

# Guía práctica de fluidos calor y ondas

Facultad de Ingeniería Universidad del Magdalena



# **GUÍA PRÁCTICA DE FLUIDOS, CALOR Y ONDAS**



**Universidad del Magdalena  
Facultad de Ingeniería**

Ing. Ramiro Lizarazo Plata  
MSc. Gilma Núñez Arias  
MSc. Jhon De la Hoz Villar

**Título:** GUÍA PRÁCTICA DE FLUIDOS, CALOR Y ONDAS  
**Edición:** Primera - Agosto de 2007  
**ISBN:** 958832032-1  
**Autores:** RAMIRO LIZARAZO PLATA  
GILMA NÚÑEZ ARIAS  
JHON DE LA HOZ VILLAR  
**Editor:** RICARDO RAGO MURILLO  
**Diseño y diagramación:** KATERINE CASTAÑEDA DÍAZ GRANADOS  
**Ilustración:** JULIO VALLE NAVARRO  
**Ciudad:** Santa Marta, D.T.C.H. - Colombia

El presente material no puede ser duplicado, ni reproducido por ningún medio, sin previa autorización escrita del Fondo de Publicaciones de la Universidad del Magdalena.



**© FONDO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**  
**Dirección de publicaciones y propiedad intelectual**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

**Rector**

Carlos Eduardo Caicedo Omar  
Juan Carlos Dib Díaz Granados (e)

**Vicerrector de Investigación**

Luis Manjarres Martínez (e)

**Vicerrector de Docencia**

Álvaro Espeleta Maya

**Vicerrector de Extensión**

Pablo Vera Salazar

**Vicerrector administrativo y financiero**

Ricardo Campo Redondo

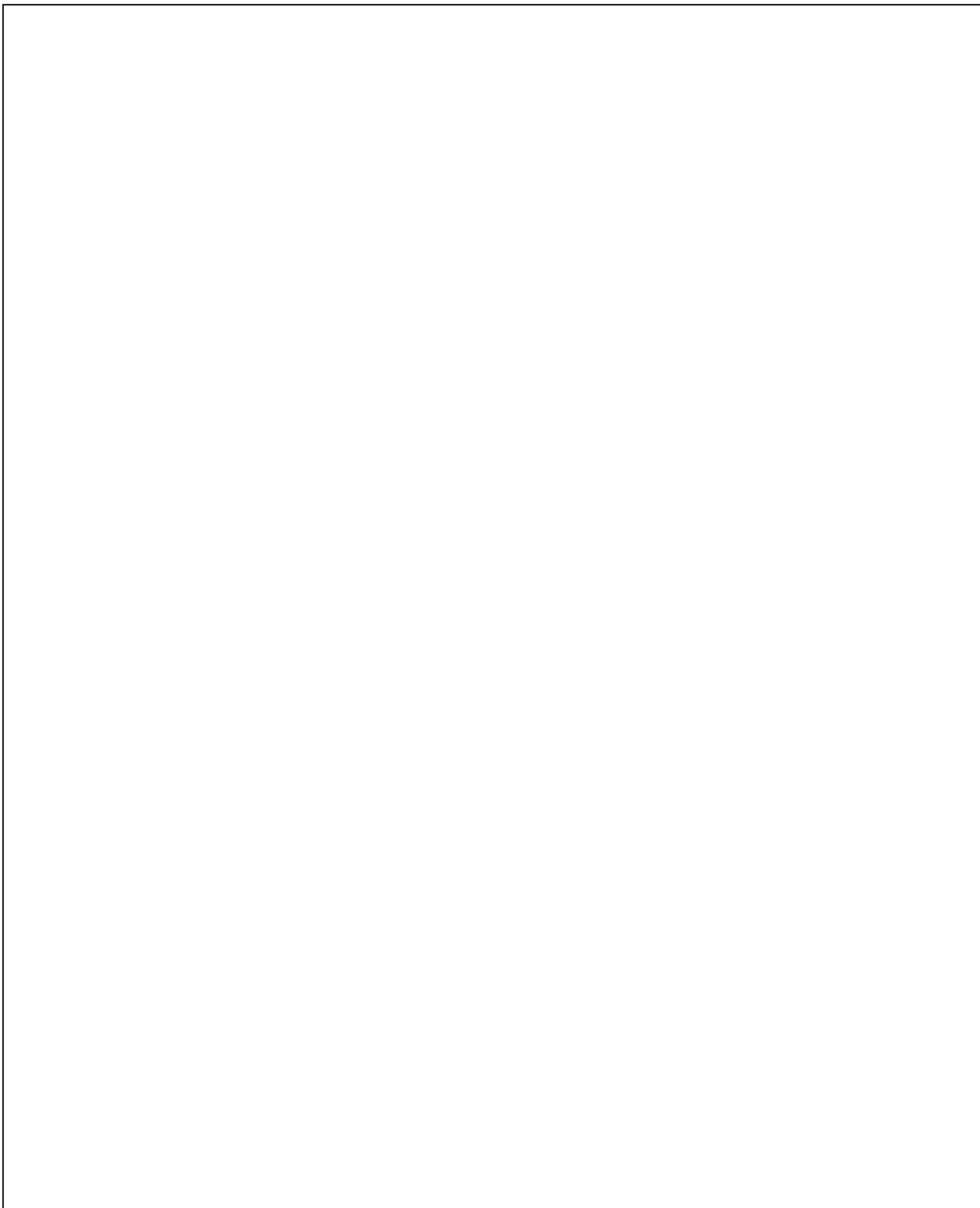
**Director de publicaciones y propiedad intelectual**

Ricardo Rago Murillo

Dedico esta primera publicación a mi esposa  
Martha a mis hijas Angélica y Natalia quienes  
con su apoyo hicieron posible este proyecto  
*R. Lizarazo.*

A mis hijos y a mi Esposo.  
*G. Núñez*

A Nicolás Camilo.  
*J. De la Hoz*



## AGRADECIMIENTOS

Estamos en deuda con muchas personas por la ayuda en la elaboración de este módulo. Quisiéramos mencionar a todos por su nombre, pero es imposible. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que nos brindaron sus valiosas opiniones sobre las primeras versiones del texto.

Nuestra gratitud particular la hacemos extensiva la Universidad del Magdalena y en especial a su Sr. Rector Dr. Carlos Caicedo Omar por su especial apoyo, a nuestros colegas del área de física e ingeniería y al señor decano Ing. Jaime Noguera.



# PRESENTACIÓN

El módulo de Mecánica de fluidos, Termodinámica y Fenómenos Ondulatorios- Laboratorios, se ha escrito de tal forma, que permita observar algunos de los diferentes fenómenos donde la física tiene una de sus mejores aplicaciones visibles en el campo de las ingenierías; se ha organizado de tal manera, que el estudiante pueda disponer de un texto, que le sirva de guía, para la realización de la práctica, y al mismo tiempo pueda elaborar su propio informe.

El modelo ha sido concebido de tal forma, que el estudiante podrá tomar y procesar sus datos, y responder una serie de preguntas, que están directamente relacionadas con el tema a tratar, durante el tiempo de la práctica, para lo cual es importante que se revise la fundamentación Físico-Matemática previa de cada práctica.

Los objetivos principales de esta forma de trabajar son:

- Presentar al estudiante una visión global de la importancia del laboratorio para el trabajo en física y para el conocimiento científico de la naturaleza, como actividad fundamental, viva y enriquecedora; a través de los cuales, el estudiante no solo podrá afianzar sus conocimientos, sino ser capaz de formular y plantear sus propios interrogantes y porque no, crear conocimiento, partiendo de su propia actividad de investigación.
- Iniciar al estudiante en la elaboración de comunicaciones escritas, usando las formas y criterios propios de la actividad científica. Esto es, los informes deben ser breves, concisos y a la vez ricos en el análisis de las condiciones experimentales y de los resultados.

El editar la producción intelectual la Coordinación de Física se sitúa al nivel de Universidades de reconocida trayectoria a nivel nacional, ayuda al proceso de acreditación y contribuye al cumplimiento de la Misión de la Universidad del Magdalena.



# ÍNDICE GENERAL

LISTA DE FIGURAS.....	11
INTRODUCCIÓN	
RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO ..	13
REGLAMENTO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	15
PRESENTACIÓN DEL INFORME GENERAL PARA CADA SEGUIMIENTO .....	17
EXPERIENCIA No. 1 DENSIDAD DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS .....	19
EXPERIENCIA N° 2 PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES .....	25
EXPERIENCIA N° 3 PRESIÓN DE LOS FLUIDOS .....	31
EXPERIENCIA N° 4 MEDIDA DEL COEFICIENTE DE TENSIÓN SUPERFICIAL (MÉTODO DE LAS GOTAS) .....	37
EXPERIENCIA N° 5 FLUIDOS EN MOVIMIENTO .....	43
EXPERIENCIA N° 6 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DEL AGUA .....	49
EXPERIENCIA N° 7.1 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS .....	53
EXPERIENCIA N° 7.2 EQUILIBRIO TÉRMICO Y LEY CERO .....	57
EXPERIENCIA N° 8 EQUIVALENCIA EN AGUA EN UN CALORÍMETRO .....	63
EXPERIENCIA N° 9 CALOR LATENTE DE FUSIÓN .....	67
EXPERIENCIA N° 10 CALOR ESPECÍFICO DE SÓLIDOS .....	71
EXPERIENCIA N° 11 DILATACIÓN LINEAL .....	77
EXPERIENCIA N° 12 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA (CALOR Y ENERGÍA) CONVERSIÓN DEL CALOR EN TRABAJO .....	83
EXPERIENCIA N° 13 SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. CONVERTIDOR TERMOELÉCTRICO .....	87
EXPERIENCIA N° 14 MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE .....	91
EXPERIENCIA N° 15 ONDAS EN LAS CUERDAS. ONDAS TRANSVERSALES A LO LARGO DE UNA CUERDA ESTIRADA .....	99
EXPERIENCIA N° 16 DISPERSIÓN DE LA LUZ .....	107
EXPERIENCIA N° 17 LEYES DE REFLEXIÓN .....	113

EXPERIENCIA Nº 18	REFRACCIÓN DE LA LUZ. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN .....	119
EXPERIENCIA Nº 19	ONDAS EN LA SUPERFICIE DE UN LÍQUIDO .....	125
BIBLIOGRAFÍA	.....	135
DE LOS AUTORES	.....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Montaje del picnómetro sobre la balanza .....	19
Figura 2.1	Montaje del Principio de Arquímedes .....	25
Figura 3.1	Esquema que representa la relación de un objeto dentro de un fluido. ....	31
Figura 3.2	Representación del Montaje del Experimento sobre presión en los fluidos. ....	31
Figura 4.1	Montaje del Experimento sobre Tensión superficial. ....	37
Figura 5.1	Representación esquemática de un medidor de Venturi. ....	43
Figura 6.1	Dispositivo para determinar la viscosidad del agua .....	50
Figura 14.1	Péndulo simple. ....	91
Figura 14.2	Péndulo con sensor de tiempo. ....	92
Figura 15.1	Ondas estacionarias en una cuerda. ....	99
Figura 16.1	Diversos dispositivos que muestran la dispersión de la luz. ....	107
Figura 17.1	Reflexión de una onda. ....	113
Figura 18.1	Diagrama esquemático de la refracción. ....	119
Figura 19.1	Montaje de la cubeta de ondas .....	126
Figura 19.2	Reflexión de ondas en una cubeta de agua .....	126
Figura 19.3	Refracción de ondas en una cubeta de agua .....	127
Figura 19.4	Representación de una interferencia. ....	127
Figura 19.5	Difracción de ondas en una cubeta de agua .....	128



# INTRODUCCIÓN

Desde la época de las antiguas civilizaciones hasta nuestros tiempos, el hombre ha indagado en la naturaleza por los fenómenos que ella encierra. Este continuo interrogar ha pasado, desde entonces, por diversos escenarios hasta llegar a la era actual: la informática.

Todo este flujo de pensamiento filtrado durante más de 25 siglos erige a la Física como la más desarrollada de las Ciencias Naturales. Esta afirmación expresa el avance de una ciencia en la que se han logrado una estructura teórica notable y múltiples aplicaciones en las diferentes áreas, incluidas las ingenierías.

La Física como ciencia útil tiene un gran valor, y en este sentido apuntan los programas de FÍSICA que ofrece la Universidad del Magdalena. Por ello, la Coordinación de Física ofrece sus programas dentro del campo teórico y experimental, que son de gran utilidad en otras ciencias y en proyectos tecnológicos. El estudiante tiene entonces la oportunidad de familiarizarse con varios aspectos de la Física, y enfatizar su preparación de acuerdo con su campo profesional y preferencia personal.

Este curso está enfocado de tal manera que permita al estudiante adquirir los conocimientos y las destrezas básicas propias de la física experimental, en el campo de la mecánica de fluidos, fenómenos térmicos y ondulatorios.



## RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las siguientes recomendaciones tienen como finalidad, orientar el trabajo del alumno antes y durante la realización de cualquier sesión de laboratorio.

1. Una vez que el alumno haya adquirido el módulo de laboratorio, deberá leer el contenido de la práctica correspondiente, con el fin de conocer los objetivos que se persiguen, y los procedimientos establecidos para cada experiencia o experimento. Todos los estudiantes deberán adquirir dicho módulo el cual será requisito indispensable para su permanencia en el laboratorio durante la práctica.
2. Si el tema tratado en la práctica no ha sido socializado por el profesor de la teoría, el alumno deberá preparar de manera autónoma el tema, con anterioridad, el cual se halla contenido en el módulo, al final de cada experimento.
3. El informe sobre el experimento, será entregado al profesor, una vez finalizado este.
4. El estudiante recibirá la correspondiente nota, una semana después de realizado el laboratorio.
5. Finalizado cada seguimiento, el grupo de laboratorio deberá presentar un informe general de las prácticas realizadas.
6. El informe de laboratorio, tendrá una nota de 15 puntos, si cumple con las exigencias de los incisos a, b y c, esto equivale al 30% de la nota.
7. El 70% restante de la nota, corresponde a la realización de la experiencia, análisis y conclusiones.
8. Identifique los materiales que se dan para la realización de la práctica, y familiarícese con su apariencia real. Aprenda el nombre correcto de cada elemento o instrumento, tratando siempre de utilizar el lenguaje descriptivo, o la terminología técnica adecuada para referirse a ellos.
9. Trabaje de la forma más ordenada posible.
10. Cuando manipule cualquier instrumento de medida, asegúrese de conocer la forma de hacerlo funcionar adecuadamente (de ser necesario consulte al profesor).
11. Recuerde que los procedimientos descritos para cada experiencia o experimento, están en relación directa con los objetivos de la práctica, de ahí la necesidad que se tiene de emplear la agudeza en cada observación que se haga. Dichas observaciones le pueden servir de base, para realizar las conclusiones del informe.
12. A medida que vaya recopilando datos, no olvide registrarlos en la hoja preparada para tal fin (Hoja de registro de datos que aparece al final de cada guía), teniendo la precaución de escribir las unidades correspondientes, a cada magnitud física.

