
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	1/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de Prácticas

Laboratorio de Física Experimental

(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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	2/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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. Movimiento uniformemente acelerado.....	21
Práctica 4. Movimiento y energía en un plano inclinado.....	32
Práctica 5. Propiedades de las sustancias	44
Práctica 6. Gradiente de presión	53
Práctica 7. Algunas propiedades térmicas del agua.....	64
Práctica 8. Leyes de la Termodinámica.....	75
Práctica 9. Carga y corriente eléctrica.....	86
Práctica 10. Fuerza magnética sobre un conductor	96
Práctica 11. Movimiento ondulatorio.....	104
Práctica 12. Reflexión y refracción (transmisión) de la luz	115

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	3/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	4/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

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

2. Material y equipo

fuente de poder de 0 hasta 30 [V], 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	5/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 analógico 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	6/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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

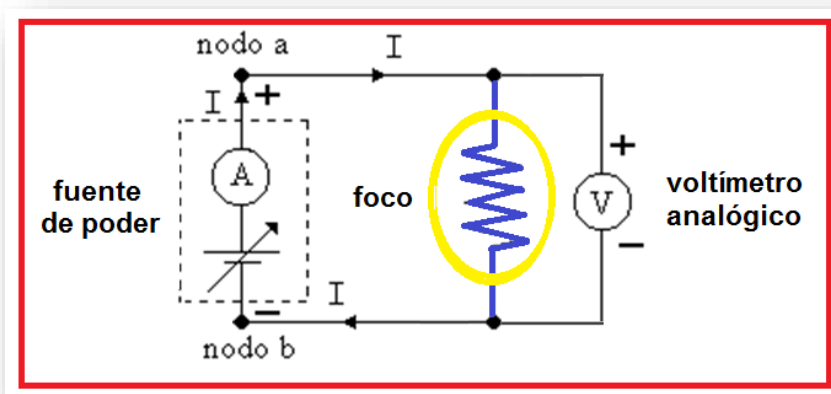
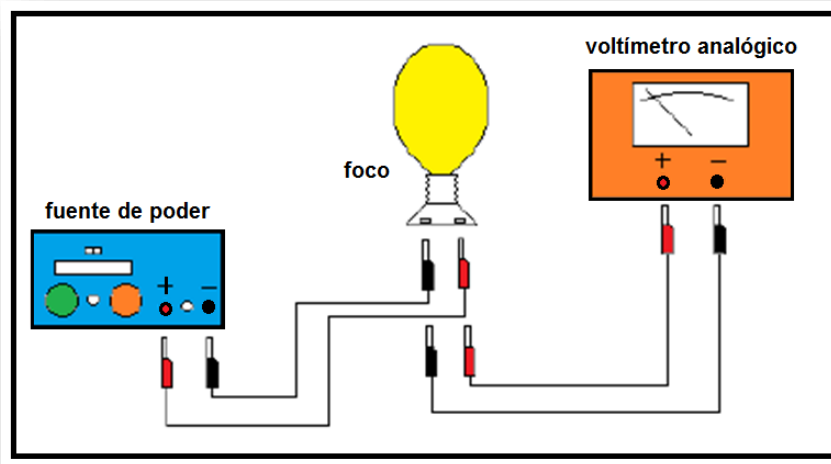



Figura 1.2. Dispositivo experimental.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	7/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3


Calcule el valor leído promedio, la desviación estándar e incertidumbre para cada valor patrón utilizado y complete la tabla 1.2.

Tabla 1.2

V_P [V]	V_{L1} [V]	V_{L2} [V]	V_{L3} [V]	$\overline{V_L}$ [V]	S_V [V]	$\overline{V_L} \pm \Delta V$ [V]
0						
5						
10						
15						
20						
25						

Nomenclatura:

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	8/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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]	$\overline{V_L}$ [V]	% EE	% E	% EP	% P
0					
5					
10					
15					
20					
25					

Nomenclatura:

V_P	valor patrón.
$\overline{V_L}$	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.
$\overline{V_L} \pm \Delta V$	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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	9/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. Realice la gráfica del porcentaje de error de exactitud en función del valor patrón e indique ¿para qué valor patrón el voltímetro presenta menor error de exactitud?
2. Realice la gráfica del porcentaje de error de precisión en función del valor patrón e indique ¿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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	10/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

7. Anexo

Expresiones matemáticas

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

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


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

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

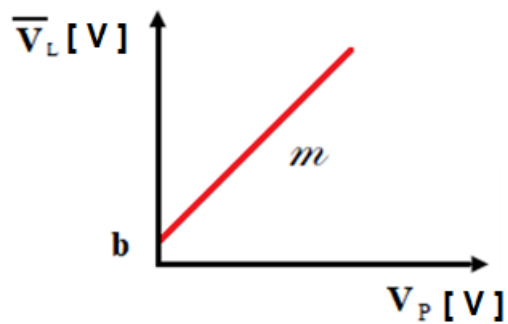
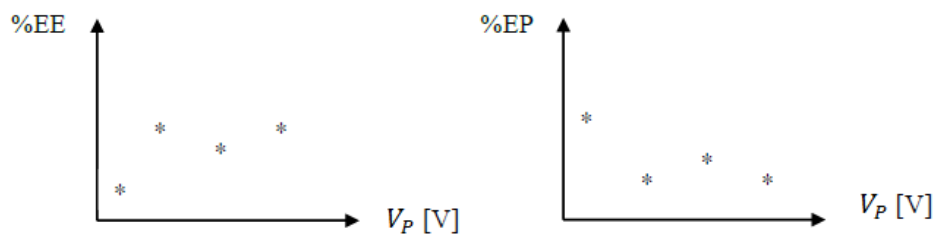
$$[\Delta V]_u = [S_{mV}]_u = [S_V]_u$$

Expresiones del método de la suma de los cuadrados mínimos:

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


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	11/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos




Modelo matemático

$$\bar{V}_L[V] = m [1]V_P [V] + b [V]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	12/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	13/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- Determinar las características estáticas de un dinamómetro.
- Determinar el error de exactitud (**%EE**) y el porcentaje de exactitud (**%E**) de un dinamómetro para cada valor patrón.
- Determinar el error de precisión (**%EP**) y el porcentaje de precisión (**%P**) de un dinamómetro para cada valor patrón.
- Determinar la incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado.
- Determinar los valores más representativos para los valores patrones utilizados incluyendo sus incertidumbres.
- Obtener los modelos gráfico y matemático de la curva de calibración.
- 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]
 masa 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	14/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 tabla 2.1.



