10. Principio de Doppler. Conforme el diapasón se mueve a la derecha con la velocidad V , las ondas se acumulan y llegan a O con mayor frecuencia que la que tendrían si el diapasón no se moviera.

El efecto Döpler consiste en el aparente cambio de frecuencia de un movimiento ondulatorio cuando la fuente de las ondas y el observador se mueven entre sí. Ejemplo: el cambio de sonido del auto que se acerca, pasa frente a nosotros, y luego se aleja.

15. El sonido como un fenómeno ondulatorio.

El sonido es un movimiento ondulatorio de la materia (por lo general, del aire) de un tipo puramente mecánico. El oído humano puede percibir sonido cuando éste es de unas 20 a 20 000 vibraciones por segundo. La velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s o 1,230 Km/h. El sonido no se propaga en el vacío.

16. Cualidades del sonido

INTENSIDAD: es lo fuerte o débil de un sonido, en los equipos de sonido se le llama también volumen. La intensidad depende de la *amplitud* de la onda sonora.

TONO: nos da la nota (aguda o grave) de un sonido, el tono depende de la *frecuencia* de la vibración.

TIMBRE: permite identificar la fuente del sonido, si se trata de un violín, un piano o una flauta. El timbre depende de los *sobretonos* producidos en el instrumento que se toca.

17. Ondas estacionarias en tubos.

Las columnas de aire en vibración, cuando se producen en tubos cerrados por un extremo y abiertos por el otro, carecen de todos los sobretonos correspondientes a los números enteros impares, considerando el tono fundamental como sobretono cero. Los tubos abiertos por ambos extremos no restringen sus sobretonos. (Fig. 6.11) Por tanto los tubos abiertos de un órgano son más ricos en calidad que los cerrados.

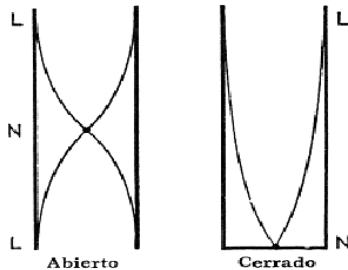


FIG. 11. La longitud de onda fundamental en el tubo abierto es el doble del largo del tubo; en el tubo cerrado la longitud de la onda fundamental es cuatro veces la longitud del tubo

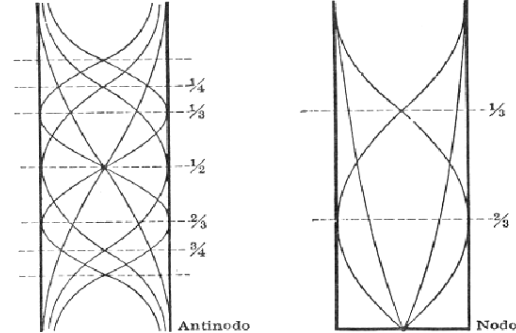


FIG. 12. Un tubo abierto (en ambos extremos) puede tener el doble de sobre tonos armónicos que un tubo cerrado (un extremo cerrado y el otro abierto). En el tubo cerrado caben únicamente cuartos impares de la longitud de onda, mientras que en el abierto caben todos los cuartos de longitud de onda, tanto los pares como los impares; es decir, el doble de sobre tonos



Cuestionario.

1. ¿En qué consiste el sonido?

Son ondas de materia sobre un medio elástico (el aire).

2. ¿Influye la frecuencia en la velocidad con que se transmite el sonido? ¿Llegan al oyente las notas de alta frecuencia de una orquesta lejana, más pronto que las de baja frecuencia?

Como $v = f \cdot \lambda$ se esperaría un efecto de ese tipo, pero como la onda sonora pierde intensidad rápidamente al alejarse de la fuente, no es posible escuchar el sonido a una distancia suficiente como para que este efecto se perciba.

3. ¿Existe alguna porción de un gong que permanezca estacionaria?

Sí, algunas partes entre el centro y el borde deben formar nodos.

4. Anote algunos factores que influyen en el timbre de un sonido.

Como el timbre depende de los sobre tonos de la fuente, entonces el tipo de material usado en la fabricación del instrumento, si como su forma y dimensiones, deben de influir.

5. De las tres cualidades -tono, intensidad y timbre-, ¿cuál es la que hace que se distingan entre sí los diversos instrumentos de una orquesta?

El timbre

6. ¿Qué sucede cuando dos ondas sonoras de la misma frecuencia están fuera de fase?; ¿o cuándo están en fase?

Fuera de fase se cancelan; en fase se suman sus amplitudes (se duplica).

7. ¿Qué sucede cuando dos sonidos de frecuencias ligeramente diferentes se combinan?

Se forma una pulsación.

8. Cuando un violinista tensa una cuerda de su instrumento, ¿aumenta o disminuye el tono?

Aumenta.

9. Cuando un diapasón se apoya sobre una mesa, ¿aumenta la intensidad del sonido?; ¿por qué?

Sí aumenta, por el efecto de resonancia.

10. Explique la formación de un eco.

El eco se forma cuando el sonido encuentra un obstáculo y rebota hacia el oyente, se trata de un efecto de reflexión de ondas.

11. Un diapasón vibra con la frecuencia de 1 000 Hz. Calcular la frecuencia de otro diapasón que, combinado con el primero, produzca 5 pulsaciones por segundo.

Se debe usar un diapasón de 1005 Hz : $1005 \text{ Hz} - 1000 \text{ Hz} = 5 \text{ Hz}$

12. ¿Cómo se producen los sonidos?

Cualquier objeto que haga vibrar el aire en el rango de frecuencia audible (20 – 20 000 vibraciones por segundo) producirá sonido.

13. ¿Cómo transporta energía el sonido?

La energía del sonido se transmite al hacer vibrar el aire, esta energía recorre el espacio "montada" en el medio material en que se propaga.

14. Después de ver el relámpago, el trueno se inicia varios segundos después ¿por qué?

Debido a que el sonido viaja a menor velocidad que la luz, vemos primero el relámpago y luego escuchamos el trueno.

15. Explique cómo difieren entre sí los sonidos emitidos por tubos de órgano abiertos y cerrados.

Los tubos abiertos tienen mayor cantidad de sobretonos que los cerrados.

16. El eco de un silbido reflejado en un acantilado se oye tres segundos después. ¿A qué distancia se encuentra el acantilado?

$v = d / t$; como la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s y $d = v \cdot t$; $v = (340)(3) = 1020 \text{ m}$

17. Las longitudes de onda de los sonidos, ¿son del orden de centímetros, decímetros, kilómetros o milímetros?

Longitud de onda del sonido: 2 cm – 17 metros.



18. Explique por qué un salón lleno de gente, tiene mejor acústica que uno vacío.

Las personas y sus ropas evitan la reflexión de las ondas sonoras (disminuyen el eco).

19. ¿Puede haber demasiada absorción de sonido en un salón o en un auditorio para que haya una buena acústica?

No, la absorción de sonido no es problema.

20. ¿Qué significa umbral de audición? Este umbral ¿varía con la frecuencia? ¿A qué tramo de frecuencia es más sensible el oído?

El umbral de audición es el límite inferior de intensidad que el oído humano puede escuchar. Si varía, las notas agudas son más fáciles de oír que las graves.

21. Defina "movimiento ondulatorio" y "elasticidad".

El movimiento ondulatorio es la *propagación de deformaciones en un medio elástico*. La elasticidad es una propiedad de la materia que consiste en deformarse por acción de una fuerza y recuperar la forma original al cesar dicha fuerza.

22. ¿Qué significan los términos "onda estacionaria", "nodo" y "antinodo"?

La onda estacionaria es aquella que se forma cuando dos trenes de ondas semejantes pero de sentido contrario, se encuentran. Los nodos son los puntos de mínima amplitud y los antinodos son los puntos de máxima amplitud.

23. ¿En qué consisten las pulsaciones?

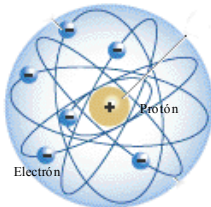
Las pulsaciones se forman cuando se sobreponen dos movimientos ondulatorios con frecuencias ligeramente diferentes. La frecuencia de la pulsación es la diferencia entre las frecuencias de las dos pulsaciones.



Modulo # 7 Consideraciones Sobre la Materia.

(CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA; PROPIEDADES DE LOS GASES; FENÓMENOS DE SUPERFICIE)

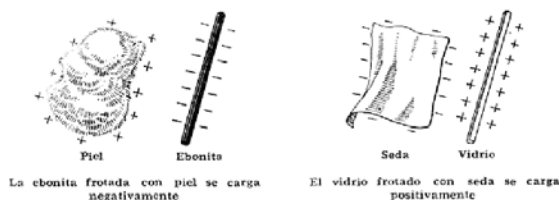
1. Moléculas y átomos.



Todos los cuerpos están formados por moléculas. Las moléculas son *las partículas mas pequeñas de una sustancia química*. Las moléculas están formadas por átomos. Existen 92 átomos diferentes en la naturaleza; a las sustancias constituidas por *un solo tipo de átomo* se le llama *elemento*. El átomo se encuentra formado por partículas de carga negativa llamadas *electrones* y partículas de carga positiva llamadas *protones*, también existen partículas sin carga llamadas *neutrones*.

En 1913 el físico Niels Bohr propuso un modelo planetario del átomo, donde la carga positiva estaba en el centro y los electrones se encontraban girando al rededor ocupando diferentes niveles de energía.

2. Cargas positivas y negativas.



La distinción entre carga negativa y positiva indica que existe algo llamado "carga eléctrica" que provoca que las partículas de la misma carga se repelan y las de carga contraria se atraigan. Estas cargas son las responsables de diversos fenómenos, como chispazos que experimentamos al tocar un objeto cuando el tiempo está muy seco, o la atracción de pequeños papeles al acercarlos un objeto de plástico que ha sido frotado con lana o con el pelo.

3. Los bloques que forman la materia.

Los bloques que forman la materia son electrones (carga negativa), protones (carga positiva) y neutrones (sin carga), estas partículas se encuentran formando parte del átomo y dándole a los elementos sus propiedades características.

4. Movimiento Browniano.

Campo del microscopio



Se llama movimiento Browniano al movimiento al azar que se observa, por medio del microscopio, en partículas finas suspendidas en el agua. El movimiento Browniano se debe al choque de las moléculas de agua con las partículas suspendidas y es una prueba de que las moléculas de un líquido se encuentran en movimiento constante chocando una con otras.

5. Teoría cinética de la materia.

Esta teoría considera a las moléculas como pelotas esféricas que se están moviendo y chocando constantemente unas con otras y con las paredes del recipiente. En el estado gaseoso este movimiento es muy pronunciado.

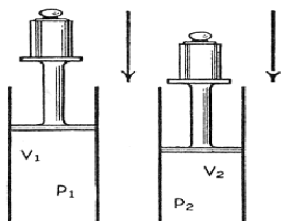
6. Estados de la materia.

SÓLIDO: Forma y volumen definido (Las fuerzas de atracción entre moléculas superan a las de repulsión).

LÍQUIDO: Volumen definido, forma variable (las fuerzas de atracción y de repulsión se encuentran compensadas).

GASEOSO: Forma y volumen variable (Las fuerzas de repulsión superan a las de atracción).

7. La Ley de Boyle y la Ley General de los Gases.



LEY DE BOYLE: "A temperatura constante, el volumen de un gas varía en proporción inversa a la presión aplicada". Esto significa que cuando aplicamos mas presión a un gas, su volumen disminuirá. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

LEY GENERAL DE LOS GASES: "El volumen de un gas varía en *proporción inversa a la presión* ejercida sobre él y en *proporción directa a la temperatura absoluta* que se aplica". Esto significa que cuando se aumenta la temperatura de un gas también aumenta el volumen; pero que cuando se aumenta la presión, el volumen disminuye.

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

P = Presión; V = Volumen; T = Temperatura.



8. Ley y número de Avogadro.

LEY DE AVOGADRO: "Bajo las mismas condiciones de presión y temperatura, un mismo volumen de cualquier gas contiene el mismo número de moléculas".

NÚMERO DE AVOGADRO: $A^\circ = 6.02 \times 10^{23}$ moléculas.

En condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 0°C), una mol de cualquier gas ocupa 22.4 litros.

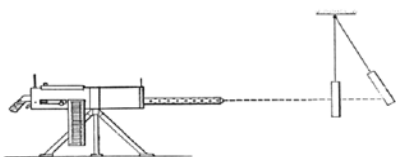
9. Concepto de gas ideal.

Un gas ideal es aquel que obedece al pie de la letra las leyes de los gases ideales. Los gases ideales están formados por puntos que no ocupan volumen ni se atraen entre sí desviando su comportamiento de las leyes establecidas. El gas ideal es una simplificación del estado gaseoso y es útil solo como marco de referencia. Los gases reales tienen un comportamiento más complicado.

10. La naturaleza de los conceptos ideales en la ciencia.

Un examen cuidadoso de la ley de Boyle y de la ley general de los gases, indica que son leyes aproximadas. Experimentos precisos han demostrado ligeras desviaciones de estas leyes en todos los casos. Además, las desviaciones se vuelven cada vez mayores conforme se pasa, de los gases simples, como el hidrógeno y el helio, a gases químicamente complejos y conforme se pasa a condiciones extremas de presión y temperatura.

