



GUÍA

LABORATORIO DE FÍSICA II

FÍSICA DE FLUIDOS, TERMODINÁMICA,
OSCILACIONES, ONDAS Y ÓPTICA

Francy Nelly Jiménez García · Jairo de Jesús Agudelo Calle



GUÍA

LABORATORIO

DE FÍSICA II

**FÍSICA DE FLUIDOS, TERMODINÁMICA,
OSCILACIONES, ONDAS Y ÓPTICA**



Francy Nelly Jiménez García · Jairo de Jesús Agudelo Calle

DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS · TERCERA EDICIÓN 2017



Jiménez García, Francy Nelly

Guía. Laboratorio de física II : física de fluidos, termodinámica, oscilaciones, ondas y óptica / Francy Nelly Jiménez García, Jairo de Jesús Agudelo Calle; editado por Laura V. Obando Alzate – 3 ed. Manizales : UAM, 2018

112 p. : il.

ISBN: 978-958-8730-93-6

1. Física-Manuales de laboratorio. 2. Física-Mediciones. 3. Física de fluidos. 4. Óptica física. 5. Termodinámica.

I. Agudelo Calle, Jairo de Jesús. II. Laura V. Obando Alzate, ed. III. Universidad Autónoma de Manizales. Departamento de física y matemáticas

UAM 530.78 J614g

CO-MaBABC

Fuente: Biblioteca Alfonso Borrero Cabal, S.J.

© Editorial Universidad Autónoma de Manizales

Antigua Estación del Ferrocarril

E-mail: editorial@autonoma.edu.co

Teléfono: (56+6) 8727272 Ext. 166

Manizales-Colombia

Miembro de la Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia, ASEUC

Título: Guía Laboratorio de Física II. Física de fluidos, termodinámica, oscilaciones, ondas y óptica

Autores: Francy Nelly Jiménez García / Jairo de Jesús Agudelo Calle

E-mail: francy@autonoma.edu.co / jdjac945@autonoma.edu.co

Tercera edición

Manizales, agosto del 2018

ISBN: 978-958-8730-93-6

Editora: Laura V. Obando Alzate

Diseño y Diagramación: Estratósfera Diseño / estratosfera.com.co / Paola López / Sebastián López U.

Rector: Gabriel Cadena Gómez *Ph.D*

Comité editorial:

Iván Escobar Escobar, Vicerrector Académico UAM. María del Carmen Vergara Quintero *PhD.*, Coordinadora Unidad de Investigación. Laura V. Obando Alzate, Editora y Coordinadora Editorial UAM. Francy Nelly Jiménez García *PhD.*, representante de la Facultad de Ingenierías. Mónica Naranjo Ruiz *Mg.*, representante de la Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Dora Cardona Rivas *PhD.*, representante de la Facultad de Salud. Juliana López de Mesa *PhD.*, Editora de la Revista *Ánfora*. Wbeimar Cano Restrepo *Mg.*, Director de la Biblioteca. Luisa Fernanda Buitrago Ramírez *Mg.*, Directora Revista *Araña que Teje*. Nancy Liliana Mahecha Bedoya, representante de la Vicerrectoría Administrativa y Financiera.

CONTENIDO

Introducción	/ 7 /
Laboratorio 1. Densidad de sólidos y líquidos	/ 15 /
Laboratorio 2. Principio de Arquímedes	/ 21 /
Laboratorio 3. Presión atmosférica e hidrostática	/ 27 /
Laboratorio 4. Teorema de Torricelli	/ 35 /
Laboratorio 5. Conducción de calor en metales	/ 41 /
Laboratorio 6. Calorimetría	/ 47 /
Laboratorio 7. Péndulo simple	/ 55 /
Laboratorio 8. Péndulo físico	/ 63 /
Laboratorio 9. Sistemas masa resorte	/ 69 /
Laboratorio 10. Ondas estacionarias transversales y longitudinales	/ 75 /
Laboratorio 11. Velocidad del sonido en el aire	/ 83 /
Laboratorio 12. Ley de Snell	/ 91 /
Laboratorio 13. Obtención de imágenes en espejos y lentes	/ 97 /
Laboratorio 14. Difracción e interferencia	/ 105 /
Bibliografía	/ 111 /

////////////////////// INTRODUCCIÓN ////////////////////////

Este Manual ha sido diseñado para servir de apoyo en la realización de las experiencias de laboratorio que complementan el curso de Física II (Física de Fluidos, Termodinámica, Oscilaciones, Ondas y Óptica) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales.

Las prácticas de laboratorio de esta guía están organizadas alrededor de temas relacionados con fluidos, calor, ondas y óptica. Se espera que el estudiante pueda experimentar con fenómenos que suceden en la naturaleza y que los relacione con los conceptos y las leyes fundamentales de la Física. En cada práctica se han incluido: objetivos generales, un preinforme que debe ser realizado por cada uno de los integrantes del grupo antes de la realización de la respectiva práctica experimental y cuya información debe ser plasmada en la sección de la guía destinada para tal fin (sección final de cada laboratorio); un marco teórico, el cual es breve y conciso, pero suficiente para la realización de la práctica; un procedimiento, donde se describe el desarrollo experimental de cada práctica y se dan las instrucciones necesarias para la realización de la misma; unas conclusiones dirigidas que permiten al estudiante aprender a concluir acerca del fenómeno estudiado; donde se espera que el estudiante aporte por lo menos una conclusión adicional a las sugeridas.

Ya que el tiempo es una limitante, es conveniente que el estudiante realice el preinforme, revise la teoría y haga una lectura del desarrollo experimental para que tenga los conceptos mínimos necesarios previos al desarrollo del laboratorio. Debe, de igual manera, revisar conceptos relacionados con la construcción de gráficos de los resultados, el análisis estadístico y la teoría de errores, entre otros, los cuales se encuentran en la sección denominada *Marco Teórico* que se encuentra en la guía del Laboratorio de Física I que ya ha cursado. El informe debe realizarse en su totalidad en el horario de clase dispuesto para el laboratorio de Física, con el fin de obtener mejores mediciones o repetir aquellas donde sea necesario hacerlo. En cualquier caso el desarrollo de la práctica es plasmado en la **Cartilla** que acompaña a esta Guía, la cual es entregada al grupo de trabajo al momento de comenzar cada práctica y que orienta paso a paso el desarrollo del informe de la misma.

La evaluación de esta parte de la asignatura se realiza con base en los reportes presentados por cada uno de los grupos en su respectiva **Cartilla** incluyendo preinforme, resultados y conclusiones, los cuales son entregados inmediatamente

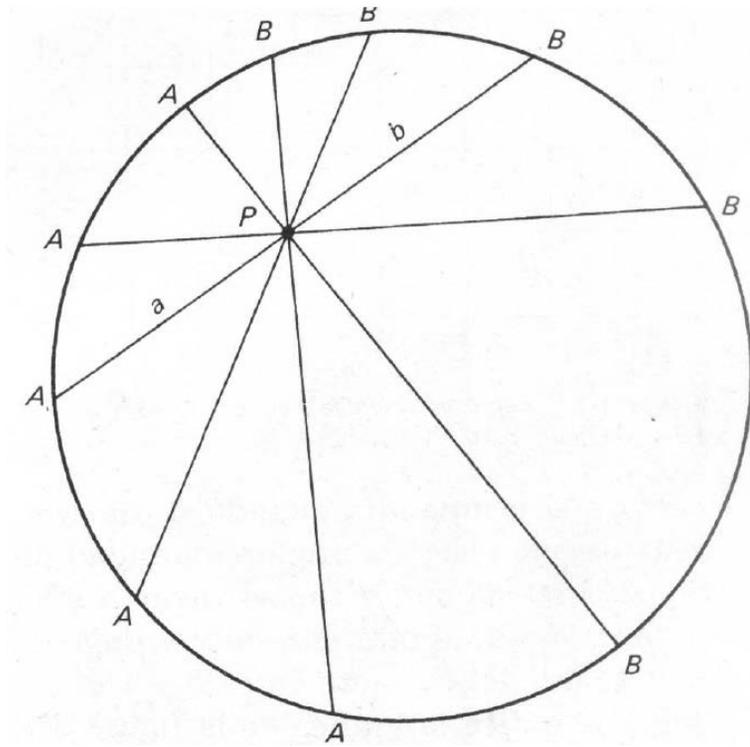
se termine el horario destinado para el desarrollo de la práctica experimental. La mayoría de las prácticas de laboratorio son auto-contenidas, es decir, que cada una de ellas pueda ser desarrollada por los estudiantes sin necesariamente haber hecho alguna de las otras.

Todas las prácticas experimentales propuestas están planteadas de tal modo que los estudiantes descubran los fenómenos que dan sustento a las leyes físicas. Esto permite que los distintos experimentos estén en gran medida correlacionados con la discusión teórica de los tópicos cubiertos en la clase magistral. Creemos que este modo de trabajo nos aproxima de alguna manera a las características reales del desarrollo científico, permitiendo a los estudiantes una visión más abierta y realista de la ciencia y el método científico, el desarrollo de habilidades experimentales y analíticas (habilidad de medir cuidadosamente una magnitud física, análisis de los errores y la elección de los instrumentos más adecuados para un fin dado), análisis crítico de los resultados (analizando sus implicaciones y haciendo generalizaciones), hacer la comparación de los resultados con las expectativas teóricas, así mismo la formulación de hipótesis y nuevos experimentos, planteamiento de conclusiones (desarrollo de la capacidad de sintetizar en oraciones concisas los resultados obtenidos y lo que concluye a partir de ellos).

EJERCICIO DE REPASO:

Se propone el siguiente ejercicio como repaso de los aspectos relacionados con manejo de datos experimentales que se trabajaron en el laboratorio de Física I. Para desarrollarlo, se sugiere al estudiante revisar la sección *Marco Teórico* de la Guía de Física I, donde encontrará además variados ejemplos al respecto.

Para el círculo dibujado en la hoja siguiente, marque un punto P dentro de él (que no sea su centro y preferiblemente alejado de él); trace por este punto 7 segmentos AB, tal como se muestra en la figura I.1.



1. Mida los segmentos **AP** y **BP** en que el punto **P** divide los segmentos y anote los resultados en la tabla I.1.

Tabla I.1. Datos de los segmentos del círculo

AP (cm)	BP(cm)

2. Haga una gráfica de $AP = f(BP)$. ¿Qué tipo de gráfico obtuvo? Con ayuda de su gráfica, ¿qué relación existirá entre AP y BP ?

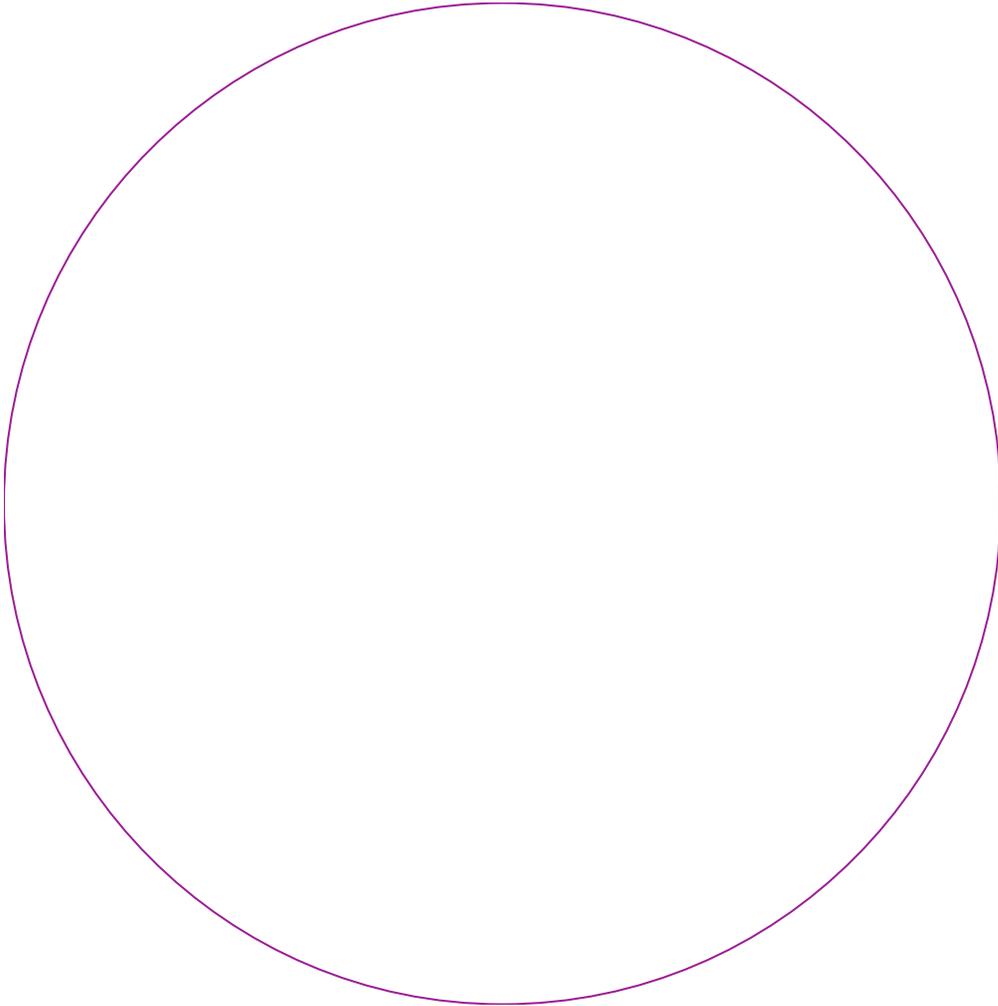
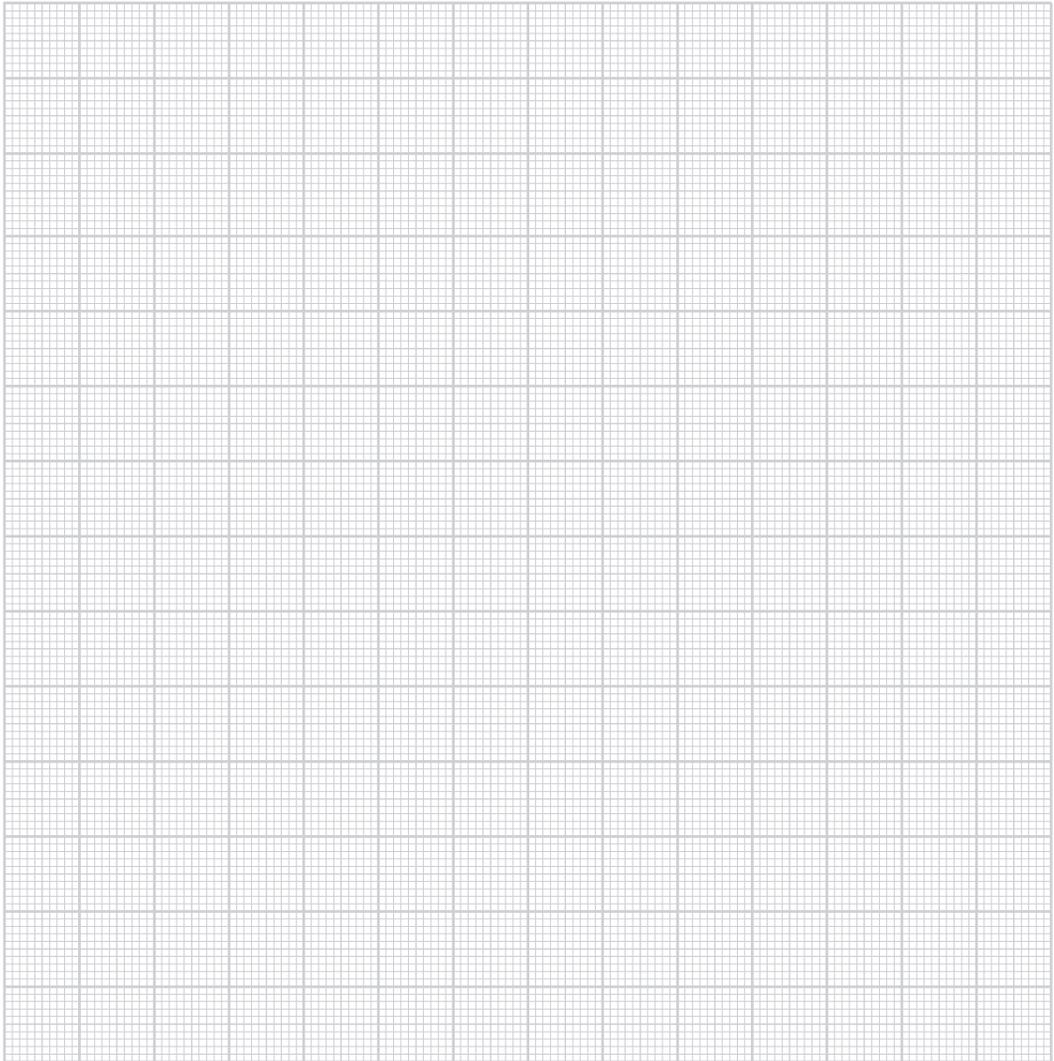
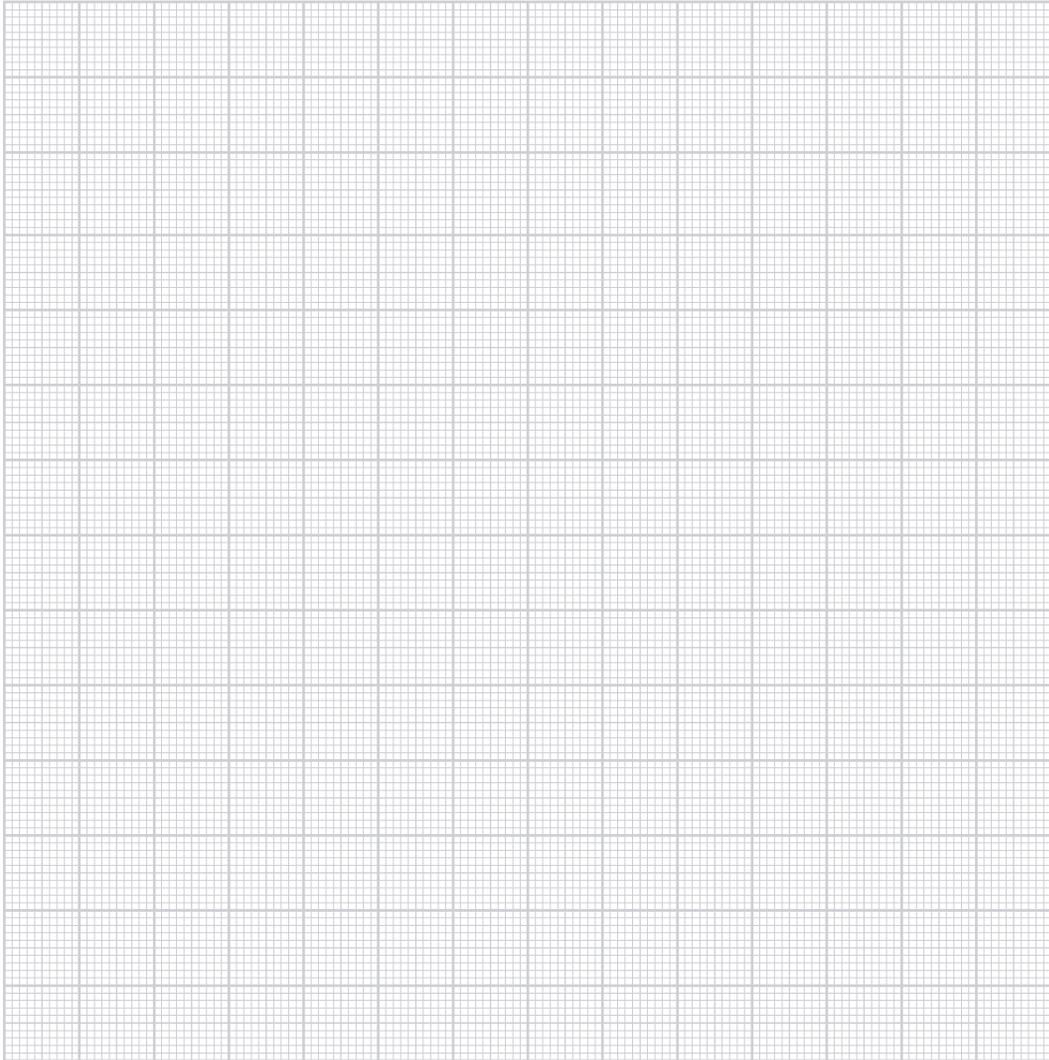


Figura I.1. *Círculo segmentado*



3. Realice los ajustes necesarios para linealizar las variables del gráfico anterior y construya una nueva gráfica.



4. Emplee la calculadora para obtener la pendiente, el intercepto y el coeficiente de correlación para establecer la relación entre estas variables.