Figura 2.1. Dinamómetro

Tabla 2.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	15/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

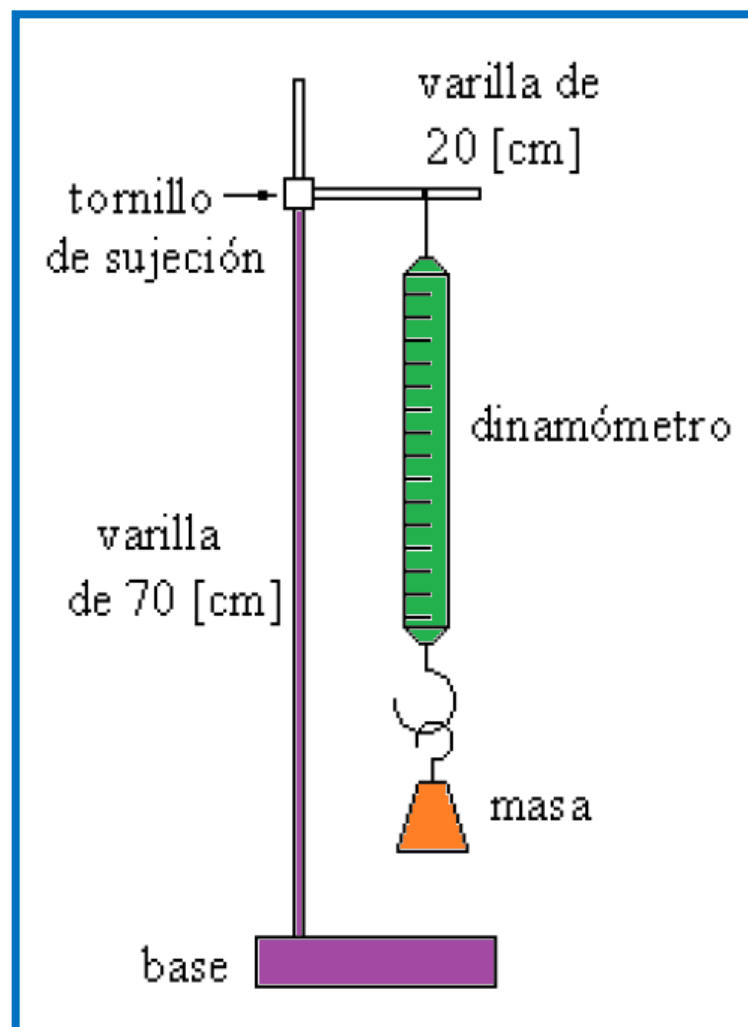



Figura 2.2. Dispositivo experimental.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	16/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 ($W_P = m_P \cdot g$) 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]
50							
100							
150							
200							
250							
300							
350							

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	17/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Llene la tabla 2.3 con los cálculos necesarios.

Tabla 2.3


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

Nomenclatura:

W_P	peso patrón.
\bar{W}_L	peso leído promedio.
% 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.
$\bar{W}_L \pm \Delta W$	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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	18/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. Realice la gráfica del porcentaje de error de exactitud en función del valor patrón e indique ¿para qué valor patrón se tuvo el mayor error de exactitud?
2. Realice la gráfica del porcentaje de error de precisión en función del valor patrón e 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	19/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 dinamómetro analógico”, tomado de youtube

https://youtu.be/x_Ytx5JHFKs?list=PLnsqUi9vdSGBFjMzW3sgg6sTDiJldENJK

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$W_p = m_p (g_{CDMX}), \quad \text{en la cual } g_{CDMX} = 9.78 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$


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

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

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

$$S_W = \pm \left[\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{W}_L - W_j)^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad \text{y} \quad \Delta W = S_{mW} = \frac{\pm S_W}{\sqrt{n}};$$

$$[\Delta W]_u = [S_{mW}]_u = [S_W]_u$$

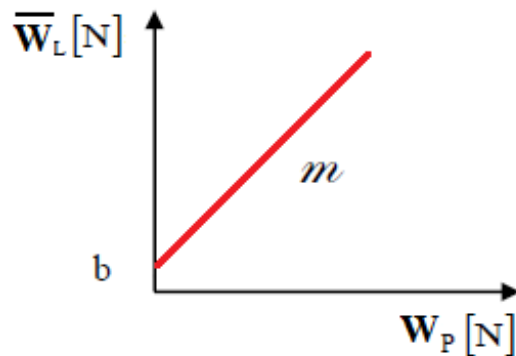
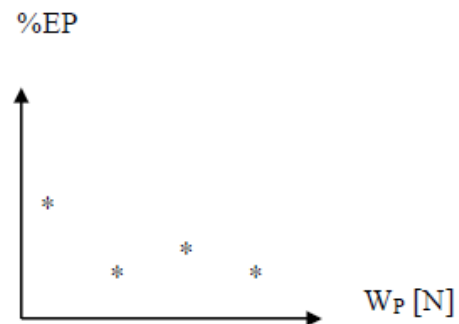
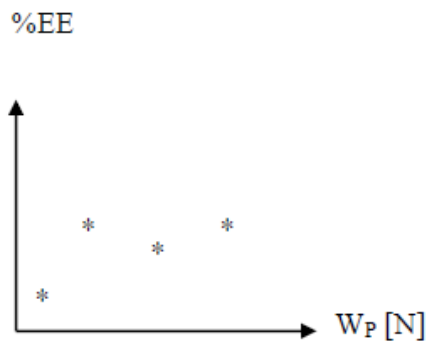
	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	20/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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




