
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	1/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Manual de Prácticas Laboratorio de Física (modalidad a distancia)

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M en E. Elizabeth Aguirre Maldonado M en I. Rigel Gámez Leal Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales M en A. M. del Carmen Maldonado Susano Q. Antonia del Carmen Pérez León Q. Esther Flores Cruz M en I. Juan Carlos Cedeño Vázquez M en I. Mayverena Jurado Pineda M en I. Carlos Alberto Pineda Figueroa	M en A. M. del Carmen Maldonado Susano Q. Antonia del Carmen Pérez León Q. Esther Flores Cruz M en I. Juan Carlos Cedeño Vázquez Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales M en I. Rigel Gámez Leal M en I. Mayverena Jurado Pineda M en I. Carlos Alberto Pineda Figueroa	Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales	Fecha 18 de septiembre de 2020


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	2/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Contenido

	Páginas
Práctica 1. Caracterización de un voltímetro analógico	3
Práctica 2. Caracterización de un dinamómetro	12
Práctica 3. Propiedades de las sustancias.....	21
Práctica 4. Gradiente de presión.....	29
Práctica 5. Algunas propiedades térmicas del agua.....	40
Práctica 6. Leyes de la Termodinámica.....	51
Práctica 7. Carga y corriente eléctrica	62
Práctica 8. Fuerza magnética sobre un conductor.....	72
Práctica 9. Movimiento ondulatorio	80
Práctica 10. Reflexión y refracción (transmisión) de la luz.....	91

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	3/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1. Caracterización de un voltímetro analógico


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	4/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- a) Determinar el rango, la resolución y la legibilidad del voltímetro (características estáticas).
- b) Calcular la precisión y la exactitud del voltímetro para cada valor patrón en el rango de experimentación.
- c) Determinar la incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado.
- d) Determinar los valores más representativos para los valores patrones utilizados incluyendo sus incertidumbres.
- e) Obtener la curva de calibración y su ecuación para el voltímetro bajo estudio.
- f) Determinar la sensibilidad y el error de calibración del voltímetro.

2. Material y equipo

fuelle de poder de 0 hasta 30 [V] con 5 [A] máximo, con voltímetro digital integrado
voltímetro analógico de 0 a 50 [V]
foco incandescente de 60 [W]
base para foco con cables de conexión
cables de conexión cortos

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	5/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1


Analice el voltímetro por caracterizar, registre marca y modelo, e identifique sus características estáticas: rango, resolución y legibilidad.



Figura 1.1. Voltímetro.

Tabla1.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	6/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Escuche con atención la explicación de su profesor acerca del circuito mostrado en la figura 1.2

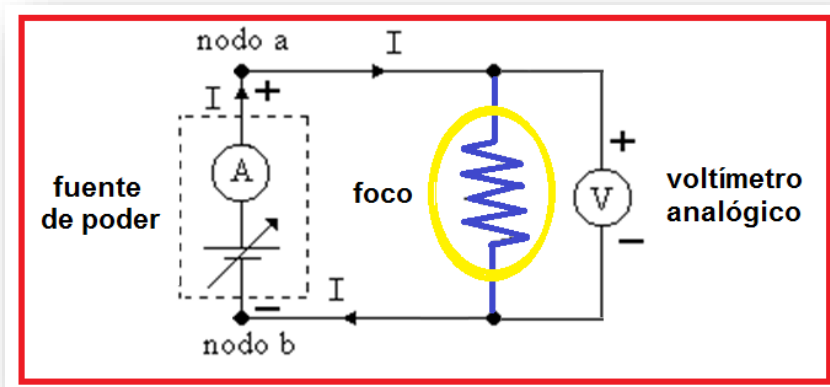
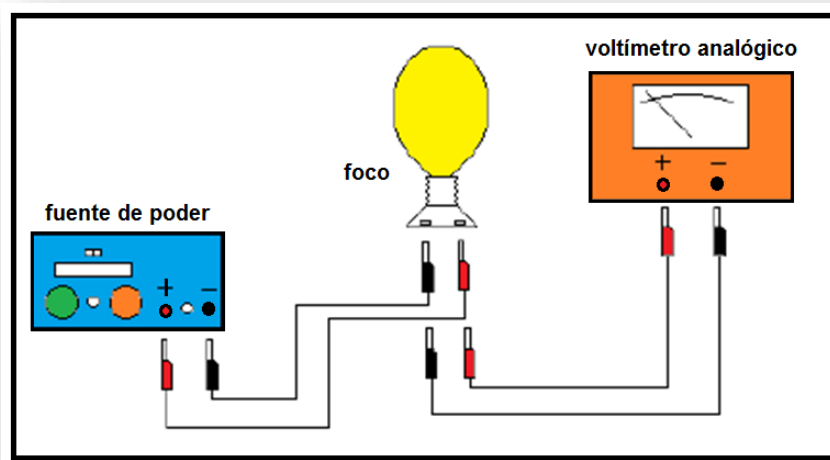



Figura 1.2. Dispositivo experimental.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	7/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3


Llene la siguiente tabla de mediciones en forma creciente y luego decreciente (zig-zag) hasta completar las tres columnas.

Tabla 1.2

V_P [V]	V_{L1} [V]	V_{L2} [V]	V_{L3} [V]	\bar{V}_L [V]	S_v [V]	$\bar{V}_L \pm \Delta V$ [V]
0						
10						
20						
30						
40						
50						

Nomenclatura:

V_P	valor patrón.
\bar{V}_L	valor leído promedio.
ΔV	incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado.
$\bar{V}_L \pm \Delta V$	valor más representativo con su incertidumbre.
S_v	desviación estándar.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	8/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Complete la siguiente tabla con los cálculos necesarios empleando las expresiones matemáticas proporcionadas.

Tabla 1.3


V_P [V]	\bar{V}_L [V]	% EE	% E	% EP	% P
0					
10					
20					
30					
40					
50					

Nomenclatura:

V_P	valor patrón.
\bar{V}_L	valor leído promedio.
% EE	porcentaje de error de exactitud.
% E	porcentaje de exactitud.
% EP	porcentaje de error de precisión.
% P	porcentaje de precisión.
ΔV	incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado.
$\bar{V}_L \pm \Delta V$	valor más representativo con su incertidumbre.

Actividad 5


Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del valor leído promedio en función del valor patrón.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	9/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. ¿Para qué valor patrón el voltímetro presenta menor error de exactitud?
2. ¿Para qué valor patrón el voltímetro presenta menor error de precisión?
3. Realice la gráfica de la curva de calibración; tome al valor patrón como la variable independiente.
4. Obtenga la ecuación de la curva de calibración indicando las unidades de cada término en el SI.
5. ¿Cuál es la sensibilidad del voltímetro y su error de calibración, cada uno con sus unidades correspondientes en el SI?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	10/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Gutiérrez A. C. (2006). *Introducción a la metodología experimental* (2a ed.). México, Limusa Noriega.

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Velásquez M. A. (2020) “Caracterización de un voltímetro analógico”, tomado de youtube:
<https://youtu.be/9JXIFhFI3xA?list=PLnsgUi9vdSGBFiMzW3sqg6sTDiJIdENJK>

7. Anexo


Expresiones matemáticas

$$\%EE = \left| \frac{V_p - \bar{V}_L}{V_p} \right| \times 100 \quad \text{y} \quad \%E = 100 - \%EE$$

$$\%EP = \left| \frac{\bar{V}_L - V_{+a}}{\bar{V}_L} \right| \times 100 \quad \text{y} \quad \%P = 100 - \%EP$$

Desviación estándar de una muestra de “n” mediciones de una misma cantidad física:

$$S_V = \pm \left[\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{V}_L - V_j)^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad \text{y} \quad \Delta V = S_{mV} = \frac{\pm S_V}{\sqrt{n}} ; \quad [\Delta V]_u = [S_{mV}]_u = [S_V]_u$$

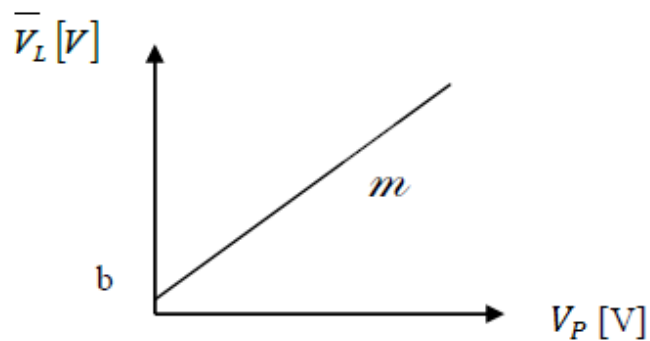
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	11/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Expresiones del método de la suma de los cuadrados mínimos:

$$m = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$


$$b = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i y_i)(\sum x_i)}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Modelos gráficos




Modelo matemático

$$\bar{V}_L [V] = m V_P [V] + b$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	12/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2. Caracterización de un dinamómetro


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	13/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- a) Determinar las características estáticas del dinamómetro empleado.
- b) Determinar el error de exactitud (%EE) y el porcentaje de exactitud del dinamómetro para cada valor patrón.
- c) Determinar el error de precisión y el porcentaje de precisión del dinamómetro para cada valor patrón.
- d) Determinar la incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado.
- e) Determinar los valores más representativos para los valores patrones utilizados incluyendo sus incertidumbres.
- f) Obtener los modelos gráfico y matemático de la curva de calibración.
- g) Identificar el significado físico de la pendiente y el de la ordenada al origen de los modelos de la curva de calibración.

2. Material y equipo

dinamómetro de 0 a 10 [N]
 masas de 50 [g]
 masa de 100 [g]
 masa de 200 [g]
 base de soporte universal
 varilla de 70 [cm]
 varilla de 20 [cm]
 tornillo de sujeción

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	14/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1


Analice el dinamómetro por caracterizar e identifique sus características estáticas: rango, resolución y legibilidad. Llene la siguiente tabla 2.1.



Figura 2.1. Dinamómetro

Tabla 2.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	15/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Escuche con atención la explicación de su profesor acerca del dinamómetro mostrado en la figura 2.2.

