

Guía cuaderno de trabajo Académico de Física IV Área II
Bachillerato



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria
Colegio de Física
Jefatura de Producción Editorial Escuela Nacional Preparatoria

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
COLEGIO DE FÍSICA

ÁREA I: FÍSICO MATEMÁTICAS Y DE LA
INGENIERÍA

Grado: 6º Clave: 1621 Plan: 1996

FÍSICA IV ÁREA II

Guía cuaderno de trabajo académico

Programa actualizado
Aprobado por H. Consejo Técnico el 13 de abril de 2018

Coordinación

Sandra Gómez Aiza

Autores

Ana Flores Flores

N. Enrique Flores Medina

Ma. Del Rosario Adriana Hernández Martínez

Alicia Allier Ondarza

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
Dirección General: Biol. María Dolores Valle Martínez
Secretaría Académica: M. en C. María Josefina Segura Gortares
Departamento de Producción Editorial: Lic. Ma. Elena Jurado Alonso

Imagen de portada: DCG Edgar Rafael Franco Rodríguez
Diseño de portada: DCG Edgar Rafael Franco Rodríguez
Diseño editorial: Sandra Gómez Aiza
Cuidado de edición: Jonathan Iván Jiménez Castillo

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin la previa autorización expresa y por escrito de su titular, en términos de la Ley Federal de Derecho de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Primera edición: febrero, 2020.
Derechos reservados por
© Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional Preparatoria
Dirección General
Adolfo Prieto 722, Col. Del Valle.
C.P. 03100, Ciudad de México.
Impreso en México.

PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Preparatoria, institución educativa con más de 150 años de experiencia formando jóvenes en el nivel medio superior, busca la constante actualización y mejora de sus materiales de apoyo a la docencia, así como la publicación de nuevos ejemplares, siempre teniendo en mente a nuestros alumnos y su aprovechamiento.

Después de varios años de trabajo, reflexión y discusión, se lograron dar dos grandes pasos: la actualización e implementación de los programas de estudios de bachillerato y la publicación de la nueva colección de Guías de Estudio. Sin embargo, los trabajos, resultado del espíritu crítico de los profesores, siguen dando fruto con publicaciones constantes de diversa índole, siempre en torno a nuestro quehacer docente y a nuestros programas actualizados.

Ciertamente, nuestra Escuela Nacional Preparatoria es una institución que no se detiene, que avanza con paso firme y constante hacia su excelencia académica, así como preocupada y ocupada por la formación integral, crítica y con valores de nuestros estudiantes, lo que siempre ha caracterizado a nuestra Universidad Nacional.

Aún nos falta más por hacer, por mejorarnos cada día, para que tanto nuestros jóvenes estudiantes como nuestros profesores seamos capaces de responder a esta sociedad en constante cambio y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de la Nación.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ
DIRECTORA GENERAL
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

ÍNDICE

	PAG
Introducción	8
UNIDAD I Física de la visión y la audición	11
1.1 Sonido. El oído como instrumento de audición	11
a) Ondas. Características	11
b) Fenómenos sonoros	15
c) Oído y transferencia de energía	23
d) Efecto Doppler	38
1.2 Luz. El ojo como instrumento óptico	40
a) Ondas electromagnéticas	40
b) Principio de Huygens	44
c) Óptica geométrica	45
d) Refracción	57
e) Lentes delgadas	60
f) Formación de imágenes en lentes	62
1.3 Deformaciones en el ojo y su corrección	64
a) Miopía	66
b) Hipermetropía	67
c) Astigmatismo	67
1.4 Instrumentación biomédica	68
UNIDAD II Fluidos y pulsos eléctricos en el cuerpo humano	71
2.1 Fluidos. Flujo sanguíneo	71
a) Ecuación de continuidad	80
b) Ecuación de Bernoulli	82
c) Ecuación de Poiseuille	86
2.2. Circuitos eléctricos. Transmisión de señales en neuronas y ritmo cardiaco	91
a) Corriente directa y alterna	92
b) Ley de Ohm	93
c) Circuitos eléctricos. Mixtos, RC y RCL	96
d) Impedancia eléctrica	102
e) Potencial de acción	106
f) Seguridad eléctrica. La importancia de la conexión a tierra física	113
2.3 Instrumentación biomédica	116
Ejercicios propuestos	122
Bibliografía	142

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la asignatura Física IV Área II es que, analices los fenómenos físicos inherentes tanto a procesos biológicos y químicos particulares, así como el funcionamiento de instrumentos biomédicos, a partir de la comprensión y aplicación de los conceptos, leyes y modelos propios de la disciplina, con la finalidad de que expliques su funcionamiento, y valores los aportes de la física en el desarrollo y perfeccionamiento de instrumentos para diagnóstico.

La guía cuaderno de trabajo académico surge como un instrumento de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto su contenido como las actividades diseñadas mantienen afinidad con la actualización curricular del programa correspondiente a la asignatura Física IV Área II, del plan de estudios 1996 de la Escuela Nacional Preparatoria. Con esta actualización se pretende que desarrolles habilidades que te permitan lograr aprendizajes significativos e impulsen tu autonomía como alumno.

Está diseñada acorde con los objetivos de la asignatura y las actividades propuestas integran los ejes transversales definidos como parte del modelo educativo actualizado de la Escuela Nacional Preparatoria, estos son: lectura y escritura de textos, desarrollo de habilidades de investigación, comprensión de textos en lenguas extranjeras, aprendizajes y construcción de conocimiento con tecnologías de la información y la comunicación y formación en valores.

Lo puedes utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje y también es un apoyo para las asesorías permanentes. Como guía de estudio para presentar el examen extraordinario se puede utilizar, pero como las actividades toman tiempo, realizar los ejercicios propuestos te puede orientar.





Te recomendamos **realizar un glosario de los términos físicos** y contrastarlos con tus ideas previas, así como resolver los problemas propuestos y corroborar la solución correcta. Es conveniente que sigas la estructura de la guía ya que tendrás la oportunidad de contrastar tus respuestas iniciales una vez que hayas realizado las lecturas y actividades, de esta manera puedes reflexionar sobre tu aprendizaje. Así mismo es importante que a lo largo de este trabajo, te acerques a tus profesores para resolver dudas y si se requiere, profundizar en los temas. Su estructura cuenta con los siguientes elementos:

- Preguntas que te permiten desarrollar tu intuición física.
- Planteamiento de situaciones que te ayudan a contextualizar.
- Actividades tanto de experimentación, como de análisis, reflexión y argumentación.

- Ejercicios propuestos, algunos con solución y referencias electrónicas en donde encontrarás una variedad de problemas similares para reforzar lo aprendido.
- Referencias electrónicas cuyo material te permite consultar conceptos para profundizar en los temas.
- Ejercicios de evaluación en cada unidad.
- Iconografía que te facilita ubicar lo que necesitas.

Por último, los profesores pueden usar este material enriqueciéndolo con su experiencia docente, integrando las actividades dentro o fuera del aula, y además cuentan con una variedad de referencias para complementar sus clases.

Iconografía

	Trabajo del alumno		Importante
	Lectura		Trabajo experimental
	Búsqueda en internet		Ejercicios

UNIDAD I FÍSICA DE LA VISIÓN Y LA AUDICIÓN

1.1 Sonido. El oído como instrumento de audición

a) Ondas



Utiliza en el simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_es.html con las opciones de: Oscilar / Sin extremo / ninguna amortiguación / tensión alta, tal como se ve en la figura 1.1.

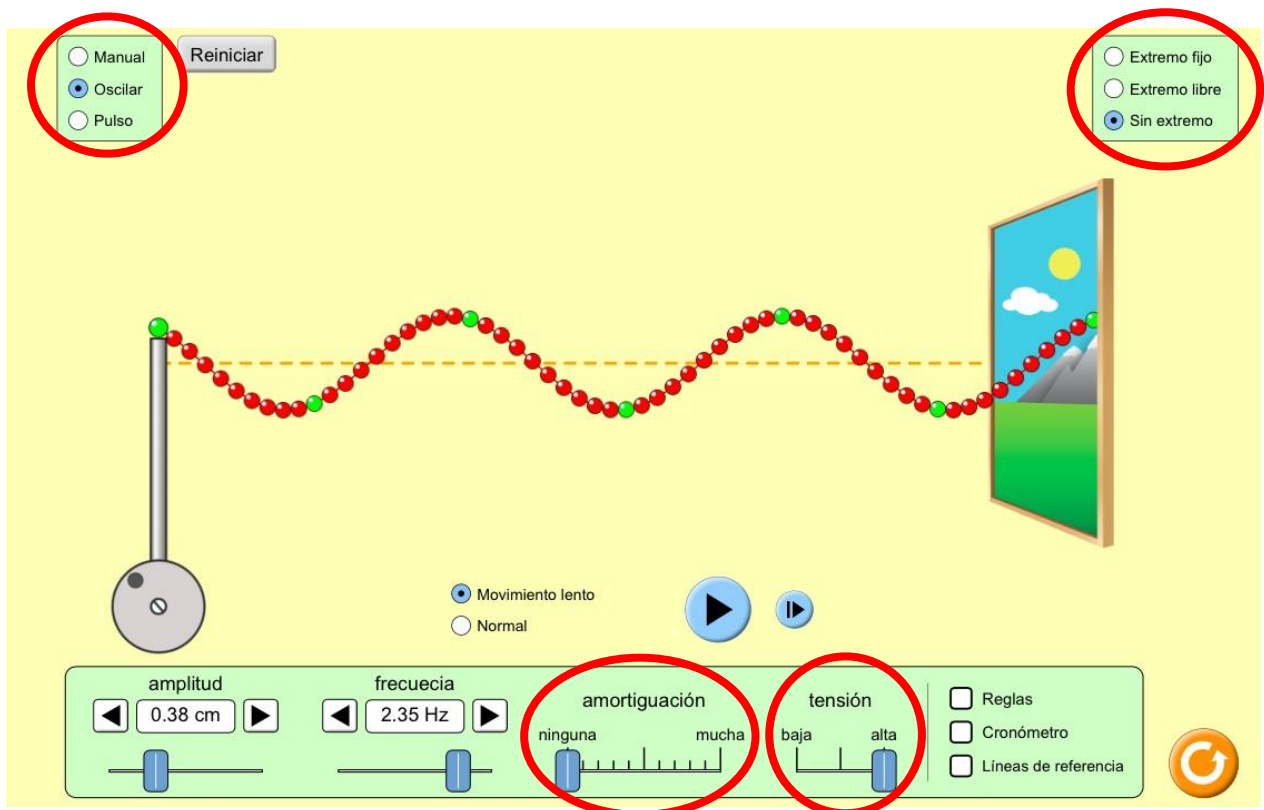


Figura 1.1 Captura de pantalla phetcolorado.com

¿Cómo es el movimiento del pistón que produce las ondas en la cuerda? _____

Observa el movimiento de las cuentas verdes en la cuerda. Descríbelo y compáralo con el movimiento del pistón. _____

Las cuentas ¿se desplazan a lo largo de la cuerda durante la oscilación?

Si _____ no _____, ¿qué es lo que se desplaza? _____

¿Cómo es el movimiento del pistón con relación al movimiento de la onda?

Modifica los valores de la amplitud y mantén la misma frecuencia ¿qué característica cambia en la onda? _____

De acuerdo con tus observaciones define la amplitud y contrasta tu definición con la definición formal. _____

Dibuja dos ondas con diferente amplitud.

--	--

Fija ahora la amplitud y cambia los valores de la frecuencia ¿qué característica se modifica en la onda? _____

A partir de tus observaciones escribe tu definición de frecuencia e investiga cuál es la definición formal ¿son iguales? _____ ¿por qué? _____

Dibuja dos ondas con diferente frecuencia

--	--



Puedes ver también la propagación de una onda en el agua en el simulador https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html

Las ondas son perturbaciones que viajan a través del espacio y transportan energía, pero no materia.

Las ondas mecánicas requieren un medio elástico para propagarse, en él, las partículas del medio oscilan alrededor de la posición de equilibrio, pero no viajan con la perturbación.



Completa las siguientes tablas:


En la columna que indica la representación de la onda, deberás marcar sobre la misma imagen sus características.

Ondas Transversales		
Definición: Ejemplos:		
Característica	Definición	Representación visual del fenómeno (Imagen)
Amplitud		
Longitud de onda		
Periodo		
Frecuencia		
Velocidad		

Ondas Longitudinales		
Definición: Ejemplos:		
Característica	Definición	Representación visual del fenómeno (Imagen)
Amplitud		
Longitud de onda		
Periodo		
Frecuencia		
Velocidad		

 Completa la tabla

Movimiento Periódico	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)
Segundero (de un reloj de manecillas)		
Minutero (de un reloj de manecillas)		
Manecilla de las horas		
Rotación de la Tierra		
Traslación de la Tierra alrededor del Sol		
Traslación de la Luna alrededor de la Tierra		
En el enlace se muestran 3 movimientos diferentes: http://micursofisicai.blogspot.com/p/blog-page_31.html		
a) masa que cuelga del resorte		
b) masa que estira y comprime un resorte en forma horizontal		
c) Péndulo		

 De acuerdo a la figura 1.2 que representa una onda, completa los incisos

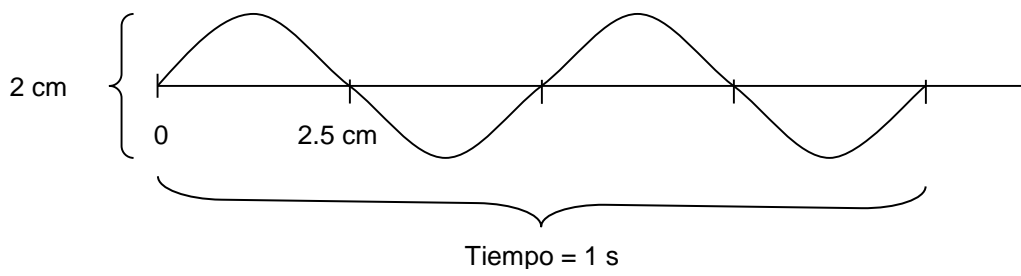


Figura 1.2 onda viajera

- a) Amplitud = _____
- b) Frecuencia (f) = _____
- c) Longitud de onda (λ) = _____
- d) Periodo (T) = _____
- d) velocidad (v) = λf = _____

Dibuja, sobre la figura anterior, una onda con amplitud de 3 cm y frecuencia de 10Hz

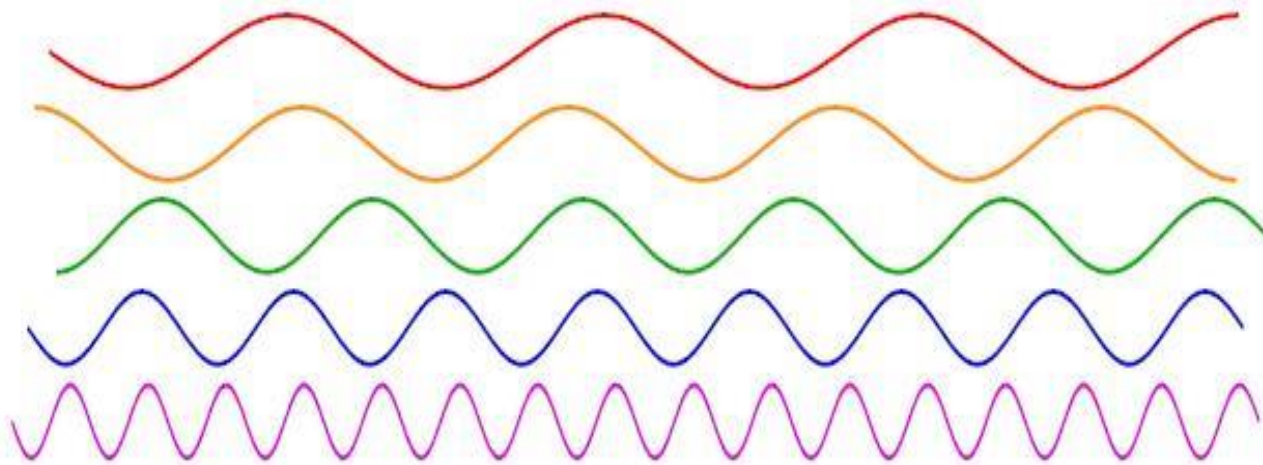
Dibuja una onda longitudinal que tenga las mismas características de la onda transversal representada en la pregunta anterior

¿Cuál es su longitud de onda? _____

Escribe el procedimiento que seguiste para obtener dicho resultado. _____



En la figura 1.3 se representan distintas ondas. Establece una escala común y determina para cada onda: amplitud, longitud de onda, frecuencia, periodo y



velocidad.

Figura 1.3 Imagen de diferentes ondas. e-educativa.catedu.es (2012)

Onda	Amplitud	Longitud	Frecuencia	Periodo	Velocidad
1					
2					
3					
4					
5					

b) Fenómenos sonoros. Sonido

En la película *Kingsman. El servicio secreto*, el villano intenta acabar con gran parte de la humanidad con una aplicación para celular que a través del sonido produce que la gente se vuelva violenta y se ataquen unos a otros hasta matarse, a partir de esta premisa surgen de inmediato preguntas como ¿será esto posible? ¿pueden los sonidos afectar nuestro estado de ánimo hasta tal punto?



Contesta las siguientes preguntas

¿Qué efectos nocivos crees que podrían tener los sonidos sobre el ser humano y bajo qué condiciones? _____

Los efectos que los sonidos producen en las personas, son ampliamente utilizados en la industria del cine, tan es así que hay efectos de sonido que con solo escucharlos nos producen ansiedad, miedo o alegría. Menciona que sonidos te

gustan, relajan, alteran, asustan, incomodan, desesperan, te recuerdan tu infancia, te transportan a otro lugar y cuáles te duermen. _____

Aunque diferentes en los efectos que producen en la película *Kingsman*, si existen las armas acústicas y de acuerdo con una publicación de la BBC (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-41047303>) las hay de dos tipos:

- De largo alcance como los “cañones de sonido” o dispositivos acústicos de largo alcance (LRAD: Long Range Acoustic Device) que emiten ruido con gran intensidad y son capaces de afectar la audición de las personas en un rango de hasta 300m de distancia.
- Infrasónicas o que emiten sonidos con frecuencias menores a los detectados por el oído humano pero que pueden producir cansancio, trastornos de sueño, pérdida auditiva, apatía, confusión, náuseas y desorientación.

Estas armas no son letales, pero si pueden inhabilitar a las personas causando problemas tanto físicos como psicológicos.



Construcción de un cañón sónico

Los cañones sónicos han sido empleados para controlar multitudes, pero también se utilizan algunos de menor potencia como auxiliares en la agricultura, para evitar que las aves se acerquen a las cosechas, puedes consultar <https://www.youtube.com/watch?v=VbHAe7zk-kA>.

Un modelo sencillo de cañón sónico se puede hacer con un tubo de cartón o de PVC, de aproximadamente 30cm, dos globos recortados y dos ligas o cinta adhesiva, figura 1.4.

Coloca en cada extremo del tubo un pedazo de globo bien tenso que funcionará como lo hace la membrana de un tambor. Fija las membranas con cinta adhesiva o con una liga. Haz un pequeño orificio en una de las membranas procurando que siga estirada.

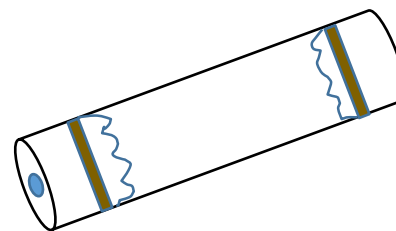


Figura 1.4 Modelo de cañón sónico

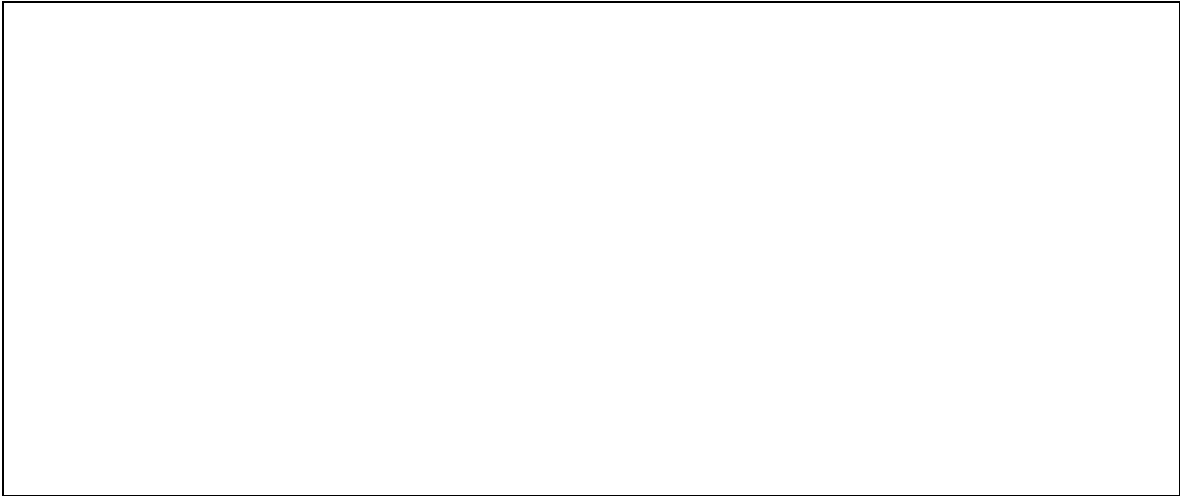
Una vez armado el tubo, apunta el orificio hacia la llama de una vela, jala la membrana del extremo opuesto hacia afuera y suéltala libremente, ¿qué ocurre? _____ ¿se escucha algún sonido? _____ ¿qué variables consideras importantes para el funcionamiento de este aparato? _____

Experimenta con el cañón haciendo el orificio más pequeño o más grande (incluso puedes quitar totalmente el globo con el orificio) ¿qué más puedes modificar? _____

Anota los cambios en el diseño del cañón y las consecuencias sobre su funcionamiento.

Cambios en diseño	Consecuencias

En el siguiente espacio, haz un dibujo que ilustre lo que sucede con el aire dentro del tubo cuando se mueve la membrana y explica cómo funciona este dispositivo

Ondas sonoras

Al jalar la membrana del cañón sónico hacia afuera y soltarla, se produce una onda de compresión en el aire contenido dentro del tubo. Cuando la membrana regresa

a su forma, produce una onda de rarefacción. Estas ondas no solo viajan dentro del tubo, sino también fuera de él y por eso se puede ver como el aire mueve (o apaga) la flama de la vela y se escucha el sonido producido por la membrana.

Las ondas sonoras son ondas longitudinales que se producen por la vibración de un medio, como la membrana, que al oscilar produce zonas de compresión y rarefacción en el aire que lo rodea, figura 1.5. Microscópicamente, al aumentar la presión las moléculas se juntan y empujan a las moléculas adyacentes y éstas a su vez chocan con las siguientes, al disminuir la presión, las moléculas individuales regresan a sus posiciones originales, esto significa que, mientras la variación de presión se transmite, las moléculas individuales solo oscilan hacia atrás y hacia adelante a lo largo de la línea de propagación.

Puedes ver una simulación en

<https://es.khanacademy.org/science/physics/mechanical-waves-and-sound/sound-topic/v/sound-properties-amplitude-period-frequency-wavelength>

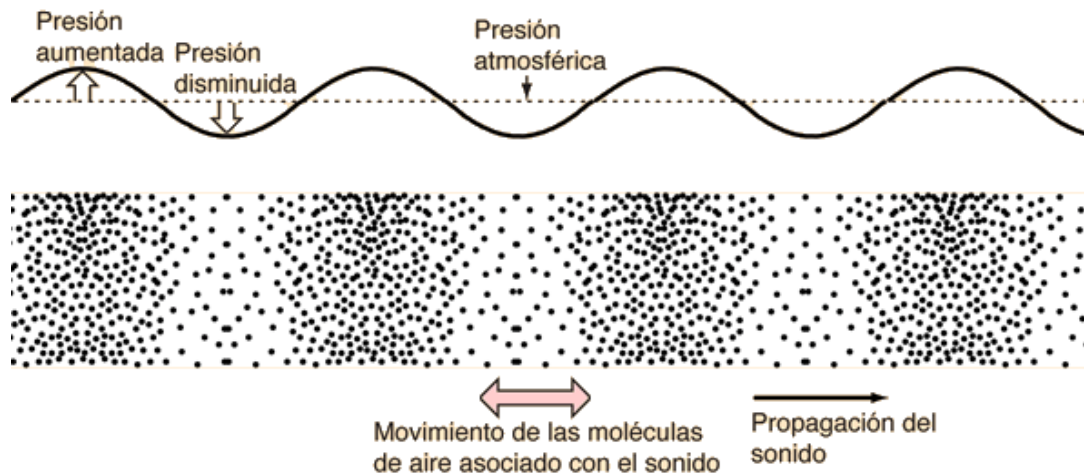


Figura 1.5 Ondas sonoras. hyperphysics.phy-astr.gsu.edu (2014)

Los cambios de presión constituyen el mecanismo de transmisión de las ondas sonoras, esto implica que para se propaguen es necesario que haya un medio material, en otras palabras, significa que **las ondas sonoras no pueden transmitirse en el vacío.**



Observa el video <https://www.youtube.com/watch?v=ce7AMJdq0Gw> ¿por qué va disminuyendo el sonido del timbre hasta que deja de escucharse?



El video <https://www.youtube.com/watch?v=bTSe13ozlNM> es un fragmento del episodio 4 de Star Wars. ¿Qué errores encuentras con respecto al sonido? _____

Características del sonido

Se denomina sonido a las ondas sonoras que son detectadas por el oído. El rango de frecuencias que puede percibir el oído humano está comprendido entre 20Hz y 20000Hz, este intervalo puede ser menor y no necesariamente indica un problema auditivo, pero es importante realizar pruebas de audición con un especialista para asegurar que no haya problemas con nuestra capacidad auditiva.

Las ondas sonoras cuyas frecuencias están fuera del rango audible llegan a nuestros oídos, pero no las captamos. Los sonidos con frecuencias por encima de 20000Hz se denominan **ultrasonidos** y pueden ser escuchados por algunos animales como los perros o los murciélagos, además este tipo de ondas también se utilizan en aplicaciones médicas.

Las ondas sonoras cuya frecuencia es menor a la del rango audible, se denominan **infrasonidos** y aunque inaudibles, pueden causar problemas tanto físicos como psicológicos si son constantes (por ejemplo, las producidas por maquinaria pesada en una fábrica). Los elefantes pueden comunicarse por medio de infrasonidos que viajan grandes distancias y permiten que las manadas se mantengan en contacto a pesar de estar alejadas unas de otras.



Ingresa a <https://www.youtube.com/watch?v=WwyqCUS3B1o> y realiza la prueba de audición para conocer, aproximadamente, el rango de frecuencias que percibe tu oído.

Escribe los valores de la frecuencia máxima que escuchaste y de la mínima

Frecuencia mínima _____

Frecuencia máxima _____

¿están dentro del rango óptimo? _____ De no ser así acude con un especialista.

Haz una gráfica cualitativa de dos ondas sonoras con tu frecuencia máxima y mínima

¿Qué cualidad del sonido notaste que cambió al aumentar la frecuencia? _____

¿Qué sonido tendrá mayor frecuencia, el canto de un pájaro o el rugido de un león?
_____ ¿Por qué? _____

Ordena cualitativamente, de mayor a menor frecuencia, las notas musicales

Nota							
Frecuencia							

El sonido está asociado con el sentido del oído, por lo que la percepción de sus cualidades: **tono, timbre e intensidad**, es en cierto sentido subjetiva, debido a que un mismo sonido puede ser escuchado de manera diferente por distintas personas, sin embargo, estas mismas cualidades pueden relacionarse con magnitudes físicas que permiten caracterizarlas.

Tono

El tono o “altura” de un sonido indica si es grave o agudo y está asociado con la frecuencia de la onda sonora, figura 1.6, si la frecuencia es alta el sonido será agudo y si es baja el tono es grave.

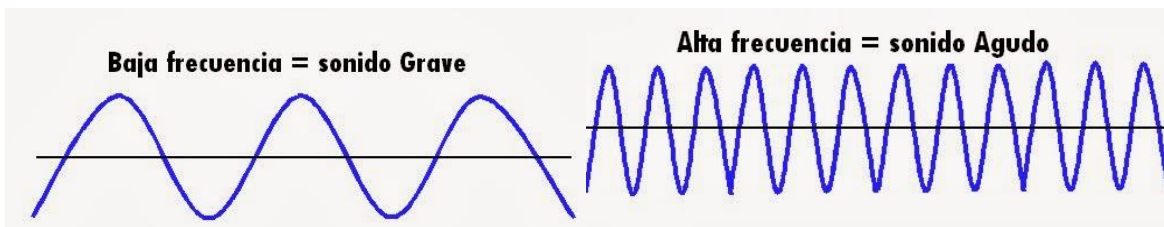


Figura 1.6. Frecuencia de tonos. wordpress.com (2015)

Las notas musicales son sonidos con frecuencias específicas e independientes del instrumento con que se toquen.



Investiga el valor de la frecuencia de cada nota.

¿Qué nota musical es la más grave? _____ ¿y la más aguda? _____

¿Qué sonidos tienen mayor longitud de onda, los graves o los agudos? _____

Al tono más bajo o grave en un sonido complejo se le llama frecuencia fundamental y determina la altura de la nota; mientras que a los otros tonos se les conoce como sobretonos o tonos parciales. Los tonos parciales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental se llaman **armónicos**

Timbre



En el siguiente enlace podrás realizar una actividad que consiste en reconocer el sonido de diferentes instrumentos de viento:

https://www.educaixa.com/microsites/clarinetarium/el_laboratorio_instrumentos_de_viento/

La particularidad del sonido emitido por cada instrumento depende de su forma y del material con que se fabrica. El timbre es la cualidad del sonido que permite diferenciar entre dos o más instrumentos musicales, aunque emitan la misma nota y se debe a que los sonidos emitidos por los instrumentos son complejos.

Hay sonidos simples y complejos. La mayoría de los sonidos que escuchamos a nuestro alrededor son complejos. Un sonido simple tiene la forma característica de una onda (seno o coseno), mientras que, el sonido complejo se forma por la combinación de sonidos simples, y a pesar de que nosotros lo percibamos como un sonido único, está compuesto por la superposición de varios tonos de distintas frecuencias.

El timbre está relacionado entonces con la forma que tiene la onda debido a la superposición de tonos que la producen, figura 1.7.

Al tono más bajo o grave en un sonido complejo se le llama frecuencia fundamental y determina la altura de la nota; mientras que a los otros tonos se les conoce como sobretonos o tonos parciales. Los tonos parciales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental se llaman **armónicos**.

El timbre entonces está relacionado con la forma que tiene la onda debido a la superposición de tonos que la producen.

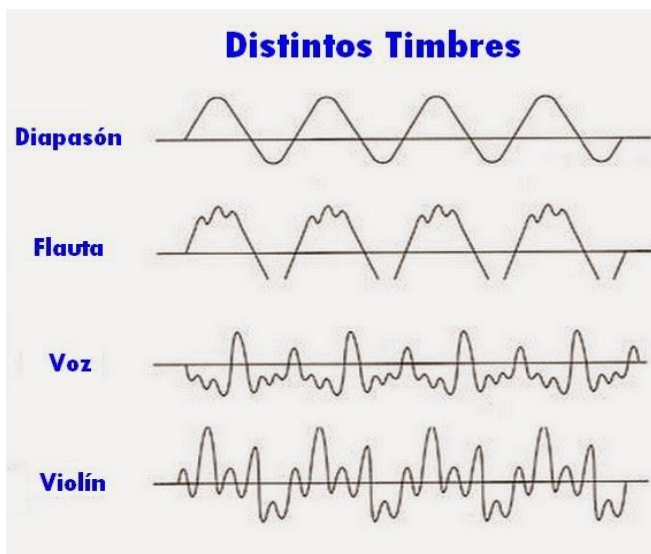


Figura 1.7 Distintos timbres. philatelie-philippe.fr (2011)

Intensidad



Instala en tu celular alguna aplicación que te permita visualizar las ondas sonoras producidas por tu voz o por cualquier otro sonido de tu alrededor (algunas de las aplicaciones que puedes utilizar son: Decibel 2017, Frecuencímetro o Sonómetro).

Intenta situarte en un entorno aislado para que puedas visualizar las ondas producidas por distintas fuentes: tu voz, un diapasón, un piano, una guitarra, el ladrido de un perro, un silbato, etc. ¿qué características tienen estas ondas? _____

¿Puedes distinguir una de otra? _____ ¿son producidas por sonidos simples?

Ahora colócate en algún lugar con mucho ruido ¿qué cambios observas en las ondas registradas? _____

¿Qué característica de la onda cambia al ir aumentando el volumen de la voz? _____

Con la aplicación mide la intensidad de diferentes sonidos y regístrala en la tabla.

Sonido	Intensidad

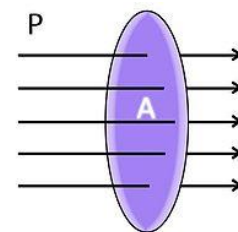
Determina la diferencia de intensidades entre un susurro y un grito. _____

Mide la intensidad de un sonido constante cuando te encuentras a diferentes distancias de la fuente (1m, 2m, 3m, 4m y 5m). Haz una tabla para registrar los datos.

Distancia	Intensidad
1m	
2m	
3m	
4m	
5m	

¿Encuentras alguna relación entre la intensidad registrada y la distancia a la fuente?
 _____ ¿Cuál es? _____

La intensidad del sonido se refiere a su nivel de sonoridad y se define como la energía transportada por unidad de tiempo (Potencia) por una onda a través de un área (A) perpendicular al flujo de energía, figura 1.8.



$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A}$$

con unidades de $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

Figura 1.8. Intensidad de sonido.
 es.wikipedia.org (2011)

Cuando una fuente aislada produce un sonido, las ondas sonoras se alejan en todas direcciones, lo cual implica que son ondas tridimensionales. Si la onda sonora se transmite por un medio homogéneo tendrá forma esférica, por lo que el área del frente de onda es una superficie esférica con área $A = 4\pi r^2$

$$\therefore I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

De esta ecuación se sigue que la intensidad decrece inversamente con el cuadrado de la distancia a la fuente, o en otras palabras, cuanto más alejados estemos de la fuente sonora, menor será la intensidad del sonido.

Además, como la energía transportada por una onda es proporcional al cuadrado de su amplitud, la intensidad sonora también tendrá esta dependencia, por lo que un sonido “débil” tendrá una amplitud de onda pequeña y un sonido intenso, una amplitud elevada.

c) Oído. Nivel de intensidad de las ondas sonoras

La intensidad del sonido es una magnitud física asociada a las ondas sonoras y se puede medir con diferentes instrumentos como osciloscopios, sonómetros o decibelímetros, en cambio, la **sonoridad** y el **volumen** están relacionados con la sensación fisiológica que produce el sonido en el oído.

Cuando escuchamos algún sonido, nuestro tímpano vibra, si las ondas sonoras tienen una amplitud elevada mueven mucho el tímpano y suenan con un volumen alto, mientras que, si la amplitud es menor el tímpano se mueve menos y suenan con poco volumen. Es por ello que los sonidos muy “fuertes” pueden lastimar el tímpano al moverlo y estirarlo demasiado, algo análogo a la vibración que se produce en las ventanas como consecuencia de los ruidos intensos.

Debido a que el oído humano puede detectar un rango de sonidos muy amplio, desde el umbral de audición ($10^{-12} \frac{W}{m^2}$) hasta el umbral del dolor ($1 \frac{W}{m^2}$), el juicio que hacemos sobre el volumen de un sonido, no corresponde con la magnitud de su intensidad. Por ejemplo, un sonido puede ser percibido con un volumen dos veces mayor que otro de referencia, cuando en realidad su intensidad es 10 veces mayor o si se percibe cuatro veces más sonoro, es porque la intensidad se incrementó en un factor de 100.

La relación entre volumen e intensidad es aproximadamente logarítmica, por lo que se define el **nivel de sonido** (β) en términos de su intensidad I como:

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

donde I_0 es la intensidad de un nivel de referencia elegido (usualmente se considera $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ que es la intensidad mínima audible o umbral de audición)

El nivel de sonido se mide en **decibeles (dB)**: 10dB = 1Bel. El umbral del sonido tendrá un nivel de 0dB puesto que el $\log(1)=0$; un sonido con una intensidad 10 veces mayor a este umbral, tendrá un nivel de 10 dB o 1 Bel.



En la tabla se muestra la intensidad de diferentes sonidos medida en $\frac{W}{m^2}$. Calcula sus niveles de sonido correspondientes y completa la columna.

Fuente del sonido	Intensidad ($\frac{W}{m^2}$)	Nivel de sonido (dB)
Umbral del dolor	1	
Concierto de rock	10^{-1}	
Sirena a 30m	10^{-2}	
Tren en un túnel, metro	10^{-3}	
Tráfico intenso	10^{-4}	
Aspiradora	10^{-5}	
Aglomeración de gente	$10^{-7} - 10^{-6}$	
Radio bajo	10^{-8}	
Casa tranquila	10^{-9}	
Biblioteca	10^{-10}	
Susurro	10^{-11}	10
Umbral de audición	10^{-12}	0



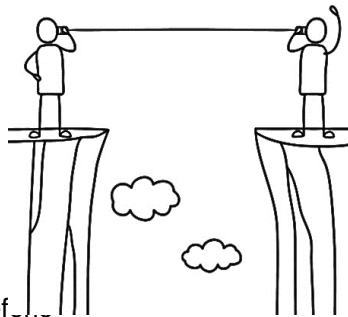
Ejercicios resueltos:

<http://www.sociedadelainformacion.com/departfqtobarra/ondas/problemas/sonido.htm>

Rapidez del sonido



Construcción de un teléfono con dos vasos



Consigue dos vasos de plástico y con una aguja gruesa haz un orificio en la base de cada vaso. A través de los orificios pasa el hilo y asegúralo con un nudo o pon un clip como tope, figura 1.9. Prueba el teléfono. Con el hilo tenso, habla a través de uno de los vasos mientras algún compañero escucha por el otro.

Experimenta con tu teléfono y su diseño. Cambia el tipo de vasos, el tipo de hilo, su longitud, etc. Es conveniente que modifiques una sola cosa a la vez para que puedas evaluar el resultado de cada cambio. Anota tus

Figura 1.9 Teléf...
casero. 123rf.com (2019)

observaciones.

¿Qué variables consideras importantes para el funcionamiento del teléfono que construiste? _____

Explica _____

Explica el funcionamiento de este dispositivo en términos de las ondas sonoras que se transmiten. _____

¿Qué sucede si al comunicarse no se mantiene tenso el hilo? _____

¿por qué? _____

¿Cómo se escucha mejor, a través del aire o de los vasos? _____

¿por qué? _____

¿Qué sucede con la transmisión del sonido si utilizas un hilo muy largo? Explica.