Modelo matemático

$$\overline{W}_L [N] = m [1] W_P [N] + b [N]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	21/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3. Movimiento uniformemente acelerado

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	22/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


1. Objetivos de aprendizaje

- Determinar las características estáticas del cronómetro.
- Obtener el modelo gráfico del tiempo t de caída en función del desplazamiento h de una esfera con movimiento uniformemente acelerado; es decir: $t = f(h)$.
- Obtener los modelos gráfico y matemático lineales del desplazamiento h de una esfera con movimiento uniformemente acelerado en función de la variable z , donde $z = t^2$ y t es tiempo de caída.
- Obtener la rapidez de la esfera con movimiento uniformemente acelerado en función del tiempo.
- Obtener la aceleración de la esfera con movimiento uniformemente acelerado en función del tiempo.

2. Herramienta Digital

Para esta práctica se hará uso del siguiente simulador de caída libre.

<http://objetos.unam.mx/fisica/caidaLibre/index.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	23/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 cronómetro analógico* y llene la tabla 3.1.




Figura 3.1. Cronómetro analógico.

Tabla 3.1.

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

*Nota: Imagen tomada de:

<https://como-funciona.co/un-cronometro/>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	24/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 y varíe la altura de la torre a 130 [m]. Elija la esfera 1 de aluminio con un radio de 0.10 [m]. Desprecie el efecto de la fricción poniendo la densidad del aire en 0 [kg/m³].

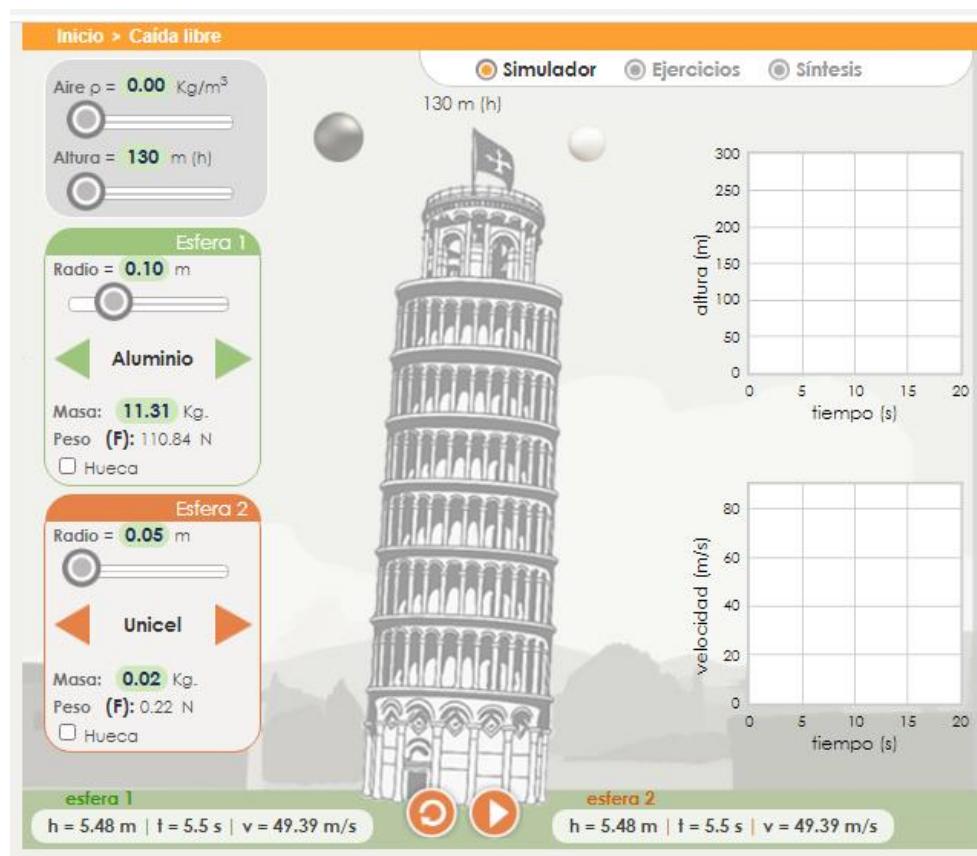



Figura 3.2. Pantalla del simulador de caída libre.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	25/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3


Varíe el desplazamiento y mida el tiempo leído de caída, de la esfera 1. Realice 8 lecturas y llene la tabla 3.2.

Tabla 3.2

lecturas	h [m]	t [s]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Nomenclatura:

h desplazamiento [m].
t tiempo leído de caída [s].

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	26/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Calcule el tiempo patrón para cada una de las mediciones obtenidas de tiempo de recorrido de la esfera 1. Realice los cálculos necesarios para completar la tabla 3.3. La expresión matemática para el tiempo patrón es:

$$t_p = \sqrt{\frac{2(h_0 - h)}{g}} \quad [\text{s}]$$


h_0 altura inicial, 130 [m].

h altura que se va midiendo [m].

g aceleración gravitatoria del lugar [m/s²].

Tabla 3.3

lecturas	h [m]	t [s]	t _p [s]	% EE	% E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	27/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Nomenclatura:

- H** desplazamiento [m].
- t** tiempo leído [s].
- t_P** tiempo patrón [s].
- % E** porcentaje de exactitud del tiempo leído promedio.
- % EE** porcentaje de error de exactitud del tiempo leído promedio.
- G** aceleración gravitatoria local de 9.78 [m/s²].