11. La presión de los gases y la teoría cinética.

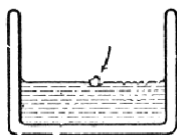


La presión de los gases es justificada en la teoría cinética al comparar el golpe de las moléculas con las paredes de un recipiente, como una ráfaga de ametralladora que ejerce presión sobre el blanco y lo empuja.

12. El cero absoluto de temperatura de acuerdo con la teoría cinética.

El cero absoluto es la temperatura teórica en que las moléculas de un gas ideal dejan de moverse y su volumen se vuelve cero. Para la escala Celsius el cero absoluto se encuentra a -273°C .

13. Efecto de las fuerzas moleculares.



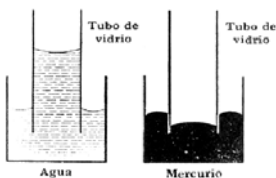
Debido a la **Tensión superficial**. Una aguja de acero puede flotar sobre la superficie del agua.

Fuerzas moleculares

Coesión: Es la atracción entre moléculas de la misma sustancia. La fuerza de cohesión es la responsable de la **tensión superficial**.

Adhesión. Es la atracción entre moléculas de sustancias diferentes. La **capilaridad** es un fenómeno producido por las fuerzas de adhesión

14. Atracción capilar.



La capilaridad consiste en el ascenso de líquido (agua) a través de un tubo capilar de vidrio como resultado de que las fuerzas de adhesión agua-vidrio son mayores a las de cohesión entre el agua. En el caso de que las fuerzas de cohesión sean mayores como en el caso del mercurio-vidrio en lugar de observarse un ascenso, se observa un descenso.

15. Difusión.

El fenómeno de difusión consiste en que si se ponen en contacto dos sustancias sin que se les agite, con el tiempo se observa que se han mezclado. Esto es producto del movimiento interno de las moléculas.

16. Ósmosis.

Consiste en el paso de líquido a través de una membrana semipermeable, desde un lugar en que el agua está más concentrada hasta el lugar en que se encuentra menos concentrada.



Cuestionario

1. ¿Cuántas moléculas, en condiciones normales, hay en un centímetro cúbico de aire?

2.7 X10¹⁹ moléculas

2. Explique alguna de las pruebas de la teoría molecular.

El movimiento Browniano: se produce por el choque entre las moléculas de agua y las partículas de polvo suspendidas; **La presión** es producto del choque de las moléculas del gas contra las paredes del recipiente.

3. Explique por qué una burbuja de aire que está dentro del agua, se hace mayor al elevarse.

Porque al ascender disminuye la presión, lo que provoca un aumento de volumen de acuerdo a la ley de Boyle.

4. ¿Cómo se explica la rápida difusión de un olor a través de un salón?

Por el movimiento y choque de las moléculas de aire con las de la sustancia aromática, los cuales difunden a ésta por todo el salón.

5. ¿Por qué es famoso el físico Bohr?

Por su modelo del átomo como un sistema planetario en el que los electrones se encuentran girando al rededor del núcleo ocupando diferentes niveles de energía.

6. Explique la diferencia entre un electrón y un protón.

El electrón tiene carga negativa y es de masa mucho menor. El protón tiene carga positiva, y su masa es mucho más grande.

7. Enuncie la ley de Boyle y explíquense sus limitaciones.

"El volumen de un gas varía en proporción inversa a la presión que se ejerce sobre él". Se limita a gases ideales o a gases que se encuentran a muy baja presión.

8. Un cuerpo, con mayor densidad que el agua, ¿forzosamente se hunde en ella?

No, si su peso total es menor que la tensión superficial, puede quedar flotando en la superficie.

9. Explique la diferencia entre capilaridad y ósmosis.

La capilaridad es atracción entre las paredes de un tubo y un líquido. La ósmosis es el paso de líquido a través de una membrana semipermeable (como la membrana celular).

10. Explique por qué el agua encrespada se calma derramando aceite sobre ella.

El aceite cambia el contacto entre fases haciendo que las fuerzas de cohesión del agua aumenten su tensión superficial.



Modulo # 8 Consideraciones Térmicas.

(LA NATURALEZA DEL CALOR; TERMOMETRIA;DILATACION; CALORIMETRIA; CAMBIOS DE ESTADO)

1. Diferencia entre calor y temperatura.

El calor es energía que cuando se agrega a un cuerpo (acercándole una flama o poniéndolo al sol, por ejemplo) produce una elevación de temperatura, un trabajo de expansión o un cambio de estado.

La temperatura es una escala, *una medida indirecta de la energía interna* promedio de las moléculas de un cuerpo.

Calor (causa) -----> temperatura (efecto)

2. Naturaleza del calor.

Antes se consideraba el calor como una especie de fluido (el calórico) que estaba contenido en la materia. B. Thompson dedujo que era mas bien algo relacionado al movimiento.

3. El calor como una forma de energía.

El calor es la energía misma asociada al movimiento caótico de las moléculas. La fricción desarrolla calor debido que, al frotarse las superficies, se incrementa la energía interna de sus moléculas.

4. Termometría.

La termometría es la medición de la temperatura de los cuerpos utilizando una propiedad física que se altere con el cambio de temperatura. La propiedad mas común utilizada es la dilatación de un líquido como el mercurio o el alcohol; aunque también se utilizan otras propiedades, como la conductividad eléctrica.

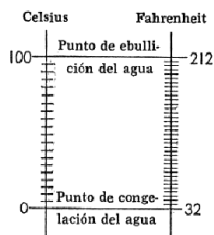
5. La dilatación térmica utilizada para medir la temperatura.



Mercurio en un termómetro de vidrio

La dilatación térmica del mercurio o el alcohol se utiliza cuando estos líquidos se encuentran en tubos capilares cerrados llamados termómetros. Los termómetros se gradúan tomando puntos fijos de referencia (como las temperaturas de congelación y ebullición del agua).

6. Escala Celsius y Fahrenheit.



Escala Celsius: los puntos de congelación y ebullición del agua son 0° C y 100° C respectivamente, ambos puntos se subdividen en 100 partes iguales.

Escala Fahrenheit: los puntos de congelación y ebullición del agua son 32° C y 212 ° C. Estos puntos se encuentran subdivididos en 180 partes iguales.

7. Conversión de una escala a otra.

$$^{\circ}\text{F} = 180/100 (^{\circ}\text{C}) + 32 = 1.8 ^{\circ}\text{C} + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = 100 (^{\circ}\text{F} - 32) / 180 = (^{\circ}\text{F} - 32)/1.8$$

8. Coeficiente de dilatación térmica.

Cada sustancia sólida se dilata de manera diferente, *la dilatación por unidad de longitud con cada grado de temperatura* se llama *coeficiente de dilatación lineal*. Cuando es por unidad de área, se llama coeficiente de dilatación superficial, y cuando es por unidad de volumen, recibe el nombre de coeficiente de dilatación cúbica.



9. Dilatación de gases.

Dilatación de gases. El coeficiente de dilatación cúbica es aproximadamente el mismo para todos los gases y es muy aproximadamente el recíproco del número 273, por grado Celsius. Esto significa que al elevar la temperatura de un gas de 0°C a 1°C , su volumen aumenta una fracción igual a la $1/273$ ava parte de su volumen inicial; esto también significa que un gas disminuye su volumen en $1/273$ ava parte de su volumen inicial, si se enfría un grado Celsius.

CERO ABSOLUTO: Es la temperatura donde cesa toda actividad de las moléculas, corresponde a -273°C ó -459°F . El cero absoluto es la mínima temperatura que se puede alcanzar.

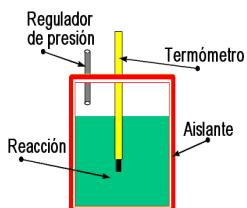
10. Las fuerzas moleculares involucradas en la dilatación térmica.

El acero aumenta su longitud en aproximadamente once partes por millón, por grado Celsius; cuando se considera la fuerza necesaria para estirar una barra de acero en once partes por millón, es maravillosa la sencilla manera en que la elevación de temperatura de sólo un grado Celsius, produce el mismo efecto. La energía está, evidentemente, involucrada en este proceso.

11. Cantidad de calor.

Se acostumbra comparar con el calor necesario para calentar un grado a una cierta cantidad de agua. *La cantidad de calor que debe elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius, se define como una caloría* [en Estados Unidos se emplea la unidad térmica británica (BTU) que es igual a 252 calorías]. Por otro lado, la caloría empleada por los nutriólogos es la llamada gran caloría o kilocaloría, que vale 1 000 calorías. Debe ser claro que la caloría está definida con relación a una sustancia determinada -el agua- a su unidad de masa y a la unidad de temperatura.

12. Calorimetría y calor específico.



CALORÍMETRO

CALOR ESPECÍFICO: es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Celsius de temperatura la cantidad de un gramo de sustancia.

CALORIMETRÍA: Es el procedimiento utilizado para medir el calor de un cuerpo cuando éste lo cede al agua contenida en un calorímetro. El cambio de temperatura en el agua es una medida directa de las calorías cedidas por el objeto al agua.

Ejemplo: si el calorímetro tiene 100 g de agua y se elevó 5°C la temperatura, entonces el calor cedido por el objeto fue de $5 \times 100 = 500$ calorías.

13. Estados de la materia, calor de vaporización.

Para que la materia cambie su estado de agregación (pase de sólido a líquido o de líquido a gaseoso) necesita absorber una cierta cantidad de calor, este calor se llama "calor latente" de cambio de fase. Durante el cambio de fase, no hay aumento ni disminución de temperatura, hasta que toda la sustancia haya cambiado de fase.

El calor de vaporización es el calor necesario para que un gramo de sustancia se evapore. Para el agua, el calor de vaporización es de 540 calorías por gramo.

14. Cambio del punto de ebullición con la presión.

El punto de ebullición de una sustancia aumenta al aumentar la presión y disminuye si esta disminuye.

15. Ebullición, evaporación y presión de vapor.

La ebullición y la evaporación son cosas diferentes. En la ebullición el líquido se convierte en gas "dentro del líquido" por efecto del calor recibido por las moléculas. La evaporación, en cambio, es un fenómeno de superficie, que tiene lugar cuando las moléculas del líquido "saltan fuera" y son llevadas por el aire.

La presión de vapor es la máxima presión que tiene el vapor de un líquido en un recipiente cerrado a una temperatura dada.

16. Humedad.

La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire. Hay un cantidad máxima de agua que el aire puede contener a una temperatura dada, a esa cantidad se le llama punto de saturación.

HUMEDAD ABSOLUTA: Es el contenido total de agua en el aire.

HUMEDAD RELATIVA: Es el porcentaje de agua referido al punto de saturación.

17. Rocío.

El rocío se forma cuando el aire del ambiente queda sobresaturado de humedad debido a un descenso de temperatura, cuando esto ocurre se forman gotitas de agua en la superficie de los cuerpos expuestos, a estas gotitas se les llama rocío.



18. Congelación y calor de fusión.

CONGELACIÓN: es el paso de líquido a sólido. FUSIÓN: es el paso de sólido a líquido.

CALOR DE FUSIÓN: es el calor necesario para fundir 1 gramo de sustancia; el del agua es de 80 calorías / gramo.

19. Refrigeración.

El calor de fusión es importante en la refrigeración con hielo, la que no hace mucho tiempo era el método común de refrigeración casera. Los alimentos pueden ser mantenidos fríos en una caja con hielo por la fusión de éste, asegurándose de que las 80 calorías por gramo se toman del alimento y no del exterior; por consiguiente, tanto los alimentos como el hielo deben estar rodeados por una caja aisladora del calor, y la eficiencia del refrigerador de hielo es directamente proporcional a su aislamiento térmico.

20. Sublimación.

Es el paso de un sólido al estado gaseoso sin pasar por el líquido. Hay ciertas sustancias que subliman como el CO₂ sólido a temperatura ambiente (hielo seco). Los cristales de yodo si se calientan también subliman generando vapores color violeta.

21. Aire líquido.

El aire se vuelve líquido a -180 °C a presión atmosférica. Todos los gases se pueden licuar si se consiguen las condiciones de temperatura y presión adecuada.

22. El Punto triple.

El punto triple son las condiciones de presión y temperatura en las cuales una sustancia subsiste en equilibrio con sus tres estados, sólido líquido y gaseoso. **Para el agua, el punto triple se encuentra en 4.06 mm Hg de presión y 0.0075 °C de temperatura.** En estas condiciones el agua hierve y se congela a la vez.

Cuestionario

1. ¿Por qué cuando el termómetro se coloca en agua caliente su columna de mercurio generalmente desciende un poco?

Por la dilatación del vidrio en contacto con el agua caliente, antes de que el mercurio se caliente.

2. Un plato de pyrex se rompe más difícilmente cuando se calienta que un plato de vidrio ordinario. ¿Cómo puede relacionarse este fenómeno con los coeficientes de dilatación de estas dos sustancias?.

El vidrio Pyrex tiene menor coeficiente de dilatación que el vidrio común.

3. ¿Sirve el procedimiento de sumergir la tapa metálica de un frasco en agua caliente para aflojarla y quitarla más fácilmente?.