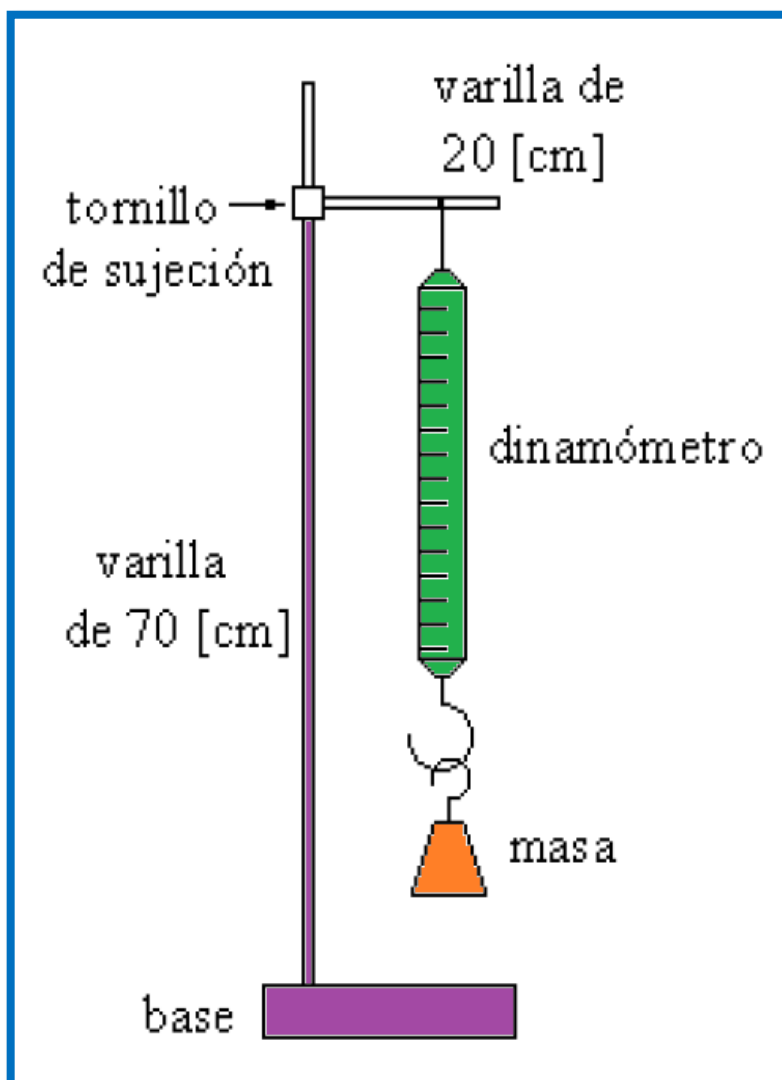



Figura 2.2. Dispositivo experimental.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	16/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Para cada masa patrón (m_P) calcule el peso patrón (W_P), aplicando la segunda ley de Newton ($W_P = m_P * g$) con el valor de la aceleración gravitatoria local de $g=9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$. Complete la siguiente tabla.

Tabla 2.2

m_P [g]	m_P [kg]	W_P [N]	W_{L1} [N]	W_{L2} [N]	W_{L3} [N]	\bar{W}_L [N]	$\bar{W}_L \pm \Delta W$ [N]
100							
200							
300							
400							
500							
600							
700							
800							

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	17/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Llene la siguiente tabla 2.3 con los cálculos necesarios.

Tabla 2.3


W_P [N]	\overline{W}_L [N]	%EE	%E	%EP	%P

Nomenclatura:

W_P	peso patrón [N].
\overline{W}_L	peso leído promedio [N].
% EE	porcentaje de error de exactitud.
% E	porcentaje de exactitud.
% EP	porcentaje de error de precisión.
% P	porcentaje de precisión.
ΔW	incertidumbre para las mediciones de cada peso patrón utilizado.
$\overline{W}_L \pm \Delta W$	valor más representativo con su incertidumbre.

Actividad 5


Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del peso leído promedio en función del peso patrón.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	18/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. Indique ¿para qué valor patrón se tuvo el mayor error de exactitud?
2. Indique ¿para qué valor patrón se presentó el mayor error de precisión?
3. Realice el modelo gráfico de la curva de calibración. Indicando las unidades de cada término en el SI.
4. Obtenga el modelo matemático de la curva de calibración. Indicando las unidades de cada término en el SI.
5. Para cada término del modelo matemático del inciso anterior indique si es constante, variable independiente o variable dependiente y escriba su expresión dimensional en el SI.

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	19/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencia

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Velásquez M. A. (2020) “Caracterización de un voltímetro analógico”, tomado de youtube
https://youtu.be/x_Ytx5JHFks?list=PLnsgUi9vdSGBFjMzW3sqq6sTDiJldENJK

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias


$W_P = m_P * g_{CDMX}$; en la cual $g_{CDMX} = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$\%EE = \left| \frac{V_P - \bar{V}_L}{V_P} \right| \times 100 \quad y \quad \%E = 100 - \%EE$$

$$\%EP = \left| \frac{\bar{V}_L - V_{+a}}{\bar{V}_L} \right| \times 100 \quad y \quad \%P = 100 - \%EP$$

Desviación estándar de una muestra de “n” mediciones de una misma cantidad física:

$$S_w = \pm \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{W}_L - W_i)^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad y \quad \Delta W = S_{mw} = \frac{\pm S_w}{\sqrt{n}} \quad ; \quad [\Delta W]_u = [S_{mw}]_u = [S_w]_u$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	20/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

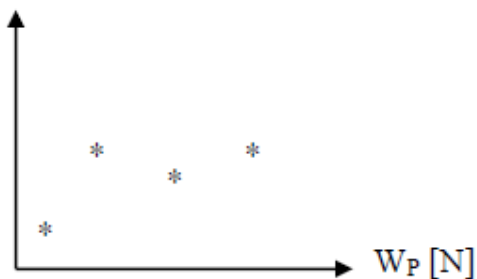
Expresiones del método de la suma de los cuadrados mínimos cuadrados:

$$m = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i y_i)(\sum x_i)}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Modelos gráficos

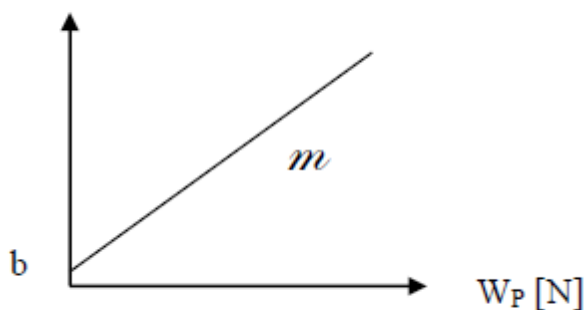
%EE



%EP




$\bar{W}_L [N] =$




Modelo matemático

$$\bar{W}_L [N] = m W_P [N] + b [N]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	21/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3. Propiedades de las sustancias

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	22/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje


- a) Determinar algunas propiedades de las sustancias en fase sólida o líquida.
- b) Comprobar que el valor de una propiedad intensiva no cambia si se modifica la cantidad de materia (masa) y verificar lo contrario para una propiedad extensiva.
- c) Distinguir entre las cantidades físicas, las de tipo vectorial y las de tipo escalar.

2. Herramienta Digital

Para esta práctica se hará uso del siguiente simulador de densidad.

Muestras sólidas

<http://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-densidad>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	23/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1


Identifique las características estáticas de la balanza siguiente.



Figura 3.1 Balanza analógica

Tabla 3.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	24/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Observe la pantalla del simulador 1, tome un objeto de la repisa, mida su masa con la balanza y después sumérjalo en la probeta para medir su volumen.

Después tome el mismo objeto y colóquelo dentro del recipiente cilíndrico y observe si flota o se hunde.

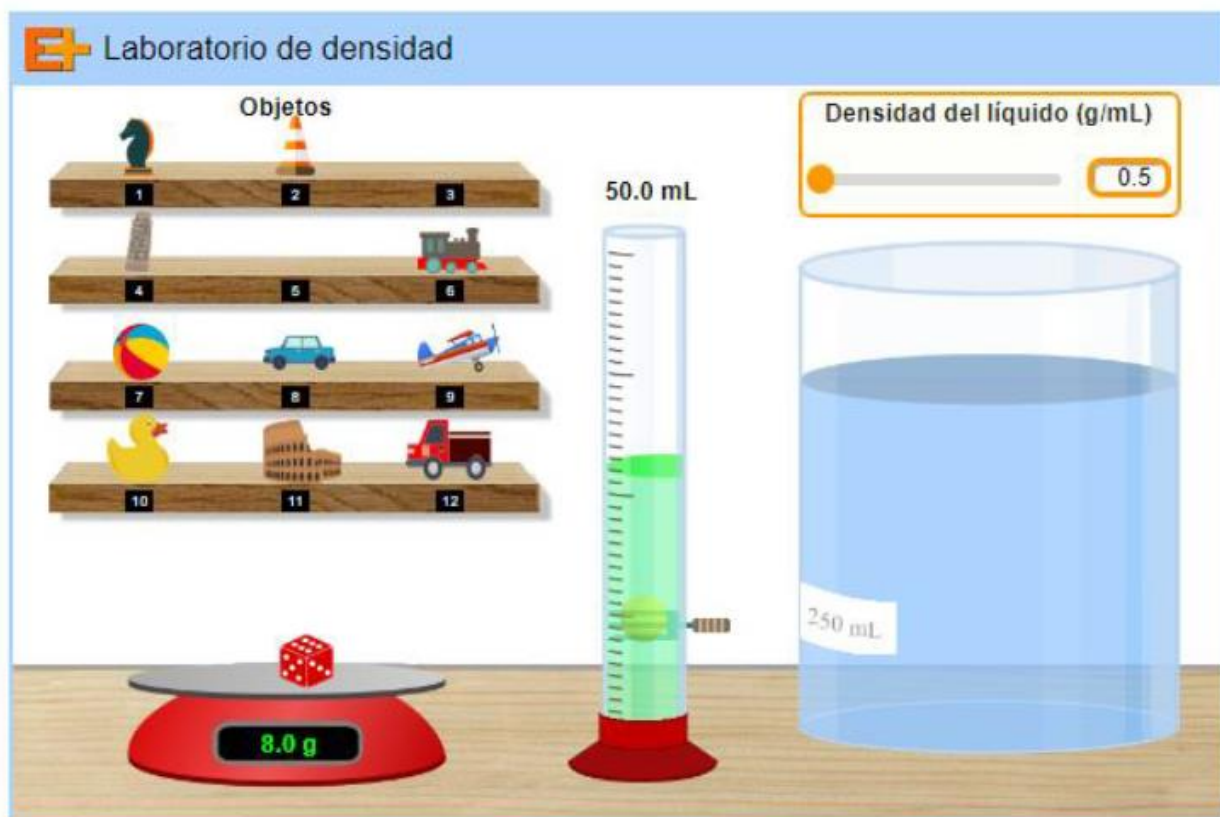



Figura 3.2. Pantalla del Simulador 1 de densidad.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	25/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Mida la masa del objeto seleccionado, después sumérgalo en la probeta para obtener su volumen. Al final sumérgalo en el recipiente cilíndrico y observe si flota o se hunde. Registre sus datos obtenidos y calcule lo necesario en la tabla siguiente.


Tabla 3.2

objeto	m [g]	m [kg]	V [mL]	V [m ³]	W [N]	flota o se hunde
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
	masa [kg]		volumen [m ³]		peso [N]	
vectorial o escalar						
intensiva o extensiva						

Nota:

* Escribir en la penúltima fila si se trata de una cantidad física vectorial o escalar.

* Escribir en la última fila una E si es una propiedad extensiva o I si es intensiva.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	26/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Llene la siguiente tabla indicando si son propiedades intensivas o extensivas; así como si se trata de cantidades físicas escalares o vectoriales.