Actividad 5

Trace la gráfica del tiempo leído de caída t , en función del desplazamiento h de la esfera con movimiento uniformemente acelerado; es decir, **$t = f(h)$** .

Actividad 6

Trace la gráfica del desplazamiento h de la esfera con movimiento uniformemente acelerado en función del tiempo leído de caída t , es decir **$h = f(t)$** .

Discuta los resultados obtenidos con sus compañeros.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	28/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 7

Observe que la relación entre el desplazamiento **h** y el tiempo leído de caída **t**, no es lineal; por lo que se requiere realizar el cambio de variable **z = t²**, para obtener el modelo **h = f(z)**, que sí es un modelo matemático lineal.


Llene la tabla 3.4 con los cálculos correspondientes empleando la expresión matemática: **z = t² [s²]**

Tabla 3.4

lecturas	h [m]	z [s ²]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Nomenclatura:

Z Cuadrado del tiempo leído [s²].

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	29/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Obtenga el modelo matemático del desplazamiento **h** en función del cuadrado del tiempo leído **z**.

Actividad 9


Realice el modelo gráfico del desplazamiento **h** en función del cuadrado del tiempo leído **z**.

Actividad 10

Con ayuda del modelo matemático anterior, obtenga el valor de la aceleración gravitatoria, así como sus respectivas unidades en el SI.

4. Cuestionario

1. En el contexto de la geometría analítica plana ¿qué tipo de curva se obtiene en la gráfica tiempo en función del desplazamiento?
2. ¿Cuál es el modelo matemático del desplazamiento **h** en función del cuadrado del tiempo leído **t²** de caída de la esfera 1?
3. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente **m** y de la ordenada al origen **b** del modelo matemático obtenido?
4. ¿Cuál es la expresión experimental que se obtiene para el cálculo de la rapidez de caída de la esfera?
5. ¿Cuál es el valor de la aceleración gravitatoria obtenido?
6. ¿Cuál es el porcentaje de exactitud de la aceleración gravitatoria obtenida, si el valor de referencia es de 9.78 [m/s²]?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	30/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

Objetos UNAM (15 de junio de 2020), *Caída libre*. Obtenido de Objetos UNAM:
<http://objetos.unam.mx/fisica/caidaLibre/index.html>

7. Anexos

Expresiones matemáticas


$$t_p = \sqrt{\frac{2(h_0 - h)}{g}} \text{ [s]}$$

siendo g de la CDMX

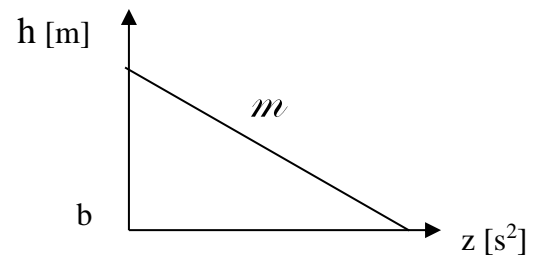
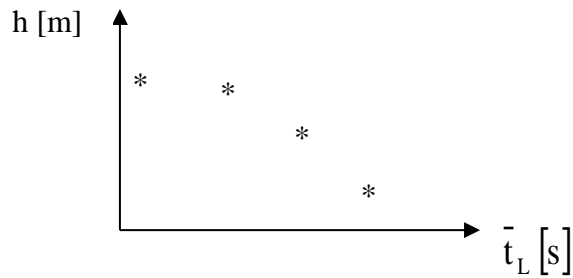
$$g_{CDMX} = 9.78 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Desviación estándar de una muestra de “n” mediciones de una misma cantidad física y su correspondiente incertidumbre:

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	31/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos




Modelo matemático


$$h [m] = m \left[\frac{m}{s^2} \right] \bar{t}_L^2 [s^2] + b [m]$$

y como $z = \bar{t}_L^2 [s^2]$

$$h [m] = m \left[\frac{m}{s^2} \right] z [s^2] + b [m]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	32/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4. Movimiento y energía en un plano inclinado

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	33/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 lineal del desplazamiento (**x**) de un móvil sobre un plano inclinado, sin fricción, con un ángulo α con respecto a la horizontal, en función del tiempo de recorrido (**t**).
- Obtener el modelo gráfico de la energía potencial (**EP**) del móvil en función de su altura **h**.
- Obtener el modelo gráfico de la energía cinética (**EC**) del móvil en función de su altura (**h**).

2. Herramienta Digital

Para esta práctica se usará el siguiente simulador de plano inclinado.

<https://www.geogebra.org/m/mmghBE5w>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	34/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 flexómetro e identifique sus características estáticas: rango, resolución y legibilidad y llene la tabla 4.1.



Figura 4.1. Flexómetro.

Tabla 4.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	35/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 y con los botones deslizables modifique las siguientes variables:

- ángulo de 15°
- base 70
- masa de 2 [kg]
- velocidad de 0 [m/s]
- coeficiente de rozamiento (coeficiente de roz) = 0
- tiempo = 0 [s]