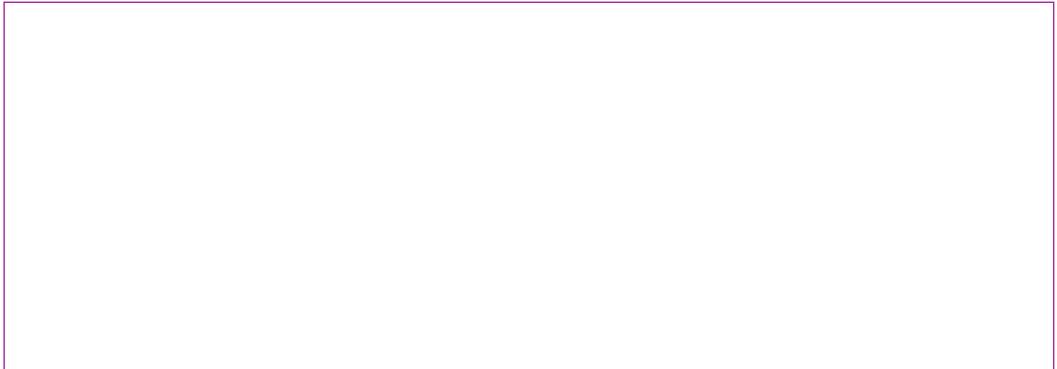
Pendiente =

Intercepto =

Coeficiente de correlación =

Ecuación que relaciona las variables **AP** y **BP**:

5. Empleando la ecuación que relaciona las variables obtenida en el paso anterior, halle el valor de **BP** si **AP** fuera **3.0 cm**.



LABORATORIO 1

DENSIDAD DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

OBJETIVOS

1. Determinar la densidad de algunos sólidos regulares usando aparatos de medida.
2. Calcular la densidad de algunos sólidos irregulares empleando el volumen desplazado.
3. Hallar la densidad de algunos líquidos utilizando el picnómetro.

PREINFORME

1. Consultar el volumen de: un paralelepípedo, una esfera, un cilindro macizo y un cilindro hueco.
2. Consultar y escribir una tabla de densidades de los siguientes materiales: agua, alcohol, glicerina, aceite, aluminio, hierro, cobre, bronce, acero, magnesio, plomo, madera, y vidrio. Indique el valor de la temperatura a la cual corresponden estos valores.
3. ¿Qué es un picnómetro y cómo funciona?
4. ¿Qué representa físicamente la densidad de un cuerpo?
5. ¿Cuánto medirán las aristas de un paralelepípedo de cobre de 20 g si dos de ellas son iguales y la tercera mide el doble de las otras dos?

MARCO TEÓRICO

Densidad absoluta: La densidad (ρ) de un cuerpo se define como la masa m por unidad de volumen V . Matemáticamente se expresa como:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

Las unidades de la densidad son: **kg/m³** en el sistema internacional S.I, también se acostumbra expresarla en **g/cm³**.

Densidad relativa: Es la densidad de un cuerpo en relación con la de otro cuerpo tomado como patrón (generalmente el agua a 4 °C). Se denomina también peso específico relativo y se calcula con la expresión:

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_{\text{agua}}} \quad (1.2)$$

MATERIALES

Probeta graduada	Tornillo micrométrico
Balanza	Calibrador
2 sólidos regulares: cilindro, esfera, paralelepípedo de madera y de metal	Vaso graduado
1 sólido irregular	Picnómetros: 1 vacío y 3 llenos

PROCEDIMIENTO

Parte A. Relación masa-volumen

1. Pese 20 cm³ de agua en una probeta graduada; anote el valor en la tabla 1.1 de la cartilla.
2. Adicione 20 cm³ más de agua a la probeta graduada, pese este nuevo volumen de agua, anote este valor y complete la tabla 1.1 de la cartilla.
3. Haga un gráfico de $m = f(V)$. ¿Qué tipo de dependencia existe entre la masa de una sustancia y su volumen?

4. A partir de la gráfica anterior y de la relación matemática teórica entre masa y volumen, obtenga el valor de la densidad del líquido.
5. Compare el valor de densidad hallado con el valor teórico reportado para el agua.

Parte B. Densidad de sólidos regulares

1. Determine la masa de los sólidos regulares utilizando la balanza. Anote los valores con sus respectivas unidades en la tabla 1.2 de la cartilla.



Figura 1.1. *Materiales para la práctica de densidad*

2. Determine las dimensiones de los sólidos regulares utilizando el calibrador o tornillo micrométrico. Anote los valores en la tabla 1.2 de la cartilla.
3. Calcule el volumen de los sólidos regulares dependiendo de su forma y consigne los resultados en la tabla 1.3 de la cartilla.

4. Determine la densidad con las respectivas unidades de estos sólidos y complete la tabla 1.3 de la cartilla.

5. Calcule el porcentaje de error de los valores hallados de densidad para estos materiales comparados con los reportados en la literatura (de acuerdo con la tabla que consultó en el preinforme).

Parte C. Densidad de sólidos irregulares

1. Determine la masa de dos sólidos irregulares utilizando la balanza. Lleve los datos a la tabla 1.4 de la cartilla.

2. Tome el vaso de expansión y llénelo de agua justo hasta cuando vaya a empezar a derramarse; sumerja el sólido irregular y con ayuda del vaso graduado determine el volumen de los sólidos irregulares de acuerdo con el volumen desplazado; registre estos valores en la tabla 1.4 de la cartilla.

3. Determine la densidad de estos sólidos y anote los valores en la tabla 1.4 de la cartilla.

4. Busque en la tabla de densidades consultada y determine de qué material pueden estar hechos estos sólidos.

Parte D. Densidad de líquidos

1. Pese el picnómetro vacío:

2. Determine la masa de cada uno de los picnómetros que contienen los distintos líquidos y consigne los datos en la tabla 1.5 de la cartilla.

3. Conociendo el volumen del picnómetro, calcule la densidad del líquido, anote los valores en la tabla 1.5 de la cartilla.

4. Calcule los porcentajes de error comparando con los datos reportados en la literatura que usted consultó previamente.

NOMBRE: **NOTA:**

» PREINFORME

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....

.....

2. Consulte las fórmulas matemáticas para obtener los volúmenes de:

a. Un paralelepípedo:

b. Un cilindro macizo:

c. Un cilindro hueco:

d. Una esfera:

3. Consultar y escribir una tabla de densidades a temperatura ambiente de los siguientes materiales:

SUSTANCIA / MATERIAL	DENSIDAD (Kg/m ³)
Agua	
Alcohol	
Glicerina	
aceite	
Aluminio	
Hierro	
Cobre	
Bronce	
Acero	
Madera	
Vidrio	



4. ¿Qué es un picnómetro y cómo funciona?

.....

.....

.....

.....

5. ¿Qué representa físicamente la densidad de un cuerpo?

.....

.....

.....

.....

6. ¿Cuánto medirán las aristas de un paralelepípedo de cobre de 20 g si dos de ellas son iguales y la tercera mide el doble de las otras dos?



LABORATORIO 2

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

OBJETIVOS

1. Determinar la fuerza de empuje que experimenta un cuerpo cuando está sumergido en un fluido.
2. Determinar la densidad de algunos sólidos irregulares usando el principio de Arquímedes.

PREINFORME

1. ¿Qué se entiende por fuerza de empuje?
2. ¿Qué se entiende por peso aparente y peso real?
3. ¿Por qué algunos cuerpos flotan en el agua?
4. Consulte los valores de densidades para el hierro, el aluminio y el cobre.
4. Demuestre que cuando un cuerpo se sumerge en un fluido, su densidad se puede calcular mediante la ecuación:

$$\rho_0 = \frac{W_{aire} \cdot \rho_{agua}}{E}$$

W_{aire} = Peso del objeto en el aire

ρ_{agua} = Densidad del fluido (agua)

E = empuje

Principio de Arquímedes:

Todo cuerpo sumergido parcial o totalmente en un fluido en reposo y homogéneo experimenta una pérdida aparente de peso o empuje ascensional igual al peso del fluido desalojado (ver figura 2.1).

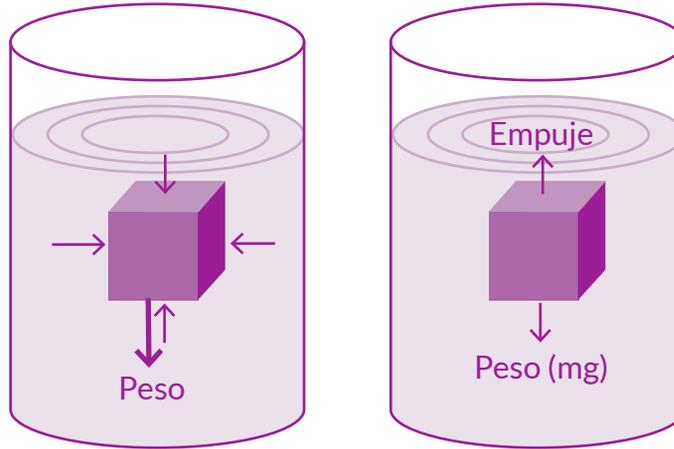


Figura 2.1 Diagrama de cuerpo libre de un sólido inmerso en un fluido

Para una porción de fluido en equilibrio se cumple que:

$$\text{Empuje} = \text{peso del fluido desalojado} = \rho_f gV \quad (2.1)$$

El peso de la porción de fluido es igual al producto de la densidad del fluido ρ_f por la aceleración de la gravedad g y por el volumen de dicha porción V .

 MATERIALES

Dinamómetro	Beaker	Juego de pesas
Probeta graduada	Balanza	
Soporte de madera	Barra de aluminio	Porta pesas
Vaso de expansión	Barra adicional	



PROCEDIMIENTO

Parte A. Medida de la fuerza de empuje por la diferencia de peso

1. Determine con el dinamómetro el peso en el aire (w) de las masas de 50g, 100g, 200 g. Lleve los valores a la tabla 2.1 de la cartilla.
2. Determine el peso aparente en agua (w_a) de las masas dadas y anote los valores en la tabla 2.1 de la cartilla.
3. Calcule el empuje a partir de los datos anteriores y complete la tabla 2.1 de la cartilla.

Parte B. Medida de la fuerza de empuje por el peso del agua desalojada

1. Determine con la balanza la masa m_0 de un beaker pequeño seco: $m_0 = \dots\dots\dots$.
2. Coloque el beaker debajo del tubo de salida del vaso de expansión y llene completamente el vaso hasta el límite de la expansión.
3. Ponga la masa de 50 g en el portapesas y sumérgjala con cuidado en el vaso de expansión.
4. Recoja el agua desalojada en el beaker, esperando que el vaso de expansión deje de gotear.
5. Determine la masa del agua desalojada (ml). Lleve los resultados a la tabla 2.2 de la cartilla.
6. Repita las mediciones con masas de 100g y 200 g, y anote los valores de masas en tabla 2.2 de la cartilla.
7. A partir de estos resultados, calcule la fuerza de empuje y complete la tabla 2.2 de la cartilla
8. Compare los resultados de la fuerza de empuje obtenidos en las tablas 2.1 y 2.2 de la cartilla, y halle el error relativo de estas dos medidas

Parte C. Medida de la densidad de sólidos mediante el empuje

1. Ahora, se va a determinar la densidad de sólidos mediante el empuje calculado por la diferencia de peso en el aire y en el agua.
2. Cuelgue en el dinamómetro la barra de aluminio, lea su peso en aire w_{aire} y anote el valor en la tabla 2.3 de la cartilla. Repita el procedimiento para el otro material.
3. Coloque el recipiente grande lleno de agua como indica la figura 2.2 de la guía, sumerja la barra de aluminio y determine el peso en el agua (w_{agua}). Anote los resultados en la tabla 2.3 de la cartilla. Repita el procedimiento para el otro material.



Figura 2.2 Montaje Principio de Arquímedes

4. Calcule el empuje (E) restando $w_{\text{aire}} - w_{\text{agua}}$ y lleve los resultados a la tabla 2.3 de la cartilla.
5. Obtenga el valor de la densidad ρ de los cuerpos usando la ecuación demostrada en el preinforme y complete la tabla 2.3 de la cartilla.
6. Calcule los porcentajes de error para los valores hallados de densidad al compararlos con los reportados en la literatura para estos materiales.

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. ¿Qué se entiende por fuerza de empuje?

.....
.....

3. ¿Qué se entiende por peso aparente y peso real?

.....
.....

4. ¿Por qué algunos cuerpos flotan en el agua?

.....
.....

5. Consulte los valores de densidades del hierro y el aluminio

--

4. Demuestre que cuando un cuerpo se sumerge en un fluido, su densidad se puede calcular mediante la ecuación:

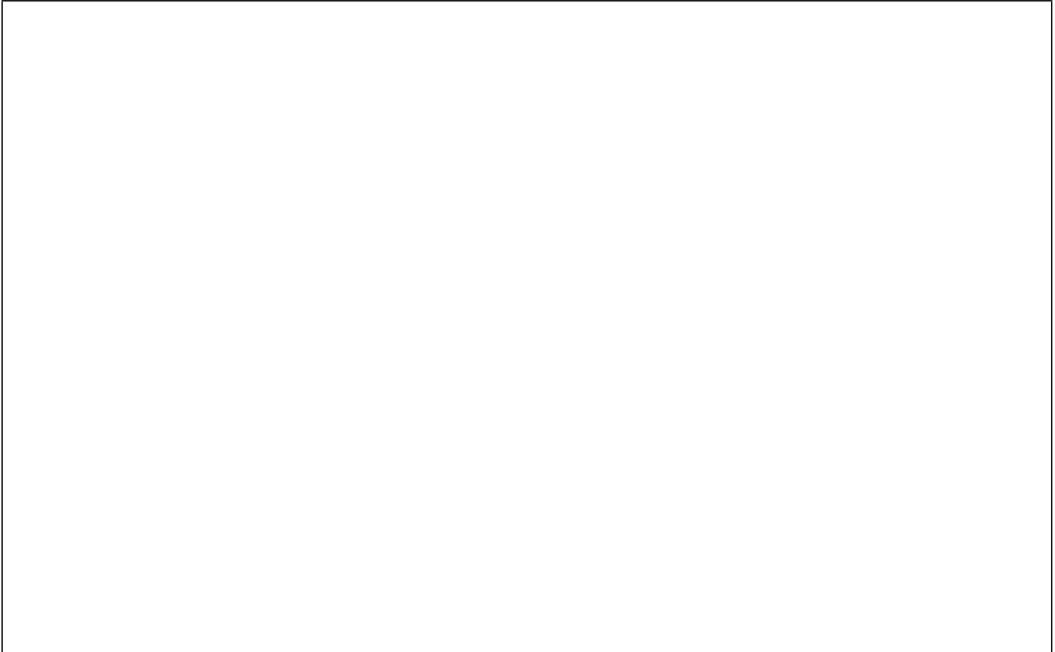


$$\rho_0 = \frac{W_{aire} \cdot \rho_{agua}}{E}$$

W_{aire} = Peso del objeto en el aire

ρ_{agua} = Densidad del fluido (agua)

E = empuje



//////////////////// LABORATORIO 3 //////////////////////

PRESIÓN ATMOSFÉRICA E HIDROSTÁTICA

OBJETIVOS

1. Comprobar el efecto de la presión atmosférica sobre el émbolo de una jeringa cerrada y hallar el valor de dicha presión.
2. Determinar la presión hidrostática P en el agua en función de la profundidad.