Tabla 3.3


	ρ [kg/m ³]	δ [1]	γ [N/m ³]	ν [m ³ /kg]
Propiedad intensiva o extensiva				
Cantidad física vectorial o escalar				

Actividad 5

Llene la siguiente tabla con el empleo de las expresiones matemáticas proporcionadas en el anexo.

Tabla 3.4

Objeto	ρ [kg/m ³]	δ [1]	γ [N/m ³]	ν [m ³ /kg]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	27/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Nomenclatura:

m masa [kg].

W peso [N].

V volumen [m^3].

v Volumen específico [m^3 / kg].

ρ densidad [kg/m^3].


δ densidad relativa [1].

v volumen específico [m^3/ kg].

γ peso específico [N/ m^3].

4. Cuestionario

1. Anote tres propiedades extensivas y tres intensivas de las sustancias, justificando su respuesta.
2. Escriba tres cantidades físicas de tipo escalar y tres de tipo vectorial, explicando el por qué.
3. Mencione dos ejemplos de sustancias homogéneas y dos heterogéneas.
4. ¿Cuáles de las sustancias empleadas son isotrópicas y cuáles son no isotrópicas?
5. Explique, en función de las densidades, ¿por qué algunos objetos se hunden y otros no (ver tabla 1)?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	28/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Conclusiones

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Educaplus (24 de junio de 2020). *Laboratorio de densidad*. Obtenido de Educaplus: <http://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-densidad>

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$\vec{W} = m \vec{g}$$


$$\vec{g} = -9.78 \hat{k} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

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


$$\delta_x = \frac{\rho_x}{\rho_{\text{agua}}}$$

$$\vec{\gamma} = \frac{\vec{W}}{V}$$

$$v = \frac{1}{\rho}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	29/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4. Gradiente de presión

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	30/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


1. Objetivos de aprendizaje

- a) Obtener los modelos gráfico y matemático de la presión manométrica P_{man} en función de la profundidad y , en un fluido homogéneo en reposo.
- b) Obtener, a partir del modelo matemático anterior, la densidad ρ y la magnitud del peso específico Υ del fluido empleado.
- c) Explicar la relación que existe entre presiones absoluta, relativa y atmosférica.
- d) Verificar la validez del gradiente de presión y la naturaleza intensiva de la propiedad llamada presión.

2. Herramienta Digital

Para esta práctica se hará uso del siguiente simulador de presión.

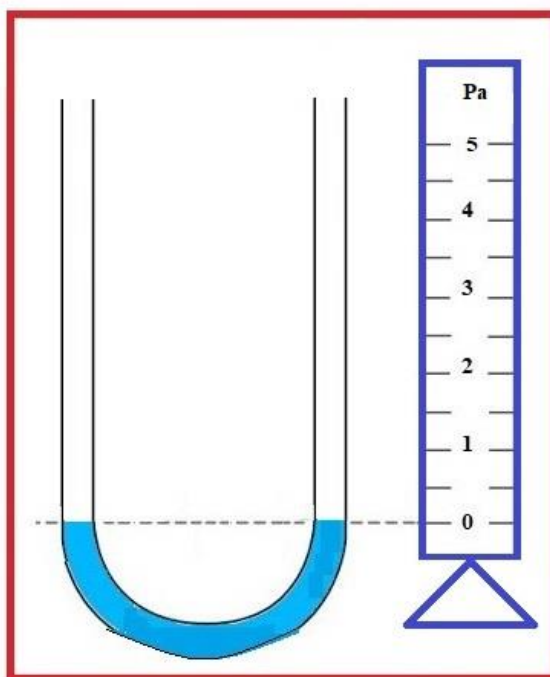
https://www.walter-fendt.de/html5/phes/hydrostaticpressure_es.htm

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	31/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1

Identifique las características estáticas del siguiente manómetro diferencial.




Marca: MAKASU
Modelo: 111

Figura 4.1 Manómetro diferencial.

Tabla 4.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	32/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

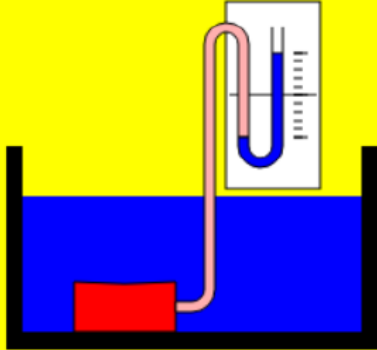
Observe la pantalla del simulador, se muestra un manómetro diferencial en forma de “U”.

Escoja como líquido agua, seleccione el manómetro diferencial con el cursor y muévelo hacia arriba o hacia abajo para poder variar la profundidad.

Seleccione otro líquido y repita el procedimiento.

Observe que las unidades de la presión manométrica están en “hPa”.

Presión Hidrostática en Líquidos



Líquido:


Densidad: g/cm³

Profundidad: cm

Presión hidrostática: 4,9 hPa

W. Fendt 1999
J. Muñoz 1999

Figura 4.2. Pantalla del simulador de presión.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	33/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Seleccione como líquido: **“agua”**: Varíe la profundidad y mida la presión correspondiente. Complete la siguiente tabla.

Tabla 4.2


Lectura	y [cm]	y [m]	P [hPa] *
1	1.0		
2	1.5		
3	2.0		
4	2.5		
5	3.0		
6	3.5		
7	4.0		
8	4.5		

Nomenclatura

* **h**: hecto es el prefijo para 100.

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la presión manométrica en función de la profundidad **del agua** en reposo.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	34/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5

Obtenga el modelo matemático de la presión manométrica en función de la profundidad del agua en reposo, es decir: $P_{\text{man}} [\text{Pa}] = f(y) [\text{m}]$.

Actividad 6


Realice el modelo gráfico de la presión manométrica en función de la profundidad del agua en reposo, es decir: $P_{\text{man}} [\text{Pa}] = f(y) [\text{m}]$.

Actividad 7

Seleccione como líquido “mercurio”. Varíe la profundidad y mida la presión correspondiente. Llene la siguiente tabla. Recuerde que **h** es el prefijo para hecto

Tabla 4.3

Lectura	y [cm]	y [m]	P [hPa]
1	1.0		
2	1.5		
3	2.0		
4	2.5		
5	3.0		
6	3.5		
7	4.0		
8	4.5		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	35/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la presión manométrica en función de la profundidad **del mercurio** en reposo.

Actividad 9

Obtenga el modelo matemático de la presión manométrica en función de la profundidad **del mercurio** en reposo, es decir: $P_{\text{man}} [\text{Pa}] = f(y) [\text{m}]$.

Actividad 10


Realice el modelo gráfico de la presión manométrica en función de la profundidad **del mercurio** en reposo, es decir: $P_{\text{man}} [\text{Pa}] = f(y) [\text{m}]$.

Actividad 11

Determine de ambos modelos el valor de la magnitud del peso específico y el valor de la densidad del fluido, con sus respectivas unidades en el SI.

Tabla 4.4

Fluido	Peso específico	Densidad
Agua		
Mercurio		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	36/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 12

Con la ayuda de la explicación del profesor y de la gráfica siguiente, identifique dos aplicaciones cotidianas de la presión manométrica y de la presión vacuométrica.

Recuerde que la presión atmosférica a nivel del mar es de 101 325 [Pa] y en la Ciudad de México de 77 400 [Pa] aproximadamente.

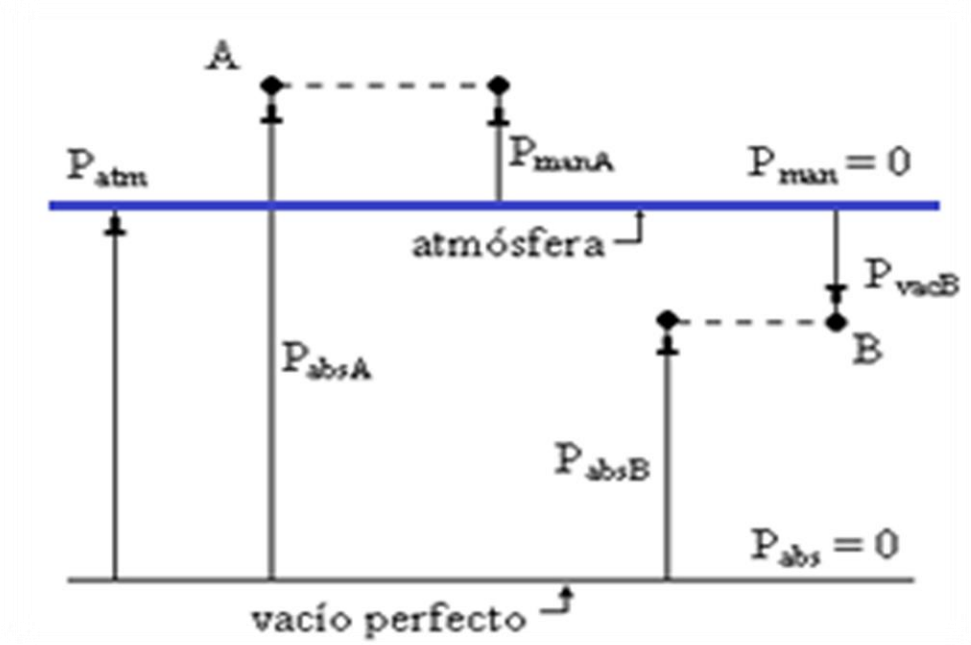




Figura 4.3. Presión manométrica, presión vacuométrica y presión absoluta.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	37/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. ¿Cuál es el modelo matemático de la presión manométrica P_{man} en función de la profundidad obtenido?
2. Con base en la actividad 12, escriba la ecuación que relaciona a las presiones absoluta, manométrica y atmosférica, en un punto dentro de un fluido en reposo.
3. Con base en la actividad 12, escriba la ecuación que relaciona a las presiones absoluta, vacuométrica y atmosférica, en un punto dentro de un fluido en reposo.
4. ¿Existe alguna relación entre los modelos matemáticos obtenidos y la ecuación del gradiente de presión? Justifique su respuesta.
5. ¿Es la presión una propiedad intensiva? Justifique su respuesta.
6. ¿Es la presión una cantidad física escalar o vectorial? Justifique su respuesta.