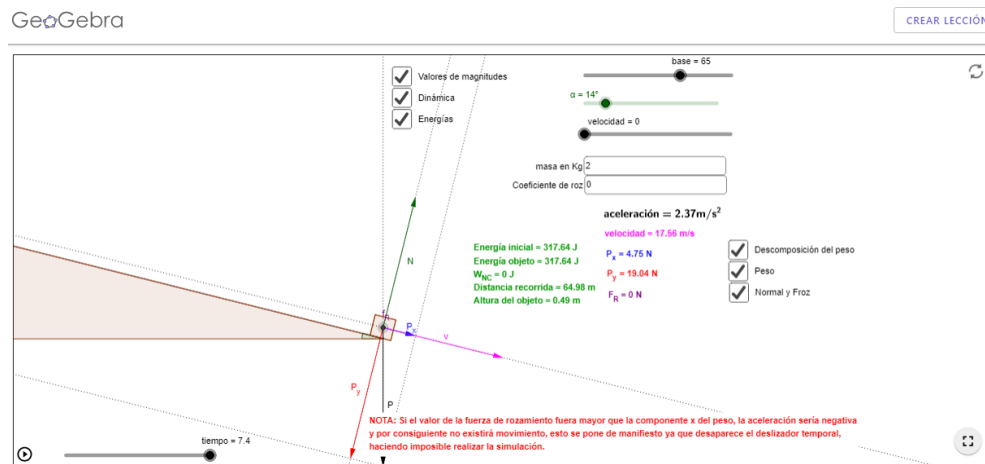



Figura 4.2. Pantalla del Simulador de plano inclinado.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	36/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Varíe el tiempo y mida el desplazamiento correspondiente. Realice 8 lecturas y llene la tabla 4.2.

Tabla 4.2


lectura	t [s]	x [m]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Nomenclatura:

- t** tiempo [s].
- x** distancia recorrida [m].
- v** rapidez [m/s].
- h** altura del objeto [m].

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del desplazamiento **x** en función del tiempo **t**, es decir: **$x = f(t)$** .

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	37/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Actividad 5

Con las mediciones obtenidas de tiempo de recorrido, calcule el tiempo patrón. Complete la siguiente tabla 4.3. La expresión para el tiempo patrón es:

$$t_p = \sqrt{\frac{2(x)}{g \operatorname{sen} \alpha}}$$

Tabla 4.3

Lectura	x [m]	t [s]	t _p [s]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	38/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 6


Realice el cambio de variable $z = t^2$, es decir, eleve cada tiempo al cuadrado para cada desplazamiento correspondiente. Llene la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Lectura	x [m]	t [s]	z [s ²]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Actividad 7

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos del desplazamiento x en función del cuadrado del tiempo z .

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	39/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 8

Con los datos de la tabla 4.4, obtenga el modelo matemático del desplazamiento x en función del cuadrado del tiempo z , es decir: $x = f(z)$.

Actividad 9

Realice el modelo gráfico del desplazamiento x en función del cuadrado del tiempo z , es decir: $x = f(z)$.

Actividad 10

De acuerdo con la siguiente figura, calcule el valor de h , sabiendo que la longitud L del plano inclinado es de 70 [m] y el ángulo de inclinación α es de 15° .

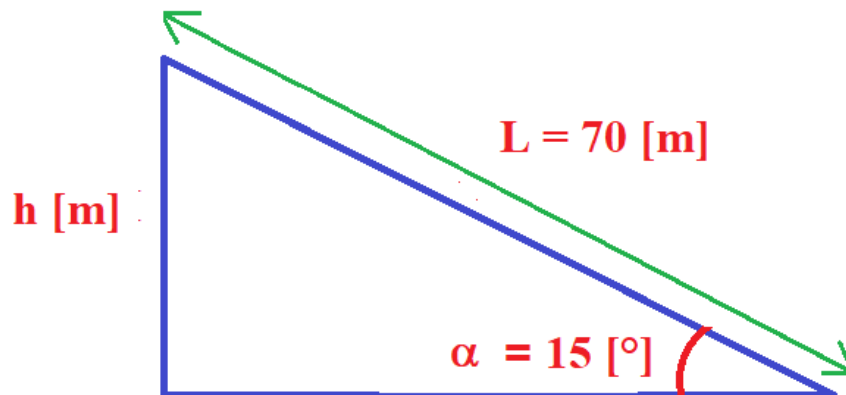



Figura 4.3. Plano inclinado.

Valor de h : _____ (m)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	40/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 11

Determine la energía potencial gravitatoria máxima y mínima que adquiere el bloque (figura 4.4) e indique en qué punto de su recorrido ocurre.

La masa del bloque es de 2 [kg].

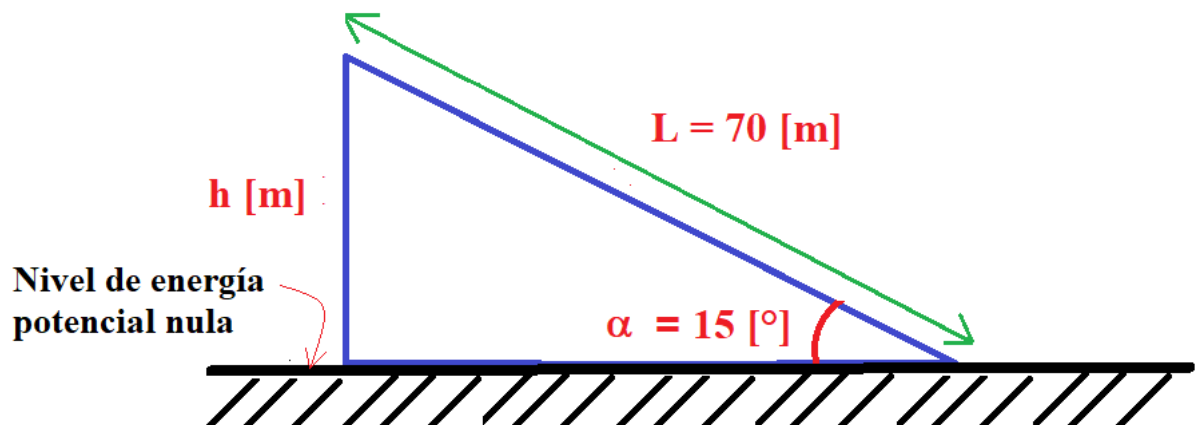




Figura 4.4. Plano inclinado.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	41/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 del desplazamiento x en función del cuadrado del tiempo t^2 empleado?
2. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente del modelo matemático obtenido?
3. ¿Cuáles son las expresiones experimentales para la rapidez y la aceleración del móvil sobre el plano inclinado?
4. Dibuje la gráfica de la energía potencial del móvil sobre todo el plano inclinado en función de su altura h , tome en cuenta que esta función es una recta y requiere del cálculo de la energía potencial máxima y mínima para dos valores extremos de la altura h .
5. Dibuje la gráfica de la energía cinética del móvil sobre todo el plano inclinado en función de su altura h , tome los mismos valores de ésta empleados en el punto 4 y calcule las energías cinéticas mínima y máxima; esta función también es una recta.