## REGLAMENTO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. El tiempo previsto para la realización de la práctica es de dos horas.
2. La práctica de laboratorio se debe iniciar a la hora programada según el horario establecido por La Universidad. Después de 15 minutos no se permite el acceso al aula correspondiente.
3. Los estudiantes que lleguen dentro de los 15 minutos después de haberse iniciado la práctica serán penalizados con 5 puntos.
4. El estudiante deberá portar su bata de laboratorio de color blanco y es de carácter obligatorio para el ingreso.
5. Se prohíbe dentro del laboratorio fumar, comer, correr y/o recibir visitas.
6. Los objetos personales tales como maletines y libros que no vayan a utilizar durante la realización de la práctica, deberán ser colocados en los sitios asignados para tal fin (casilleros de laboratorio).
7. Al momento de recibir los materiales de laboratorio, el estudiante deberá de verificar su estado. Las observaciones que tenga que hacer, deberán estar dirigidas al profesor, ya que una vez la práctica se haya iniciado las pérdidas o daños causados correrán por parte del estudiante.
8. Cualquier inquietud en el manejo de los equipos, deberá ser consultada con el profesor o en su defecto, con el coordinador de laboratorio.
9. No se podrá sacar del laboratorio, ningún elemento sin la respectiva autorización por escrito.
10. Los estudiantes responderán por el material puesto a su disposición; en caso de pérdida o deterioro, deberá devolverlo en buen estado al coordinador de laboratorio, en un plazo no mayor a 15 días. El material devuelto deberá tener las mismas características que aquel que fue puesto a su servicio.
11. El estudiante deberá dejar su sitio de trabajo en orden al terminar la práctica.
12. El estudiante deberá obtener el paz y salvo de los laboratorios, una vez terminado el semestre (requisito indispensable para la digitación de la nota final).
13. Durante el transcurso del semestre, se desarrollaran entre 14 y 16 prácticas, su asistencia, es de carácter obligatorio.
14. El laboratorio por ser una asignatura práctica, no tendrá reposición.

**NOTA:** Los casos de inasistencia justificada, serán objeto de estudio por parte del profesor.

## PRESENTACIÓN DEL INFORME GENERAL PARA CADA SEGUIMIENTO

El informe general deberá contener lo siguiente:

- a. Introducción.
- b. Objetivos.
- c. Marco Teórico (No más de 2 páginas por experiencia)
- d. Aplicaciones prácticas.
- e. Análisis.
- f. Conclusiones.
- g. Referencias bibliográficas (libros de consulta y páginas de Internet).

Normas de presentación del informe general para cada seguimiento:

- a. Tres (3) hojas de presentación.
- b. El informe general presentado a computador con las normas del ICONTEC.
- c. Letra ARIAL 12.
- d. Ecuaciones (editor de ecuaciones)
- e. Gráficas a computador (software opcional).
- f. Encuadernado, anillado o empastado.



## EXPERIENCIA No. 1 DENSIDAD DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

### OBJETIVO

- Determinar la densidad de líquidos y sólidos haciendo uso del picnómetro.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Densidad absoluta y densidad relativa.
- Picnómetro.
- Volumen.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El *Picnómetro* es un pequeño frasco de vidrio, cerrado por un tapón esmerilado que se prolonga en un tubo vertical de pequeño diámetro, el cual tiene una señal de enrase, disponiendo así de un volumen constante.

Determinaremos la densidad de un líquido pesando primero el *Picnómetro* lleno de agua destilada y después lleno con el líquido problema. Descartando la masa del *Picnómetro* vacío, en las dos pesadas, obtenemos la densidad relativa del líquido problema como el cociente de su peso por el de igual volumen de agua. Con el *Picnómetro* sólo obtenemos densidades relativas, pero conociendo la densidad del agua, podemos obtener las densidades absolutas.

### MATERIALES

- Picnómetro
- Balanza
- Líquidos problema
- Sólidos problema

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

#### PARTE 1. DENSIDAD DE UN LÍQUIDO

1. Limpie y seque, cuidadosamente, el Picnómetro interior y exteriormente.
2. Coloque el Picnómetro vacío sobre la balanza. Sea  $m_1$  la masa del Picnómetro.
3. Retire el Picnómetro de la balanza y llénelo de agua destilada hasta la señal de enrase.

### MONTAJE DEL EXPERIMENTO

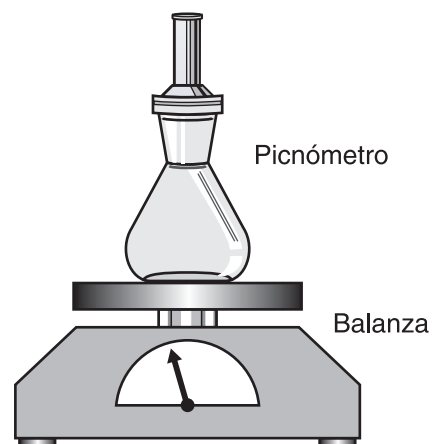


Figura 1.1 Montaje del picnómetro sobre la balanza

- Coloque el Picnómetro con el agua en la balanza. Sea  $m_2$  esta masa. Masa de agua contenida en el Picnómetro:  $m_{H_2O} = m_2 - m_1$
- Retire el Picnómetro, límpielo y llénelo con el líquido problema hasta la señal de enrase.
- Coloque el Picnómetro en la balanza. Sea  $m_3$  la masa del Picnómetro más la masa del líquido problema.  
Masa del líquido problema:  $m = m_3 - m_1$
- Halle la expresión que le permita calcular la densidad del líquido problema. Utilice esta expresión para determinar el valor numérico.

## PARTE 2. DENSIDAD DE UN SÓLIDO

- Limpie y seque, cuidadosamente, el Picnómetro interior y exteriormente.
- Llene el Picnómetro con agua destilada hasta la señal de enrase.
- Coloque el Picnómetro lleno de agua y el sólido problema sobre la balanza. Sea  $m_1$  del Picnómetro lleno de agua más el sólido problema.
- Retire el sólido problema de la balanza y restablezca el equilibrio. Sea  $m_2$  la masa del Picnómetro más el agua. Masa del sólido:  $m = m_1 - m_2$
- Retire el Picnómetro con el agua e introduzca el sólido problema.
- Coloque nuevamente el Picnómetro en la balanza y restablezca el equilibrio. Sea  $m_3$  la masa del Picnómetro más el agua más el sólido problema. Masa del agua desalojada:  $m_{H_2O} = m_1 - m_3$
- Halle la expresión que le permita calcular la densidad del sólido problema. Utilice esta expresión para determinar el valor numérico.

## BIBLIOGRAFÍA

- FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
- GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
- HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
- HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
- REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
- SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
- SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
- TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MECÁNICA DE FLUIDOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia DENSIDAD DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS					No. EXPERIENCIA No. 1					
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora			
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Halle la densidad absoluta del líquido problema.

_____
_____
_____
_____
_____

2. Halle la densidad absoluta del sólido problema.

_____
_____
_____
_____

3. Explique las diferencias que existen entre: densidad, densidad relativa, peso específico.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

4. Explique por qué no se debe tener el Picnómetro mucho tiempo en las manos una vez lleno.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. ¿Cómo utilizaría el Picnómetro para determinar la densidad de un cuerpo soluble en agua o reaccionante con el agua, por ejemplo el Sodio metálico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Exprese la densidad del agua, del líquido y del sólido problema en el sistema internacional y en el sistema inglés.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Halle los porcentajes de error de sus cálculos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## EXPERIENCIA N° 2

### PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

#### OBJETIVO

- Comprobar que cuando un cuerpo se sumerge total o parcialmente en un fluido pierde, aparentemente, peso cuyo valor numérico es igual al del peso del líquido desalojado.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Principio de Arquímedes.
- Fuerza de empuje.
- Presión.
- Método de las diferencias.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La gran mayoría de nosotros hemos experimentado el principio de Arquímedes cuando vamos a una piscina o al mar. Podemos observar que tendemos a flotar en el fluido, como si una fuerza nos empujara hacia arriba. Esa fuerza que sentimos recibe el nombre de empuje o fuerza de flotación. La magnitud del empuje siempre es igual al peso del fluido desplazado. La presión en el fondo de un recipiente que contiene un fluido es igual a  $\rho_f \cdot g \cdot h$ , donde  $\rho_f$  es la densidad del fluido y  $h$  la altura del recipiente. La presión en el fondo del recipiente es mayor que en la parte superior de éste, por tanto, la diferencia de

presión  $\Delta P = \frac{B}{A}$  siendo  $B$  la fuerza de empuje o flotación. Despejando  $B$  tenemos que  $B = \Delta P \cdot A = \rho_f \cdot g \cdot h \cdot A$ , donde  $B = \rho_f \cdot g \cdot V = m \cdot g = w_f$ . Donde  $w_f$  es el peso del fluido.

El Principio de Arquímedes se describe de la siguiente manera: "Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido es empujado hacia arriba por una fuerza cuya magnitud es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo".

#### MATERIALES

- Dinamómetros
- Cilindros sólidos
- Probetas
- Varillas
- Soporte Universal
- Agua

#### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Realice el montaje de la figura 2.1.
2. Pese el cuerpo que se da para el experimento ( $w_A$ ).

#### MONTAJE DEL EXPERIMENTO

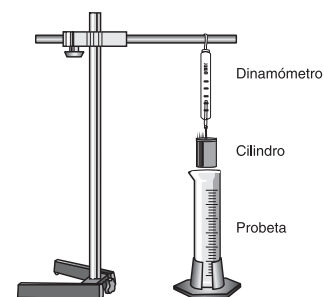


Figura 2.1. Montaje del Principio de Arquímedes

3. Sumerja el cuerpo dentro del fluido (agua) y lea nuevamente el dinamómetro ( $w_1$ ). El empuje es la diferencia entre  $w_A$  y  $w_1$ .  $B = w_A - w_1$ .
4. Observe y mida la cantidad de volumen desplazado, viértalo en una probeta y péselo. Consigne los datos en la Tabla No. 2.1.
5. Repita los cuatro pasos anteriores para los cinco cuerpos dados para la experiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN 968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.



2. ¿De qué depende la fuerza de empuje?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ¿Es la fuerza de empuje la misma para cualquier clase de fluido? Justifique su respuesta.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Depende la fuerza de empuje de la naturaleza de los cuerpos sumergidos? Justifique su respuesta.  
¿Podría depender de la forma de éstos?

---

---

---

---

---

---

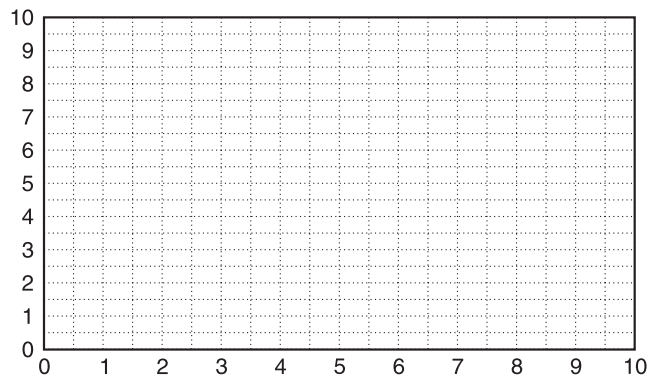
---

---

---

---

5. Grafique Empuje vs Volumen desplazado. Haga las regresiones y los análisis respectivos.







## EXPERIENCIA N° 3 PRESIÓN DE LOS FLUIDOS

### OBJETIVO

- Mostrar la relación entre la presión de un punto en un fluido y la profundidad.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Presión y unidades de presión.
- Variación de la presión con la profundidad.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

De acuerdo a la figura 3.1, la cara inferior del elemento tomado, el fluido ejerce una fuerza  $F_1 = P.A$ , y sobre la cara superior se ejerce otra fuerza  $F_2 = (P+\Delta P).A$ .

El sistema se encuentra en equilibrio:  
 $\Sigma F_X = 0$  y  $\Sigma F_Y = 0$ . Primera condición de equilibrio

$$\text{Entonces, } F_1 - F_2 - w = 0$$

$$P.A - (P+\Delta P).A - w = 0 \quad (3.1)$$

Resolviendo la ecuación 1, tenemos:

$$\frac{dP}{dy} = -\rho \cdot g \quad (3.2)$$

Esta expresión muestra como cambia la presión con respecto a la profundidad, el signo menos significa que la presión aumenta o disminuye con la altura.

### MATERIALES

- Dos Tubos de PVC,  $d = 1 \frac{1}{2}$ ,  $L = 30$  cm, cerrado en uno de los extremos.
- Esferas
- Regla
- Probeta
- Líquidos
- Trípode
- Arena

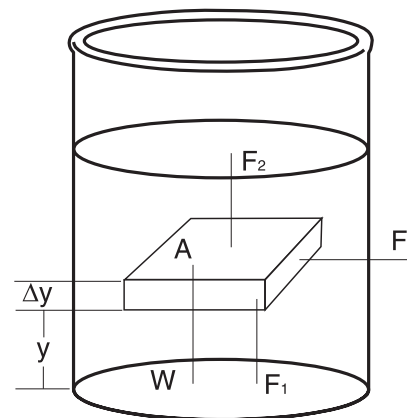


Figura 3.1. Esquema que representa la relación de un objeto dentro de un fluido.