Si, porque esto hace que el metal se dilate y se afloje el sello.

4. ¿Cuál es la diferencia entre el calor y la temperatura?

El calor es energía que cuando se agrega a un cuerpo (acercándole una flama o poniéndolo al sol, por ejemplo) produce una elevación de temperatura, un trabajo de expansión o un cambio de estado. La temperatura es una escala, *una medida indirecta de la energía interna* promedio de las moléculas de un cuerpo.

5. Diga si es correcto que un meteorólogo informe que puede esperarse que la temperatura se entibie o se enfríe, según sea el caso.

No, lo que se entibia o se enfría es la masa de aire, no la temperatura; la temperatura baja o sube.

6. En un termómetro Celsius se lee - 40° . ¿Cuál será la lectura en un termómetro Fahrenheit?.

$$^{\circ}\text{F} = 1.8\ ^{\circ}\text{C} + 32 = 1.8(-40) + 32 = -40\ ^{\circ}\text{F}$$

7. Generalmente es posible, por medio de calentamiento suave, quitar el tapón pegado de un frasco de vidrio. Explique ¿por qué?.

Se reblandece el sello y se dilata la tapa aflojando el cierre.

8. Diga si un litro de agua hirviendo está más caliente que un metro cúbico de ella. ¿Cuál contiene más calor?.

No está mas caliente, por que ambos tienen la misma temperatura; pero el metro cúbico contiene mas calor debido a que su masa es 10 veces mayor y,



por lo mismo, el calor total contenido aumenta en la misma proporción.

9. Diga por qué razón el vapor de agua a 100°C ocasiona una quemadura más grave que el agua hirviendo a la misma temperatura.

Porque además del calor debido a la temperatura, el vapor contiene el calor de vaporización que al entrar en contacto con la piel produce un mayor efecto térmico.

10. ¿Por qué se calienta un gas al comprimirlo y se enfría al dilatarlo?

Debido al trabajo realizado al comprimirlo, como ocupa menor volumen, el exceso de calor se convierte en movimiento molecular que eleva la temperatura.

11. Explique por qué el aire que escapa por la válvula de un neumático de automóvil se siente frío..

Es debido a la expansión del gas (aire) cuyas moléculas absorben calor al expandirse.

12. Explique por qué es imposible patinar sobre el vidrio.

Por que no se funde con la presión ni genera una capa líquida sobre la cual deslizarse.

13. El tiosulfato de sodio se usa a veces en lugar del hielo en pistas cubiertas para patinar. ¿Qué característica tiene que lo hace útil para este propósito?

Tiene la capacidad de licuarse al ser sometido a una presión y volverse a solidificar cuando se ha eliminado dicha presión. A esta propiedad se le llama **regelación**, es decir el tiosulfato, al igual que el hielo, puede **regelarse**.

14. ¿Por qué es necesario adicionar humedad en el invierno al aire de una casa?

Porque la calefacción utilizada en invierno tiende a resecar demasiado el ambiente, lo que favorece las enfermedades respiratorias.

15. Explique ¿por qué se deposita humedad en el exterior de una jarra que contiene hielo?

Es debido a la condensación de la humedad sobre las paredes frías de la jarra.

16. Explique por qué el sudor es más molesto en un día húmedo que en un día seco, aunque la temperatura sea la misma.

En un día seco, el sudor producido se evapora fácilmente, mientras que en un día húmedo el aire se encuentra saturado de humedad y es difícil la evaporación; por eso el sudor se acumula y moja la ropa.



Modulo # 9 Consideraciones Térmicas.

(LA NATURALEZA DE LA TRANSMISION DEL CALOR)

1. Las tres formas en que se transmite el calor.

CONDUCCIÓN: Es la forma en que el calor se transmite en los sólidos, consiste en que si se calienta un extremo del cuerpo (como una varilla o placa de hierro) el calor contenido en el extremo caliente se extenderá hasta el extremo frío en un tiempo que depende de la capacidad conductora del cuerpo. En los metales la conducción es muy rápida, pero en otros cuerpos denominados aislantes, la conducción será muy pobre. La conducción se explica por el movimiento vibratorio de las moléculas, el cual se trasmite de una a otra.

CONVECCIÓN: Es la forma en que el calor se propaga en los fluidos (líquidos y gases), consiste en la formación de corrientes de fluido, en donde las partes mas calientes suben debido a su menor densidad haciendo que las mas frías bajen para ocupar el espacio dejado por las calientes. De esta manera el fluido circula distribuyendo el calor por el recipiente.

RADIACIÓN: las superficies calientes lanzan paquetes de radiación infrarroja (rayos de calor con longitudes de onda entre 0.8 y 100 micrómetros). Estos rayos de calor viajan en el vacío debido a que son radiación electromagnética. El calor que nos llega del sol se transmite de esta forma.

2. Naturaleza de la energía radiante.

La energía radiante es aquella que se transmite mediante ondas electromagnéticas, y que incluye desde las ondas de radio, hasta los rayos X, pasando por las ondas de calor (radiación infrarroja), la luz visible y la luz ultravioleta, etc.

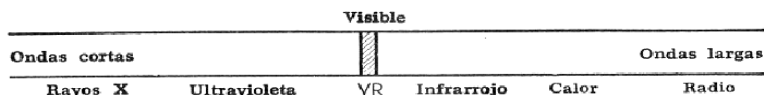


FIG. 1. El espectro electromagnético se extiende desde los muy cortos rayos X hasta las muy largas ondas de radio. La porción visible comprende una banda muy estrecha del violeta al rojo

3. Color asociado con la radiación.

Cuando un objeto se calienta (como un horno o un metal) se observan distintos cambios de color a medida que aumenta su temperatura: pasa primero por un rojo, luego se vuelve naranja, al seguir calentándose pasa al amarillo y finalmente al blanco). El análisis de estas radiaciones se llama espectroscopia.

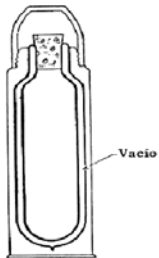
4. Ley de la radiación Térmica.

La rapidez con que se radia o emite el calor depende del tamaño de la superficie del cuerpo radiante, de su temperatura y de su naturaleza. La dependencia de la temperatura no es una proporcionalidad lineal, sino una proporcionalidad a la cuarta potencia, es decir, que si se duplica la temperatura absoluta de la superficie del cuerpo, no se duplica la rapidez con que se emite la radiación, sino que se aumenta 16 veces. Así, aunque todos los cuerpos con temperatura mayores del cero absoluto emiten radiación, los cuerpos calientes siempre se enfrían por radiación más rápidamente que los fríos.

5. Características superficiales de los radiadores.

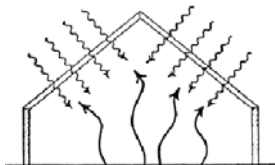
Las superficies rugosas se enfrían más rápidamente que las lisas y las superficies negras más que las blancas. El peor radiador concebible es, entonces, una superficie perfectamente reflectora, como un espejo muy pulido de plata. Las estufas y los radiadores negros suministran más calor que los que están pintados con colores claros, y que los tanques de agua caliente pintados de blanco pierden menos calor que los pintados de otro color.

6. La botella "termos".



El éxito de la botella "termos" se debe a que reduce al mínimo los tres modos de transmisión del calor. Esta botella consiste en un recipiente de doble pared con un espacio vacío -el peor conductor- entre dichas paredes. (Fig. 2) El único lugar por donde puede escapar el calor por conducción es por el tapón, y éste, por lo general, es de corcho; además, el espacio vacío también elimina la posibilidad de corrientes de convección. Finalmente, las paredes están por lo general plateadas, así que si el calor escapara por radiación a través del espacio vacío, sería reflejado de nuevo hacia el interior de la botella. La botella debe mantener su contenido durante más tiempo frío que caliente, porque los cuerpos calientes radian más rápidamente el calor que los fríos.

7. Transmisión y selección selectiva de radiación.



Ciertas sustancias son más transparentes a las ondas luminosas (cortas) que a las ondas térmicas o de calor (largas); es decir, transmiten las ondas de una cierta longitud, pero son opacas a otras de longitud diferente. Algunas sustancias también absorben longitudes de onda especiales. Un invernadero presenta una situación interesante. La luz se transmite fácilmente a través de las ventanas de vidrio y bastante energía radiante se absorbe por los cuerpos y el piso dentro del invernadero; estos cuerpos inmediatamente vuelven a radiar la energía como ondas de calor, pero con longitudes demasiado grandes para penetrar en los vidrios de la ventana (Fig.3). De esta manera, la energía penetra como onda corta, pero no puede escapar porque estas ondas son convertidas a ondas largas.



8. La Teoría Cuántica.

Por 1900, Max Planck, físico alemán, hizo un estudio intensivo de la distribución de la energía en el espectro de la radiación, intentando formular una relación matemática que indicase la cantidad de energía correspondiente a diversas longitudes de onda, es decir, asociada con los diferentes colores, llegando entonces al convencimiento de que las leyes de la física clásica eran inadecuadas para explicar los hechos observados. En particular encontró que en lugar de suponer que la energía radiante se propaga como una perturbación ondulatoria continua, era necesario postular que la energía se radia en porciones, o paquetes, siendo cada uno de ellos un número entero de unidades elementales a las que Planck llamó "cuanta" o "cuantos".

Cuestionario

1. Algunas personas están inclinadas a jactarse del lapso que mantienen el hielo en un refrigerador, cuando lo envuelven en un periódico. Comentar.

El "refrigerador" al que se refiere el autor es la hielera, la cual enfriaba mediante hielo. En este caso, si se podía mantener el hielo por mas tiempo al envolverlo en papel. Pero si se toma en cuenta que la capacidad de enfriamiento del hielo sobre los alimentos dependía precisamente de que se derritiera, entonces el uso de periódico en realidad reducía la capacidad enfriadora de la hielera haciéndola inútil.

2. ¿Por qué se emplea una gruesa capa de aire para aislar hornos?.

Para reducir el enfriamiento por conducción.

3. Los carámbanos se observa a menudo que funden en el lado sur de una casa, más pronto que en el lado norte, ¿por qué?.

Porque en invierno, el sur es la parte que recibe mayor radiación solar.

4. ¿Cuál es el efecto de una chimenea en una habitación sin ventilación?

Se llena de humo.

5. Cuando una chimenea humea al principio, después de algún tiempo de encendida suele dejar de humear, ¿por qué?

Porque se forman corrientes de convección que oxigenan los leños y expulsan el aire viciado hacia el exterior.

6. Explique por qué una persona, cerca del fuego de la chimenea, puede sentir calor en la cara y frío en la espalda.

Porque el calor irradiado le llega de frente, pero el aire frío del ambiente golpea su espalda.

7. Explique por qué un termo mantiene más tiempo las cosas frías que las calientes.

Porque un cuerpo caliente pierde calor mas rápidamente que un cuerpo frío.

8. ¿Cuáles son algunos postulados de la teoría cuántica?.

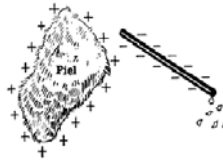
Que la radiación se propaga mediante paquetes discretos de energía llamados cuantos. Que la naturaleza de la luz es dual, a veces se comporta como onda y a veces como partícula.



Modulo # 10 Consideraciones Eléctricas.

(ELECTRICIDAD ESTATICA; CARGAS; POTENCIAL; CAPACITANCIA)

1. Electricidad por fricción.



Si una barra de ebonita (hule duro) se frota vigorosamente con una piel, adquiere la propiedad de atraer pedacitos de papel y de médula de saúco (Fig. 1). Los griegos observaron este efecto al frotar la resina de ambar, motivo por el cual se le llamó fuerza eléctrica a este efecto, ya que en griego la palabra **elektron** significa ambar.

FIG. 1.
Una barra de ebonita, frotada con una piel, atrae pedacitos de papel debido a su carga eléctrica.

2. Semejanza entre fuerzas eléctricas y magnéticas.

Los griegos también observaron que una piedra (la magnetita que se encontraba en la tierra de un pueblo llamado los **magnetos**) tenía la propiedad de atraer algunos metales como el hierro. Con el tiempo el nombre de este pueblo pasó a convertirse en el nombre de una fuerza llamada magnetismo.

Las fuerzas eléctrica y magnética están relacionadas y tienen algunas características comunes como: ambas son fuerzas de campo (que actúan a distancia, sin que haya contacto entre los cuerpos), también en ambas existe la llamada "polaridad", es decir, se manifiestan dos tipos de polaridades atrayéndose los polos contrarios y repeliéndose los polos iguales. Ambas también son manifestaciones de un mismo principio: la carga eléctrica.

3. Teoría de los dos fluidos eléctricos.

Las observaciones mostraban que al frotar vidrio con seda y ebonita con lana producía dos cargas diferentes (a la carga presente en el vidrio se le llamó positiva y a la presente en la ebonita se le llamó negativa), también se observó que el vidrio y la ebonita cargados se atraían y que dos cuerpos de vidrio cargado y dos de ebonita cargados se repelían mutuamente. Así, dos fundamentales clases de electricidad fueron postuladas y se descubrió una ley muy importante que dice en parte que cargas semejantes se repelen y cargas diferentes se atraen.