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	42/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 (16 de junio de 2020) *Plano inclinado*. Obtenido de Geogebra: <https://www.geogebra.org/m/mmghBE5w>

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$t_p = \sqrt{\frac{2x}{g \operatorname{sen} \alpha}} \quad [\text{s}]$$


$$EP = m g h \quad [\text{J}]$$

$$EC = \frac{1}{2} m v^2 \quad [\text{J}]$$

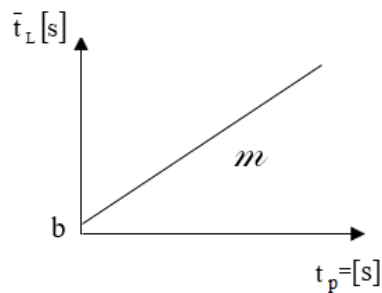
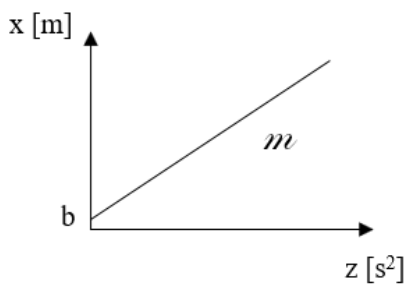
$$\text{siendo } g \text{ de la CDMX } g_{CDMX} = 9.78 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$\frac{H}{L} = \operatorname{sen} \alpha$$

$$z = \bar{t}_L^2 [\text{s}^2]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	43/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos



Modelo matemático

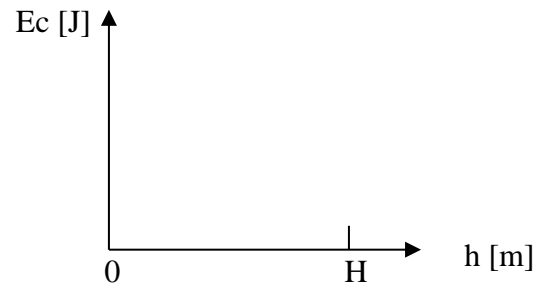
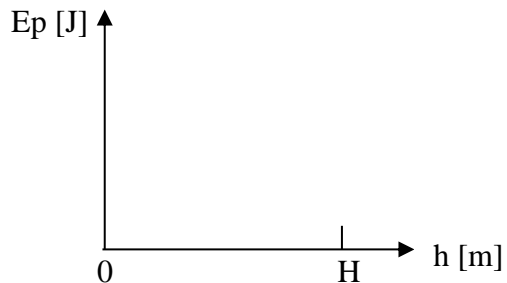
$$x [m] = m \left[\frac{m}{s^2} \right] z [s^2] + b [m]$$


y como $z = \bar{t}_L^2 [s^2]$

$$x [m] = m \left[\frac{m}{s^2} \right] \bar{t}_L^2 [s^2] + b [m]$$


$$v = \frac{dx}{dt} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$a = \frac{dv}{dt} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$



	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	44/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 5. Propiedades de las sustancias

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	45/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


1. Objetivos de aprendizaje

- Determinar algunas propiedades de las sustancias en fase sólida.
- 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.
- Distinguir entre las cantidades físicas, las de tipo vectorial y las de tipo escalar.

2. Herramienta Digital

Para esta práctica se hará uso del simulador de densidad.

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	46/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 una balanza analógica y llene la tabla 5.1.



Figura 5.1 Balanza analógica

Tabla 5.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	47/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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, 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.

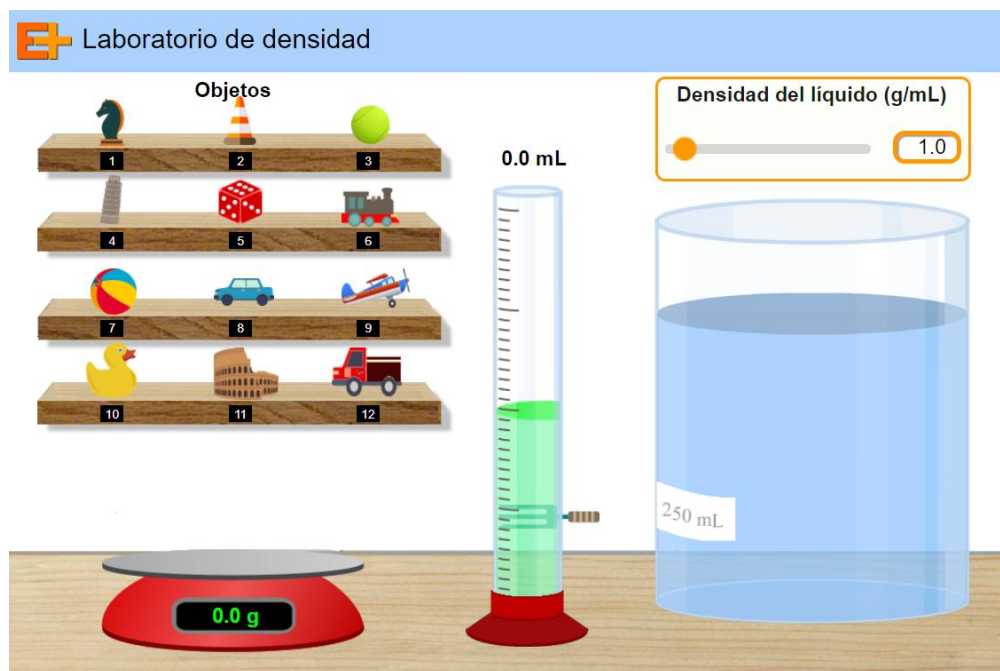



Figura 5.2. Pantalla del Simulador 1 de densidad.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	48/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 sumérjalo en la probeta para obtener su volumen. Al final sumérjalo en el recipiente cilíndrico y observe si flota o se hunde. Registre sus datos obtenidos y calcule lo necesario en la tabla 5.2.