Utiliza el enlace para darte una idea de la rapidez del sonido en diferentes medios. http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3212/html/12_velocidad_del_sonido.html

Registra el tiempo que tarda una onda sonora en recorrer 10m, 100m, 1000m y 10000m en aire, agua y acero.

Distancia	Tiempo en aire	Tiempo en agua	Tiempo en acero
10m			
100m			
1000m			
10000m			

Determina la rapidez del sonido en cada uno de estos medios.

Medio	Rapidez (Unidades)
Aire	
Agua	
Acero	

¿En qué material viaja más rápido el sonido? _____

¿a qué crees que se deba esto? _____

Además del aire, las ondas sonoras pueden viajar tanto en sólidos como líquidos y gases.



En el siguiente enlace puedes ver como se mide la rapidez del sonido <https://es.khanacademy.org/science/physics/mechanical-waves-and-sound/sound-topic/v/speed-of-sound>

La rapidez del sonido se puede calcular en cada medio a partir de las siguientes expresiones matemáticas:

- Rapidez del sonido en sólidos: $v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$
donde Y (módulo de Young) es una constante que depende del material y ρ es la densidad del sólido
- Rapidez del sonido en líquidos: $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$
donde B (módulo volumétrico o de compresibilidad) es una constante que mide la resistencia para comprimir un material y ρ es la densidad del líquido.
- Rapidez del sonido en gases: $v = C \sqrt{\frac{T}{M}}$

Rapidez del sonido en algunos materiales	
Medio	$v \left(\frac{m}{s} \right)$
Aire (20°C)	343
Aire (0°C)	331
Helio	1005
Agua	1440
Agua de mar	1560
Hierro y Acero	≈ 5000
Vidrio	≈ 4500
Concreto	≈ 3000

donde C es una constante que depende de la capacidad calorífica del medio, T es la temperatura del gas en Kelvin y M su peso molecular.

De acuerdo con estas expresiones la rapidez del sonido depende únicamente de las propiedades del medio por las que se transmite y no del sonido en si o de sus características (intensidad, frecuencia o timbre).

Por ejemplo, si se quiere aumentar la rapidez con que viaja la voz en el aire, no serviría de nada gritar o emitir tonos más altos, si no que únicamente se podría lograr modificando las propiedades del aire, tales como temperatura o densidad.

Ya que el sonido son ondas de presión, su velocidad también se puede determinar por la expresión:

$$v = \lambda f$$

Pero como la velocidad del sonido es constante en un medio determinado, si aumenta la frecuencia, deberá disminuir la longitud de la onda, para que el valor de la velocidad se mantenga constante.



Contesta las siguientes preguntas

¿Qué viaja en el aire con mayor rapidez el barrido subsónico de un elefante, la voz humana o el ultrasonido emitido por un murciélago? Justifica tu respuesta. _____

Determina la longitud de onda de la nota DO en el aire y en el agua. ¿es la misma? _____ ¿por qué? _____

Calcula el módulo de Young para el Hierro si su densidad es de $7874 \frac{kg}{m^3}$

Reflexión



Observa la figura 1.10

¿qué es? _____

¿habías visto algo similar? _____

¿en dónde? _____

¿sabes cómo se obtienen este tipo de imágenes? _____

Explica _____



Figura 1.10 Ultrasonido. (2010).
commons.wikimedia.org

La figura corresponde a la imagen de un ultrasonido o ecografía del abdomen y lo que se observa en tono más oscuro es la vesícula biliar.

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen basada en la reflexión de ultrasonidos por el cuerpo, que se utiliza fundamentalmente en el análisis de los tejidos blandos y para monitorear el estado del feto durante un embarazo, gracias a su carácter no invasivo.



Indaga lo que a continuación se pide

¿Qué preparación debe tener el paciente para hacerle una ecografía? _____

¿cuántos ultrasonidos se hacen normalmente durante el embarazo? _____

¿para qué? _____

¿En qué situaciones es conveniente hacer una ecografía y en cuáles es mejor utilizar rayos X? _____

¿Qué rango de frecuencias son utilizadas para las ecografías? _____

¿Por qué se produce la reflexión de las ondas ultrasónicas? _____

¿Cómo se obtiene la imagen en una ecografía? _____

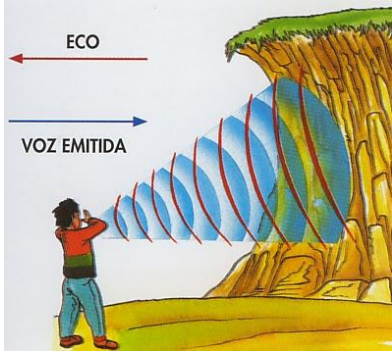


Figura 1.11. eco. i.ymitimg.com (2008)

Seguramente alguna vez has escuchado el eco de tu voz ¿bajo qué condiciones?

El eco es la reflexión del sonido que se produce cuando las ondas sonoras encuentran un obstáculo que les impide propagarse, figura 1.11, la superficie del obstáculo absorbe una parte de la onda y otra parte la refleja. La fracción de la energía que transporta la onda sonora reflejada es mayor si la superficie es rígida y lisa y menor si la superficie es suave e irregular. Esto se aprovecha en las salas de conciertos o en los cines, en donde se utilizan no solo materiales como corcho, cortinas gruesas o alfombras para absorber el sonido, sino que también se colocan

dispositivos reflejantes para dirigir las ondas sonoras a la audiencia.

El sonido se refleja en las superficies lisas de manera que, su ángulo de incidencia es igual a su ángulo de reflexión (como sucede con la reflexión de la luz) y puede ocurrir que no solo se refleje una vez, sino que se refleje varias veces entre las paredes, techo y piso de un recinto, en estos casos, se escucha como si el sonido permaneciera un cierto tiempo después de ser emitido. A este fenómeno se le conoce como reverberación.

El oído puede distinguir un eco si el tiempo de ida y vuelta de la onda sonora es mayor a 0.1 segundo, por lo que, en espacios pequeños, aunque estén vacíos y el sonido no se absorba, no se escucha el eco.



Determina la distancia mínima a la que se debe localizar la superficie reflejante, para que se escuche el eco de la voz. Considera la velocidad del sonido en el aire de $343 \frac{m}{s}$

Eco localización



Escucha el siguiente audio:

https://askabiologist.asu.edu/sites/default/files/resources/articles/bats/silver_haired.mp3

El sonido corresponde al chillido de un murciélago. Los murciélagos son animales nocturnos que utilizan la eco localización para desplazarse y encontrar comida en la oscuridad.

La eco localización se refiere al uso de ondas sonoras y su reflexión para determinar la ubicación de objetos.

Cuando los murciélagos vuelan, emiten ultrasonidos que, al impactar con un objeto, se reflejan, figura 1.12. Estos ecos son captados por los oídos del murciélago y le permiten determinar la ubicación, forma y tamaño de los objetos por medio del retraso que se produce desde que manda el sonido, hasta que recibe el eco; además el ultrasonido le permite detectar objetos más pequeños puesto que, para longitudes de onda corta hay menos difracción.

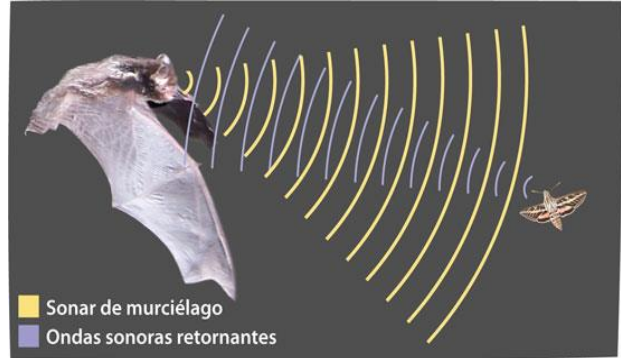


Figura 1.12. Sonar de murciélago
askabiologist.asu.edu (1997)



Indaga

¿Qué otros animales utilizan la eco localización? _____

¿Cuál es la frecuencia de los ultrasonidos emitidos por los murciélagos? _____

¿Cómo funciona un sonar y qué frecuencia del sonido que utiliza? _____

Refracción

Debido a que la velocidad de las ondas depende de las propiedades del medio en que se propagan, si el medio cambia, o si sus características no son homogéneas, como por ejemplo su temperatura o su densidad, la velocidad de la onda también cambia, por lo que se produce una desviación en su dirección de propagación. A este fenómeno se le conoce como refracción.



En el enlace <https://www.youtube.com/watch?v=mXZsbvFYW68> se puede apreciar la refracción del sonido que se produce en las cercanías de una carretera a diferentes horas del día.

Esto se puede explicar porque durante el día, el aire que está sobre la carretera, tiene una mayor temperatura, por lo que la rapidez del sonido cerca del

suelo es mayor, debido a esto las ondas sonoras se alejan hacia arriba, por lo que parece que a la misma altura de la carretera casi no hay ruido. Esto se puede apreciar en la figura 1.13 a)

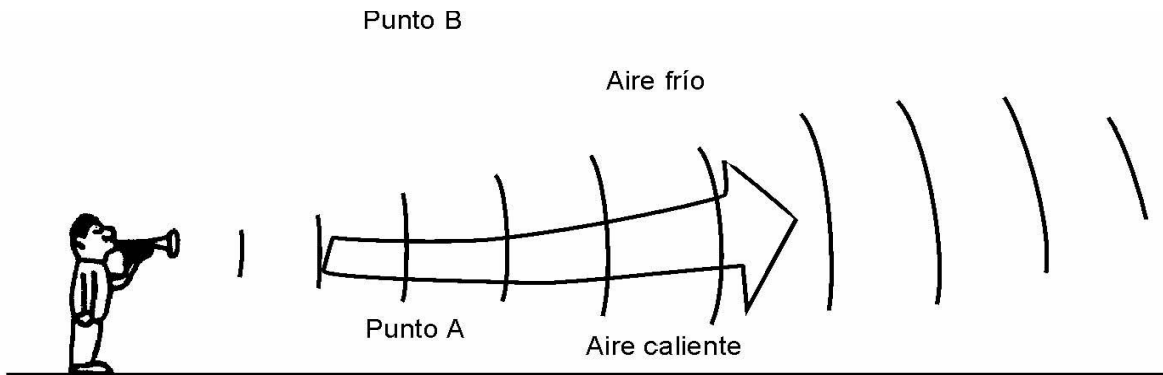


Figura 1.13 a) Refracción del sonido. wordpress.com (2012)

En la noche, por el contrario, el aire sobre la carretera está a una menor temperatura, por lo que ahora el aire se propaga con mayor rapidez en las capas superiores, lo que provoca que el sonido se desvíe hacia el suelo, por lo que el ruido que se escucha es mayor. Una representación del fenómeno se muestra en la figura 1.13 b).

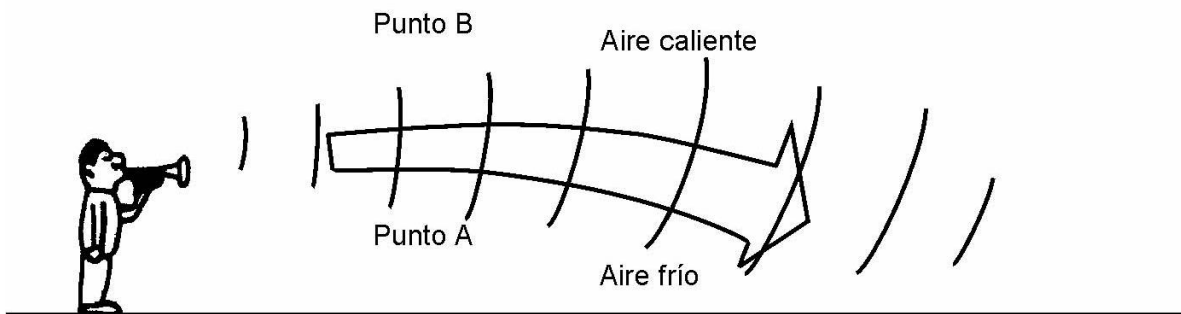


Figura 1.13 b) Refracción del sonido. wordpress.com (2012)

El fenómeno de la refracción puede hacer que a pesar de que el sonido no se escuche en lugares cercanos a la fuente, si se perciba en otros más lejanos.

Difracción

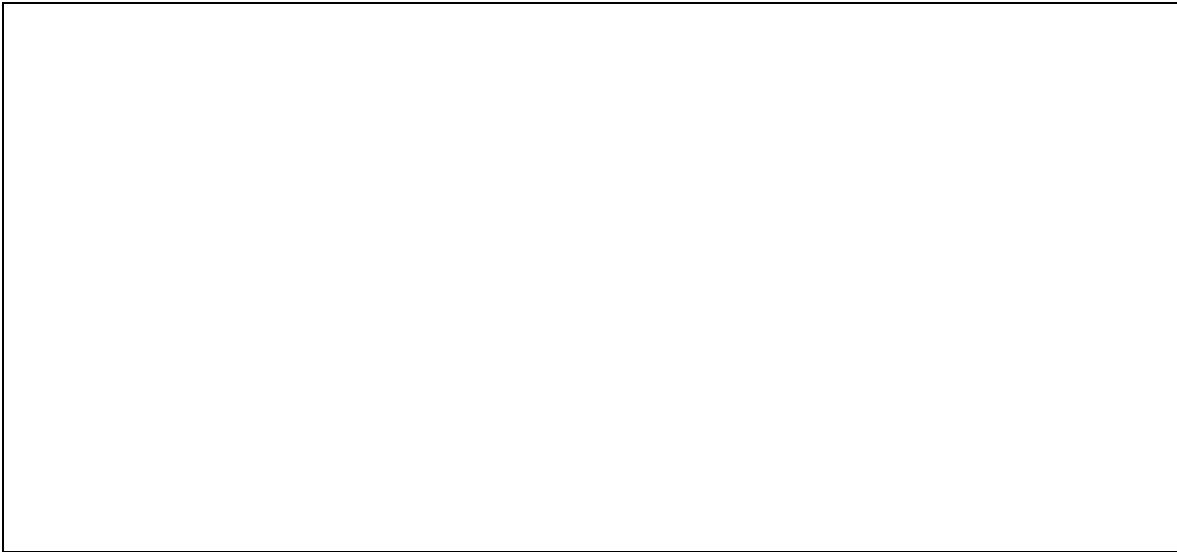


Realiza la siguiente experiencia: Pide a un amigo que hable con voz alta dentro de un salón y empieza a alejarte de él, sal del salón y colócate pegado a la pared a un lado del marco de la puerta.

¿Sigues escuchando la voz de tu amigo? _____

¿Por qué? _____

Haz un dibujo de cómo piensas que se propaga el sonido.



Cuando tu amigo habla, las ondas sonoras se propagan en todas direcciones, al llegar a las paredes, techo, suelo o al mobiliario del salón, parte de estas ondas se absorben y parte se reflejan, pero ¿qué pasa con las ondas que salen por la puerta? Las ondas sonoras que pasan por una ventana o una puerta no continúan su propagación en línea recta (como sería el caso del cono de luz emitido por una linterna) si no que se **difractan**.

La difracción es la propiedad que tienen las ondas de rodear los obstáculos, o aberturas, de dimensiones similares a su longitud de onda.

La difracción puede producirse en dos situaciones:

- Cuando en la dirección de propagación de la onda sonora aparece un obstáculo y ésta lo rodea, ver figura 1.14.

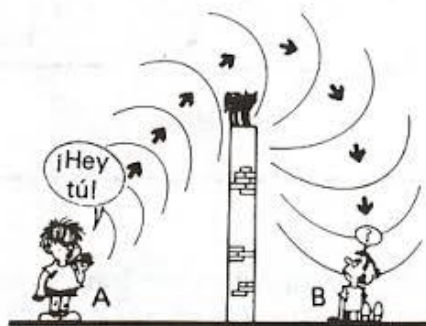


Figura 1.14 Difracción obstáculo grande tapfísica.blogspot.com (2011)

Para que la difracción se presente es importante considerar la relación entre el tamaño del obstáculo y la longitud de onda del sonido, puesto que esta dependencia determina el efecto del obstáculo sobre la onda. Si el obstáculo tiene

menor dimensión que la longitud de onda, será acústicamente invisible, es decir, la onda sonora lo rodeará sin problema, figura 1.15 a).

Pero si el obstáculo y la longitud de onda tienen dimensiones comparables, se producirá una “sombra acústica” detrás del obstáculo impidiendo el paso del sonido, figura 1.15 b).

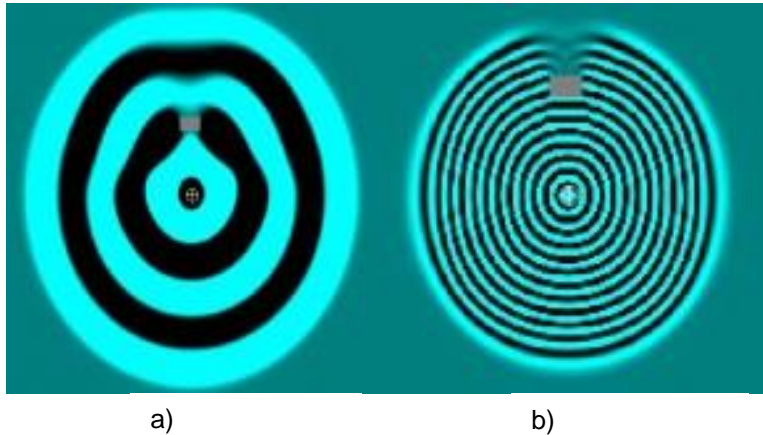


Figura 1.15. Obstáculos y difracción. Equapho-university.net (2015)

- Cuando en la dirección de propagación de la onda aparece una abertura y ésta la atraviesa.

Al igual que en el caso anterior, la difracción dependerá de la relación entre el tamaño de la abertura y la longitud de onda: Si la abertura es grande en comparación con la longitud de onda, la difracción no se produce, pero si el tamaño de la abertura es menor a la longitud de onda, el efecto de la difracción será mayor, tal y como se muestra en la figura 1.16.

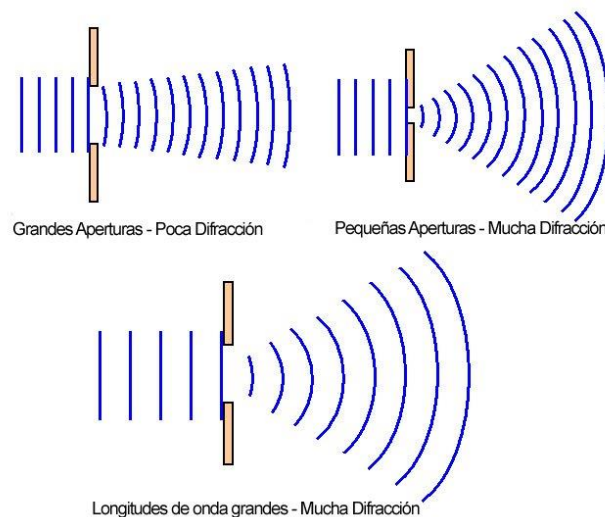


Figura 1.16. Difracción en diferentes aberturas. sites.google.com (2011)



Resuelve

Calcula las longitudes de onda correspondientes a los rangos máximo y mínimo de las frecuencias audibles. _____

¿Cuáles sonidos se difractan más, los graves o los agudos? _____
Explica _____

Las ondas sonoras ¿podrán rodear una pared cuadrada de 18m por lado? _____
Justifica tu respuesta _____

Una columna de 1m de diámetro en una sala de conciertos ¿para qué intervalos de frecuencias generará una “sombra acústica”? _____

Interferencia



Ingresa al simulador

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html abre la pantalla de **interferencia** y modifica las opciones de los comandos para que te familiarices con el simulador.

Deja caer gotas sobre el agua con una sola de las llaves ¿cómo es la imagen que se observa? Dibújala

¿A qué corresponden las zonas más oscuras y más claras de la imagen? (Si tienes dudas, puedes abrir la pantalla de **ondas** y observar la vista lateral)

Deja caer gotas con ambas llaves ¿cómo cambia la imagen? _____

¿A qué se debe esto? _____

Cambia la separación entre las llaves ¿qué modificaciones se producen? _____

Prueba ahora con las bocinas ¿qué diferencia hay con las gotas de agua? _____

Observa la línea diagonal marcada en la imagen ¿qué la origina? _____

La interferencia se produce cuando dos o más ondas pasan por el mismo punto o región del espacio simultáneamente. Ambas ondas se combinan en una nueva onda cuya forma se obtiene al sumar la elongación de cada una de las ondas por separado. A este proceso se le conoce como principio de superposición.

Como ejemplo de este principio, se muestra la interferencia de dos ondas de diferente amplitud, longitud y frecuencia.



De acuerdo con las imágenes de la figura 1.17 si la primer onda tiene una frecuencia de 1Hz

¿cuál es la frecuencia de la segunda? _____

¿y la de la onda resultante?

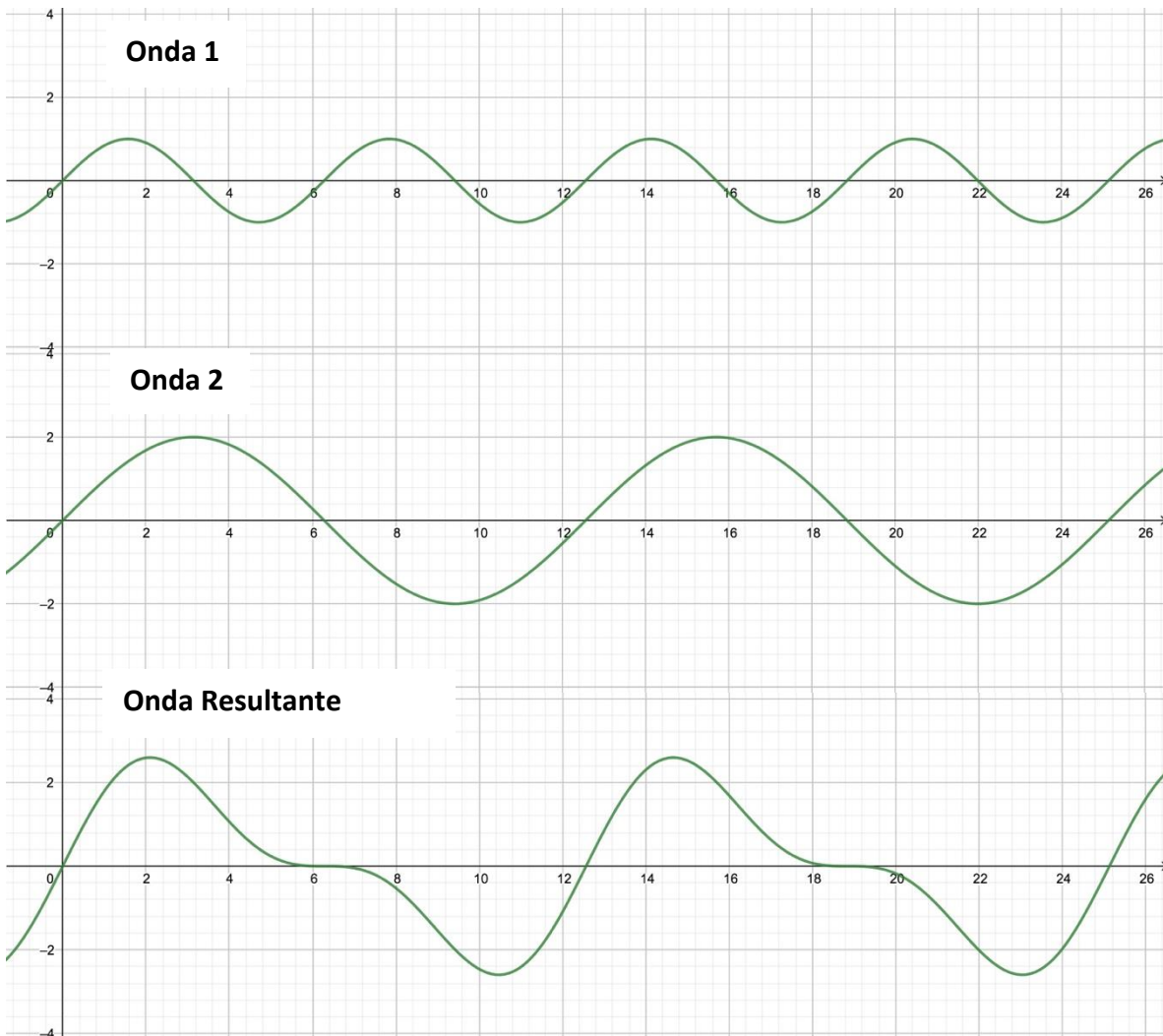


Figura 1.17 Superposición de ondas

De acuerdo con el principio de superposición, la onda resultante se obtiene de la suma de las alturas de las ondas en cada punto, por ejemplo en $x = 0$ la altura de la Onda 1 es $y_1 = 0$ y la de la Onda 2 es $y_2 = 0$ por lo tanto la altura de la onda resultante en $x = 0$ es $y_R = y_1 + y_2 = 0 + 0 = 0$

Por el mismo proceso encontramos que:

Si $x = 2$, $y_R = y_1 + y_2 = 0.9 + 1.7 = 2.6$

Si $x = 4$, $y_R = y_1 + y_2 = -0.8 + 1.8 = 1$

Si $x = 6$, $y_R = y_1 + y_2 = -0.4 + 0.4 = 0$

Si $x = 8$, $y_R = y_1 + y_2 = 1 - 1.6 = -0.6$

Si $x = 10$, $y_R = y_1 + y_2 = -0.6 - 1.9 = -2.5$

Si $x = 12$, $y_R = y_1 + y_2 = -0.5 - 0.5 = -1$

Si $x = 12.6$, $y_R = y_1 + y_2 = 0 + 0 = 0$ y a partir de este punto las sumas se repiten.

Es claro que para encontrar la onda resultante no necesariamente se deben considerar los puntos elegidos y que además se pueden sumar tantas alturas como sean necesarias para distinguir la forma de la onda resultante.

Dos casos importantes de interferencia se producen cuando:

- las amplitudes de cada una de las ondas, A_1 y A_2 , están en fase, de tal forma que la amplitud de la onda resultante es igual a la suma de las componentes $A = A_1 + A_2$ (**Interferencia Constructiva**)
- si la amplitud de la onda resultante es nula (**Interferencia destructiva**), ver figura 1.18

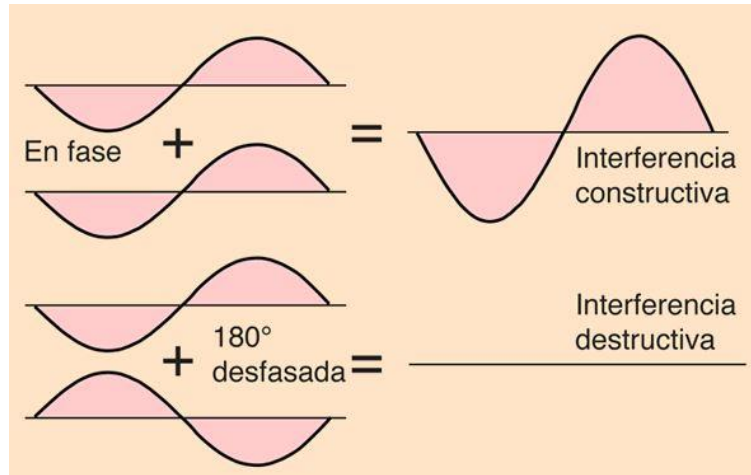


Figura 1.18. Interferencia de ondas. Wordpress.com (2014)

Se producen cuatro sonidos, uno después del otro frente al micrófono conectado a un osciloscopio. Las gráficas de la figura 1.19 muestran lo que se observó en la pantalla del osciloscopio.

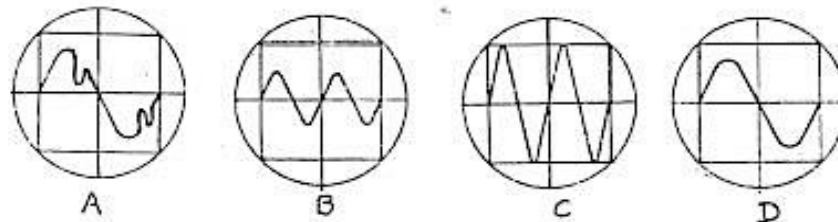
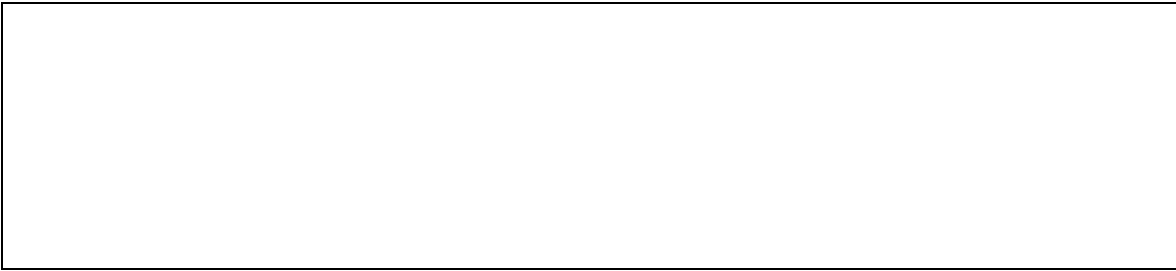


Figura 1.19

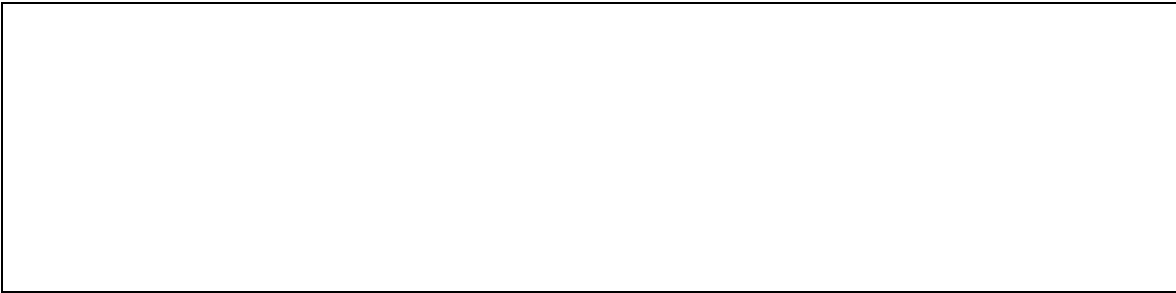
¿Cuál gráfica corresponde al sonido de mayor volumen? _____
Explica _____

¿Qué gráfica corresponde al sonido más grave? _____
Explica _____

Dibuja la onda que resultaría de la suma de A + D



Dibuja la onda que resultaría de la suma de B + D

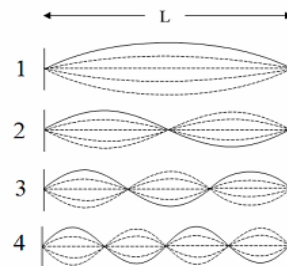
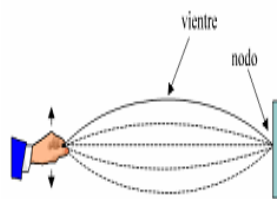


Dibuja la onda que resultaría de la suma de B + C



Ondas Estacionarias

Supón que amarras uno de los extremos de una cuerda a un muro y agitas el extremo libre de arriba abajo, figura 1.20 a). Si agitas la cuerda con una cierta frecuencia, puedes producir ondas estacionarias como se ilustra en la figura 1.20 b)



a)

b)

Figura 1.20. rsefalicante.umh.es (2003)

Las ondas estacionarias son consecuencia de la interferencia y se producen cuando dos ondas de la misma amplitud y longitud de onda pasan una sobre otra en dirección contraria, por lo que la onda parece no moverse.



Analiza la siguiente tabla que se refiere a las ondas estacionarias 1, 2, 3 y 4, correspondientes a la imagen b) de la figura 1.20 y complétala:

Onda	Frecuencia f_n	Longitud de onda λ_n	Número de nodos
1	f_1	$2L$	2
2	$2 f_1$		
3		$2L / 3$	
4			

¿Qué ocurriría si agitáramos la mano con una frecuencia de $3/2 f_1$? _____

¿Cuál es la mínima frecuencia que puede tener para generar una onda estacionaria? _____ ¿por qué? _____

¿Qué valores puede tomar la frecuencia? _____

¿Cuál es el valor de L en términos de λ_1 ? y ¿en términos de λ_2 y λ_3 ? _____

¿Cuál sería la expresión general para L en términos de λ_n ? _____

Las frecuencias a las que se producen las ondas estacionarias son las **frecuencias naturales** o **frecuencias resonantes** de la cuerda. La frecuencia más baja, se llama frecuencia fundamental y las otras frecuencias naturales son los sobretonos

El entero n indica el número del armónico $n = 1$ para el fundamental, $n = 2$ es el segundo armónico y así sucesivamente.

Efecto Doppler



Graba en tu celular el sonido de una patrulla o ambulancia (en reposo) o algún sonido de una frecuencia determinada. Reproduce el sonido de tal forma que se escuche claramente y de manera continua. Introduce el celular dentro de una bolsa con una correa larga y ciérrala bien.



Figura 1.21 Experimento Doppler. correodelmaestro.com (2014)

Sujeta bien la correa y haz girar la bolsa por encima de tu cabeza describiendo una circunferencia horizontal, ver figura 1.21. Pide a un amigo que se coloque a unos 2m de ti y que te diga lo que escucha. Intercambien posiciones ¿cambia el sonido cuando el teléfono está en reposo y cuándo se acerca o se aleja de ti? _____ ¿cómo es el cambio? _____



Otro ejemplo de éste fenómeno, lo puedes encontrar en:

<https://www.youtube.com/watch?v=UEBNJqUW5Ok>

Al cambio aparente que se da en el tono o frecuencia de un sonido cuando hay un movimiento relativo entre el observador y la fuente se le conoce como Efecto Doppler y debe su nombre al físico austriaco Christian Andreas Doppler (1803 – 1853) quien lo describió en el año de 1842 al notar como el silbato de un tren se oía diferente cuando la locomotora se acercaba o se alejaba.

Una situación análoga que nos es más familiar, y que se explica por este efecto, es el cambio de tono que se percibe en la sirena de una ambulancia en movimiento, figura 1.22. Cuando ésta se acerca el sonido parece más agudo y si se aleja se escucha más grave.



Figura 1.22. Cambio aparente de tono. correodelmaestro.com (2014)

En reposo, la sirena de la ambulancia emite un sonido de una frecuencia característica que se propaga en todas direcciones y cuya longitud de onda se puede calcular mediante la expresión:

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

con $v =$ velocidad del sonido en el aire y $f =$ frecuencia de la fuente

Durante un periodo T de la fuente, la onda se alejará una distancia vT .

Si la ambulancia se mueve hacia el observador con una velocidad v_a en el mismo intervalo T habrá recorrido una distancia $v_a T$, por lo que la distancia entre la onda emitida por la fuente y la ambulancia será la longitud de la onda (λ') que realmente escucha el observador:

$$\lambda' = vT - v_a T = (v - v_a)T$$

de donde se sigue que la frecuencia de esta onda será:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{(v - v_a)T} = \frac{f}{1 - \frac{v_a}{v}}$$

Si la ambulancia se aleja, la longitud de onda aumenta:

$$\lambda' = vT + v_a T = (v + v_a)T$$

$$\therefore f' = \frac{f}{1 + \frac{v_a}{v}}$$

Si el observador está en movimiento y la fuente fija, cambian estas expresiones por:

$$f' = f \left(1 \pm \frac{v_{obs}}{v} \right)$$

y si la fuente y el observador están en movimiento:

$$f' = f \left(\frac{v_{sonido} \pm v_{obs}}{v_{sonido} \mp v_{fuente}} \right)$$



¿Qué ocurre si la velocidad de la fuente es igual a la velocidad del sonido?

¿y si es mayor? _____



Indaga algunas aplicaciones del efecto Doppler



Puedes ver algunos ejercicios en:

<https://www.fiscalab.com/apartado/efecto-doppler#ejercicios>

<http://www.fis.puc.cl/~jalfaro/fiz0121/clases/doppler.pdf>

1.2 Luz. El ojo como instrumento óptico

a) Ondas electromagnéticas y región visible (luz)

Espectro electromagnético

El Espectro Electromagnético es un continuo de ondas electromagnéticas que van desde las ondas con mayor longitud como "Las ondas de radio" hasta los que tienen menor longitud como los "Los rayos Gamma."



En la tabla I, se divide al espectro electromagnético en siete regiones (empezando con la que tiene mayor longitud de onda): radio, microondas, infrarrojo, luz, ultravioleta, rayos x y rayos gama. Calcula la frecuencia sabiendo que las ondas electromagnéticas viajan a 3×10^8 m/s y completa la tabla.

TABLA I

Tipo de Onda		Longitud de Onda	Frecuencia
Radio	Muy baja frecuencia	> 10 km	
	Onda larga	< 10 km	
	Onda media	< 650 m	
	Onda corta	< 180 m	
	Muy alta frecuencia	< 10 m	
	Ultra alta frecuencia	< 1 m	
Microondas		< 30 cm	
Infrarrojo	Lejano / submilimétrico	< 1 mm	
	Medio	< 50 μm	
	Cercano	< 2.5 μm	
Luz		< 780 nm	
Ultravioleta	Cercano	< 380 nm	
	Extremo	< 200 nm	
Rayos X		< 10 nm	
Rayos Gamma		< 10 pm	



Es importante notar que las ondas con mayor longitud de onda tienen menor frecuencia y viceversa.



Observa la producción de ondas de electromagnéticas ingresando al simulador y mueve el control de frecuencia y amplitud, figura 1.23.

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/radio-waves>

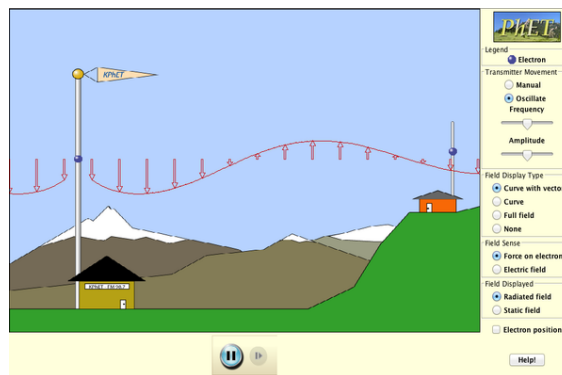


Figura 1.23. Pantalla del simulador de generación de ondas electromagnéticas.

Contesta el cuestionario el siguiente con base en la manipulación del simulador.