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	38/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Walter-Fendt (25 de junio de 2020) *Hydrostatic Pressure*. Obtenido de Walter-Fendt: https://www.walter-fendt.de/html5/phes/hydrostaticpressure_es.htm

7. Anexo


Expresiones matemáticas necesarias

$$P_A - P_B = -\rho |\vec{g}| (Z_A - Z_B)$$

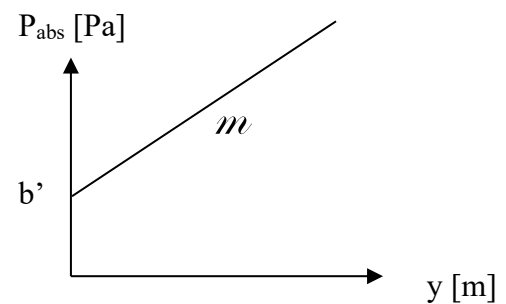
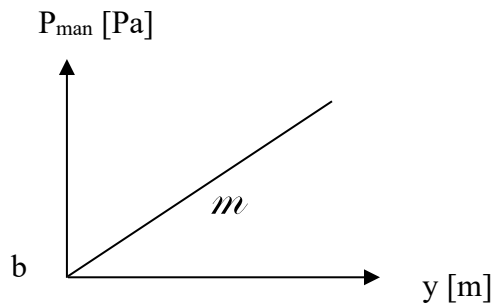
$$P_{\text{atm}} = \rho_{\text{Hg}} |\vec{g}| h_{\text{bar}}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$|\vec{g}| = 9.78 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	39/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos




Modelos matemáticos

$$P_{\text{man}}[\text{Pa}] = m \left[\frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right] y[\text{m}] + b[\text{Pa}]$$


$$P_{\text{abs}}[\text{Pa}] = m \left[\frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right] y[\text{m}] + b'[\text{Pa}]$$

$$m = \frac{dP_{\text{man}}}{dy}$$

$$m = \frac{dP_{\text{abs}}}{dy}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	40/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 5. Algunas propiedades térmicas del agua

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	41/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- Obtener los modelos gráficos de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) en función del incremento de temperatura (ΔT), y de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) en función de la temperatura (T) de la sustancia empleada.
- Obtener los modelos matemáticos de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) a una sustancia en función de la temperatura T y del incremento de temperatura ΔT que la sustancia experimenta.
- Calcular la capacidad térmica y la capacidad térmica específica de la masa de agua empleada.
- Determinar la temperatura de ebullición del agua en esta ciudad y comprobar que, a presión constante, la temperatura de la sustancia permanece constante durante los cambios de fase.

2. Herramienta digital


Para esta práctica se usarán los siguientes simuladores de curva de calentamiento.

Simulador 1

<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/Curva%20de%20calentamiento>.

Simulador 2

<http://www.educaplus.org/game/curva-de-calentamiento-del-agua>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	42/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1

Registre las características estáticas del cronómetro analógico* del simulador 1.




Figura 5.1 Cronómetro analógico.

*Nota: La aguja de color gris da una vuelta completa en 60 segundos y la aguja de color azul da una vuelta completa en 60 minutos.

Tabla 5.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	43/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Observe la pantalla del simulador 1*, se muestran varias sustancias como: agua, alcohol y benceno.

Seleccione una masa de agua de 200 [g], con una potencia de 250 [W] y una temperatura inicial de 10 [°C].

Presione el apagador de encendido de color gris que se encuentra ubicado en la parrilla.

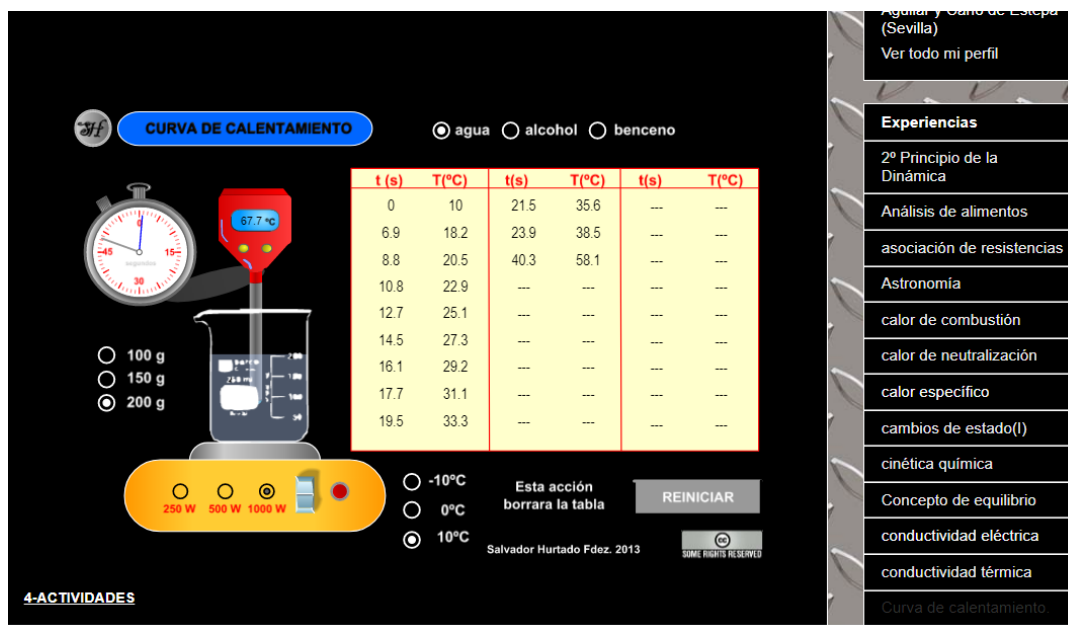
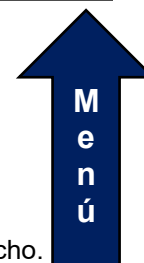



Figura 5.2. Pantalla del simulador de curva de calentamiento.



*Nota: si el simulador no aparece en la pantalla, puede buscarlo en el menú del lado derecho.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	44/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Mida la temperatura cada 5 [°C] con el termómetro digital y registre el tiempo correspondiente. Presione el botón “**anote datos**” del simulador de curva de calentamiento, para ir guardando sus lecturas. Complete la siguiente tabla.

Tabla 5.2


Lectura	T [°C]	t [s]	$Q_{\text{sum.}} = P t$ [J]
1	10		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del calor suministrado en función de la temperatura.

Actividad 5

Obtenga el modelo matemático del calor suministrado en función de la temperatura, es decir: $Q_{\text{sum}} [\text{J}] = f(T) [^{\circ}\text{C}]$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	45/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 6

Realice el modelo gráfico del calor suministrado en función de la temperatura, es decir:

$$Q_{\text{sum}} = f(T).$$

Actividad 7

Del modelo matemático obtenido determine la capacidad térmica (C) y la capacidad térmica específica (c) con sus respectivas unidades.


Actividad 8

Calcule la energía suministrada en forma de calor $Q_{\text{sum.}}[\text{J}]$ así como el incremento de temperatura para cada valor de tiempo. Complete la tabla siguiente.

Recuerde que la temperatura inicial es $T_0 = 10[^\circ\text{C}]$ y $\Delta T = T_{\text{final}} - T_0$

Tabla 5.3

T [°C]	ΔT [°C]	t [s]	$Q_{\text{sum.}} = P t$ [J]
$T_0 = 10$	$T_0 - T_0 = 0$		
$T_1 = 15$	$T_1 - T_0 = 5$		
$T_2 = 20$	$T_2 - T_0 = 10$		
$T_3 = 25$			
$T_4 = 30$			
$T_5 = 35$			
$T_6 = 40$			
$T_7 = 45$			
$T_8 = 50$			

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	46/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 9

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del calor suministrado en función del incremento de la temperatura.

Actividad 10

Obtenga el modelo matemático del calor suministrado en función del incremento de la temperatura, es decir: $Q_{\text{sum}} = f(\Delta T)$

Actividad 11


Realice el modelo gráfico del calor suministrado en función del incremento de la temperatura, es decir: $Q_{\text{sum}} = f(\Delta T)$

Actividad 12

Del modelo matemático obtenido determine la capacidad térmica (C) y la capacidad térmica específica (c) con sus respectivas unidades.

Actividad 13

Compare sus resultados de ambos modelos matemáticos. Justifique su respuesta.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	47/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 14

Observe la pantalla del **simulador 2**. Presione el botón “play” y observe en la gráfica las diferentes fases del agua.




Figura 5.3. Pantalla del simulador de curva de calentamiento.

Actividad 15

Registre en que temperatura existe un cambio de fase de sólido a líquido y de líquido a gas. Considere que estos valores son a nivel del mar. Complete la siguiente tabla.

Tabla 5.4


Cambio de fase	Temperatura	
	[°C]	[K]
De sólido a líquido		
De líquido a gas		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	48/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Cuestionario

1. Escriba el modelo matemático del calor suministrado $Q_{\text{sum}} = f(\Delta T)$ para la masa de agua utilizada, indicando las unidades para cada término.
2. Escriba el modelo matemático del calor suministrado $Q_{\text{sum}} = f(T)$ para la masa de agua utilizada, indicando las unidades para cada término.
3. ¿Cómo son las pendientes y las ordenadas al origen de los modelos matemáticos obtenidos de las actividades 6 y 9 entre sí y cuáles son sus valores? Justifique sus respuestas.
4. Determinar el porcentaje de exactitud de la capacidad térmica específica del agua líquida obtenida en la simulación realizada, si se sabe que el valor de referencia es $4186 \text{ [J/kg } \Delta^{\circ}\text{C]}$.
5. Investigue ¿cuál es la temperatura de ebullición del agua, a la presión atmosférica de la Ciudad de México? Explique su respuesta comparándola con la temperatura de ebullición a nivel del mar.

6. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	49/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Laboratorio virtual (23 de junio 2020). *Curva de calentamiento*. Obtenido de laboratorio virtual:

<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/Curva%20de%20calentamiento>.

Educaplus (23 de junio 2020). *Curva de calentamiento del agua*. Obtenido de Educaplus:

<http://www.educaplus.org/game/curva-de-calentamiento-del-agua>

8. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$T_i = T_{i-1} + 2^\circ \text{ para } 1 \text{ i } 5;$$

$$T = T_i - T_{\text{inicial}}$$


$$t = t - t_0, \quad \text{para } t_0 = 0 \text{ [s]}$$

$$Q_{\text{sum}} = P t$$

$$Q_{\text{sum}} = m c T = m c (T - T_0)$$

$$Q_{\text{sum}} = m c T - m c T_0$$

$$m c = C$$

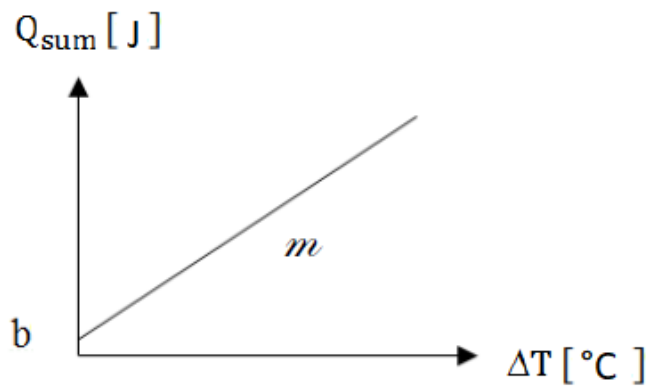
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	50/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

donde:

c = capacidad térmica específica


C = capacidad térmica o capacidad calorífica

Modelo gráfico




Modelo matemático

$$Q_{\text{sum}} [\text{J}] = m [\text{J}/^{\circ}\text{C}] \Delta T [^{\circ}\text{C}] + b [\text{J}]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	51/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 6. Leyes de la Termodinámica

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	52/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- a) Verificar el cumplimiento de la ley cero de la Termodinámica.
- b) Determinar en forma experimental la capacidad térmica específica de un metal (C_{metal}) mediante la aplicación de las leyes cero y primera de la Termodinámica.
- c) Constatar la validez de la segunda ley de la Termodinámica a través de la observación de la dirección de los flujos de energía en forma de calor.
- d) Obtener el porcentaje de exactitud del valor experimental de la capacidad térmica específica del metal C_{metal} con respecto a un valor patrón de tablas de propiedades.