Tabla 5.2

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	49/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

Llene la tabla 5.3 e indique si son propiedades intensivas o extensivas; así como si se trata de cantidades físicas escalares o vectoriales.

Tabla 5.3


	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 tabla 5.4 con el empleo de las expresiones matemáticas proporcionadas en el anexo.

Tabla 5.4

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	50/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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].


γ peso específico [N/ m^3].

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	51/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

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 5.2)?

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	52/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

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

$$\vec{W} = m\vec{g} \text{ [N]}$$


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

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$


$$\delta_x = \frac{\rho_x}{\rho_{\text{agua}}} \text{ [1]}$$

$$\vec{\gamma} = \frac{\vec{W}}{V} \left[\frac{N}{m^3} \right]$$

$$v = \frac{1}{\rho} \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	53/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 6. Gradiente de presión

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	54/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 presión manométrica P_{man} en función de la profundidad y , en un fluido homogéneo en reposo.
- Obtener, a partir del modelo matemático anterior, la densidad ρ y la magnitud del peso específico γ del fluido empleado.
- Explicar la relación que existe entre presiones absoluta, relativa y atmosférica.
- 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.

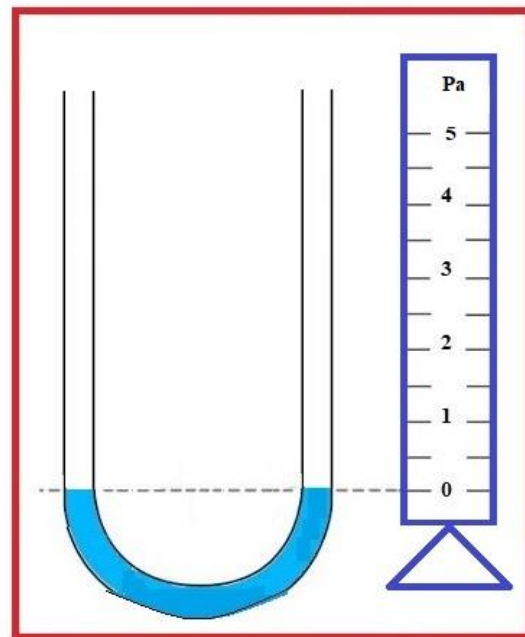
https://www.walter-fendt.de/html5/phes/hydrostaticpressure_es.htm

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	55/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 y llene la tabla 6.1.




Marca: MAKASU
Modelo: 111

Figura 6.1 Manómetro diferencial.

Tabla 6.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	56/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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”.

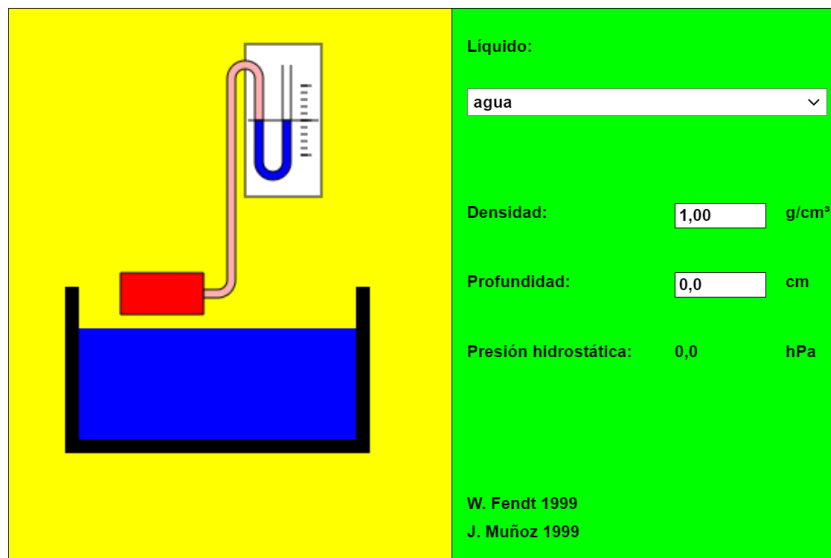



Figura 6.2. Pantalla del simulador de presión.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	57/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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** y mida la presión **P** correspondiente. Complete la tabla 6.2.

Tabla 6.2


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		
9	5.0		

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	58/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

Actividad 6

Realice el modelo gráfico de la presión manométrica en función de la profundidad del agua en reposo.


Actividad 7

Seleccione como líquido “**mercurio**”. Varíe la profundidad **y** y mida la presión **P** correspondiente. Llene la tabla 6.3.

Recuerde que **h** es el prefijo para hecto.

Tabla 6.3

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		
9	5.0		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	59/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

Actividad 10


Realice el modelo gráfico de la presión manométrica en función de la profundidad **del mercurio** en reposo.

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. Llene la tabla 6.4.