4. Teoría de un solo fluido.

Benjamín Franklin postuló que debería haber solo una carga que se pasara de un cuerpo a otro (la positiva) y que la carga negativa era producto de la deficiencia de carga positiva. Hoy en día mucha de la terminología que se maneja en electricidad es producto de esta idea, donde se pensaba que era la carga positiva la que se movía.

5. Ley de Coulomb.

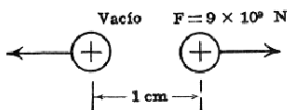


FIG. 2. Si dos cargas puntuales e iguales, colocadas a un metro de distancia en el vacío se rechazan con la fuerza de 9×10^9 (9 000 millones) de newtons cada carga valdrá un coulomb.

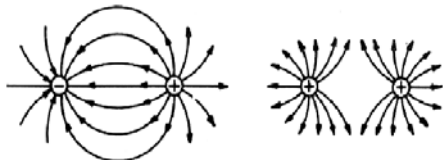
Esta ley dice que la fuerza entre dos cargas varía directamente como su producto e inversamente como el cuadrado de su separación.

$$F = k q_1 \cdot q_2 / d^2 \quad k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

6. Concepto de campo eléctrico.

La región que rodea una carga es, por tanto, donde se manifiestan las fuerzas eléctricas; esta región se llama campo eléctrico.

7. Intensidad del campo eléctrico.



La intensidad del campo eléctrico en un punto, se define como **la fuerza que recibe la unidad de fuerza positiva colocada en el punto considerado**; esta magnitud es vectorial.

Al considerar la intensidad del campo (E) en diferentes puntos en el campo eléctrico de un cuerpo cargado, se sugiere el concepto de líneas de fuerza para representar esta cantidad (Fig. 3). Una línea de fuerza es el camino que toma una carga positiva libre, y se acostumbra imaginar que las líneas de fuerza salen de las cargas positivas y entran en las negativas, pues una carga positiva es rechazada por las positivas y atraída por las negativas. **El valor de E** en un punto dado se

representa por la concentración de líneas de fuerza en ese lugar, medido por **el número de líneas atravesando perpendicularmente a la unidad de área**.



8. Potencial eléctrico.

El potencial eléctrico se define como **el trabajo que se necesita hacer para mover una carga positiva hacia otra del mismo signo**. La diferencia de potencial entre dos puntos, o voltaje, equivale a la energía liberada (trabajo producido) cuando se ponen en contacto esos dos puntos por medio de un conductor. La unidad de voltaje es el **volt**.

1 volt es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos, si se necesita un Joule de trabajo para mover 1 Coulomb de carga.

9. Conducción eléctrica y aislamiento.

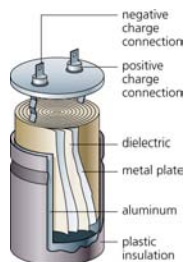
Se llaman conductores a las sustancias que permiten el paso de las cargas eléctricas con facilidad; los metales son buenos conductores.

Se llaman aislantes a aquellas sustancias que impiden el paso de las cargas de una parte a otra; el vidrio, los plásticos, la madera y el aire seco son aislantes.

10. La teoría electrónica.

La mayoría de los fenómenos electrostáticos se deben a la presencia de electrones libres asociados con la materia, cuando se frota un material con otro y se generan cargas, éstas se deben a que hay una separación de las cargas originalmente contenidas en los materiales. La diferencia de potencial es, por tanto, una acumulación de electrones en exceso por un lado y una deficiencia en el otro.

11. Capacidad eléctrica o capacitancia.



La capacitancia es la **cantidad de carga que es necesaria para elevar el potencial eléctrico de un material conductor en un volt**. La unidad de capacitancia es el Faraday.

$$1 \text{ Faraday} = 1 \text{ Coulomb/Volt}$$

Un conductor, o una combinación de conductores o aisladores con capacitancia, se llama un condensador o capacitor. Estos consisten de varias capas de papel de estaño separadas por hojas de papel parafinado y empaquetadas en depósitos sellados.

FIG. 4. Capacitor.

12. Detección de la carga eléctrica.



FIG. 5. Electroscopio.

El electroscopio de hojas de oro que consiste de dos delgadas tiras de oro colgando de una varilla metálica que atraviesa un tapón aislador, colocadas en un frasco de vidrio, de tal manera que los extremos de las hojas cuelgan sin tocar al vidrio; el frasco de vidrio sirve solamente como protección de influencias exteriores, tales como corrientes de aire. La parte superior de la varilla termina en un botón o esfera metálica que se encuentra en el lado exterior del tapón (Fig.5). Cuando un cuerpo cargado toca la esfera del electroscopio, las hojas de oro divergen porque cada una de ellas recibe carga del mismo signo y entonces se repelen mutuamente.

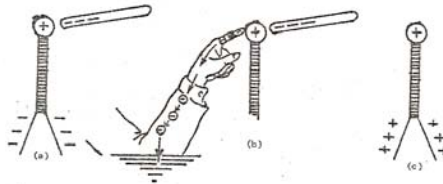


FIG. 6. Formas de cargar un Electroscopio por inducción: al acercar una carga cualquiera los electrones se mueven (repelidos) hasta las hojas de oro y como consecuencia éstas se separan. Al conectar a tierra el electroscopio, los electrones escapan y queda cargado positivamente.



Cuestionario

1. ¿Qué significa el término "capacitancia"?

Es la cantidad de carga necesaria para elevar el voltaje de un material en 1 volt.

2. Una bolita de médula es atraída por un cuerpo cargado y al tocarlo es bruscamente rechazada; ¿por qué?

Primero: el exceso de carga en el cuerpo cargado induce una carga contraria en las bolitas de sauco atrayéndolas y haciéndolas saltar. Luego: al entrar en contacto ambos cuerpos, las cargas en exceso se distribuyen en los dos cuerpos, quedando ambos cargados con el mismo tipo de carga; esto hace que finalmente se repelan, haciendo que las bolitas se separen bruscamente.

3. Los camiones transportadores de gasolina llevan una cadena colgante; ¿por qué esto disminuye el riesgo de incendio?

La cadena permite que las cargas, acumuladas con el roce del aire seco, se eliminen pasando a la tierra.

4. ¿Por qué se recomienda que la limpieza de prendas de seda con gasolina se haga al aire libre?

Para evitar incendios al acumularse vapor cuando hay una chispa que se produce por la descarga electrostática.

5. Explique por qué se pierde carga a través de un cuerpo metálico con punta.

Para una misma cantidad de carga y masa, la diferencia de potencial generado es mayor en los cuerpos de sección estrecha.

6. Diga por qué es preferible no decir que un cuerpo positivamente cargado ha ganado cargas positivas, sino mejor decir que ha perdido electrones.

Porque son los electrones los que se mueven cuando hay transferencia de cargas (teoría electrónica)..

7. Una bolita de médula descargada se suspende de un hilo; ¿qué sucede si una barra cargada positivamente se le acerca?

Es atraída por inducción de las cargas en la superficie de la bolita.

8. Una barra cargada positivamente se acerca a un electroscopio cargado. Si las hojas caen, ¿cuál es la carga del electroscopio?

Negativo

9. ¿Debe uno tenderse en el suelo si es sorprendido en una llanura por una fuerte tempestad? ¿O debe uno colocarse debajo de un árbol aislado?

Es mejor tenderse al suelo, el árbol tiene muchas puntas y puede actuar como pararrayos.

10. ¿Cómo se compara la masa del núcleo de un átomo de hidrógeno con la de un electrón?

La masa del protón (el núcleo de Hidrógeno) es 1836 veces mayor que la del electrón.

11. Si dos pelotas de pin-pong cargadas se rechazan entre sí ¿qué podrá decirse con respecto a sus cargas?

Que son iguales.



Modulo # 11 Magnetismo.

1. Fenómenos magnéticos elementales.

El magnetismo es una propiedad que presentan ciertos materiales, como la piedra magnetita, que les permite atraer a otros como el hierro. Los cuerpos que poseen esta propiedad se llaman imanes. Los imanes poseen dos polos llamados NORTE Y SUR por comparación con los polos norte y sur de la tierra. Al igual que las cargas eléctricas, los polos del mismo tipo se repelen y los de diferente tipo se atraen.

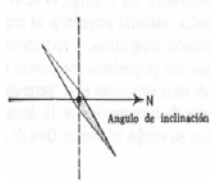
2. Explicación del magnetismo.

Originalmente el magnetismo se explicaba por la presencia de partículas diminutas llamadas "polos norte y sur" muy parecidas a las cargas eléctricas "negativa y positiva", en la actualidad la fuerza magnética es explicada por el movimiento de los electrones, la cual produce el campo magnético. Se dice que los átomos dentro de los imanes se "orientan" en la misma dirección de manera que el campo magnético generado es la suma de los pequeños campos atómicos.

3. Magnetismo Terrestre.

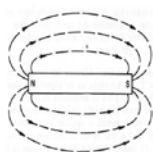
La tierra posee un núcleo de hierro en su interior y esto hace que se comporte como un gran imán esférico con su eje magnético haciendo un ángulo respecto al eje de rotación. El extremo norte de una brújula no apunta hacia el norte geográfico, sino hacia el polo magnético que está situado al norte de la bahía de Hudson en Canadá. Puesto que los polos magnéticos y geográficos de la Tierra no coinciden, el eje de la brújula hace por lo general un ángulo con la dirección del norte geográfico; este ángulo, llamado **ángulo de declinación**, vale en la ciudad de México, por ejemplo, unos $8^{\circ}25'$ al este del norte.

4. Ángulo de inclinación.



Los imaginarios polos magnéticos de la Tierra no están en su superficie, sino a una gran profundidad; esto explica el fenómeno de que una brújula suspendida de tal modo que pueda girar tanto en el plano horizontal como en el vertical, tienda a apuntar hacia abajo en todos los puntos de la Tierra, menos en el llamado ecuador magnético (Fig. 1). El ángulo que la brújula hace con la horizontal se llama ángulo de inclinación y en la ciudad de México vale unos $47^{\circ}16'$, apuntando el norte hacia el suelo.

5. Líneas magnéticas de fuerza.



Para visualizar la dirección del campo magnético en cualquier punto al rededor del imán, se dibujan las llamadas líneas de fuerza, que representan la orientación que tendría la aguja de una pequeña brújula si se moviera al rededor del mismo. Estas líneas de fuerza pueden hacerse visibles por medio de limadura de hierro esparcida sobre la superficie de un papel debajo del cual existe un imán.

6. Materiales magnéticos.

Materiales magnéticos. Es costumbre asociar los fenómenos magnéticos con el hierro, lo que se debe no sólo a que los primeros descubrimientos de las propiedades magnéticas se encontraron en minerales de hierro, sino también a que el hierro es la sustancia, naturalmente magnética más común que se presenta en la naturaleza. Sin embargo, es un error suponer que el hierro es la única sustancia magnética; el níquel y el cobalto presentan propiedades magnéticas, y recientemente se han fabricado aleaciones con propiedades magnéticas mejores que las del hierro; una de estas aleaciones es el "permaloy", desarrollado en los laboratorios de investigación de la American Telephone Company para uso en equipo telefónico. Otra de estas aleaciones es el "alnico".

7. Inducción magnética.

Cuando se coloca un trozo de hierro cerca de un imán (sin tocarlo) éste se magnetiza de manera que su polo sur está cerca del norte del imán y el polo norte se aleja al extremo contrario. Es como si la varilla desimantada estuviera compuesta de miríadas de imanes moleculares alargados, capaces de orientarse por sí mismos. En la varilla desimantada, estas moléculas se encuentran desordenadamente orientadas, pero en la vecindad de un, digamos, fuerte polo magnético norte, todos los extremos sur de los imanes moleculares son atraídos hacia el polo norte, y todos los extremos norte son rechazados, quedando así la varilla imantada con polos iguales y opuestos.

8. Permeabilidad magnética.

Una de las propiedades del permaloy es la facilidad con que se imanta con gran fuerza bajo la influencia de un campo magnético relativamente débil, lo que se debe a la propiedad llamada en términos técnicos **permeabilidad**. Esta propiedad ofrece uno de los medios más útiles para clasificar las sustancias magnéticas. Si, por ejemplo, una sustancia es intensamente magnética, su permeabilidad es muy alta, y se dice que es **ferromagnética**. Si, por su presencia, una sustancia aumenta un campo magnético, pero no tan intensamente como una ferromagnética, esa sustancia se llama **paramagnética**. Por otro lado, el bismuto se caracteriza porque, por su presencia, debilita a un campo magnético; de ahí que se diga que el bismuto es **diamagnético**. Las sustancias paramagnéticas se caracterizan por permeabilidades mayores que la unidad, mientras que las diamagnéticas tienen una permeabilidad menor de uno.



Cuestionario

1. ¿Qué significa la expresión "polo norte de la brújula"?

Es la parte de la aguja que apunta hacia el polo norte magnetico de la tierra.

2. Diga ¿qué es ángulo de declinación y ángulo de inclinación?.

ÁNGULO DE DECLINACION: es la desviación de sufre la aguja de la brújula en relación al polo norte geográfico.