### Montaje del Experimento

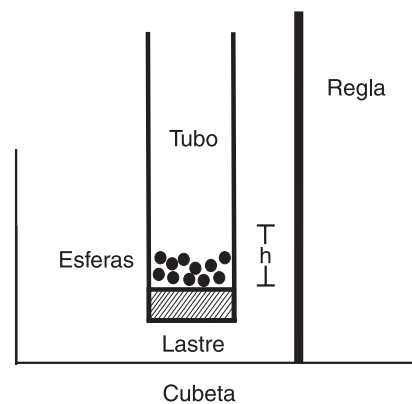


Figura 3.2 Representación del Montaje del Experimento sobre presión en los fluidos.

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Lastre el tubo con un poco de arena y mida la altura  $h$ .
2. Llame al peso del tubo más el lastre ( $w_0$ ).  $A$  al área del tubo (Área exterior),  $P_0$  la presión inicial .
3. Introduzca esferas dentro del tubo y mida la altura, agregue más esferas y vuelva a medir la altura hasta completar cinco lecturas y consigne los datos en la Tabla 3.1.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN 968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Cómo cambia el significado de la ecuación obtenida, si ahora hacemos  $h = 0$ ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Compare el  $w_0$  con el  $w$  obtenido en la gráfica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Compare  $h$  con el  $h_0$  obtenido en la gráfica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## EXPERIENCIA N° 4

MEDIDA DEL COEFICIENTE DE TENSIÓN SUPERFICIAL  
(MÉTODO DE LAS GOTAS)

## OBJETIVO

- Medir el coeficiente de tensión superficial del agua utilizando el método de las gotas.

## REQUISITOS CONCEPTUALES

- Tensión superficial.
- Coeficientes de tensión superficial.
- Variación de la tensión superficial con respecto la temperatura.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La forma esférica que adoptan las gotas se debe a una propiedad de las superficies líquidas llamada *Tensión Superficial*.

La tensión superficial ( $\gamma$ ) de una película de líquido se define como la razón de la magnitud de la fuerza de tensión superficial  $F$ , a la longitud a lo largo de la cual la fuerza actúa.

$$\gamma = \frac{F}{L} \quad (4.1)$$

Las unidades de la tensión superficial, en el Sistema Internacional (S.I), son Newton por metro (N/m). Esta también se puede expresar de otra forma si manipulamos sus unidades.

$$\gamma = \frac{N}{m} = \frac{N \cdot m}{m^2} = \frac{J}{m^2} \quad (4.1.a)$$

En consecuencia un fluido adopta una forma tal que su área de superficie sea lo más pequeña posible. La forma esférica es la que tiene el área de superficie más pequeña, es por eso que las gotas de agua adoptan la forma esférica.

## MATERIALES

- Termómetro
- Agua
- Gotero – Bureta
- Probeta

## MONTAJE DEL EXPERIMENTO

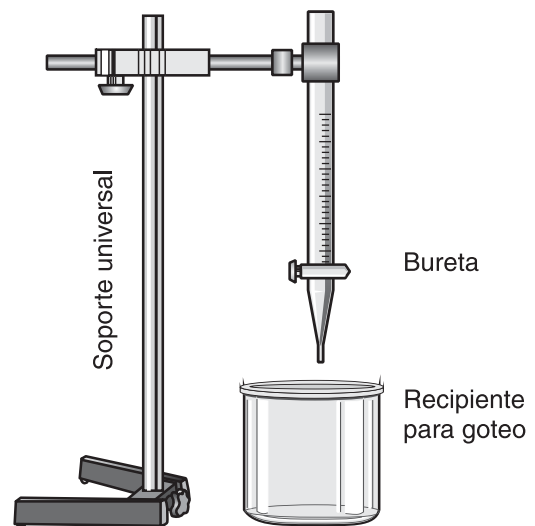


Figura 4.1 Montaje del Experimento sobre Tensión superficial.

- Balanza
- Vaso de precipitado

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Arme el montaje de la figura.
2. Mida el radio de la boca de la bureta o del gotero, utilizando agujas de diámetros estandarizados.
3. Llene la bureta de agua y coloque un vaso de precipitados debajo para que sirva de desagüe.
4. Abra la llave de la bureta e intente conseguir un goteo lento e intermitente.
5. Cada 10 gotas haga una pesada hasta completar 10 pesadas.
6. Anote los datos en la Tabla 4.1

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MECÁNICA DE FLUIDOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia MEDIDA DEL COEFICIENTE DE TENSIÓN SUPERFICIAL (Mét. de las Gotas)					No. EXPERIENCIA No. 4			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora		
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

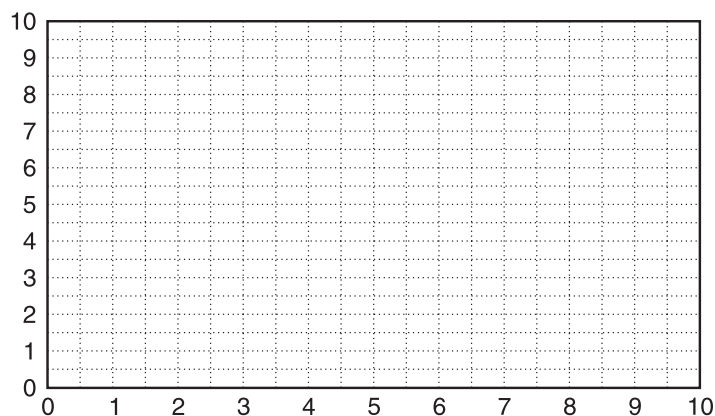
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

No. (gotas)	m (g) Agua $\phi =$

Tabla No. 4.1

1. Grafique m vs No. (gotas) Haga la regresión y el análisis correspondiente de lo obtenido en la gráfica y en la regresión. ¿Qué significa cada una de las variables?, ¿los interceptos?



Recorte por la línea punteada

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Exprese las unidades de la pendiente en el S.I y en el Sistema Inglés.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Halle la tensión superficial del agua apoyándose en el marco teórico de la presente guía.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Compare el valor teórico con el experimental y halle el porcentaje de error.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## EXPERIENCIA N° 5 FLUIDOS EN MOVIMIENTO

### OBJETIVOS

- Medir el gasto y calcular la velocidad de salida utilizando la ecuación de continuidad.
- Medir la diferencia de presión entre dos puntos que pertenecen a secciones diferentes mediante la ecuación de Bernoulli.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Ecuación de continuidad.
- Gasto o rapidez de flujo.
- Unidades del caudal.
- Principio de Bernoulli.
- Tubo de Venturi.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La ecuación de Bernoulli es una consecuencia de la conservación de la energía y se expresa de la siguiente forma:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{constante} \quad (5.1)$$

P es la presión del fluido,  $\rho$  es la densidad del líquido, h es la altura.

La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente manera:  $A \cdot v = Q$ . Donde A es la sección del tubo por donde circula el fluido, v es la velocidad del fluido y Q es el volumen del fluido por unidad de tiempo que circula por la sección del tubo y recibe el nombre de gasto o flujo volumétrico.

### MATERIALES

- Tubo Venturi
- 2 Reglas
- Depósito de agua (Botella de Mariotte)
- Calibrador
- Probeta
- Nivel

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

#### PARTE A

1. Arme el montaje de la figura.
2. Recoja, en el recipiente, el agua, midiendo su volumen en los tiempos 5, 10, ..., 35, y 40 segundos. Registre los datos en la Tabla 5.1.

### MONTAJE DEL EXPERIMENTO

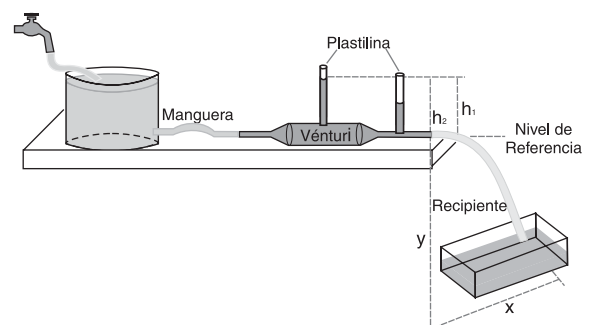


Figura 5.1 Representación esquemática de un medidor de Venturi.

3. Aplique la ecuación de continuidad a la salida del tubo Vénturi.
4. Mida el área interior del tubo de salida y calcule la velocidad de salida del agua, aprovechando los conocimientos que se tienen del movimiento parabólico.

### PARTE B

5. Mida la altura  $h_1$  y  $h_2$  del agua en el tubo venturi. La altura  $h$  se toma respecto al nivel de referencia, debe sumarse el radio del tubo para obtener  $h_1$  y  $h_2$ .
6. Calcule las presiones  $P_1$  y  $P_2$  y halle  $\Delta P = (P_1 - P_2)$  utilizando la ecuación de Bernoulli.
7. Halle las velocidades  $v_1$  y  $v_2$ , en las secciones  $A_1$  y  $A_2$ .
8. Consigne todos los datos en la Tabla 5.2.

### BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN 968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MECÁNICA DE FLUIDOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia <b>FLUIDOS EN MOVIMIENTO</b>					No. <b>EXPERIENCIA No. 5</b>	
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora
				Lu	Ma	Mi
				Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

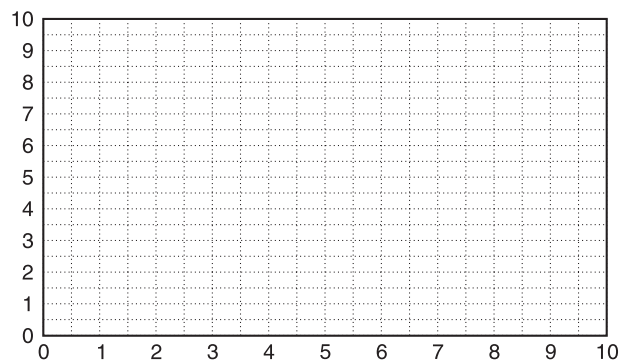
Volumen (cm <sup>3</sup> )	Tiempo (s)

Tabla No. 5.1.

Q (m <sup>3</sup> /s)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	V <sub>1</sub> (m/s)	V <sub>2</sub> (m/s)	ΔP (N/m <sup>2</sup> )

Tabla No. 5.2.

1. Grafique volumen vs tiempo. Haga la regresión, y el análisis correspondiente de lo obtenido en la gráfica y en la regresión. ¿Qué significa cada una de las variables?, ¿los interceptos?



Recorte por la línea punteada

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Halle la velocidad de salida del agua y el flujo volumétrico o gasto.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Compare el valor obtenido en el numeral 2, con la pendiente del numeral 1. Anote sus apreciaciones. Halle sus porcentajes de error.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Calcule las presiones  $P_1$  y  $P_2$ , y halle los porcentajes de error.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## EXPERIENCIA N° 6 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DEL AGUA

### OBJETIVO

- Determinar el coeficiente de viscosidad del agua.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Viscosidad de los líquidos.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Se puede imaginar que la viscosidad es el rozamiento interno de un fluido. A causa de la viscosidad es necesario hacer una fuerza para obligar a una capa líquida a deslizarse sobre otra o para obligar a una superficie a deslizarse sobre otra cuando hay entre ellas una capa líquida. Los líquidos son más viscosos que los gases.

**Ley de Poiseuille.** La velocidad de un fluido viscoso no es la misma en todas las secciones del tubo. La velocidad es máxima en el centro del tubo y disminuye hasta anularse en las paredes, es decir, la velocidad varía de acuerdo con el radio de la capa de fluido en análisis. Consideremos una porción de tubo de radio interior  $R$  y longitud  $L$ , por el cual circula un fluido de viscosidad  $\eta$ , en régimen laminar. Un cilindro de radio  $r$ , está en equilibrio bajo la acción de una fuerza impulsora, tal como:

$$F = \Delta p \cdot A \quad (6.1)$$

$$F = (P_1 - P_2)(\pi r^2)$$

y de acuerdo con lo expresado anteriormente:

$$F = \eta A \frac{dv}{dr} \quad (6.2)$$

siendo  $A$  el área lateral, por tanto,  $-\eta A \frac{dv}{dr} = (P_1 - P_2)\pi r^2$

$$-\eta 2\pi r L \frac{dv}{dr} = (P_1 - P_2)\pi r^2 \Rightarrow -\eta 2L \frac{dv}{dr} = (P_1 - P_2)r \Rightarrow -\int_v^0 dv = \frac{(P_1 - P_2)}{2\eta L} \int_r^R r dr$$

$$v = \frac{(P_1 - P_2)}{4\eta L} (R^2 - r^2) \quad (6.3)$$

Para hallar la rapidez de flujo, es decir, el volumen que atraviesa cualquier sección del tubo en la unidad del tiempo, podemos considerar un elemento  $dV$ , de tal forma que:

$$\frac{dV}{dt} = v \cdot dA$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{(P_1 - P_2)}{4\eta L} (R^2 - r^2) 2\pi r dr$$

$$Q = \frac{\pi(P_1 - P_2)R^4}{8\eta L} \quad (6.4)$$

Siendo esta la expresión de la Ley de Poiseuille.