2. Herramienta digital


Para esta práctica se hará uso de los siguientes simuladores.

Simulador 1 de equilibrio térmico

<https://labovirtual.blogspot.com/search/label/equilibrio%20t%C3%A9rmico>

Simulador 2 de calor específico

<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/calor%20espec%C3%ADfico>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	53/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1

Registre las características estáticas del siguiente termómetro analógico*.




Figura 6.1. Termómetro analógico.

Tabla 6.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

*Nota: Imagen tomada de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/analog-thermometer-1046447091.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	54/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2


Observe la pantalla del simulador 1*. Coloque en el vaso de precipitados de la izquierda 40 ml de agua a una temperatura de 40 [°C].

Coloque en el vaso de precipitados de la derecha 30 ml de agua a una temperatura de 60 [°C].

Después presione el botón “mezclar”.



Figura 6.2. Pantalla del simulador de equilibrio térmico.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	55/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Registre el volumen de agua contenida en los vasos de precipitados 1 (muestra 1, izquierda) y 2 (muestra 2, derecha) así como sus respectivas conversiones al SI. Complete la tabla siguiente.

Tabla 6.2

	Volumen de agua [mL]	Volumen de agua [m ³]
muestra 1		
muestra 2		

Actividad 4

Calcule la masa de agua contenida en cada vaso de precipitados, si se sabe que la densidad del agua es de 1000 [kg/m³]. Llene la tabla siguiente.

Tabla 6.3


	masa de agua [g]	masa de agua [kg]
muestra 1		
muestra 2		

Actividad 5

Registre la temperatura inicial del agua contenida en cada vaso de precipitados, así como sus respectivas conversiones al SI. Complete la tabla siguiente.

Tabla 6.4

	Temperatura inicial del agua [°C]	Temperatura inicial del agua [K]
muestra 1		
muestra 2		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	56/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 6

Registre la temperatura de equilibrio de la mezcla.

Tabla 6.5

T_{eq} [°C]	T_{eq} [K]

Actividad 7

Observe la pantalla del **simulador 2**. Se pueden apreciar diferentes tipos de muestras, tales como: hierro, cobre, oro y aluminio.

Seleccione una masa de 75 [g] de aluminio

Observe que en el vaso de precipitados de la derecha se tienen 200 [ml] de agua a 20 [°C].

Considere despreciables las pérdidas de energía en forma de calor.

Para iniciar presione el botón de inicio.

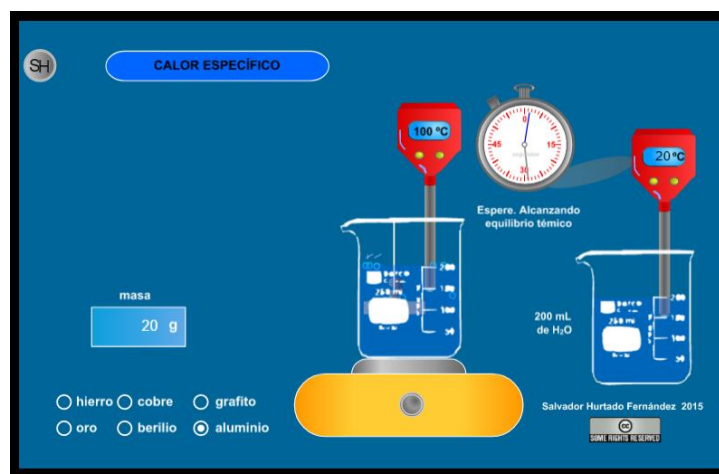



Figura 6.3. Pantalla del simulador de calor específico.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	57/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Con la información obtenida para el agua y el aluminio, complete las tablas siguientes.

Agua

Tabla 6.6

m_{agua} [kg]	$T_{i \text{ agua}}$ [°C]	C_{agua} [J/(kg·ΔK)]
		4186

Aluminio


Tabla 6.7

m_{aluminio} [kg]	$T_{i \text{ aluminio}}$ [°C]	$T_{\text{equilibrio}}$ [°C]

Actividad 9

Aplique la primera ley de la Termodinámica para calcular la capacidad térmica específica del aluminio, considerando que se trata de un sistema termodinámico aislado.

C_{aluminio} [J/(kg·ΔK)]

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	58/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 10

Obtenga el porcentaje de exactitud del valor experimental de la capacidad térmica específica del aluminio, sabiendo que el valor de referencia es de $910 \text{ [J/(kg}\cdot\Delta\text{K)]}$.

Actividad 11


Con base en lo realizado en la actividad 7, explique la ley cero de la Termodinámica.

Actividad 12

Con base en lo realizado en la actividad 9, explique brevemente la primera ley de la Termodinámica para sistemas termodinámicos aislados.

Actividad 13

Con base en lo realizado en la actividad 9, explique brevemente la segunda ley de la Termodinámica para sistemas termodinámicos aislados, a través de la observación de la dirección de los flujos de energía en forma de calor.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	59/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. ¿Qué expresa la ley cero de la Termodinámica y cómo se puede verificar su cumplimiento?


2. ¿Cuál fue el valor de la capacidad térmica específica del metal empleado?

3. ¿Qué expresa la primera ley de la Termodinámica y cómo se puede verificar su cumplimiento?

4. ¿Qué expresa la segunda ley de la Termodinámica y cómo se puede verificar su cumplimiento?

5. ¿Cuál fue el porcentaje de exactitud en el valor experimental de la capacidad térmica específica del metal empleado?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	60/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Laboratorio virtual (26 de junio 2020). *Equilibrio térmico*. Obtenido de Laboratorio Virtual:

<https://labovirtual.blogspot.com/search/label/equilibrio%20t%C3%A9rmico>

Laboratorio virtual (26 de junio 2020). *Calor específico*. Obtenido de Laboratorio Virtual:

<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/calor%20espec%C3%ADfico>

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$Q = m c (T - T_0)$$


$$Q + W = E$$

donde:

$$E = E_C + E_P + U$$

Para un sistema estacionario

$$E_C = 0 \quad \text{y} \quad E_P = 0$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	61/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Para un sistema aislado

$U = 0$; y como $W = 0$. Se concluye que $Q = 0$ en el interior del calorímetro.


Con la conclusión anterior:

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{metal}} = 0$$


Por lo tanto:

$$m_{\text{agua}} c_{\text{agua}} (T_{\text{eq}} - T_{i \text{ agua}}) + m_{\text{metal}} c_{\text{metal}} (T_{\text{eq}} - T_{i \text{ metal}}) = 0$$

que se puede emplear para calcular c_{metal} en el experimento.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	62/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 7. Carga y corriente eléctrica

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	63/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- Verificar e identificar los tipos de carga eléctrica que existen, aplicando la convención de Benjamín Franklin.
- Obtener los modelos gráfico y matemático de la diferencia de potencial V_{ab} entre los extremos de un resistor en función de la corriente eléctrica que circula por dicho elemento.
- Obtener el porcentaje de exactitud en el valor experimental del resistor empleado tomando como valor patrón el dado por el fabricante.

2. Herramienta digital

Para esta práctica se hará uso de los siguientes simuladores.

Simulador 1


https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_en.html

Simulador 2

https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_en.html

Simulador 3 Opcional

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_ohm&l=es

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	64/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1


Identifique las características estáticas del siguiente instrumento de medición que se muestra a continuación.



Figura 7.1. Amperímetro

Tabla 7.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	65/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Explique brevemente la convención de Benjamín Franklin.

Actividad 3

Observe la pantalla del simulador 1. Se tiene un suéter y un globo “neutros”. Mueva el globo hacia el suéter, frote el globo con el suéter hacia un lado y hacia el otro.

Infiera el tipo de carga eléctrica que tendría el “globo”. Explique brevemente.



Figura 7.2. Pantalla del simulador de Electricidad Estática.

Actividad 4

Presione el botón “show all charges” y vea lo que sucede.

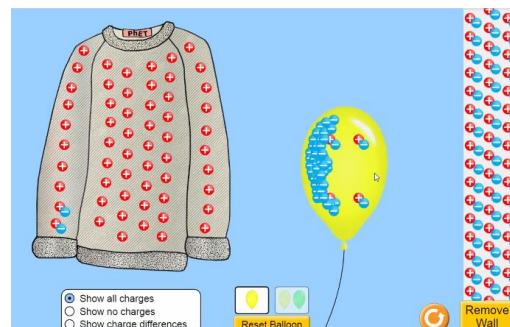



Figura 7.3. El globo queda cargado electricamente.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	66/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5

Una vez que el globo se cargó eléctricamente al frotarlo con el suéter, se le acerca una varilla de vidrio frotada previamente con seda. ¿El globo se vería atraído o repelido? Justifique su respuesta.

Actividad 6

Una vez que el globo se cargó eléctricamente al frotarlo con el suéter, se le acerca una varilla de ebonita frotada previamente con piel de conejo. ¿El globo se vería atraído o repelido? Justifique su respuesta.

Actividad 7

Observe la pantalla **del simulador 2**. Se tienen 3 variables, las cuales son:

V: diferencia de potencial [V].

R: resistencia eléctrica [ohm].

I: intensidad de corriente eléctrica [A].

Con los botones deslizables, varíe la resistencia eléctrica y la diferencia de potencial y vea que sucede con la intensidad de corriente eléctrica.

Fije el valor de la resistencia eléctrica a 330 [ohm] y deslice el botón de voltaje.

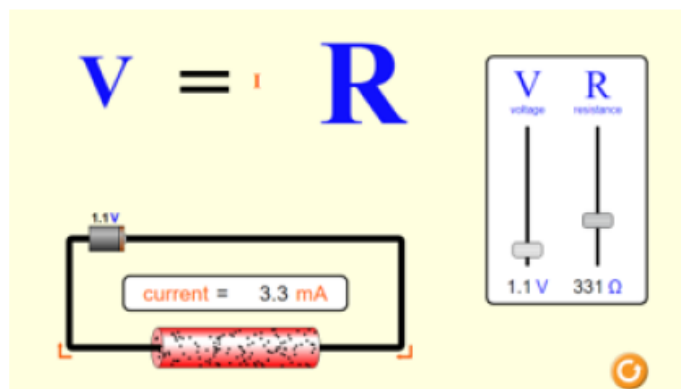



Figura 7.4. Pantalla del simulador de Ley de Ohm.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	67/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Varíe la diferencia de potencial (voltaje) y mida la intensidad de corriente eléctrica. Registre sus lecturas en la tabla siguiente.