ÁNGULO DE INCLINACION: es el ángulo que forma la aguja de una brújula libre de girar respecto a la horizontal, apuntando hacia abajo de la tierra cundo se dirige hacia el polo norte.

3. ¿Qué es lo que quiere decir campo magnético?

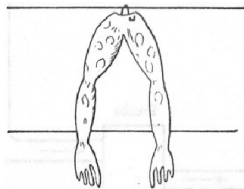
Son las líneas de fuerza magnética que atraviesan una sección de espacio al rededor de un iman.



Modulo # 12 Consideraciones Eléctricas.

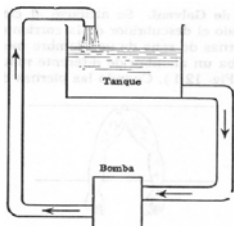
(CORRIENTE ELÉCTRICA)

1. Experimento de Galvani.



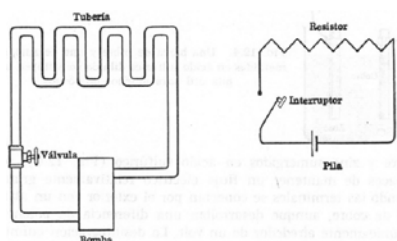
Galvani colgó un par de piernas de rana de un alambre metálico cerca del cual se encontraba un alambre de diferente material conectado con el primero (Fig.1). Cuando las piernas de la rana tocaban accidentalmente el segundo alambre, aquéllas se contraían. La interpretación dada a este fenómeno fue que se establecía una diferencia de potencial eléctrico debido a la reacción química entre las piernas de la rana y los metales diferentes, obligando así a la electricidad a fluir a través del circuito eléctrico establecido de este modo.

2. Flujo de cargas.



Cuando dos puntos con diferente concentración de carga (diferencia de potencial) se ponen en contacto por medio de un alambre conductor, se establece una corriente eléctrica. En cuanto las cargas se igualan, la diferencia de potencial desaparece y la corriente deja de fluir. Esto es parecido a un tanque elevado que contiene agua y la deja fluir hasta donde se necesita por medio de su diferencia de altura (diferencia de potencial).

3. Circuito eléctrico.



En la Fig. 3 tenemos la comparación entre el circuito eléctrico y la corriente de agua que baja desde un tanque que es alimentado con una bomba. En el circuito, la batería hace las veces de bomba que mueve la carga y mantiene la diferencia de potencial.

4. Fuerza electromotriz y corriente.

Se llama fuerza electromotriz (FEM) a la diferencia de potencial (voltaje) producido por una fuente como una pila o un generador.

La corriente es la rapidez con que fluyen las cargas. La unidad de corriente es el amper, un amper es igual a 1 Coulomb por segundo.

5. Resistencia eléctrica.

La resistencia es la **oposición al paso de la corriente** eléctrica que experimentan los cuerpos. La resistencia depende del tipo de material de que está hecho el cuerpo, si como de su anchura y longitud. Un material estrecho ofrece mayor resistencia que uno ancho, también un alambre largo opondrá mayor resistencia que uno corto.

6. Ley de Ohm.

"La corriente que pasa por un circuito es directamente proporcional al voltaje (diferencia de potencial) de la fuente de poder, e inversamente proporcional a la resistencia del circuito".

$$i = V/R$$

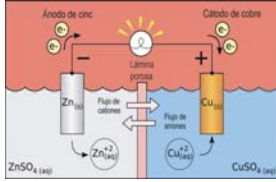
i = corriente, V = voltaje, R = resistencia.

7. Efectos de la corriente eléctrica.

Las corrientes eléctricas pueden reconocerse por los efectos o los fenómenos que ellas producen y que son el efecto químico, el térmico y el magnético. De hecho, todo lo que se sabe en relación a las corrientes eléctricas resulta de la información que se tiene indirectamente al estudiar estos efectos.

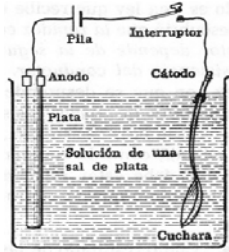


8. Pila eléctrica y Electrólisis.



La pila eléctrica, consiste en la generación de corriente a partir de una reacción química. En este caso, la reacción química que ocurre en el interior de la pila, separa los electrones depositándolos en uno de los electrodos (ánodo), mientras que el otro electrodo (cátodo) queda con una deficiencia de electrones, cargado positivamente. Esta separación de cargas produce una diferencia de potencial o voltaje entre los electrodos que es aprovechado para producir corriente.

Pila eléctrica también llamada celda galvánica.



Celda electrolítica: La electrólisis consiste en hacer pasar una corriente por una solución conteniendo sales disueltas las cuales se van a hacer reaccionar por medio de la corriente.

Galvanoplastia. La plata se deposita sobre la cuchara conectada al cátodo de la celda, cuando se cierra el circuito.

9. La unidad legal de corriente eléctrica.

La unidad legal de corriente eléctrica es el ampere (o amperio), que se define en función de la masa de plata depositada por segundo de una solución especificada de nitrato de plata*.

* esta definición fue válida hasta 1948, cuando se le redefinió de la siguiente manera: *El amperio es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud.*

10. Efectos térmicos de la corriente eléctrica.

La corriente eléctrica que pasa por un conductor, hace que éste se caliente. La conversión de energía eléctrica en calor es el fundamento de muchos aparatos eléctricos. La cantidad de calor que se libera depende de la corriente y de la resistencia del circuito que atraviesa y se encuentra enunciado en la **ley de Joule**.

Este efecto fue definido de la siguiente manera: *"El calor generado por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente"*. Matemáticamente se expresa como

$$Q = i^2 \cdot R \cdot t$$

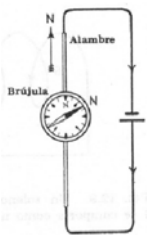
11. Potencia eléctrica.

La potencia eléctrica es el trabajo realizado o calor disipado por la corriente en una unidad de tiempo, se obtiene multiplicando el voltaje por la corriente.

$$P = V \cdot I$$

La unidad de potencia es el Watt, un Kilowat es igual a 1000 wats.

12. Efectos magnéticos de la corriente eléctrica.



Cuando una brújula se coloca junto a un alambre que lleva corriente eléctrica, se observa que ésta se desvía, debido al campo magnético generado en el alambre cuando pasa la corriente. Esto quiere decir que una corriente es capaz de generar un campo magnético.

FIG 6 . Una brújula colocada arriba de un alambre horizontal que lleva corriente hacia el norte, es desviada hacia el oriente. Este fenómeno fue descubierto por Oersted.

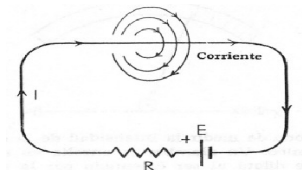


FIG.7 El campo magnético rodea al conductor eléctrico que lleva corriente.

13. El electroimán.

Cuando un alambre se enrolla como un solenoide (como un resorte) y se pasa corriente por él, se observa que dicho solenoide se comporta como un imán con polaridades norte sur. Si a este solenoide se le introduce un núcleo de hierro, la fuerza del imán se incrementa por la inducción. Este sistema constituye lo que se llama un electroimán.

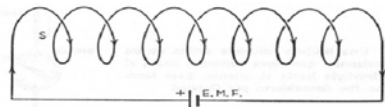
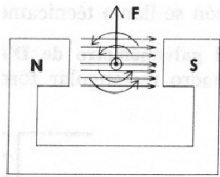


FIG.8 Un solenoide largo que lleva una corriente de intensidad se comporta como una barra imán con los polos norte y sur como se indica

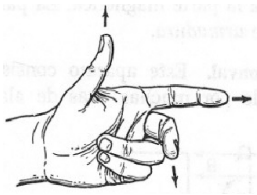


14. Fuerza lateral debida al campo magnético.



Un alambre colocado de modo transversal entre las piezas polares de un imán, ya sea permanente o eléctrico, se mueve lateralmente si pasa por él una corriente. Este movimiento es perpendicular tanto a la dirección del alambre como a la dirección del campo magnético y se debe a la acción mutua entre el campo del imán y el campo que se desarrolla alrededor del conductor; el campo magnético que rodea al conductor interacciona con el campo magnético en donde está colocado el alambre. En la Fig. 9 el punto indica que **la corriente sale del papel** y el campo generado al rededor de él interacciona con el campo magnético del alambre produciendo un empuje "F" hacia arriba.

15. Regla de los tres dedos de la mano izquierda.



Si el índice de la mano izquierda apunta en la dirección del campo de un imán, es decir, de norte a sur, y el cordial indica el sentido convencional de la corriente en el alambre, esto es, de positivo a negativo, entonces el pulgar indica la dirección de la fuerza, cuando los dedos se colocan mutuamente perpendiculares en tres dimensiones. Esta regla se llama la regla del motor.

16. El motor eléctrico.

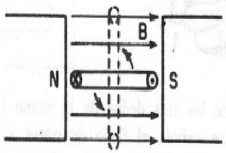
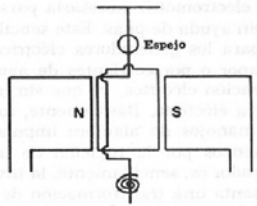


FIG.11 Torca producida por la fuerza lateral.

El fenómeno que se acaba de describir representa la transformación de energía eléctrica en energía mecánica -un asunto de gran importancia práctica. La fuerza lateral puede hacer que un manojo de alambres, diseñado de modo apropiado, gire continuamente alrededor de un eje, explicándose así la rotación de un motor eléctrico, mismo que puede ser acoplado, por medio de engranajes o bandas, a otra maquinaria.

17. Galvanómetro de D'Arsonval.



Este aparato consiste en un cuadro rectangular formado por muchas tiras de alambre y suspendido como una armadura vertical entre los polos de un imán permanente (Fig. 12.); Cuando pasa una corriente por la bobina se establece una torca que tiende a torcer a todo el cuadro en contra de la torca de restauración elástica debida a un resorte externo. El ángulo de rotación, indicado por el rayo de luz que se refleja en un pequeño espejo sujeto a la suspensión, es proporcional a la corriente que pasa por la bobina del cuadro.

Los voltímetros y los amperímetros son esencialmente galvanómetros de D'Arsonval, cuyas armaduras están montadas en pivotes en lugar de estar suspendidas verticalmente. En lugar de un espejo y un rayo de luz se sujeta un índice a la bobina, el que oscila sobre una escala montada sobre el aparato.

18. Inducción electromagnética.

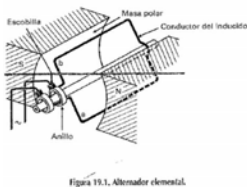


Figura 19.1. Alternador elemental.

La inducción magnética es el proceso inverso al motor eléctrico, y consiste en **producir corriente eléctrica** al mover un alambre a través de un campo magnético. Este fenómeno fue descubierto por Faraday y es la base de los **generadores eléctricos**. Un generador puede producir fuerza electromotriz aprovechando cualquier otro tipo de energía en el que se puede producir movimiento (térmica, eólica, hidráulica, nuclear, geotérmica, etc.).

19. Ley de Lenz.

La **Ley de Lenz** dice que la polaridad de la tensión inducida creada, es tal, que la corriente eléctrica resultante produce un campo magnético que se opone al campo magnético que lo creó.



Cuestionario

1. ¿Cuál es la naturaleza de la corriente eléctrica?

Es el flujo de electrones a lo largo de un conductor.

2. Explique el funcionamiento de una pila en un circuito eléctrico.

La pila produce una diferencia de potencial y con ello hace que las cargas se muevan por el circuito generando una corriente eléctrica.

3. Por medio de una analogía hidráulica, discútase el significado de la ley de Ohm.

Se compara un depósito de agua puesto en alto, desde donde se deja bajar el agua por gravedad hasta el nivel del piso. La velocidad a la que baja el agua dependerá de la altura del depósito y del grosor de la tubería. Entre mas alto esté el depósito, mas rápido bajará el agua; entre mas angosta sea la tubería el agua bajará mas lentamente. Así, entre mayor sea el voltaje de la fuente, mayor es la corriente; y entre mayor sea la resistencia del circuito, menor será la corriente.

4. ¿Por qué una máquina electrostática no es tan útil como una pila?

Porque no mantiene un flujo continuo de corriente, sino que se descarga muy rápido.

5. Describa el proceso de la galvanoplastia.

La galvanoplastia consiste en recubrir una pieza de metal con otro metal utilizando una corriente eléctrica. El objeto a recubrir se sumerge en una solución que contiene sales disueltas del metal que se va a depositar, es este caso el objeto a recubrir actúa como cátodo (electrodo negativo).

6. Enuncie los tres efectos principales de la corriente eléctrica.

Efecto térmico.

Efecto magnético.

Efecto químico.

7. ¿Qué diferencia hay entre la "dirección de la corriente" y la del movimiento de los electrones?

Como la convención considera que son las cargas positivas las que se mueven, la corriente eléctrica convencional y el movimiento de electrones van en sentido contrario.

8. ¿Qué cuesta más, mantener encendida una lámpara de 100 watts durante 10 horas o una de 10 watts durante 150 horas?

$$100 \times 10 = 1000$$

$$10 \times 150 = 1500 \text{ (esta es mayor).}$$

9. ¿Cuál fue el descubrimiento de Oersted?