## MATERIALES

- Tubo Venturi
- 2 Reglas
- Botella de Mariotte
- Calibrador
- Probeta
- Nivel

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Arme el montaje de la figura.
2. Nivele el tubo de conducción.
3. Despeje la viscosidad  $\eta$  de la ecuación de Poiseuille y halle las variables que le permitan llenar la tabla 6.1.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

## MONTAJE DEL EXPERIMENTO

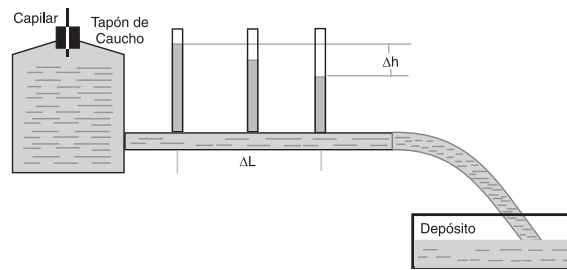


Figura 6.1 Dispositivo para determinar la viscosidad del agua

# MECÁNICA DE FLUIDOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DEL AGUA			No. EXPERIENCIA No. 6				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo		Hora			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

$\Delta h$ (cm)	$\Delta P$ (din/cm <sup>2</sup> )	R (cm)	$\Delta L$ (cm)

Tabla No. 6.1

1. Calcule la viscosidad del agua de acuerdo con la fundamentación teórica y halle su porcentaje de error.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿De qué factor depende primordialmente la viscosidad de un fluido?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

3. ¿Qué importancia tiene la viscosidad en aplicaciones ingenieriles?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Cuáles son los factores de error de la experiencia?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 7.1 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS

### OBJETIVOS

- Adiestrarse en el manejo de los termómetros.
- Construir el concepto de temperatura.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Temperatura.
- Clases de termómetros.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La Temperatura de un sistema es aquella propiedad que determina si este se encuentra o no en equilibrio térmico con otros sistemas. Cuando dos o más sistemas se encuentran en equilibrio térmico, se dice que tienen la misma temperatura. La temperatura de un sistema puede representarse por un número.

Actualmente el hombre ha creado instrumentos o dispositivos para definir y medir la temperatura llamados termómetros. Las características más importantes de un termómetro son: la sensibilidad, precisión y rapidez.

### MATERIALES

- Vaso de precipitado de 1000 ml
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Calentador de inmersión o estufa
- Termómetros digital o analógico
- Hielo

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Vierta 600 ml de agua en el vaso de precipitado, sumerja completamente el calentador de inmersión y conéctelo durante 20 segundos. Trate de determinar sensorialmente la temperatura del agua, anote ese valor en la Tabla 7.1.
2. Tome el termómetro y localice el extremo de la columna de Hg, en su interior, sumerja el bulbo metálico en el líquido, y observe que ocurre con la altura del mercurio. Compare el valor sensorial con el medido.
3. Coloque unos cubos de hielo en el vaso de 250 ml y agregue 100 ml de agua trate de determinar la temperatura del sistema sensorialmente y hágalo también con el termómetro. De nuevo compare los valores y obtenga conclusiones. Compare las medidas obtenidas por todos los integrantes del grupo de trabajo. Hágalo con el termómetro digital y analógico.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia MEDICIÓN DE TEMPERATURAS			No. EXPERIENCIA No. 7				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo		Hora			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

MEDICIÓN DE TEMPERATURAS	
Medición Sensorial	Medición con Instrumento

Tabla 7.1

1. ¿Varía rápida o lentamente la altura de la columna de mercurio en el termómetro?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿Son confiables los sentidos para determinar temperaturas? Explique

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

3. ¿Las medidas realizadas fueron directas o indirectas? Explique

---

---

---

---

---

4. ¿Qué tipos de errores pudieron cometerse en el procedimiento?. Enuncie las causas del error, diferenciando el tipo a que pertenecen.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 7.2

### EQUILIBRIO TÉRMICO Y LEY CERO

#### OBJETIVOS

- Profundizar en el concepto de equilibrio térmico.
- Comprender y comprobar la LEY CERO de la termodinámica y relacionarlo con la medición de temperatura.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Temperatura.
- Clases de termómetros.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Con el fin de comprender el concepto de temperatura, es útil definir en primer lugar dos frases que se usan con frecuencia, Contacto térmico y Equilibrio térmico. Dos cuerpos están en contacto térmico entre sí, si puede ocurrir un intercambio de energía entre ellos en la ausencia de trabajo macroscópico realizado por uno de ellos sobre el otro. El Equilibrio térmico es una situación en la que los dos cuerpos en contacto, dejan de tener todo intercambio neto de energía. El tiempo que tardan dos objetos en realizar el equilibrio térmico dependen de las propiedades de los mismos y de los caminos disponibles para intercambiar energía.

La Ley Cero de la Termodinámica la podemos enunciar como: *existe una cantidad escalar llamada temperatura, que es una propiedad de todos los sistemas termodinámicos en equilibrio, tal que la igualdad de temperaturas es una condición necesaria y suficiente para el equilibrio térmico.*

#### MATERIALES

- Soporte universal con varilla enroscada
- 2 vasos de precipitado de 200 ml y 1000 ml
- Calentador de inmersión o estufa
- 2 termómetros
- 2 pesas de 500 g y 1000 g (se pueden utilizar de otras masas)
- Cronómetro

#### BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.

3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT, Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.



2. Deposite en el vaso de precipitado grande una cantidad de agua suficiente para cubrir la pesa casi por completo. Use el calentador de inmersión o la estufa para aumentar la temperatura del agua hasta 50 °C. Sumerja la pesa y controle su temperatura así como la del agua. Observe atentamente hasta el instante en que la temperatura del cilindro comience a bajar (aproximadamente 10 minutos). No desarme el montaje.
- a) ¿Cuál es la temperatura máxima que alcanza el cilindro? c) ¿Es igual a la temperatura del agua? c) ¿Alcanzó el sistema el estado de equilibrio? d) ¿Están descalibrados los termómetros o es que se cumple la ley cero? e) ¿Ha sido suficiente el tiempo para establecer el equilibrio térmico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. El cilindro comienza a enfriarse porque le cede calor al aire que lo rodea, pero desde el momento mismo en que su temperatura es un poco superior a la del ambiente empieza a hacerlo, g) ¿Por qué no disminuía la temperatura entonces? h) ¿Continúa transmitiéndose energía del agua al cilindro cuando la temperatura de éste último se hace máxima? Describa detalladamente el proceso que sufre el sistema para llegar al equilibrio térmico i) ¿Se puede considerar el sistema agua – cilindro aisladamente?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 8

### EQUIVALENCIA EN AGUA EN UN CALORÍMETRO

#### OBJETIVOS

- Determinar los valores de diversas magnitudes térmicas de una sustancia como capacidad calorífica, el calor específico y otros.
- Utilizar correctamente un calorímetro.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Calor.
- Calorimetría.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las experiencias calorimétricas se llevaron a cabo en los calorímetros. Estos recipientes y sus accesorios interfieren con su capacidad calorífica en los cálculos realizados sobre la materia que contienen, por eso debemos tener en cuenta su comportamiento térmico en el proceso, para ello se establece: "Equivalente en agua de un calorímetro" en unidad de A gramos de agua, que se comportan térmicamente como el conjunto del aparato.

#### MATERIALES

- Calorímetro
- Vaso de aluminio o latón
- Agitador
- Calentador eléctrico
- Termómetro digital o analógico
- Probeta
- Embudo (opcional)

#### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Coloque en el calentador eléctrico unos 300 ml de agua, enchufe o conecte la corriente.
2. Tome con una probeta 300 ml de agua a temperatura de suministro y viértala en el calorímetro.
3. Introduzca en el calorímetro, el agitador, tape y a continuación dispóngase en su alojamiento el termómetro de escala corta.
4. Córtese la corriente de calentador.
5. Pasado un minuto aproximado, léase y anótese la temperatura  $T_1$  del calorímetro (cuídese de que el depósito del mercurio termométrico esté del todo bañado por el agua) Consígnelo en la Tabla 8.1.
6. Introduzca el termómetro de escala 100°C en el agua del calentador desconectado, una vez establecida la temperatura, alrededor de los 60°C se anota la temperatura  $T_2$  que marque. Consígnelo en la Tabla 8.1.
7. Rápidamente, pero sin desesperarse, se saca el termómetro del calentador, se le deposita en un sitio seguro y vierta la mayor parte del agua del calentador en el calorímetro.

8. Se tapa el calorímetro y se mueve con el agitador respectivamente desde abajo hacia arriba. Simultáneamente se observa el termómetro hasta detectar una temperatura  $T_f$  de estabilización de la columna. Anótese esa temperatura en la Tabla 8.1.
9. Retírese el termómetro y guárdese en un sitio seguro.
10. Viértase el agua del calorímetro en la probeta vacía y seca, ayudándose si es necesario de un embudo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia EQUIVALENCIA EN AGUA EN UN CALORÍMETRO					No. EXPERIENCIA No. 8	
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora
				<input type="checkbox"/> Lu <input type="checkbox"/> Ma <input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> Ju <input type="checkbox"/> Vi		

Nombre(s)

Código(s)


### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Calor ganado por el agua fría =  $Q_G$   
 Calor cedido por el agua caliente =  $Q_C$

$$Q_G = Q_{H_2O \text{ FRÍA}} + Q_{\text{Calorímetro}} \quad Q_{H_2O \text{ FRÍA}} = C_{H_2O} M_{H_2O} (T_E - T_1)$$

$$Q_G = Q_{H_2O \text{ CALIENTE}} \quad Q_{\text{CALORIMETRO}} = C_{\text{CAL}} M_{\text{CAL}} (T_E - T_1)$$

$$Q_G = Q_{\text{CEDIDO}} \quad Q_{H_2O \text{ CALIENTE}} = C_{H_2O} M_{H_2O} (60^\circ - T_1)$$

$$C_{H_2O} M_{H_2O} (T_E - T_1) = C_{H_2O} M_{H_2O} (60^\circ - T_1)$$

$$C_{\text{CAL}} M_{\text{CAL}} = \frac{C_{H_2O} M_{H_2O \text{ CALIENTE}} (60^\circ C - T_1)}{(T_E - T_1)} = \frac{C_{H_2O} M_{H_2O \text{ FRÍA}} (T_E - T_1)}{(T_E - T_1)}$$

$$A = \frac{C_{H_2O} M_{H_2O \text{ CALIENTE}} (60^\circ C - T_1)}{T_E - T_1} = \frac{C_{H_2O} M_{H_2O \text{ FRÍA}} (T_E - T_1)}{T_E - T_1}$$

A = equivalente en H<sub>2</sub>O del calorímetro  
 T<sub>E</sub> = Temperatura de equilibrio

Recorte por la línea punteada



## EXPERIENCIA N° 9

### CALOR LATENTE DE FUSIÓN

#### OBJETIVO

- Utilizar apropiadamente el calorímetro para hallar el calor latente de fusión y verificar el punto de ebullición del agua.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Calor latente de fusión.
- Calorimetría.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Se denomina calor latente de fusión  $L_f$  de una sustancia al calor por unidad de masa necesario para cambiar la sustancia de la fase sólida a la líquida a su temperatura de fusión, donde

$$Q = mL_f \quad (9.1)$$

El término latente surge del hecho de que la temperatura permanece constante durante el proceso de fusión. El calor de fusión en el caso del agua es cualquiera de los siguientes:

$$3,34 \times 10^5 \text{ J/Kg} \quad 80 \text{ cal/g} \quad 144 \text{ BTU/lb}$$

#### MATERIALES

- Calorímetro, con agitador, tapa y termómetro
- Probeta de 500 ml
- Termómetro de 0 – 100 °C
- Papel filtro
- Hielo en trozos

#### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Haga trozos el hielo y luego asegúrese de que estén a 0 °C, para ello ponga en la probeta o plato un poco de papel filtro, dóblelo tres o cuatro veces y sobre él deposite los trozos de hielo.
2. Prepare el calorímetro con 350 cc de agua, ligeramente tibia, entre 40 y 45 °C mida la cantidad de agua cuidadosamente con la probeta.
3. Registre la temperatura del agua en el calorímetro en la Tabla 9.1.
4. Coloque en el calorímetro algunos trozos de hielo, aproximadamente 150 g.
5. Tape el calorímetro dejando dentro el agitador y el termómetro.

6. Remueva el agitador suavemente hasta que todo el hielo se funda. Observe atentamente la temperatura final de equilibrio y registre el resultado en la Tabla 9.1.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia <b>CALOR LATENTE DE FUSIÓN</b>					No. <b>EXPERIENCIA No. 9</b>	
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		
				Lu	Ma	Mi
				Ju	Vi	
						Hora

Nombre(s)

Código(s)


### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Equivalente en agua del calorímetro	A =
Masa inicial de agua añadido en el calorímetro	$m_a =$
Temperatura inicial de H <sub>2</sub> O del calorímetro	$T_i =$
Temperatura final de equilibrio	$T_f =$
Masa de hielo fundido	$m_h =$
Masa inicial de hielo	$m_{hi} =$

Tabla 9.1. Datos para los cálculos.

Calor Absorbido por el Hielo =  $Q_{Hielo}$

Calor cedido por el H<sub>2</sub>O =  $Q_{H_2O}$

$L_f$  = Calor latente de fusión = 80 cal/g

$T_E$  = Temperatura final de equilibrio

$Q_{Hielo} = Q$

$Q_{Hielo} = m_{Hielo} L_f + cm_{Hielo} (T_E - 0^\circ C) + c_{cal} m_{cal} (T_E - 0^\circ C)$

$Q = cm(45^\circ C - T_E)$

$m_{Hielo} L_f + cm_{Hielo} (T_E - 0^\circ C) + c_{cal} m_{cal} (T_E - 0^\circ C) = cm(45^\circ C - T_E)$

**Anexe la hoja de cálculos**

CONCLUSIONES


Recorte por la línea punteada

---

---

---

---

---

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 10

### CALOR ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

#### OBJETIVO

- Definir el valor del calor específico de algunos sólidos.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Calor específico de sólidos.
- Capacidad calorífica.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las sustancias difieren entre si en la cantidad de calor que se necesita para producir, en una unidad de masa dada un determinado aumento de temperatura. La relación directamente proporcional entre la variación de la cantidad de calor  $\Delta Q$  y la variación de temperatura  $\Delta T$  se denomina *Capacidad Calorífica*.

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (10.1)$$

Si medimos la capacidad calorífica por unidad de masa estamos frente a otra unidad, el *Calor Específico*, que es una característica del material del cual esta compuesto el cuerpo.

$$c = \frac{\text{Capacidad Calorífica}}{\text{masa}} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad (10.2)$$

$$\Delta Q = c.m.\Delta T \quad (10.3)$$

Ni la capacidad calorífica de un cuerpo, ni el calor específico del material son constantes, sino que dependen de la situación del intervalo de temperatura escogido. Sin embargo, dentro de una amplitud térmica determinada sin cambio de estado, podemos tomar esos valores como constantes.