Tabla 7.2

Lectura	V [V]	I [A]
1	1.1	
2	2.1	
3	3.1	
4	4.1	
5	5.1	
6	6.1	
7	7.1	
8	8.1	


Nomenclatura:

V diferencia de potencial o voltaje [V].

I intensidad de corriente eléctrica [A].

Actividad 9

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la intensidad de corriente eléctrica **I**, en función de la diferencia de potencial **V**.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	68/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 10

Obtenga el modelo matemático de la intensidad de corriente eléctrica I , en función de la diferencia de potencial V , es decir: $I [A] = f(V [V])$.

Actividad 11

Realice el modelo gráfico de la intensidad de corriente eléctrica I , en función de la diferencia de potencial V , es decir: $I [A] = f(V [V])$.

Actividad 12

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la diferencia de potencial V en función de la intensidad de corriente eléctrica I .

Actividad 13


Obtenga el modelo matemático de la diferencia de potencial V en función de la intensidad de corriente eléctrica I , es decir: $V [V] = f(I [A])$.

Actividad 14

Realice el modelo gráfico de la diferencia de potencial V en función de la intensidad de corriente eléctrica I , es decir: $V [V] = f(I [A])$.

Actividad 15


Del modelo matemático obtenido, determine el valor de la resistencia eléctrica con sus respectivas unidades en el SI.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	69/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. ¿Cuántos tipos de carga eléctrica existen? Con base en la convención de Benjamin Franklin ¿cómo se denominan? Explique cada una.
2. ¿Qué tipo de cantidad física (escalar o vectorial) es la carga eléctrica y qué expresa el principio de conservación de la carga?
3. ¿Cuál es el modelo matemático de la diferencia de potencial V en función de la intensidad de corriente eléctrica en el resistor utilizado?
4. ¿Cuál es el valor del resistor empleado, con base en el modelo matemático del inciso anterior?
5. ¿Cómo se denomina la relación encontrada entre la diferencia de potencial y la intensidad de corriente eléctrica en un resistor?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	70/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

PHET Colorado (25 de junio 2020). *Ballons and static-electricity*. Obtenido de PHET Colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_en.html

PHET Colorado (25 de junio 2020). *Ohms-law*. Obtenido de PHET Colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_en.html


7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

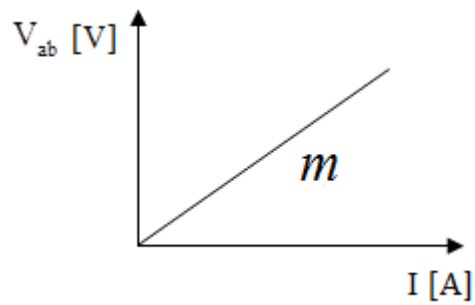
$$V_{ab} [\text{V}] = R [\Omega] I [\text{A}]$$

$$i [\text{A}] = dq / dt [\text{C/s}]$$

$$q_{\text{electrón}} = 1.6022 \times 10^{-19} [\text{C}]$$


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	71/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelo gráfico




Modelo matemático

$$V_{ab} [V] = m [V/A] I [A] + b [V]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	72/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 8. Fuerza magnética sobre un conductor

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	73/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


1. Objetivos de aprendizaje

- Obtener los modelos gráfico y matemático de la fuerza de origen magnético, (\vec{F}_m), que experimenta un conductor recto de longitud (\bar{l}), dentro de un campo magnético (\vec{B}), en función de la corriente eléctrica (I) en dicho conductor.
- Analizar y determinar el significado físico de la pendiente del modelo matemático obtenido, cuando se mantienen constantes la longitud \bar{l} del conductor, el campo magnético \vec{B} y el ángulo entre los vectores \bar{l} y \vec{B} .
- Determinar el módulo del campo magnético del conjunto de imanes empleado, a partir de la pendiente del modelo matemático.
- Determinar la exactitud del valor experimental del campo magnético.

2. Herramienta digital

Para esta práctica se hará uso del siguiente simulador.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/balanza/balanza.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	74/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1

Identificar las características estáticas del siguiente instrumento de medición*.

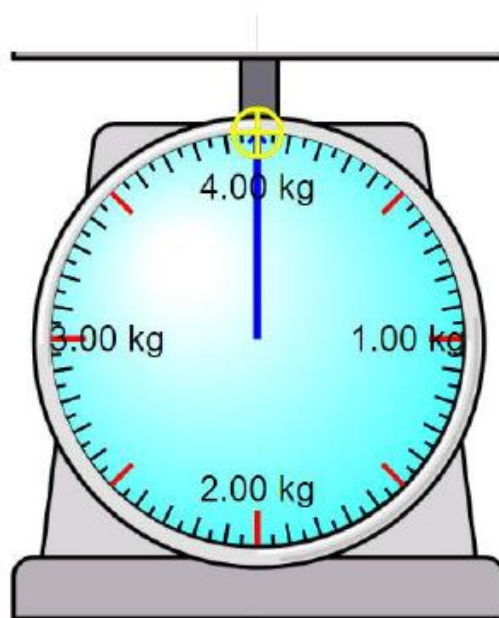



Figura 8.1. Balanza analógica.

Tabla 8.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

*Nota: Imagen tomada de https://iwant2study.org/lookangejss/math/ejss_model_SHMmassscale/SHMmassscale_Simulation.xhtml

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	75/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Observe la pantalla del simulador. Se tienen las siguientes variables, las cuales son:

- B**: Campo magnético
- I**: Intensidad de corriente eléctrica
- m**: masa (medida con la balanza)

Los tres brazos amarillos que se observan corresponden a la balanza (figura 8.2)..

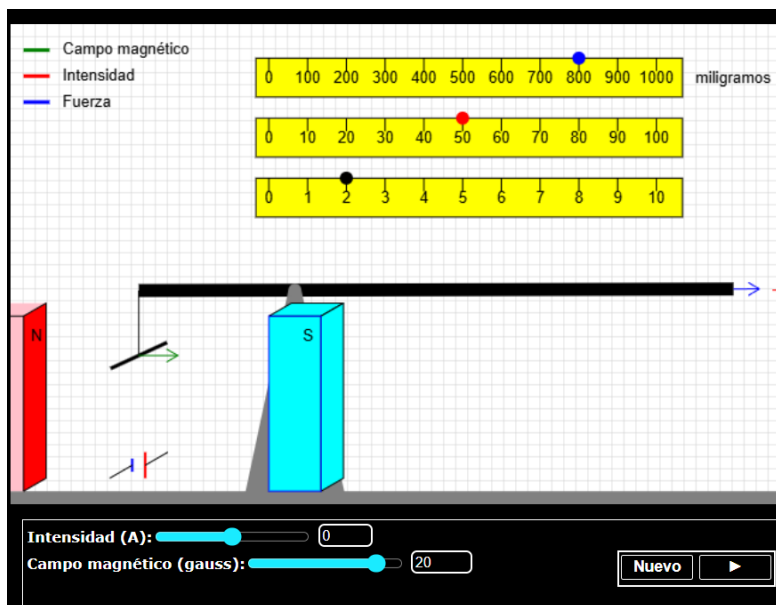



Figura 8.2. Pantalla del simulador.

Considere las condiciones iniciales de intensidad de corriente eléctrica 0 [A], y del campo magnético de 20 [gauss]. Presione el botón “Nuevo” y observe que se inclina la balanza.

Para medir la masa¹ del conductor, mueva los jinetillos de cada brazo hasta lograr que la balanza quede en posición horizontal. Considere este valor como la masa inicial.

¹ Nota: Debido al campo magnético tan pequeño que maneja el simulador, considere a la masa medida en microgramos [**µg**] y no en miligramos [**mg**].


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	76/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3.A

Vare la intensidad de corriente eléctrica a 0.5 [A] y mantenga el valor del campo magnético constante a 20 [gauss]. Oprima el botón de “play” y mida la masa con la balanza*. Repita el procedimiento para los diferentes valores de intensidad de corriente eléctrica de la tabla 8.2.

Tabla 8.2

Lectura	I [A]	masa leída [μg]	$\Delta m = m_i - m_0 $ [μg]
1	0	$m_0 =$	$\Delta m = m_0 - m_0 =$
2	0.5	$m_1 =$	$\Delta m = m_1 - m_0 =$
3	1.0	$m_2 =$	$\Delta m = m_2 - m_0 =$
4	1.5	$m_3 =$	$\Delta m = m_3 - m_0 =$
5	2.0	$m_4 =$	$\Delta m = m_4 - m_0 =$
6	2.5	$m_5 =$	$\Delta m = m_5 - m_0 =$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	77/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3.B

Con base en la tabla anterior, calcule la fuerza de origen magnético, F_m , para cada valor de la intensidad de corriente eléctrica con sus respectivas unidades en el SI. Recuerde que el valor de la aceleración gravitatoria local es: $g = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$. Complete la tabla 8.3.

Tabla 8.3


I [A]	$F_m = \Delta m g$ [N]
0	
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la magnitud de la fuerza magnética en función de la intensidad de corriente eléctrica (variable independiente).

Actividad 5

Realice el modelo gráfico del módulo de la fuerza magnética $|\vec{F}_m|$, en función de la intensidad de corriente eléctrica, I .

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	78/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 6

Realice el modelo matemático del módulo de la fuerza magnética $|\vec{F}_m|$, en función de la intensidad de corriente eléctrica, I .


Actividad 7

Con el modelo matemático obtenido, calcule la magnitud del campo magnético del conductor. El campo magnético y el conductor son perpendiculares entre sí. Es decir, $\alpha = 90 [^\circ]$.

4. Cuestionario

1. ¿Cuál es el modelo matemático del módulo de la fuerza magnética $|\vec{F}_m|$, en función de la intensidad de corriente eléctrica, I , en el conductor?
2. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente del modelo matemático obtenido?
3. ¿Qué valor tiene la magnitud del campo magnético del conductor empleado? con base en la pendiente del modelo matemático.
4. Calcule el porcentaje de exactitud para el valor de la magnitud del campo magnético obtenido con el modelo matemático, si se toma como valor de referencia el campo magnético indicado por el simulador.
5. ¿Para qué valor del ángulo α se tiene la fuerza magnética máxima sobre el conductor? ¿y qué valor del ángulo α se tiene la fuerza mínima?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	79/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Campo magnético (2020) Fuerza magnética sobre un conductor. Tomado de la página web <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/balanza/balanza.html>

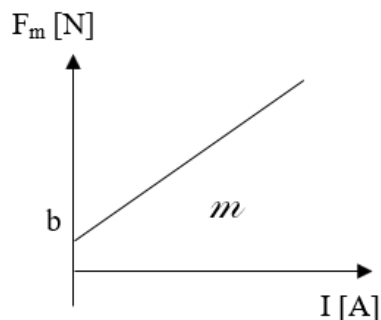
7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$\vec{F} = I \vec{\ell} \times \vec{B}; \quad |\vec{F}| = I |\vec{\ell}| |\vec{B}| \sin \alpha;$$


donde α es el ángulo entre los vectores $\vec{\ell}$ y \vec{B} .