Que la corriente eléctrica y el campo magnético están relacionados (La aguja de la brújula se desvía al acercarse a un alambre con corriente).

10. Explique cómo funciona el electroimán...

Al hacer pasar corriente por un alambre enrollado como un solenoide, se genera un campo magnético cuya fuerza depende del numero de vueltas del solenoide y de la corriente. Este campo magnético se incrementa si se coloca en medio del solenoide una barra de hierro. Esto es lo que forma el electroimán.

11. ¿En qué consiste la regla de los tres dedos de la mano izquierda?

Permite saber la dirección de la fuerza resultante cuando un hilo conductor interactúa con un campo magnético. Si los dedos pulgar, índice y medio se colocan perpendiculares entre sí y el índice apuntando hacia el polo sur del imán, el medio hacia el electrodo negativo, entonces el pulgar indicará la dirección de la fuerza resultante o empuje.

12. ¿Cómo se define el ampere internacional?

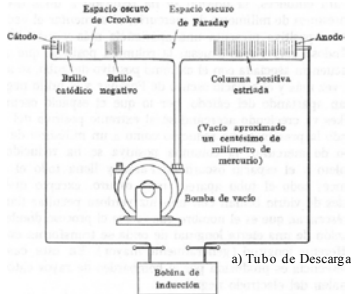
El amperio es una corriente constante que, si es mantenido en dos conductores paralelos de largo infinito, circulares y colocados a un metro de distancia en un vacío, produciría entre esos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de largo. Como es una unidad básica, la definición del amperio no es unida a ninguna otra unidad eléctrica. La definición para el amperio es equivalente a cambiar el valor de la permeabilidad del vacío a $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m. Antes de 1948, el "amperio internacional" era usado, definido en términos de la deposición electrolítica promedio de la plata. La antigua unidad es igual a 0.999 85 A.



Modulo # 13 Consideraciones Electrónicas y Fenómenos Atómicos y Nucleares.

(Para profundizar un poco ver: http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/index.htm)

1. Trabajos experimentales que condujeron a la teoría de Bohr.



a) J.J. Thomson en 1895 experimentando con los tubos de descarga de Crookes descubrió los **rayos catódicos**, que eran en realidad haces de electrones. Estos rayos tenían la peculiaridad de viajar en línea recta como la luz, pero se desviaban al aplicarles un campo eléctrico o magnético. El signo de la carga de las partículas que componían estos rayos era negativa.

b) Roentgen descubre los Rayos X, al hacer chocar rayos catódicos contra un objeto metálico dentro de un tubo de vacío.

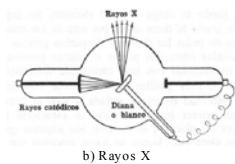
c) Determinación de la relación carga/masa del electrón. Thomson, haciendo pasar los rayos catódicos por un campo magnético y luego por un campo eléctrico determinó la relación $e/m = 1.76 \times 10^{11}$ Coulombios/kg.

d) Determinación de la carga del electrón. En 1910 Millikan, con su "experimento de la gota de aceite" logró medir la carga e del electrón. $e = 1.6 \times 10^{-19}$ Coulombios.

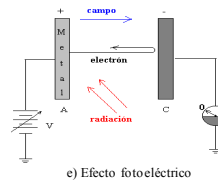
e) El efecto fotoeléctrico descubierto en 1887 por Heinrich Hertz. El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un metal cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética.

f) La radiactividad, Becquerel en 1905 descubrió que algunas sustancias, de manera espontánea emitían radiación. Luego se descubrió que la radiación emitida constaba de tres tipos de partículas: Alfa (núcleos de Helio con carga positiva +2), Beta (electrones con carga negativa -1) y gamma (rayos electromagnéticos sin masa ni carga).

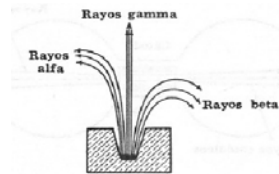
g) Los espectros de líneas. Cuando la luz que salía de una fuente que contenía un elemento en estado incandescente se hacía pasar por un prisma, se observaba una serie de líneas que correspondía a longitudes de onda específica. Se encontró que cada elemento tenía un espectro diferente.



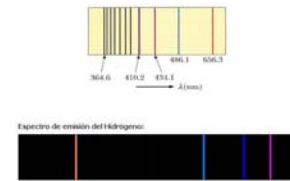
b) Rayos X



e) Efecto fotoeléctrico

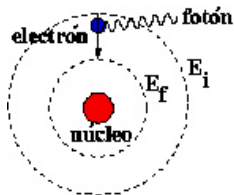


f) Radiactividad



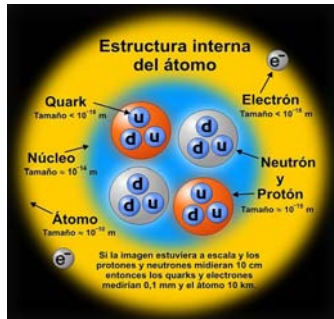
g) Espectro de líneas.

2. Modelo atómico de Bohr.



Para explicar las líneas espectrales de los elementos, Bohr elaboró un modelo del átomo en el que la carga positiva estaba en el centro, y al rededor se encontraban los electrones girando en órbitas estacionarias igual que los planetas al rededor del sol. Según el modelo de Bohr cada órbita representa un nivel de energía, y los electrones "saltan" de un nivel de energía a otro cuando son excitados. Si un electrón recibe energía saltará de un nivel de menor energía a otro de mayor energía. Cuando el electrón regresa a un nivel de energía inferior, emite la diferencia de energía que hay entre un nivel y otro, esta emisión de energía es lo que produce las líneas espectrales.

3. Composición del núcleo atómico.



El **núcleo atómico** es la parte central de un **átomo**, tiene carga positiva, y concentra más del 99.99% de la masa total del átomo. Está formado por **protones** y **neutrones** (denominados nucleones) que se mantienen unidos por medio de la **interacción nuclear fuerte**, la cual permite que el núcleo sea estable, a pesar de que los protones se repelen entre sí (como los polos iguales de dos **imanes**). La cantidad de protones en el núcleo determina el **elemento químico** al que pertenece. Los núcleos atómicos con el mismo número de **protones**, pero distinto número de **neutrones**, se denominan **isótopos**; por esta razón, átomos de un mismo elemento pueden tener masas diferentes. La existencia del núcleo atómico fue deducida del **experimento de Rutherford**, donde se bombardeó una lámina fina de oro con **partículas alfa**, que son núcleos atómicos de **helio** emitidos por rocas radiactivas. La mayoría de esas partículas traspasaban la lámina, pero algunas rebotaban, lo cual demostró la existencia de un minúsculo núcleo atómico.

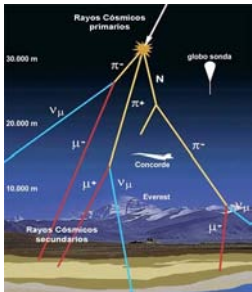
Comúnmente existen dos modelos diferentes describir el núcleo atómico:

- El modelo de la gota de agua
- El modelo de capas

Aunque dichos modelos son mutuamente excluyentes en sus hipótesis básicas tal como fueron formulados originalmente, A. Bohr y Mottelson construyeron un modelo mixto que combinaba características de ambos modelos.



4. Naturaleza de los rayos cósmicos.

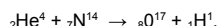


Rayos cósmicos. Estos constituyen una fuente de partículas nucleares; se originan en el espacio exterior y se ha descubierto que penetran en la atmósfera de la Tierra. Formados principalmente por protones, al chocar con la materia producen una radiación cósmica secundaria en chubascos y estallidos.

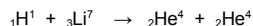
5. Transformaciones nucleares.

Cuando se bombardean átomos con partículas radiactivas, se producen las llamadas reacciones nucleares.

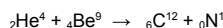
Rutherford al bombardear Nitrógeno con partículas alfa (núcleos de helio) observó que se transformaba en oxígeno con liberación de protones, de acuerdo con la siguiente reacción:



También el litio cuando se bombardea con protones se transforma en helio:



Los neutrones fueron producidos por primera vez por Chadwick en 1930, bombardeando berilio con partículas alfa:



6. Vida Media de los elementos.

La vida media es el tiempo necesario para que un elemento radiactivo reduzca su actividad a la mitad. Cada isótopo tiene su vida media característica, la cual puede variar desde una fracción de segundo hasta millones de años.

7. Energía nuclear de enlace.

El peso de los núcleos de los elementos es menor que la suma de los protones y neutrones que los forman, esto se debe a que parte de la masa de los nucleones se ha convertido en **energía de enlace** de acuerdo con la ecuación de Einstein $E = mc^2$. La energía de enlace es pues, la diferencia entre la masa total de los nucleones y la masa del núcleo.

8. Fisión y fusión nuclear.

La **fisión nuclear** es la ruptura de núcleos pesados de átomos radiactivos usando neutrones; en la fisión se generan núcleos mas ligeros junto con una gran cantidad de energía (la energía de enlace), como en el proceso de liberan mas neutrones, se forma una reacción en cadena. Este es el principio de la bomba atómica y de los reactores nucleares.

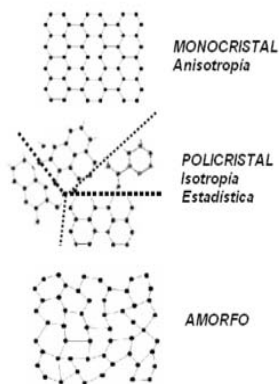
La **Fusión nuclear** consiste en unir los átomos de hidrógeno y los neutrones para formar átomos de Helio, con liberación del exceso de energía. La fusión nuclear es la base de la bomba de hidrógeno y es el combustible natural del sol y de todas las estrellas como esta.

9. Principio de exclusión de Pauli.

Establece que no puede haber dos [fermiones](#) con todos sus [números cuánticos](#) idénticos (esto es, en el mismo [estado cuántico](#) de partícula individual). Perdió la categoría de principio, pues deriva de supuestos más generales: de hecho, es una consecuencia del [teorema de la estadística del spin](#). El principio de exclusión de Pauli sólo se aplica a fermiones, esto es, partículas que forman estados cuánticos antisimétricos y que tienen [espín](#) semientero. Son fermiones, por ejemplo, los [protones](#), los [neutrones](#) y los [electrones](#), los tres tipos de partículas subatómicas que constituyen la [materia](#) ordinaria. El principio de exclusión de Pauli rige, así pues, muchas de las características distintivas de la materia.

10. Características físicas del estado sólido de la materia desde el punto de vista electrónico.

Los cuerpos [sólidos](#) están formados por átomos densamente empaquetados con intensas fuerzas de interacción entre ellos. Los efectos de interacción son responsables de las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, magnéticas y ópticas de los sólidos. Una característica importante de la mayoría de los sólidos es su [estructura cristalina](#). Los átomos están distribuidos en posiciones regulares que se repiten regularmente de manera geométrica. La distribución específica de los átomos puede deberse a una variada gama de fuerzas. Por ejemplo, algunos sólidos como el [cloruro de sodio](#) o sal común se mantienen unidos por [enlaces iónicos](#) debidos a la [interacción electrostática](#) entre los iones que componen el material. En otros, como el [diamante](#), los átomos comparten electrones, lo que da lugar a los llamados [enlaces covalentes](#). Las sustancias inertes, como el [neón](#), no presentan ninguno de esos enlaces. Su existencia es el resultado de unas fuerzas de atracción conocidas como [fuerzas de Van der Waals](#), así llamadas en honor al físico holandés [Johannes Diderik van der Waals](#). Estas fuerzas aparecen entre átomos neutros o moléculas como resultado de la [polarización](#) eléctrica. Los [metales](#), se mantienen unidos por lo que se conoce como [gas electrónico](#), formado por electrones libres de la capa atómica externa compartidos por todos los átomos del metal y que definen la mayoría de sus propiedades.



Estructura cristalina:

La existencia de la materia en un estado u otro depende de las condiciones de [presión](#) y [temperatura](#) en las que se formaron. De la misma forma, estos parámetros condicionan la formación de la estructura interna del sólido. Cada elemento tiene sus propias curvas de cambio de fase, de manera que dependiendo del elemento se necesitarán unas condiciones u otras para la formación del sólido o para realizar cualquier otro [cambio de fase](#). Dependiendo del alcance del orden espacial de la estructura interna en la materia y su distribución en la misma podemos distinguir entre:

- **Monocristal**: Presenta una fuerte interacción entre sus componentes los cuales describen una mínima oscilación con poca energía potencial. Las partículas están dispuestas de acuerdo a un orden en el espacio que está determinado de acuerdo con una red estructural formada por la "[recreación](#)" geométrica de la [celdilla unidad](#) en toda la estructura del sólido. Presentan lo que se conoce como [Anisotropía](#).
- **Policristal**: Está compuesto por diversas regiones en las que individualmente se recrea un monocristal aunque las disposiciones de cada una de estas regiones no son simétricas entre sí. Presenta lo que se llama Isotropía estadística.
- **Amorfos**: No presentan una estructura o distribución en el espacio, lo cual los determina como una estructura espacial tridimensional no definida. No se trata de una estructura cristalina.