¿Qué tipo de partícula debe oscilar para generar ondas electromagnéticas? _____

¿Qué tiene que variar para generar ondas electromagnéticas? _____

¿Qué pasa con la amplitud cuando se incrementa la frecuencia? Justifica tu respuesta. _____

¿Al variar la frecuencia, cambia la energía que transporta la onda? SI ___ NO ___

Explica _____



Completa la siguiente tabla sobre las ondas de radio (espectro radial):

Símbolo	Significado	Propiedades y uso
VLF		
LF	Frecuencias bajas	Enlaces de radio a gran distancia, especialmente en navegación aérea y marítima
MF		
VHF		
UHF		
SHF		
EHF		

¿En qué rango de frecuencias se encuentran las microondas y los rayos infrarrojos?

Nombre	Frecuencia	Propiedades y usos
Microondas		
Infrarrojo		
Ultravioleta		
Rayos X	30 a 30000 $\times 10^{15}$ Hz	Penetran en ciertos materiales como el tejido de la piel y órganos, pero rebota contra huesos sólidos en el área de la medicina para tomar las radiografías.
Rayos Gamma		
Luz		

Todo el espectro tiene aplicaciones y su estudio es fascinante, este trabajo se limita a la región visible para el ojo humano.



Ingresa al video: luz naturaleza y propiedades, disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=14nDZDkIZZM>

¿Qué tipos de comportamientos presenta la luz? _____

¿En qué consiste la refracción de la luz? _____

¿Por qué la luz no se desvía de la misma manera a lo largo de una lente? _____

¿Qué característica de la imagen formada por una lente convergente se aprecia en el video? _____

¿Cuáles son los colores básicos de la luz? _____

Escribe las características de la luz láser _____

¿Cuánto tarda la luz en viajar de la Tierra a la Luna? _____

¿Se puede conocer el pasado del Universo mediante la luz? _____

b) Principio de Huygens



Ingresa al video <https://www.youtube.com/watch?v=QG-5mvV86uU>

¿Qué es un frente de onda?

Supongamos que una fuente puntual provoca un tren de ondas en un medio homogéneo e isótropo (medio que mantiene sus propiedades en cualquier dirección) y una vez transcurrido un cierto tiempo, unimos con una línea los puntos alcanzados por la perturbación (las ondas en estos puntos se encuentren en fase) con lo que se obtiene una figura que se llama frente de onda. Estos frentes según sea su forma, se podrán llamar circulares, planos, esféricos, etc. En la figura 1.24, a la izquierda, se ve como los puntos a, b, c, d, forman parte de un frente de onda plano, se comportan como nuevos generadores secundarios de ondas dando lugar a un nuevo frente que tendrá nuevamente puntos "a', b', c', d' " que serán los nuevos puntos generadores del próximo frente de onda y así sucesivamente. Lo mismo se puede decir del frente generado por una fuente puntual, donde los puntos "a, b,...,i" corresponden al frente circular que se propaga, actuando como nuevos generadores de ondas y alcanzará a los puntos "a', b',....., i' " que serán los nuevos generadores y así sucesivamente, como se muestra en la figura 1.24 a la derecha

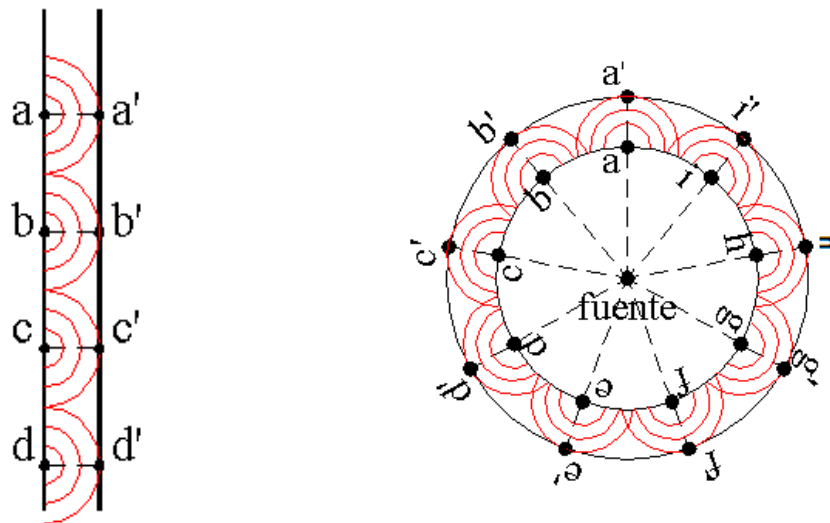


Figura 1.24. Izquierda: frente plano, derecha: frente circular. es.slideshare.net (2019)

Al igual que en el plano, se puede generar una onda producida por una fuente puntual que se propague en el espacio, la envolvente o frente de onda en este caso, será una superficie esférica en lugar de una circunferencia como vimos que se producía en el plano.

Para simplificar el estudio de las ondas, a cada frente de onda se le asocia una recta perpendicular a la superficie de la onda y se le denomina rayo, es una manera pictórica de representar a las ondas electromagnéticas. Ver figura 1.25.

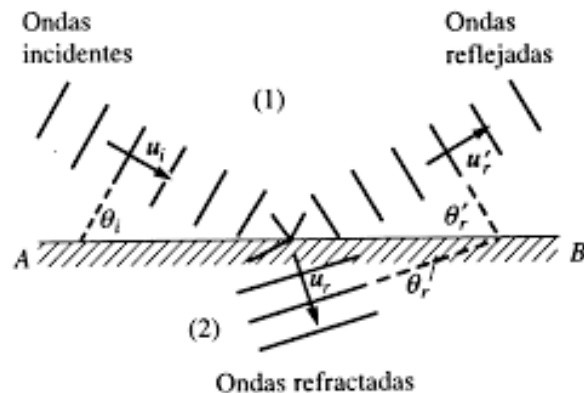


Figura 1.25. Rayos asociados a los frentes de ondas. rephip.unr.edu.ar (2010)

c) Óptica geométrica

Reflexión la luz

La información del ambiente lo percibimos por medio de los sentidos y con la información recibida construimos la realidad, que no es la representación fiel del mundo en que vivimos. Consulta

<https://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20120629/54316673688/las-percepciones-sensoriales.html>

<https://www.sedl.org/scimath/pasopartners/pdfs/tfivesenses.pdf>).

De la información recibida, alrededor del 70%, es recolectada por medio del sentido de la vista a través de la luz que emiten o reflejan los objetos, lo que significa que la luz, es uno de los principales mecanismos de transferencia de información del medio hacia nosotros, por lo que es importante su estudio y la manera en que nuestro cuerpo la recibe e interpreta mediante sus estructuras: lente, células fotorreceptoras y una unidad de análisis que es el cerebro.


https://elpais.com/elpais/2015/01/24/ciencia/1422086221_322820.html







En nuestro alrededor, existen múltiples fenómenos relacionados con la luz que son de interés, como la reflexión y la refracción, que, al comprenderlos y analizarlos desde el punto de vista de la física, nos ayudan a explicar procesos que ocurren en los sistemas biológicos, como la visión del ojo humano, que se estudia en esta unidad.

La luz en ciertos fenómenos se comporta como una onda electromagnética y en otros se comporta como una partícula, que se denomina fotón. Se le asigna una naturaleza dependiendo del fenómeno que se quiere estudiar. Aún en mecánica cuántica no se ha dirimido la controversia en favor de uno u otro, más bien se habla de la dualidad partícula-onda.

Sin embargo, cuando queremos observar objetos macroscópicos, la luz se puede representar por medio de rayos, hay que hacer énfasis que los rayos no tienen una existencia material, es una manera de representar a la luz para facilitar

la explicación de ciertos fenómenos como la reflexión y la refracción desde la óptica geométrica.

 Escribe si las imágenes presentan fenómenos de reflexión, de refracción o ambos.



Revisa el siguiente video y contesta

<https://www.youtube.com/watch?v=QG-5mvV86uU>

Menciona al menos tres situaciones cotidianas en las que observas el fenómeno de reflexión y elabora un dibujo que represente a dicho fenómeno.

1.
2.
3.

Enlista y dibuja los elementos que hay en común en las imágenes.

¿Bajo qué condiciones se puede representar a la luz por medio de rayos? _____

Con la observación y el análisis de las imágenes, responde las siguientes preguntas.

¿Qué fenómeno ocurre? _____

¿Qué hace el objeto con la luz que recibe? _____

¿Qué condiciones se deben cumplir para ver un objeto? _____

Desde el punto de vista de la física, ¿por qué no puedo ver un objeto con los ojos cerrados? _____

¿Por qué hay objetos de diferente color? _____

Con la finalidad de seguir razonando sobre el fenómeno de reflexión, se proponen las siguientes actividades experimentales.



Actividad experimental

Material

1 espejo

1 linterna

1 apuntador láser

1 botella de 350 ml con agua

Un chorrito de leche o $\frac{1}{4}$ de cucharada de café soluble

3 pantallas de cartón de 60 X 40 cm, una con un orificio en el centro, otra con tres orificios separados 15 cm y la otra sin orificio. Los orificios tienen aproximadamente un cm de diámetro.

Parte 1

Enciende el apuntador láser, dirígelo hacia una pared, elabora un dibujo de lo que observas. ¿Por qué puedes ver el punto rojo del láser en la pared? _____

Ilumina la botella con agua con el láser, ¿qué observas? _____

Coloca unas gotas de leche o una pizca de café soluble en la botella con agua, ilumina la botella con el láser, ¿qué observas? _____

¿puedes ver la trayectoria de la luz? **SI** _____ **NO** _____

¿hay diferencia con el caso anterior? **SI** _____ **NO** _____ ¿Cuál? _____

Elabora un dibujo de lo que observas

A la línea que describe la luz en su recorrido, la denominaremos rayo. El rayo es una manera de representar a la luz y solo en algunos casos se pueden visualizar. Sin embargo, siempre los podemos trazar, aunque no se vean, los rayos no son objetos materiales. En este caso es válido usar rayos debido a _____

Parte 2

Con la luz apagada, ve directamente al espejo y posteriormente voltea hacia todos lados. ¿Qué observas? _____

¿Por qué no se pueden ver los objetos? _____

¿Por qué no puedes ver el espejo? _____

Con la luz prendida, ve hacia el espejo y hacia todos lados. ¿De qué depende que se vean los objetos, incluyendo al espejo? _____

¿Por qué se ven los objetos con la luz prendida? Explica. _____

¿Hasta dónde debe llegar la luz para que se puedan ver los objetos? _____

Apaga la luz de nuevo, ¿qué puedes ver? _____

Identifica y enlista los elementos que existen en la reflexión de la luz.



Para que ocurra y detectar el fenómeno de reflexión es necesaria una fuente, un rayo incidente que llegue a una superficie reflectora, un rayo reflejado y un sensor que registre el evento.



Consulta los videos en YouTube, en la siguiente sección se retomará el contenido: <https://www.youtube.com/watch?v=qDV2kM80ayM> y <https://www.youtube.com/watch?v=4ZsfcCHs8Nc>

Elementos y ley del fenómeno de reflexión

Una analogía muy usada para imaginar el comportamiento de la luz en el fenómeno de reflexión, es el rebote elástico de una pelota en una pared lisa. Al llegar la pelota a la pared con determinado ángulo, ésta rebota con la misma rapidez y formando un ángulo simétrico con respecto a la recta normal a la pared en el punto de contacto. El comportamiento de la luz es similar cuando llega a una superficie especular.



Realiza la siguiente actividad, para ello requieres del siguiente material
1 espejo rectangular, 1 láser, 1 marcador, 2 hojas blancas, 1 regla, 1 transportador y 1 lápiz.

Traza con una escuadra o regla, una recta en la hoja blanca. Procura trazarla cerca de un extremo, sobre la recta marca un punto ver figura 1.26.

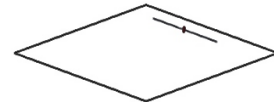


Figura 1.26

Coloca el espejo de manera perpendicular sobre la recta trazada y haz que un rayo del láser pase rasante sobre la hoja, incida en el punto marcado y se refleje en el espejo. Como se muestra en la figura 1.25. Al punto marcado sobre la recta le denominaremos, punto de incidencia.

Contesta

¿Cuántos rayos hay enfrente al espejo? _____

¿Cuántos rayos reflejados observas? _____

Traza una recta normal a la primera recta que trazaste, en el punto de incidencia.

Marca un punto sobre el rayo incidente y otro sobre el rayo reflejado.

¿Qué puedes decir sobre el rayo incidente, el rayo reflejado y la recta normal?

Recuerda una de las leyes de reflexión.

Ahora: Retira la hoja, traza tres rectas como sigue:

- Una normal a la trazada previamente y que pase por el punto de incidencia.
- Otra que una el punto de incidencia con el punto del rayo incidente.
- La última debe pasar por el punto de incidencia y por el punto del rayo reflejado. Ver figura 1.27.

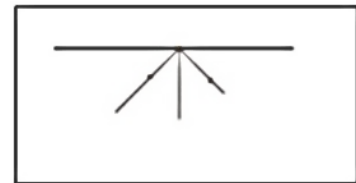


Figura 1.27



Observa que cada rayo forma un ángulo con la normal.

Recordemos que al ángulo formado con el rayo incidente y la normal, se denomina ángulo de incidencia y el ángulo formado con el rayo reflejado y la normal, se llama ángulo de reflexión.

Mide los ángulos que forman cada rayo con la normal y repite la misma operación con cinco ángulos diferentes y anota todas las medidas de los ángulos en la siguiente tabla.

θ_i (ángulo de incidencia)	θ_r (ángulo de reflexión)

En función de tus resultados ¿Cómo son los ángulos de incidencia comparados con los ángulos de reflexión? _____

De manera experimental se obtiene que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Este resultado se le denomina, ley de la reflexión.



Cuando la luz ilumina a los objetos, se suscita una interacción entre la luz incidente y la materia, dependiendo de las propiedades físicas de la superficie, será el color que reflejado. Sin embargo, no importa el color de luz reflejada, ésta siempre va a cumplir el principio de mínimo tiempo, enunciado por Pierre Fermat en 1650:

“La trayectoria real que adopta un haz de luz entre dos puntos es aquella recorrida en el tiempo mínimo.” (Hecht, p.108)



Con la finalidad de reforzar la actividad y corroborar tus resultados experimentales, se recomienda utilizar el simulador para la parte de reflexión de la luz, que se encuentra en la dirección:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/bending-light>

Espejos planos



Imagen en un espejo plano

Material:

Espejos planos

Objetos

Cinta métrica

Cinta adhesiva

Transportador

Coloca un objeto pequeño frente al espejo.

Compara el tamaño de la imagen con el del objeto, ¿cuál es más grande? _____

¿A qué distancia parece estar la imagen? _____

¿La imagen tiene la misma simetría que el objeto? _____



Características de las imágenes formadas por espejos planos:

- La distancia de la imagen es igual a la distancia del objeto.
- La imagen es virtual derecha y del mismo tamaño.
- La imagen tiene una inversión derecha-izquierda.

Número de imágenes entre espejos planos

Une dos espejos con cinta adhesiva, como si fueran pastas de cuaderno.

Abre los espejos de tal manera que formen un ángulo de 15 grados.

Coloca un objeto pequeño entre ellos. Como se muestra en la figura 1.28.



Figura 1.28. El número de imágenes, depende del ángulo que forman los espejos entre ellos.

¿Cuántas imágenes se forman? _____

Varía el ángulo entre los espejos en 15° y repite la operación hasta llegar a 180° y anota número imágenes con cada ángulo.

ángulo	# de imágenes	ángulo	# de imágenes
15		105	
30		120	
45		135	
60		150	
75		165	
90		180	

Propón una ecuación para describir las observaciones



La ecuación para determinar el número de imágenes en función del ángulo entre los espejos es:

$$n = \frac{360 - \alpha}{\alpha} \quad \text{o} \quad n = \frac{360}{\alpha} - 1$$



Ejercicios numéricos

1. Una persona de 1.6 m de altura está de pie frente a un espejo plano. ¿Cuál debe ser la altura mínima del espejo y a qué distancia sobre el suelo debe estar para que pueda reflejar el cuerpo completo de la persona?
2. Un hombre de 1.8 m de altura está de pie frente a un espejo. a) ¿Cuál es la altura mínima que debe tener el espejo para que el hombre vea su imagen completa? Suponga que sus ojos están 10 cm debajo de la parte superior de la cabeza.
3. Un muchacho corre hacia un espejo plano, con una rapidez de 4 km/h. ¿Cuál es la rapidez de la imagen del muchacho con respecto a él?



Busca información sobre las características de las imágenes formadas por espejos planos. Completa la información

Distancia imagen objeto	Tipo de imagen (real/virtual)	Posición (derecha/invertida)	Tamaño de la imagen



Te sugerimos construir, un periscopio, caleidoscopio o cualquier otro dispositivo con espejos planos.

Reflexión en espejos esféricos

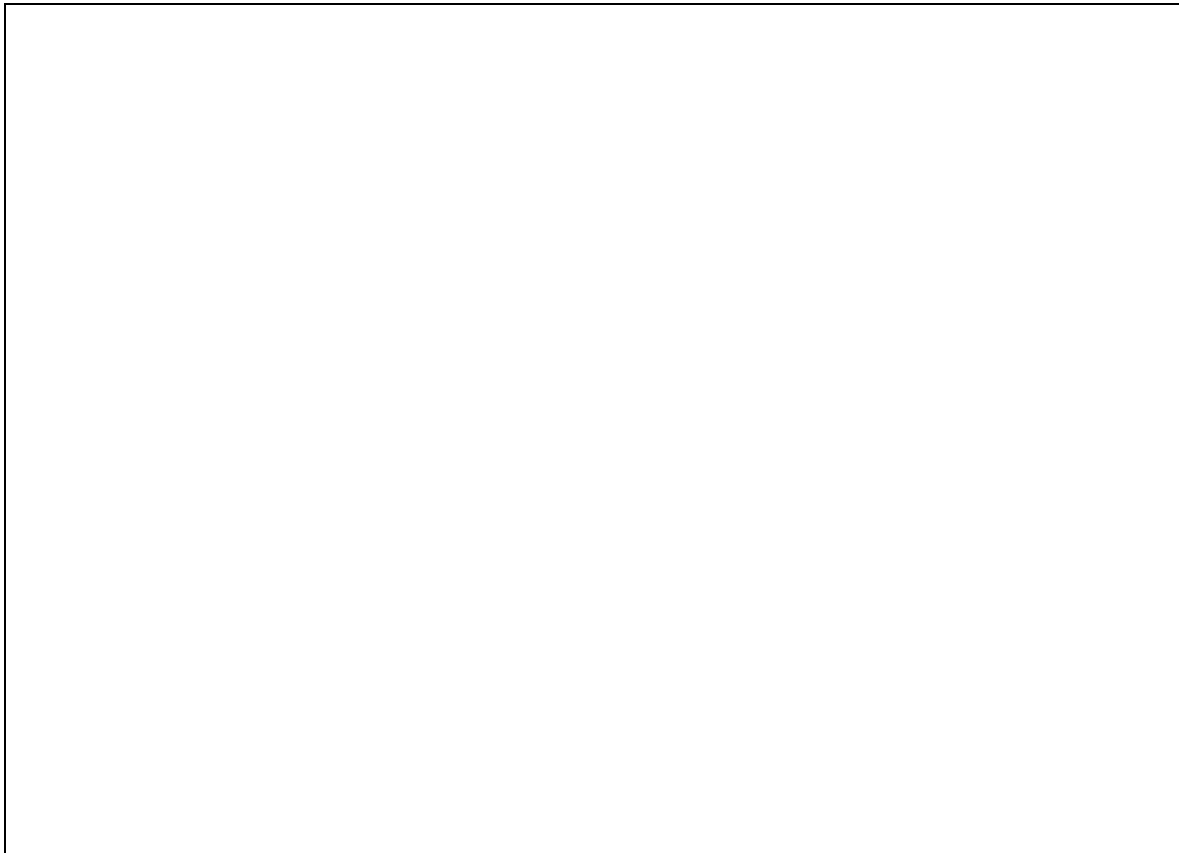
Los niños en su natural curiosidad, les gusta ver su reflejo en las esferas de navidad, les causa gracia la manera en que se distorsionan las facciones, algo similar ocurre cuando observan su reflejo en las cucharas metálicas y en algunas ferias que llegan a las colonias, ocasionalmente hay “Casa de los espejos”, donde resulta divertido ver las distorsiones que sufren las imágenes que se obtienen con esos

espejos, es entonces cuando surge la pregunta: ¿son espejos de aumento? ¿son mágicos? ¿cómo se fabrican? entre otras.

En esta parte, se determinan las características de las imágenes obtenidas con espejos esféricos y se aprenderá que la imagen depende del tipo de espejo, si es cóncavo o convexo, de la distancia de los objetos al espejo y sobre todo para poder ver las imágenes es necesario que los reflejados lleguen al ojo.



Busca información sobre espejos convexos y traza el diagrama de reflexión de un objeto en un espejo convexo y escribe las características de la imagen.



Es común que en los espejos retrovisores y/o laterales del transporte público haya espejos que cambian las dimensiones de los objetos y se perciben a una distancia diferente, incluso generalmente tienen la leyenda: “los objetos se encuentran más cerca de lo que parece”, hay otro tipo de espejos que se utilizan en las entradas de edificios, con éstos las personas se ven más grandes y son para identificar a quienes van a entrar o salir.



Para facilitar el trazo de imágenes en espejos esféricos, se recomienda utilizar los llamados rayos principales o auxiliares, figura 1.29

1. Un rayo paralelo al eje focal, se refleja pasando por el foco.
2. Un rayo que pasa por el foco, se refleja paralelo al eje focal.
3. Un rayo que pasa por el centro, se refleja sobre el mismo rayo.

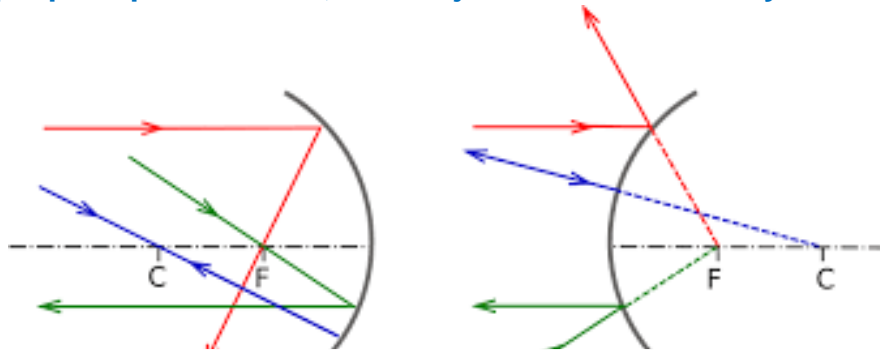


Figura 1.29. Espejos esféricos. ingenieriatopografica.fandom.com (2019)

Traza un espejo esférico. Ubica su centro, foco y traza el eje del espejo. Dibuja un pino entre el foco y el vértice del espejo. Obtén su imagen, siguiendo el procedimiento y enlista las características de la imagen.

Características de la imagen:



Para profundizar como trazar imágenes en espejos cóncavos sobre el tema se recomienda consultar la página: <https://slideplayer.es/slide/5473003/> y el video: <https://www.youtube.com/watch?v=PK7HvFmzjtE>

Ecuación para espejos esféricos

- Deducción de la ecuación para espejos esféricos

Nomenclatura para las distancias involucradas en la reflexión.

- d_o : Distancia del "vértice" al objeto
- d_i : Distancia del "vértice" a la imagen.
- h_o : Altura del objeto.
- h_i : Altura de la imagen.
- f : Distancia del "vértice" al foco.
- c : Distancia del "vértice" al centro. Radio del espejo.

Deducir geoméricamente con ayuda de un diagrama, la ecuación para espejos esféricos.

- Trazar los rayos del extremo superior: que incida en el "vértice" del espejo figura 1.30. Obtener la relación $h_o/h_i = d_o/d_i$

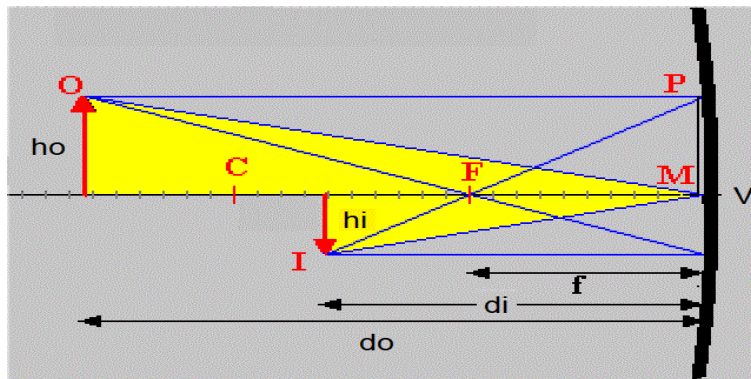


Figura 1.30 ingenieriatopografica.fandom.com (2019)

- Trazar un rayo que pase por el foco, figura 1.31. Obtener la relación: $h_o/h_i = OF/FV = (d_o - f)/f$

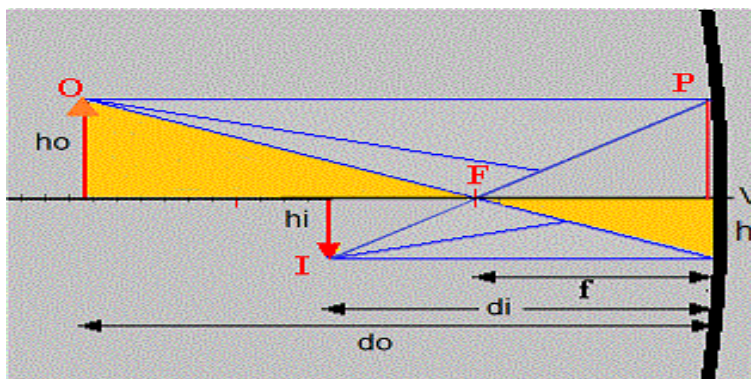


Figura 1.31 Ingenieriatopografica.fandom.com (2019)

- Igualar las expresiones $d_o/d_i = (d_o - f)/f$. Se divide todo con d_o .
- $1/d_o + 1/d_i = 1/f$

Ampliación (A)

En la sección anterior se determinaron las características de las imágenes en espejos esféricos.

Ampliación: Es necesario hacer explícito el signo asociado a cada variable aplicar las relaciones entre lados

$$A = h_i/h_o = - d_i/d_o$$

de los triángulos semejantes.

Siguiendo la convención de signos, como anteriormente se había hecho: Eje horizontal: positivo lo que esté enfrente del espejo y negativo lo que está atrás de él. Eje vertical: positivo la parte de arriba del eje focal y negativo la parte de abajo.

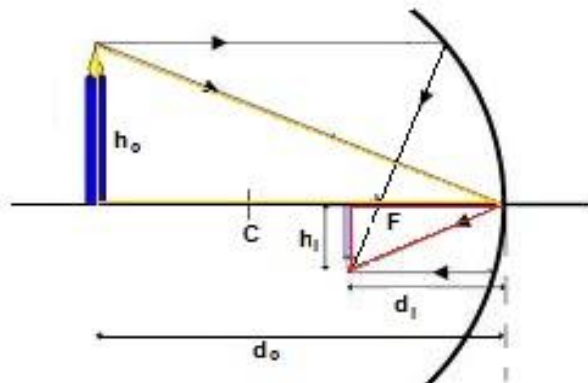


Figura 1.32. e-educativa.catedu.es (2018)



Ejercicios gráficos y numéricos.

1. Un juguete de 5 cm de altura, se coloca a 20.0 cm de un espejo cóncavo con 30 cm de radio de curvatura. Determine a) la posición de la imagen y b) su tamaño.
2. Una moneda de 1.0 cm de alto se coloca a 10.0 cm de un espejo cóncavo cuyo radio de curvatura es de 30.0 cm. Determine la posición de la imagen y su ampliación.
3. Un espejo retrovisor externo en un automóvil es convexo, con un radio de curvatura de 16.0 cm. Determine la ubicación de la imagen y su ampliación para un objeto a 10.0 cm del espejo.
4. Resolver los ejercicios 1, 2 y 3 de manera geométrica. Se sugiere utilizar un pliego de papel bond de cuadro chico.



Revisa la página para ver más ejercicios numéricos de espejos cóncavos.

https://www.youtube.com/watch?v=uorXU5Wer1w&list=PL0a7j0qx0jgN25SjjO0CJ-NG0czFF_s4O&index=4

d) Refracción (índice de refracción, ley de Snell)

Seguramente te has dado cuenta que en muchos lugares existen “fuentes de los deseos”, generalmente los lugareños te dicen: para que se te cumpla un deseo debes aventar una moneda a la fuente y atinarle a un plato que está sumergido en

ella. Después de varios intentos, te habrás preguntado: ¿Por qué es tan difícil atinarle al plato, cuando está sumergido en la fuente?

Otro fenómeno que observas frecuentemente, es cuando sumerges un lápiz en un vaso con agua, se ve como si estuviera quebrado, como se muestra en la figura 1.33.



Los fenómenos mencionados ocurren debido a que la luz cambia de velocidad (dirección y magnitud) al pasar de un medio a otro o cuando cambian las características del medio, por ejemplo, cuando el aire cambia de temperatura, los rayos se desvían, dando origen a los llamados espejismos.



Al cambio de velocidad de la luz, al pasar de un medio a otro o al cambiar la densidad lineal del material, se le denomina refracción.

Figura 1.33. Refracción de la luz
sp.depositphotos.com (2019)



Video de refracción de la luz

[https://www.youtube.com/watch?v= MVvkc0mHC4](https://www.youtube.com/watch?v=MVvkc0mHC4)

¿En qué consiste el fenómeno de refracción? _____

Establece las condiciones para el fenómeno de refracción. _____

¿Cuáles son los elementos en el fenómeno de refracción? _____

Menciona al menos tres ocasiones en tu vida, que hayas observado el fenómeno de refracción. _____

Elabora un dibujo del fenómeno de refracción, resaltando los elementos importantes.

¿Existe alguna relación entre la refracción y la formación del arco iris? _____

Explica. _____

Índice de refracción

En la sección anterior se estableció que cuando la luz pasa de un medio a otro o cambian las características del medio, la luz se refracta y la desviación de la luz depende, tanto del ángulo de incidencia como de una propiedad óptica denominada índice de refracción (n), cuyo valor se determina mediante la ecuación:

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

Donde c es la velocidad de la luz en el vacío y se considera el mismo valor, cuando la luz viaja en el aire.

v es la velocidad de la luz en el segundo medio, en este caso es agua.

Tabla de índices de refracción

Agua	1.33	Vidrio crown	1.48 a 1.62
Alcohol etílico	1.36	Vidrio flint	1.54 a 1.8
Glicerina	1.49	Vidrio ordinario	1.5
Diamante	2.42	Hielo	1.31
Bencina	1.5	Aire	1.000

Valores consultados en:

<https://soloformulas.com/indice-de-refraccion-absoluto-y-relativo.html>



Material

Vaso transparente

Lápiz

Apuntador láser

Transportador

Procedimiento

Llena el vaso con agua. Ilumina la superficie del agua con el rayo láser.

Observa lo que ocurre con el rayo cuando entra en el agua y cuando sale del vaso.

Elabora un dibujo del rayo a lo largo de toda la trayectoria, aire, agua, aire

¿Qué ocurre con la dirección del rayo a medida que cambia de medio? _____

Mide el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción, aplícales la función seno y multiplica por el índice de refracción correspondiente.

¿Qué valor es mayor? _____

Coloca una moneda en el tortillero de unicel.

Pide a un compañero de equipo que la observe, que no la pierda de vista. Ahora que se aleje poco a poco, de tal manera, que ya no la vea. Vierte agua en el tortillero o taza, ver figura 1.34, a cierto nivel tu compañero debe volver a ver a la moneda, sin que se haya movido. ¿Por qué se ve la moneda cuando hay agua? _____

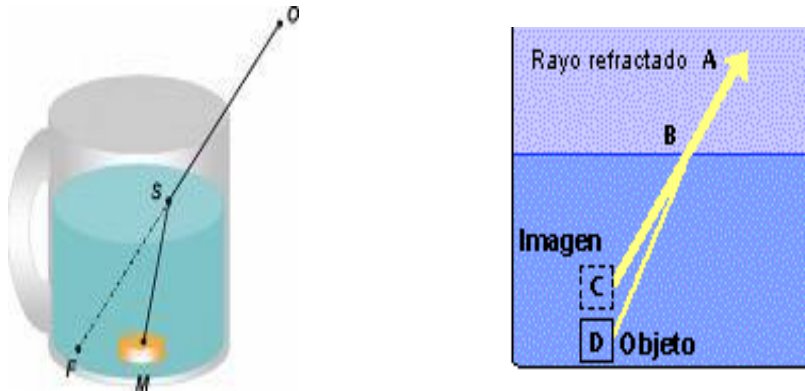


Figura 1.34. Como resultado de la refracción el objeto sumergido parece estar más cerca de la superficie del agua.

Interpretación Pictórica de la Refracción

Imagina que una carreta viaja en línea recta sobre un camino asfaltado, ahora supón que la carreta pasa de manera diagonal a un camino con pasto. Cuando las ruedas entran al pasto giran más despacio debido a la interacción con el pasto. Considera que la carreta entra al pasto formando un ángulo. De acuerdo con la figura de abajo, la rueda izquierda entra primero al pasto, entonces la rueda derecha que sigue en el asfalto se mueve más rápida que la izquierda, por lo que la carreta tiende a rotar, pegándose hacia la normal de la frontera de la capa de pasto, que es la línea punteada perpendicular en el límite entre el asfalto y el pasto, figura 1.35. Es análogo a lo que le ocurre a la luz al pasar de un medio a otro, o cuando las propiedades del medio cambian.

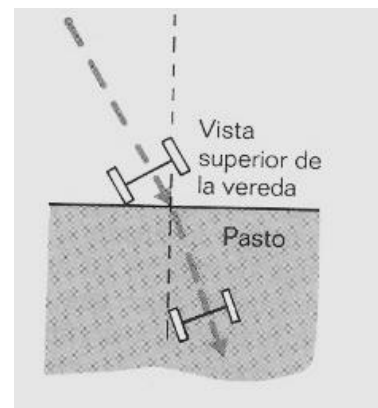


Figura 1.35. Analogía de la desviación del rayo. Imagen tomada de Hewitt (1996).

e) Lentes delgadas

Una lente delgada consiste en un medio cristalino de poco espesor, siendo curva alguna de las superficies de separación del ambiente. Las lentes delgadas, son aquellas cuyo grosor es pequeño comparado con los radios de curvatura de las superficies que las limitan, ver figura 1.36

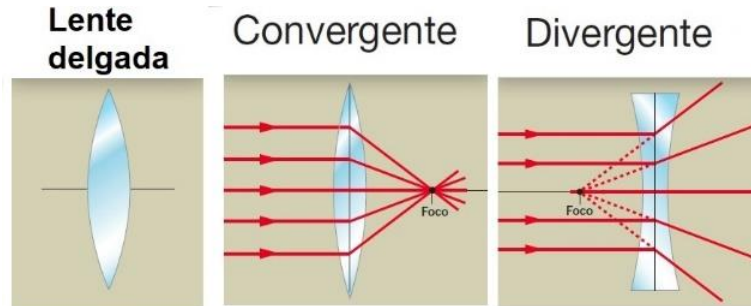


Figura 1.36. Lente delgada, convergente y divergente. edistribucion.es (2018)

En la figura 1.37, se muestran las diferentes categorías de lentes.



Figura 1.37. Clasificación de lentes, cóncava o convexa. laplace.us.es (2010)

Las lentes se representan de la siguiente forma, figura 1.38.

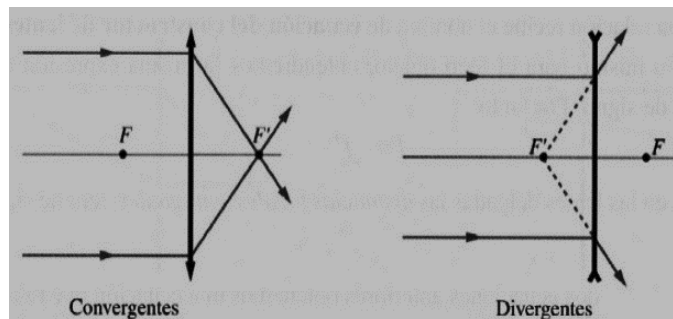


Figura 1.38 Representación gráfica de las lentes, convergentes o positivas, divergentes o negativas. laplace.us.es (2010)

La recta perpendicular a la lente que pasa por el foco, se denomina eje principal o eje óptico, los focos, objeto e imagen son simétricos. En la figura 1.39, se muestran los elementos de las lentes.

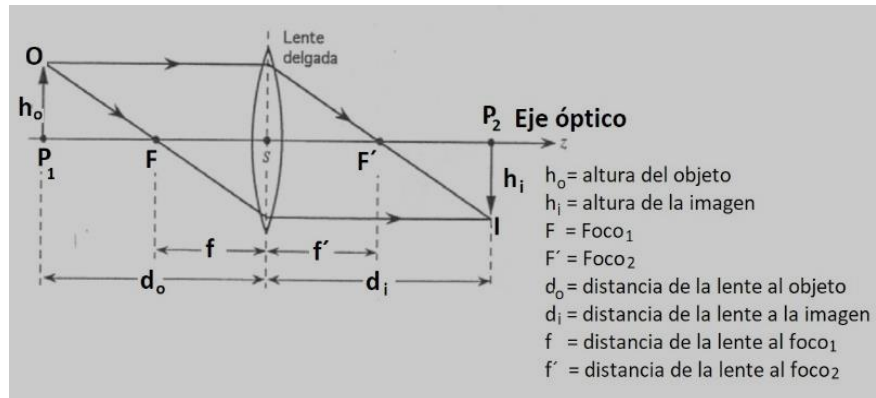


Figura 1.39. Elementos de una lente. laplace.us.es (2010)

Las características, el tamaño y la localización de las imágenes pueden determinarse a partir de la ecuación para lentes delgadas. Esta importante relación se puede deducir aplicando la geometría plana.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

En esta expresión siempre se respetan los siguientes convenios:

- Los rayos de luz se consideran provenientes de la izquierda.
- Las distancias del centro óptico hacia la derecha son siempre positivas, mientras que del centro óptico hacia la izquierda son negativas. Por eso las lentes divergentes tienen una potencia negativa y las convergentes positiva.
- En el eje vertical una medida positiva significa por encima del eje óptico, y negativa significa por debajo. Una imagen de tamaño negativo de un objeto situado sobre el eje es una imagen invertida.



Se debe tener cuidado con los signos, para usar la ecuación se considera que el origen está en el centro de la lente y se sigue la misma convención que en el plano cartesiano. Lo que se encuentra en la izquierda y abajo, es negativo, lo que se encuentra a la derecha y arriba, es positivo.