PREINFORME

1. ¿Cómo se define la presión en un fluido estático?
2. Expresar la presión atmosférica en: N/cm^2 , dinas/cm^2 , pascales, bares y psia.
3. Consulte el valor de la presión atmosférica en Manizales.
4. ¿Qué es un manómetro y cómo funciona?
5. Tome una jeringa, tape el orificio, hale el émbolo y suéltelo. ¿Qué sucede? ¿Por qué cree que pasa esto?
6. ¿La presión atmosférica varía en diferentes lugares de la tierra a la misma altitud? Explique.
7. ¿Qué relación existe entre la presión atmosférica y el punto de ebullición de un líquido?
8. Explique la diferencia que hay entre un manómetro y un barómetro.
9. Cite tres aplicaciones industriales relacionadas con el concepto de presión.

Presión atmosférica: Es la presión del aire sobre la superficie terrestre. La atmósfera tiene una presión media de 1013 milibares (o hectopascales) al nivel del mar. La medida de presión atmosférica del Sistema Internacional de medidas (*S.I.*) es el Newton por metro cuadrado (N/m^2) o Pascal (Pa). La presión atmosférica a nivel del mar en unidades internacionales es $101325 N/m^2$.

El aire frío y el cálido tienden a no mezclarse, debido a la diferencia de densidad; y cuando se encuentran en superficie, el aire frío empuja hacia arriba al aire caliente provocando un descenso de la presión e inestabilidad, por causas dinámicas.

Presión hidrostática: Es la parte de la presión debida al peso de un fluido en reposo; es decir, es la presión que sufren los cuerpos sumergidos en un líquido o fluido por el simple y sencillo hecho de sumergirse dentro de este. Un fluido pesa y ejerce presión sobre las paredes, en el fondo del recipiente que lo contiene y sobre la superficie de cualquier objeto sumergido en él. Esta presión provoca, en fluidos en reposo, una fuerza perpendicular a las paredes del recipiente o a la superficie del objeto sumergido, sin importar la orientación que adopten las caras. Si el líquido fluyera, las fuerzas resultantes de las presiones ya no serían necesariamente perpendiculares a las superficies. Esta presión depende de la densidad del líquido en cuestión y de la altura a la que esté sumergido el cuerpo y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = \rho gh + P_0 \quad (3.1)$$

Donde P es la presión hidrostática, ρ es la densidad del líquido, g es la aceleración de la gravedad, h es la altura desde el objeto hasta la superficie del líquido y P_0 es la presión atmosférica.

En un fluido en reposo la única presión existente es la presión hidrostática; en un fluido en movimiento, además, puede aparecer una presión hidrodinámica adicional relacionada con la velocidad del fluido.

MATERIALES

Jeringa pequeña	Soporte de madera	Mangueras
Juego de 3 pesas	Manómetro en forma de U	Sondas para presión hidrostática
Porta pesas	Beaker	Escuadra

PROCEDIMIENTO

Parte A. Presión atmosférica

1. Sostenga la jeringa en forma vertical y cuelgue el plato portapesas, como se observa en la figura 3.1.

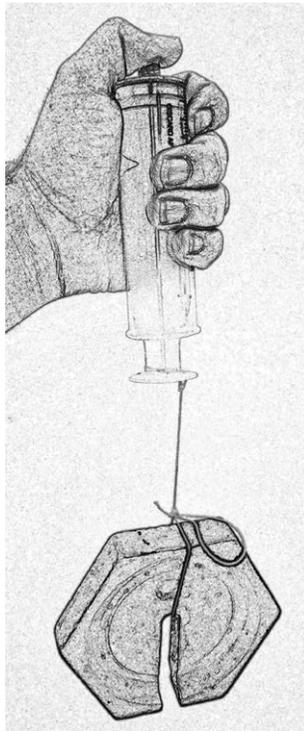


Figura 3.1 Montaje para calcular la presión atmosférica

2. Lleve el émbolo de la jeringa hasta su posición superior y cierre perfectamente la boca de la jeringa.
3. Cuelgue inicialmente del émbolo una masa de 1000 g. Añada masas pequeñas hasta obtener una fuerza constante que haga salir el émbolo. Realice el experimento una vez más para calcular un promedio (es preferible que otro estudiante realice esta segunda medida).
4. Calcule la fuerza en N que ha sido necesaria para hacer salir el émbolo. Calcule el área en m^2 , lleve los resultados a la tabla 3.1 de la cartilla. Calcule luego la presión de cada ensayo y obtenga un promedio.
5. ¿Qué fuerza se opone a la salida del émbolo cuando la boca de la jeringa está cerrada?
6. ¿Qué ha ocurrido cuando se consigue que el émbolo se deslice?
7. Calcule el porcentaje de error del valor de la presión obtenida comparada con el valor teórico.

Parte B. Presión hidrostática

1. Monte el manómetro en U, como se muestra en la figura 3.2.
2. Para medir la presión por debajo de un punto determinado dentro de un líquido, utilice la sonda en forma de gancho; para la presión sobre los lados de dicho punto, la sonda en ángulo recto; y para la presión por encima de ese punto, la sonda recta.
3. Seleccione una altura en el líquido para medir la presión, por ejemplo 5 cm. Sumerja la primera sonda y mida la diferencia de altura entre los brazos del manómetro (L_1); consigne dicho resultado en la tabla 3.2 de la cartilla.
4. Desplace la sonda (a la misma altura) hacia la pared derecha del recipiente y mida la diferencia de altura entre los brazos del manómetro (L_2); lleve el resultado a la tabla 3.2 de la cartilla.
5. Repita el procedimiento anterior, llevando la sonda hacia la izquierda (L_3), hacia al frente (L_4) y hacia atrás (L_5), conservando la misma altura y consigne los resultados en la tabla 3.2 de la cartilla.
6. Repita los procedimientos 3, 4 y 5 para medir la presión, emplee la otra sonda y conserve la misma altura. Complete la tabla 3.2 de la cartilla.

7. ¿A partir de los resultados obtenidos en la tabla 3.2 de la cartilla, ¿qué puede concluir acerca de la presión hidrostática?
8. Utilizando la sonda recta, sumérgjala en el agua 1 cm (h) desde la superficie del líquido y mida la diferencia de altura entre los brazos del manómetro (ΔL); lleve el resultado a la tabla 3.3 de la cartilla.
9. Repita el procedimiento anterior variando la altura (h) de la sonda en 1 cm hasta 10 cm y mida cada una de las diferencias de altura entre los brazos del manómetro (ΔL); complete la tabla 3.3 de la cartilla.
10. Calcule la presión hidrostática utilizando la diferencia de altura generada por el manómetro.
11. Haga una gráfica de P en función de h . ¿Qué tipo de gráfica obtuvo?
12. ¿Qué información relevante se puede obtener a partir de la ecuación de la gráfica?
13. Explique ¿porqué se utiliza para medir la presión hidrostática (P), la diferencia de nivel de agua (ΔL) en el manómetro?

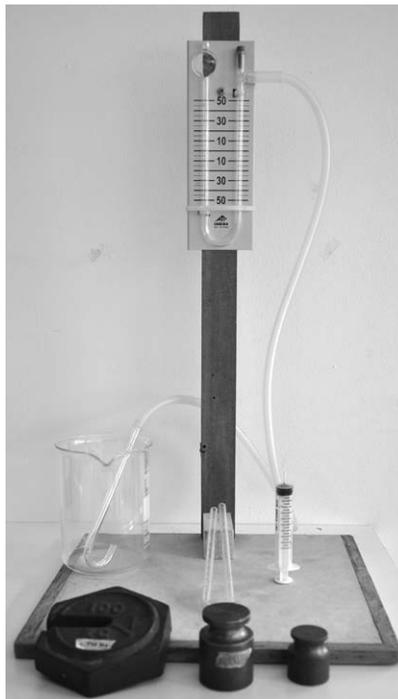


Figura 3.2 Montaje para medir la presión hidrostática

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. ¿Cómo se define la presión en un fluido estático?

.....
.....

3. Expresar la presión atmosférica en (N/cm^2), d/cm^2 , pascales, bares y psia.

4. Consulte el valor de la presión atmosférica en Manizales.

5. ¿Qué es un manómetro y cómo funciona?

.....
.....

6. Tome una jeringa, tape el orificio, hale el émbolo y suéltelo. ¿Qué sucede? ¿Por qué cree que pasa esto?

.....



.....
.....
7. La presión atmosférica, en diferentes lugares de la tierra a la misma altitud, ¿varia? Explique

.....
.....
.....

8. ¿Qué relación existe entre la presión atmosférica y el punto de ebullición de un líquido?

.....
.....
.....

9. Explique la diferencia que hay entre un manómetro y un barómetro.

.....
.....
.....

10. Cite tres aplicaciones industriales relacionadas con el concepto de presión.

.....
.....
.....





LABORATORIO 4

TEOREMA DE TORRICELLI

OBJETIVOS

1. Determinar cómo varía la velocidad de salida de un líquido por un orificio cuando se modifica la distancia entre este orificio y la superficie del líquido.
2. Analizar de qué depende la velocidad de salida del agua a través de un orificio practicado a un tanque, así como el alcance del chorro de agua.
3. Calcular el tiempo de vaciado de un tanque a través de un orificio y verificarlo experimentalmente.

PREINFORME

1. Escriba la ecuación que permite calcular la velocidad de un cuerpo en caída libre con velocidad inicial cero en función de la altura. ¿De qué depende dicha velocidad?
2. Muestre cómo puede obtenerse la velocidad inicial de un objeto que describe un movimiento semiparabólico.
3. Deduzca el teorema de Torricelli a partir del Teorema de Bernoulli.

MARCO TEÓRICO

El tiempo de vaciado de un tanque a través de un orificio en su fondo puede determinarse a partir del caudal de salida Q , el cual está dado por:

$$Q = vA_0 \quad (4.1)$$

donde v es la velocidad del fluido a la salida del orificio y A_0 es el área del mismo.

Teniendo en cuenta además que el caudal es la razón de cambio del volumen del tanque con el tiempo, se tiene que:

$$Q = \frac{dV}{dt} = -A_o v \quad (4.2)$$

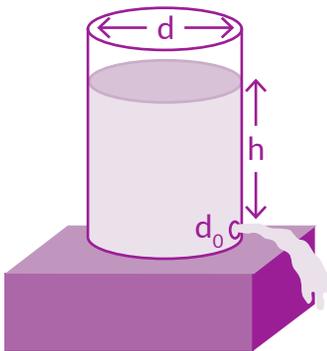
El signo menos indica que es un caudal de salida. La razón de cambio del volumen con el tiempo es particular para cada tanque, mientras la velocidad de salida del fluido es la misma para todos y está determinada mediante la ley de Torricelli, la cual establece que solo depende de la altura del fluido que está por encima del orificio; esta ley puede escribirse matemáticamente como:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (4.3)$$

donde h es la altura del fluido que está por encima del orificio. Reemplazando (4.3) en (4.2) se tiene la ecuación diferencial (4.4) que modela la salida de agua en un tanque a través de un orificio.

$$\frac{dV}{dt} = -A_o \sqrt{2gh} \quad (4.4)$$

Para un tanque cilíndrico se tiene que:



$$V = \pi r^2 h \quad \text{por tanto:}$$

$$\frac{dV}{dt} = \pi r^2 \frac{dh}{dt} \quad \text{la ecuación diferencial a resolver es:}$$

$$\pi r^2 \frac{dh}{dt} = -A_o \sqrt{2gh}$$

Al resolver esta ecuación diferencial se tiene que el tiempo de vaciado del tanque es:

$$t = \frac{A}{A_o} \sqrt{\frac{2h}{g}} = \left(\frac{d}{d_o} \right)^2 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (4.5)$$

Recipiente plástico cilíndrico con orificios	Cronómetro	Flexómetro
Recipiente plástico con orificios de varios tamaños	Calibrador	Cubeta

 PROCEDIMIENTO

Parte A. Velocidad de salida de un líquido por un orificio

1. Tome el recipiente de plástico en forma de cilindro al que se le han practicado orificios del mismo diámetro, empezando desde el fondo hacia arriba en una línea recta. Tape todos los orificios y llene el recipiente con agua hasta una altura deseada.
2. A continuación se van a ir destapando los orificios uno a uno en la medida que se indique, pero tenga en cuenta que se debe medir el alcance horizontal del chorro de agua en el primer instante que sale.

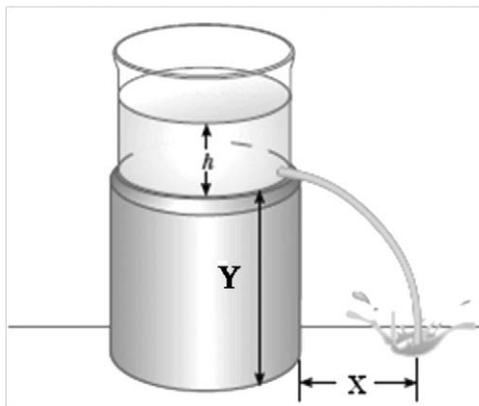


Figura 4.1 Esquema para estudiar la ley de Torricelli

3. Destape el orificio más cercano al fondo del tanque (ver figura 4.1); ¿qué trayectoria describe el agua al salir por el agujero?

4. Mida el alcance horizontal (X) en el momento inmediatamente después de salir por el agujero y la altura (Y) del mismo. Mediante ecuaciones de movimiento parabólico determine la velocidad (v_1) de salida; compare este valor con el de la velocidad (v_2) calculada mediante la ecuación 4.3 de la guía. Lleve los valores obtenidos a la tabla 4.1 de la cartilla.
5. Destape el agujero inmediatamente arriba del anterior y haga el mismo análisis que antes. Repita para todos los agujeros del recipiente. Lleve los valores obtenidos a la tabla 4.1 de la cartilla.
6. Compare las velocidades v_1 y v_2 .
7. Llene nuevamente el recipiente con todos los agujeros tapados. Ahora destape todos los agujeros a la vez y determine a qué altura está el agujero por el cual el agua obtiene el mayor alcance horizontal sobre la superficie en la cual se encuentra el recipiente. ¿De qué depende el alcance horizontal en este caso?

Parte B. Tiempo de vaciado de un tanque por un orificio

1. Ahora se va a determinar el tiempo que tarda el tanque en vaciarse por uno de los orificios de acuerdo con la ecuación 4.5 de la guía.
2. Tape todos los orificios y solo deje abierto aquel para el cual se va a calcular el tiempo de vaciado; deje que se vacíe el tanque por este orificio; cuando ha transcurrido el tiempo calculado, ¿puede considerarse que se ha vaciado todo el tanque? _____ Explique.
3. Llene el recipiente que tiene varios orificios de diferentes diámetros sobre la misma altura y observe cómo sale el agua por dichos orificios. ¿Depende la velocidad de salida del agua del área del agujero? Justifique su respuesta.

NOMBRE: **NOTA:**

» PREINFORME

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. Escriba la ecuación que permite calcular la velocidad de un cuerpo en caída libre con velocidad inicial cero en función de la altura. ¿De qué depende dicha velocidad?

.....
.....
.....

3. Muestre cómo puede obtenerse la velocidad inicial de un objeto que describe un movimiento semiparabólico.

.....
.....
.....

4. Deduzca el teorema de Torricelli a partir del Teorema de Bernoulli.





//////////////////// LABORATORIO 5 //////////////////////

CONDUCCIÓN DE CALOR EN METALES

OBJETIVOS

1. Estudiar la conducción de calor en los metales en función del material y las dimensiones del mismo.
2. Calcular los coeficientes de dilatación de diferentes materiales.

PREINFORME

1. ¿Qué representa físicamente el coeficiente de dilatación lineal de un material?
2. Consulte dos aplicaciones de la importancia de tener en cuenta la dilatación lineal en ingeniería.
3. Consulte los coeficientes de dilatación lineal de acero, cobre, latón, aluminio y vidrio.
4. Consulte la relación existente entre el flujo de calor a través de una varilla y su longitud, su diámetro y el tipo de material del que está hecho.
5. ¿Qué parámetro físico permite determinar qué tan buen conductor térmico es un material? Explique.

MARCO TEÓRICO

Por experiencia se sabe que cuando se sujeta el extremo de una barra metálica y se coloca el otro extremo en una llama, se percibe después de cierto tiempo que la barra se ha calentado en su totalidad aunque sólo esté en contacto con la llama una porción de ésta. El calor llega al extremo más frío por conducción a través del material. Los átomos de las regiones más calientes tienen una energía cinética promedio mayor que la de sus vecinos más fríos, así que los excitan y

les dan algo de su energía. Los átomos intercambian energía con sus vecinos, continuando así a través del material. Gran parte de los metales usan un mecanismo más efectivo para conducir calor y tiene que ver con el movimiento de los electrones.

Conducción de Calor: En muchos procesos de ingeniería es de gran importancia conocer y entender la razón a la cual se está transfiriendo la energía térmica entre un sistema y sus alrededores.

La forma de transferencia de calor en la cual el intercambio de energía ocurre de la región de mayor a la de menor temperatura por el movimiento cinético o el impacto directo de las moléculas se denomina *conducción*, como en el caso de los fluidos en reposo o por el arrastre de los electrones, como en los metales.

En un sólido (buen conductor eléctrico), un gran número de electrones libres se mueve alrededor de una estructura cristalina; por tanto, los materiales que son buenos conductores eléctricos son generalmente buenos conductores de calor (cobre, plata, etc.).

La ley básica de la conducción de calor basada en observaciones experimentales, proviene de Biot, la cual establece que la tasa de transferencia de calor por conducción (Q) en una dirección dada (x), es proporcional al área (A) normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura (T) en esa dirección, es decir:

$$Q_x = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (5.1)$$

donde k es la constante de proporcionalidad denominada *conductividad térmica* del material. Las unidades de Q son: J/s o Watts (W).

Dilatación Lineal: Todos los termómetros aprovechan el cambio en alguna propiedad con la temperatura, por ejemplo, el termómetro de mercurio aprovecha uno de los cambios más conocidos que ocurren en una sustancia y es el cambio de volumen en la medida en que varía su temperatura. Este fenómeno es conocido como **expansión térmica** y desempeña un papel muy importante en numerosas aplicaciones de ingeniería.