#### MATERIALES

- Calorímetro
- Agua en ebullición
- Hilo
- Balanza
- 3 Muestras de diferente material
- Agua fría
- Termómetro

#### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Los datos que va a obtener en los incisos 1 – 8, serán registrados en la Tabla 10.1, y los obtenidos en el inciso 9 en la Tabla 10.2.

1. Determine la masa del calorímetro que va a usar (este debe estar vacío y seco).
2. Determine la masa de las muestras.
3. Sujete de un hilo cada una de las muestras metálicas y suspenda cada una de ellas en agua en ebullición. Espere unos minutos hasta que las muestras estén completamente calientes. Realice todos los pasos uno por uno para cada muestra metálica. ¿Qué observó?
4. Llene el calorímetro aproximadamente hasta la mitad de agua fría, use suficiente agua para cubrir con facilidad cualquiera de las muestras metálicas.
5. Determine la temperatura del agua fría.
6. Inmediatamente después de medir la temperatura, saque la muestra metálica del agua en ebullición, y séquela rápidamente, luego suspéndala en el agua fría dentro del calorímetro (la muestra debe estar completamente cubierta pero no debe tocar el fondo del calorímetro).
7. Agite, con su termómetro, anote su temperatura final y temperatura más alta alcanzada por el agua mientras se pone en equilibrio térmico con la muestra metálica.
8. Inmediatamente después de tomar la temperatura, mida y anote la masa total del calorímetro, agua y la muestra metálica.
9. Para cada metal ensayado, determine (masa del agua), (cambio de temperatura del agua cuando se pone en contacto con la muestra metálica), y (el cambio de temperatura de la muestra metálica) cuando se pone en contacto con el agua. Anote sus resultados en la tabla 10.2.
10. Utilizando las consideraciones de conservación de la energía y el concepto de calor específico determine el valor numérico del calor específico de cada una de las muestras utilizadas, primero sin utilizar el valor del equivalente en agua del calorímetro empleado, y luego teniendo en cuenta dicho valor. NO olvide hallar sus porcentajes de error.

$$c_{\text{agua}} = 80 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}.$$

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia <b>CALOR ESPECÍFICO DE SÓLIDOS</b>					No. <b>EXPERIENCIA No. 10</b>	
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora
				Lu	Ma	Mi
				Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Nombre	Símbolo	Masa (g)	Temperatura (°C)
Calorímetro	$m_c$		
Temperatura ambiental del calorímetro	$T_1$		
Cantidad de H <sub>2</sub> O en el calorímetro	$m_{H_2O}$		
Ebullición del Agua	$T_2$		
Constante de equivalencia del H <sub>2</sub> O en el calorímetro	A		
Temperatura de equilibrio	$T_f$		
Muestra No. 1	m1		
Muestra No. 2	m2		
Muestra No. 3	m3		

Tabla 10.1.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
$m_{H_2O}$			
$\Delta T_{H_2O}$			
$\Delta T_{met}$			

Tabla 10.2.

- Utilizando las consideraciones de conservación de la energía y el concepto de calor específico, determine el valor numérico del calor específico de cada una de las muestras utilizadas, primero sin utilizar el valor del equivalente en agua del calorímetro empleado, y luego teniendo en cuenta dicho valor.

$$c_{\text{agua}} = 80 \text{ cal/g.}^\circ\text{C.}$$



5. ¿Se cumple el principio de la conservación de la energía? Explique

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### CONCLUSIONES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Recorte por la línea punteada



## EXPERIENCIA N° 11

### DILATACIÓN LINEAL

#### OBJETIVOS

- Obtener el coeficiente de dilatación lineal de ciertos materiales.
- Confirmar que con los intercambios de calor se modifica la longitud de los cuerpos.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Dilatación lineal.
- Coeficientes de dilatación lineal.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La mayoría de los materiales sólidos se dilatan al calentarse. Supongamos que una barra de un material tiene una longitud  $L_0$ , a una temperatura inicial, y que cuando la temperatura aumenta en una cantidad también es proporcional a  $L_0$ ; si dos barras del mismo material experimentan la misma variación de temperatura, pero una de ellas es únicamente el doble de larga que la otra, entonces la variación de su longitud será también el doble de grande. Introduciendo una constante de proporcionalidad (que es distinta para diferentes materiales) podemos resumir esta relación de la forma siguiente:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (11.1)$$

La constante, que caracteriza las propiedades de dilatación térmica de un material determinado, se denomina **Coefficiente térmico de dilatación lineal**  $\alpha$ , más brevemente **Coefficiente de dilatación lineal**.

En materiales que no tienen direcciones preferentes, cada dirección lineal varía de acuerdo con la ecuación (11.1). Por tanto,  $L$  podría representar igualmente el espesor de la barra que la longitud del lado de una lámina cuadrada, o el diámetro de un orificio practicado en el material. Existen algunas excepciones, la madera, por ejemplo, tiene diferentes propiedades de redilatación en la dirección de la veta a través de la misma, igualmente, los monocristales de una sustancia pueden tener propiedades diferentes a lo largo de diferentes ejes cristalográficos.

Es preciso hacer notar que la proporcionalidad directa expresada en la ecuación (11.1) no es exacta, sino que es aproximadamente correcta para variaciones de temperaturas suficientemente pequeñas. Para cualquier temperatura, un coeficiente de dilatación térmica puede definirse mediante la ecuación:

$$\alpha = \frac{1}{L} \frac{dL}{dT} \quad (11.2)$$

En este caso, se encontrará que, para un material dado, varía algo con la temperatura inicial y la magnitud del intervalo de temperatura. Como la ecuación (11.1) es, en el mejor de los casos, una aproximación, ignoraremos esta variación. Los valores medios para algunos materiales se dan en la tabla 11.1.

MATERIALES	$\alpha \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C}^{-1})$
Aluminio	2,4
Latón	2,0
Cobre	1,7
Vidrio	0,4 - 0,9
Acero	1,2
Invar.	0,09
Cuarzo(fundido)	0,04

Tabla 11.1. Coeficiente de dilatación lineal de algunos materiales

## MATERIALES

- Tubo de latón
- Tubo de aluminio
- Tubo de cobre
- Dilatómetro

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Registre los valores obtenidos en la tabla correspondiente

1. Determine de manera exacta la longitud de cada uno de cada uno de los tubos.
2. Mida la temperatura ambiente.
3. Conecte el calentador eléctrico y espere a que el agua alcance su punto de ebullición.
4. Tome los datos que marque el dilatómetro.
5. Determine el coeficiente de dilatación lineal de cada material, de acuerdo con la fundamentación teórica. Halle el porcentaje de error.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia DILATACIÓN LINEAL			No. EXPERIENCIA No. 11				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
$L_0$			
$T_1$			
$T_2$			
$\Delta L$			
$\Delta T$			
$\frac{\Delta L}{L_0}$			

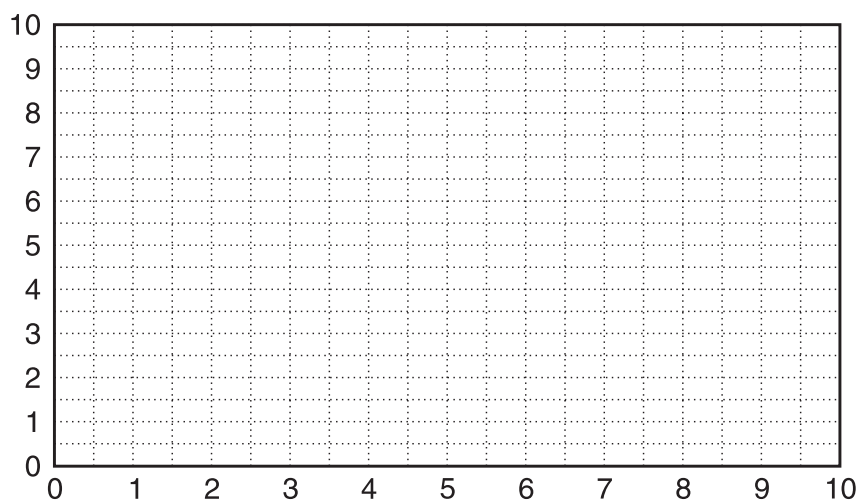
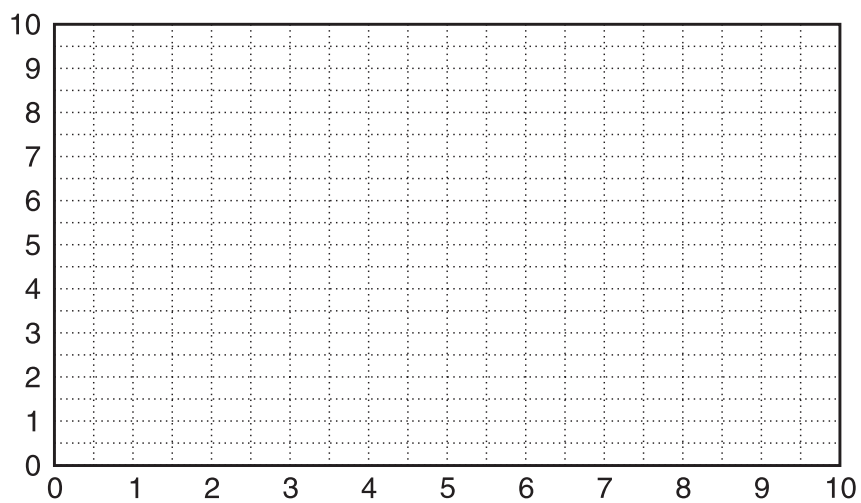
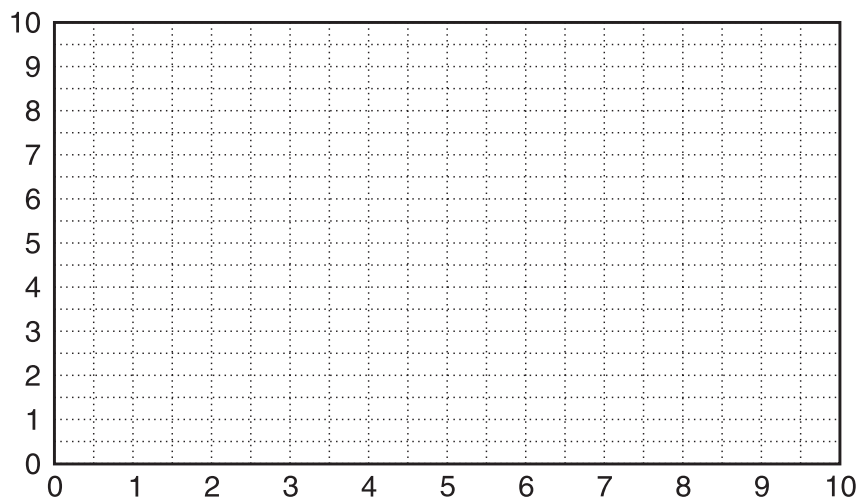
Tabla 11.2

1. Determine el coeficiente de dilatación lineal de cada material, de acuerdo con la fundamentación teórica. Halle el porcentaje de error.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

2. Grafique  $\frac{\Delta L}{L_0}$  vs  $\Delta T$ . Haga la regresión del caso y el análisis correspondiente, de las variables implicadas, para cada material.







## EXPERIENCIA N° 12

### PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA (CALOR Y ENERGÍA) CONVERSIÓN DEL CALOR EN TRABAJO

#### OBJETIVO

- Reconocer que el calor puede transformarse en trabajo.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Trabajo y energía.
- Calor y calorimetría.
- Conservación de la energía mecánica.
- Sistema termodinámico.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La primera ley de la termodinámica es una generalización de la ley de conservación de la energía que abarca los cambios en la energía interna. Esta es una ley universalmente válida que puede aplicarse a muchos procesos, y proporciona una conexión entre los mundos macro y microscópico.

Se ha visto que la energía puede transferirse de dos maneras, entre un sistema y sus alrededores. Una es el trabajo hecho por el sistema, lo que requiere que haya un desplazamiento microscópico del punto de aplicación de una fuerza (o presión). La otra es el calor, que ocurre a través de colisiones aleatorias entre las moléculas del sistema. El resultado en ambos mecanismos es un cambio en la energía interna del sistema, y, por lo tanto, puede haber cambios mensurables en las variables microscópicas del sistema, como la presión, la temperatura y el volumen de un gas.

#### MATERIALES

- Soporte universal con varilla roscada
- 2 cubos de hielo
- Balón de destilación
- Tapón para salida lateral
- Pinza para balón
- Esfera de icopor
- Mechero

#### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Tome dos cubos de hielo y frótelos entre sí durante 30 segundos. Anote sus observaciones.
2. ¿De dónde salió ese exceso de sustancia calórica que la provocó? ¿Qué tan válida es la hipótesis del calorífico?

3. Deposite 100 ml de agua en el balón. Obture la salida lateral con un tapón de caucho y selle a presión la boca con la esfera de icopor (es muy importante que no haya escape de vapor). Con ayuda del soporte universal y una pinza, coloque el balón a una altura que le permita calentar directamente con el mechero. Modifique periódicamente la posición del mechero de modo que la llama no incida siempre en el mismo lugar. Obsérvese con atención durante unos minutos, y describa lo que ocurre con la esfera. a) ¿puede el calor realizar trabajo? b) ¿Es aceptable concebir el calor como una forma de energía? Explique.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA (CALOR Y ENERGÍA) CONVERSIÓN DEL CALOR EN TRABAJO			No. EXPERIENCIA No. 12				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo		Hora			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Tome dos cubos de hielo y frótelos entre si durante 30 segundos. Anote sus observaciones.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿De dónde salió ese exceso de sustancia calórica que la provoco? ¿Qué tan valida es la hipótesis del calorífico?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada



## EXPERIENCIA N° 13

# SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. CONVERTIDOR TERMOELÉCTRICO

### OBJETIVOS

- Analizar la dirección de flujo de calor entre dos cuerpos
- Confirmar el enunciado de Clausius de la Segunda Ley de la termodinámica.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Ley cero de la termodinámica.
- Primera Ley de la termodinámica.
- Entropía.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Clausius enunció la segunda ley de la termodinámica como sigue: "es imposible construir una máquina térmica cíclica, cuyo único efecto sea la transferencia continua de energía, de un objeto a otro de mayor temperatura, sin la entrada de energía por trabajo en términos simples, la energía no huye espontáneamente de un objeto frío a un objeto caliente" por ejemplo, las casas se refrescan en verano usando bombas de calor llamadas acondicionadores de aire. El acondicionador de aire bombea energía desde el cuarto frío en la casa, al aire caliente del exterior. Esta dirección de transferencia de energía requiere la introducción de energía al acondicionador del aire, la cual es proporcionada por la compañía de energía eléctrica.