El aumento de una lente se deduce también de la figura anterior, tiene la misma forma estudiada para los espejos. Hay que recordar que el aumento (amplificación) A , se define como la razón del tamaño de la imagen h_i con respecto al tamaño del objeto h_o , por lo que: $A = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$

Dónde: d_i es la distancia a la imagen y d_o es la distancia al objeto.



Un aumento positivo indica que la imagen es derecha, mientras que un aumento negativo ocurre sólo cuando la imagen es invertida.

f) Formación de imágenes en lentes

En una lente convergente, los rayos que llegan paralelos al eje óptico convergen en un punto, denominado foco imagen o simplemente foco (F'); si pasan por el foco

(F), se refractan de manera paralela al eje focal; y los que pasan por el centro de la lente, no se desvían. Como se muestra en la figura 1.40.

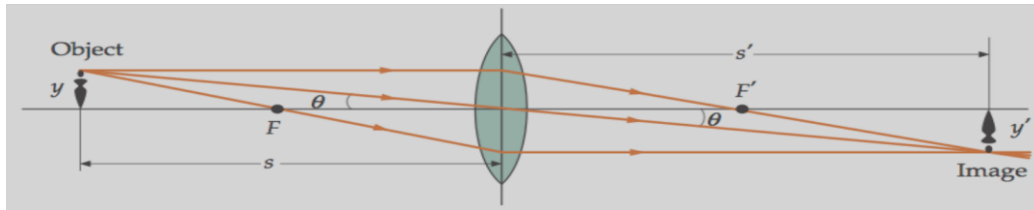


Figura 1.40. Formación de imagen en una lente convergente. materias.df.uba.ar. (2015)

En una lente divergente, los rayos que llegan paralelos al eje óptico divergen al salir de la lente, pero las prolongaciones de estos rayos se cortan en el foco, si los rayos o sus prolongaciones pasan por el foco (F), se refractan de manera paralela al eje focal; y los que pasan por el centro de la lente, no se desvían. Como se muestra en la figura 1.41.

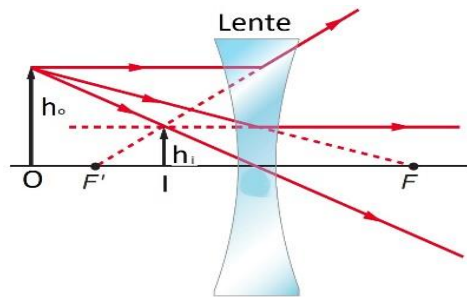


Figura 1.41. Formación de imagen en una lente divergente. materias.df.uba.ar. (2015)



Ejercicios numéricos

Lentes convergentes

Nota: en estos ejercicios, se usa X en lugar de d_o , X' en lugar de d_i , Y en sustitución h_o y h_i se ha cambiado por Y' . Fueron tomados de:

http://proyectodescartes.org/Newton-problemas/materiales_didacticos/midiendo_distancias-JS/optica.pdf?1&0

1.- Un objeto de 5 cm de alto, está a 16 cm de una lente convergente con longitud focal de 12 cm. Determine la posición y la altura de su imagen: a) Analíticamente b) Gráficamente

Solución, figura 1.39

a) Se hace el cambio a SI y agregamos el signo adecuado:

$$x = -16 \text{ cm} = -0,16 \text{ m} \quad \text{¿por qué es negativo?}$$

$$f' = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

Utilizando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{x'} - \frac{1}{x} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{x'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{x} = \frac{1}{0.12} + \frac{1}{-0.16} = 8.33 - 6.25 = 2.08$$

$$x' = 0.48 \text{ m}$$

Para calcular el tamaño de la imagen, se utiliza la ecuación del aumento:

$$Y = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

$$A = \frac{Y'}{Y} = \frac{X'}{X} \Rightarrow Y' = \frac{0.48(0.05)}{-0.16} = -0.15 \text{ ¿qué significa el signo negativo?}$$

b) Para la construcción geométrica de la imagen se siguen los siguientes pasos, figura 1.42.

-Se dibuja una flecha que representa el objeto entre f y $2f$.

-Del extremo superior del objeto se trazan dos rayos:

i) Un rayo pasa sin desviarse por el centro óptico.

ii) Otro rayo se traza paralelo al eje óptico y, después de la lente, atraviesa el foco F' .

iii) La línea que une el punto de corte de ambos rayos y el eje del sistema es la imagen:

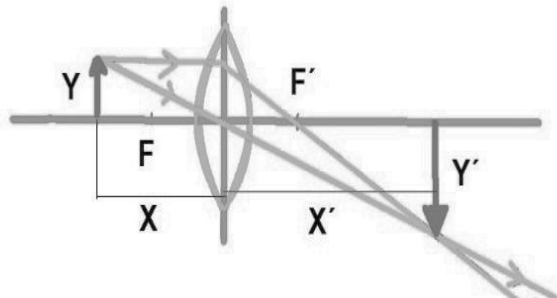


Figura 1.42. Solución geométrica. soloformulas.com. (2012)



Más ejercicios numéricos, consulta la página:

https://www.youtube.com/watch?v=Q4XIVAz80Sg&list=PL0a7j0qx0jgN25SjjO0CJ-NG0czFF_s4O&index=6

Lentes divergentes

Determinar el tipo de lente y su potencia si la persona que las debe llevar, si padece de una miopía que no le permite enfocar más allá de 40 cm de su ojo.

Solución

En un ojo miope el objeto que se encuentra en el infinito no se podrá ver a menos que una lente lo lleve al punto remoto. En este problema el punto remoto está a 40 cm, más allá de eso, se considera ∞ , entonces:

$$X = \infty \text{ y } X' = -40 \text{ cm} = -0.40 \text{ m}$$

Es negativo puesto que debe estar en el lado del objeto (imagen virtual de la lente correctora):

$$\frac{1}{x'} - \frac{1}{x} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{-0,40} - \frac{1}{-\infty} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0,40} \Rightarrow f' = -0,40 \text{ m}$$

$$\text{Potencia} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0,40} = -2,5 \text{ dioptrias}$$

La distancia focal imagen negativa nos está indicando que se trata de una lente divergente o negativa.



Más problemas de lentes divergentes, consulta la página:

https://www.youtube.com/watch?v=7SheCsZRDJg&list=PL0a7j0qx0jgN25SjjO0CJ-NG0czFF_s4O&index=5

1.3 Deformaciones del ojo y su corrección

Ojo humano

La luz que incide en el ojo, entra en él a través de la pupila y el iris es la estructura que regula la entrada de luz, mediante la variación del tamaño de la pupila. La luz se refracta al entrar al ojo debido a los diferentes materiales que atraviesa hasta llegar a la retina donde se forma la imagen y de ahí se transmite la información a lo largo del nervio óptico al cerebro. Para tener una idea de lo que ocurre a la luz dentro del ojo, se proporcionan los datos

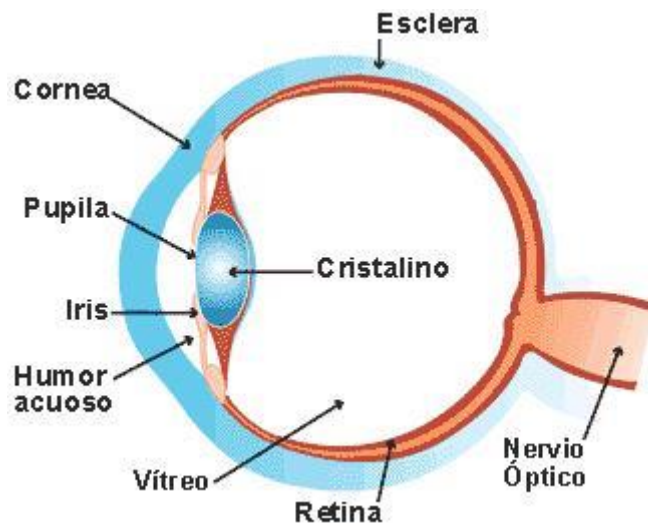


Figura 1.43. docplayer.es. (2019)

del índice de refracción del cristalino (1.437), el humor acuoso y vítreo tienen un valor de 1.336. En la figura 1.43 se representa la estructura del ojo. El cristalino puede variar de grosor mediante el músculo ciliar, lo que provoca, una variación en la longitud focal y en el índice de refracción.

Modelos del ojo

El comportamiento óptico del ojo humano, se puede analizar mediante dos modelos esquemáticos figura 1.44, en ambos se asume que el foco imagen (F'), está sobre

la retina de manera que un objeto en el infinito forma su imagen en la retina (\leftrightarrow ojo relajado ó no acomodado).

- Modelo de Listing: se considera el ojo (completo) equivalente a un dioptrio esférico de radio 5.6 mm que separa medios de índice de refracción 1 y 1.33.
- Modelo Simplificado: es el modelo más usado. Considera al ojo (completo) equivalente a una única lente convergente de distancia focal 17 mm (58.8 D).

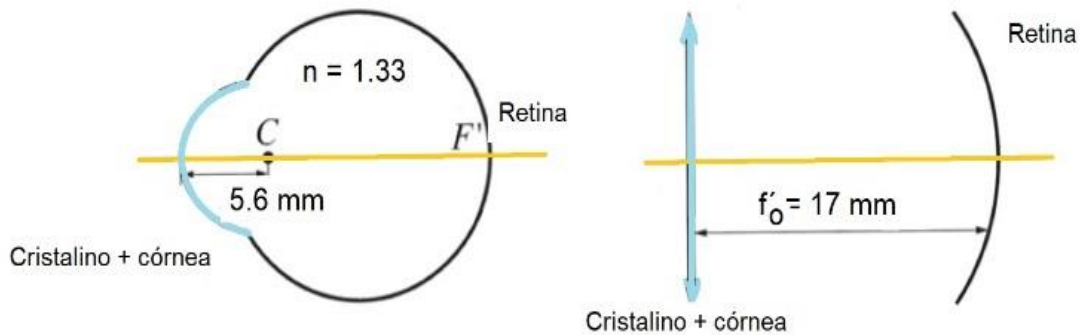


Figura 1.44. Modelos del ojo humano. Izquierda Listing, Simplificado. Gómez (2010)

Proceso de visión del ojo humano

Durante el proceso de visión del ser humano, desde el punto de vista de la óptica geométrica ocurren dos fenómenos: reflexión y refracción.

En la reflexión, los cuerpos desvían los rayos hacia el ojo, la refracción ocurre en la parte interna del ojo para que se forme la imagen en la retina y la interprete el cerebro, figura 1.45

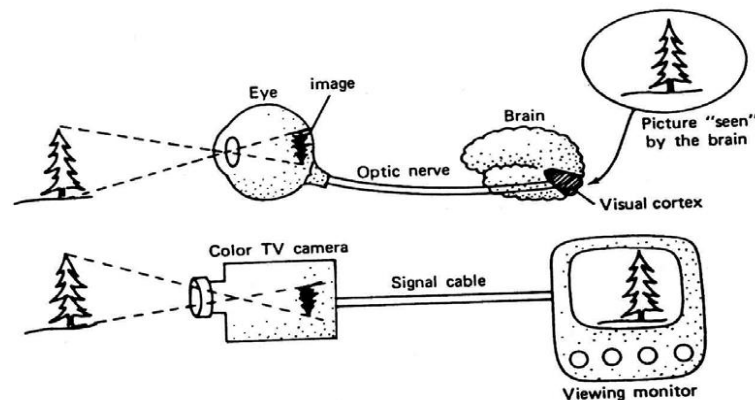


Figura 1.45. Proceso de visión del ojo humano. laplace.us.es. (2010)



¿Qué falta en la figura anterior para que el proceso de visión ocurra?

Elabora en tu cuaderno el dibujo correcto.

Formación de la imagen en el ojo humano

Para mostrar que la imagen formada en la retina es proporcional al ángulo Φ_1 , se usa la aproximación para ángulos pequeños $\Phi = \tan \Phi$, ver figura 1.46: se tiene

$$\Phi_1 \simeq \frac{y'}{2.5 \text{ cm}} \quad \text{y} \quad \theta_1 \simeq \frac{y}{s_1}$$

De acuerdo con la ley de Snell:

$$n_{\text{aire}} \text{ Sen } \theta_1 = n_{\text{ojo}} \text{ Sen } \Phi_1$$

Ahora se usa la aproximación del sen Φ para ángulos pequeños y se considera que el índice de refracción del aire es uno, se obtiene:

$$\theta \simeq n_{\text{ojo}} \Phi_1 \Rightarrow \frac{y}{s_1} \simeq n_{\text{ojo}} \frac{y'}{2.5 \text{ cm}}$$

$$\Rightarrow y' \simeq \frac{2.5 \text{ cm } y}{n_{\text{ojo}} s_1}$$

De esta expresión se observa que la imagen formada en la retina es directamente proporcional al tamaño del objeto e inversamente proporcional a la distancia entre el objeto y la córnea.

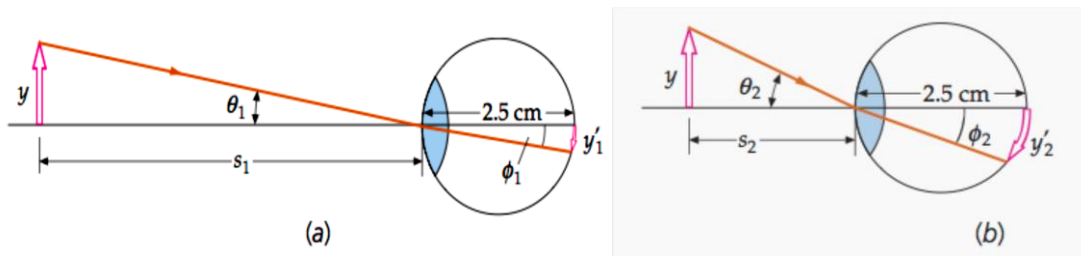


Figura 1.46. Formación de imagen en el ojo. a) Objeto lejano, b) objeto cercano. materias.df.uba.ar. (2015)

Miopía

Una persona sufre de miopía cuando su globo ocular está más alargado de lo normal sobre el eje horizontal, figura 1.47, por lo que la imagen se forma antes de la retina. Se ven bien objetos cercanos, pero hay problemas para enfocar objetos distantes. Es corregida mediante el uso de lentes divergentes.

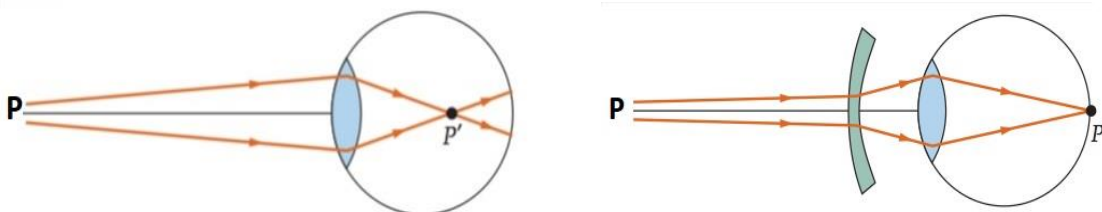


Figura 1.47. Imagen de un ojo con miopía, la imagen se forma antes de la retina, se corrige la visión con una lente convexa. materias.df.uba.ar. (2015)

Hipermetropía

Una persona padece hipermetropía cuando su globo ocular es más alargado sobre el eje vertical, figura 1.48, debido a esto la imagen se forma detrás de la retina. Tiene problemas para ver objetos cercanos. Es corregida usando lentes convergentes.

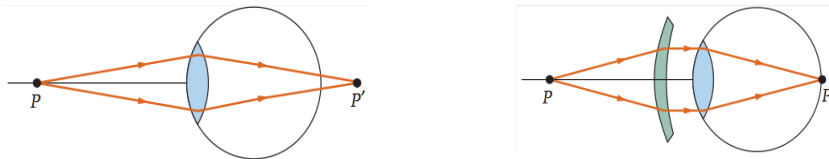


Figura 1.48. Ojo con defecto, la imagen se forma después de la retina, se corrige la visión con una lente cóncava. materias.df.uba.ar. (2015)

Astigmatismo

El astigmatismo generalmente, es de origen congénito, se debe a una alteración en la curvatura anterior de la córnea; otra de las causas es una asimetría en la curvatura del cristalino.

El astigmatismo se divide en dos categorías: simple y compuesto.

Simple. El astigmatismo es ocasionado cuando una de las líneas focales se sitúa sobre la retina y la otra, lo hace delante o detrás de la misma. Por ende, un meridiano es emétrope y el otro no. Hay diversas combinaciones:

- Astigmatismo miópico simple: El meridiano vertical es miope y el horizontal emétrope.
- Astigmatismo hipermetrópico simple: El meridiano vertical es emétrope y el horizontal hipermetrópico.
- Astigmatismo miópico compuesto: Los dos meridianos son miopes, pero con distinta graduación.
- Astigmatismo hipermetrópico compuesto: Los dos meridianos son hipermetrópicos, pero con distinta graduación.
- Astigmatismo mixto: Recibe este nombre cuando uno o más de los meridianos es miope y el otro hipermetrópico.

Para diagnosticar del astigmatismo, se emplea la esfera o abanico astigmático, es una lámina, en la que se representan una serie de líneas que forman un dibujo similar a la carátula de un reloj. Una persona con visión normal puede ver todas las líneas con igual nitidez. En cambio, el paciente astigmático, observa algunas líneas borrosas, figura 1.49. En el caso de que se trate de astigmatismo simple, la línea más nítida corresponde al meridiano emétrope o normal y la más borrosa al meridiano anómalo. Normalmente los dos meridianos principales se disponen en un ángulo de 90 grados. La mayoría de las veces, el astigmatismo es corregido, con el uso de lentes cilíndricas o esferotónicas.

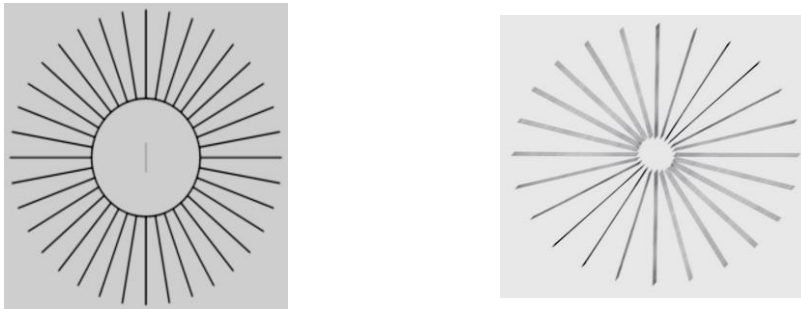


Figura 1.49. Imagen izquierda, visión normal. Imagen derecha, visión de un astigmático. es.wikipedia.org. (2007)

1.4 Instrumentación biomédica:

Endoscopio

El endoscopio, es un instrumento que se utiliza para observar dentro de una cavidad, conducto u órgano hueco. Está conformado por una fibra óptica flexible en la que viaja luz y ocurre la reflexión interna total, además, tiene una cámara en el extremo de la sonda que permite observar la cavidad. Se utiliza introduciendo el instrumento a través de un orificio natural del cuerpo como la boca, el recto o la uretra, o también a través de una incisión. El endoscopio es un instrumento que ha permitido la prevención, diagnóstico y pronóstico de muchas enfermedades con lo que se mejorado la atención médica, figura 1.50. La endoscopia además de ser un procedimiento de diagnóstico poco invasivo, también permite realizar maniobras terapéuticas, como una colecistectomía laparoscópica o la toma de biopsias.



Figura 1.50. Endoscopio con entrada a celular. mercadolibre.com (2019)

De acuerdo con el orificio, en que se introduzca el aparato, es el nombre que recibe el estudio que se realiza, por ejemplo:

- Esófago: esofagoscopia.
- Estómago: gastroscopia.
- Duodeno: duodenoscopia.

Cuando se visualizan los tres órganos, la prueba se denomina esofagogastroduodenoscopia.

Ano hasta el ciego: endoscopia digestiva baja, que visualiza:

- Recto: rectoscopia
- Colon sigmoides: sigmoidoscopia

- Colon (completo): colonoscopia

Para ver un procedimiento de endoscopia, ir a:



<https://www.youtube.com/watch?v=5jHMjTq2jc0>

Microscopio compuesto

Es usado para ver objetos pequeños a distancias cortas y está formado por dos lentes convergentes, figura 1.51.

Objeto: ubicado inmediatamente después del foco del objetivo.

Objetivo: forma una imagen real del objeto. Esta imagen está aumentada y es invertida.

Ocular: se utiliza como una lupa para observar la imagen formada por el objetivo. Se coloca tal que la imagen del objetivo cae en el foco del ocular, los rayos llegan paralelos al ojo y este relajado enfoca en la retina. Imagen final Invertida.

Longitud de Tubo: L , distancia entre los focos de las lentes (alrededor de 16 cm).

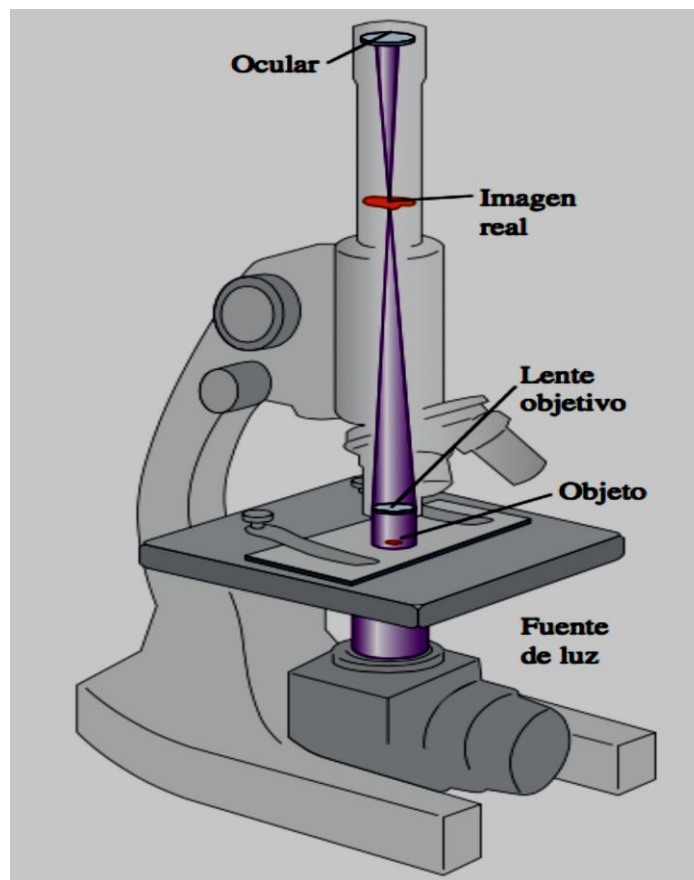


Figura 1.51. Microscopio compuesto. materias.df.uba.ar. (2015)

Cuando la luz atraviesa dos o más lentes, el efecto se puede determinar como sigue: se considera la imagen formada por la primera lente como el objeto de la segunda, y así sucesivamente. Considere, el arreglo de lentes de la figura 1.52. La lente L_1 , forma una imagen real e invertida I_1 del objeto O . Tomando esta imagen intermedia como un objeto real para la lente L_2 , la imagen final I_2 se ve como real, derecha y ampliada. La ecuación de las lentes se puede aplicar sucesivamente a estas las lentes para determinar la posición de la imagen final. Mientras que, el aumento total producido por este sistema de lentes es el producto del aumento causado por cada lente del sistema.

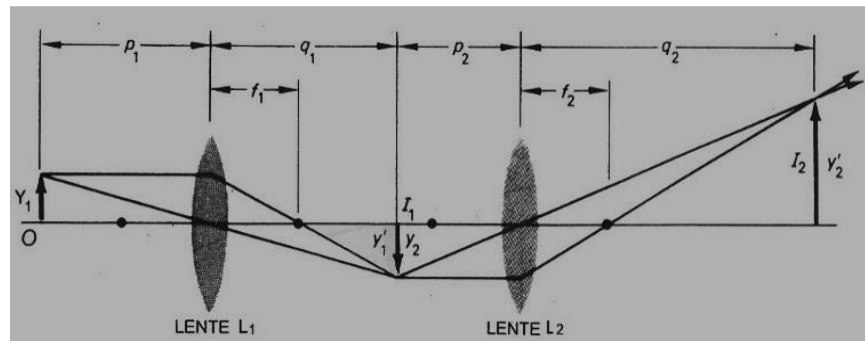


Figura 1.52. Arreglo de lentes. materias.df.uba.ar. (2015)

$$A_1 = \frac{Y'_1}{Y_1} \quad A_2 = \frac{Y'_2}{Y_2}$$

El aumento del arreglo, se calcula con el producto $M_1 M_2$:

$$A_T = A_1 A_2 = \frac{Y'_1}{Y_1} \frac{Y'_2}{Y_2} \text{ como } Y'_1 = Y_2$$

$$A_T = \frac{Y'_2}{Y_1}$$



Responde el cuestionario.

¿Qué elementos son necesarios para que ocurra el fenómeno de reflexión?

¿Cuántos y cuáles son los rayos en el fenómeno de reflexión?

Menciona tres ejemplos de reflexión de la luz en tu entorno.

Explica qué es un rayo de luz y dibújalo.

Explica y dibuja qué pasa con la luz cuando llega a una barda de ladrillo.

Explica y dibuja qué pasa con la luz cuando llega a un espejo.

En la siguiente figura, dibuja los rayos para que el observador vea el objeto.

Elabora un mapa conceptual del fenómeno de reflexión de la luz.

Identifica, enlista los elementos que existen en el proceso de visión.

Desde un enfoque de la física, dibuja y explica el proceso de la visión.



UNIDAD 2 FLUIDOS Y PULSOS ELÉCTRICOS EN EL CUERPO HUMANO.

2.1 Fluidos. Flujo sanguíneo

Presión

El extraño caso del buzo que se le infló el cuerpo

El cuerpo de Alejandro Ramos se deformó tras un accidente mientras buscaba crustáceos alrededor de 30 metros de profundidad. Minutos después de haber salido a la superficie, su cuerpo empezó a hincharse, figura 2.1, y así se ha mantenido durante los últimos cuatro años.

Los buzos mariscadores, pasan largas horas despegándolos y recolectándolos antes de poder retornar a la superficie. En la superficie trabajadores se encargan de recibir el producto recolectado y alimentar con gasolina cada 90 minutos una máquina que comprime aire y se lo envía al buzo a través de una manguera que ha de ponerse directamente en la boca.



Figura 2.1 Alejandro Ramos. latercera.com (2018)

El día del accidente, una lancha se acercó demasiado a la embarcación provocando que una hélice rompiera su manguera y condenó al buzo a tener que subir de golpe para respirar.

Cuando buceamos, estamos a mayor presión y eso hace que el oxígeno y los gases "sufran cambios físicos". El aire está compuesto en un 78% por un gas que el cuerpo humano no utiliza: el nitrógeno, la presión del fondo del mar hace que este se disuelva y busque refugio en el tejido graso, pero, durante el regreso a la superficie, el nitrógeno se mete en el sistema sanguíneo, donde comienza a retomar su condición gaseosa. Por eso, los buzos necesitan subir a tramos, con paradas cada cierto tiempo, un ascenso rápido puede empujar al nitrógeno a crear burbujas demasiado grandes que obstruyan la circulación de la sangre, lo que recibe el nombre de síndrome por descompresión.

Una subida lenta, en cambio, le da al gas el tiempo suficiente para viajar por los vasos sanguíneos, mientras aún tiene poco volumen, hasta llegar a los pulmones, que lo expulsarán del organismo. Existen tablas que indican cuántos minutos y hasta horas se deben dedicar al ascenso en función del tiempo y la profundidad a la que se ha estado sumergido.

Esta presión de los fluidos sobre nosotros la llamamos Presión Hidrostática. ¿Qué presión podemos soportar? ¿Cómo la medimos?

Para dar respuesta a dichas interrogantes aprenderemos los siguientes conceptos.

Presión Hidrostática

La presión hidrostática se presenta cuando se introduce algún objeto al interior de un fluido. Esto puede suceder en el mar o en recipientes que contengan algún fluido. Esta depende de la columna de fluido que se soporta el cuerpo sumergido. Mientras más profundo, mayor será esta presión. También depende del fluido donde el cuerpo se sumerge, ya que si tiene mayor densidad entonces ejercerá más fuerza sobre el cuerpo inmerso, es razonable pensar que la presión hidrostática no sería la misma en agua que en mercurio, aun estando en la misma profundidad, por lo que definiremos densidad.

Densidad

La densidad se define como la cantidad de masa contenida por unidad de volumen, matemáticamente se expresa como

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

En donde m representa la masa del objeto en kg, V el volumen que ocupa en m^3 y ρ es la densidad del objeto.



Algunos valores de densidad los puedes encontrar en:

<http://didactica.fisica.uson.mx/tablas/densidad.htm>

Consideremos un recipiente con agua, y denotemos con h la profundidad, medida desde la superficie hasta el fondo, y consideremos en el fondo un área A , figura 2.2.

Calculemos la presión que esta columna de agua ejerce sobre el área. De acuerdo con la definición de presión:

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

Si consideramos que la fuerza que se ejerce en el fondo del recipiente corresponde al peso del fluido entonces, si:

$F = \text{peso} = mg$, se obtiene:

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

De donde m es la masa de la columna de agua y A es el área de la base de la columna. Despejando de la expresión para la densidad, $m = \rho V$, donde ρ es la densidad del agua y V el volumen de la columna de agua entonces:

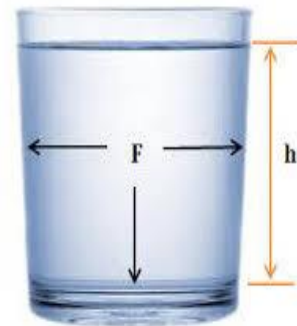


Figura 2.2 Recipiente con agua. cibertareas.com (2018)

$$P = \frac{\rho V g}{A}$$

Como el volumen se calcula $V = Ah$ entonces:

$$P = \frac{\rho Ahg}{A} \text{ simplificando } A, \text{ queda: } P = \rho gh$$

La densidad ρ se mide en kg/m^3 , la gravedad g en m/s^2 y la altura h en m , se obtiene que la presión se mide en N/m^2 , esta unidad recibe el nombre Pascal y su abreviatura es Pa.



Se tienen tres recipientes, el primero con una capacidad de 10cm^3 y un nivel de agua de 15 cm , el segundo recipiente de 25 cm^3 y un nivel de 15 cm , el tercer recipiente una capacidad de 60 cm^3 y un nivel de 15 cm .

¿Cómo es la presión que el agua ejerce en el fondo de cada uno de ellos? _____

Primer recipiente $P = \rho \cdot g \cdot h = (1000\text{ kg/m}^3)(9.8\text{ m/s}^2)(0.15\text{ m}) = 1471.5\text{ Pa}$

Calcula la presión para el segundo y tercer recipiente.

Recipiente 2 _____

Recipiente 3 _____

Explica el porqué de los resultados. _____

¿Qué presión ejerce el agua en el fondo de un lago de agua dulce de 40 m de profundidad? _____

¿Y en el mar a los mismos 40 m ? _____

De qué depende este resultado. _____

¿Qué presión ejerce el mar sobre un buzo de crustáceos? _____



Analizar la presión ejercida por diferentes líquidos y a diferentes profundidades, a través del uso de una simulación. Ingresa al sitio:

https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_es.html

Bajo presión, abre la llave para dejar escapar el fluido, colocando tu indicador en ella, puedes cambiar la densidad y la gravedad del lugar, así como la forma del recipiente.

¿Qué pasa con la presión dentro del fluido, mientras la profundidad aumenta? _____

Si cambias la densidad del fluido ¿Qué pasa con la presión? _____

Cuando nos encontramos en la tierra la gravedad es de 9.81 m/s^2 ¿Qué ocurre con la presión si estuviéramos en otro planeta? Explica. _____

¿De qué depende la presión hidrostática? _____

Como medir la presión

La presión puede medirse en relación a un vacío perfecto, llamada presión absoluta; y cuando se mide con respecto a la presión atmosférica (presión del aire), es llamada presión manométrica.

Presión atmosférica

La presión atmosférica es el peso de la columna de aire que hay sobre cualquier punto o lugar de la Tierra. Cuanto mayor es la altura, a la que nos encontramos menor es la presión atmosférica y cuanto menor es la altura y más nos acercamos a nivel del mar, mayor será la presión.

El físico italiano Torricelli, tomó un tubo de vidrio de un metro de largo con un extremo cerrado y lo llenó con mercurio. Después cerró con el dedo el extremo abierto, dio la vuelta al tubo e introdujo ese extremo, en un recipiente que también contenía mercurio. Observó que el mercurio descendía en el interior del tubo hasta alcanzar una altura aproximada de 76 cm en lugar del metro inicial.

Torricelli relacionó esas variaciones de altura en el tubo con cambios en la presión del aire, ya que la presión ejercida por esta columna de mercurio estaba equilibrada por la ejercida por el aire, así quedó demostrada la existencia de la presión atmosférica.

Por lo que la presión atmosférica quedó en 76cmHg a nivel del mar ya que esta demostración la realizó a nivel del mar, lo que dio lugar a una nueva unidad de presión, también podemos utilizar 760mmHg, equivalente a 1 atmósfera (1atm) y si lo convertimos a Pascales utilizamos la fórmula que ya conocemos de presión de líquidos.

$$P_{\text{Atmosférica}} = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h = 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 0.76\text{m} = 101300 \text{ Pa}$$

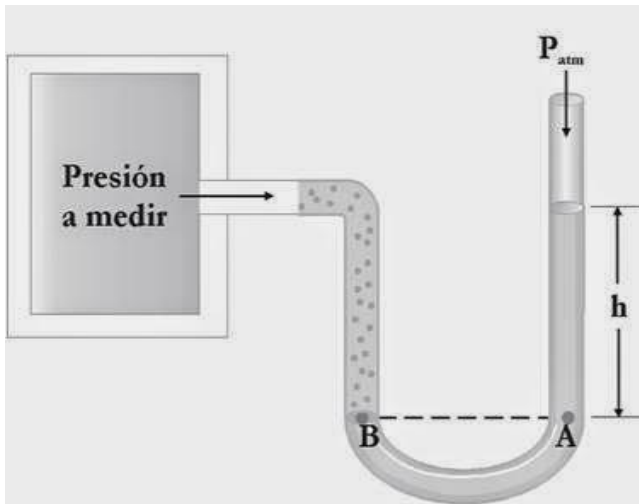
La presión del aire sobre nosotros (Presión atmosférica) depende del lugar donde nos encontramos, y la podemos medir, con un Barómetro como el utilizado por Torricelli, de mercurio.



Puedes observar el siguiente Video, para reforzar el tema: ¿Por qué no nos aplasta la atmosfera? <https://www.youtube.com/watch?v=wgVBtC7r9m4>

Presión manométrica

Un dispositivo para medir la presión manométrica de fluidos (líquidos y gases) es el



manómetro, su forma más sencilla, consiste en un tubo en U que contiene un líquido (mercurio o agua), una rama está abierta a la atmósfera y la otra conectada al recipiente cuya presión se trata de medir, ver figura 2.3. Si el manómetro muestra que en la rama abierta el nivel del líquido está a una altura h por encima del nivel de la rama cerrada, entonces la presión en el punto A de la rama

Figura 2.3. Manómetro. como-funciona.co (2019)

abierta es igual a la presión en B de la rama cerrada, ya que estos dos puntos están al mismo nivel, y esta presión es la que se desea medir.

La altura h es una medida directa de la presión manométrica. Las presiones se expresan utilizando los valores de la densidad del líquido contenido en el tubo que generalmente es mercurio.

Ejemplo: La presión ejercida por una columna de mercurio de un manómetro que se encuentra a nivel del mar marca $h = 76\text{cm}$, 0.76m . ¿Cuál es la presión en cm de Hg, en mm de Hg y en mHg y en pascales?

Ya que el manómetro me marca directamente la presión podemos decir que la presión a nivel es de $P = 76\text{cmHg}$

$$P = 0.76\text{mHg}$$

$$P = 760\text{mmHg} \text{ esto equivale a } 1 \text{ atm.}$$

Para convertirlo en Pascales (Pa) utilizamos la ecuación que conocemos de presión en fluidos

$$P = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h = 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 0.76\text{m} = 101300 \text{ Pa}$$



Resuelve los siguientes problemas

Si nos encontramos en la Ciudad de México la altura que alcanzara la columna de mercurio de un barómetro sería de 585 mmHg . Convierte dicha medida a Pascales Pa.

Hallar la presión en kPa, producida por una columna de mercurio de 49 cm de alto.

¿Cuál sería la máxima cantidad registrada de presión atmosférica en la Tierra?

Si usáramos un barómetro que en vez de mercurio tuviera agua ¿De cuánto sería la altura que alcanzaría la columna? Si nos encontramos a nivel del mar.

Un paciente recibe una infusión intravenosa. Si la presión manométrica sanguínea en la vena es de 25 mmHg ¿a qué altura debe colocarse la bolsa de sangre?

La presión que ejercen los pulmones, midiéndola con un manómetro de tubo abierto marca: 85cm ¿Que presión manométrica producen los pulmones?

Presión absoluta

Al practicar buceo, existen dos tipos de presión sobre el buzo: la atmosférica (el peso del aire sobre la superficie del agua) y la hidrostática (el peso del agua sobre

el buzo). La suma de las dos presiones parciales nos da la absoluta, que es la que afecta al buzo.

Cuando nos sumergimos bajo el agua experimentamos un aumento de presión, la correspondiente al peso del agua que hay sobre nosotros (presión hidrostática) cada vez mayor cuanto más profundidad alcancemos. A esta presión se sumará la presión del aire sobre la superficie del agua. Sabiendo que una columna de agua de 10m de altura y 1 cm² de sección contiene un litro de agua, y que éste pesa aproximadamente 1kg., obtendremos fácilmente que la presión ejercida por el agua en la base de dicha columna es de 1 kg/cm², también llamado 1 atmósfera. Podemos decir que por cada diez metros de profundidad que el buzo desciende la presión a que está sometido aumenta 1 atmósfera, figura 2.4.



Figura 2.4. Presión absoluta. buceodonosti.com (2018)

Presión absoluta = presión hidrostática + presión atmosférica, podemos ver como varia la presión a medida que aumenta la profundidad.

A 0metros (en superficie y a nivel del mar) = 1atm.

A 10metros (bajo el agua) = 2 atm.

A 20metros (bajo el agua) = 3 atm.

A 30metros (bajo el agua) = 4 atm.

Ejemplo:


Un buzo nada a 3 atm de profundidad en un lago al nivel del mar, ¿cuál será la presión absoluta que tiene que soportar?