Modelo gráfico




Modelo matemático

$$F_m \text{ [N]} = m \text{ [N/A]} I \text{ [A]} + b \text{ [N]}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	80/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 9. Movimiento ondulatorio

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	81/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- Identificar y determinar el periodo (τ), la amplitud (**A**), la frecuencia (**f**) y la longitud de onda (λ) en una onda armónica.
- Conocer y observar las ondas estacionarias y los diferentes modos de vibración.
- Obtener los modelos gráficos de la longitud de onda (λ) en función de la frecuencia (**f**) y de la longitud de onda (λ) en función del periodo (τ).
- Obtener el modelo matemático de la longitud de onda (λ) en función del periodo (τ) en el movimiento ondulatorio observado.
- Determinar la rapidez de propagación (**v**), de las ondas en una cuerda con una tensión (**F**) aplicada.

2. Herramienta digital


Para esta práctica se hará uso de los siguientes simuladores de movimiento ondulatorio.

Simulador 1

http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/resonanceString/resonanceString_js.htm

Simulador 2

<https://www.geogebra.org/m/MsPMXgCs#material/Esgm8Ae6>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	82/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1


Registre las características estáticas del instrumento de medición siguiente.



Figura 9.1 Regla graduada.

Tabla 9.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	83/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Observe la pantalla del simulador 1, ajuste la frecuencia de la onda a 100 [Hz] de manera que pueda identificar varios modos de vibración (Figura 9.2).

- Observe que la longitud de apoyo a apoyo es de 18.0 [cm].
- Para poder medir la distancia entre nodos, presione la opción de la regla con “ruler”.
- Para variar la frecuencia, se encuentra abajo una barra de color amarillo con un botón deslizable de color rojo.
- Para iniciar, presione el botón de “Start”.

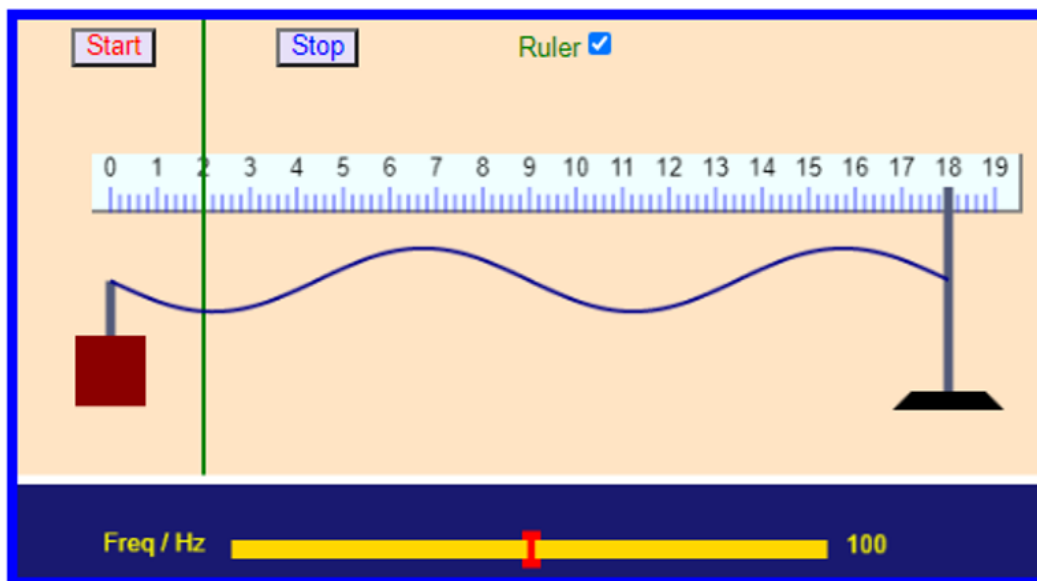



Figura 9.2. Pantalla del simulador de movimiento ondulatorio.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	84/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Dibuje cinco modos de vibración, cuente el número de nodos respectivamente y con la regla mida la distancia entre dos nodos consecutivos.

Tabla 9.2

modo de vibración, n	número de nodos	distancia entre nodos [m]	frecuencia [Hz]
n = 1			
n = 2			
n = 3			
n = 4			
n = 5			

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	85/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Observe la pantalla del simulador 2, ajuste la tensión a 50 [N] y lentamente varíe la frecuencia de la onda a 125 [Hz] de manera que pueda observar varios modos de vibración (Figura 9.3).

- Longitud de la cuerda: 4.0 [m].
- Densidad lineal de la cuerda: 3.2×10^{-3} [kg/m].
- Tensión de la cuerda: 50 [N].

Autor: [Dr.Lakshman Chaudhari](#)

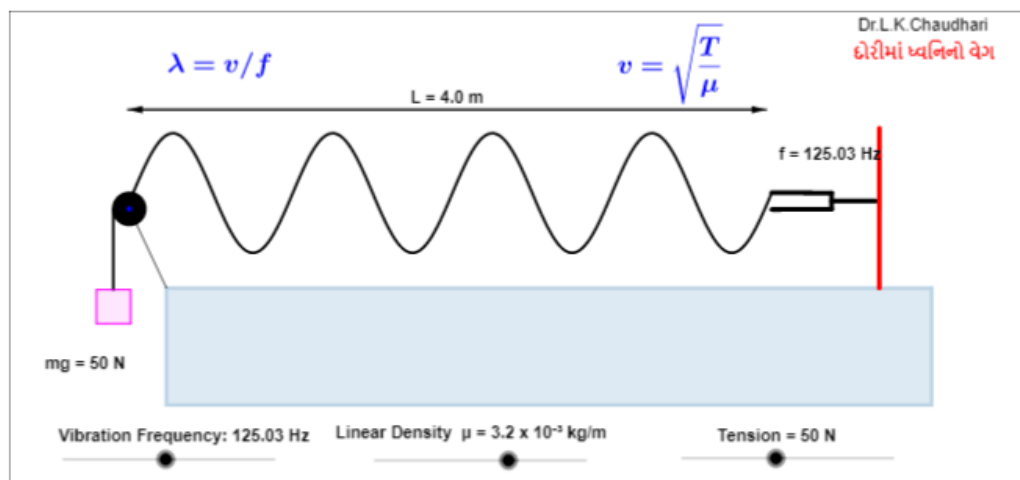



Figura 9.3. Pantalla del simulador de movimiento ondulatorio.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	86/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5

Encuentre el modo de vibración ($n = 3$), registre el valor de la frecuencia y la distancia (d) entre dos nodos consecutivos. Repita el procedimiento hasta el modo de vibración 8.


Determine el valor de λ [m], si se sabe que $\lambda = 2d$. A partir de los valores de frecuencia registrados determine el período para cada modo de vibración. Complete la siguiente tabla.

Tabla 9.3

modo de vibración, n	f [Hz]	d [m]	$\lambda=2d$ [m]	$\tau = 1/f$ [s]
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Nomenclatura:

- f** frecuencia [Hz].
- d** distancia entre nodos [m].
- λ** longitud de onda [m].
- τ** período [s].

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	87/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 6

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la longitud de onda en función de la frecuencia.

Actividad 7

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la longitud de onda en función del período.

Actividad 8


Obtenga el modelo matemático de la longitud de onda λ en función del período τ del movimiento ondulatorio observado, es decir: $\lambda = f(\tau)$

Actividad 9

Realice el modelo gráfico de la longitud de onda λ en función del período τ del movimiento ondulatorio observado, es decir: $\lambda = f(\tau)$.

Actividad 10


Determine el valor de la rapidez de propagación de la onda v , con el modelo matemático obtenido y su unidad en el SI.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	88/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. ¿Qué tipo de curva resulta la gráfica longitud de onda (λ) en función de la frecuencia (f)?
2. ¿Cuál es el modelo matemático obtenido de la longitud de onda (λ) en función del período (τ), es decir: $\lambda = f(\tau)$?
3. ¿Cuál es la rapidez de propagación de las ondas (v), con base en el modelo matemático obtenido?
4. ¿Cuál es el valor teórico de la rapidez de propagación de las ondas (v), de acuerdo con la tensión en la cuerda y su densidad lineal?
5. ¿Cuál es la exactitud del valor de la rapidez de propagación obtenido con el modelo matemático si se toma al valor calculado en la pregunta anterior como el valor de referencia?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	89/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

Geogebra (29 de junio de 2020). *Esqm8Ae6*. Obtenido de Geogebra:
<https://www.geogebra.org/m/MsPMXgCs#material/Esqm8Ae6>

NGSR-NETFIRMS (29 de junio de 2020). *Resonance String*. Obtenido de NGSR-NETFIRMS
http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/resonanceString/resonanceString_js.htm

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias


$$f = \frac{1}{\tau}$$

$$\lambda = \frac{2\ell}{n}$$

$$|\vec{F}| = m_s |\vec{g}|;$$

$$\mu = \frac{m_{\text{cuerda}}}{\ell_{\text{cuerda}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}};$$

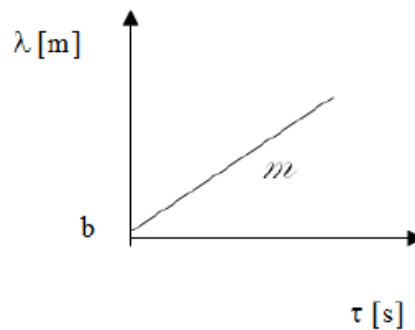
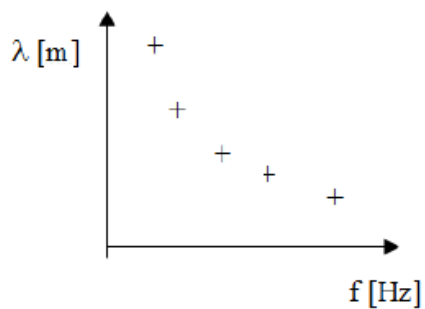
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	90/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

$$v = f \lambda$$

$$|\vec{g}| = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

μ = densidad lineal de la cuerda

Modelos gráficos




Modelo matemático


$$\lambda \text{ [m]} = m \text{ [m/s]} \tau \text{ [s]} + b \text{ [m]},$$

para $\tau > 0$

$$m = \frac{d\lambda}{d\tau}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	91/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 10. Reflexión y refracción (transmisión) de la luz

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	92/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


1. Objetivos de aprendizaje

- a) Obtener los modelos gráfico y matemático del ángulo de reflexión θ_r en función del ángulo de incidencia θ_i de un rayo de luz.
- b) Determinar los valores de los ángulos de transmisión θ_t , a través de las mediciones de los ángulos de incidencia θ_i .
- c) Obtener los modelos gráfico y matemático del seno del ángulo de transmisión **sen** θ_t en función del seno del ángulo de incidencia **sen** θ_i en un medio translúcido.
- d) Determinar el índice de refracción de la placa de vidrio empleada con base en el modelo matemático del inciso anterior y conociendo que los índices de transmisión del vacío y del aire son 1.0 y 1.00029, respectivamente.