Cuestionario

1. Describa brevemente la apariencia de la descarga eléctrica en un tubo de vidrio cuando la presión del aire se va reduciendo.

a) Al comienzo no hay descarga debido al carácter aislante del aire seco. Al ir haciéndose el vacío aparece una descarga semejante a los rayos de una tormenta, luego la descarga se convierte en una serie de filamentos irregulares de color violeta, un poco después todo el tubo se ve iluminado por un brillo color púrpura cuando la presión es de unos pocos milímetros de mercurio. Mas adelante este color se vuelve rosado y luego rosado intenso. Poco a poco un brillo azul va apareciendo en el electrodo negativo, este brillo recibe el nombre de "brillo negativo". Entre el brillo negativo y la descarga rosa, se forma un espacio oscuro llamado "espacio oscuro de Faraday". Al brillo de color rosa se le llama brillo positivo, por estar asociado al electrodo positivo. Cuando la presión sigue bajando

2. ¿Qué diferencia hay entre los rayos catódicos y los rayos X?

Los rayos catódicos son haces de electrones que se producen en tubos de vacío. Los Rayos X son radiación electromagnética de alta energía que se obtienen al hacer chocar electrones contra un objetivo metálico. Los rayos X tienen gran poder de penetración.

3. ¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico?

En la emisión de electrones de un elemento metálico cuando éste es irradiado con radiación electromagnética, como la luz ultravioleta.

4. En general, ¿a qué se refiere el término "electrónica"?

Se refiere a todos aquellos fenómenos donde interviene el término **electrón**.

5. ¿En qué consiste la radiactividad?

Consiste en la emisión de partículas, producto de la desintegración del núcleo, que ocurre en algunos elementos pesados o inestables.

6. ¿En qué se diferencian las partículas alfa, las partículas beta y los rayos gamma?

Partículas Alfa (α): Son núcleos de Helio (${}^4_2\text{He}^{++}$) tienen carga positiva +2 y constan de dos protones y dos neutrones.

Partículas Beta (β): Son electrones de alta energía (e^-) con carga negativa de -1.

Rayos Gamma (γ): Son radiación electromagnética de alta energía, no poseen masa ni carga.

7. ¿Cómo es el modelo de Bohr de un átomo de hidrógeno?

Consiste en un modelo planetario, donde la carga positiva está en el centro y los electrones se encuentran girando a rededor, ocupando diferentes órbitas, cada órbita es un nivel de energía. Para pasar de un nivel a otro el electrón necesita absorber o liberar energía.

8. ¿Qué son los isótopos?

Son átomos con el mismo número atómico (misma cantidad de protones), pero diferente masa atómica (diferente cantidad de neutrones).

9. ¿En qué difiere un neutrón de un electrón o de un protón?

Neutrón: No tiene carga y su masa es 1838.4 veces la del electrón.

Protón: Tiene carga positiva (+1) y su masa es 1836 veces la del electrón.

Electrón: Tiene carga negativa (-1)

10. ¿En qué consiste la fisión nuclear?

Es la ruptura de átomos con núcleos pesados para dar átomos con núcleos mas pequeños, con la consiguiente liberación de energía. La fisión nuclear es la base de la bomba atómica y del reactor nuclear.



Modulo # 14 Consideraciones Ópticas.

(FOTOMETRIA; LEYES DE LA OPTICA GEOMETRICA; APARATOS OPTICOS)

1. Campo de acción de la Óptica.

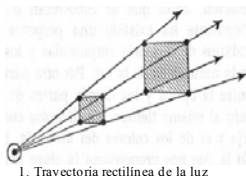
La óptica es la rama de la física que se encarga de estudiar aquellos fenómenos relacionados con la visión humana; incluye el estudio del color, la luz solar, el diseño geométrico, los instrumentos ópticos; también están incluidos los temas de iluminación, fotografía, microscopía, espectroscopia, optometría y polarización. Por supuesto, también corresponde a la óptica el estudio de la naturaleza de la luz.

2. Diferencia entre óptica geométrica y óptica física.

Óptica geométrica: trata acerca de los rayos de luz que se mueven en línea recta y de las imágenes que se forman por refracción y reflexión.

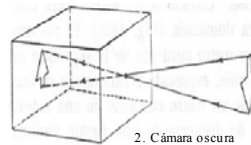
Óptica física: trata de la naturaleza física de la luz y de los fenómenos que están relacionados con ella.

3. Forma de propagación de la luz.



1. Trayectoria rectilínea de la luz

La luz se propaga siguiendo una trayectoria rectilínea. La formación de sombras con borde definido y la cámara oscura son una prueba de ello.



2. Cámara oscura

4. Principales unidades usadas en fotometría.

Para fuentes luminosas:

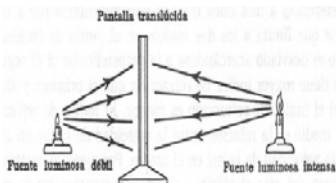
1 bujía o candela (cd): es la unidad básica, está definida como la intensidad luminosa de una fuente de luz monocromática de 540 Tz, que tiene una intensidad radiante de 1/683 vatios por estereorradián.

1 lumen: Si una fuente luminosa emite una candela de intensidad luminosa uniformemente en un ángulo sólido de un estereorradián, su flujo luminoso total emitido en ese ángulo es un lumen.

Para superficies iluminadas:

1 lux: Es la iluminación de un metro cuadrado de una superficie colocada a un metro de distancia de una fuente puntual cuya intensidad sea de una candela.

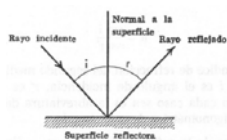
5. Ley de la iluminación.



Esta ley establece que la iluminación de una superficie por una fuente luminosa puntual varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre la fuente y la superficie. Esto significa, por ejemplo, que si se duplica la distancia entre la fuente y la pantalla, la iluminación que ésta recibe disminuye a la cuarta parte de su valor original.

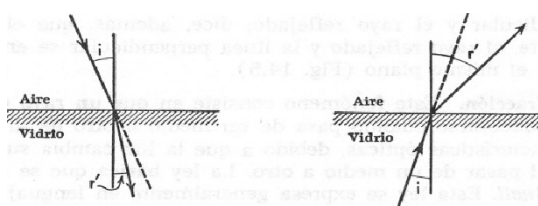
3. Para producir la misma iluminación en una pantalla la fuente débil debe estar más cerca que la intensa. La iluminación debida a una fuente puntual es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente a la pantalla.

6. Ley de reflexión.



La Ley de la reflexión dice: "El ángulo reflejado es igual al ángulo de incidencia respecto a la línea normal (perpendicular) a la superficie".

7. Ley de refracción (Ley de Snell).



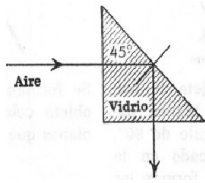
La refracción es la desviación que sufre un rayo de luz cuando pasa de un medio a otro de distinta densidad (como al pasar de el aire al agua o del aire al vidrio). Cuando la luz pasa de un medio menos denso a otro mas denso, su trayectoria se aproxima a la perpendicular (normal); pero cuando pasa de un medio de mayor densidad a otro de menor, su trayecto se aleja de la perpendicular.

La ley de la refracción nos dice que "el **índice de refracción μ** es igual a la razón de el **Seno del ángulo de incidencia i** entre el **Seno del ángulo de refracción r** ".

$$\mu = \text{Sen } i / \text{Sen } r$$



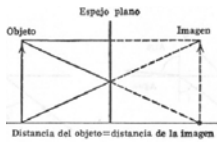
8. Reflexión de la luz en un prisma.



Debido a la refracción, cuando la luz pasa de un medio de mayor densidad a otro menos denso, existe un ángulo máximo en el cual un rayo puede ser refractado, si se rebasa ese ángulo, ya no hay refracción y lo que ocurre es la llamada **reflexión total**, donde la luz rebota en las paredes del medio reflejándose hacia adentro, este ángulo se llama **ángulo crítico**, en estos casos el ángulo siempre es menor de 90° . Para vidrio-aire el ángulo crítico es de 42° que es menor a los 45° del triángulo isósceles de un prisma. Esto se aprovecha para desviar la dirección de la luz en 90° sin que hay pérdidas apreciables.

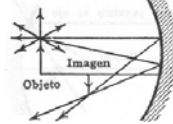
9. Formación de imágenes en los distintos tipos de espejos.

Espejos planos.



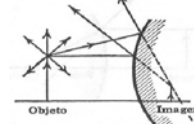
La imagen formada por un espejo plano es derecha y virtual. Se forma detrás del espejo a la misma distancia de éste que la imagen.

Espejo esférico cóncavo.



El espejo esférico cóncavo puede producir imágenes invertidas colocadas en el espacio enfrente del espejo; otras veces producen imágenes derechas localizadas aparentemente detrás del espejo. Las imágenes invertidas se llaman **reales** y las derechas **virtuales**.

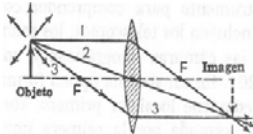
Espejo esférico convexo.



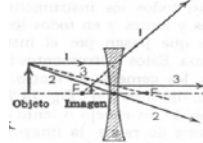
Un espejo convexo proporciona imágenes de tamaños más pequeños que el objeto, pero derechos.

10. Formación de imágenes en los distintos tipos de lentes.

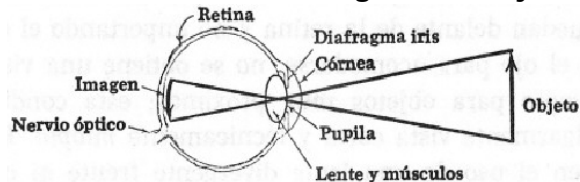
Lente convergente.



Lente divergente.



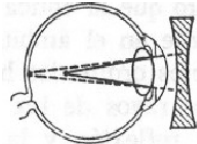
11. Formación de la imagen en el ojo humano.



El ojo funciona como una cámara, en frente del ojo hay una combinación de una abertura llamada pupila y de un arreglo de lentes que sirve como sistema óptico para producir las imágenes de los objetos exteriores. Estas imágenes caen en la retina, la que en realidad forra la parte posterior del globo del ojo, estimulando las células nerviosas que contiene y que envían mensajes apropiados al cerebro. El ojo está lleno con un fluido acuoso que también toma parte en el fenómeno de la refracción. La abertura de la pupila se controla automáticamente por la acción del diafragma iris; cuanto más pequeña, más definida es la imagen.

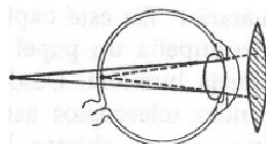
12. Principales defectos del ojo (miopía, hipermetropía, astigmatismo).

Miopía



En la miopía o vista corta, la imagen se forma antes de la retina; esta falla se corrige con una lente divergente colocada enfrente del ojo, con lo que la imagen se forma en la retina.

Hipermetropía



En la hipermetropía o vista larga, la imagen se forma atrás de la retina. La imagen se forma en ella con la ayuda de una lente convergente colocada delante del ojo.

Astigmatismo

Se trata de una aberración relacionada con la forma de la superficie frontal de la córnea del ojo. Este defecto aparece cuando una persona intenta ver con igual precisión a todas las líneas de una serie dibujada en un plano y radialmente a partir de un punto; entonces el ojo astigmático ve las líneas en cierta dirección más distintamente que en las otras. La corrección de este defecto se hace con lentes cilíndricas cuyos ejes se ajustan apropiadamente en la dirección del astigmatismo.



Cuestionario

1. ¿Qué quiere decir fotometría?

Medición de las condiciones de iluminación (la cantidad de luz).

2. ¿Cómo varia la iluminación de un lugar con la distancia a la que se encuentra de la fuente luminosa?

Varia en proporción inversa al cuadrado de la distancia, es decir, disminuye con el cuadrado de la distancia.

3. Defina el lux.

El lux es la iluminación de un metro cuadrado de una superficie colocada a un metro de distancia de una fuente puntual cuya intensidad es de una candela.

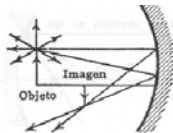
4. Cuando un rayo de luz pasa por el centro de una lente delgada no se desvía; ¿por qué?

Si el rayo incide perpendicular a la superficie no habrá desviación ya que según la ley de Snell: $\text{Sen } r' = \mu \text{ Sen } i$;

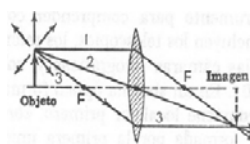
como en este caso $\text{Sen}(i) = 0$, entonces $\text{Sen } r' = 0$, por consiguiente el ángulo de refracción será cero respecto a la perpendicular.

5. Indique el camino de dos rayos de luz que saliendo de un punto del objeto puedan dibujarse para localizar la imagen formada por a) un espejo esférico; b) una lente.

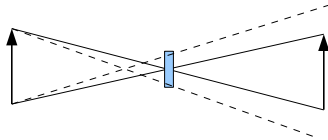
Espejo esférico cóncavo



Lente biconvexa



6. Demuestre con un diagrama que una persona puede verse de cuerpo entero en un espejo plano de la mitad de su estatura.



En un espejo plano la persona se ve dentro del espejo como si estuviera el doble de lejos respecto a sí misma. Por cuestiones de perspectiva, puede colocarse a una distancia que haga que su tamaño en el espejo sea de la mitad del valor real. Las líneas punteadas muestran los límites que los bordes del espejo permiten ver.