### MATERIALES

- Calorímetro
- Agua
- Estufa
- Convertidor termoeléctrico
- Generador de calor
- Termómetro

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Tome dos calorímetros y llénelos de agua a temperatura ambiente, registre la temperatura del líquido. Anote el resultado, luego coloque el convertidor termoeléctrico dentro de los dos calorímetros (únicamente las patas) ¿Qué observa? Explique detalladamente. Espere aproximadamente 5 min.
2. Hierva agua, llene ambos calorímetros. Luego coloque el convertidor termoeléctrico dentro de los dos calorímetros (únicamente las patas) ¿Qué observó? Explique detalladamente. Espere 5 minutos.
3. Ahora coloque una pata del convertidor termoeléctrico en agua fría y la otra en agua caliente. Espere unos minutos. Ahora encienda el interruptor, ¿Qué observó? Explique detalladamente.

4. Luego mezcle agua fría con agua caliente y coloque ambas patas del convertidor termoeléctrico en el agua mezclada ¿Qué ocurre? Explique.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# TERMODINÁMICA

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. CONVERTIDOR TERMOELÉCTRICO			No. EXPERIENCIA No. 13				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo		Hora			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Tome dos calorímetros y llénelos de agua a temperatura ambiente, registre la temperatura del líquido. Anote el resultado, luego coloque el convertidor termoelectrico dentro de los dos calorímetros (únicamente las patas) ¿Qué observa? Explique detalladamente. Espere aproximadamente 5 min.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Hierva agua, llene ambos calorímetros. Luego coloque el convertidor termoelectrico dentro de los dos calorímetros (únicamente las patas) ¿Qué observó? Explique detalladamente. Espere 5 minutos.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

3. Ahora coloque una pata del convertidor termoeléctrico en agua fría y la otra en agua caliente. Espere unos minutos. Ahora encienda el interruptor, ¿Qué observó? Explique detalladamente.

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Luego mezcle agua fría con agua caliente y coloque ambas patas del convertidor termoeléctrico en el agua mezclada ¿Qué ocurre? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 14

### MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

#### OBJETIVOS

- Medir el período de la oscilación de un péndulo simple en función de la longitud del hilo.
- Determinar la dependencia de la longitud para el periodo del péndulo.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Movimiento periódico.
- Clasificación del movimiento periódico.
- Conceptos y ecuaciones del Oscilador Armónico Simple.
- Leyes del péndulo.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### PÉNDULO SIMPLE

Una masa  $m$ , considerada como partícula puntual, se encuentra suspendida de un hilo supuesto inextensible y de masa despreciable. La partícula se encuentra sometida a la acción de la fuerza de la gravedad ( $mg$ ) y se desplaza de su posición de equilibrio, que es aquella en la cual el hilo forma un ángulo ( $\theta$ ) con la vertical. Este sistema físico se conoce con el nombre de **PÉNDULO SIMPLE** (ver la figura 14.1).

Supongamos que la partícula puntual se suelta inicialmente con velocidad nula cuando el hilo forma un ángulo con la vertical. La energía del péndulo en este instante inicial tiene dos términos: energía cinética, que es nula porque la velocidad inicial es nula, y energía potencial gravitatoria diferente de cero, gracias a la acción de la gravedad y de la altura.

La figura 14.1 muestra un péndulo simple desplazando un ángulo  $\theta$  de su posición de reposo. El peso de la masa tiene una componente  $mg \text{Sen} \theta$  perpendicular a la cuerda. Este componente actúa con una fuerza restauradora.

De donde, Fuerza Restauradora =  $mg \text{Sen} \theta$

Pero si  $\theta$  es pequeño, podemos sustituir  $\text{Sen} \theta$  por  $\theta$ .

Además  $\theta = \frac{s}{l}$  donde  $s$  es el arco del desplazamiento de la masa.

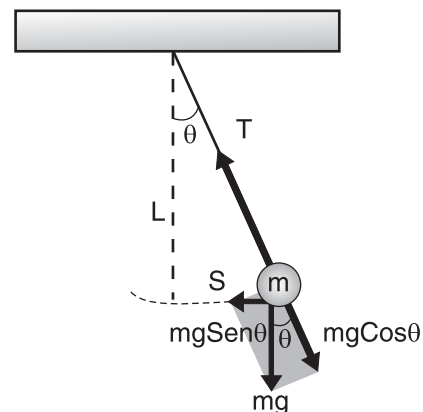


Figura 14.1. Péndulo simple.

Por tanto, Fuerza Restauradora =  $mg\theta = mg \frac{s}{l}$

Como  $\frac{mg}{l}$  es una constante, la fuerza restauradora es proporcional al desplazamiento y, por consiguiente, el movimiento es armónico simple.

La fuerza restauradora por unidad de desplazamiento es  $\frac{mg}{l} \cdot s$

Por tanto podemos decir que el periodo de un péndulo simple esta dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (14.1)$$

**Ecuación del M.A.S:**

$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\left(\frac{g}{l}\right)\theta$ , lo que significa que el movimiento angular del péndulo es armónico con  $\omega^2 = \frac{g}{l}$  cuyo

periodo es:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  de donde:  $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$

Si se quiere linealizar los datos, obtenidos experimentalmente, puede hacer uso de la función logaritmo:

$$\text{Log}T = \text{Log} 2\pi \left(\frac{l}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (14.2)$$

## MATERIALES

- Soporte universal.
- Esfera de metal.
- Esfera de madera.
- Cuerda.
- Regla o cinta métrica.
- Registrador de tiempo digital.

## MONTAJE DEL EXPERIMENTO

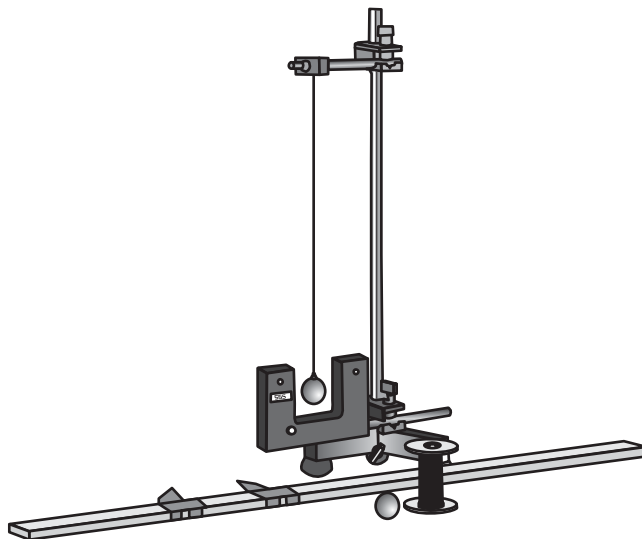


Figura 14.2 Péndulo con sensor de tiempo.

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Se efectúa el montaje como indica la figura 14.2. La esfera se ata al hilo que a su vez se fija a la barra horizontal del soporte universal. En caso de que el hilo sea nuevo se aconseja dejar colgado libremente la masa por algunos minutos. Se puede usar el contador digital con la barrera fotoeléctrica para la medición del periodo. Se pone el contador en la posición de medida de medio ciclo, y se pulsa RESET para realizar cada medida.

En la primera parte del experimento se registrara 5 medidas de tiempo para pequeñas oscilaciones a una longitud determinada por el grupo de trabajo y sus valores lo anotan en la Tabla 1 de datos. Realice el mismo procedimiento para cinco longitudes diferentes.

Cada uno de los procesos realizados anteriormente, hágalo para cuando la masa colgante es una esfera de diferente masa y realice el mismo procedimiento descrito anteriormente, registre los datos obtenidos en la Tabla 2.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.



# MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE					No. EXPERIENCIA No. 14			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora		
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)


### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

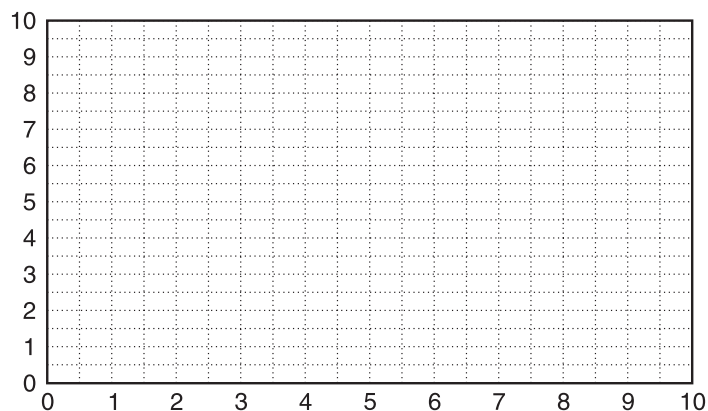
Longitud (cm)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T promedio	T <sub>2</sub>

Tabla 14.1

Longitud (cm)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T promedio	T <sub>2</sub>

Tabla 14.2

1. Grafique en papel milimetrado, periodo (T) vs longitud. Realice el análisis respectivo.



Recorte por la línea punteada

---

---

---

---

---

---

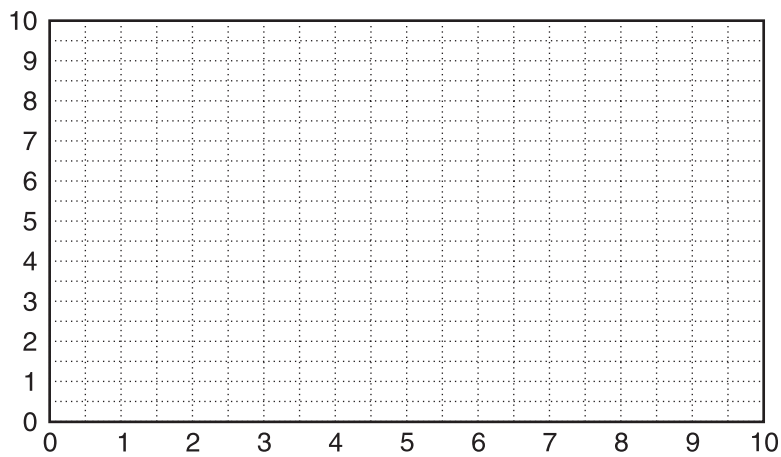
---

---

---

---

2. Construya la grafica  $T^2$  vs L. Realice el análisis respectivo.



---

---

---

---

---

---

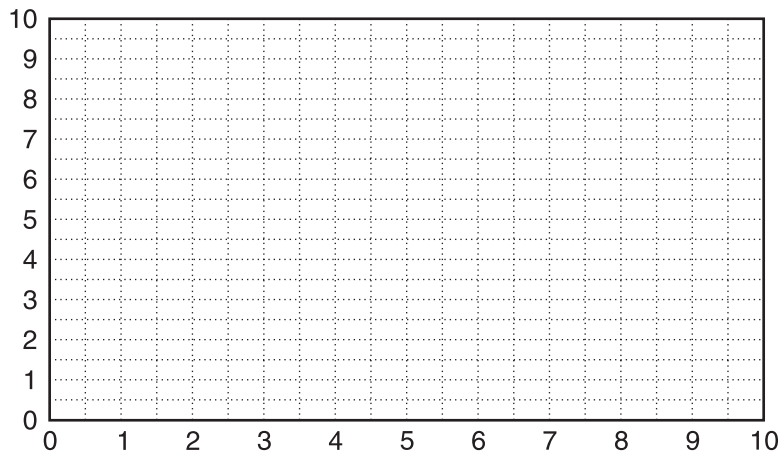
---

---

---

---

3. Construya la grafica Log T en función de Log L y calcule (g).







## EXPERIENCIA N° 15

## ONDAS EN LAS CUERDAS. ONDAS TRANSVERSALES A LO LARGO DE UNA CUERDA ESTIRADA

## OBJETIVOS

- Determinar la velocidad de propagación de onda en una cuerda.
- Hallar la frecuencia experimental de onda en un medio elástico.

## REQUISITOS CONCEPTUALES

- Movimiento Ondulatorio.
- Clasificación de los movimientos ondulatorios.
- Elementos de una onda.
- Ecuaciones de onda.
- Densidad de masa lineal.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

Si se fija uno de los extremos de una cuerda y al otro extremo se le da una sacudida, pasara una ondulación a lo largo de la cuerda. Consideremos, que dicha onda pasa a lo largo de una cuerda de masa  $m$  por unidad de longitud y que esta estirada con una tensión  $T$ . Si imaginamos que la cuerda se mueve en sentido contrario al de la propagación de la onda y con la misma velocidad  $v$  de esta, entonces dicha ondulación parecerá quedarse inmóvil y que la cuerda pasa a través de ella. Si se ha de mantener la forma de la ondulación, una pequeña porción, como la longitud  $L$ , deberá estar en equilibrio.

Por lo anterior podemos concluir que la velocidad de una onda que viaja en una cuerda viene dada por la expresión matemática:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad ; \quad (15.1)$$

Donde  $\mu$  es la densidad de masa lineal de la cuerda y viene dada por la ecuación:

$$\mu = \frac{m_{\text{cuerda}}}{L_{\text{cuerda}}} \quad ; \quad (15.2)$$

Si se pulsa con los dedos una cuerda estirada, se producen ondas transversales que corren en ambos sentidos y que se reflejan en los extremos. La acción recíproca de las ondas directa y reflejada a lo largo de la cuerda produce lo que se llama "ondas estacionarias". Las posibles formas de vibración de la cuerda se representan en la figura 15.1.