2. Material y equipo

Para esta práctica se hará uso del siguiente simulador de luz:

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	93/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Desarrollo de las actividades

Actividad 1

Identifique las características estáticas del goniómetro analógico.

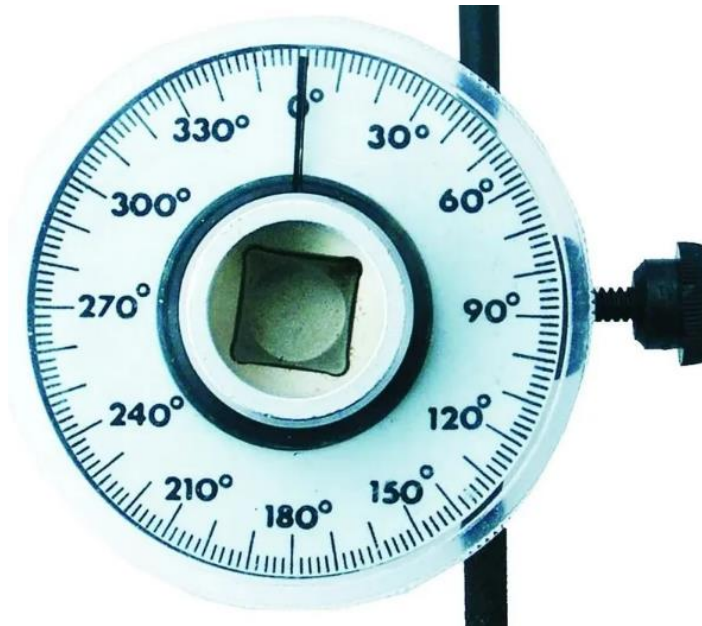



Figura 10.1 Goniómetro analógico.

Tabla 10.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

Nota: Imagen tomada de:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-562757349-bgs-3084-caratula-medidor-de-angulo-para-torque-goniometro- JM#position=1&type=item&tracking_id=fbc905ea-5821-46e5-9b3f-1409b4a47c51

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	94/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Observe la pantalla del simulador, en la opción de “Introducción”. Establezca los siguientes parámetros.

- Tipo de luz: rayo
- Medio de material 1: aire
- Medio de material 2: vidrio
- Normal
- Goniómetro o transportador
- Con la perilla de color gris mueva diferentes ángulos de incidencia y con el botón rojo de esta perilla muestra u oculta el rayo de luz.

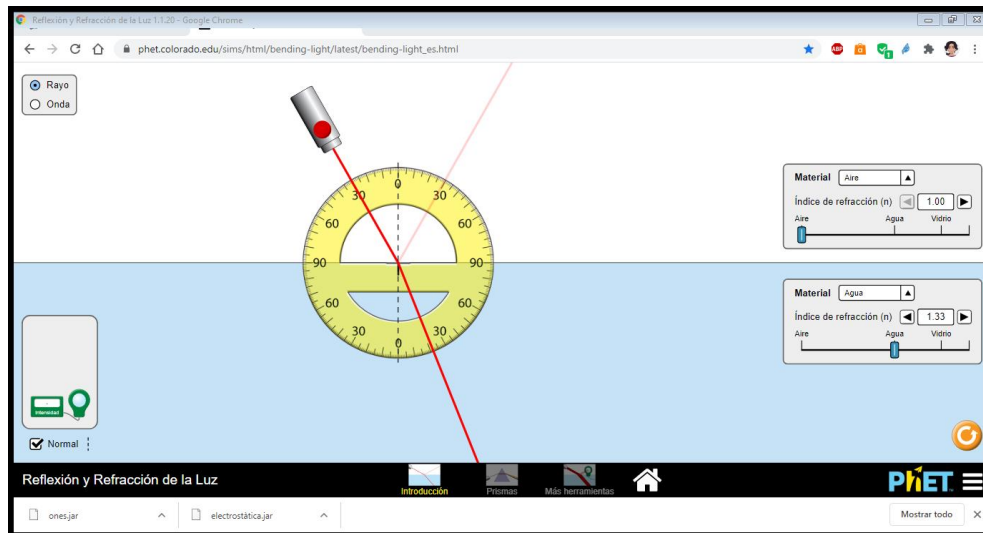



Figura 10.2. Pantalla del simulador de la incidencia de la luz, opción “introducción”.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	95/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Varíe el ángulo de incidencia y mida el ángulo de reflexión correspondiente. Realice 8 lecturas y complete la siguiente tabla.


Tabla 10.2

lectura	θ_i [°]	θ_r [°]
1	0	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	

Nomenclatura:

θ_i [°] ángulo de incidencia

θ_r [°] ángulo de reflexión

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	96/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del ángulo de reflexión en función del ángulo de incidencia.

Actividad 5


Obtenga el modelo matemático del ángulo de reflexión, θ_r , en función del ángulo de incidencia θ_i . es decir: $\theta_r = f(\theta_i)$.

Actividad 6

Realice el modelo gráfico del ángulo de reflexión, θ_r , en función del ángulo de incidencia θ_i . es decir: $\theta_r = f(\theta_i)$.

Actividad 7

Explique brevemente el significado físico de la pendiente, escriba sus dimensiones y sus unidades.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	97/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Observe la pantalla del simulador y seleccione la opción de “Más herramientas”:

Establezca los siguientes parámetros

- Tipo de luz: rayo
- Medio de material 1: aire
- Medio de material 2: vidrio
- Normal
- Transportador
- Longitud de onda de 589 [nm], color amarillo.
- Con el botón rojo de la perilla gris se muestra u oculta el rayo de luz.

Con la perilla de color gris mueva diferentes ángulos de incidencia y localice el ángulo de refracción.

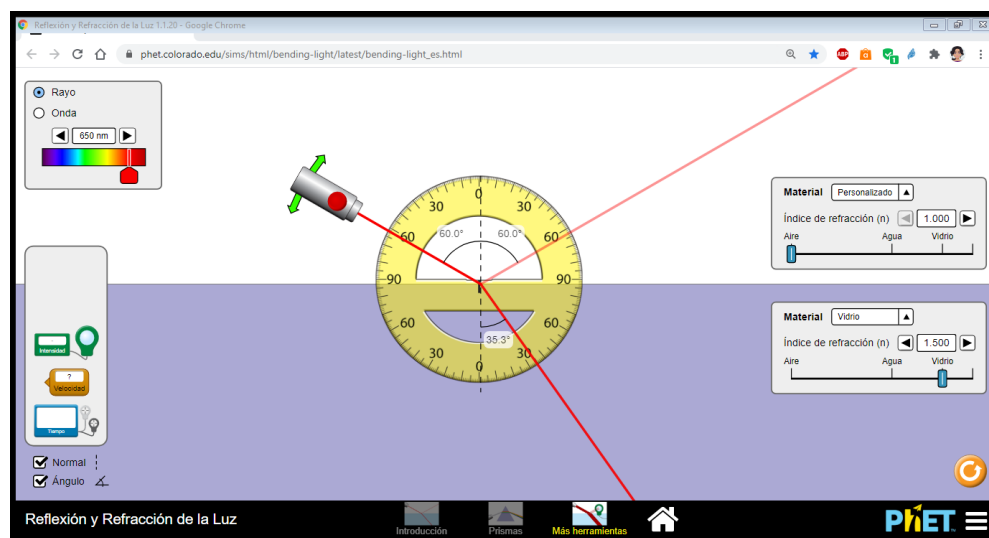



Figura 10.3. Pantalla del simulador de la incidencia de la luz, opción “más herramientas”.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	98/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 9

Varíe el ángulo de incidencia y mida el ángulo de refracción (transmisión) correspondiente. Realice 8 lecturas y complete la siguiente tabla.


Tabla 10.3

lectura	θ_i [°]	θ_t [°]
1	0	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	

Nomenclatura:

θ_i [°] ángulo de incidencia

θ_t [°] ángulo de refracción y/o de transmisión


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	99/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 10

Proceda a calcular el seno para cada ángulo de incidencia y de refracción (transmisión). Complete la tabla siguiente.

Tabla 10.4

θ_i [°]	$\text{sen } \theta_i$	θ_t [°]	$\text{sen } \theta_t$
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	100/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 11

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del seno del ángulo de refracción (transmisión) en función del seno del ángulo de incidencia.

Actividad 12


Obtenga el modelo matemático del seno del ángulo de transmisión $\text{sen } \theta_t$ en función del seno del ángulo de incidencia $\text{sen } \theta_i$, es decir: $\text{sen } \theta_t = f(\text{sen } \theta_i)$.

Actividad 13

Realice el modelo gráfico del seno del ángulo de transmisión $\text{sen } \theta_t$ en función del seno del ángulo de incidencia $\text{sen } \theta_i$, es decir: $\text{sen } \theta_t = f(\text{sen } \theta_i)$.

Actividad 14

Del modelo matemático obtenido, calcule el valor del índice de refracción del vidrio crown.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	101/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario


1. De acuerdo con las mediciones, los modelos gráfico y matemático obtenidos para la reflexión de la luz, ¿cómo puede expresarse la ley de la reflexión?
2. ¿Cuál es el modelo matemático obtenido para el $\text{sen } \theta_t$ en función del $\text{sen } \theta_i$, para el material empleado?
3. Determine el valor del índice de transmisión n_t del material empleado, con base en el modelo matemático obtenido.
4. Investigue los índices de transmisión del agua líquida, hielo, acrílico, diamante, vidrio flint y plexiglás.

5. Conclusiones

6. Referencias

Young H. D. y Freedman R. A. (2014). *Sears y Zemansky Física universitaria con Física moderna* (13a ed.). México, Editorial Pearson.

PHET Colorado (28 de julio 2020) *Bending light*. Obtenido de PHET Colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física (modalidad a distancia)	Código:	MADO-07
		Versión:	01
		Página	102/102
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 septiembre 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

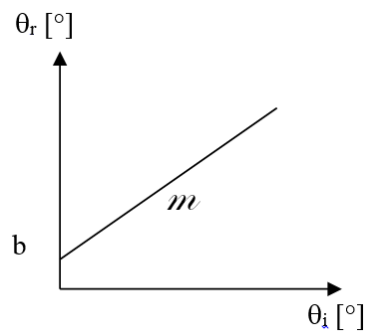
7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

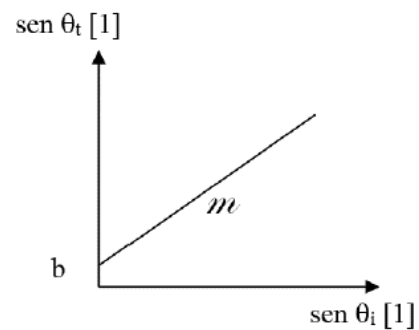
$$n_x = \frac{c}{v_x} ; \quad n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$$

Modelos gráficos

Reflexión de la Luz



Transmisión de la Luz



Modelos matemáticos

$$\theta_r [^\circ] = m [^\circ/^\circ] \theta_i [^\circ] + b [^\circ]$$

$$\text{sen } \theta_t [1] = m [1] \text{sen } \theta_i [1] + b [1]$$