Con base en ciertos experimentos, se muestra que cuando un objeto de longitud L_o cambia su temperatura una pequeña cantidad ΔT , el objeto cambia su longitud en una cantidad ΔL que es proporcional a ΔT y a L_o en la siguiente forma:

$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T \quad (5.2)$$

Donde la constante de proporcionalidad α se denomina coeficiente promedio de expansión lineal, cuyas unidades son $(^\circ\text{C})^{-1}$.

MATERIALES

Base soporte de madera	Piedrecitas	4 Varillas
2 beaker	Agitador	Cronómetro
Calibrador	Termómetro	Electrodo
Copa brillante	Soporte de termómetro	Equipo de dilatación completo

PROCEDIMIENTO

Parte A. Conducción de calor en los metales

1. Realice el montaje que se muestra en la figura 5.1 de la guía. Ponga 200 ml de agua en el beaker y añada algunas piedrecitas.
2. Mida el diámetro y la longitud de cada una de las varillas de trabajo y consigne los resultados en la tabla 5.1 de la cartilla.
3. Ponga en la copa metálica 20 ml de agua fría; médala con exactitud.
4. Mida la temperatura del agua en la copa y anótela en $t=0$; lleve el resultado a la tabla 5.1 de la cartilla.
5. Caliente el agua del beaker hasta que hierva, empleando el electrodo.

6. Ubique el termómetro de forma que su punta de medida quede aproximadamente 1 cm por encima del fondo de la copa.

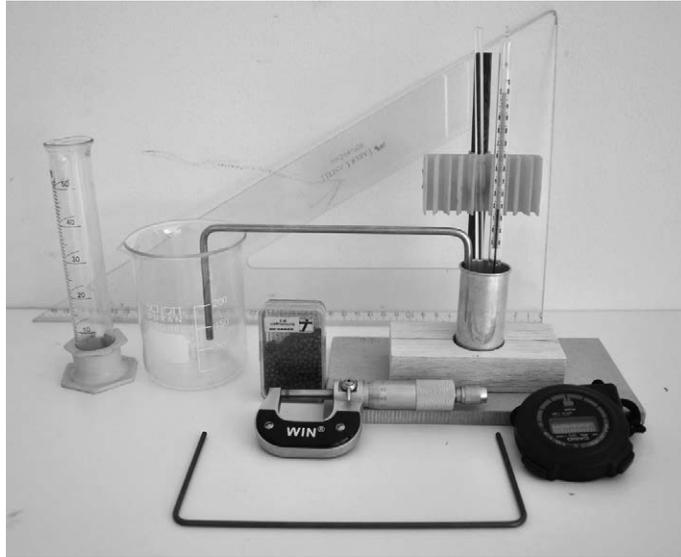


Figura 5.1 *Materiales para medir la conducción térmica en metales*

7. Coloque la primera varilla de cobre con un brazo en el agua hirviendo y el otro en la copa con agua fría y ponga en marcha el cronómetro. Agite regularmente el agua de la copa.

8. Mida cada minuto la temperatura del agua de la copa y anote los valores en la tabla 5.1 de la cartilla. Termine la medición a los 10 minutos.

9. Realice el mismo experimento con las otras varillas; lleve los valores a la tabla 5.1 de la cartilla.

10. Realice una gráfica de T vs t para el cobre y el aluminio de iguales dimensiones en el mismo plano.

11. Analizando las gráficas anteriores, ¿puede decirse que depende el flujo de calor del tipo de material empleado? Explique.

12. Realice una gráfica de T vs t para las tres varillas de cobre en el mismo plano.

13. Analizando el gráfico anterior para las dos varillas de cobre de igual diámetro, ¿cómo se relacionan el flujo de calor con la longitud de la varilla?

14. Analizando el gráfico anterior para las dos varillas de cobre de igual longitud y diferente diámetro, ¿cómo se relacionan el flujo de calor con el diámetro de la varilla?

Parte B. Coeficiente de dilatación lineal

1. Realice el montaje para dilatación lineal que se muestra en la figura 5.2. Mida la temperatura ambiente y anótela. Conecte el generador de vapor, asegurándose de que haya agua en el recipiente metálico y póngalo en un valor bajo (1 ó 2); tenga cuidado de que no se estrangule la manguera, ya que se pueden producir quemaduras.



Figura 5.2. Montaje para dilatación lineal

2. Espere hasta que salga agua condensada y vapor por los tubos de metal. Observe las agujas hasta que dejen de moverse. Tome los valores del desplazamiento de las agujas para los tres tubos y anótelos en la tabla 5.2 de la cartilla; tenga en cuenta medir este desplazamiento hasta el punto para el cual tomó la longitud de la aguja.

3. Calcule el valor del ángulo (θ) de acuerdo con el triángulo formado; tenga en cuenta que la dilatación Δl del material está relacionada con el ángulo de la aguja por $\Delta l = 2\pi r\theta$, donde θ está en radianes y r es el radio de giro de la aguja ($r=0,2 \text{ mm}$). Lleve los valores a la tabla 5.2 de la cartilla.

4. Calcule el coeficiente de dilatación lineal para los tres materiales empleando la ecuación 5.1 y compárelos con los que consultó en el preinforme.

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. ¿Qué representa físicamente el coeficiente de dilatación lineal de un material?

.....
.....

3. Consulte dos aplicaciones de la importancia de tener en cuenta la dilatación lineal en ingeniería.

.....
.....

4. Consulte los coeficientes de dilatación lineal de acero, cobre, latón, aluminio y vidrio.

5. Consulte la relación existente entre el flujo de calor a través de una varilla y su longitud, su diámetro y el tipo de material del que está hecho.

6. Consulte dos aplicaciones de la importancia de tener en cuenta la dilatación lineal en ingeniería.

.....
.....



LABORATORIO 6

CALORIMETRÍA

OBJETIVOS

1. Determinar la relación existente entre el calor, la masa y el cambio en la temperatura de un material.
2. Determinar experimentalmente el calor específico de un material desconocido e identificarlo.

PREINFORME

1. Defina los siguientes conceptos: Ley cero y Primera ley de la termodinámica.
2. Si dos sustancias a temperaturas diferentes se ponen en contacto térmico, ¿la temperatura final del equilibrio será el promedio de las temperaturas iniciales? Explique.
3. Si se tiene una gráfica lineal Q (calor) vs ΔT (cambio en la temperatura), ¿qué representa la pendiente?
4. ¿Qué unidades tiene: el calor, la potencia, el voltaje, la corriente, la temperatura?
5. Se tiene una cantidad de agua de masa m a una temperatura T_0 dentro de un recipiente de metal y se introduce un trozo de un material desconocido a una temperatura T_i . Si el sistema permanece aislado y se deja que alcance el equilibrio termodinámico la temperatura medida es T_m . Encuentre una expresión para hallar el c_p del trozo de material desconocido, empleando las ecuaciones del marco teórico.
6. Consulte el calor específico de: Agua, aluminio, hierro, vidrio, cobre.

MARCO TEÓRICO

En un sistema cerrado, la energía puede cruzar su frontera en dos formas distintas: *calor* y *trabajo*. Con base en la experiencia se puede decir que si se deja un recipiente con líquido frío, en algún momento alcanzará la temperatura ambiente, mientras que un pan recién horneado se enfriará. Cuando un cuerpo es colocado en un medio que se encuentra a una temperatura diferente, ocurre una transferencia de energía (en forma de calor) hasta que se establece un equilibrio térmico, y la dirección de esta transferencia es siempre del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura.

Antes de comprender que el calor era una forma de energía, los científicos lo definieron en función de los cambios de temperatura de un cuerpo, y por tanto se definió la **caloría** (cal) como *la cantidad de calor que se necesita para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14.5 °C a 15.5 °C*. Pero en la actualidad, en honor a James Joule, quien encontró el equivalente mecánico del calor (**1 cal = 4.186J**), los científicos emplean cada vez más la unidad de energía del SI, el *joule*, para el calor.

En la mayoría de los casos, cuando a una sustancia se le añade calor (sin hacer trabajo), suele aumentar su temperatura; pero la cantidad de energía térmica necesaria para elevar la temperatura de una masa dada de una sustancia en cierta cantidad varía de una sustancia a otra. Entonces, se define el **calor específico** c_p de una sustancia como la cantidad de calor (Q) necesaria por unidad de masa (m) para elevar la temperatura (T) de esa muestra en 1 grado Celsius, es decir:

$$c \equiv \frac{Q}{m\Delta T} \quad \text{por lo tanto} \quad Q = mc\Delta T \quad (6.1)$$

Para el caso particular de una resistencia eléctrica el calor se puede expresar en función del voltaje aplicado (V), la corriente (I) y el tiempo (t) como:

$$Q = VIt \quad (6.2)$$

Cuando dos o más sustancias de diferente temperatura se encuentran en contacto térmico, como se mencionó antes, sucede una transferencia de energía en forma de calor; y al establecer el equilibrio térmico, los de mayor temperatura pierden calor y los de menor temperatura la ganan, con lo cual se puede deducir que:

$$Q_{\text{ganado}} = -Q_{\text{cedido}} \quad (6.3)$$

MATERIALES

Calorímetro de vidrio	Calorímetro de aluminio	Termómetro
Filamento	Material para análisis	Cables de conexión
Multímetro	Cronómetro	Fuente
Probeta	Electrodo	

PROCEDIMIENTO

Parte A. Rapidez de calentamiento del agua

1. Mida 100 ml de agua con la probeta y viértalos en el calorímetro de vidrio; inserte en la tapa de icopor el filamento, el agitador y el termómetro en los orificios destinados para cada uno como indica la figura 6.1. Tape el calorímetro.
2. Conecte el filamento con los cables a la salida de tensión alterna 12 V con la fuente apagada.

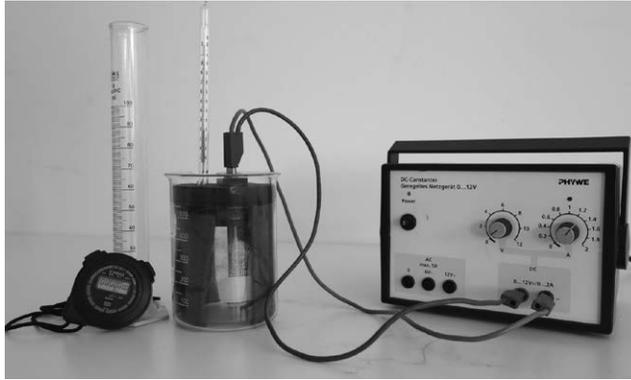


Figura 6.1 Montaje experimental rapidez de calentamiento del agua

3. Mida la temperatura inicial del agua y anótela en la tabla 6.1 en $t = 0$.
4. Encienda la fuente de alimentación y ponga en marcha al mismo tiempo el cronómetro. Tome los datos de corriente y voltaje respectivos.
5. Mida la temperatura del agua después de 2, 3, 4 y 5 minutos. Antes de leer agite el agua cuidadosamente; anote los valores en la tabla 6.1 de la cartilla.
6. Apague la fuente de alimentación. Tenga cuidado de no tener la fuente encendida cuando el filamento no esté en agua, ya que puede fundirlo.
7. Repita el experimento con 150 y 200 ml de agua. Anote los datos en la tabla 6.1 de la cartilla. Antes no olvide enfriar el calorímetro enjugándolo y secándolo bien.
8. Calcule el calor suministrado para cada tiempo medido; lleve los datos a la tabla 6.2 de la cartilla y anote las unidades que tendría esta cantidad. Calcule los $\Delta T = T - T_0$ para cada caso y anote los resultados en la tabla 6.2 de la cartilla.
9. Haga una gráfica de Q vs ΔT para cada masa de agua en la misma gráfica. ¿Qué puede decir de la relación entre el calor y el cambio en la temperatura?
10. Haga una gráfica de Q total (para todo el tiempo de calentamiento) vs m . ¿Qué puede decir de la relación entre el calor y la masa a calentar?
11. Escriba matemáticamente (directamente o inversamente proporcionales) las dos relaciones en una sola ecuación.

Parte B. Cálculo del c_p de un material desconocido

1. Mida 100 ml de agua con la probeta y viértalos en el calorímetro de aluminio. Ponga en la tapa el agitador y el termómetro (sin usar el filamento) y tape el calorímetro. Determine la masa del calorímetro y sus aditamentos. Determine la masa del agua. Mida la temperatura inicial del agua $T_o = \underline{\hspace{2cm}}$
2. Ponga a calentar agua en un beaker empleando el electrodo. Ate el elemento a medir con una cuerda y póngalo dentro del agua que está calentando, teniendo cuidado de que no toque las paredes ni el fondo del recipiente (ver figura 6.2).

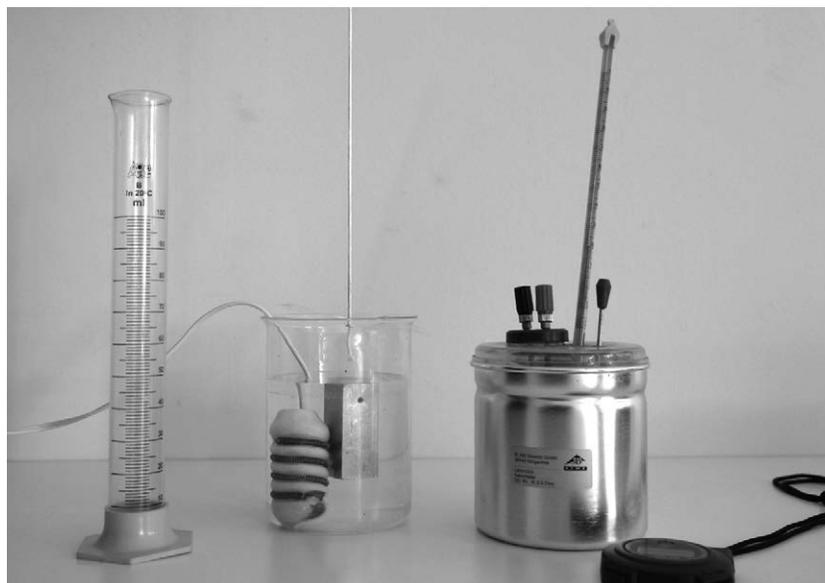


Figura 6.2 Montaje experimental para el cálculo del c_p de un material desconocido

3. Cuando el agua esté hirviendo pase rápidamente el elemento al calorímetro y tápelo.
4. Mida la temperatura del agua después de cada minuto hasta que se alcance el equilibrio termodinámico; tome la temperatura de equilibrio $T_f = \underline{\hspace{2cm}}$
5. Calcule el c_p empleando la ecuación hallada en el preinforme; tenga en cuenta que el calorímetro también participa en la transferencia de calor.
6. De acuerdo con el valor calculado de c_p ¿de qué material está hecho el elemento estudiado? ¿Cuál sería el porcentaje de error del valor obtenido?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. Defina los siguientes conceptos:

a) Ley cero de la termodinámica

.....
.....
.....
.....

b) Primera ley de la termodinámica

.....
.....
.....
.....

3. Si dos sustancias a temperaturas diferentes se ponen en contacto térmico, ¿la temperatura final del equilibrio será el promedio de las temperaturas iniciales? Explique.

.....
.....
.....
.....



4. Si se tiene una gráfica lineal Q (calor) vs ΔT (cambio en la temperatura) ¿qué representa la pendiente?

.....

.....

5. ¿Qué unidades tienen: el calor, la potencia, el voltaje, la corriente, la temperatura?

6. Se tiene una cantidad m de agua a una temperatura T_0 dentro de un recipiente de metal y se introduce un trozo de un material desconocido a una temperatura T_i . Si el sistema permanece aislado y se deja que alcance el equilibrio termodinámico la temperatura medida es T_m . Encuentre una expresión para hallar el c_p del trozo de material desconocido empleando las ecuaciones del marco teórico.

7. Consulte el calor específico de: Agua, aluminio, hierro, vidrio, cobre.





LABORATORIO 7

PÉNDULO SIMPLE

OBJETIVOS

1. Defina: la relación entre la variable período de oscilación de un péndulo simple y su masa, su longitud y el ángulo.

PREINFORME

1. Definir: Péndulo simple, péndulo físico, péndulo de torsión, periodo, frecuencia, Movimiento Armónico Simple (MAS).

2. ¿Bajo qué condiciones el movimiento pendular puede ser considerado un MAS?

3. ¿El período de oscilación de un reloj de péndulo es el mismo en Manizales que en París? ¿Por qué?

4. Construya la gráfica de la función $y = \frac{2\pi}{3} \sqrt{x}$

MARCO TEÓRICO

Todos los movimientos que se observan en los cuerpos pueden clasificarse en movimiento de traslación o de rotación. Estos a su vez pueden ser periódicos o no. En este trabajo de laboratorio se analizará el más simple de los movimientos periódicos, es el caso del péndulo simple. Si la masa de la cuerda de un péndulo es despreciable en comparación con la masa del cuerpo suspendido, y la amplitud de oscilación es pequeña, el péndulo realiza un MAS.

La existencia de rozamiento en todo péndulo real hace que la amplitud del movimiento decaiga con el tiempo, manteniéndose las oscilaciones.