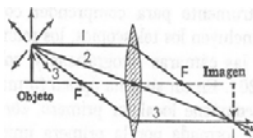
7. ¿Cómo se corrige la miopía y la hipermetropía por medio de espejos?

La miopía necesita un espejo que alargue la distancia focal, esto lo hace un espejo convexo. La hipermetropía requiere uno que acerque la distancia focal, esto se logra con un espejo cóncavo.

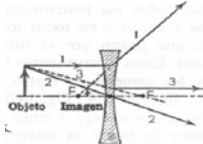
8. ¿Qué tipo de lente produce una imagen aumentada en una pantalla?

La lente convergente.

9. Muestre con un diagrama cómo pasa la luz a través de a) una lente más gruesa en el centro que en los bordes;



b) una lente cuyos bordes son más gruesos que su centro.



10. Para iniciar un fuego, ¿podrá usarse una lente doble convexa?; ¿un espejo convexo?; ¿un espejo cóncavo?

Se usa la lente doble convexa porque concentra los rayos solares; un espejo cóncavo también se podría usar, pero iluminando desde abajo para recibir los rayos solares. El espejo convexo no es útil, ya que dispersa los rayos en lugar de concentrarlos.

11. Diga qué tipo de imagen se forma en la película de una cámara fotográfica, por medio de su lente.

Se forma una imagen real (invertida).



Modulo # 15 Consideraciones Ópticas.

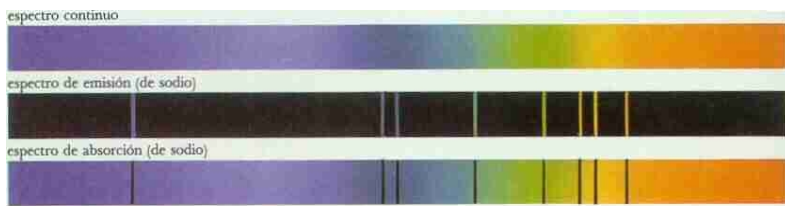
(OPTICA FISICA; DISPERSION; ESPECTROS COPIA; INTERFERENCIA; DIFRACCION y POLARIZACION)

1. Obtención del espectro solar.

Cuando la luz blanca del sol se hace pasar por un prisma se obtiene un espectro continuo.



2. Diversos tipos de espectros.



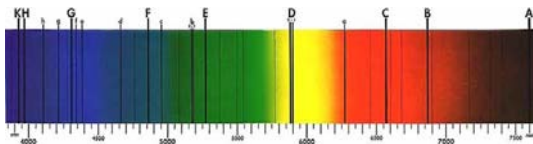
Espectro continuo. Se obtiene de fuentes incandescentes y presentan todas las longitudes de onda de la región visible.

Espectro de líneas. Se obtiene de elementos excitados, incluye solo aquellas longitudes de onda de sus transiciones electrónicas.

Espectro de absorción. Las líneas son las mismas de emisión y se obtiene al hacer pasar luz blanca a través de elementos vaporizados.

3. Líneas de Fraunhofer.

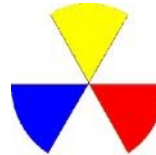
Son una serie de líneas oscuras que aparecen sobre un fondo continuo cuando se dispersa la luz solar. Estas líneas se deben a los elementos que están presentes en las capas mas exteriores del sol.



4. Los colores primarios.



PRIMARIOS ADITIVOS: Son el rojo, el verde y el azul. Se obtienen haciendo pasar la luz blanca por filtros de color. Estos primarios se usan cuando se quiere obtener colores por iluminación como en los proyectores, la televisión y las pantallas de computadora.



PRIMARIOS SUSTRATIVOS: Son el amarillo, el rojo y el azul, se usan en pigmentos, y cada color tiene la propiedad de absorber toda la luz menos las longitudes de onda que lo caracterizan (el azul absorbe todas menos la azul, el rojo absorbe todo menos el verde y el amarillo absorbe todo menos el amarillo). Al mezclarse, el color obtenido es producto de la luz que queda después de absorber la correspondiente a cada color.

5. Efectos de suma y resta de colores primarios.

Suma de primarios aditivos



Si se ilumina una superficie blanca con luz de los colores primarios aditivos (verde-rojo-azul), se obtienen las combinaciones mostradas en la figura, quedando en el centro el color blanco, que es la mezcla de todos los colores.

Resta de primarios sustractivos

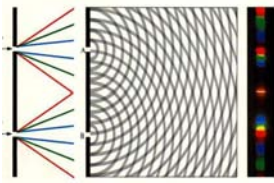


Cuando se usan pigmentos coloridos, lo que ocurre es una absorción de color. La figura muestra los colores que se obtienen cuando se mezclan dos de los primarios sustractivos (amarillo-azul-rojo) para dar un color secundario (verde, naranja, violeta) y cuando se mezclan los tres para dar negro.

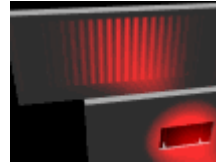


6. El fenómeno de interferencia.

La explicación de este fenómeno involucra la teoría ondulatoria de la luz. Se sabe que las ondas en el agua son capaces de interferir cuando se superponen si una de ellas está desfasada con respecto a la otra en media longitud de onda; de manera análoga, las ondas luminosas pueden interferir destructivamente bajo condiciones apropiadas. Las bandas oscuras se presentan en aquellos lugares que distan de una rendija una distancia que excede en distancia a la otra rendija, en un número entero de semi longitudes de onda. Por supuesto, las distancias entre las franjas son muy pequeñas, ya que la longitud de onda de la luz es muy pequeña, del orden de décimos de micra y la separación de la rendija debe ser razonablemente pequeña por la misma razón. El fenómeno en conjunto se llama interferencia de la luz. Las bandas oscuras representan interferencia destructiva, y las brillantes, interferencia constructiva.



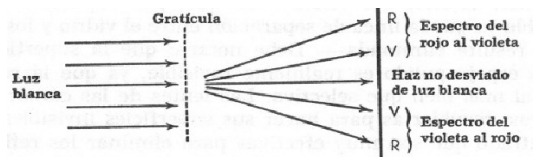
INTERFERENCIA CON LUZ BLANCA:
Al hacer pasar la luz blanca por dos rendijas estrechas las distintas longitudes de onda se separan y se anulan generando bandas oscuras y coloridas como se muestra en la figura.



INTERFERENCIA CON LUZ MONOCROMÁTICA: Si se hace pasar luz de una sola longitud de onda por dos rendijas, se forman bandas de zonas iluminadas y oscuras. Las zonas oscuras son las partes en que las ondas se anulan por el fenómeno de interferencia.

7. El espectroscopio de red o gráticula.

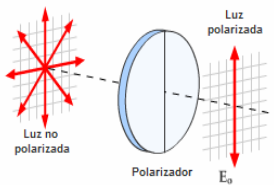
En lugar de usar un prisma para separar las longitudes de onda, se usa una rejilla o gráticula de vidrio en la que se ha hecho un rallado (varios miles de líneas por centímetro). Este dispositivo tiene la propiedad de dispersar la luz como se muestra en la figura.



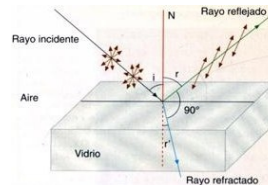
8. Efectos del fenómeno de interferencia.

Algunos efectos del fenómeno de interferencia tienen que ver con la iridiscencia que se observan en películas muy delgadas de material transparente, como en películas de aceite o plásticos y en el nácar de las conchas de algunos moluscos; lo observamos también en los discos compactos y DVD cuando se observan bajo cierto ángulo de incidencia de la luz.

9. Las causas de la polarización de la luz (transmisión y reflexión).



POLARIZACIÓN POR TRANSMISIÓN. Existen ciertos materiales, como la turmalina o la calcita, (también los filtros Polaroid) que tienen la capacidad de **absorber selectivamente** los rayos de luz que se encuentran vibrando en todos los planos, excepto aquellos que se encuentran vibrando en una sola dirección.



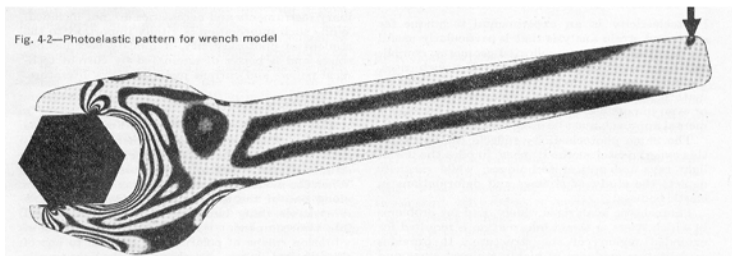
POLARIZACIÓN POR REFLEXIÓN: En 1808 el francés Malus descubrió que si la luz natural incide sobre una superficie pulimentada de vidrio, la luz reflejada está total o parcialmente polarizada, dependiendo del ángulo de incidencia.

En 1812, el escocés Brewster descubrió que la polarización es total para un ángulo de incidencia tal que el rayo reflejado y el refractado formen un ángulo de 90°. A este ángulo se le llama ángulo de polarización o de Brewster.

La polarización es una propiedad exclusiva de las ondas transversales consistente en la vibración del campo eléctrico y del magnético en una dirección preferente sobre las demás. En general, las ondas electromagnéticas no están polarizadas, lo que quiere decir que el campo magnético y el campo eléctrico pueden vibrar en cualquiera de las infinitas direcciones que son perpendiculares a la dirección de propagación de las ondas. Se produce el fenómeno de la polarización cuando se consigue que la vibración de las ondas se realice en una dirección determinada.

10. Aplicaciones de la fotoelasticidad.

La **fotoelasticidad** es una técnica experimental para la medición de [esfuerzos](#) y [deformaciones](#). Se basa en el uso de luz para dibujar figuras sobre piezas de materiales isotropos, transparentes y continuos, que están siendo sometidas a esfuerzos. Las figuras que se dibujan son semejantes a las mostradas al realizar un análisis de elementos finitos ya que se pueden observar contornos y colores. La medición se logra al evaluar el cambio del índice de [refracción](#) de la pieza al someterse a una carga. En el caso de una pieza no transparente, se cubre la pieza con una resina [birrefringente](#).





Cuestionario

1. Dibuje un esquema del paso de un rayo de luz por un prisma triangular .



Al pasar por un prisma, las distintas longitudes de onda que forman la luz blanca se separan generándose el llamado espectro continuo que contiene todos los colores del arco iris y que van del rojo al violeta. Esta separación se debe a que cada longitud de onda recorre diferente distancia al refractarse dentro del prisma.

2. ¿Qué clase de espectro se obtiene de la luz de la Luna? ¿Cuál de la luz de las estrellas?

Espectro continuo, porque la luna actúa como un espejo que refleja la luz del sol.

3. Describa la apariencia de una tarjeta roja cuando se mueve a lo largo de un espectro continuo.

Como el rojo absorbe todos los colores excepto el rojo y los que están cerca, la tarjeta se debería ver oscura al pasar por las zonas del espectro alejadas del rojo e ir iluminándose a medida que se aproxima a éste, siendo su intensidad máxima en el rojo.

4. Explique por qué produce negro una mezcla de todos los pigmentos, mientras que la superposición de todos los colores produce blanco.

La **mezcla de pigmentos** es una mezcla sustractiva (cada pigmento absorbe ciertos colores excepto el suyo) cuando se mezclan los tres colores primarios, se absorbe toda la gama de longitudes de onda visibles, por lo mismo, el color resultante es negro.

Cuando se **ilumina** con luz coloreada una superficie blanca, las longitudes de onda se van **añadiendo** o sumando unas con otras hasta completar la totalidad del espectro visible, por lo mismo el color que aparece es el de la luz blanca.

5. La luz roja ¿es más o menos difractada que la luz azul? ¿Cómo se compara esto con la refracción?

La luz roja se difracta menos que la luz azul y lo mismo ocurre con la refracción (ver la figura de la respuesta 1).

6. ¿Qué cosa quiere decir difracción?

La **difracción** es un fenómeno característico de las **ondas**, éste se basa en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija.

7. ¿Qué es lo que quiere decir interferencia constructiva e interferencia destructiva de las ondas luminosas?

Cuando la luz pasa a través de dos rendijas, se forma un patrón de líneas que es producto de la interferencia de ondas fuera de fase, cuando dos crestas coinciden se forma una interferencia constructiva y cuando una cresta coincide con un valle se forma una interferencia destructiva. En el patrón de líneas, las zonas iluminadas corresponden a la interferencia constructiva y las zonas oscuras a la destructiva.

8. ¿Por qué el fenómeno de la polarización indica que la luz es un fenómeno ondulatorio transversal?

Porque muestra que la onda vibra en un plano transversal al sentido de propagación.

9. Al físico, una precisión de una millonésima de centímetro le sugiere métodos ópticos de medición. ¿Por qué?

Porque solo utilizando las propiedades de interferencia de la luz es posible obtener dicha precisión, la cual se encuentra en el rango de las longitudes de onda de la luz visible.