Sabemos que, si nos encontramos a 3 atm, estamos a 30 m de profundidad, y sabemos que la presión a nivel del mar es de 101300 Pa como se calculó anteriormente, por lo que calculando la Presión hidrostática en un lago tenemos que:

$$P_{\text{Hidrostática}} = \rho_{\text{Hg H}_2\text{O}} \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 30\text{m} = 294000 \text{ Pa}$$

Presión absoluta = presión hidrostática + presión atmosférica

$$\text{Presión absoluta} = 294000 \text{ Pa} + 101300 \text{ Pa} = 395300 \text{ Pa}$$

 Si la inmersión del buzo se realiza en un lago de montaña, con una altura de 600mmHg sobre el nivel del mar, ¿Cuál será la presión absoluta que soporta?

Presión Sanguínea

La presión sanguínea es la fuerza ejercida por la sangre que circula sobre las paredes de los vasos sanguíneos y constituye uno de los principales signos vitales de los humanos, figura 2.5. La presión arterial generalmente se refiere a la presión sanguínea, es decir, la presión en las arterias más grandes, las arterias que forman los vasos sanguíneos que toman la sangre desde el corazón, es comúnmente medida por medio de un esfigmomanómetro, que usa la altura de una columna de mercurio para indicar la presión de circulación se expresan generalmente en milímetros de mercurio (mmHg).

En el ciclo de bombeo, el corazón y el sistema circulatorio pasan por un máximo de presión que coincide con el bombeo de sangre (sístole o contracción), después el corazón se relaja se llena de sangre procedente de las venas alcanzando un mínimo de presión (diástole o relajación), completando de esta forma un ciclo cardiaco. Los modelos suelen indicar un rango que va desde los 0 mmHg a los 300 mmHg (que es rango de la presión arterial medible en los humanos), existiendo modelos que permiten medir solo hasta los 260 mmHg.

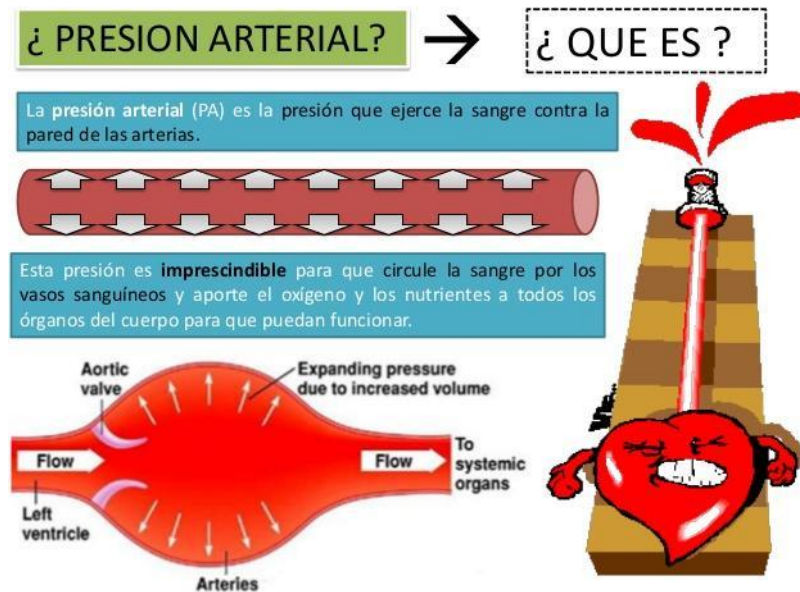


Figura 2.5. Presión arterial. plandecaldadsns.es (2018)

La presión arterial normal está por debajo de 120/80 mmHg. Se mide con un esfigmomanómetro, consiste en un brazalete que es inflado con una perilla manual, o cualquier otro dispositivo que bombee aire, inflando el brazalete hasta que oprime el brazo. La presión dentro del aire del brazalete se mide mediante un manómetro que indica la presión sanguínea. El manómetro y el brazalete se encuentran unidos por un manguito de goma, figura 2.5. La opresión del brazo se eleva hasta que, por oclusión, cesa el tránsito de sangre por la arteria braquial (denominada también arteria humeral) en su fosa cubital; esta oclusión ocurre a unos 250 mmHg aproximadamente. La perilla, o dispositivo de bombeo, posee una *válvula de purga* que permite descender la presión del brazalete de una forma controlada. La colocación del estetoscopio en la arteria braquial permite auscultar

los intervalos de audición de los sonidos después se realizan las anotaciones proporcionadas por el instrumento.

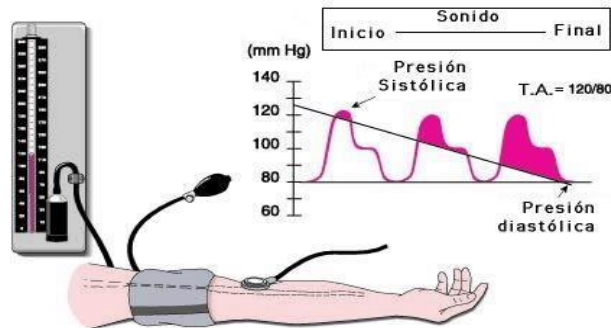


Figura 2.6. Hipertensión. sanitas.es (2018)



Consigue un esfigmomanómetro y mide tu presión, sistólica y diastólica colocando el brazalete en el brazo izquierdo, y derecho, realízalo cuando estés sentado, y después sube y baja escaleras o corre alrededor de tu manzana unas dos vueltas y vuelve a tomar la presión.

Observas alguna diferencia entre la presión del brazo derecho al izquierdo.

Si NO

si es así ¿por qué ocurre? _____

¿Qué nombre común se les da a la presión diastólica y sistólica?

diastólica _____ y sistólica _____

¿Qué efecto tiene el hacer ejercicio, sobre la presión arterial? _____

¿Por qué los médicos recomiendan a las personas con presión alta, vivir a nivel del mar? _____

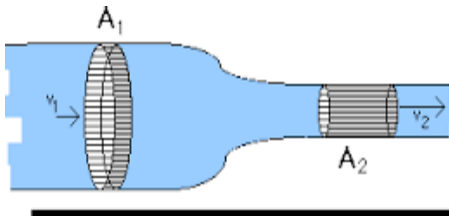
Existen algunas aplicaciones móviles gratuitas en la red, para realizar un seguimiento de la presión arterial. Tener la presión arterial alta es una de las principales causas de diversas enfermedades. Algunas de estas apps son: [AlerHTA](#), [MyDiary – Presión arterial](#), [El círculo de la Salud](#)

Hidrodinámica

La hidrodinámica estudia los fluidos en movimiento tiene numerosas aplicaciones médicas como el análisis del flujo sanguíneo dentro del cuerpo humano. Para entender dichos fenómenos es conveniente introducir el concepto de fluido ideal, tal fluido se caracteriza por ser incompresible y no tener fuerzas internas de rozamiento que actúen sobre él. A continuación, consideraremos un flujo estacionario de un líquido ideal.

a) Ecuación de continuidad

En un tubo de diámetro variable, figura 2.7, circula un fluido ideal, su velocidad cambia debido a que la sección transversal varía de una sección del tubo a otra. Las partículas de este fluido se encuentran en movimiento a lo largo de la línea de corriente con un flujo estacionario, en un intervalo Δt , el total del fluido en la parte inferior avanza una distancia: $\Delta x_1 = v_1 \Delta t$



Donde v_1 es la rapidez del fluido. Pero si la A_1 es el área de la sección transversal de la tubería, entonces la masa contenida en la parte de debajo de la tubería está dada por:

$$\Delta m_1 = \rho_1 A_1 \Delta x_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t,$$

donde ρ_1 es la densidad del fluido en el área A_1 .

Figura 2.7 Tubo de diámetro variable.
fisica12bachillerato.blogspot.com (2018)

Para encontrar la masa del fluido en la parte de la otra sección de la figura de arriba en el mismo intervalo de tiempo, se utiliza la misma fórmula anterior solo que con los datos en dicha posición, es decir:

$$\Delta m_2 = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$$

Pero como la masa se conserva y el flujo es estacionario, la masa Δm_1 es igual a la masa Δm_2 , es decir: $\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$

Cuando el fluido es incompresible $\rho_1 = \rho_2$ la fórmula anterior se reduce a la siguiente expresión: $A_1 v_1 = A_2 v_2$ (ecuación de la continuidad)

Podemos decir que el gasto o flujo Q es igual al volumen que pasa por una sección en un determinado tiempo. $Q = V/t$ y si el volumen V es área por distancia Ad , podemos decir que $Q = Ad/t$, que es igual y d/t es v por lo que: $Q = Av$ donde A = área del conductor y v = velocidad con que fluye.

El producto del área de la sección y la velocidad del fluido es dicha área de la sección es una constante ($Av = \text{constante}$).



Con base en lo anterior podemos llegar a la conclusión que en tuberías: la rapidez es baja en la parte amplia y la rapidez es alta en la parte reducida.

Ejemplo de aplicación

La aorta es la principal arteria de cuerpo humano, en individuos que están en el límite superior de normalidad con un diámetro de 3.8 cm, la sangre que pasa a través de ella lleva una velocidad de 40 cm/s, esta se bifurca en dos arterias las cuales tienen un área transversal aproximada de 2cm^2 . Calcular la velocidad promedio del flujo de sangre en estas arterias.

Sabemos que $v_1 = 40 \text{ cm/s} = 0.4 \text{ m/s}$

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi (0.019 \text{ m})^2 = 1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 2\text{cm}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Utilizando la ecuación de continuidad y despejando v_2

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad v_2 = A_1 v_1 / A_2$$

Sustituyendo:

$$v_2 = (1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^2)(0.4 \text{ m/s}) / 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$v_2 = 2.26 \text{ m/s}$ esta respuesta es lógica ya que si el diámetro disminuye la velocidad aumenta.



Resuelve los siguientes ejercicios:

Una habitación de hospital debe tener un conducto de calefacción. ¿Qué área tiene dicho conducto?

Si el aire que se mueve a través de él a 3 m/s debe reponer el aire cada 15 minutos en una habitación de 300 m^3 de volumen?

Un jardinero utiliza una manguera para regar un jardín, al realizarlo, nota que está tardando demasiado en llenar una cubeta y decide conectarle una boquilla más pequeña.

¿Qué pasa con la velocidad el chorro cuando disminuye el área de la boquilla?

¿Cómo es el gasto en la primera boquilla en comparación con la segunda?

¿A quiénes les puede ser útil conocer la aplicación de la ecuación de continuidad a parte del jardinero? _____

b) Ecuación de Bernoulli

Oxigenoterapia

La oxigenoterapia es un tratamiento de uso terapéutico en el que se administra oxígeno en ciertas concentraciones con la finalidad de prevenir o tratar la deficiencia de oxígeno (hipoxia) en la sangre, las células y los tejidos del organismo.



Figura 2.8. Oxigenoterapia. ilabora.com (2017)

Las mascarillas utilizadas para el suministro de oxígeno como la observada en la figura 2.8, son una aplicación del principio de Bernoulli, a través del tubo Venturi de los cuales hablaremos a continuación.

Principio de Bernoulli

En 1738 el Físico Daniel Bernoulli, estudió el comportamiento de los fluidos en movimiento teniendo en cuenta que estos tienen energía cinética, energía potencial y energía debida a la presión teniendo el mismo valor en todas las regiones por las que se desplaza el fluido. Es decir, que la energía total de un fluido en movimiento permanece constante (Principio de Conservación de Energía).

La energía cinética E_c es debido al movimiento de dichos fluidos, la energía potencial E_p es cuando el fluido llega a una cierta altura teniendo el potencial de realizar un trabajo, y la energía de presión $E_{\text{presión}}$ que es el trabajo que ejercen las moléculas al estar en movimiento. Supongamos que tenemos un tubo de diámetro variable y que además también adquiere una altura, como se muestra en la figura 2.9.

Definimos:

P = presión, ρ = densidad del fluido

g = aceleración de la gravedad

h = altura y v = velocidad

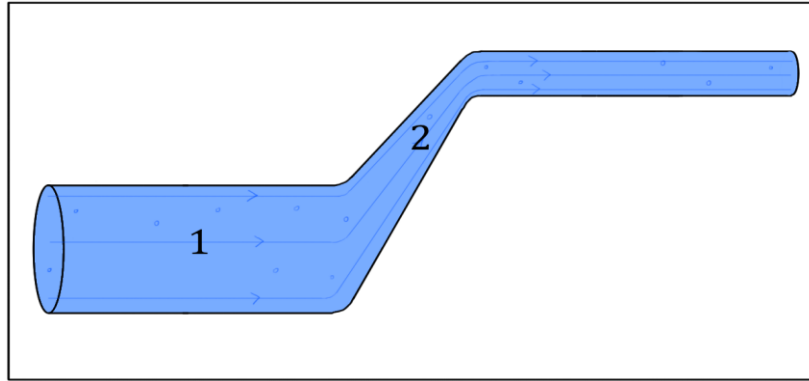


Figura 2.9. Tubo con cambio tanto de diámetro como de altura. fullexperimentos.com (2017)

Por conservación de la energía: $E_{\text{presión1}} + E_{p1} + E_{c1} = E_{\text{presión2}} + E_{p2} + E_{c2}$.

Sustituyendo términos:

$$P + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = cte$$

Término que corresponde al trabajo para mover el fluido

Término que corresponde a la energía potencial

Término que corresponde a la energía cinética

Cuando se compara la energía entre dos puntos 1 y 2 de un fluido en movimiento, la suma de todos los tipos de energía es la misma. Matemáticamente, esta idea se puede expresar:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

Si un fluido en movimiento no modifica su altura, el término que corresponde a la energía potencial es el mismo para ambos lados de la ecuación anterior y al reducir términos semejantes la ecuación anterior queda ahora:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$



Analizando la ecuación anterior. Esta nos dice que para mantener la igualdad si aumenta la presión en un punto, su velocidad disminuye, o bien si se reduce la presión en un punto, su velocidad aumenta. La relación entre presión y velocidad de un fluido en movimiento antes descrita fue identificada por el científico Giovanni Batista Venturi en el siglo XVIII y se le conoce con el nombre de Efecto Venturi.

Ejemplo: En un sistema de calefacción, circula agua caliente, la cual es bombeada con una rapidez de 0.45 m/s, a través de una tubería de 5cm de diámetro en el

sótano con una presión de 3 atm ¿Cuáles serán la rapidez de flujo y la presión en una tubería de 2.5cm de diámetro en el segundo piso 5m arriba?

Datos	
$v_1 = 0.45 \text{ m/s}$	$v_2 = ?$
$d_1 = 5\text{cm} = 0.05 \text{ m}$	$d_2 = 2.5\text{cm} = 0.025 \text{ m}$
$P_1 = 3\text{atm} = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$	$P_2 = ?$

Calculamos áreas: $r_1 = 0.025 \text{ m}$ y $r_2 = 0.125\text{m}$

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi(0.025)^2 = 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi r_2^2 = \pi(0.125)^2 = 4.91 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Usando la ecuación de continuidad calculamos v_1

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

despejamos

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2 (0.45 \text{ m/s})}{4.91 \times 10^{-2} \text{ m}^2} = 1.79 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

usando la ecuación de Bernoulli, despejamos P_2

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

$$\text{agrupando } P_1 + \rho g(h_1 - h_2) + \frac{\rho}{2}(v_1^2 - v_2^2) = P_2$$

sustituyendo

$$P_2 = 3 \times 10^5 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0\text{m} - 5\text{m}) + \frac{1000}{2} \left((0.45 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (1.79 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \right) = 2.51 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Efecto Venturi

Consiste en un fenómeno en el que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor, ver figura 2.10. En ciertas condiciones, cuando el aumento de velocidad es muy grande, se llegan a producir grandes diferencias de presión y entonces, si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una

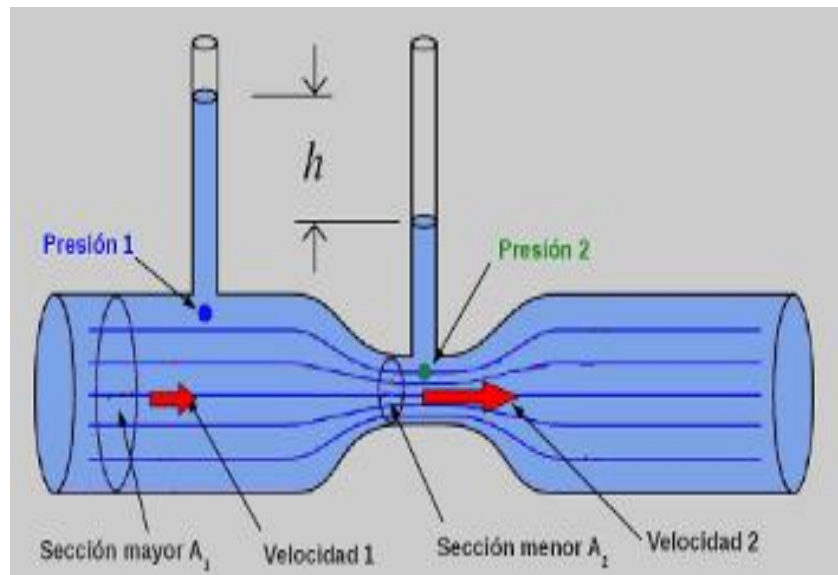


Figura 2.10. Tubo Venturi. wordpress.com (2017)

aspiración del fluido de este conducto, que se mezclará con el que circula por el primer conducto. En el caso de las mascarillas para la oxigenación se utiliza un tubo

Oxigenoterapia: Sistema "Venturi"

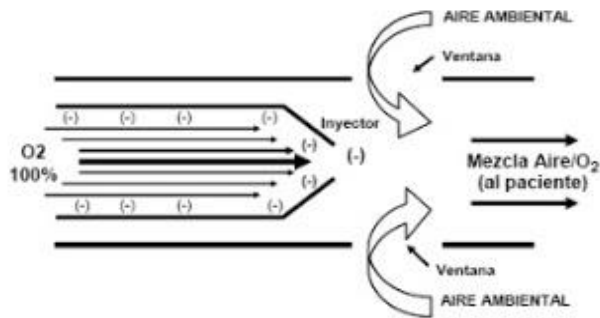


Figura 2.11. Sistema Venturi. 4.bp.blogspot.com (2019)

Venturi, que consiste en un estrechamiento cónico de un tubo. Desde una sección A₁ a otra mucho menor A₂. En el caso de las máscaras para la administración de concentraciones de oxígeno. El oxígeno al 100 % suministrado durante cierto periodo de tiempo es tóxico, por lo que se mezcla con aire externo cuya concentración de oxígeno es del 21%, de modo que en función de la cantidad de aire que se mezcle con el oxígeno al 100%, la concentración de oxígeno será mayor o menor, normalmente se suministra entre el 26% al 50%. El oxígeno puro al pasar por el conducto con un calibre menor, se produce el

efecto Venturi, se genera una presión negativa que permite la entrada del aire procedente del exterior a través de unos orificios circundantes y dependiendo del tamaño de estos puede entrar menos o más aire al paciente, figura 2.11.



Ingresa al sitio: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/fluid-pressure-and-flow>

Estando en la simulación: Presión del Fluido y flujo, deja salir agua por la tubería, puedes estrecharla en diferentes puntos, coloca un indicador de velocidad al igual que el indicador de presión en el estrechamiento y luego en donde no la estrechamos.

¿Qué ocurre con la velocidad cuando se estrecha la tubería y en donde no está estrecha? _____

Podrías relacionar el área de la tubería con su velocidad, coloca una ecuación algebraica. _____

¿Qué ocurre si colocamos el marcador de presión en la parte estrecha y en la parte ancha de la tubería? _____

Cuando colocamos el marcado de presión en la parte superior de la tubería y en la parte inferior, ¿Qué nos indican las lecturas? _____

Enuncia la relación que existe entre velocidad y presión.

Siempre que hay un estrechamiento de cualquier conducto vital del organismo que transporte líquido, está presente el efecto Venturi, por lo que si se estrecha una

arteria por lesiones internas (placas) o presión exterior resultante de un tumor, la presión sanguínea en esta región es _____



Coloca una tira de papel a la altura de tus labios. Sujétala por el lado más estrecho. Sopla sobre ella, ¿por qué la tira de papel se eleva? _____



Considera que tenemos un depósito cilíndrico, con un orificio muy pequeño, en el fondo como se muestra en la figura 2.12. Supongamos que la velocidad con que desciende el nivel del líquido en el tanque es muy pequeña en comparación con la velocidad de salida entonces la velocidad en la parte superior puede considerarse cero ($v_2 = 0$). Calcula la velocidad de salida. A este resultado se le conoce como el teorema de Torricelli.

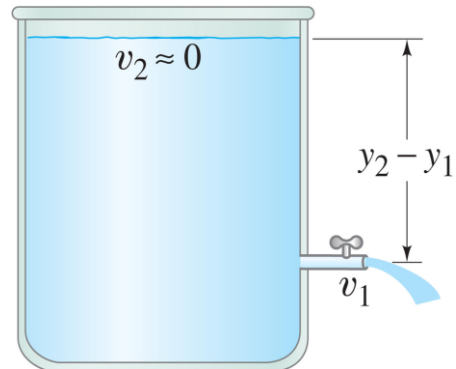


Figura 2.12. Torricelli.
hernanleon1002.wordpress.c

c) Ecuación de Poiseuille

Insuficiencia renal crónica.

Este padecimiento es un problema de salud mundial, afectada casi el 10% de la población. En México, más de ocho millones de personas sufren de insuficiencia renal y sólo reciben tratamiento de diálisis 100 mil personas.

Los riñones producen hormonas para mantener la presión sanguínea y la hemoglobina estable; ayudan a eliminar el exceso de líquidos y desechos dañinos que se acumulan en el cuerpo, derivado del metabolismo, cuando una persona presenta insuficiencia renal crónica en estado avanzado, sus funciones ya no se cumplen y se requiere de un tratamiento que las reemplace: hemodiálisis.

El flujo sanguíneo en este tratamiento se rige por la ley de Poiseuille. El flujo sanguíneo se define como el volumen de sangre (ml) que atraviesa una superficie transversal del vaso por unidad de tiempo, figura 2.13.

Esté determinado por dos factores:

- Gradiente de presión: cuanta mayor sea la diferencia entre P_1 y P_2 , con más fuerza se empujará la sangre, lo que no quiere decir que si tenemos alta la

presión sanguínea tengamos más flujo, ya que lo importante es la diferencia de presiones.

- Resistencia que ofrece el vaso: en este caso, como estamos hablando del sistema circulatorio, se llama también resistencia vascular. Es el impedimento que ofrece el vaso al avance de la sangre. Cuanta mayor sea la resistencia (cuanto más nos oponemos a ese avance), menos flujo tenemos.

Por lo que la ley de Poiseuille para calcular el flujo es la siguiente:

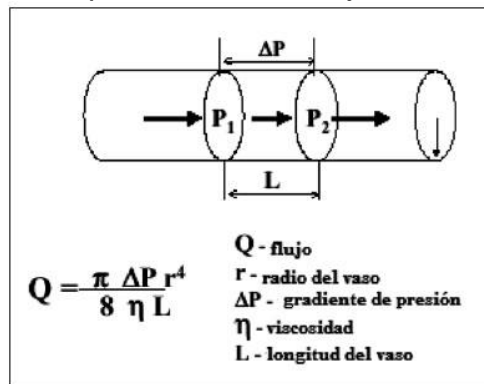


Figura 2.13 [12-04.1.jpg](#)

8 es el factor que resulta de la integración del perfil de la velocidad. Debido a que la longitud de los vasos y la viscosidad son relativamente constantes, el flujo viene determinado básicamente por el gradiente de presión y por el radio. De la ecuación representada, destaca el hecho de que el radio al estar elevado a la cuarta potencia, se constituye como el factor más importante.

Si suponemos un vaso con un flujo de 1 ml/s al aumentar el diámetro dos veces el flujo pasa a ser de 16 ml/s, y si el diámetro aumenta cuatro veces el flujo pasará a ser 256 ml/s. Por esta relación se puede justificar el papel preponderante que los cambios en el radio del conducto juegan en la regulación del flujo sanguíneo.

La figura 2.14, ilustra una arteria normal y otra con disminución por arteriosclerosis lo que provoca disminución del flujo sanguíneo.

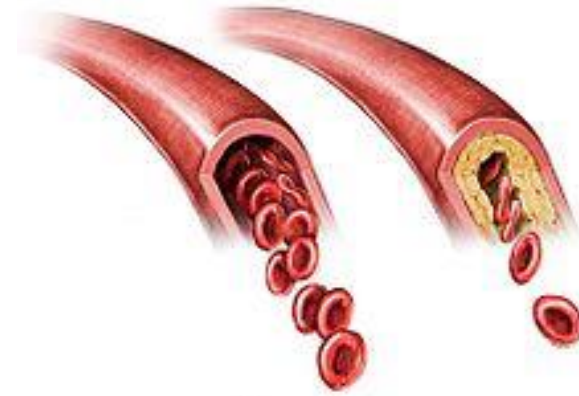






Figura 2.14 www.longlonglife.org (2017)

La figura 2.15 proporciona información sobre el efecto de la oclusión venosa en la presión sanguínea

Una pequeña cantidad de oclusión arterial puede tener un ¡sorprendente gran efecto!

Oclusión*	arteria sana	Si la presión es 120 mmHg, Caudal =	Presión para restaurar el caudal normal:
0%		100 cm ³ /min	120 mmHg
20%		41 cm ³ /min	293 mmHg
50%		6,3 cm ³ /min	1.920 mmHg
80%		0,16 cm ³ /min	75.000 mmHg

* Un 20% de oclusión aquí, significa una reducción del 20% del radio interior, llevándolo al 80% de su valor original.

Un 19% de disminución en el radio, ¡reducirá el caudal a la mitad!

Figura 2.15 <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ppois2.html>



En el siguiente enlace puedes consultar algunos valores de viscosidad para diferentes sustancias:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Tables/viscosity.html>

Como lo vimos anteriormente la aorta es la principal arteria del cuerpo humano, en individuos que están en el límite superior de normalidad tiene un diámetro de 3.8cm la sangre que pasa a través de ella lleva una velocidad de 40 cm/s. Calcula la caída de presión por centímetro a lo largo de la aorta

Sabemos que $v_1 = 40 \text{ cm/s} = 0.4 \text{ m/s}$

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi(0.019\text{m})^2 = 1.13 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

Sabiendo que el caudal $Q = A_1 v_1$ y sustituyendo valores

$$Q = 1.13 \times 10^{-3} \text{m}^2 \left(0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 4.52 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

De la ecuación de Poiseuille despejamos el cambio en la presión

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

Sustituimos

$$\Delta P = \frac{8(4.52 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}})(4 \times 10^{-3} \text{Pa}(s))(0.01\text{m})}{\pi(0.019)^4} = 0.35 \text{Pa}$$



Investiga cómo funciona un catéter que mide la variación de presión en el flujo sanguíneo.

Según la ley de Poiseuille el flujo depende de la *diferencia de presión*, del *radio del vaso*, de la *viscosidad* y de la *longitud del vaso*. Lo más importante de esta ley es que el radio está elevado a la cuarta potencia, lo que significa que cuanto más pequeño sea el radio, ¿Qué pasa con la velocidad del flujo? _____
Explica: _____



La arteria pulmonar que va al corazón, tiene 8.2 cm de longitud y un diámetro interior de 5mm. Si la tasa flujo es constante 25 mL/s, ¿Qué diferencia de presión existe en sus extremos?



Mas ejercicios en

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena4/impresos/quincena4.pdf>

http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/problemas/fluidos/problemas/dinamica_problemas.shtml

2.2 Circuitos eléctricos. Transmisión de señales en neuronas y ritmo cardiaco.

EDISON VS TESLA

Thomas Edison usó la Corriente Continua (CC) para iluminar ciudades y Nikola Tesla defendió la Corriente Alterna (CA), como una mejor opción de distribución de corriente eléctrica. En 1893 se organizó un comité de expertos para decidir acerca del aprovechamiento de la energía de las Cataratas del Niágara. Se había abierto una licitación para desarrollar una gran central hidroeléctrica. Como era de esperarse, se presentaron proyectos por parte de Edison, y Tesla, el comité finalmente decidió elegir el proyecto de Tesla basado en la corriente alterna, lo que provocó no solo una crisis en Edison, sino también en su compañía.

Edison no se quedó con los brazos cruzados y lanzó una de las campañas más violentas que se recuerdan para desprestigiar a su rival. Edison electrocutó a diversos perros con corriente continua demostrando que sobrevivían y luego hizo lo mismo con corriente alterna, hasta matarlos. Topsy, una elefanta también fue sacrificada empleando la corriente alterna. Pero todos estos terribles ensayos fueron inútiles, la corriente alterna era muy superior a la continua, figura 2.16.

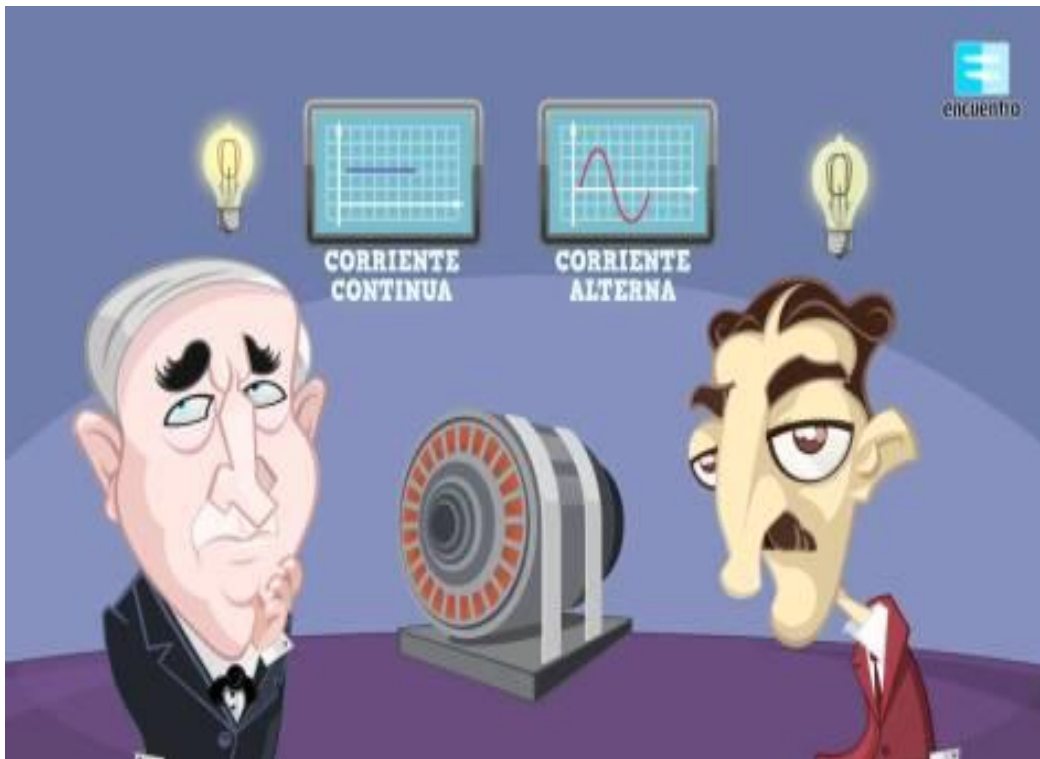


Figura 2.16 <https://silviaizquierdoblog.files.wordpress.com.>(2017)

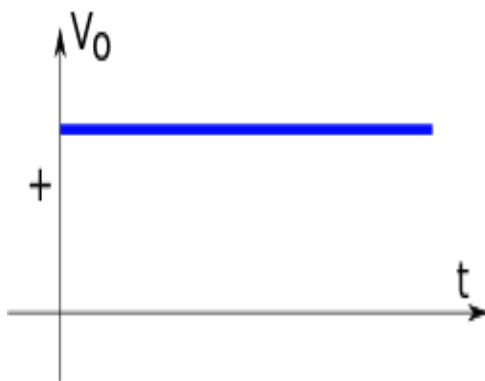
Ahora veremos, qué es la corriente continua CC también llamada directa y qué es la corriente alterna CA y en donde es utilizada.

a) Corriente directa y Corriente alterna

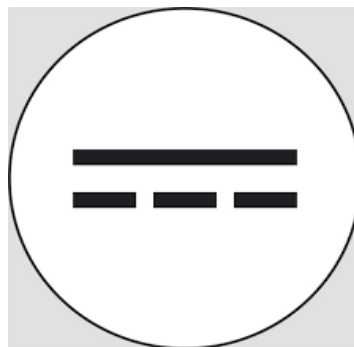
La corriente eléctrica es el flujo de electrones a lo largo de un material conductor, siempre desde el polo positivo al polo negativo del material (dichos polos, se asignan de manera convencional).

Este se debe a la presencia de electrones libres en la última capa de los átomos de estos materiales, los cuales, al no hallarse muy fuertemente unidos al núcleo atómico, pueden migrar al átomo siguiente, generando así una corriente.

La **corriente continua**, abreviada CC o directa, es aquella que fluye a lo largo de un circuito eléctrico siempre en el mismo sentido en el tiempo. Una pila o batería constituye una fuente de suministro de corriente directa, porque su polaridad se mantiene siempre fija.



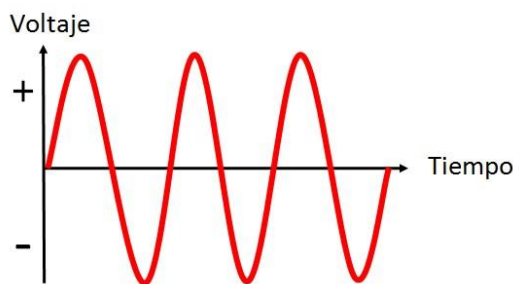
Una sola polaridad en corriente continua



Símbolo de corriente continua

Figura 2.17.

La **corriente alterna** CA, cambia su sentido de circulación de negativo a positivo un determinado número de veces por segundo (50 veces). La mayoría de los motores eléctricos utilizan esta corriente alterna, por lo que todos los equipos que necesitan enchufarse a la toma de corriente la utilizan.



a)



b)

Figura 2. 18 a) Cambio de polaridad en la corriente alterna. b) Símbolo de corriente alterna. generatuluz.com. (2018).



Investiga cuáles aparatos de los que utilizas cotidianamente funcionan con corriente alterna CA y cuáles con corriente continua CC y llena la siguiente tabla.

Aparatos que funcionan con corriente continua CC	Aparatos que funcionan con corriente alterna CA

b) Ley de Ohm

Georg Simon Ohm fue un físico y matemático alemán, que experimentó con la proporcionalidad entre voltaje e intensidad de corriente. En su libro: “*El circuito galvánico investigado matemáticamente*” de 1827 estableció una ley experimental que puede ser expresada de muchas maneras diferentes, pero significa básicamente lo mismo: *la intensidad de corriente que aparece entre dos puntos de un cuerpo es directamente proporcional al voltaje existente entre esos dos puntos, y la proporción depende de lo buen o mal conductor que sea el cuerpo.*

Si la proporción depende de lo buen o mal conductor que es el cuerpo, podemos utilizar esa proporción para determinar si el cuerpo es un buen conductor o un buen aislante. Esa magnitud se denomina **conductancia** (G), y fue establecida por Oliver Heaviside en 1885: la conductancia entre dos puntos de un cuerpo es la intensidad que aparece por unidad de voltaje aplicado entre ellos.

La conductancia se refiere a la cantidad de energía que se puede transmitir a través de un material o sustancia. Varias propiedades de un material entran en juego cuando se determina la conductancia. Por ejemplo, los materiales y sustancias que tienen muchas moléculas y átomos ionizados (con carga eléctrica) son mejores para conducir electricidad.

En este caso, la unidad de conductancia es el **siemens (S)**, en honor al inventor alemán Ernst Werner von Siemens: un siemens es la conductancia que existe entre dos puntos de un cuerpo tal que, al aplicar un voltaje de 1 V, aparece una intensidad de 1 A.

Si un cuerpo conduce bien la corriente eléctrica entonces tendrá una conductancia enorme (infinita, en el extremo), y uno que lo haga muy mal tendrá una conductancia muy pequeña (cero, en el extremo opuesto). Y la conductancia nos indicará cuántos amperes de intensidad aparecerán por cada volt entre los extremos del cuerpo.

Resistencia

Para regular la corriente que circula dentro de un circuito se requiere del uso de resistencias. Una resistencia eléctrica es un elemento que produce un impedimento al flujo de electrones cuando se mueven a través de un conductor. El aparato que mide la resistencia eléctrica es el óhmetro.

En vez de conductancia se emplea comúnmente otra magnitud que es la resistencia.



Ingresa a la simulación: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/resistance-in-a-wire> Observa los cambios que ocurren en el alambre cuando se modifican alguna de las variables y responde

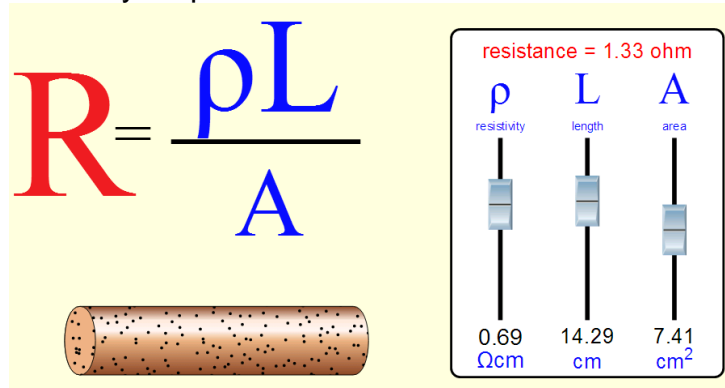


Figura 2.19. Captura de pantalla del simulador

¿Qué sucede con la resistencia si aumentas la resistividad? _____

¿Qué sucede con la resistencia si disminuyes la longitud? _____

¿Qué sucede con la resistencia si aumentas el área? _____

Escribe una regla general para la resistencia en un alambre _____

Las cargas que se mueven en un alambre son electrones, estos tienen carga eléctrica negativa, en un circuito decimos que la corriente sale del polo positivo de la pila al polo negativo al que llamaremos *corriente convencional* pero su movimiento verdadero es del polo negativo al positivo al que llamaremos *corriente real*.

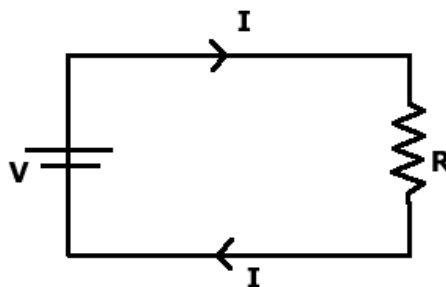


Figura 2.20. es.wikipedia.org. (2012)

Un circuito eléctrico simple consta de una pila, una resistencia y la corriente convencional.