En la figura 7.1 se observa un péndulo simple constituido por una cuerda de longitud L y una bola de masa m , y de igual manera se muestran las fuerzas que actúan sobre la bola. Sea s la longitud del arco medido desde la parte inferior de la circunferencia, y como la longitud del arco está relacionada con el ángulo ϕ por: $s = l\phi$ (longitud del arco de un sector circular), entonces, de acuerdo con la segunda ley de Newton se tiene que:

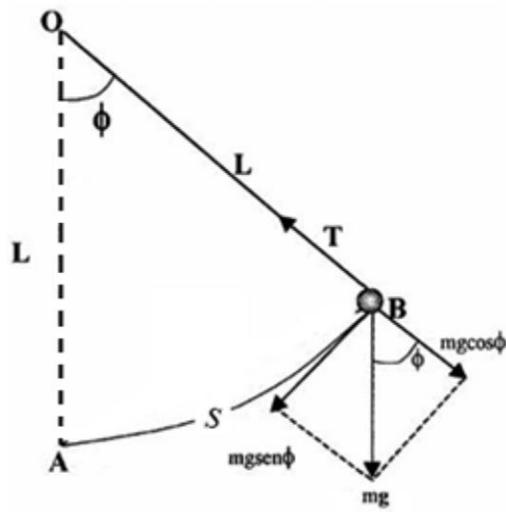


Figura 7.1 Esquema péndulo simple

$$T - mg \cos \phi = 0 \quad (7.1)$$

$$-mg \sin \phi = ma_t \quad (7.2)$$

donde: $a_t = \frac{d^2s}{dt^2}$ y como $s = L\phi$, entonces: $a_t = L \frac{d^2\phi}{dt^2}$. Ahora, eliminando las masas en la ecuación 7.2 y sustituyendo a_t , se tiene que:

$$L \frac{d^2\phi}{dt^2} = -g \sin \phi \quad (7.3)$$

L es la longitud del péndulo. Ahora, si el ángulo ϕ es muy pequeño se tiene que $\sin \phi \approx \phi$, con lo cual, la ecuación 7.3 se reduce a:

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} = -\frac{g}{L}\phi \quad (7.4)$$

La ecuación 7.4 representa una ecuación diferencial lineal homogénea de segundo orden con coeficientes constantes, cuya solución hace parte de un curso de ecuaciones diferenciales. En este punto sólo nos interesa saber que dicha ecuación representa un modelo matemático de un movimiento armónico simple (MAS), de la cual se obtiene que:

$$\omega^2 = \frac{g}{L} \quad \text{y} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (7.5)$$

donde ω es la velocidad angular del sistema y T representa el período de oscilación.

MATERIALES

Soporte universal fijo	Transportador
Cuerda	Regla
Juego de pesas	Cronómetro o contador digital
Sensor	Cables

PROCEDIMIENTO

Parte A. Variación del periodo con el ángulo

1. Tome una cuerda de una determinada longitud y un objeto de cualquier masa para que construya un péndulo simple (ver figura 7.1). Realice con este diez oscilaciones para encontrar el período de oscilación del sistema, pero variando

el ángulo de separación con respecto al punto de equilibrio para completar la tabla 7.1. Si está usando el sensor mida el periodo directamente solo para cuatro oscilaciones.

2. Calcule el error relativo del período obtenido con los ángulos de 5° , 10° . Ahora haga lo mismo, pero con los ángulos de 20° y 30° .

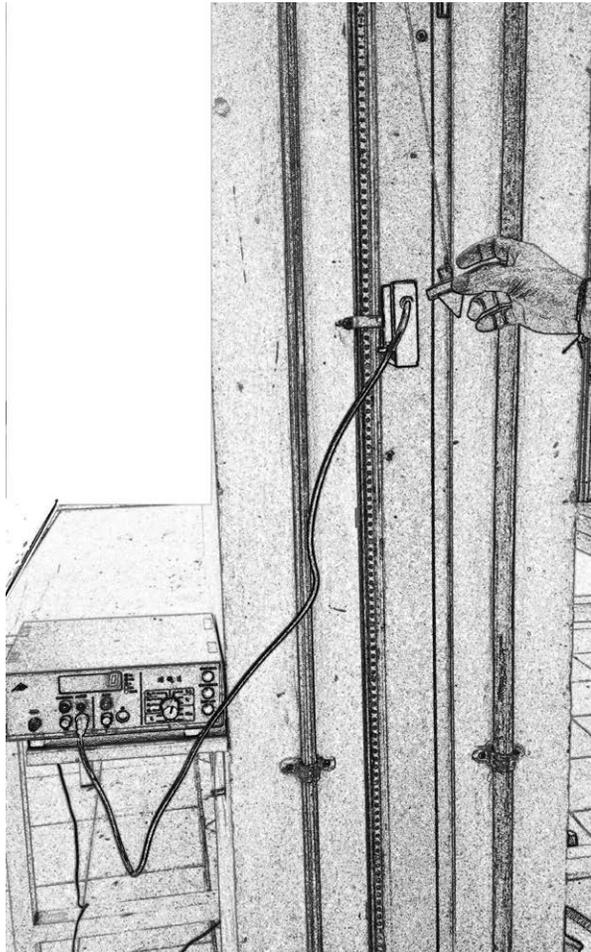


Figura 7.2 Montaje péndulo simple con sensor

Parte B. Variación del periodo con la longitud

1. Utilice una cuerda de aproximadamente 1 m de longitud y construya con ella un péndulo simple de longitud deseada adicionándole un objeto de una masa determinada. Realice 10 oscilaciones y cronométre las (calcule el tiempo de estas) para encontrar el período. Si está usando el sensor mida el periodo directamente solo para cuatro oscilaciones.
2. Repita el punto 1 variando la longitud y manteniendo la masa constante para completar la tabla 7.2 de la cartilla.
3. Realice una gráfica de $T = f(L)$. ¿Qué tipo de gráfica se obtuvo? ¿Qué relación existe entre las variables T y L ?
4. Linealice y con el método de los mínimos cuadrados obtenga la pendiente y el coeficiente de correlación para verificar que la suposición en el tipo de relación entre las variables es correcta.
5. Escriba una ecuación matemática que relacione estas dos variables de acuerdo con los resultados de la linealización.
6. Compare la ecuación obtenida con la ecuación teórica y halle el porcentaje de error entre las constantes de ambas ecuaciones.

Parte C. Variación del periodo con la masa

1. Realice el mismo procedimiento de la parte B, pero esta vez mantenga una longitud constante y varíe la masa. Complete la tabla 7.3 de la cartilla.
2. Construya una gráfica de $T = f(m)$. ¿Qué gráfica obtuvo? ¿Existe alguna relación entre T y m ?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....

.....

2. Defina los siguientes conceptos:

a) Péndulo simple

.....

.....

b) Péndulo físico

.....

.....

c) Péndulo de torsión

.....

.....

d) Periodo

.....

.....

e) Frecuencia

.....

.....

f) Movimiento Armónico Simple (MAS).

.....

.....

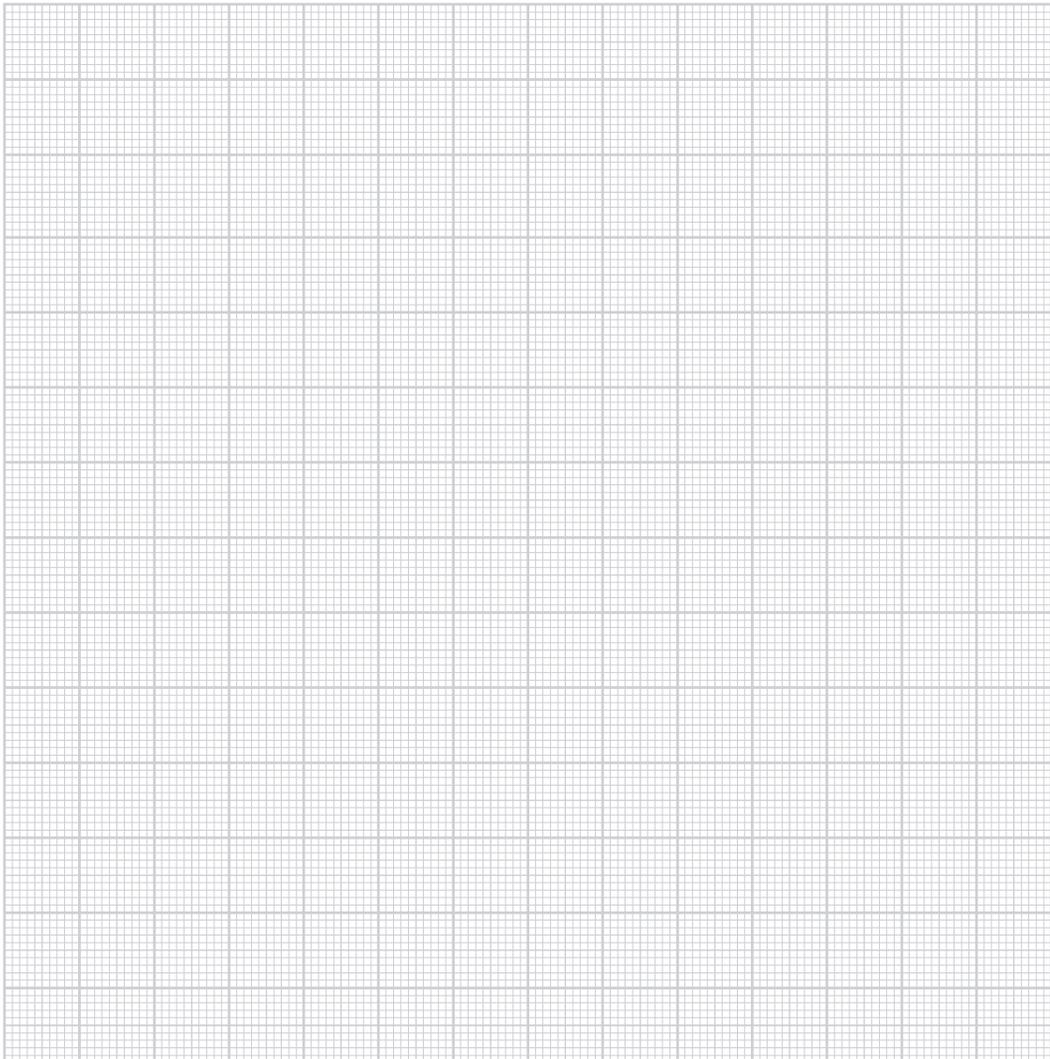
3. ¿Bajo qué condiciones el movimiento pendular puede ser considerado un MAS?

.....



4. ¿El período de oscilación de un reloj de péndulo es el mismo en Manizales que en París? ¿Por qué?

5. Construya la gráfica de la función $y = \frac{2\pi}{3} \sqrt{x}$





LABORATORIO 8

PÉNDULO FÍSICO

OBJETIVOS

1. Calcular de manera práctica, el centro de masa de un objeto rígido.
2. Deducir el momento de inercia de un péndulo físico con base en el período de oscilación de éste.
3. Hallar el momento de inercia para el centro de masa de un cuerpo rígido conociendo su período de oscilación.

PREINFORME

1. Consultar: Momento de inercia, teorema de ejes paralelos, centro de masa.
2. ¿Cuáles son las unidades del momento de inercia?
3. Consulte las expresiones para obtener el momento de inercia de un cilindro hueco y un cilindro sólido o disco.
4. Si se cuelga un objeto en su centro de masa, ¿Puede oscilar?, ¿Por qué?

MARCO TEÓRICO

Péndulo Físico

Se define así a un objeto que se cuelga y se hace oscilar alrededor de un eje fijo que no pasa por su centro de masa (CM), y no puede aproximarse como una masa puntual.

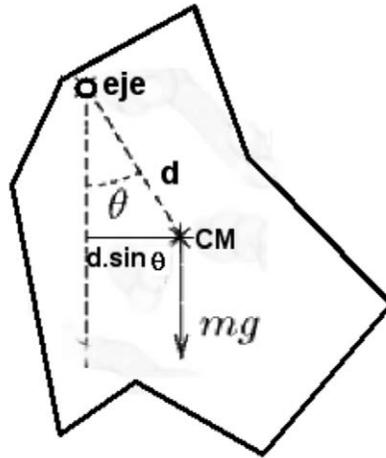


Figura 8.1 Objeto rígido que gira alrededor de un eje fijo

Si se considera el objeto rígido que se muestra en la figura 8.1, el cual se hace girar alrededor del eje O que está a una distancia d del centro de masa (CM), cuando se desplaza un ángulo θ de su punto de equilibrio, el momento de torsión estará dado por el producto entre el peso (mg) y el brazo $d \sin \theta$. Su magnitud está dada por: $mg \cdot d \sin \theta$. Por lo tanto, si se sabe que $\tau = I\alpha$, donde τ es el momento de torsión y α la aceleración angular, entonces:

$$-mgd \sin \theta = I \frac{d^2 \theta}{dt^2} \quad (8.1)$$

Donde I representa el momento de inercia del objeto rígido alrededor del eje que pasa por O . Para ángulos pequeños, entonces es válido aproximar a $\sin \theta \approx \theta$, y la ecuación del movimiento (8.1) se reduce a:

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = - \left(\frac{mgd}{I} \right) \theta = -\omega^2 \theta \quad (8.2)$$

La cual representa el modelo matemático de un movimiento armónico simple (MAS). La solución de esta ecuación diferencial permite obtener el periodo T , cuyas ecuaciones son:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (8.3)$$

MATERIALES

2 Cuerpos irregulares	Marcador	Escuadra	Disco graduado
Soporte de madera	1 Cilindro Sólido	Cronómetro	

PROCEDIMIENTO

Parte A. Centro de masa

1. Seleccione un objeto rígido para calcular su centro de masa.
2. Cuelgue de un extremo el objeto rígido seleccionado, de tal manera que se mueva libremente y déjelo hasta que se localice en su punto de equilibrio (quede alineado con la gravedad) para trazar una línea vertical (ver figura 8.1).
3. Repetir el paso anterior, colgándolo de otros dos extremos.
4. El centro de masa será entonces el punto de intersección de estas líneas.

Parte B. Péndulo físico

1. Calcule el período (T) de oscilación del objeto anterior, tomando el tiempo para 10 oscilaciones al separarlo de su posición de equilibrio un ángulo menor a 15° .
2. Mida la distancia (d) entre el eje de giro y el centro de masa. Calcule el momento de inercia (I) para el objeto. Lleve los resultados a la tabla 8.1 de la cartilla.

3. Repita el procedimiento anterior 4 veces más con el mismo objeto, variando el extremo del que se sujeta. Complete la tabla 8.1 de la cartilla.



Figura 8.2 Montaje Péndulo Físico

4. Con base en el Teorema de Ejes Paralelos ($I = md^2 + I_{CM}$), realice el proceso necesario de linealización y por mínimos cuadrados encuentre la ecuación que correlaciona estas variables.

5. Encuentre el momento de inercia del centro de masa del objeto con base en la ecuación obtenida por el método de mínimos cuadrados.

Parte C. Momento de Inercia de un sólido regular

1. Tome un disco sólido y realice los mismos pasos de la parte B. Complete la tabla 8.2 de la cartilla.
2. Empleando el valor obtenido del momento de inercia, realice los cálculos necesarios y compare este resultado con el momento de inercia del disco sólido que consultó en el preinforme. Complete la tabla 8.2 de la cartilla.

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. Consultar:

a) Momento de inercia

.....
.....

b) Teorema de ejes paralelos

.....
.....

c) Centro de masa

.....
.....

3. ¿Cuáles son las unidades del momento de inercia?

4. Consulte las expresiones para obtener el momento de inercia de un cilindro hueco y un cilindro sólido o disco.

5. Si se cuelga un objeto en su centro de masa, ¿puede oscilar? ¿Por qué?

.....
.....



//////////////////// LABORATORIO 9 //////////////////////

SISTEMA CUERPO RESORTE

OBJETIVOS

1. Deducir el período de un sistema ideal cuerpo resorte en función de la constante de elasticidad y de la masa.
2. Analizar los factores que intervienen en el amortiguamiento de un sistema cuerpo resorte.

PREINFORME

1. Consulte: Período, constante elástica de un resorte, amortiguamiento de un resorte.
2. ¿El movimiento de un sistema masa resorte puede ser considerado como un movimiento armónico simple (**MAS**)? ¿Por qué?
3. ¿El período de oscilación de un sistema masa resorte es el mismo en la tierra que en la luna? Explique.
4. ¿Qué se entiende por amortiguamiento?

MARCO TEÓRICO

Fuerza Elástica Recuperadora

Cuando se aplica una fuerza a un resorte, este se opone a la deformación y ejerce una fuerza elástica recuperadora sobre el cuerpo que lo deforma. Dicha fuerza elástica recuperadora es igual y de signo opuesto al producto de la deformación del resorte por una constante, siempre que no se sobrepase el límite elástico. La expresión que representa dicha fuerza está dada por:

$$\vec{F} = -k\vec{\Delta}l \quad (9.1)$$

Donde F es la fuerza elástica recuperadora, k la constante de proporcionalidad denominada *constante elástica* del resorte y Δl la deformación (alargamiento o compresión).

Si en un caso particular se aprovecha la fuerza gravitacional de un cuerpo suspendido del resorte, se tiene por la sumatoria de fuerzas indicadas en la figura 9.1 que:

$$mg = k\Delta l$$

Cada vez que se aplique más masa, se llegará a una nueva posición de equilibrio cuando el resorte se estire lo suficiente hasta que la fuerza recuperadora iguale a la deformadora.

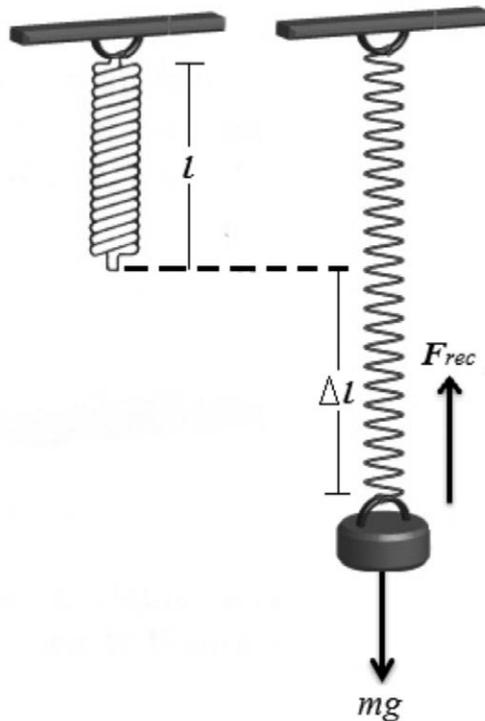


Figura 9.1 Fuerza elástica recuperadora

Movimiento Armónico Simple

Cuando la fuerza de restitución que actúa sobre un resorte es directamente proporcional al desplazamiento con respecto al equilibrio y no se tiene en cuenta la fricción del medio, la oscilación se denomina movimiento armónico simple que se abrevia como **MAS**. En este movimiento la aceleración (a) no es constante y está dada como:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \quad (9.2)$$

donde x es la posición de la masa en un tiempo t dado.