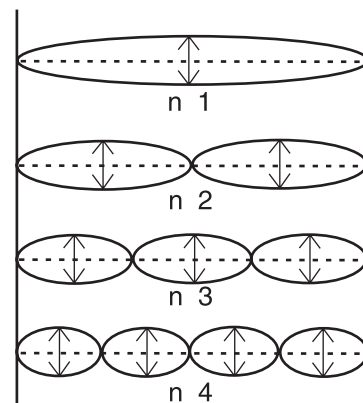


Figura 15.1. Ondas estacionarias en una cuerda.

$$\lambda = 2L$$

$$\lambda = \frac{2}{3} L$$

$$\lambda = \frac{2}{4} L$$

Los puntos que no se desplazan se les llaman nodos y a los puntos de desplazamiento máximo se les llama antinodos. Ahora como la velocidad de una onda en un medio elástico esta dada por:

$$v = \lambda \cdot f \quad (15.3)$$

Finalmente como uno de los objetivos es determinar la frecuencia de una onda estacionaria, teniendo en cuenta la vibración fundamental, , por tanto su frecuencia sería:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (15.4)$$

Siendo  $n$  el número de antinodos existentes en la cuerda.

## MATERIALES

- Dos prensas en C para soporte.
- Masas entre 20 y 120 gramos.
- Cuerda elástica.
- Generador de ondas.
- Polea.
- Generador de frecuencia.
- Estroboscopio.
- Regla de madera.

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

- Determine la longitud y la masa de la cuerda con que desea trabajar.
- Ate la cuerda en el vibrador y traspásela por medio de una polea, y en el extremo hágale colgar pesas como considere la práctica.
- Gradúe el generador de frecuencia de tal manera que usted pueda observar de manera clara los nodos y los antinodos formados en la cuerda.
- Con una regla mida una longitud de onda observada y tenga en cuenta el número de antinodos.
- Luego gradúe el estroboscopio a la misma frecuencia que el generador de frecuencia y observe.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X

5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.



# MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia ONDAS TRANSVERSALES A LO LARGO DE UNA CUERDA ESTIRADA			No. EXPERIENCIA No. 15				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo		Hora			
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Al encender el generador de ondas, observa el movimiento de la cuerda Y cambia los controles de frecuencia. Observa el efecto y describe la onda producida y los cambios que en ella se producen. (dibuje lo observado)

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

2. En el movimiento de la cuerda anterior podemos observar puntos que permanecen prácticamente en reposo, mientras que en otros la amplitud del movimiento de la cuerda es notablemente grande.

3. La distancia entre tres puntos quietos continuos se conoce como longitud de onda y se simboliza con la letra griega " $\lambda$ ".

Encuentra estados de la cuerda con amplitud máxima, mide la longitud de onda (considera que el extremo en donde se amarra la cuerda ya es un punto en reposo) y la frecuencia. Completa las siguientes tablas con tus observaciones.

Número de puntos quietos	Dibujo de la cuerda

Tabla 15.1

Número de puntos quietos.	$\lambda$ [m]	Frecuencia " $f$ " [Hz]	$\lambda \times f$	$\frac{2L}{n - 1}$

Tabla 15.2

2. A partir de las tablas anteriores concluye con respecto a cada columna y explica cuando se alcanzan los estados de amplitud máxima.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 16

### DISPERSIÓN DE LA LUZ

#### OBJETIVOS

- Identificar el carácter ondulatorio de la luz a través del fenómeno de dispersión.
- Identificar el carácter electromagnético de las ondas luminosas.

#### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Ondas electromagnéticas.
- Dispersión de la luz.
- Prisma.
- Elementos de las ondas.
- Formación del Arco Iris.

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¿Las paredes oyen?

Uno de los fenómenos de la luz natural es su descomposición en todos los colores del arco iris, desde el rojo hasta el violeta, cuando se refracta a través de algún material de vidrio, este fenómeno recibe el nombre de dispersión y es debido a que la velocidad de la luz en un medio cualquiera varía con la longitud de onda (el índice de refracción de un medio y por tanto la velocidad de la luz en el mismo depende de la longitud de onda. Cada color tiene una longitud de onda distinta). Así, para un mismo ángulo de incidencia, la luz se refracta con ángulos distintos para diferentes colores.

La luz visible es una pequeña parte del espectro electromagnético que estimula la retina del ojo humano. Las ondas electromagnéticas viajan a las velocidades de la luz en el vacío y es igual para todos los colores. En este experimento investigaremos este fenómeno con la ayuda de un prisma acrílico

#### ESQUEMA DEL PRISMA

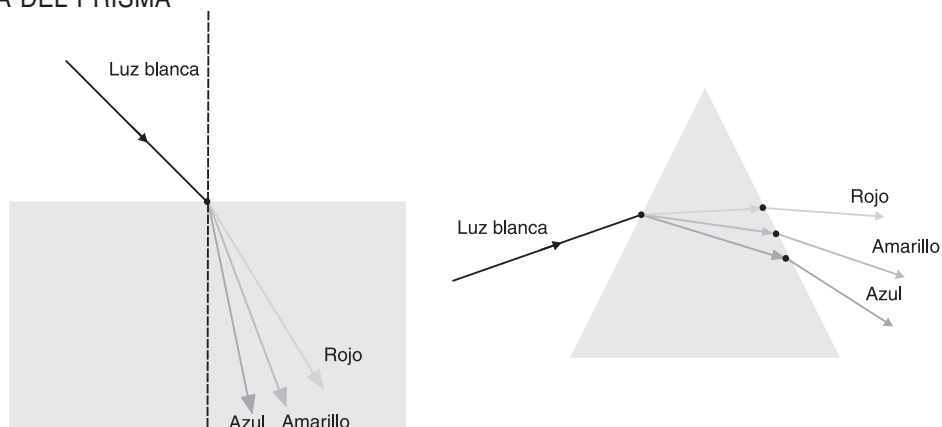


Figura 16.1 Diversos dispositivos que muestran la dispersión de la luz.

## MATERIALES

- Fuente luminosa
- Prisma acrílico
- Filtro de colores
- Pantalla

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

### Observación del fenómeno

- 1 Haga incidir un rayo luminoso sobre alguna de las caras del prisma y coloque la pantalla al frente del rayo emergente. ¿Qué observa?
- 2 ¿Es la luz monocromática es decir de un solo color? ¿Cuántos colores alcanza a distinguir? Haga un esquema indicando el orden en que aparecen.
- 3 ¿Cuántos son los colores del arco iris? ¿Cómo podría explicar la formación del arco iris?
- 4 ¿Cómo puede explicar el papel del prisma en relación al fenómeno de refracción de los diferentes colores?
- 5 ¿Qué colores se desvían más y cuales se desvían menos?
- 6 Tome el prisma y mire la luz a través de él. ¿Qué observa? ¿Qué conclusión puedes obtener con respecto a los colores contenido en la luz proveniente de la fuente luminosa?
- 7 Tome cada uno de los filtros de colores y colóquelos frente de la fuente luminosa. Anótelos en la tabla I. ¿Qué explicación puedes dar a lo observado?

Filtro de color	Rojo	Azul	Amarillo	Violeta
Colores observados en la pantalla				

Tabla 16.1

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT, Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia DISPERSIÓN DE LA LUZ					No. EXPERIENCIA No. 16						
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora				
					Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

#### Observación del fenómeno

1. Haga incidir un rayo luminoso sobre alguna de las caras del prisma y coloque la pantalla al frente del rayo emergente. ¿Qué observa?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿Es la luz monocromática es decir de un solo color? ¿Cuántos colores alcanza a distinguir? Haga un esquema indicando el orden en que aparecen.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada







## EXPERIENCIA N° 17 LEYES DE REFLEXIÓN

### OBJETIVOS

- Deducir las leyes de la reflexión

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Óptica geométrica.
- Leyes de la reflexión y leyes de refracción.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¿Por qué los árboles son verdes?

El estudio del comportamiento de la luz, es fundamental para comprender todos los fenómenos que observamos a través del sentido de la vista, que puede ir desde la formación de la imagen en un espejo hasta la formación del arco iris. La propagación de la luz es en línea recta. ¿Qué ocurrirá al haz de luz cuando encuentra un obstáculo? ¿En qué dirección se propagará el rayo reflejado?

### MATERIALES

- Fuente luminosa
- Transportador
- Espejo plano
- Papel blanco

### MONTAJE DEL EXPERIMENTO

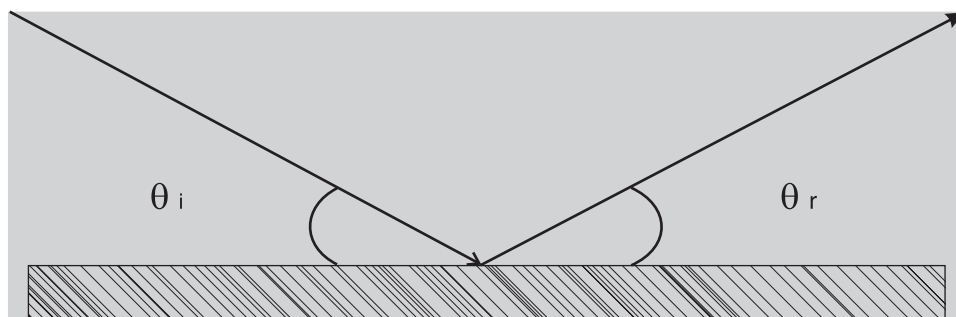


Figura 17.1 Reflexión de una onda.

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

### A. OBSERVACIÓN DEL FENÓMENO

1. Observe el comportamiento del haz de luz al hacerlo incidir sobre diferentes objetos, la mesa y la pared.
2. Vamos a observar el comportamiento del haz de luz frente a una superficie pulida (espejo plano), sobre la mesa coloque una hoja de papel blanco, sobre ella coloque perpendicularmente el espejo marcando su posición con un lápiz. Haga incidir el haz de luz en forma oblicua sobre el espejo. ¿Qué observa?. En este caso se dice que hay reflexión especular.

### B. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

- 1 Con el espejo perpendicular a la hoja, trace sobre ella la dirección del rayo incidente  $I$  (Dos puntos son suficientes, uno de ellos puede ser el punto de incidencia del haz de luz sobre el espejo). Trace la dirección del rayo reflejado  $r$  en forma similar; con una escuadra trace la línea normal al espejo.  
¿Está la normal en el mismo plano del rayo incidente y el rayo reflejado hoja de papel)
2. Mida los ángulos incidentes y reflejados para cuatro o cinco casos diferentes. (Mueva la fuente luminosa para cada caso) y registre los datos en la tabla 17.1.



2. Vamos a observar el comportamiento del haz de luz frente a una superficie pulida (espejo plano), sobre la mesa coloque una hoja de papel blanco, sobre ella coloque perpendicularmente espejo marcando su posición con un lápiz. Haga incidir el haz de luz en forma oblicua sobre el espejo. ¿Qué observa?. En este caso se dice que hay reflexión especular.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**B. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO**

1. Con el espejo perpendicular a la hoja, trace sobre ella la dirección del rayo incidente  $I$  (Dos puntos son suficientes, uno de ellos puede ser el punto de incidencia del haz de luz sobre el espejo). Trace la dirección del rayo reflejado  $r$  en forma similar; con una escuadra trace la línea normal al espejo. ¿Está la normal en el mismo plano del rayo incidente y el rayo reflejado ( hoja de papel)?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Mida los ángulos incidentes y reflejados para cuatro o cinco casos diferentes. (Mueva la fuente luminosa para cada caso) y registre los datos en la tabla 17.1.

	1	2	3	4	5
i					
r					

Tabla 17.1

**CUESTIONES**

a) Qué conclusión puede sacar de los datos obtenidos en la tabla?

---

---

---

---

---

b) Verifique su conclusión con una de las leyes de la reflexión.

---

---

---

---

---

c) ¿Por qué vemos los objetos?

---

---

---

---

---

d) ¿Cómo funciona un radar?

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 18

## REFRACCIÓN DE LA LUZ. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN

## OBJETIVOS

- Verificar la ley de Snell.
- Obtener el índice de refracción de una lamina de caras paralelas.

## REQUISITOS CONCEPTUALES

- Leyes de la refracción.
- Índices de refracción.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¿Por qué el cielo es azul?

En el experimento de fenómenos ondulatorios se observó que el comportamiento de la luz cuando pasa de un medio a otro cambia de dirección de propagación de la luz en el segundo medio. A este fenómeno se le conoce como *Refracción de la luz*.

Ahora se hará un estudio cuantitativo de la refracción, estableceremos la validez de la ley de Snell y la usaremos para la medición del índice de refracción de la lámina de acrílico.

Es conveniente estudiar la refracción, es decir, verificaremos que se cumple la relación

$$n = \frac{\text{Sen}\theta_1}{\text{Sen}\theta_2}, \text{ donde } n \text{ es el índice de refracción de}$$

segundo medio. (Ver figura 18.1)

## MATERIALES

- Lámpara o fuente luminosa
- Banco óptico (Opcional)
- Láminas de caras paralelas
- Transportador
- Hojas de papel milimetrado.

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

## Refracción de una lamina de acrílico

1. Colóquese la lámina de acrílico sobre la hoja de papel milimetrado, utilizando la fuente luminosa

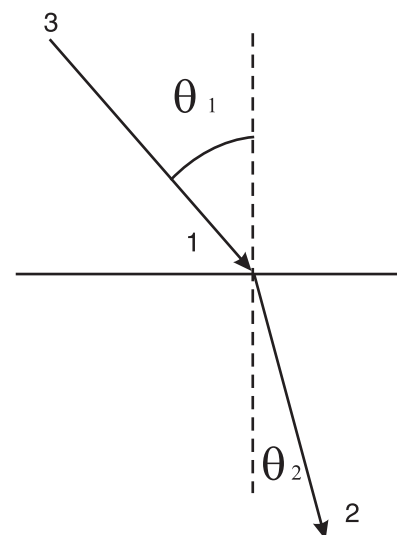


Figura 18.1 Diagrama esquemático de la refracción.

con una rendija vertical, haga incidir un rayo sobre un punto (1) en una de las caras de la lámina. Es conveniente colocar los bordes de la lamina paralelos a las líneas de papel milimetrado, marque con un lápiz el contorno de la lamina, señale el punto de incidencia, manténgalo fijo durante su experimento. ¿Qué cambios se observan al propagarse la luz del acrílico?