En el cuerpo humano la corriente eléctrica continua es conducida a través de los nervios, quienes ofrecen cierta resistencia al paso de la corriente y el cerebro proporciona la diferencia de potencial. Los voltajes que produce el cerebro son del orden de mili volts (mV) y las resistencias de los nervios son del orden de mega ohms (MΩ).

La ley de Ohm establece una relación de proporcionalidad entre voltaje (V) aplicado a un conductor y la corriente (I) que circula a través del mismo. $V = I \cdot R$.

Al aplicar una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor metálico, se produce una corriente que es constante si el voltaje no varía. La relación entre la diferencia de potencial aplicada a un conductor metálico y la corriente producida es constante.

$$R = \frac{\Delta V}{I} [\text{ohm}]$$

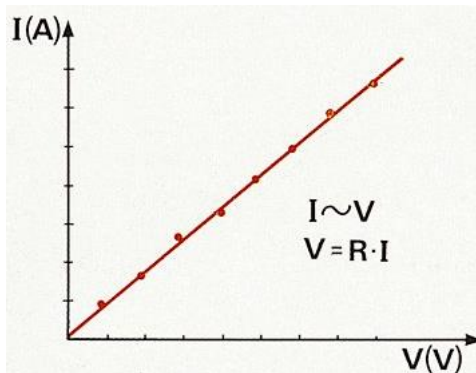


Figura 2.21. <https://webs.um.es> (2019)



Ingresa al simulador: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/ohms-law>

¿Qué sucede con la corriente si aumentas la diferencia de potencial (el voltaje) y mantienes constante la resistencia? _____

¿Qué sucede con la corriente en un circuito si disminuyes la resistencia y el voltaje se mantiene constante? _____

¿Qué sucede con la diferencia de potencial en un circuito si aumentas la resistencia y disminuye el voltaje? _____

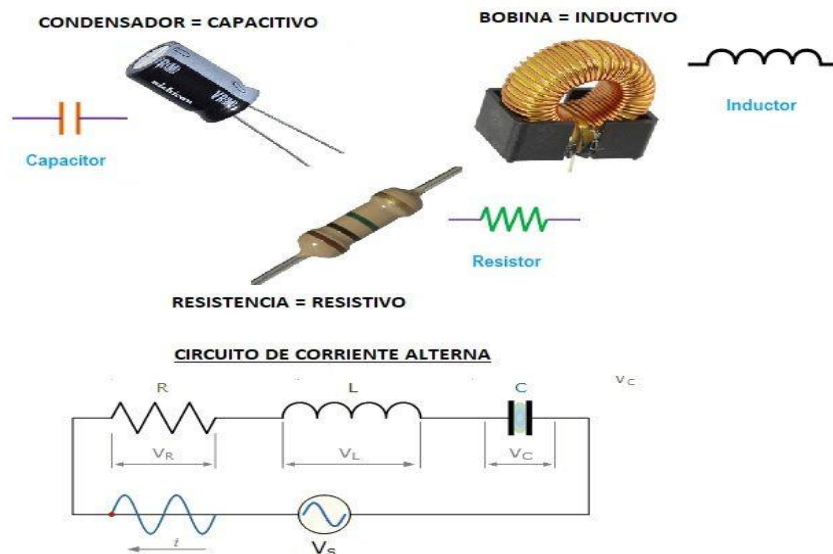
¿Cómo cambia la corriente respecto a la resistencia? _____

c) Circuitos eléctricos. Mixtos, RC y RCL

Un circuito eléctrico es una trayectoria a lo largo de la cual pasan los electrones, para que haya un flujo continuo sin interrupciones. Consta de varias partes, figura 2.22:

- Un interruptor eléctrico puede abrirse o cerrarse para cortar o dejar pasar el flujo de energía, un generador o pila que produce o mantiene la corriente eléctrica.
- Conductores, por donde circula la corriente, son de cobre o aluminio que son buenos conductores de la electricidad, ofrecen poca resistencia a que pase la corriente.
- Generadores, producen y mantienen la corriente eléctrica, existen alternadores que son generadores de corriente alterna o pilas que son de corriente continua.

Figura 2.22. Partes de un circuito RCL



Esos dispositivos suelen conectarse de tres formas: en serie o en paralelo o mixtos, figura 2.23, y la corriente suministrada varía según se modifique la resistencia. Si tenemos una combinación de resistencias conectadas se deberá calcular una resistencia equivalente y esto dependerá de la forma en la que están conectadas.

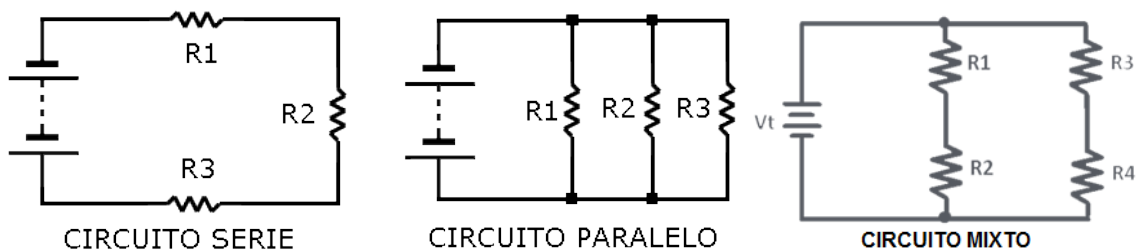


Figura 2.23 <https://i.pinimg.com>. (2019)

Los aparatos eléctricos, motores, lámparas, etc., cuando se conectan en un circuito de corriente alterna (CA) se pueden comportar de tres formas diferentes.

- Como Receptores Resistivos puros **R**
- Como Receptores Inductivos puros (**bobina**) **L**
- Como Receptores Capacitivos puros. (**condensadores**) **C**

Circuito en serie

Para calcular la resistencia equivalente en un circuito en serie se suman todas las resistencias: $R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$. En este circuito se reparte el voltaje total entre las distintas resistencias: $V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$, y la corriente que pasa por las resistencias es la misma, es decir, $I_T = I_1 = I_2 = I_n$

Circuito en paralelo

Para calcular el inverso de la resistencia equivalente en un circuito en paralelo se suman los inversos de las resistencias $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$. En este circuito se reparte la corriente total suministrada entre las resistencias, es decir, $I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ y el voltaje total suministrado es el mismo para todas las resistencias: $V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$

Circuitos mixtos

Se resuelven primero los circuitos en paralelo, se suman con los que están en serie. Se obtiene la resistencia equivalente, el voltaje, la corriente y de acuerdo a la ley de Ohm se evalúa la variable deseada.

Capacitores



Revisa el video <https://www.youtube.com/watch?v=iatxQPu9mcE> puedes consultar el valor de ϵ para diferentes materiales en el siguiente enlace http://didactica.fisica.uson.mx/tablas/const_dielectrica.htm

Los circuitos RC pueden usarse para filtrar una señal alterna, al bloquear ciertas frecuencias y dejar pasar otras.



Abre el siguiente link: http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/RC_circuit.html

Trabaja con el simulador y responde las siguientes preguntas

Observa la gráfica voltaje contra tiempo, ¿qué tipo de gráfica forma la línea de carga del condensador (en azul)? _____

Compara el tiempo que tarda en cargarse el condensador (en azul) si la resistencia es de 1Ω y cuando está en 4Ω . ¿En cuál de ellas el tiempo es mayor? _____
¿por qué? _____

Deja fija la resistencia en 2Ω y la capacitancia en $1 F$, observa el tiempo que tarda en cargarse el condensador, ahora deja fija la resistencia y mueve el valor de la capacitancia a $3 F$, ¿qué observas respecto al tiempo? _____

Establece una regla para la carga del capacitor respecto a la corriente y al capacitor

¿Qué tipo de gráfica forma la línea de descarga del condensador? _____

¿Cómo es el tiempo de la descarga comparado con el de la carga en los casos revisados anteriormente? _____

Ahora elige la gráfica corriente contra tiempo. Toma los valores iniciales de 2Ω y $1 F$ y observa lo que ocurre con la corriente. Explica lo que significa la gráfica _____

¿Qué significa que la corriente se haga cero con el tiempo? _____

Disminuye la resistencia y comenta que ocurre con la gráfica. _____

Deja la resistencia en 1Ω y ahora aumenta la capacitancia y comenta que ocurre con la gráfica. _____

Carga y descarga de un condensador

Los capacitores son elementos que almacenan cargas provenientes de la pila y que permiten mediante un arreglo de resistencias descargar estas cargas que han sido almacenadas. Las unidades en que se miden son Farads [F], pero en general son muy pequeñas utilizándose los milifarads [mF] o los microfarads [μF].

En el caso de los circuitos RC se componen de una resistencia y de un condensador o capacitor, dentro de un circuito con una pila y cables que conectan los elementos, estos se utilizan para elaborar marcapasos.

El proceso es simple, las cargas eléctricas de la batería se mueven hacia donde se encuentra el capacitor, ahí se almacenan, al colocar una resistencia y cerrar el circuito, las cargas se mueven generando una descarga al corazón que le

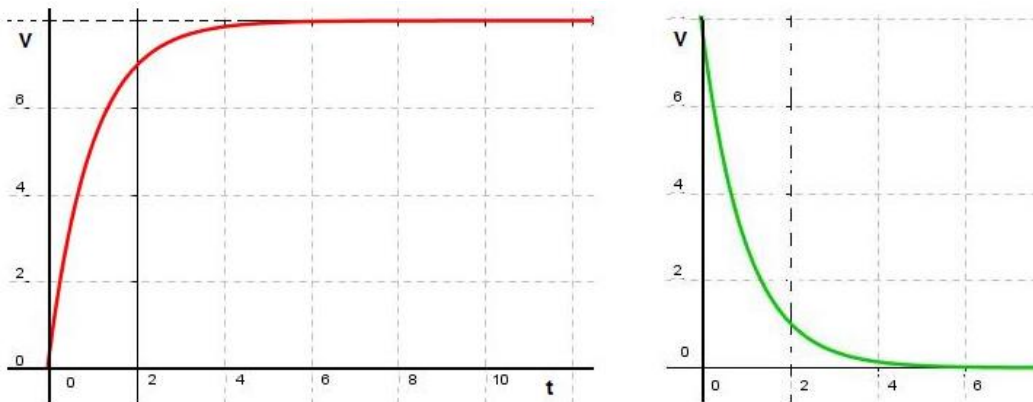
hace contraerse durante unas décimas de segundo, nuevamente las cargas se acumulan en el capacitor mientras el corazón se relaja. Este proceso se debe lograr en 1 segundo pues el corazón late entre 60 y 70 veces por segundo.

Cabe decir que tanto la carga como la descarga del capacitor son funciones de tipo exponencial por lo que resulta muy importante entender cómo funcionan éstas. Para ello debemos calcular el tiempo en que se carga y se descarga el condensador, pues de ello dependen los latidos artificiales del corazón, para ello se utilizan las siguientes expresiones.

$$V = V_0 \left(1 - e^{-t/RC}\right) \text{ para la carga}$$

$$V = V_0 \left(e^{-t/RC}\right) \text{ para la descarga}$$

Gráficamente, figura 2.24



a) carga de un condensador

b) descarga de un condensador

Figura 2.24. sc-ehu.es (2019)

Estudiando el Estrés

Existen sensores de Conductancia de la piel que proporciona información sobre la actividad de las glándulas sudoríparas en la mano, figura 2.25. La actividad de estas glándulas está estrechamente relacionada con la actividad del sistema nervioso simpático, la excitación y el estrés.



Figura 2.25. brainsigns.com.media.(2019)

Esta variable se denomina SCA (Actividad de la conductancia de la piel), o el término más clásico GSR (respuesta galvánica de la piel).

La conductancia de la piel, se expresa en micro-siemens o micro ohms y aumenta cuando se incrementa el nivel de activación. Durante la relajación, la conductancia normalmente disminuye.

Ejemplo: En una casa llegan 40 A, de intensidad de corriente, el voltaje es de 220 V(CA).

¿Cuál es la resistencia en ohms (Ω) y la conductancia en siemens de esa casa?

$$\text{De la ley de Ohm } R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{220V}{40A} \therefore R=5.5\Omega$$

La conductancia entre dos puntos de un cuerpo es la intensidad que aparece por unidad de voltaje aplicado entre ellos, esto es:

$$G = \frac{I}{V} \Rightarrow G = \frac{40A}{220V} \therefore G=0.18S$$



Investiga cómo podríamos usar la información que nos proporcionan los sensores de conductancia en el cuerpo humano, en animales en procesos químicos, y en la industria.

¿Dónde existe mayor resistencia en el cuerpo humano?

El cuerpo humano consta de partes que son excelentes conductores de la corriente, ya que tienen cargas móviles en cantidad, como sucede en la sangre, por ejemplo, en la que hay iones disueltos, y otras son horribles conductores, como nuestra piel cuando está seca, figura 2.26.

Nuestra resistencia (o conductancia) depende de la humedad de nuestra piel, de la persona, del tipo de contacto que se produzca, del camino recorrido (ya que, a más longitud, más resistencia). Pero, para que te hagas una idea, la resistencia interna de nuestro cuerpo es de unos cientos de ohms, y la de nuestra piel seca, de unos cientos de miles de ohms: como normalmente la corriente tiene que atravesar la piel al entrar y luego al salir, la resistencia total de una persona seca puede ser de hasta un par de millones de ohms.

Nuestro cuerpo especialmente por fuera es un conductor espantoso, y la protección fundamental la proporciona nuestra piel.

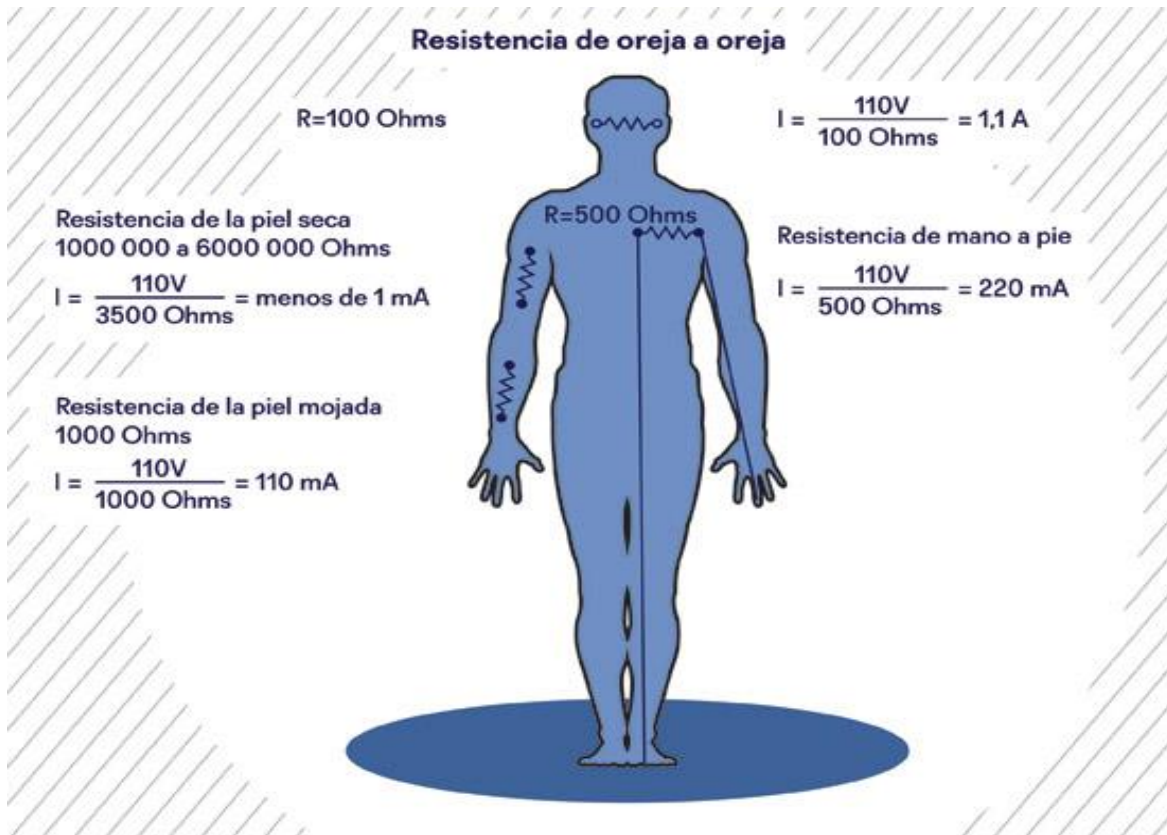


Figura 2.26 e-management.mx (2012)



Investiga que partes del cuerpo humano tienen mayor y menor conductividad y para que nos puede servir saberlo en hospitales.

	Parte(s) del cuerpo	Ventaja de saberlo
Mayor conductividad		
Menor conductividad		



Calcula la corriente a través de tus dedos si estos tienen una resistencia aproximada de $10,000 \Omega$ cuando tocas las terminales de una batería de 9 volts.

Si en vez de sujetar con tus dedos el alambre clavamos los electrodos en las yemas de los dedos, pasando la corriente por tu torrente sanguíneo en donde la resistencia es de 100Ω . De cuánto sería la corriente y que le pasaría a tu cuerpo.

En realidad, no hay ningún receptor R, L o C puro, ya que, por ejemplo, la bobina de un motor será un receptor inductivo, pero al ser un conductor también tendrá una resistencia, y, por lo tanto, también tendrá un componente resistivo, por lo que realmente será un receptor RL. Incluso el motor también tiene una parte capacitiva, por lo que en realidad será un receptor RLC.

d) Impedancia eléctrica

La Impedancia eléctrica se da en un circuito de corriente alterna en el que se encuentran conectados, resistencias, condensadores y bobinas, y por el que circula una corriente eléctrica, surge una oposición al paso de dicha corriente denominada impedancia.

La impedancia (Z), tiene unidades de Ohms Ω . Y es la suma de una componente resistiva R (debido a las resistencias) y una componente reactiva X (debido a las bobinas y los condensadores)

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

donde:

Z es la impedancia en Ω

R es la resistencia en Ω

X es la reactancia en Ω

Las impedancias se tratan como las resistencias en la ley de Ohm.

La impedancia equivalente es igual a su suma de las impedancias en un circuito conectado en serie:

$$Z = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n$$

La impedancia equivalente en un circuito conectado en paralelo es igual al inverso de la suma de los inversos:

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n}}$$



La oposición a la corriente en corriente alterna se llama Impedancia

Por ejemplo, en un circuito puramente resistivo, la impedancia (Z) es su resistencia R, pero en un circuito inductivo puro (bobina) la oposición que ejerce la bobina a que pase la corriente por ella se llama reactancia inductiva (XL) y en uno capacitivo (condensador) se llama reactancia capacitiva (XC).

Dentro de los sistemas de instrumentación médica los electrocardiogramas, los circuitos de protección en hospitales, electroencefalogramas, monitores cardíacos, etc., tiene una baja impedancia de entrada para no dañar a los que lo manipulan y a los que están bajo su utilidad, por lo que todos los aparatos tienen circuitos del tipo RCL para controlarlos, un ejemplo: los desfibriladores.

Al movimiento espasmódico, espontáneo y local de las fibras musculares se le denomina fibrilación muscular. Cuando el músculo en cuestión es el corazón, fibrilación ventricular, se disminuye considerablemente de bombeo lo que implica una anulación del flujo sanguíneo. Para evitar daños cerebrales irreversibles se debe atender a la brevedad al paciente. Entre los métodos utilizados están la desfibrilación mediante fármacos y la desfibrilación eléctrica.

Esta última se realiza aplicando una descarga mediante dos electrodos situados directamente sobre el corazón. Un tipo de desfibrilador es de descarga capacitiva; descargan a través del paciente un condensador cargado previamente a alta tensión. La forma de onda obtenida es la propia de un circuito RLC, cuya resistencia es la que presenta el paciente. La figura 2.27 corresponde a este tipo de desfibrilador.

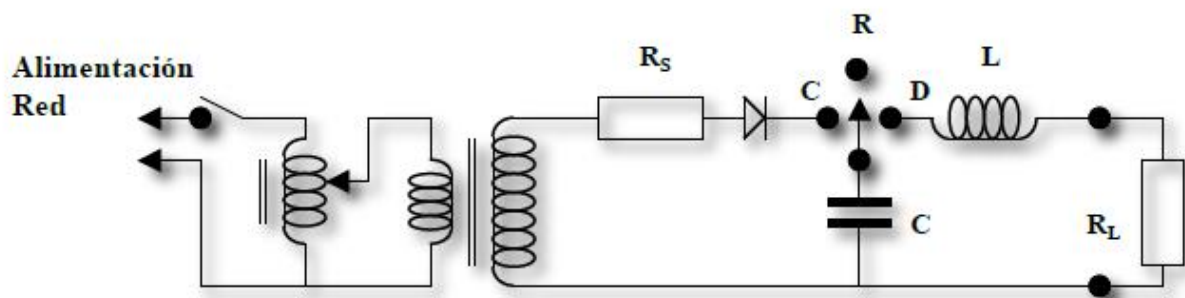


Figura 2.27 Desfibrilador de carga capacitiva. pardell.es. (2019)

Cálculos en circuitos RCL

En serie: Un circuito en serie RLC que contiene una resistencia de 12Ω , una reactancia inductiva X_L , de 50Ω , una reactancia capacitiva X_C de 31Ω , están conectados en serie a través de un voltaje V_S de $100V$, $50Hz$. Calcular la impedancia total del circuito, la corriente del circuito y los voltajes V_R , V_L , V_C , a través del circuito RCL. Figura 2.28

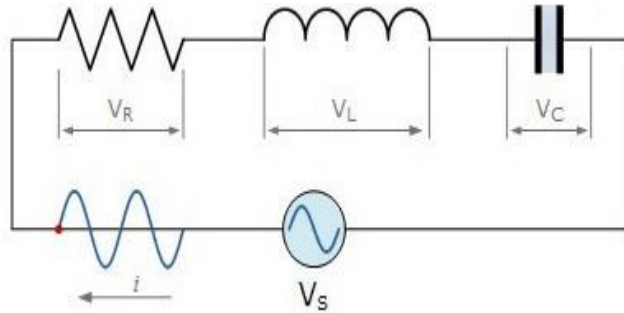


Figura 2.28 Representación de circuito. areatecnologia.com. (2019)

Calculo de la impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ sustituyendo}$$

$$Z = \sqrt{12^2 + (50 - 31)^2} \therefore Z = 22.47\Omega$$

Para calcular la corriente:

$$I = V_s / Z \text{ sustituyendo } I = 100V / 22.47\Omega \therefore I = 4.45A$$

Calculo de voltajes a través del circuito RLC serie, V_R , V_L , V_C :

$$V_R = IR \Rightarrow V_R = (4.45A)(12\Omega) = 53.4V$$

$$V_L = IX_L = (4.45A)(50\Omega) = 222.5V$$

$$V_C = IX_C = (4.45A)(31\Omega) = 137.95V$$

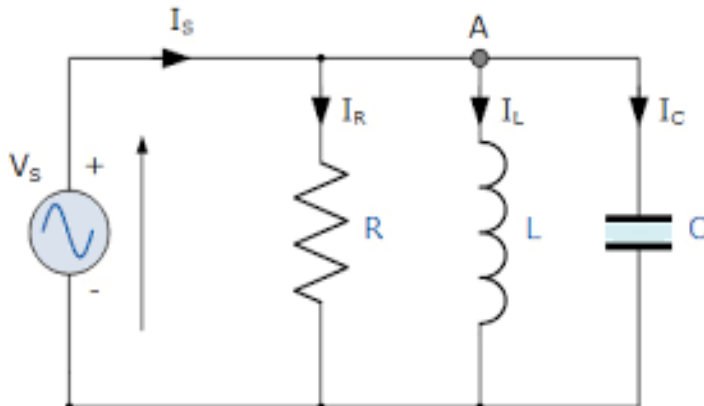


Figura 2.29. areatecnologia.com. (2019)

Un circuito en paralelo, figura 2.29, RLC que contiene una resistencia de $1k\Omega$, una reactancia inductiva X_L , de 53.5Ω , una reactancia capacitiva X_C de 17Ω , están conectados en paralelo a través de un voltaje de $240V$ y $50Hz$. Calcular la impedancia total del circuito, la corriente del circuito I_s , I_R , I_L , I_C , y el voltaje a través del circuito

RCL.

En paralelo se cumple $V_S = V_R = V_L = V_C$ y sabemos que $V_S = 240V$

Calculamos la corriente

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{240V}{1000\Omega} = 0.24A$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{240V}{53.5\Omega} = 4.48A$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{240V}{17\Omega} = 14.11A$$

La impedancia en paralelo es

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{1000}\right)^2 + \left(\frac{1}{53.5} - \frac{1}{17}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 \times 10^{-6} + 1.61 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{0.040} = 25\Omega$$

Y la corriente

$$I_S = \frac{V_S}{Z} = \frac{240V}{25\Omega} = 9.6 A$$



Resuelve los siguientes circuitos, colocando los datos dentro de un esquema.

Un circuito en serie RLC que contiene una resistencia de 10Ω , una reactancia inductiva X_L , de 54Ω , una reactancia capacitiva X_C de 28Ω , están conectados en serie a través de un voltaje V_S de $120V$, $50Hz$. Calcular la impedancia total del circuito, la corriente del circuito y los voltajes V_R , V_L , V_C , a través del circuito RCL

Un circuito en paralelo RLC que contiene una resistencia de $1.2k\Omega$, una reactancia inductiva X_L , de 46.6Ω , una reactancia capacitiva X_C de 15Ω , están conectados en paralelo a través de un voltaje de $220V$. Calcular la impedancia total del circuito, la corriente del circuito I_S , I_R , I_L , I_C , y el voltaje a través del circuito RCL

e) Potencial de acción

El helado de chocolate estímulo para el sistema nervioso

El sistema nervioso humano, nos permite interactuar con el medio ambiente, recibiendo almacenando y procesando los estímulos recibidos por los órganos de los sentidos. Por ejemplo, cuando vemos un helado de chocolate, figura 2.30 (el



Figura 2.30. statics-cuidateplus.marca.com. (2019)

estímulo), los ojos envían señales al cerebro, y éste envía señales a los músculos de las manos para cogerlo y llevárselo a la boca (la respuesta), todo el comportamiento humano podría reducirse a cadenas, más o menos complicadas de estímulos y respuestas, realizadas por un conjunto de órganos que en total no pesan más de dos kilos pero que contienen varios miles de millones de elementos básicos, las neuronas que para comunicarse entre sí o con otras células, utilizan dos tipos de señales: las eléctricas y las químicas.

El sorprendente funcionamiento del Sistema Nervioso

La complejidad del Sistema Nervioso es mayúscula. Las neuronas que son partes de él, son células que transmiten información a base de conducir impulsos nerviosos, o señales nerviosas. Las neuronas están formadas por un cuerpo celular, o soma neuronal, del que salen abundantes ramificaciones, estas se llaman dendritas, son las que reciben la señal nerviosa procedente de otras neuronas y generan un impulso nervioso en forma de corriente eléctrica que va hacia el soma neuronal, se continúa al axón, hasta el punto de conexión con otra neurona y a esta conexión entre neuronas se le llama sinapsis, figura 2.31. Esas señales de la neurona se denominan potenciales de acción o impulsos eléctricos, los potenciales de acción se producen debido a que hay una diferencia de potencial entre el interior y el exterior de la célula.

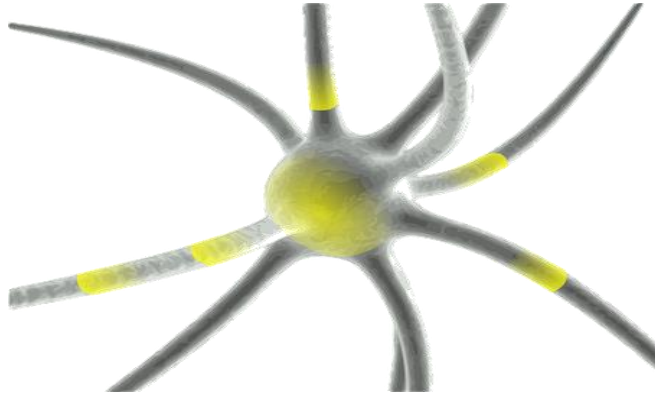


Figura 2.31 Representación de una neurona. publicdomainvectors.org. (2019)

Diferencia de potencial en células

Todas las células tienen una carga eléctrica negativa en su interior. Esta carga eléctrica se debe a la diferencia de concentración de sales entre el interior de la célula y el exterior de la misma, figura 2.32. En el caso de la célula, el potasio que hay en su interior tiende a salir de la célula (porque está más concentrado dentro que fuera, y tiende a moverse a donde la concentración es menor), pero como el potasio tiene carga eléctrica positiva esto deja el interior de la célula con un exceso de cargas negativas. Este movimiento de cargas produce un voltaje o diferencia de potencial (del orden de mili volts, mV).

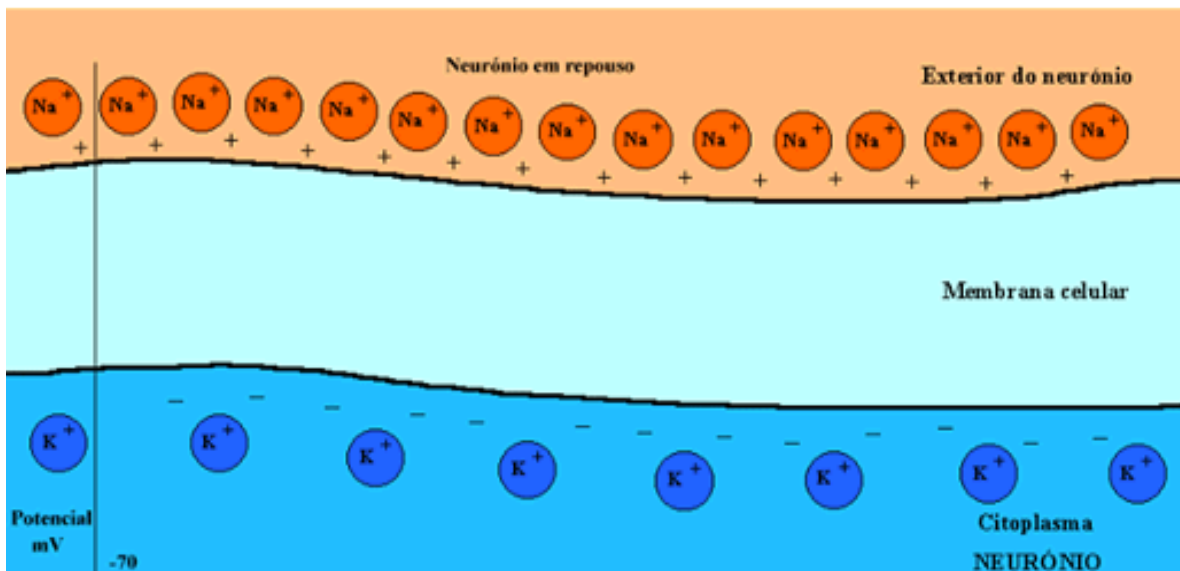


Figura 2.32. tareafisiologiafuentes.home.blog (2019)

Cuando a las dendritas de una neurona llega una señal procedente de otra neurona, se abren miles de canales iónicos en su membrana celular. Esos canales son proteínas que atraviesan la membrana y forman una especie de poros por los que puede pasar un tipo concreto de ion; como el potasio y sodio. Si el cambio de potencial eléctrico inducido por la entrada de iones aumenta lo suficiente, se genera un impulso eléctrico, llamado potencial de acción, figura 2.33.

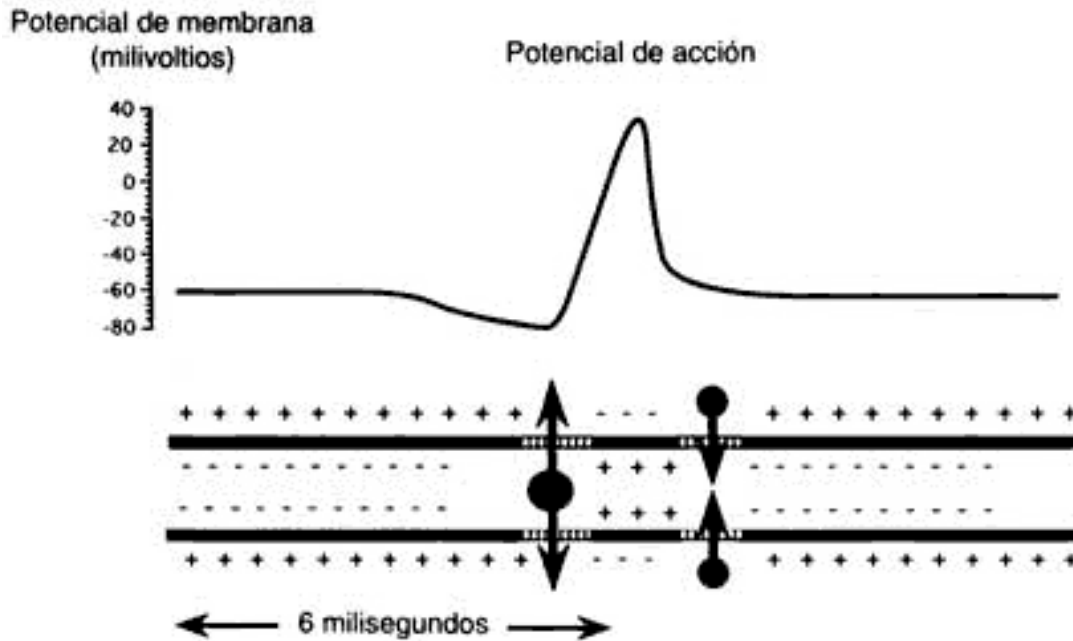


Figura 2.33. bibliotecadigital.ilce.edu.mx (2019)

Potencial de Acción

El potencial de acción es como un cortocircuito de la membrana. Si en una pila conectamos el polo positivo con el negativo, un tiempo suficiente para que la pila se descargue, la diferencia de potencial entre los polos desaparece. En la membrana de las células excitables sucede algo parecido, durante el potencial de acción se abren canales en la membrana que permiten el paso de corriente, de manera que entran cargas positivas, y neutralizan la carga negativa en el interior, con lo que la diferencia de potencial que había en reposo desaparece. Esas cargas se propagan al siguiente segmento de la membrana, y de este al siguiente, por lo que el cortocircuito, es decir, el potencial de acción, se propaga con mucha rapidez a lo largo de la fibra nerviosa. En un tiempo muy corto (una milésima de segundo) los canales se cierran, la carga negativa reaparece, y la fibra queda en situación de enviar otra señal.

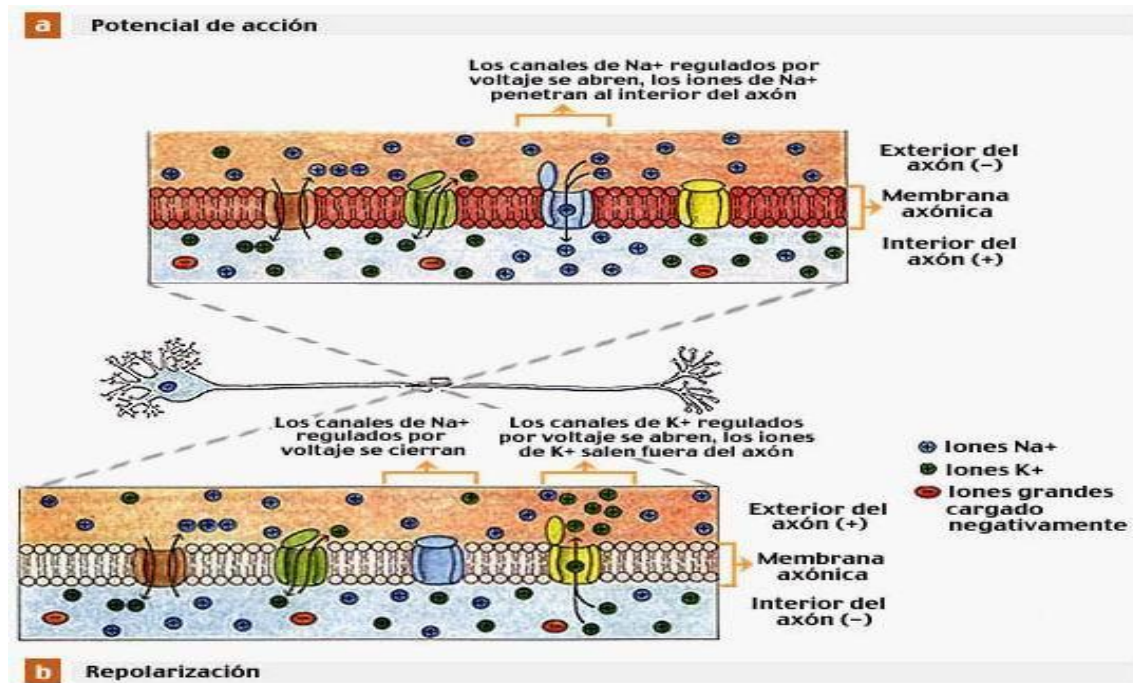


Figura 2.34. monografias.com. (2019)

Las diferentes células del sistema nervioso de los seres humanos se comunican por medio de señales químicas y eléctricas; estas últimas se llaman comúnmente *pulsos eléctricos* o *impulsos nerviosos*.



Observa el video que trata sobre los pulsos eléctricos del sistema nervioso central y periférico: <https://youtu.be/L5T81uMvr44>

¿Cómo se comunican las células nerviosas (neuronas) en términos del voltaje y la corriente? _____

¿Cómo y dónde se genera la diferencia de energía eléctrica y las corrientes eléctricas? _____

¿Qué valores tienen el voltaje y la corriente que se producen en las células nerviosas? _____

Investiga qué es lo que hace la esclerosis múltiple al sistema nervioso, en función del voltaje (potencial de acción).

Electrolitos en nuestro organismo

Las neuronas y las células musculares están incluidas en un tipo de células denominadas excitables, es decir, células que al ser estimuladas generan una respuesta de naturaleza eléctrica. Para poder realizar dicha respuesta la membrana de la neurona dispone de canales iónicos que van a fluir. Cuando se mide eléctricamente el potencial de membrana neuronal en reposo se obtiene un valor de -70 mV. Que coincide con los valores que necesitan muchos iones para estar en equilibrio.

Los electrolitos son minerales con carga eléctrica que están presentes en nuestra sangre y cuando hacemos ejercicio perdemos cierta cantidad de ellos, los cuales debemos reponer. Estos electrolitos también juegan un papel esencial en regular el corazón y la función muscular, manteniendo el pH y participando en otras reacciones bioquímicas importantes.