Al resolver esta ecuación diferencial se tiene que el período de la oscilación está dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (9.3)$$

Los sistemas oscilantes idealizados no tienen fricción; por tanto, no hay fuerzas disipativas y la energía mecánica total es constante, con lo cual dicho sistema puesto en movimiento sigue oscilando eternamente sin disminución de la amplitud.

Sin embargo, los sistemas del mundo real siempre tienen fuerzas disipadoras, y las oscilaciones cesan con el tiempo si no hay un mecanismo que reponga la energía mecánica disipada. Al no haber más energía disponible, la amplitud de las oscilaciones del péndulo disminuirá. La disminución de la amplitud causada por fuerzas disipadoras se denomina **amortiguación** y el movimiento correspondiente se llama **oscilación amortiguada**. Si la fuerza de amortiguación es relativamente pequeña y b es el coeficiente de amortiguamiento, el movimiento está descrito por:

$$x = Ae^{-(b/2m)t} \cos(\omega t + \phi) \quad (9.4)$$

La frecuencia angular de la oscilación ω está dada por

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} \quad (9.5)$$

MATERIALES

Base soporte	Platillo para pesas	Beaker
Resorte 1.5 N/m y 3N/m	Escuadra	Pesas
Cronómetro	Disco de cartón con orificio	Agua

PROCEDIMIENTO

Parte A. Movimiento armónico simple

1. Cuelgue el resorte de constante elástica conocida del soporte universal con una masa de 60 g incluyendo el portapesas; desplácelo levemente de su posición de equilibrio (ver figura 9.2).



Figura 9.2
Montaje Movimiento
Armónico Simple

2. Averigüe con el cronómetro el tiempo necesario para 10 oscilaciones, Anote los valores en la tabla 9.1 y calcule el período de oscilación del sistema.
3. Repita el procedimiento para las masas de 80, 100 y 120 g; complete la tabla 9.1 de la cartilla.
4. Trace la gráfica de masa en función del periodo. ¿Qué tipo de gráfica obtuvo? ¿Qué tipo de relación existe entre los dos parámetros?
5. Linealice las curvas y obtenga: el intercepto, la pendiente y la ecuación que relaciona las variables.
6. Halle el valor de la constante elástica del resorte, a partir de la ecuación obtenida.
7. Compare el valor obtenido con el valor teórico.

Parte B. Movimiento armónico simple amortiguado

1. Empleando el resorte de constante de elasticidad de 3 N/m, cuelgue en él una masa de 80 g y desde su posición de equilibrio alárguelo 10 cm y suéltelo para generar un movimiento oscilatorio. Observe cuál es el alargamiento del sistema a los 30 segundos y consigne el resultado L_1 en la tabla 9.2. Lea los alargamientos del oscilador cada $\frac{1}{2}$ minuto, hasta 2 minutos. Lleve los valores a la tabla 9.2 de la cartilla.
2. Coloque el disco de cartón con orificio, cargue el resorte con una masa de 80 g, alargue de nuevo el muelle en 10 cm y determine los alargamientos L_2 en los tiempos establecidos. Anote los valores en la tabla 9.2.
3. La disminución de la amplitud de las oscilaciones se denomina amortiguamiento. Calcule en cm y en tanto por ciento, en cuánto ha descendido la amplitud (el alargamiento) L_1, L_2 después de 2 minutos. Compare los resultados. ¿Qué encuentra? ¿Cuál de los dispositivos tiene mayor amortiguamiento? ¿Por qué?
4. Lleve a un diagrama los valores de la tabla 9.2 de la cartilla de medidas en el aire, $L_1 = f(t)$ y $L_2 = f(t)$. ¿Alcanza la amplitud un valor límite?
5. Si el sistema cuerpo resorte se hace oscilar dentro de un recipiente con agua, ¿qué cree que sucederá y cómo serán sus oscilaciones?
6. ¿En cuál de los tres casos (en el aire, con el cartón y en el agua) Considera que se tendrá un mayor amortiguamiento?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....

.....

2. Consultar:

a) Periodo

.....

.....

b) Constante elástica de un resorte

.....

.....

c) Amortiguamiento de un resorte

.....

.....

3. ¿El movimiento de un sistema masa resorte puede ser considerado como un movimiento armónico Simple? ¿Por qué?

.....

.....

4. ¿El período de oscilación de un sistema masa resorte es el mismo en la tierra que en la luna? Explique.

.....

.....

5. ¿Qué se entiende por amortiguamiento?

.....

.....



LABORATORIO 10

ONDAS ESTACIONARIAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES

OBJETIVOS

1. Analizar las ondas estacionarias transversales y longitudinales.
2. Determinar la relación entre la frecuencia fundamental de vibración de una cuerda y las otras frecuencias para ondas estacionarias.
3. Determinar la relación entre el número de armónicos, la longitud y la tensión para ondas estacionarias.

PREINFORME

1. Defina los siguientes conceptos: Densidad lineal, nodo, antinodo, número de armónicos.
2. ¿Cuál es la frecuencia del voltaje obtenido de la red eléctrica?
3. ¿Qué diferencia existe entre una onda longitudinal y transversal? Dé un ejemplo de cada una.
4. ¿Cómo funciona y qué es un aparato de Melde?
5. ¿Qué es una longitud de onda?
6. ¿De qué depende la velocidad de propagación de una onda en una cuerda y en un resorte?

MARCO TEÓRICO

Una onda estacionaria es el resultado de la superposición de dos ondas planas idénticas que se propagan en la misma dirección, pero en sentidos opuestos. Se caracteriza por una sucesión de nodos y antinodos que mantienen entre sí una

distancia de $\lambda/4$ (nodo-antinodo consecutivo). Un ejemplo sencillo de una onda estacionaria es la onda estacionaria por reflexión que se puede observar en una cuerda o un resorte con extremos fijos.

Si consideramos ondas en una cuerda elástica de longitud L con ambos extremos fijos (ver figura 10.1), la onda estacionaria que se puede formar ha de tener nodos en ambos extremos. La condición de onda estacionaria para cuerdas con extremos fijos es:

$$L_n = n \frac{\lambda}{2} \quad (10.1)$$

Donde n , es el número de armónicos y puede tomar valores de 1,2,3,... y λ es la longitud de onda. La cuerda entra en resonancia cuando se excita con frecuencias (f) correspondientes a las longitudes de onda anteriores:

$$f = \frac{v}{\lambda} = n \frac{v}{2L} = n f_1 \quad (10.2)$$

Donde $n = 1$ corresponde al modo fundamental de vibración, en el cual la cuerda vibra a una frecuencia $f_1 = \frac{v}{2L}$, que es la excitación más baja que da lugar a la formación de una onda estacionaria. Según vamos aumentando la frecuencia de vibración, observaremos el segundo armónico ($f_2 = 2f_1$) o el tercer armónico ($f_3 = 3f_1$), etc.

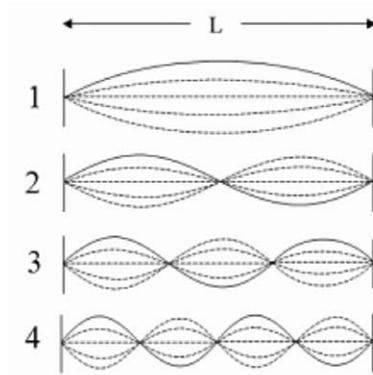


Figura 10.1. Modos normales de vibración de una cuerda sujeta por ambos extremos.

La velocidad de propagación de ondas en resortes o cuerdas elásticas viene dada por:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (10.3)$$

Donde F es la fuerza aplicada sobre el resorte o la cuerda elástica y μ es la densidad lineal del medio por donde se propagan las ondas.

MATERIALES

Vibrador eléctrico	Generador de funciones	Cuerda elástica
Resorte	Flexómetro	Cables de conexión
Base soporte para ondas estacionarias	Dinamómetro	

PROCEDIMIENTO

Parte A. Frecuencia fundamental de vibración de una cuerda

1. Determine la densidad lineal de la cuerda de trabajo (debe tener los datos de masa y longitud de la cuerda).
2. Ate la cuerda al dinamómetro, pásela por la polea y conecte el otro extremo al vibrador eléctrico, tratando que la tensión no sea superior a 1,5 N. Conecte el vibrador con el generador de funciones; como se muestra en la figura 10.2.

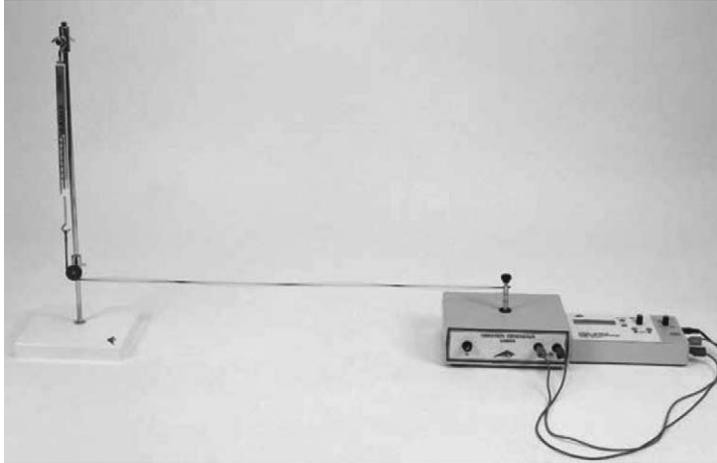


Figura 10.2. Montaje experimental de ondas estacionarias en una cuerda.

3. Conecte el generador de funciones a la red eléctrica y póngalo en funcionamiento.
4. Manteniendo la longitud y la tensión en la cuerda constantes, y empezando desde el valor mínimo de frecuencia, empiece a variarla (en décimas) hasta que observe la formación de un nodo bien definido.
5. Anote la longitud y la tensión de la cuerda para el primer armónico. Lleve el resultado a la tabla 10.1 de la cartilla.
6. Calcule la frecuencia fundamental de vibración de la cuerda.
7. Repita el procedimiento anterior para encontrar dos, tres y cuatro armónicos. Complete la tabla 10.1 de la cartilla.
8. Calcule la velocidad de propagación de las ondas a lo largo de la cuerda.
9. Construya una gráfica de frecuencia en función del número de armónicos para cada una de las configuraciones.
10. Halle la ecuación que relaciona las variables.
11. ¿Que representa la pendiente en esta gráfica?
12. Con la ecuación de la gráfica halle la frecuencia fundamental de vibración de la cuerda y compárela con la hallada en el numeral 5.

Parte B. Ondas transversales en una cuerda

1. Realice el mismo montaje de la parte A; monte el sistema de tal forma que la tensión sobre la cuerda no exceda los 0,25 N.
2. Variando la frecuencia del generador de funciones desde su valor mínimo, genere las condiciones apropiadas para la formación de 3 armónicos y consigne los resultados en la tabla 10.2 de la cartilla.
3. Repita el procedimiento 2 manteniendo constante la frecuencia y variando la longitud y tensión de la cuerda hasta formar 4 armónicos y lleve los resultados a la tabla 10.2 de la cartilla.
4. Repita el procedimiento anterior para 5 y 6 armónicos bien definidos y mida las respectivas longitudes de la cuerda y tensiones para cada una de las configuraciones. Complete la tabla 10.2 de la cartilla.
5. Para cada una de las configuraciones anteriores, calcule la velocidad de propagación de las ondas.
6. Construya una gráfica de L/v en función del número de armónicos. ¿Qué tipo de gráfica obtuvo?
7. Halle la ecuación que relaciona las variables y a partir de ella calcule la frecuencia de vibración del sistema y compárela con el valor medido por el generador de funciones.

Parte C. Ondas Longitudinales en un resorte

1. Monte el sistema como se muestra en la figura 10.3, sustituyendo la cuerda por un resorte, teniendo cuidado de no tensarlo mucho.

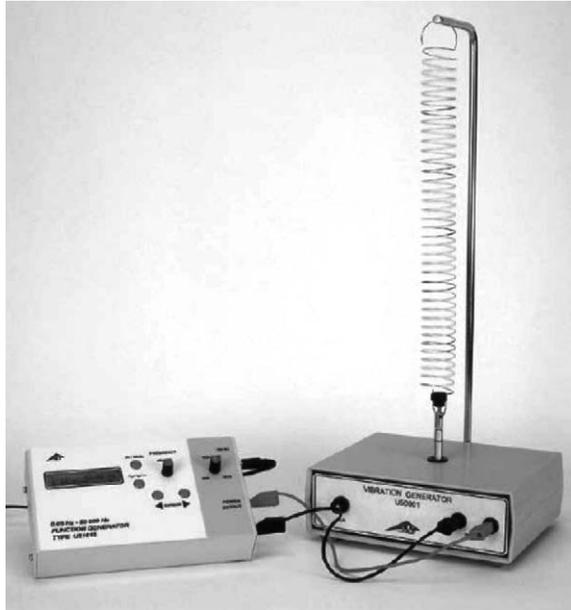


Figura 10.3. Montaje experimental de ondas estacionarias en un resorte

2. Empiece a variar la frecuencia del generador de señales desde su valor mínimo y en el orden de décimas.
3. ¿Cuál es la característica de un armónico en un resorte?
4. ¿Qué cree usted que sucede en aquellos puntos donde el resorte empieza a oscilar de forma más intensa?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....

.....

2. Defina los siguientes conceptos:

a) Densidad lineal

.....

.....

b) Nodo

.....

.....

c) Antinodo

.....

.....

c) Número de armónicos

.....

.....

3. ¿Cuál es la frecuencia del voltaje obtenido de la red eléctrica?

.....

.....

.....



4. ¿Cómo funciona y qué es un aparato de Melde?

.....

.....

.....

5. ¿Qué es una longitud de onda?

.....

.....

.....

6. ¿De qué depende la velocidad de propagación de una onda en una cuerda y en un resorte?

.....

.....

.....



LABORATORIO 11

VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE

OBJETIVOS

1. Determinar experimentalmente la velocidad del sonido promedio en el aire a la temperatura del laboratorio empleando el Tubo de Kundt.
2. Analizar el fenómeno de ondas estacionarias sonoras que se forman en un tubo.

PREINFORME

1. ¿Cuál es el rango audible de frecuencias?
2. ¿Qué es un armónico en una onda estacionaria sonora?
3. ¿Cuáles son las condiciones para que se produzcan ondas sonoras estacionarias?
4. ¿Qué representa físicamente un nodo y un antinodo de presión?
5. ¿Existe alguna relación entre la velocidad del sonido en un medio y la temperatura? Explique.
6. ¿Cuál es la ecuación que relaciona la velocidad de una onda sonora en el aire con la temperatura?

MARCO TEÓRICO

El Tubo de Kundt y accesorios sirve para la representación de ondas sonoras estacionarias con los extremos del tubo abiertos o cerrados, así como para determinar longitudes de onda en el aire o en otros gases. En él se pueden generar sonidos si se hace vibrar la columna de aire en su interior. Una perturbación inicial hace que se propague una onda longitudinal que desplaza

a las moléculas, lo que origina una variación de la presión a lo largo del tubo. Existen zonas de alta presión y otras de baja presión. Cuando la onda llega a un extremo del tubo (abierto o cerrado), se refleja e interfiere con la incidente y forma ondas estacionarias para determinadas frecuencias propias.



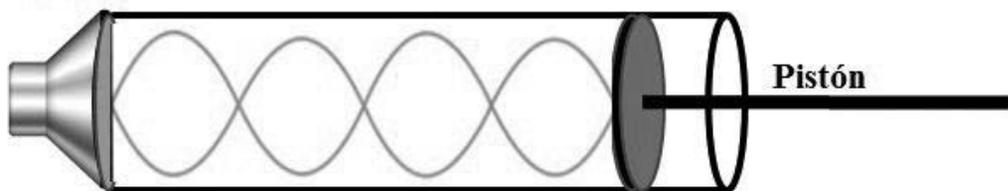
Cualquier tipo de onda cumple la relación:

$$v = f\lambda \quad (11.1)$$

Donde v es la velocidad de propagación de la onda en el medio, f es la frecuencia de oscilación de las partículas del medio y λ la longitud de la onda.

Si en un tubo con un extremo abierto y otro cerrado, cuya longitud se puede variar, entra una onda sonora de frecuencia determinada, se puede percibir que el volumen del sonido aumenta y disminuye a medida que se varía la longitud.

Altavoz



Lo anterior ocurre debido a que cuando la onda entrante y la reflejada están en fase, el sonido se refuerza y se logra producir una onda estacionaria en el interior del tubo. Esto solo sucede cuando la longitud del tubo es un múltiplo impar de $\lambda / 2$

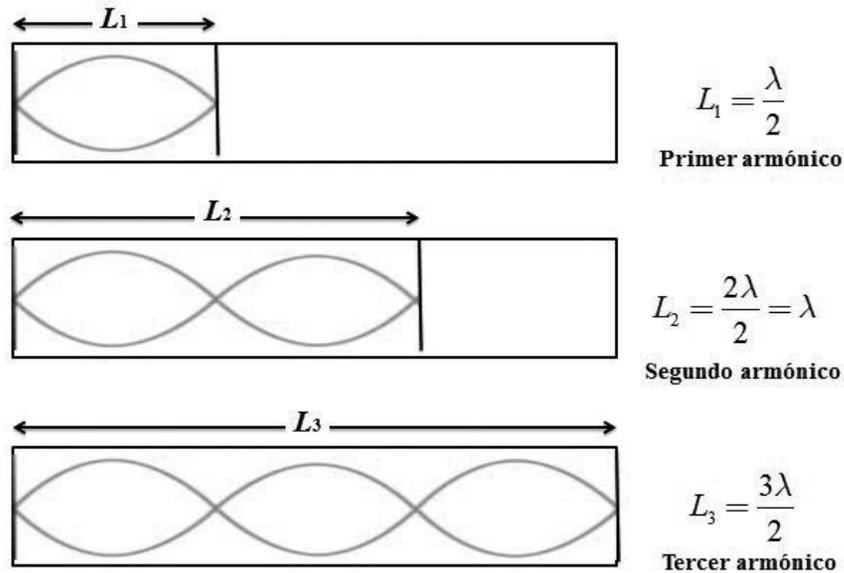


Figura 11.1 Ondas longitudinales estacionarias en un tubo cerrado.