2. Trace sobre el papel el rayo incidente (3) (1) y el rayo refractado (1) (2), para lo cual puede indicar dos puntos en cada rayo, como se indica en la figura No. 18.1.
3. Cambie la dirección del rayo incidente para 5 posiciones diferentes y repita el procedimiento anterior utilizando el mismo punto de incidencia (1).
4. Mida con el transportador el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción y registre sus resultados en la Tabla 18.1.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999.691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia REFRACCIÓN DE LA LUZ. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN					No. EXPERIENCIA No. 18			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora		
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

## REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

### Refracción de una lamina de acrílico

1. Colóquese la lámina de acrílico sobre la hoja de papel milimetrado, utilizando la fuente luminosa con una rendija vertical, haga incidir un rayo sobre un punto (1) en una de las caras de la lámina. Es conveniente colocar los bordes de la lamina paralelos a las líneas de papel milimetrado, marque con un lápiz el contorno de la lamina, señale el punto de incidencia, manténgalo fijo durante su experimento. ¿Qué cambios se observan al propagarse la luz del acrílico?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Para los pasos 2 a 4 debe anexar sus dibujos y resultados.

2. Trace sobre el papel el rayo incidente (3) (1) y el rayo refractado (1) (2), para lo cual puede indicar dos puntos en cada rayo, como se indica en la figura No. 18.1.
3. Cambie la dirección del rayo incidente para 5 posiciones diferentes y repita el procedimiento anterior utilizando el mismo punto de incidencia (1).
4. Mida con el transportador el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción y registre sus resultados en la Tabla 18.1.

Recorte por la línea punteada

	1	2	3	4	5	6
$\theta_1$						
$\theta_2$						
$\text{Sen}\theta_1$						
$\text{Sen}\theta_2$						
$\text{Sen}\theta_1 / \text{Sen}\theta_2$						

Tabla 18.1

### Cuestiones

1. ¿Cómo es la relación  $\frac{\text{Sen}\theta_1}{\text{Sen}\theta_2}$  ? ¿Podríamos decir que esta relación es algún valor constante?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Cuál sería el valor medio de esta constante en su experimento?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Grafique  $\text{Sen}\theta_1$  contra  $\text{Sen}\theta_2$  ( $\text{Sen}\theta_2$  eje horizontal,  $\text{Sen}\theta_1$  eje vertical), calcule la pendiente de la recta. Haga el análisis correspondiente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Qué interpretación física puede dársele a la pendiente de la recta obtenida en el gráfico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Compare el valor de la pendiente con el valor del índice de refracción  $n$ , calculado en  $b$ , ¿Existe concordancia dentro de los límites experimentales con el valor hallado del gráfico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### CONCLUSIONES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Recorte por la línea punteada

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXPERIENCIA N° 19

# ONDAS EN LA SUPERFICIE DE UN LÍQUIDO

### OBJETIVOS

- Observar algunas propiedades ondulatorias de las ondas mecánicas.
- Describir y explicar los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, principio de Huygens e interferencia.

### REQUISITOS CONCEPTUALES

- Conceptos sobre el movimiento ondulatorio.

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los procesos en los cuales intervienen ondas dan lugar a una serie de fenómenos especiales, dada la naturaleza particular de las ondas, que son de interesante estudio, y que explican muchas de las asombrosas propiedades que tienen tanto la luz como el sonido. En el caso de la luz podemos explicar en qué consisten los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, principio de Huygens e interferencia.

**Ondas en dos dimensiones:** cuando una persona perturba intermitentemente un punto de la superficie de un líquido tranquilo, una onda constituida por pulsos circulares comienza a propagarse en dicha superficie a partir del punto de perturbación. Observemos que estas ondas se propagan en dos dimensiones, mientras que las ondas de una cuerda se propagan en una dimensión.

### PRINCIPIO DE HUYGENS

El principio de Huygens es una herramienta útil y bastante sencilla para entender muchos de los extraños procesos que suceden relacionados con las ondas. Si bien no es estrictamente correcto y además se acepta sin una demostración rigurosa, sirve para explicar satisfactoriamente algunos fenómenos ondulatorios como la interferencia, reflexión, refracción.

Básicamente este principio explica cómo tiene lugar la propagación de una onda: cuando cada uno de los puntos de un medio material es alcanzado por una onda, este punto se vuelve a comportar como un foco emisor de ondas, creando una serie de ondas secundarias. El resultado global de todos estos puntos emitiendo ondas a la vez será la de un nuevo frente de ondas similar al anterior, con lo que la onda se irá propagando sucesivamente.

### MATERIALES

- Cubeta de ondas
- Barra generadoras de ondas
- Barreras de aluminio
- Placa de vidrio
- Fuente de poder variable de 0-12 VCD

- Fuente luminosa
- Pantalla
- Barreras de acrílicos
- Estroboscopio

## MONTAJE DEL EXPERIMENTO

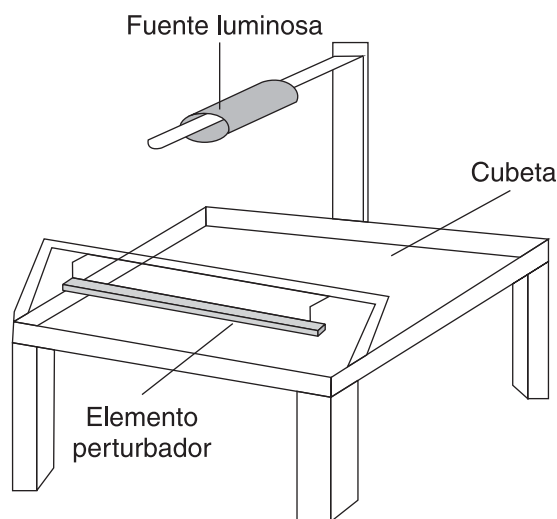


Figura 19.1. Montaje de la cubeta de ondas

## DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Monte La Cubeta de Ondas como muestra La Figura 19.1. Agregue agua hasta el nivel de uno o dos centímetros. Verifique la profundidad en las cuatro esquinas para comprobar que el agua tiene el mismo nivel. Encienda la fuente luminosa. Mientras crea pequeñas perturbaciones con un gotero ajuste la fuente luminosa (el filamento del bombillo debe quedar vertical con respecto a la pantalla) de modo que produzca imagen clara de ondas sobre la pantalla de papel.

### REFLEXIÓN DE ONDAS

1. Coloque la barra generadora de onda rectas para formar pulsos sencillos. Coloque dentro de la cubeta un obstáculo o barrera recta. Observe, describa
2. dibuje lo que sucede a los pulsos cuando golpea suavemente la barrera. **EXPLIQUE FÍSICAMENTE LO QUE SUCEDE.**
3. Coloque ahora sobre la cubeta la barrera circular (elipse, parabólica y circular) y genere un pulso suave plano frente a ella por su parte cóncava, como se indica en la figura 19.2. Observe, describa y dibuje lo que sucede al pulso cuando golpea suavemente frente a la parte cóncava. ¿Qué puedes concluir?

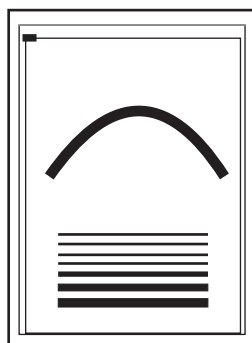


Figura 19.2. Reflexión de ondas en una cubeta de agua

- Localice el punto, o foco, donde los pulsos reflejados se juntan. Observe, describa y dibuje la reflexión de ondas para las barreras circulares, parabólicas y elípticas.

### REFRACCIÓN

- Coloque una placa de plástico en forma trapezoidal sobre el fondo de la cubeta. Vierta agua de tal manera que apenas cubra el plástico de 2 a 3 mm. La placa debe tener un borde paralelo a la barra que genere las ondas. Figura 19.3.

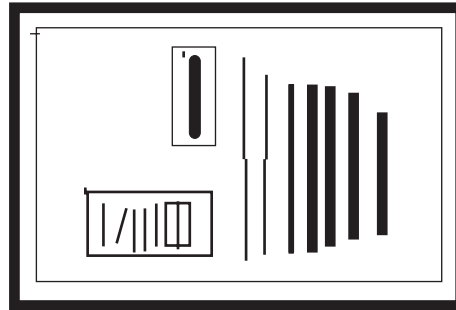


Figura 19.3. Refracción de ondas en una cubeta de agua

- Produzca un pulso suave y recto. observe algún cambio en el frente de onda cuando pasa de la parte mas profunda al menos profunda. **EXPLIQUE.**
- Teniendo en cuenta que la longitud de onda es la distancia entre dos franja brillantes consecutivas ¿Cómo son las longitudes de onda en cada uno de los medios? ¿Las velocidades son iguales en los dos medios? **EXPLIQUE.**

### INTERFERENCIA

¿Qué sucederá cuando dos ondas se cruzan? Esta es la pregunta que queremos explicar en este apartado. Para resolverla hemos de volver a recurrir a nuestro conocido principio de superposición, es decir, que podemos considerar el resultado final como una mera suma de los efectos causados por la primera onda más la segunda. Recordemos que este principio parece ser una propiedad de la naturaleza, ya que el efecto de aplicar dos ondas consecutivas sobre un mismo medio no tendría por que dar como resultado la simple suma de ambas ondas.

Al propagarse dos o más ondas por un medio la perturbación total resultante es, simplemente, la suma de las perturbaciones de ambas ondas.

- Coloque dos fuentes puntuales en la cubeta de onda, separadas 2 cm y forme ondas circulares periódicas, ¿Qué observa? Explique.
- Varié sistemáticamente las separaciones de la fuente ¿Qué observas? Describa y dibuje sus observaciones
- Aumenta gradualmente la frecuencia del generador y observa. Describa lo que sucede y explique.

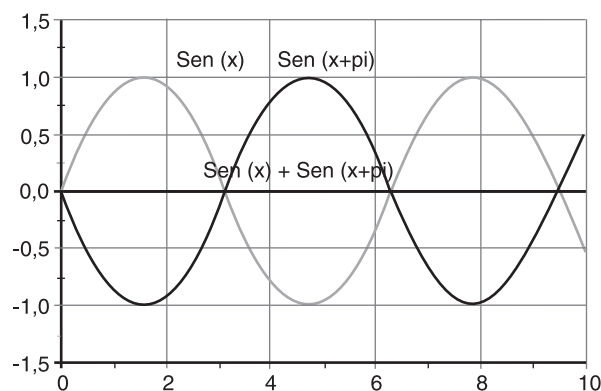


Figura 19.4. Representación de una interferencia.

Constructiva supone amplitud máxima,  
destructiva implica amplitud nula.

## DIFRACCIÓN

1. Coloque en la cubeta de onda dos obstáculos como se muestra en la figura 19.5. Genere una serie de ondas planas, observe lo que sucede en las ondas incidentes cuando pasan a través de la abertura. EXPLIQUE

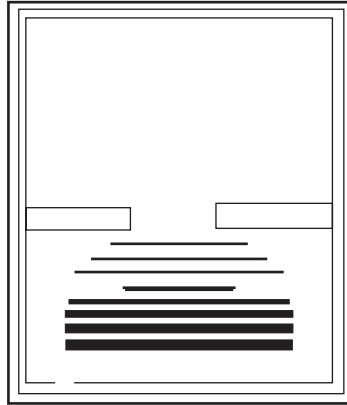


Figura 19.5. Difracción de ondas en una cubeta de agua

2. Mientras genera ondas con frecuencias constantes reduzca el tamaño de la abertura. Describa y dibuje sus observaciones. EXPLIQUE.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

# MOVIMIENTOS ONDULATORIOS

## HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia ONDAS EN LA SUPERFICIE DE UN LÍQUIDO					No. EXPERIENCIA No. 19			
Fecha		Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
			Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

#### REFLEXIÓN DE ONDAS

1. Coloque la barra generadora de onda rectas para formar pulsos sencillos. Coloque dentro de la cubeta un obstáculo o barrera recta. Observe, describa.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Dibuje lo que sucede a los pulsos cuando golpea suavemente la barrera. EXPLIQUE FÍSICAMENTE LO QUE SUCEDE.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Recorte por la línea punteada

3. Coloque ahora sobre la cubeta la barrera circular (elipse, parabólica y circular) y genere un pulso suave plano frente a ella por su parte cóncava, como se indica en la figura 19.2. Observe, describa y dibuje lo que sucede al pulso cuando golpea suavemente frente a la parte cóncava. ¿Qué puedes concluir?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Localice el punto, o foco, donde los pulsos reflejados se juntan. Observe, describa y dibuje la reflexión de ondas para las barreras circulares, parabólicas y elípticas.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### REFRACCIÓN

1. Produzca un pulso suave y recto. Observe algún cambio en el frente de onda cuando pasa de la parte mas profunda al menos profunda. EXPLIQUE.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Teniendo en cuenta que la longitud de onda es la distancia entre dos franja brillantes consecutivas ¿Cómo son las longitudes de onda en cada uno de los medios? ¿Las velocidades son iguales en los dos medios? EXPLIQUE.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### INTERFERENCIA

1. Coloque dos fuentes puntuales en la cubeta de onda, separadas 2 cm y forme ondas circulares periódicas, ¿Qué observa? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Varíe sistemáticamente las separaciones de la fuente ¿Qué observa? Describa y dibuje sus observaciones.







## BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. I. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 880 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5<sup>th</sup> edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALTER, Jearl. Fundamentos de Física. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p. ISBN 0-471-33235-6
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p. ISBN 968444298-X
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p. ISBN 970-686-103-3
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. I. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman. ISBN 0-201-64013-9
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 706 p. ISBN 970-10-3581-X
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 600 p.