Las bebidas electrolíticas, figura 2.35, contienen las sales que las células necesitan para producir los pulsos eléctricos para que el cuerpo funcione de manera adecuada ya que se encargan de regular el movimiento muscular, el óptimo desempeño del sistema nervioso, el pH de la sangre, así como de reconstruir los tejidos dañados y regular la presión sanguínea. Las principales sales son, el cloruro de sodio NaCl, el bicarbonato de sodio HCO_3Na , hay otras sales sin sodio que usan las personas que tienen la presión alta, como el cloruro de potasio KCl, entre otras que se disuelven en agua.

Las bebidas electrolíticas sirven para hidratarnos y reponer sales después de un esfuerzo deportivo o cuando por alguna enfermedad se produce diarrea o vómito.

Los sólidos disueltos que se ionizan son las sales, en nuestro organismo el órgano que procesa la cantidad de sales que ingerimos es el hígado el cual no se afecta si consumimos hasta 2000 ppm (partes por millón), estos iones se transmiten al cuerpo para diferentes funciones. Si sobrepasamos esos niveles entonces se pueden sedimentar en los riñones.

Dependiendo de la cantidad de sal disuelta, existen sustancias llamadas:

- **Isotónicas:** Sustancias que tienen la misma concentración de soluto tanto adentro como afuera de la célula manteniéndola estable.
- **Hipotónicas:** Las sustancias de este tipo hacen que las células pierdan agua.
- **Hipertónicas:** En estas sustancias en el interior de la célula hay una cantidad de sal mayor que de la que se encuentra en el medio circundante, por lo tanto, la concentración de agua es más alta fuera de la célula produciéndose ósmosis dentro de la célula.

Por ser disoluciones electrolíticas, poseen una propiedad eléctrica denominada conductividad que se mide en siemes/cm.

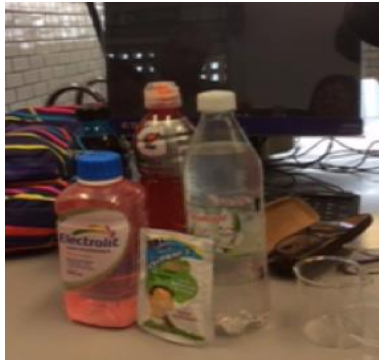


Figura 2.35



Conductividad Eléctrica

Material:

Bebidas de diferente tipo (suero, gatorade, agua mineral, etc.)

Aparato para medir la calidad del agua (Conductividad eléctrica)

Agua destilada

Vasos de precipitado

Se trata de determinar con un medidor de calidad del agua, la conductividad eléctrica de algunas soluciones salinas para establecer la concentración iónica en partes por millón.

El aparato, figura 2.36 se calibra primero en el aire, obteniéndose 0 ppm. Cabe hacer notar que el aparato puede dar dos medidas: partes por millón (ppm = mg/L) o bien en $\mu\text{siemes/cm}$ (medida de conductividad eléctrica)



Figura 2.36

Si la práctica se realiza con el equipo LESA, figura 2.37, la calibración estándar es: $1000 \mu\text{S/cm} = 500 \text{ mg/L}$ ó bien $2 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm}$



Figura 2.37


Se introduce el aparato medidor en agua destilada y en las otras bebidas midiendo tanto la concentración como la conductividad, figura 2.38. Cada vez que se va a medir otra sustancia se requiere enjuagar el aparato con agua destilada a fin de quitar los residuos de la sustancia anterior. Al agua mineral se debe sacar el gas antes de tomar la medida correspondiente.



Figura 2.38

Registra los datos en la siguiente tabla:

Sustancia	Conductividad en $\mu\text{siems/cm}$	concentración en ppm

 Contesta las siguientes preguntas

¿Por qué los electrolitos se consideran minerales con carga eléctrica? _____

¿Cuál es la función de estos electrolitos en el buen desempeño del cuerpo humano?

¿Por qué las bebidas hidratantes tienen minerales? _____

¿Qué alimentos tienen este tipo de minerales? _____

Si hicieras un jugo de frutas, ¿qué fruta te convendría utilizar como bebida electrolítica? _____

¿Qué sucede si hay demasiadas sales disueltas en la bebida? _____

Indica cuáles son las conclusiones a las que llegaste con esta práctica. _____

f) Seguridad eléctrica. La importancia de la conexión a tierra física

Según el artículo 100 del NEC (National Electrical Code), tierra física es “una conexión conductora entre un circuito eléctrico o equipo y la Tierra”, la figura 2.39 muestra un tomacorriente con este tipo de conexión. La razón del uso de una conexión a una tierra física, es la protección contra una descarga eléctrica. Al hablar con respecto a la conexión a tierra física, en realidad se está hablando de dos temas: conexión a “tierra física” de un circuito que por lo general va conectado al neutro y

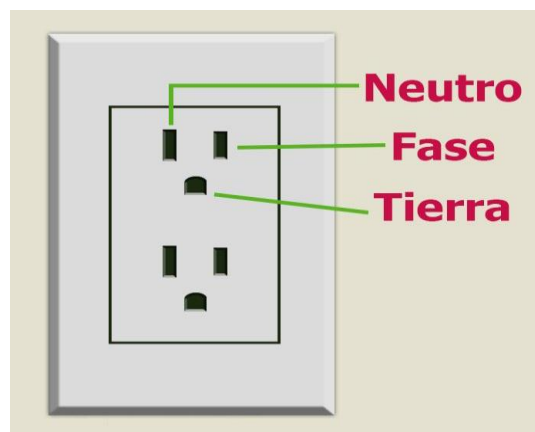


Figura 2.39.4.bp.blogspot.com. (2018)

conexión a “tierra física del equipo”. La conexión a “tierra física” es una conexión intencional desde un conductor del circuito, a un electrodo de tierra física colocado en la Tierra, figura 2.40.

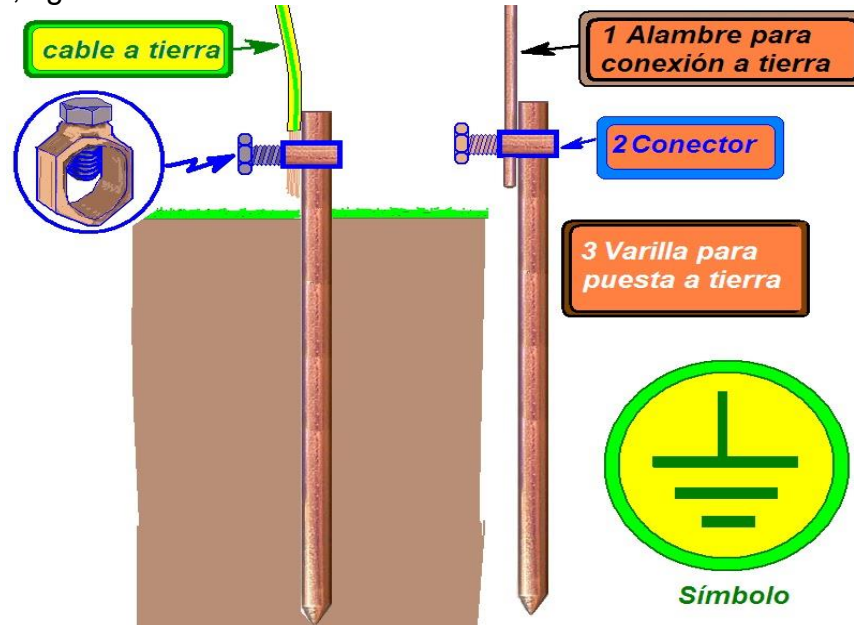


Figura 2.40. soluciones-led.com. (2017)

Idealmente, una conexión a tierra física debe tener una resistencia de cero ohms, se recomienda un valor de resistencia de conexión a tierra física de 5,0 ohms o menos. La impedancia de aparatos a conexión a tierra física debe ser de menos de 25 ohms.

Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo

El recorrido de la corriente a través del cuerpo produce diferentes efectos dependiendo por donde pase la corriente. Los efectos de la electricidad son menos graves cuando la corriente no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales ni cerca de ellos, figura 2.41. En la mayoría de los accidentes eléctricos la corriente circula desde las manos a los pies ya que tiende a irse a tierra física.

Debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón, los resultados de dichos accidentes son normalmente graves. Los dobles contactos mano derecha pie izquierdo (o inversamente), son particularmente peligrosos. Si el trayecto de la corriente se sitúa entre dos puntos de un mismo miembro, las consecuencias del accidente eléctrico serán menores.

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc.

Efectos de la Corriente en el Cuerpo

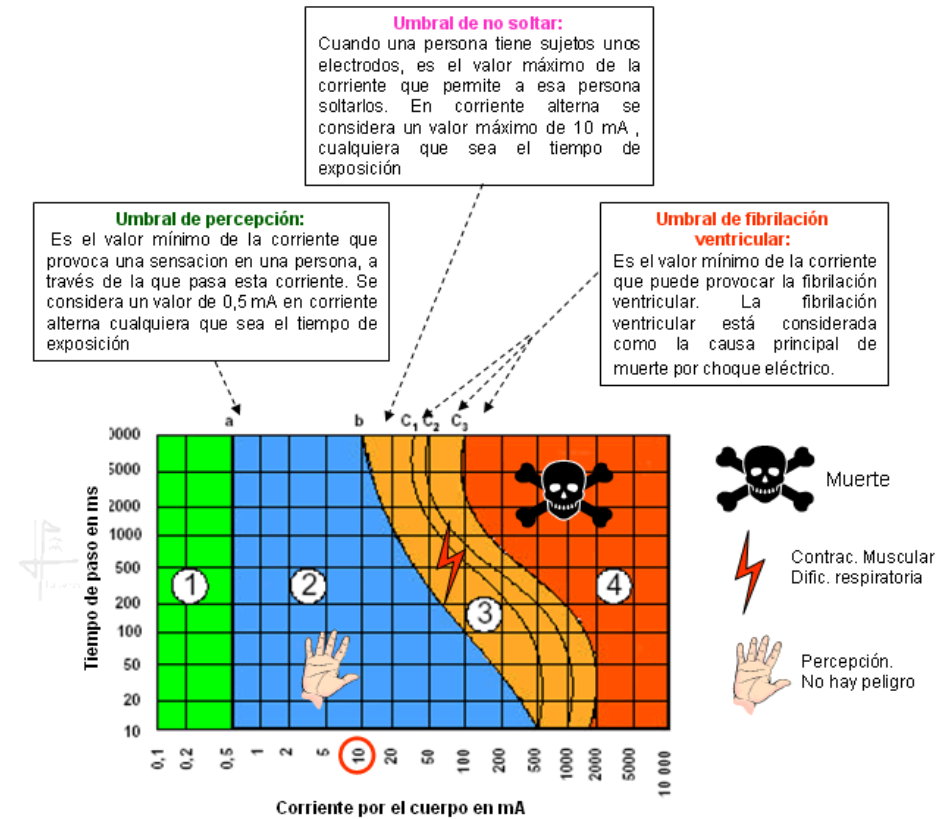


Figura 2.4. ie2mmo.files.wordpress.com. (2017)

En caso de accidente eléctrico

En primer lugar, habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la corriente si es posible. En caso de que ello no sea posible se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.) ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica. Ya que este liberada deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole la respiración artificial y el masaje cardíaco. Si está ardiendo, utilizar mantas o hacerle rodar lentamente por el suelo.

Se sugiere complementar la tierra con un pararrayos conectado directamente a la tierra. Si no existiera la tierra física y cae un rayo en una instalación eléctrica toda la corriente recaería sobre los equipos eléctricos y se quemarían fácilmente. De igual manera si una casa no tiene tierra física, con el tiempo los aparatos eléctricos se van fundiendo poco a poco debido a estar recibiendo pequeñas pero constantes cargas eléctricas, al igual que podrían dar descargas eléctricas a las personas cuando los toquen, y estas pueden llegar a ser muy peligrosas.

Es recomendable instalar equipos de protección eléctrica, existen diferentes dispositivos para brindar protección eléctrica a los equipos que se conectan a la

línea de alimentación (o corriente). Puede ser un Regulador de Voltaje, un supresor de picos de voltaje, un No Break cuya función es evitar que una interrupción de voltaje en la carga apague las funciones de los equipos, la tierra física de la que ya se habló y plantas de emergencia, figura 2.42.

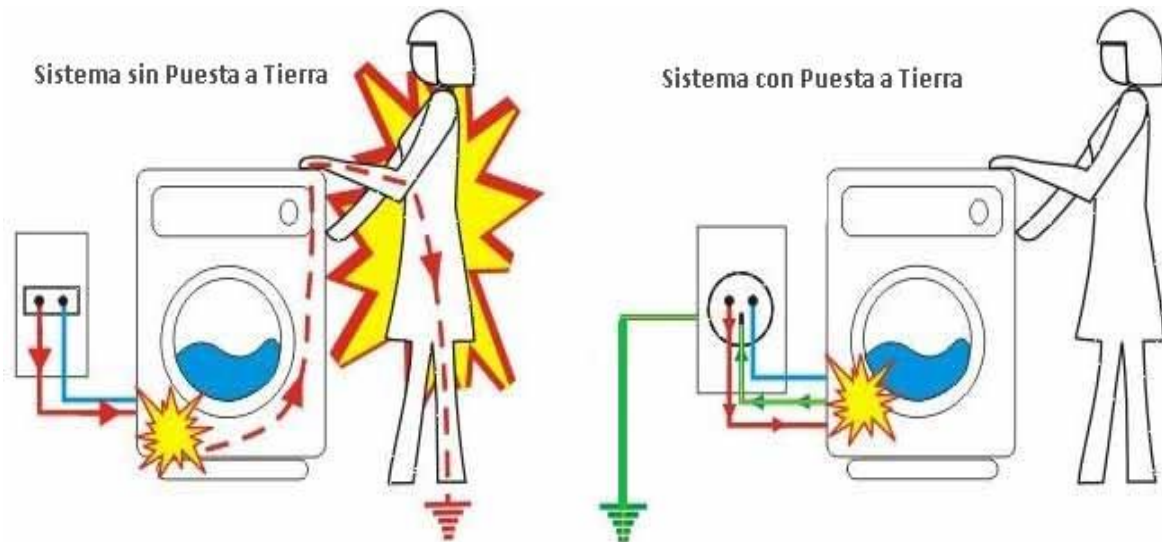


Figura 2.42. examtimeassets.s3.amazonaws.com. (2017)



Identifica en tu casa las conexiones a tierra de tus aparatos, si es posible el de tu casa (barra dentro de la tierra), toma fotografías y realiza un mapa conceptual sobre seguridad eléctrica y la importancia de la conexión a tierra física con ilustraciones.

2.3 Instrumentación biomédica

Se denomina instrumento a cualquier dispositivo empleado para medir, registrar y/o controlar el valor de una magnitud que se desea observar. La Instrumentación Biomédica trata sobre los instrumentos empleados para obtener información de las señales producidas por los seres vivos, y también aquellos destinados bien a ofrecer una ayuda funcional o bien a la sustitución de funciones fisiológicas. Existen equipos o instrumentos para diagnóstico, monitorización, terapia, electrocirugía y rehabilitación.

En apartados anteriores se observó el Esfigmomanómetro utilizado para medir la presión de tu cuerpo, también se observó en circuitos RCL, el desfibrilador, por lo que describiremos más a continuación.

Electrocardiógrafo

El electrocardiógrafo es un instrumento médico electrónico que capta y amplía los impulsos eléctricos del corazón. Para ello se conectan electrodos en las extremidades superiores e inferiores y en seis posiciones precordiales. Como resultado se obtiene el electrocardiograma (ECG).

Un electrocardiograma (ECG) es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón. Se obtiene a través de electrodos colocados en la piel del paciente que permiten registrar las contracciones cardiacas producidas por los cambios en el potencial eléctrico de las células que componen el músculo cardiaco.

En el ECG de una persona sana, se observan diferentes ondas que se designan por las letras P, Q, R, S y T y que forman un patrón característico, figura 2.43.

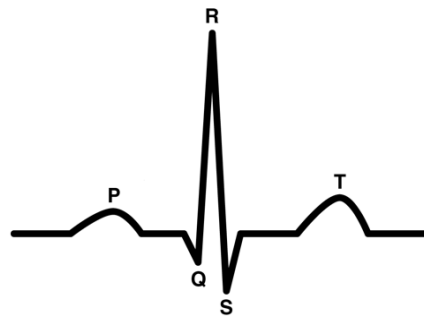


Figura 2.43. youbioit.com. (2019)

Las anomalías en la forma de estas ondas, son utilizadas por los médicos para identificar problemas cardiacos.

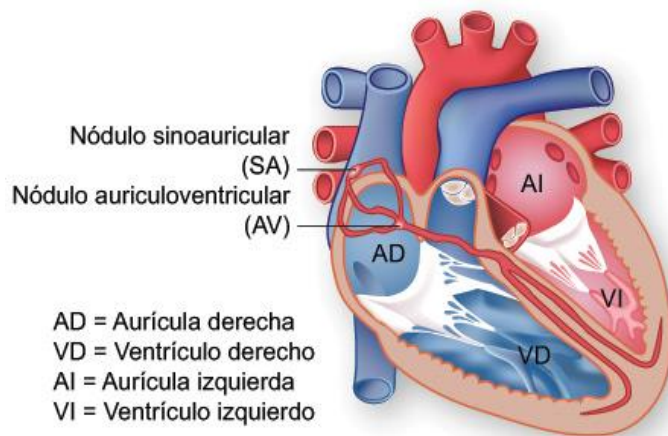


Figura 2.44. texasheatr.org. (2018)

En el corazón existen cuatro cavidades, figura 2.44.

Las superiores se denominan aurículas (derecha e izquierda) y las inferiores se conocen como ventrículos (derecho e izquierdo). El flujo de la sangre a través de estas cavidades es controlado por medio de cuatro válvulas y se produce debido a los impulsos eléctricos generados por las

contracciones del músculo cardiaco, en un proceso que se inicia en el nódulo sinoauricular (SA)

La sangre rica en oxígeno (roja) penetra en el corazón desde los pulmones y sale hacia el cuerpo y la sangre pobre en oxígeno penetra en el corazón desde el cuerpo y sale hacia los pulmones para oxigenarla.

En el ECG se observa una diferencia de potencial de cero a través del corazón, figura 2.45 a).

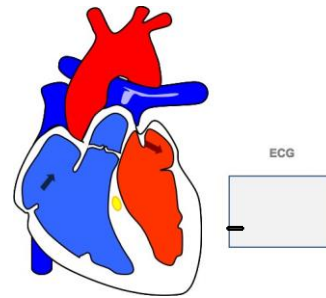
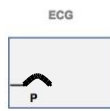
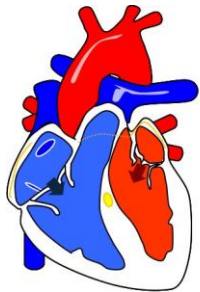


Figura 2.45 a



Los impulsos eléctricos generados por el músculo cardiaco estimulan la contracción del corazón.

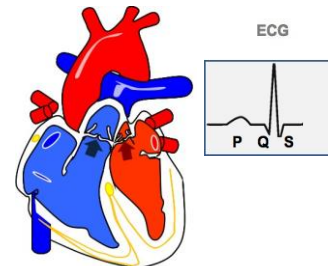
En el ECG se produce la onda P como resultado de la contracción de las aurículas, figura 2.45 b)

Figura 2.45 b)

La actividad eléctrica se propaga provocando que los ventrículos se contraigan y que la sangre oxigenada vaya hacia el cuerpo y la desoxigenada a los pulmones.

En el ECG el intervalo PQ corresponde al retardo que existe para permitir que los ventrículos se llenen y la contracción de los ventrículos produce el complejo QRS.

Figura 2.45 c)



Finalmente, la onda T se produce por la relajación de los ventrículos.

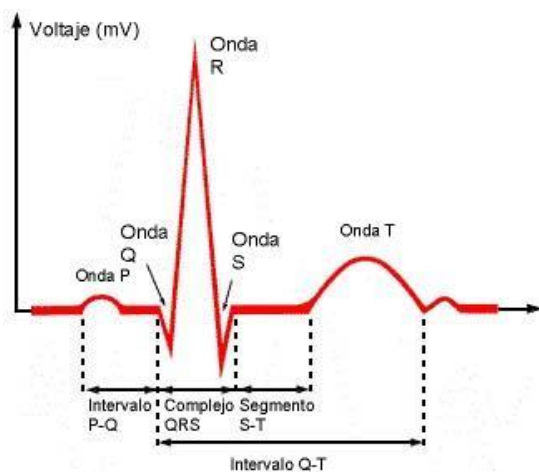


Figura 2.46. wattpad.com (2019)

El ECG se registra sobre una banda de papel milimétrico que se desplaza horizontalmente con una velocidad de 25mm/seg.

El período es el tiempo entre dos ondas similares y adyacentes (intervalo R-R, P-P o T-T). En una persona sana el período puede variar hasta en un 10% entre latidos, figura 2.46.

Encefalógrafo

Un electroencefalograma (EEG) es un estudio que detecta la actividad eléctrica del cerebro mediante electrodos fijados sobre el cuero cabelludo, figura 2.47. Las células del cerebro se comunican a través de impulsos eléctricos como lo vimos anteriormente. Esta actividad se manifiesta como líneas onduladas en un registro electroencefalográfico.



Figura 2.47. clinicatajy.co. (2018)

Marcapasos

Un marcapasos, figura 2.48, es un dispositivo pequeño que corrige el ritmo cardíaco, se usa para corregir:

- Un daño en el nódulo sinusal que hace que se impulse lentamente, y por lo general es causado por el envejecimiento o las enfermedades cardíacas.
- Un problema con las señales eléctricas que se desplazan por el corazón.
- Un ritmo cardíaco irregular o lento a causa de una insuficiencia cardíaca o de los medicamentos que debe tomar para el corazón (como betabloqueadores)

Una persona que presente cualquiera de estos problemas pueden padecer síntomas como mareos, aturdimiento, falta de aliento, cansancio o desmayos.

El aparato detecta si el corazón recibe el estímulo propio y, en caso contrario, es capaz de crearlo y mantener así una frecuencia cardíaca adecuada. Se coloca habitualmente por debajo de la clavícula, a nivel subcutáneo, mediante una cirugía que no suele requerir anestesia

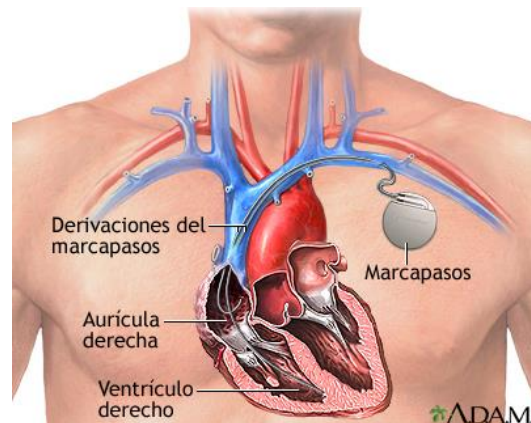


Figura 2.48. medlineplus.gov. (2019)

general, y los cables se hacen pasar a través de una vena hasta las cavidades del corazón.



A continuación, te proporcionamos la dirección electrónica de varios sitios para que lo revises. Identifica que variables físicas intervienen y el principio de su funcionamiento. Completa la tabla que esta al final.

Desfibrilador

<http://www.revespcardiol.org/es/content/articulo/13064194/>

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932006000300019

<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/3810>

https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap48.pdf

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZH4WAsj5mq4C&oi=fnd&pg=PA27&dq=cantidades+usadas+con+desfibrilador+cardiaco&ots=T00Vgs0AMn&sig=EPaZ>

[uClZpnKDIGm2Z4c3Nh1mu3g#v=onepage&q&f=false](http://www.fac.org.ar/edicion/guias_rcp/Cap8.pdf)

http://www.fac.org.ar/edicion/guias_rcp/Cap8.pdf

Electrocardiógrafo

<http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2001/gm015i.pdf>

<http://www.bvs.sld.cu/revistas/bfm2/Volumenes%20anteriores.pdf/Vol4/no3/icidad043>

[03.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/bfm2/Volumenes%20anteriores.pdf/Vol4/no3/icidad043)

Electrocardiograma

<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20>

[Emergencias/ecg.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20)

[http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-](http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-b-%C3%ADsicos.pdf)

[b-%C3%ADsicos.pdf](http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-b-%C3%ADsicos.pdf)

<http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2016/un166g.pdf>

<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20>

[Emergencias/ecg.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20)

Encefalógrafo

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762005000200004

https://www.researchgate.net/profile/Jose_Esqueda_Elizondo/publication/3045811

[70 Analisis de Senales Electroencefalografias de Hombres y Mujeres ante E](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Esqueda_Elizondo/publication/3045811)

[stimulos Auditivos/links/57ffc89408aec3e477eac589/Analisis-de-Senales-](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Esqueda_Elizondo/publication/3045811)

[Electroencefalografias-de-Hombres-y-Mujeres-ante-Estimulos-Auditivos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Esqueda_Elizondo/publication/3045811)

Encefalogramas

<http://neurofisiologiagranada.com/eeg/eeg-activpatologica.htm>

<http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v32s3/original6.pdf>

[http://psicologiaendosmares.blogspot.com/2016/01/bases-biologicas-de-la-](http://psicologiaendosmares.blogspot.com/2016/01/bases-biologicas-de-la)

[conducta-y-el.html](http://psicologiaendosmares.blogspot.com/2016/01/bases-biologicas-de-la)

Esignomanómetros

<https://www.adctoday.com/sites/default/files/literature/9360N-00%20rev%208%20SP%20WEB.pdf>

PET

<https://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/pet.pdf>

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402002000200010

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/quienes/220>

TAC

<https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=bodyct>

Completa la tabla

Instrumento	Variables físicas	Principio de funcionamiento
Desfibrilador		
Esignomanómetro		
Electrocardiógrafo		
Electroencefalógrafo		
PET		
TAC		
Microscopio		

Ejercicios propuestos

I. El “canto de las ballenas” consiste en una colección de sonidos que emiten estos animales para comunicarse. Esta especie y otros cetáceos son mucho más dependientes del sonido que los mamíferos terrestres, porque la comunicación auditiva es más eficaz que el olfato o la vista dentro del agua por razones físicas. En un medio gaseoso, como el aire, la energía de las vibraciones se disipa rápidamente a causa de su elasticidad, y en consecuencia el sonido se atenúa rápidamente con la distancia. En los materiales que son más densos, el sonido se propaga a una velocidad mayor.

Los cetáceos tienen un sentido del oído muy elaborado que, incluye la habilidad de detectar con mucha precisión la dirección de procedencia de los sonidos. Esto lo aprovechan sobre todo los delfines, para averiguar la distancia y forma de los objetos circundantes. La forma abultada de la cabeza de los delfines se debe a la existencia de un mecanismo de amplificación del sonido.

1. Se ha medido la velocidad del sonido en tres diferentes medios, encontrándose valores de: 5,148 el primero, 1,500 el segundo y 340 el tercero; todos reportados en m/s. Dichos medios, respectivamente son:

- A) Agua, aire, acero
- B) Acero, aire, agua
- C) Acero, agua, aire
- D) Agua, acero, aire

2. Los delfines localizan a sus presas debido al fenómeno de:

- A) Reflexión
- B) Difracción
- C) Refracción
- D) Interferencia

II. La relación entre volumen e intensidad es aproximadamente logarítmica, por lo que se define el **nivel de sonido** (β) en términos de su intensidad I como:

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Donde, β es el nivel de sonido, I_0 es la intensidad de un nivel de referencia elegido (usualmente se considera $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ que es la intensidad mínima audible o umbral de audición). El nivel de sonido se mide en **decibeles (dB)** y se toma la mínima intensidad de sonido como nivel de sonido cero.

$$10^{-12} \frac{W}{m^2} = 0 \text{ dB}$$

Un sonido con una intensidad 10 veces mayor a este umbral ($10^{-11} \frac{W}{m^2}$), tiene un nivel de 10 dB o 1 Bel.

3. La rapidez del sonido en sólidos está dada por: $v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$ donde Y (módulo de Young) es una constante que depende del material y ρ es la densidad del sólido. Calcula el

módulo de Young para el Hierro si su densidad es de $7874 \frac{kg}{m^3}$ y la velocidad del sonido en acero es orden de 6100 m/s.

4. Calcula las longitudes de onda correspondientes a los rangos máximo y mínimo de las frecuencias audibles en el aire. Considera que las frecuencias van de 20 a 20 000Hz.
5. ¿Qué sonidos se difractan más, los graves o los agudos? Explica
6. Las ondas sonoras, ¿pueden rodear una pared cuadrada de 18m por lado? Justifica tu respuesta
7. Una columna de 1m de diámetro en una sala de conciertos ¿para qué intervalos de frecuencias generará una “sombra acústica”?
8. La recepción de una onda sonora por el oído, produce una vibración de las partículas del aire, situadas delante del tímpano, la presión del aire se eleva sobre la presión atmosférica y después se hace inferior a ella, siguiendo un movimiento armónico simple. La presión máxima sobre la atmosférica, ¿a qué característica de la onda corresponde?
A) Módulo de elasticidad B) Rarefacción C) Longitud de onda D) Amplitud
9. Medidas efectuadas con las ondas sonoras indican que las máximas variaciones de presión en los sonidos más fuertes que puede tolerar el oído son del orden de 280 dinas/cm² (por encima y por debajo de la presión atmosférica, que es, aproximadamente, de 1000 000 dinas/cm²). Es importante medir la cantidad de energía que recibe el oído por unidad de superficie y para medirla se toma la *cantidad media de energía transportada por la onda, por unidad de superficie y por unidad de tiempo* se le conoce como:
A) Longitud de onda B) Periodo C) Intensidad D) Amplitud
10. Si se toman valores muy grandes de I (superiores a 1 W/m^2), se entra al llamado umbral de sensación desagradable, la audición se convierte en una sensación incómoda e incluso dolorosa. Este valor equivale también a:
A) 1 kg/s^2 B) $9.81 \text{ J}\cdot\text{m/s}$ C) 120 dB D) $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^3/\text{s}^2$
11. Hay algunas propiedades del sonido que son subjetivas, ya que dependen de la interpretación de la onda sonora por el cerebro. Uno de ellos es el tono. El término tono se refiere a una cualidad de la sensación sonora que permite clasificar una nota como alta o como baja. Igual de la sonoridad, es una magnitud subjetiva y no puede medirse con instrumentos. El tono está relacionado con la magnitud de la frecuencia, pero entre ambos no existe correspondencia biunívoca. Para un sonido puro de intensidad constante, el tono se eleva al aumentar la frecuencia, pero el tono de un sonido puro de frecuencia constante se hace más bajo cuando crece el nivel de intensidad. Cuando la longitud de onda de un sonido tiene un valor pequeño o grande dentro de espectro auditivo humano se les clasifica en tonos:
A) Bajo y mediano B) agudo y grave C) alto y agudo D) ruido y silencio

III. En las aplicaciones médicas básicas de ecografía Doppler clínica, la fuente y el observador (receptor) son un cristal transmisor y un cristal receptor, que suelen estar dispuestos en contigüidad, situados en un transductor portátil como se muestra en la siguiente figura. Al aplicar una señal eléctrica cíclica continua al cristal transmisor, se genera un haz correspondiente de ultrasonidos de onda continua. Cuando los ultrasonidos se dispersan o se reflejan en una estructura en movimiento situada dentro del cuerpo, sufren un desplazamiento Doppler de su frecuencia y vuelven al cristal receptor (detector). Una vez que los ultrasonidos reflejados se reciben, el instrumento Doppler separa las señales de las estructuras estáticas y móviles utilizando la diferencia en sus frecuencias.

El movimiento del reflector hacia el transductor produce un incremento de la frecuencia ultrasónica reflejada, mientras que el movimiento en dirección contraria causa una reducción. La electrónica del sistema distingue si los ultrasonidos detectados tienen una frecuencia mayor o menor que los transmitidos y, por tanto, extrae la información sobre la dirección del movimiento respecto al transductor.

Cuando la línea de movimiento del reflector forma un ángulo θ con el haz del transductor, el desplazamiento Doppler (f_D) viene determinado por la ecuación:

$$f_D = f_o - f_r = f_o \frac{2u}{c} \cos \theta$$

Donde, f_o es la frecuencia transmitida, f_r es la frecuencia recibida, c es la velocidad de los ultrasonidos y $u \times \cos \theta$ es el componente de la velocidad del medio reflectante a lo largo de la dirección del haz ultrasónico.

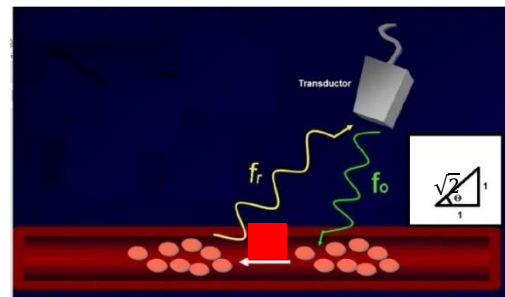
Cuando una persona adulta acude al médico a realizarse una ecografía clínica en su pierna izquierda se muestran los siguientes valores:

Frecuencia transmitida, $f_o = 5 \text{ MHz}$

Velocidad del sonido en los tejidos blandos, $c = 1,540 \text{ m/s}$

Velocidad del movimiento de la sangre, $u = 30 \text{ cm/s}$

Ángulo entre el haz ultrasónico y la dirección del flujo se muestra en la figura.



12. El ángulo θ entre el haz ultrasónico y la dirección del flujo de la sangre en la pierna izquierda del paciente equivale a:

- A) 15°
- B) 30°
- C) 45°
- D) 60°

13. El desplazamiento mostrado en la ecografía clínica Doppler es igual a:

- A) 137.75 Hz
- B) 1,377.48 Hz
- C) 13,774.81 Hz
- D) 137,748.07 Hz

14. La frecuencia recibida (f_r) por el transductor corresponde a:

- A) 137,748.07 Hz
- B) 4,998,622.52 Hz
- C) 5,000,000.00 Hz
- D) 5,001,377.48 Hz

15. Con los datos iniciales, la ecuación $f_{\text{fuente}} = f_{\text{observador}} \left(\frac{v + v_{\text{observador}}}{v - v_{\text{fuente}}} \right)$ y suponiendo que el flujo de sangre se aleja del transductor, la velocidad del ultrasonido emitido es proporcional a:

- A) $-0.3 \frac{m}{s}$
- B) $0.3 \frac{m}{s}$
- C) $-2.78 \frac{m}{s}$
- D) $2.78 \frac{m}{s}$

IV. Las ondas acústicas se desplazan a $331 \frac{m}{s}$ en el aire, y usualmente se clasifican en tres categorías: ondas audibles, ondas infrasónicas (infrasonido) y ondas ultrasónicas (ultrasonido). El ultrasonido es percibido y emitido por algunos animales como ratones, delfines y murciélagos. En particular los murciélagos tienen vida nocturna y poseen un sistema de sonar biológico llamado eco-localización que les permite localizar sus presas y obstáculos en completa oscuridad. La frecuencia a la que emiten los sonidos es de 212 kHz.

16. Un murciélago que vuela a 5m/s emite un sonido a cierta distancia de un muro. El animal escucha el reflejo 5 segundos después de que lo emitió. Entonces a ¿qué distancia se encuentra del muro?

$$d = v_s t / 2 - v_M t$$

- A) 1652.5 m
- B) 815 m
- C) 1630 m
- D) 802.5 m

Solución

Si d es la distancia a la que se encuentra el murciélago, entonces se tiene que

$$d = \frac{v_s t}{2} - v_M t$$

Y como v_s es la velocidad del sonido en el aire, entonces

$$d = \frac{\left(331 \frac{m}{s}\right) (5 s)}{2} - \left(5 \frac{m}{s}\right) (5 s) = 827.5 m - 25 m = 802.5 m$$

17. Un murciélago emite un sonido a 212 kHz. Entonces la longitud de onda es

- A) 1.6 mm
- B) 16 mm
- C) 160 mm
- D) 0.16 mm

Solución

Como la frecuencia por la longitud de onda es la velocidad entonces

$$\lambda f = v$$

De donde

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{331 \frac{m}{s}}{212\,000 \text{ Hz}} = 1.6 \times 10^{-3} m = 1.6 \text{ mm}$$

18. Un murciélago vuela con una velocidad de $5 \frac{m}{s}$ acercándose a un muro y emite un sonido de 212 kHz. ¿Con qué frecuencia lo percibe después de que se ha reflejado en el muro?
- A) 208 797.6 Hz
B) 215 202.4 Hz
C) 2 120 000 Hz
D) 210 203. 7 Hz

Solución

Cuando el observador se mueve en relación con una fuente en reposo se cumple la relación

$$f_0 = f_s \left(\frac{v + v_0}{v} \right)$$

Donde v_0 es la velocidad del observador, en este caso del murciélago, la velocidad de la fuente (la presa) está en reposo $v_s = 0$, la frecuencia de la fuente es f_s , y v es la velocidad del sonido en el aire f_0 la frecuencia observada, entonces

$$f_0 = f_s \left(\frac{v + v_0}{v} \right)$$
$$f_0 = 212\,000 \text{ Hz} \left(\frac{331 \frac{m}{s} + 5 \frac{m}{s}}{331 \frac{m}{s}} \right) = 215202.4 \text{ Hz}$$

En general: $f_0 = f_s \left(\frac{v+v_0}{v-v_s} \right)$

19. Una de las características del ultrasonido consiste en:

- A) Ser una onda transversal
B) Ser una onda electromagnética
C) Requerir un medio para propagarse
D) Poder propagarse a distintas velocidades en un mismo medio

20. ¿Qué viaja en el aire con mayor rapidez el barrido subsónico de un elefante, la voz humana o el ultrasonido emitido por un murciélago? Justifica tu respuesta

Ecografía

En el hospital “Ignacio Zaragoza”, hay un ecógrafo que funciona con ultrasonidos cuya frecuencia es 10 MHz, y se emplea para observar el flujo sanguíneo a través de un capilar. Suponiendo que un médico coloca el dispositivo, de manera que el flujo de sangre forme un ángulo de 40° con la dirección del haz de ultrasonido. (La velocidad del ultrasonido en tejido biológico es: 1540 m/s).

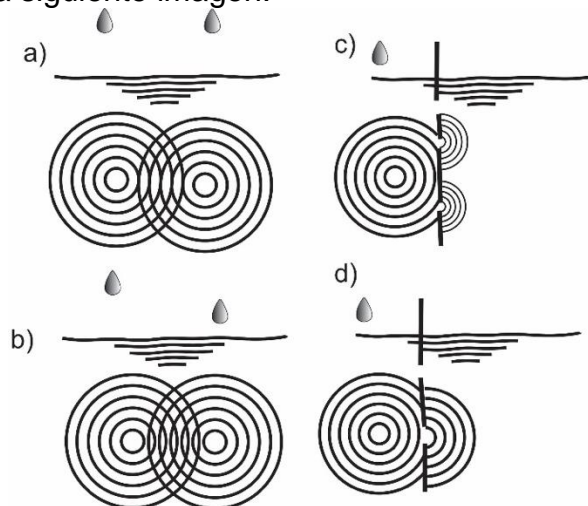
21. ¿Qué diferencia de frecuencia, tiene que ser capaz de apreciar el dispositivo, si los glóbulos rojos de ese capilar se mueven 10 mm cada segundo?