En un tubo cerrado en un extremo sólo están presentes los armónicos impares, y las longitudes de cada uno son:

$$L_n = \frac{n\lambda}{2} \quad f = \frac{nv}{2L} \quad (11.2)$$

Se debe recordar que en las ondas estacionarias la separación entre dos nodos o dos vientres es la mitad de la longitud de onda.

MATERIALES

Tubo de Kundt	Sonda para micrófono	Alta voz
Embolo móvil	Osciloscopio	Generador de funciones

PROCEDIMIENTO

Parte A. Cálculo de la velocidad del sonido

1. Realice el montaje y las conexiones necesarias para la práctica, con la asesoría del profesor. Ver figura 11.2.

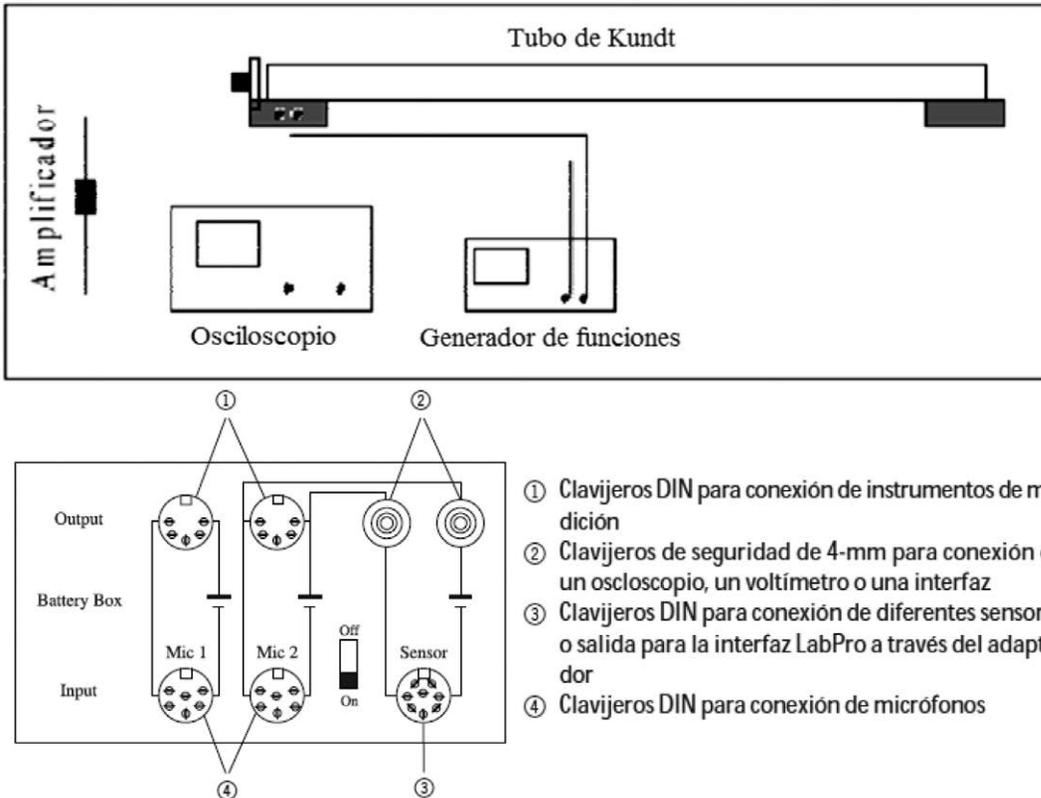


Figura 11.2 Esquema del montaje experimental del tubo de Kundt

2. En un extremo del tubo ponga el altavoz y aplique una frecuencia f de 2700 Hz. En el otro extremo coloque el émbolo con el cual se va a variar la longitud.

3. Encienda el altavoz e introduzca el émbolo hasta el fondo.

4. Comience a variar el émbolo hasta el punto en que perciba que cambia la intensidad del sonido, lo cual equivale al primer nodo de la onda estacionaria

($n=1$). Luego mida la distancia desde el altavoz hasta este punto (L_1) y anote los resultados en la tabla 11.1 de la cartilla. Continúe variando el émbolo hasta encontrar el segundo nodo, el tercer nodo y así sucesivamente hasta completar la tabla 11.1 de la cartilla.

5. Utilizando la relación entre número de armónicos y su longitud, halle la longitud de onda para cada uno de los armónicos y complete la tabla 11.1 de la cartilla.

6. Haga un promedio de estas longitudes de onda y determine la velocidad de las ondas (que corresponde a la velocidad del sonido), empleando la frecuencia de trabajo.

7. Utilizando el termómetro, mida la temperatura en la sala de trabajo y empleando la ecuación consultada en el preinforme para la velocidad de la onda en función de la temperatura, determínelam/s. Considere este valor como el teórico.

8. Compare la velocidad del sonido hallada en el numeral 6 y con el valor teórico del punto 7.

9. Haga una gráfica de $L_n = f(n)$. ¿Qué tipo de gráfica obtuvo?

10. Halle una ecuación para dicha gráfica y determine la longitud de onda y con ella la velocidad. Compare dicha velocidad con el valor teórico.

Parte B. Ondas estacionarias en un tubo

1. Quite el émbolo y conecte el sensor con el micrófono en la punta al generador de funciones e introdúzcalo en el tubo. De igual manera, conecte el osciloscopio.

2. Encienda el altavoz y empiece a mover el sensor hacia afuera hasta puntos cercanos a los hallados en la parte A; observe cómo cambia la onda en el osciloscopio. Describa su observación

3. Cambie la frecuencia y determine la posición de los nodos. ¿Depende la posición de estos nodos del valor de la frecuencia?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. ¿Cuál es el rango audible de frecuencias?

.....
.....
.....

3. ¿Qué es un armónico en una onda estacionaria sonora?

.....
.....
.....

4. ¿Cuáles son las condiciones para que se produzcan ondas sonoras estacionarias?

.....
.....
.....

5. ¿Qué representa físicamente un nodo y un antinodo de presión?

.....
.....
.....



6. ¿Existe alguna relación entre la velocidad del sonido en un medio y la temperatura? Explique.

7. ¿Cuál es la ecuación que relaciona la velocidad de una onda sonora en el aire con la temperatura?





LABORATORIO 12

LEY DE SNELL

OBJETIVOS

1. Determinar la relación existente entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión y de refracción.
2. Comprobar que la ley de Snell se cumple para superficies reflectantes y refringentes.
3. Determinar el índice de refracción de una sustancia sólida y de una sustancia líquida.

PREINFORME

1. Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción
2. ¿En qué consiste la ley de Snell?
3. ¿Qué se entiende por índice de refracción?
4. Consulte el índice de refracción para el plexiglás y el agua.

MARCO TEÓRICO

La **refracción** es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad que experimenta la onda. El índice de refracción es precisamente la relación entre la velocidad de la onda en un medio de referencia (el vacío para las ondas electromagnéticas) y su velocidad en el medio en estudio. Un ejemplo de este fenómeno se ve cuando

se sumerge un lápiz en un vaso con agua: el lápiz parece quebrado; también se produce cuando la luz atraviesa capas de aire a distintas temperaturas.

Refracción de la luz

Se produce cuando la luz pasa de un medio de propagación a otro con una densidad óptica diferente, sufriendo un cambio de velocidad y un cambio de dirección (ver figura 12.1), siempre que no incida perpendicularmente en la superficie. Esta desviación en la dirección de propagación se explica por medio de la ley de Snell, dada como:

$$n_a \operatorname{sen} \theta_i = n_b \operatorname{sen} \theta_r \quad (12.1)$$

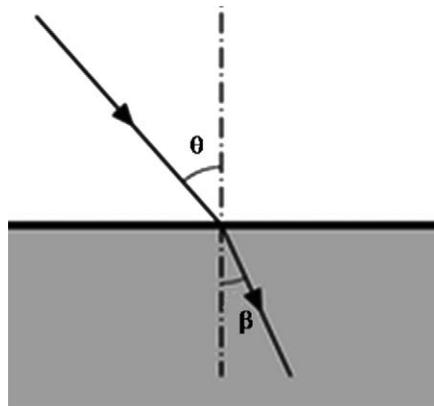


Figura 12.1 Refracción de la luz

Por otro lado, la velocidad de propagación de la luz en un medio distinto al vacío está relacionada con la longitud de la onda; cuando un haz de luz blanca pasa de un medio a otro, cada color sufre una ligera desviación. Este fenómeno es conocido como dispersión de la luz. Por ejemplo, al llegar a un medio más denso, las ondas más cortas pierden mayor velocidad en comparación con las largas (ej: cuando la luz blanca atraviesa un prisma). Las longitudes de onda corta son hasta 4 veces más dispersadas que las largas, lo cual explica que el cielo se vea azulado, ya que para esa gama de colores el índice de refracción es mayor y se dispersa más.

Fuente de luz	Espejo plano con soporte	Regla
Elemento de Plexiglas 1	Elemento 2	Disco graduado en grados
Caja plástica	Agua	

 PROCEDIMIENTO

Parte A. Espejo plano

1. Monte el espejo plano sobre la lámina de disco graduado y asegúrelo con las pestañas. Haga incidir un rayo de luz de la lámpara al vértice del espejo plano con un ángulo de 15° con la normal, como indica la figura 12.2. ¿Qué observa?

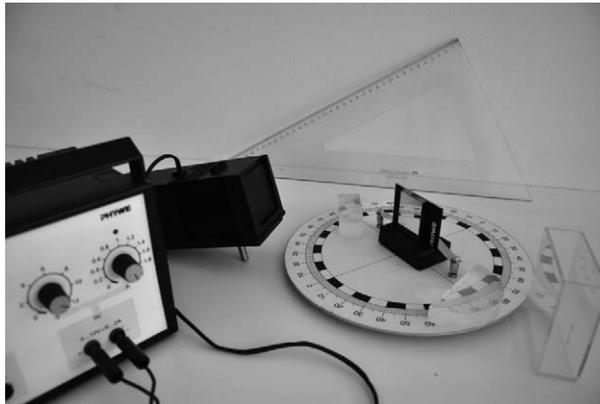


Figura 12.2 Montaje reflexión

2. Mida el ángulo de reflexión θ_r y lleve el dato a la tabla 12.1 de la cartilla.
3. Repita el paso anterior para otros dos ángulos diferentes y complete la tabla 12.1 de la cartilla.
4. Dentro de los límites experimentales de error, los ángulos incidentes y de reflexión; ¿pueden considerarse iguales? ¿Por qué?

Parte B. Refracción de la luz en una superficie de caras planas paralelas

1. Monte el plexiglás de caras planas paralelas sobre la lámina de disco graduado como muestra la figura 12.3 y asegúrelo con las pestañas. Haga incidir un rayo de luz de la lámpara al vértice del plexiglás con un ángulo de 20° con la normal. ¿Qué observa en el interior del plexiglás?

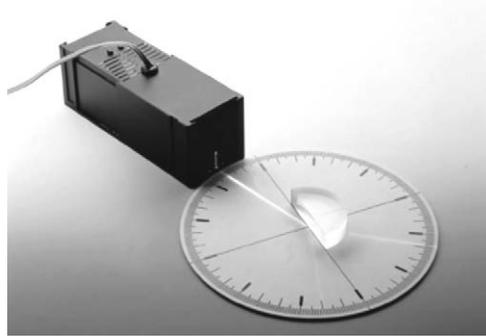


Figura 12.3 Montaje para estudiar la refracción

2. ¿Cómo es el rayo emergente de la cara 2 del plexiglás, comparado con el rayo incidente de la cara 1?
3. Mida el ángulo de refracción θ_r de la cara 2 y lleve el dato a la tabla 12.2 de la cartilla.
4. Repita el paso anterior para otros dos ángulos diferentes y complete la tabla 12.2 de la cartilla.
5. Dentro de los límites experimentales de error, ¿la relación $\text{sen } \theta_i / \text{sen } \theta_r$ puede considerarse constante? ¿Por qué?
6. Halle el índice de refracción de plexiglás y calcule el porcentaje de error al compararlo con el valor reportado en la literatura que consultó en el preinforme.
7. Repita el procedimiento para el otro elemento y complete la tabla 12.3 de la cartilla.
8. Halle el índice de refracción de este elemento; ¿a qué material corresponde?

Parte C. Refracción de la luz en el agua

1. Monte la caja plástica con agua sobre la lámina de disco graduado y asegúrelo con las pestañas. Haga incidir un rayo de luz de la lámpara al vértice de la cara plana de la caja con agua con un ángulo de 20° con la normal. ¿Qué observa en el interior de la caja con agua?
2. Mida el ángulo de refracción θ_r y lleve el dato a la tabla 12.4 de la cartilla.
3. Repita el paso anterior para otros tres ángulos diferentes y complete la tabla 12.4 de la cartilla.
4. Dentro de los límites experimentales de error, ¿la relación $\text{sen } \theta_i / \text{sen } \theta_r$ puede considerarse constante? ¿Por qué?
5. Halle el índice de refracción del agua y calcule el porcentaje de error al compararlo con el valor reportado en la literatura que consultó en el preinforme.

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. Enunciar las leyes de la reflexión y de la refracción

.....
.....
.....
.....

3. ¿En qué consiste la ley de Snell?

.....
.....
.....
.....

4. ¿Qué se entiende por índice de refracción?

.....
.....

5. Consulte el índice de refracción para el plexiglás y el agua.



LABORATORIO 13

OBTENCIÓN DE IMÁGENES EN ESPEJOS Y LENTES

OBJETIVOS

1. Determinar la relación entre la distancia objeto y la distancia imagen para superficies reflectantes y refringentes.
2. Diferenciar los tipos de imágenes que se forman en los espejos y lentes.
3. Determinar la distancia focal de un espejo y de una lente.

PREINFORME

1. Enuncie las leyes de la reflexión
2. ¿Qué tipo de imagen se forma en un espejo plano y cómo es su tamaño?
3. ¿Qué se entiende por espejos convergentes y espejos divergentes?
4. ¿Qué se entiende por imagen real y virtual?
5. ¿Cómo es la distancia focal comparada con el radio de curvatura de un espejo esférico?
6. ¿Qué son lentes convergentes y divergentes?

Espejos

Toda superficie pulimentada que refleja la luz constituye un espejo. El problema de la reflexión de la luz no envuelve la aplicación de ningún principio nuevo de la física ni requiere emplear la noción de onda electromagnética, sino simplemente la aplicación de la teoría general de la reflexión de las ondas. Para estudiar la formación de imágenes en los espejos, sólo es necesario emplear el concepto de rayo y tener en cuenta que el ángulo de incidencia es igual al de reflexión.

Existen diferentes tipos de espejos; por ejemplo, los espejos planos en los cuales se forman imágenes del mismo tamaño que el objeto, figura 13.1. Están también los espejos cuya superficie reflectora es curva; los más sencillos de construir son los espejos esféricos, los cuales son casquetes esféricos de metal o vidrio plateado, que pueden clasificarse en dos grupos: espejos cóncavos y espejos convexos. Los espejos convexos reflejan la luz por su cara convexa, figura 13.2, sólo dan imágenes virtuales derechas y más pequeñas que el objeto. Los rayos paralelos se reflejan como si procedieran de un foco situado en el eje secundario paralelo a los rayos incidentes, pero este foco es, en este caso, virtual y los rayos reflejados divergen. Los espejos cóncavos reflejan la luz por su cara cóncava, figura 13.3, pueden dar imágenes reales o virtuales, invertidas y derechas, aumentadas y disminuidas, dependiendo de donde se ubique el objeto.

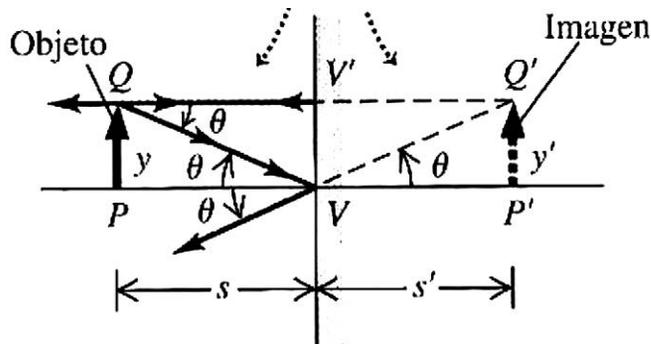


Figura 13.1 Esquema de un espejo plano

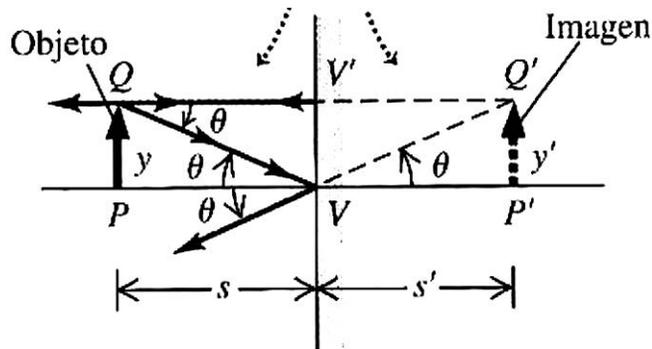


Figura 13.2 Esquema de un espejo convexo

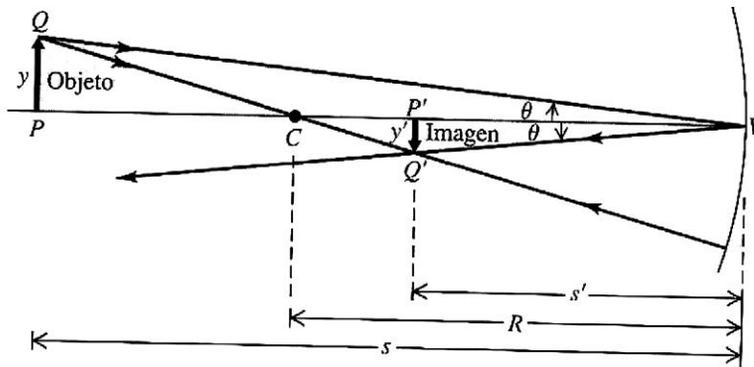


Figura 13.3 Esquema de un espejo cóncavo

Lentes

Una lente es todo medio transparente limitado por dos superficies refractivas. Las lentes más simples tienen dos superficies esféricas lo suficientemente próximas entre sí como para que podamos despreciar la distancia entre ellas, es decir, su espesor; a este dispositivo se le denomina lente delgada. Las lentes pueden ser de bordes delgados y de bordes gruesos, y poseen un índice de refracción mayor que el medio que las rodea. Las lentes de bordes delgados poseen la propiedad de desviar los rayos hacia el eje principal y por eso se llaman lentes convergentes, figura 13.4, mientras que las lentes de bordes gruesos desvían los rayos alejándolos del eje, por eso se denominan lentes divergentes, figura 13.5.