22. ¿Qué pasa ocurre con la frecuencia, si el flujo sanguíneo se aleja del ecógrafo?
Explica
23. ¿Qué pasa ocurre con la frecuencia, si el flujo sanguíneo se acerca al ecógrafo?
Explica
24. Determina la longitud de onda del ultrasonido dentro del tejido biológico.

En la Escuela Nacional Preparatoria 2 se realizaron exámenes de la vista, y en una charla entre estudiantes, Sonia le contó a Juan que ella ve claramente los objetos cuando se encuentran cerca pero no distingue bien los objetos lejanos, al escuchar esto Raúl les comentó que a él le pasa lo contrario, es decir, que él aprecia bien los objetos lejanos, pero no los cercanos. A ambos alumnos le dio curiosidad saber si alguien más veía de diferente manera a la de ellos dos, y preguntaron a los demás, si había alguien que tuviera una visión diferente. La respuesta fue positiva, Irene les dijo que ella veía bien de lejos y de cerca, pero tenía problemas al distinguir líneas o filas y columnas, ya que algunas las veía borrosas. Lo que todos notaron es que para estos problemas les diagnosticaron el uso de lentes.

25. ¿Qué deformación tiene el ojo de Raúl?
A) Hipermetropía B) Miopía C) Astigmatismo D) Presbicia
- ¿Qué deformación tiene el ojo de Sonia?
A) Presbicia B) Astigmatismo C) Miopía D) Hipermetropía
26. ¿Qué deformación tiene el ojo de Irene?
A) Miopía B) Astigmatismo C) Presbicia D) Hipermetropía
27. ¿Con qué tipo de lente se corrige la condición de Irene?
A) Negativa B) Biconvexa C) Convergente D) Lente cilíndrica
28. ¿Con que tipo de lente se corrige la condición de Raúl?
A) Lente Biconvexa B) Convergente C) Lente cilíndrica D) Divergente

Las ondas presentan diversos fenómenos que son estudiados por la Óptica Física, entre ellos podemos encontrar la interferencia de ondas. La interferencia es la superposición de ondas que se encuentran en un punto del espacio. Esta superposición puede ser constructiva o destructiva. La primera (la constructiva) la podemos representar, en un instante dado con la siguiente imagen:



29. La condición básica para que se presente una interferencia constructiva es que las ondas a sumar sean homogéneas, esto es, se debe de cumplir que ambas tengan la misma.

- A) Amplitud, frecuencia y periodo B) Amplitud, fase y frecuencia
 C) Periodo, frecuencia y fase D) Longitud, amplitud y periodo

Si las ecuaciones de desplazamiento de una onda la definimos como:

$$y(x, t) = A \sin \omega (t - x/v)$$

Donde: A= amplitud de onda (m)

ω =velocidad angular (rad/s)

v= rapidez de onda (m/s)

x= distancia recorrida por la onda (m)

30. Si esta onda es resultado de una interferencia totalmente constructiva, tendremos que cumple con una característica común entre las ondas originales y la interferencia que la generaron:

- A) Su velocidad angular es del doble de las originales
 B) Su desplazamiento es el doble de los originales
 C) La amplitud de las ondas originales tiene un valor doble.
 D) Su fase original es múltiplo de 2π

Espejos planos

Mariana es bailarina de ballet y quiere poner una escuela de danza; necesita saber:

31. ¿Cuál es la altura mínima que deben tener los espejos de la sala de danza para que los asistentes puedan verse de cuerpo completo?

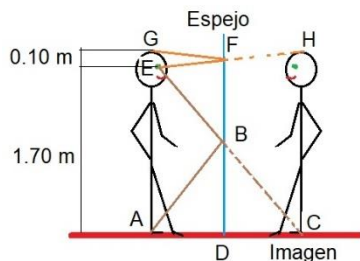
32. ¿A qué distancia sobre el piso deben estar los espejos?

33. ¿Importa la distancia que hay entre los bailarines y el espejo? Explica.

Para que los bailarines puedan ver su cuerpo completo, los rayos que provienen de su cabeza (G) y de la punta de sus pies (A), deben reflejarse en el espejo y llegar a sus ojos. Además, hay que tomar en cuenta que la imagen está a la misma distancia detrás de un espejo plano como lo está el objeto enfrente de él.

Solución

Para resolver el problema, Mariana consideró que los bailarines más altos de ballet miden alrededor de 180 m de estatura y que la distancia entre sus ojos y la parte más alta de su cabeza es 10 cm. Haciendo uso de la geometría, dibujó un rayo que sale del punto G (parte superior de la cabeza) y un rayo que sale del punto A (los dedos de sus pies) y analizó los triángulos formados (figura).



- a. Primero, consideró el rayo que sale de los pies de la persona en A, se refleja en B y entra al ojo en E, por lo que el espejo no necesita extenderse más abajo de B, debido que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia, la altura BD es la mitad de la altura AE. Dado que AE 1.70 m, entonces BD es 0.85 m. De igual

modo, si la persona debe ver la parte superior de su cabeza, el borde superior del espejo sólo necesita alcanzar el punto F, que está 5 cm abajo de la parte superior de su cabeza (la mitad de GE 10 cm). Por lo tanto, DF 1.75 m y el espejo necesita tener una altura vertical de sólo 0.90 m.

b. El borde inferior del espejo debe estar a lo más a 0.85 m sobre el suelo.

Espejos esféricos

34. Un juguete de 5 cm de altura, se coloca a 20.0 cm de un espejo cóncavo con 30 cm de radio de curvatura. Determine a) la posición de la imagen y b) su tamaño.

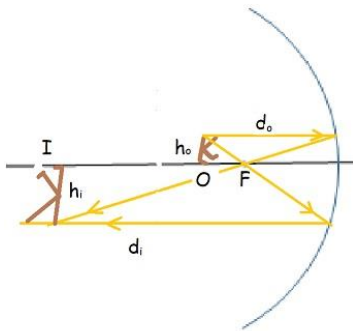
Para resolver se tiene que tener en cuenta los signos de cada una de las distancias: La distancia del vértice al objeto, se considera positiva.

Si la imagen es real, la distancia se considera positiva. Si es virtual, se toma como negativa.

Si la imagen está invertida, entonces la altura es negativa. Si es derecha, es positiva.

Solución

Método gráfico



Método analítico

a) Se tiene que encontrar la posición de la imagen, que en la ecuación se representa con d_i . Se despeja la variable desconocida de la ecuación de lentes delgadas:

$$1/d_i = 1/f - 1/d_o$$

Sustituyendo los valores: $f = 15$ cm, $d_o = 20$ cm, se obtiene:

$d_i = 60$ cm, el resultado está de acuerdo con el método gráfico, debido a que la imagen se encuentra después del centro de la lente y es positiva por ser una imagen real.

b) Para determinar el tamaño, se utiliza la ecuación de la ampliación y se despeja h_i :

$$A = h_i/h_o = - d_i/d_o$$

$\Rightarrow h_i = - \frac{d_i}{d_o} h_o$ se sustituyen los valores: $d_o = 20$ cm, $d_i = 60$ cm y $h_o = 5$ cm, se obtiene:

$h_i = -15$ cm el resultado concuerda cualitativamente con el método geométrico. La imagen es más grande e invertida.

Espejos cóncavos y convexos

35. Una moneda de 1.0 cm de alto se coloca a 10.0 cm de un espejo cóncavo cuyo radio de curvatura es de 30.0 cm. Determine la posición de la imagen y su ampliación.

36. Un espejo retrovisor externo en un automóvil es convexo, con un radio de curvatura de 16.0 cm. Determine la ubicación de la imagen y su amplificación para un objeto a 10.0 cm del espejo.

Refracción

37. Pancho López, es ayudante de espectáculos de música y luces, él es un muchacho observador e inquisitivo. Una noche observa que un rayo que viaja en el aire; debe atravesar una ventana con un ángulo de incidencia de 48° para producir el mejor efecto. La ventana tiene un material transparente y se observa que, cuando la luz atraviesa el material transparente se refracta formando un ángulo de 32° , significa que se pega a la normal. Pancho decide indagar:

- a) ¿Cuál es el índice de refracción del material?
b) ¿Cuál es la velocidad de la luz en el material?

(Considera que la rapidez de la luz en el aire es igual a su rapidez en el vacío, 3×10^8 m/s y el índice de refracción del aire es 1)

Solución

- a) Es un problema de aplicación directa de la ley de Snell: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$

Se conoce:

índice de refracción del primer medio (aire): $n_1 = 1$

ángulo de incidencia: $\alpha_1 = 48^\circ$

ángulo de refracción: $\alpha_2 = 32^\circ$

Se sustituyen los valores conocidos y se despeja n_2 .

$$1 \cdot \sin 48^\circ = n_2 \sin 32^\circ$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{\sin 48^\circ}{\sin 32^\circ}$$

$$\Rightarrow n_2 = 1.40$$

Índice de refracción del material transparente de la ventana.

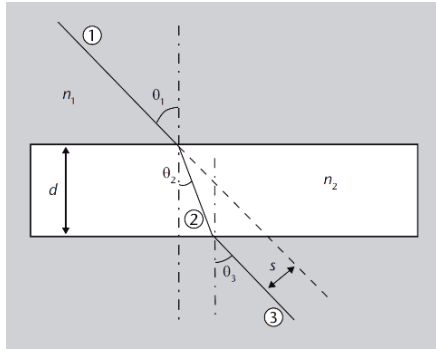
- b. El índice de refracción se define como: $n = \frac{c}{v}$

dónde, c es la rapidez de la luz en el vacío, en este ejercicio se considera que en el aire viaja con la misma rapidez, 3×10^8 m/s y v es la rapidez de la luz en el otro medio, en este caso, el medio transparente.

Para encontrar la velocidad de la luz en el medio transparente, se despeja v y se sustituye:

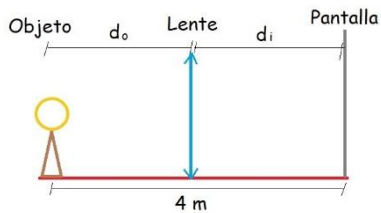
$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{1.40} = 2.14 \times 10^8 \frac{m}{s} = 214\,000 \frac{Km}{s}$$

38. Un rayo de luz incide con un ángulo θ_1 sobre una lámina plana de vidrio de espesor d . El rayo se refracta en la primera superficie, atraviesa el vidrio, se vuelve a refractar en la segunda superficie y sale de la lámina de vidrio. Demuestra que, tras atravesar la lámina, el rayo de luz tiene la misma dirección que tenía antes de atravesarla (es decir, sale con el mismo ángulo θ_1 que tenía antes de entrar), aunque desplazado, como se ve en la figura.



Lentes delgadas

39. Una lámpara y una pantalla están separadas 4,0 m. Se coloca una lente convergente entre las dos y la lente proyecta una imagen de la lámpara sobre la pantalla que es el doble de grande que la lámpara e invertida, tal como se muestra en la figura. ¿Cuál es la distancia focal de la lente? ¿Cuál es la potencia de la lente?



Es importante recordar la convención para los signos de las distancias involucradas:

La distancia al objeto d_o y la distancia a la imagen d_i , se consideran positivas si son reales y negativas cuando son virtuales.

La longitud focal es positiva para lentes convergentes y negativa para lentes divergentes.

Solución

En este problema, un dato conocido es el aumento A , es igual con -2 .

\therefore La imagen es el doble e invertida $\Rightarrow h_i = -2 h_o$.

La ecuación del aumento es:

$$A = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o} \text{ tomando en cuenta que } h_i \text{ es negativa:}$$

$$\text{Se obtiene } \frac{h_i}{h_o} = -2$$

$$\Rightarrow \frac{d_i}{d_o} = 2$$

$$\Rightarrow d_i = 2d_o$$

Por otra parte, la distancia del objeto a la imagen es igual a la distancia del objeto a la lente más la distancia de la lente a la imagen 4 metros (como el objeto y la imagen son reales, entonces las distancias son positivas):

$$d_o + d_i = 4 \text{ m}$$

$$\text{como } d_i = 2d_o$$

$$\Rightarrow do + 2do = 4$$

$$\Rightarrow do = \frac{4}{3} \text{ m}$$

$$\Rightarrow di = 8/3$$

• distancia del objeto a la lente: $do = 4/3$ m

• distancia de la lente a la imagen: $di = 8/3$ m

Con estos valores se puede utilizar la ecuación para lentes delgadas,

$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{f}$$

para encontrar f ; se sustituyen los valores:

$$\frac{1}{\frac{4}{3}} + \frac{1}{\frac{8}{3}} = \frac{1}{f}$$

$\Rightarrow f = 0.89$ m el signo es positivo, debido a que se trata de una lente convergente.

Para determinar la potencia, se toma el inverso de la distancia focal.

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.89 \text{ m}} = 1.12 \text{ D potencia positiva por ser una lente convergente.}$$

40. Azucena presume con sus compañeros de su excelente vista, ve con claridad objetos lejanos, sin embargo, le cuesta trabajo distinguir objetos cercanos. Al acudir con el oftalmólogo, le diagnosticaron hipermetropía, con un punto cercano de 100 cm. ¿De qué potencia son los lentes que usa para leer a una distancia de 25 cm? ¿Qué tipo de lentes debe usar Azucena para corregir su vista?

Solución

Cuando el objeto se coloca a 25 cm de la lente, la imagen debe estar a un punto equivalente a 100 cm de distancia en el mismo lado de la lente, es como si la luz proviniera del lado izquierdo de la lente (para que Azucena pueda enfocarla), por lo que la imagen es virtual, debido a esto se considera negativa di y positiva do . Usando la ecuación para lentes delgadas:

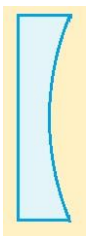
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{do} + \frac{1}{di} \quad \text{sustituyendo valores}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{25 \text{ cm}} + \frac{1}{-100 \text{ cm}} = \frac{3}{100 \text{ cm}} = \frac{1}{33 \text{ cm}}$$

$$\Rightarrow f = 33 \text{ cm} = 0.33 \text{ m}$$

$\Rightarrow P = 3 \text{ D}$ como el signo es positivo, Azucena necesita usar lentes convergentes.

41. Determina la distancia focal y la potencia de una lente planocóncava (ver figura), cuyo índice de refracción es 1.5 y el lado cóncavo tiene un radio de curvatura de 0.1 m.

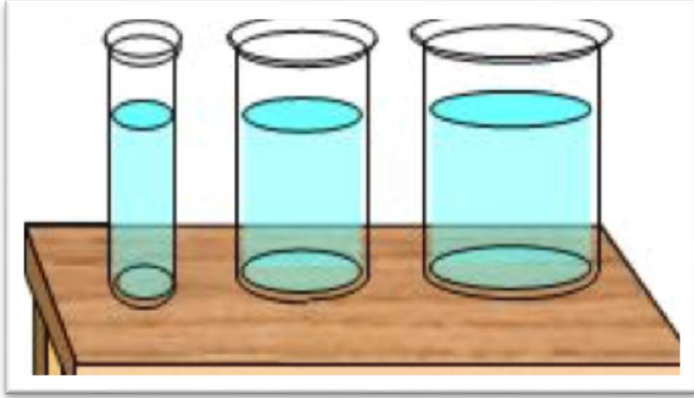


En este caso se tiene que encontrar la distancia focal de una lente, conociendo sus radios de curvatura. Para ello, es necesario aplicar la ecuación del fabricante de lentes.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Fluidos

Analiza la siguiente figura. Los tres recipientes contienen agua hasta el mismo nivel, con densidad $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ y una altura de 10 cm.



42. Calcula la presión en Pascales (Pa), en el fondo de cada uno de ellos.
- A) 102
B) 980
C) 1020
D) 9800
43. ¿Qué ocurriría con la presión en el fondo de los recipientes, si estuviéramos en otro planeta con una gravedad menor a la de la Tierra?
- A) Disminuye
B) Aumenta
C) Permanece constante
D) No existe Presión
44. ¿Qué pasaría con el nivel del agua si vaciamos uno de los tres recipientes y los intercomunicamos? Explica
45. Si nos encontramos en la Cd. de México, la altura que alcanza una columna de mercurio de un barómetro es de 585 mmHg. Convierte dicha medida a Pascales Pa.
- Solución: $P = \rho gh = (13600 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(0.585 \text{ m}) = 77969 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$
46. ¿De cuánto sería la altura que alcanzaría la columna en Pascales (Pa)? Si nos encontramos a nivel del mar. ($P_{\text{atm}} = 760 \text{ mmHg}$ nivel del mar)
- A) 1.82
B) 1826
C) 101 300
D) 101×10^8

47. Si se midiera la presión atmosférica en la Tierra con un barómetro de agua, ¿cuál sería la altura en metros de la columna?
- A) 0.096
 - B) 10.33
 - C) 992.74
 - D) 9.9×10^8

Flujo Sanguíneo

Todos los sistemas del cuerpo humano son importantes. Uno de ellos es el aparato circulatorio que tiene como función distribuir la sangre, que tiene una viscosidad de 4×10^{-3} Pa s, por todos los órganos y tejidos del cuerpo. El aparato circulatorio está conformado por el corazón y los vasos sanguíneos que son de tres tipos: las arterias, las venas y los capilares. La aorta es la principal arteria de cuerpo humano, sale directamente del corazón y en personas que están en el límite superior de normalidad tiene un área de 1.13×10^{-3} m², la sangre que pasa a través de ella lleva una velocidad en personas sanas de 0.4 m/s, esta se bifurca en dos arterias las cuales tienen un área trasversal aproximada de 2×10^{-4} m², la velocidad sigue disminuyendo a nivel de las venas y su valor más bajo es en los capilares.

48. Calcular la velocidad del flujo de sangre en la vena que sale de la aorta.
49. Siempre que hay un estrechamiento en cualquier tubería, manguera y conductos que transporten líquido se presenta el efecto Venturi, por lo que, si disminuye el radio ¿Qué pasa con la presión?
- A) Disminuirá
 - B) Aumentará
 - C) Permanecerá igual
 - D) Se tatará
50. ¿cómo funciona un manómetro de mercurio?
51. Una lava autos, utiliza una manguera para llenar una cubeta, al realizarlo, nota que está tardando demasiado y decide conectarle una boquilla más pequeña. ¿Qué pasa con la velocidad el chorro cuando disminuye el área de la boquilla?
- A) Disminuirá
 - B) Aumentará
 - C) Permanecerá igual
 - D) Deja de salir
52. Calcula el gasto en m³/s. Si el área de la boquilla es de 2cm² y la velocidad es de 0.4 m/s.
- A) 8×10^{-3}
 - B) 8×10^{-5}
 - C) 0.5
 - D) 0.8

53. ¿Cuál debe ser la diferencia de presión en Pascales entre los extremos de una sección de tubería de 1 900 m y 29 cm de diámetro, si se transporta aceite a una tasa de $4.50 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$? Si la viscosidad del aceite es de $200 \times 10^{-3} \text{Ns/m}^2$.
- A) 0.098
 - B) 985
 - C) 98517
 - D) 9.85×10^{-6}

Circuitos eléctricos

Es frecuente que los dentistas tengan en su consultorio diferentes instrumentos que utilizan electricidad, por ejemplo, lámparas, compresora de aire, autoclaves, rayos X, bomba de vacío, etc. Por ello es muy importante que reconozca qué tipo de corriente y voltaje requiere para su buen uso.

54. ¿Qué voltaje me proporciona el enchufe de una casa en México?
- A) 6 V
 - B) 12 V
 - C) 120 V
 - D) 240 V
55. En el manual de una compresora menciona su potencia, ¿qué proporciona este dato?
- A) La energía por unidad de tiempo.
 - B) El calor que disipa la compresora.
 - C) El tiempo que trabaja la compresora, antes de apagarse.
 - D) La frecuencia con que trabaja la compresora.
56. Una lámpara halógena es de 500 watts, y el voltaje que la enciende es de 127 V, ¿qué cantidad de corriente circula por la lámpara?
- A) 0.25 A
 - B) 0.064 A
 - C) 1.98 A
 - D) 3.94 A
57. La resistencia normal de una persona de mano a mano a través del cuerpo es 2000Ω . Si una persona cuya resistencia tiene el valor anterior, toca accidentalmente con sus manos conductores, entre las cuales existe una diferencia de potencial de 100 V. ¿Qué corriente circula por ella?
- A) 0.05 A
 - B) 2 A
 - C) 20 A
 - D) 200 A

Solución

$$I=V/R=100V/2000A=0.05A$$

58. La corriente directa es un flujo de cargas eléctricas a través de un material, que se establece entre dos puntos de distinto potencial, de mayor a menor el cual

- A) no cambia de sentido con el tiempo.
- B) la magnitud y dirección varían cíclicamente.
- C) al conjunto de tres corrientes alternas dadas en un orden determinado.
- D) es una corriente constante cuyo sentido de circulación varía.

59. Si la conductividad de un músculo estirado es aproximadamente de 7.5×10^{-3} ohm/cm, encuentre la resistencia eléctrica de una fibra muscular de 100 mm de diámetro y 30 cm de longitud.

- A) 0.0073 Ω
- B) 0.0029 Ω
- C) 0.2860 Ω
- D) 0.9206 Ω

Solución

$$R = (7.5 \times 10^{-3} \text{ ohm/cm}) (30 \text{ cm}) / (\pi)(5 \text{ cm})^2 = 0.0029 \Omega$$

60. ¿Cuál será la corriente que pasa por un conductor si pasan 600 C, en 4 minutos?

- A) 150 A
- B) 40 A
- C) 2.5 A
- D) 0.4 A

Solución

$$I = q/t = 600 \text{ C} / (4 \times 60 \text{ s}) = 2.5 \text{ A}$$

61. Un nervio tiene una resistencia de 2.6 M Ω y una resistividad de 3.44 K Ω .m, si el área fuese de 0.00255 m², ¿cuál es su longitud?

- A) 1.95 m
- B) 0.51 m
- C) 0.45 m
- D) 3.33 m

62. Un circuito tiene 3 resistencias de R1= 40, R2=60 y R3= 80 Ω , respectivamente colocadas en paralelo. Si el voltaje es de 120 V, ¿cuál es la resistencia total?

- A) 180 Ω
- B) 60 Ω
- C) 40 Ω
- D) 18.46 Ω

63. ¿Cuál es la corriente total del circuito?

- A) 120 A
- B) 6.0 A
- C) 6.5 A
- D) 2.0 A

64. ¿Cuáles son las corrientes parciales en cada rama?

- A) $I_1=3.0 \text{ A}$, $I_2=2.0 \text{ A}$, $I_3=1.5 \text{ A}$
- B) $I_1=6.5 \text{ A}$, $I_2=6.5 \text{ A}$, $I_3=6.5 \text{ A}$
- C) $I_1=1.5 \text{ A}$, $I_2=2.0 \text{ A}$, $I_3=3.0 \text{ A}$
- D) $I_1=2.0 \text{ A}$, $I_2=3.0 \text{ A}$, $I_3=1.5 \text{ A}$

XIV. Una serie navideña antigua donde los foquitos están en serie, se tienen 100 focos de 2 Ω , si el voltaje es de 120 V.

65. ¿Cuál es la resistencia total?

- A) 100 Ω
- B) 200 Ω
- C) 240 Ω
- D) 2400 Ω

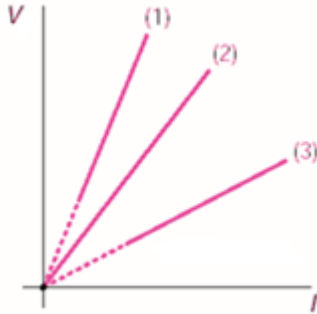
66. ¿Cuál es la corriente que circula en cada foco?

- A) 120 A B) 6.0 A C) 6.5 A D) 2.0 A

67. ¿Qué tanto disminuye el voltaje al pasar por cada foco?

- A) 1.20 V B) 12.0 V C) 0.6 V D) 0.12 V

En la siguiente gráfica Voltaje vs. Corriente



68. ¿Qué representan las rectas 1, 2 y 3?

- A) Corrientes B) Voltajes C) Potencias D) Resistencias

69. Suponga que se trata de 3 circuitos que representan la resistencia total, ¿cuál es mayor y por qué?

70. Supón de cada resistencia es de 3Ω , y que están conectadas en paralelo, si el voltaje es de 9V, ¿cuánto vale la corriente en cada rama?

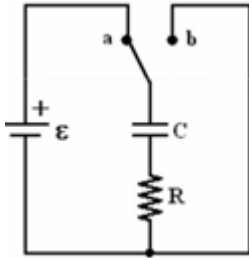
71. En un circuito en paralelo la corriente

- A) Es la misma que la corriente total sin importar el valor de las resistencias.
B) Se divide al pasar por diferentes ramas dependiendo de cada resistencia
C) Disminuye cuando pasa a través de una resistencia.
D) Aumenta cuando pasa a través de una resistencia.

Circuito RC

72. En un circuito, se tienen conectados dos capacitores en serie, uno de $3 \times 10^{-6} \text{ F}$ y otro de $4 \times 10^{-5} \text{ F}$, si el voltaje es de 3 V, ¿cuánta carga se almacena?

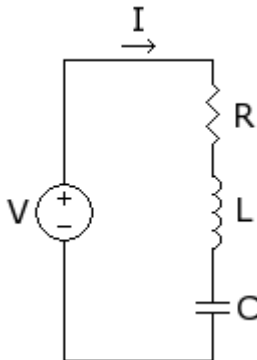
73. Examina el siguiente circuito y contesta las siguientes preguntas:



- ¿De qué tipo de circuito se trata?
- En la posición a en la que se encuentra el interruptor, el condensador se está:
- ¿cuál es la función de un condensador?
- ¿Qué ocurre al circuito si colocamos el interruptor en el punto b?
- ¿Cuál es la función de la resistencia?
- En la fórmula de la carga de un condensador $q=VC(1-e^{-t/RC})$, ¿qué unidades tiene RC?
- ¿Qué tipo de gráfica representa la carga de un condensador?

Circuito RCL

74. Examina el siguiente circuito y contesta las siguientes preguntas:

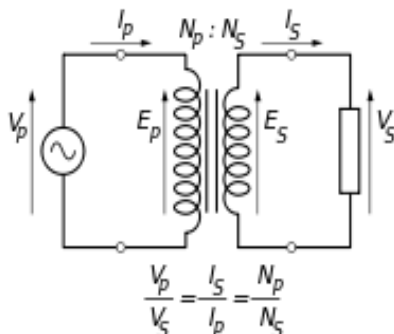


- ¿De qué tipo de circuito se trata?
- ¿Qué propiedad presenta la bobina?
- ¿Para qué se utiliza este tipo de circuitos?
- La impedancia es parecida _____, solo que posee _____
- Este fenómeno se presenta cuando la corriente es _____
- Las unidades de la impedancia son _____

https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_RLC

XVIII. Transformadores

Los transformadores son dispositivos que transmiten la energía eléctrica de un circuito a otro, mediante el fenómeno de



Donde: V_p es el voltaje en el primario, V_s es el voltaje en el secundario.

I_p e I_s , son las corrientes eléctricas en el primario y secundario, respectivamente.

N_p y N_s , son el número de vueltas o espiras en el primario y secundario, respectivamente.

inducción mutua. El circuito (donde la fem y la corriente son variables), conectado al generador es el primario, cediendo energía y el secundario es quien la recibe.

75. El primario de un transformador tiene 200 espiras y la fem aplicada al mismo es de 240 V. ¿Cuántas esperas debe tener el secundario para obtener una fem de 900 V?

- A) 89 vueltas B) 750 vueltas C) 450 vueltas D) 1800 vueltas

76. El primario de un cargador de teléfono, está conectado a una línea de 120 V. Si la corriente en el secundario es de 2A y una fem de 4.5 V, ¿cuál es la corriente en el primario?

- A) 53.3 A B) 270 A C) 0.003 A D) 0.075 A

Solución

$$I_p = I_s V_s / V_p = 0.075 \text{ A}$$

77. El primario de un transformador en la calle está conectado a una línea de 240 V. La fem en el secundario es de 120 V. Calcular el número de espiras en el primario si el secundario tiene 25 espiras.

- A) 50 vueltas B) 12.5 vueltas C) 1150 vueltas D) 1250 vueltas

Solución

$$N_p = N_s V_p / V_s = 50 \text{ vueltas}$$

Cerebro

Según algunas estimaciones, aproximadamente un tercio de los traumatismos craneales más graves son consecuencia de un accidente de moto, y el 50% de ellos deja importantes lesiones cerebrales. De acuerdo con el periódico el país. Un golpe en una moto a 100 kilómetros por hora equivale a una caída desde 50 metros de altura. Una conmoción cerebral ocurre cuando el impacto en la cabeza es lo suficientemente grave como para causar una lesión cerebral.

Una persona que viaja en una motocicleta recibe un impacto en la cabeza. El médico considera que sería bueno practicarle algunos estudios.

78. ¿De qué orden son los voltajes en un Electroencefalograma (EEG)?

- A) mV B) μ V C) MV D) kV

Lee la siguiente nota de la revista ¿Cómo ves?

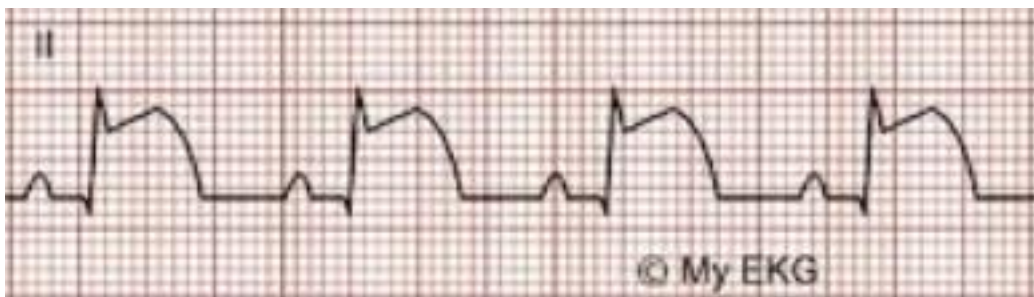
Neuronas tripartitas

Las *dendritas* que tienen forma de ramas y envían y reciben señales de otras neuronas. Estas dendritas conducen al *cuerpo celular*, que contiene los genes de la neurona. Finalmente el *axón* es una especie de cable viviente, y puede tener longitudes muy variadas. Los axones de las neuronas del cerebro son microscópicos, en cambio los que van a lo largo de las piernas hasta los pies pueden llegar a medir 1.83 metros. Los axones se consideran cables vivientes porque transmiten los impulsos eléctricos de las neuronas hacia las dendritas de las neuronas vecinas. Los impulsos pueden viajar a velocidades que van de un par de metros por segundo a 320 metros por segundo. Una neurona puede recibir dos clases de señales: una que la activa y otra que la inhibe. Si una neurona recibe de otras neuronas suficientes señales que la activan, emitirá su propia señal. Cuando recibe suficientes señales que la inhiben, se volverá menos propensa a emitir señales. Los axones no tocan las dendritas vecinas. Están separados de ellas por un espacio microscópico llamado sinapsis. Una vez que el impulso eléctrico alcanza el extremo del axón, éste libera sustancias llamadas *neurotransmisores*. El mensajero químico flota sobre la dendrita de la neurona adyacente, excitándola o inhibiéndola. Las sinapsis pueden alterarse de tal manera que aumente o disminuya el número de conexiones entre dos neuronas.

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/118/el-cerebro-maleable>

XXI. Algunos futbolistas han muerto en las canchas debido a un infarto, como le ocurrió al rumano Catalin Hildan en 2000, el húngaro Miklos Feher en 2004, el español Antonio Puerta en 2007 y el italiano Piermario Morosini 2012. Algunos de ellos padecieron el Síndrome de Muerte Súbita, un término general para una serie de condiciones que provocan paro cardíaco en personas jóvenes. Hillary Jones médica experta en Reino Unido, menciona que 12 jóvenes menores de 35 años de edad, mueren cada semana por condiciones cardíacas no diagnosticadas; pero sólo uno de cada 45,000 deportistas, sufrirán una muerte semejante. Un futbolista se desvanece en la cancha pero alcanza a llegar al hospital con un dolor en el pecho muy agudo.

El médico, pide se le realice un electrocardiograma para determinar su padecimiento.



<http://www.my-ekg.com/infarto-ekg/infarto-ekg.html>

79. Para regularizar la situación cardíaca, el médico decide aplicarle una descarga eléctrica. Si la cantidad mínima que se debe poner a un corazón en un infarto es de 4 J/kg, si la persona pesa 70 kg, ¿cuánta energía debe ponerse la primera vez?

80. Al hacer los estudios correspondientes el médico considera que es necesario colocar un marcapasos, ¿qué elementos contiene este?

- A) Corriente alterna, pila, capacitor y bobina
- B) Inductores, focos, corriente alterna y diodos.
- C) Corriente trifásica, bobina, led y fusible
- D) Pila, resistencias, corriente directa y capacitores.

81. Con dos resistencias en serie de 130 Ω y 120 Ω respectivamente, ¿cuánto tiempo pasará mientras el voltaje sube al 85% de su valor mínimo original, si su voltaje es de 15 V?

Referencias:

1. Datos generales
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electroencefalograf%C3%ADa>
2. Información de las ondas que producimos (revisar toda la página es interesante)
<http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion7/capitulo123/capitulo123.htm>
3. Epilepsias en el niño, estupor y coma
<http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion7/capitulo122/capitulo122.htm>
4. Videos en youtube
<http://www.youtube.com/watch?v=IHuXJVc8rpk&feature=related>
(Fac. Medicina)
<http://www.youtube.com/watch?v=6OhI0itON0I> (Muy sencilla)
<http://www.youtube.com/watch?v=1UtV2i4Q-s0&feature=related>
(sin sonido)

Corriente alterna

https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/Segu_electrica.pdf

Desfibrilador

<http://www.revespcardiolog.org/es/content/articulo/13064194/>
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932006000300019
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/3810>
https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap48.pdf
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZH4WAsj5mq4C&oi=fnd&pg=PA27&dq=cantidades+usadas+con+desfibrilador+cardiaco&ots=T00Vgs0AMn&sig=EPaZuClZpnKDIgM2Z4c3Nh1mu3g#v=onepage&q&f=false>
http://www.fac.org.ar/edicion/guias_rcp/Cap8.pdf

Electrocardiógrafo

<http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2001/gm015i.pdf>
<http://www.bvs.sld.cu/revistas/bfm2/Volumenes%20anteriores.pdf/Vol4/no3/icidad04303.pdf>

Electrocardiograma

<http://www.medynet.com/usuarios/jraquilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/ecg.pdf>
<http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-b-%C3%ADsicos.pdf>
<http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2016/un166g.pdf>
<http://www.medynet.com/usuarios/jraquilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/ecg.pdf>

Encefalógrafo

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762005000200004
https://www.researchgate.net/profile/Jose_Esqueda_Elizondo/publication/304581170_Analisis_de_Senales_Electroencefalografias_de_Hombres_y_Mujeres_ante_Estimulos_Auditivos/links/57ffc89408aec3e477eac589/Analisis-de-Senales-Electroencefalografias-de-Hombres-y-Mujeres-ante-Estimulos-Auditivos.pdf

Encefalogramas

<http://neurofisiologiagranada.com/eeg/eeg-activpatologica.htm>

<http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v32s3/original6.pdf>

<http://psicologiaendosmares.blogspot.com/2016/01/bases-biologicas-de-la-conducta-y-el.html>

Esfignomanómetros

<https://www.adctoday.com/sites/default/files/literature/9360N-00%20rev%208%20SP%20WEB.pdf>

Esfignomanómetro anerode

<https://www.adctoday.com/sites/default/files/literature/9360N-00%20rev%208%20SP%20WEB.pdf>

Tensiómetro digital

<https://www.esfigmanometro.es/tensiometro-digital/>

Hipertensión

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7515.pdf>

https://saludextremadura.ses.es/filescms/web/uploaded_files/CustomContentResources/Hipertensi%C3%B3n%20Arterial.pdf

Imagen Resonancia magnética

https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBF_esMX805MX805&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=FIMvXJ_ulcz4sgWN-rKQBA&q=magneto+biolog%C3%ADa&oq=magneto+biolog%C3%ADa&gs_l=img.3...148949.154744..155532...0.0..0.149.728.8j1.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i30j0i5i30j0i8i30j0i24.h23NUpEQ5lg#imgrc=mBBXvaz_r1rNCM:

Impedancia

<https://es.wikipedia.org/wiki/Impedancia>

Guías 2009 de la Sociedad Chilena de Cardiología para el tratamiento del **Infarto Agudo del Miocardio** con supradesnivel del ST

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-85602009000200014&script=sci_arttext

Marcapasos

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893204772401>

<http://www.revespcardiol.org/es/guias-practica-clinica-sociedad-espanola/articulo/10486/>

Magnetograma solar

http://www.astrosurf.com/rondi/obs/shg/magnetogram_esp.htm

Oersted

<http://www.principia-malaga.com/p/images/pdf/oersted.pdf>

PET

<https://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/pet.pdf>

Potencial de acción

<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%25207-Bloque%2520II-Senales%2520Electricas.pdf>

<https://www.udc.es/areas/psicobiologia/neuropsicologia2/tema%202.pdf>

Reanimación cardiopulmonar

<http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/icm/images/cecam/04.p.otros/REANIMACION-CARDIOPULMONAR-BASICA.pdf>

Simulador circuito RC

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/RC_circuit.html

<http://materias.df.uba.ar/f1bygba2014c2/files/2014/08/Gu%C3%ADa-71.pdf>

http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munquia/aula_virtual/Cursos/Instrumentacion%20I/Documentos/Circuitos%20RC.pdf

Simulador RCL

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/RLC_circuit.html

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=ac_rlc_se_r&l=en

<http://materias.df.uba.ar/f2qa2017v/files/2017/02/rlc.pdf>

Simulador rayos x

<https://www.compadre.org/osp/EJSS/3974/116.htm>

<https://www.compadre.org/osp/EJSS/3972/114.htm>

Sistema autónomo

<https://www.psicoactiva.com/blog/sistema-nervioso-autonomo-simpatico-parasimpatico/>

Tierra física

<https://bricos.com/2012/08/que-son-las-tierras-fisicas/>

http://www.todosobrelasbajaslaborales.com/datos/pdf/normativa/n004/guia_basica_para_la_prevenccion_del_riesgo_electrico.pdf

TAC

<https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=bodyct>