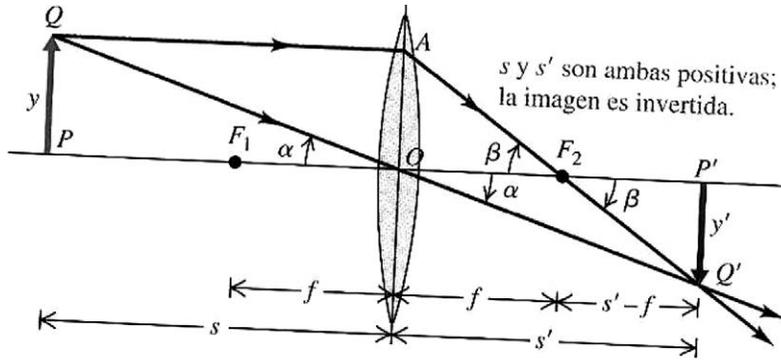


Figura 13.4 Esquema de una lente cóncava

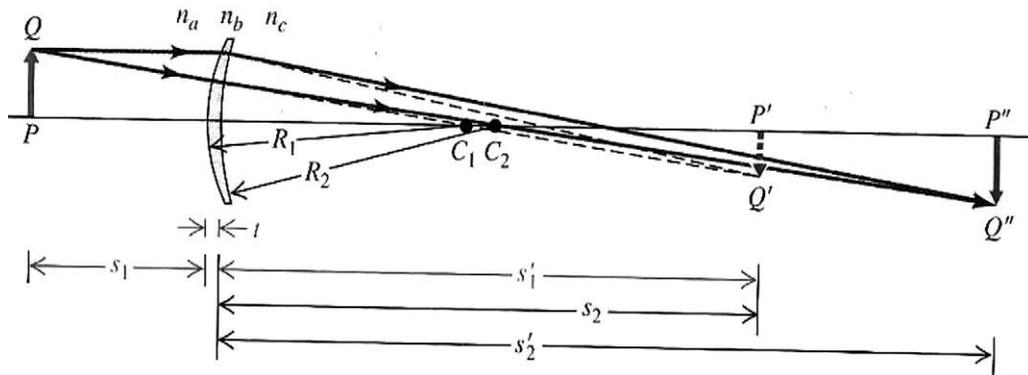


Figura 13.5 Esquema de una lente convexa

MATERIALES

banco óptico	lentes divergentes	Soporte para pantalla
espejo cóncavo y convexo	lentes convergentes	pantalla
lámpara	Diapositivas	

PROCEDIMIENTO

Parte A. Imágenes en espejos cóncavos y convexos

1. Sitúe el espejo cóncavo en un extremo del banco óptico. Ubique la lámpara con la diapositiva, encienda la lámpara frente al espejo, a unos cuantos centímetros, como muestra la figura 13.6. Mueva la pantalla sobre el riel hasta observar una imagen bien definida de la diapositiva. Mida la distancia de la imagen S' al espejo; lleve sus datos a la tabla 13.1 de la cartilla. Repita el procedimiento para tres posiciones más.
2. Trace la gráfica de $1/S = f(1/S')$. ¿Qué tipo de gráfico obtuvo?
3. Determine el intercepto de la gráfica obtenida. Calcule el inverso del intercepto. ¿Qué significado físico tiene este intercepto? Sitúe la lámpara con la diapositiva a la distancia obtenida en el cálculo anterior; ¿se recoge la imagen?

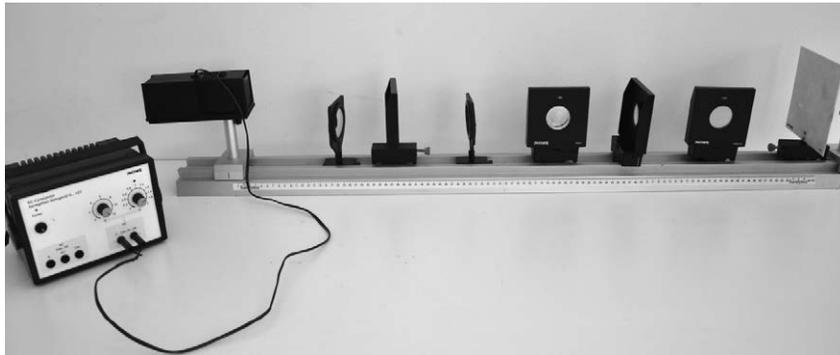


Figura 13.6 Montaje para estudiar las imágenes en espejos

4. Sitúe la lámpara con la diapositiva al doble de la distancia obtenida en el numeral 4. ¿Se recoge imagen? ¿Cómo es la distancia de ésta imagen comparada con la del objeto? ¿Cómo son los tamaños?
5. De la gráfica calcule el valor de la pendiente y obtenga la ecuación. ¿Qué significado físico tiene la pendiente?

6. Cambie el espejo cóncavo por uno convexo. Sitúe la lámpara con la diapositiva en diferentes posiciones. ¿Qué características presentan las imágenes?
7. ¿Qué semejanzas se encuentran entre los espejos cóncavos y convexos? y, ¿qué diferencias?

Parte B. Imágenes en lentes convergentes y divergentes

1. Sitúe la lente convergente en centro del banco óptico. Ubique la lámpara con la diapositiva, encienda la lámpara frente a la lente, en las posiciones S que usted desee; en cada caso mida la distancia de la imagen S' a la lente, observe sus características y lleve sus datos a la tabla 13.2 de la cartilla.
2. Trace la gráfica de $1/S = f(1/S')$. ¿Qué tipo de gráfico obtuvo?
3. Determine el intercepto de la gráfica obtenida. Calcule el inverso del intercepto. Sitúe la lámpara con la diapositiva a la distancia obtenida en el cálculo anterior; ¿se recoge la imagen?
4. Sitúe la lámpara con la diapositiva al doble de la distancia obtenida en el numeral 3. ¿Se recoge imagen? ¿Cómo es la distancia de ésta imagen comparada con la del objeto? ¿Cómo son los tamaños?
5. De la gráfica calcule el valor de la pendiente y obtenga la ecuación. ¿Qué significado físico tiene la pendiente?
6. Cambie la lente convergente por una divergente. Sitúe la lámpara con la diapositiva en diferentes posiciones. ¿Qué características presentan las imágenes?

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. Enunciar las leyes de la reflexión

.....
.....
.....
.....

3. ¿Qué tipo de imagen se forma en un espejo plano y cómo es su tamaño?

.....
.....
.....
.....

4. ¿Qué se entiende por espejos convergentes y espejos divergentes?

.....
.....
.....
.....



5. ¿Qué se entiende por imagen real y virtual?

6. ¿Cómo es la distancia focal comparada con el radio de curvatura de un espejo esférico?

7. ¿Qué son lentes convergentes y divergentes?



DIFRACCIÓN E INTERFERENCIA

OBJETIVOS

1. Observar los fenómenos de difracción e interferencia en una rejilla.
2. Comprobar las relaciones matemáticas que describen los fenómenos de difracción e interferencia.
3. Hallar el espesor de un cabello y el espaciamento de las pistas de un CD por medio de difracción.

PREINFORME

1. ¿Qué se entiende por órdenes de difracción?
2. Consulte el valor de los espaciamento de los CD comerciales y el espesor promedio de un cabello humano.
3. Consulte una aplicación industrial de los fenómenos de difracción e interferencia.
4. Explique el principio básico de funcionamiento de un lector de CD ó DVD.

MARCO TEÓRICO

Alrededor del año 1800, Thomas Young realizó un experimento que produjo un fenómeno inexplicable en términos de la teoría “corpuscular” de la luz. Observó la imagen que producía la luz al pasar primero a través de una rendija y luego a través de dos rendijas muy cercanas entre sí, una paralela a la otra. Utilizó luz filtrada de un arco de mercurio para asegurarse de trabajar con luz lo

más monocromática posible. De este modo, Young observó una serie de áreas iluminadas y oscuras, y observó además que un cierto punto en la pantalla se iluminaba cuando una de las rendijas era tapada, mientras que se convertía en un punto oscuro cuando ambas rendijas estaban descubiertas. En otras palabras, observó que “luz + luz” a veces produce una zona iluminada y otras, una zona oscura. Si la luz tuviese una naturaleza corpuscular, como sostenían la mayoría de los físicos de aquel entonces, el fenómeno descubierto por Young no tendría una explicación acertada.

Interferencia

Se refiere a cualquier situación en la que dos o más ondas se traslapan en el espacio. Puede presentarse interferencia constructiva en la cual las ondas se refuerzan entre sí y la amplitud de la onda resultante es la suma de las amplitudes de las ondas individuales o interferencia destructiva en la cual las ondas se anulan dando como resultado una onda de amplitud cero. Cuando la luz procede de dos fuentes, como es el caso de luz pasando a través de dos ranuras, es posible obtener una expresión para ángulos pequeños de la m -ésima distancia entre franjas iluminadas como la que se da en la ecuación 14.1, en la cual R es el distancia de la rejilla a la pantalla, d es el espaciamiento entre las dos ranuras, λ la longitud de onda de la luz.

$$y_m = R \frac{m\lambda}{d} \quad (14.1)$$

Difracción

Cuando la interferencia no se da por dos ondas luminosas si no por la combinación de muchas ondas luminosas, se conoce como difracción. Cuando la luz monocromática pasa a través de una ranura larga y angosta se presenta un patrón de difracción que consiste en una banda central bordeada de bandas oscuras y brillantes alternas cuya intensidad decrece rápidamente. La distancia desde la m -ésima banda oscura al centro del patrón está dada mediante la ecuación 14.2, en la cual D es la distancia de la ranura a la pantalla, a es el ancho de la ranura y λ la longitud de onda de la luz.

$$y_m = D \frac{m\lambda}{a} \quad (14.2)$$

MATERIALES

Rejillas de difracción	Pantalla	Láser
Riel óptico	fuelle de alimentación	Cables de conexión
CD	Cabello	Base para pantalla

PROCEDIMIENTO

Parte A. Interferencia

1. Haga el montaje que se muestra en la figura 14.1. Seleccione una distancia entre la rejilla y la pantalla (R). Anótela en la tabla 14.1 de la cartilla.

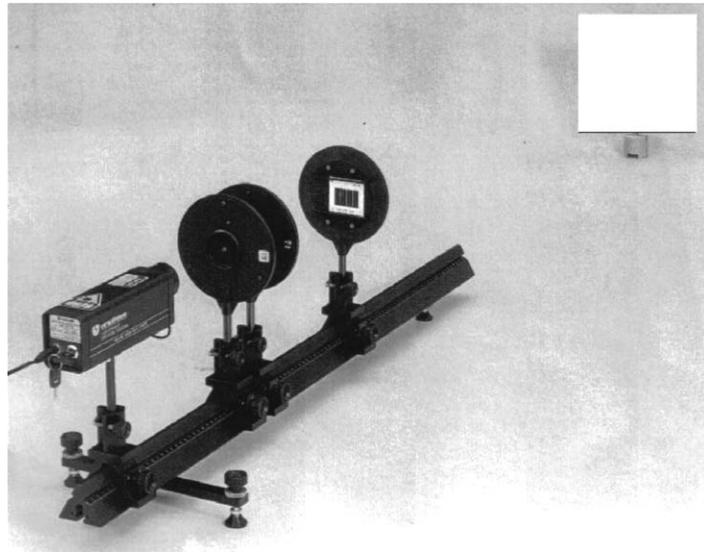


Figura 14.1 Montaje para estudiar la Interferencia y la Difracción

2. Usando el láser y una rejilla de dos ranuras de separación conocida (d) y haga incidir el haz sobre la ranura. ¿Qué observa?
3. Ubique una hoja de papel sobre la pantalla, trace la línea base del patrón de interferencia y sobre esta marque el punto central del máximo de interferencia (punto de referencia). Marque el punto medio de la primera franja brillante visible a ambos lados del patrón de interferencia.
4. Retire la hoja y mida la distancia entre el punto central y las marcas realizadas (y_m), tome un promedio y consigne los resultados en la tabla 14.1 de la cartilla.
5. Repita el procedimiento con la misma rejilla y variando la distancia rejilla-pantalla. Complete la tabla 14.1 de la cartilla.
6. Grafique la distancia entre mínimos en función de la distancia entre la rejilla y la pantalla.
7. ¿Qué relación existe entre las variables?
8. Grafique $y = f(R/d)$. Halle la ecuación que relaciona las variables.
9. Compare el valor numérico de la expresión con la longitud de onda del láser.

Parte B. Difracción

1. Haga el montaje que se muestra en la figura 14.1. Seleccione una distancia entre la rejilla y la pantalla (D) y manténgala constante.
2. Usando el láser y una placa con rejillas de difracción simples de diferentes anchos, haga incidir el haz sobre una de las ranuras. ¿Qué observa?
3. Ubique una hoja de papel sobre la pantalla, trace la línea base del patrón de difracción y sobre esta marque el punto central del máximo de difracción (punto de referencia). Marque el punto medio de la primera franja oscura visible a ambos lados del patrón de difracción.
4. Retire la hoja y mida la distancia entre el punto central y la marca realizada (y_m); consigne los resultados en la tabla 14.2 de la cartilla.

5. Realice el procedimiento con las rejillas de los diferentes anchos. Complete la tabla 14.2 de la cartilla.
6. Grafique la distancia entre mínimos en función del ancho de la rejilla (y_m vs a).
7. ¿Qué relación existe entre las variables?
8. Grafique $Y = f(D/a)$. Halle la ecuación que relaciona las variables.
9. Compare el valor numérico de la expresión con la longitud de onda del láser.

Parte C. Aplicaciones de la difracción

1. Tome un cabello para el cual se determinará el espesor. Haga el mismo montaje descrito anteriormente, pero usando ahora en lugar de la rejilla el cabello. Determine la distancia entre la pantalla y el cabello.
2. Haga incidir el haz del láser sobre el cabello. ¿Qué observa?
3. Ubique una hoja de papel sobre la pantalla, trace la línea base del patrón de difracción y sobre esta marque el punto central del máximo de difracción (punto de referencia). Marque los puntos medios de las franjas oscuras visibles a ambos lados del patrón de difracción.
4. Retire la hoja y mida las distancias entre el punto central y cada una de las marcas realizadas (y_m) y consigne los resultados en la tabla 14.3 de la cartilla.
5. Grafique y_m vs m y determine el espesor del cabello.
6. Compare el espesor obtenido con el consultado en el preinforme.
7. Para determinar el espaciado de las pistas de un CD, haga incidir el haz del láser con un ángulo diferente a 90° sobre la pista gravable del CD.
8. Observe el patrón de difracción formado en la pantalla y proceda como en los pasos 3, 4 y 5. Obtenga la distancia entre los canales.
9. Compare con el valor con el reportado para este tipo de CD.

NOMBRE: **NOTA:**

» **PREINFORME**

1. El objetivo principal de esta práctica es:

.....
.....

2. ¿Qué se entiende por órdenes de difracción?

.....
.....

3. Consulte el valor de los espaciamiento de los CD comerciales y el espesor promedio de un cabello humano.

.....
.....

4. ¿Consulte una aplicación industrial de los fenómenos de difracción e interferencia.

.....
.....

.....
.....

5. Explique el principio básico de funcionamiento de un lector de CD ó DVD.

.....
.....

.....
.....



/////// BIBLIOGRAFÍA \\\\\\\

- Serway-Beichner. (2002). *Física para Ciencias e Ingenierías*. Tomo I. Quinta edición. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Sears-Zemansky-Young-Freedman (2009). *Física Universitaria*. Volumen I. Décima edición. MÉxico: Editorial Pearson Addison Wesley.
- Hollyday- Resnick.- Krane (2002). *Física. Volumen I*. Quinta edición. México: Editorial CECSA.
- Paul A. Tipler (2010). *Física para la Ciencia y la Tecnología. Mecánica oscilaciones y ondas*. Volumen I. España: Editorial Reverte.
- Alonso-Finn (1999). *Física Mecánica*. Tomo I. México: Editorial Addison Wesley Longman Pearson.
- Paul G. Hewitt (2007). *Física Conceptual*. Mexico: Pearson Education
- Technische Anderugen Vorbehalten (2005). *Experimentos para alumnos*. Hamburg: 3B Scientific GmbH.
- Wolfgang Spangler (2002). *La Física en experimentos de alumnos*. Mecánica. Primera Edición. Gottingen: Phywe System GmbH.



Esta guía ha sido diseñada para servir de apoyo en la realización de las prácticas de laboratorio que complementan el curso de Física II (Física de Fluidos, Termodinámica, Oscilaciones, Ondas y Óptica) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales.

Las prácticas de laboratorio de esta guía están organizadas alrededor de temas relacionados con fluidos, calor, ondas y óptica. Se espera que el estudiante pueda experimentar con fenómenos que suceden en la naturaleza y que los relacione con los conceptos y las leyes fundamentales en la Física. En cada práctica se han incluido: objetivos generales, un preinforme que debe ser realizado por cada uno de los integrantes del grupo antes de la realización de la respectiva práctica experimental y cuya información debe ser plasmada en la sección de la guía destinada para tal fin (sección final de cada laboratorio); un marco teórico, el cual es breve y conciso pero suficiente para la realización de las prácticas; un procedimiento donde se describe el desarrollo experimental de cada práctica y se dan las instrucciones necesarias para la realización de la misma; unas conclusiones dirigidas que permiten al estudiante aprender a concluir acerca del fenómeno estudiado. Se espera en este punto que los estudiantes aporten por lo menos una conclusión adicional a las sugeridas.

ISBN: 978-958-8730-93-6



9 789588 730936