Tabla 6.4

Fluido	Peso específico	Densidad
Agua		
Mercurio		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	60/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

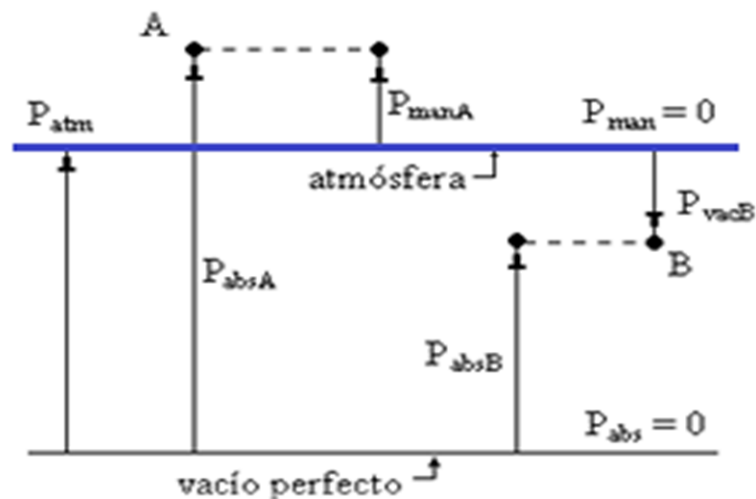




Figura 6.3. Presión manométrica, presión vacuométrica y presión absoluta.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	61/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	62/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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

$$P_A - P_B = -\rho |\vec{g}| (z_A - z_B) [Pa]$$

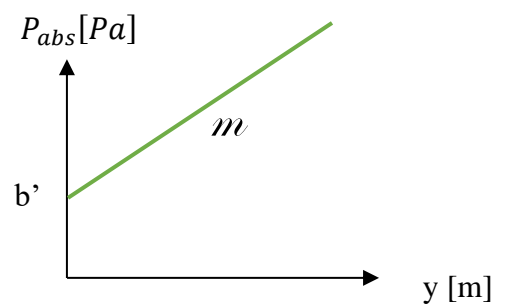
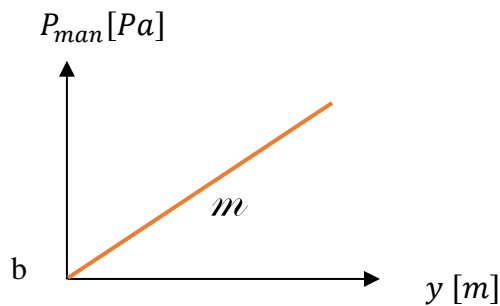
$$|\vec{g}| = 9.78 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$P_{atm} = \rho_{Hg} |\vec{g}| h_{bar} [Pa]$$

$$\rho_{Hg} = 13600 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	63/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos




Modelos matemáticos

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


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

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

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	64/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 7. Algunas propiedades térmicas del agua

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	65/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 (C) y la capacidad térmica específica (c) 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	66/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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* y llene la tabla 7.1.




Figura 7.1 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 7.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	67/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 tres sustancias: 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.

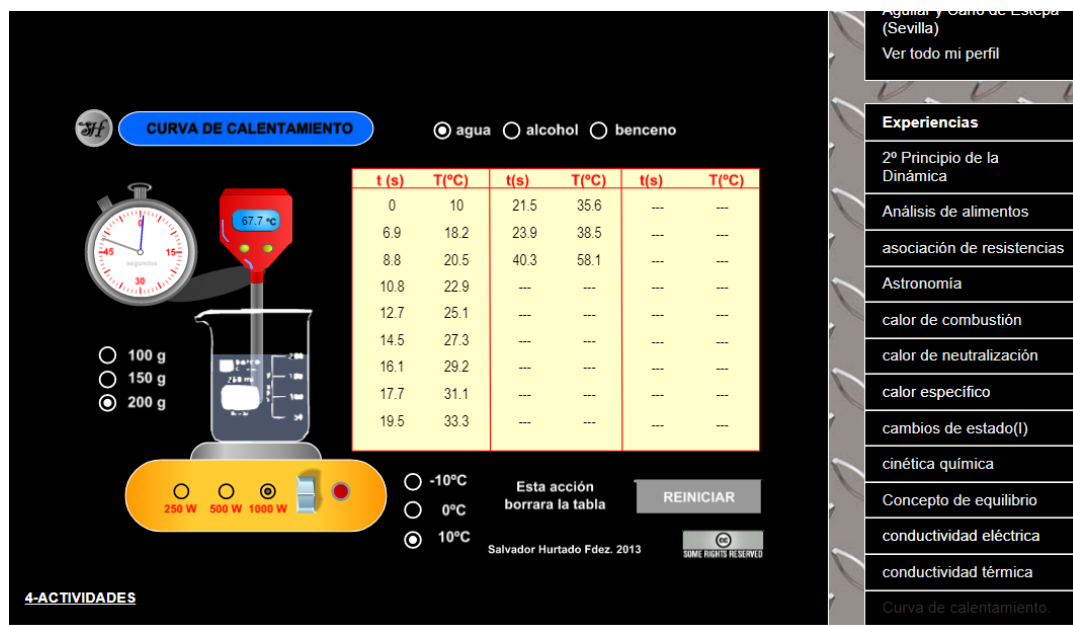
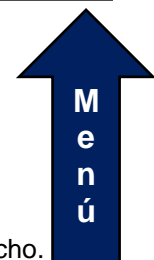



Figura 7.2. Pantalla del simulador de curva de calentamiento.



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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	68/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 tabla 7.2.

Tabla 7.2


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.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	69/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

Actividad 7

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

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. Llene la tabla 7.3.

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

$$T_{\text{inicial}} = T_0$$

Tabla 7.3

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	70/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

Actividad 11


Realice el modelo gráfico del calor suministrado en función del incremento de la temperatura.

Actividad 12

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

Actividad 13

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	71/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 7.3. 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 tabla 7.4.

Tabla 7.4


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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	72/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Cuestionario

1. Escriba el modelo matemático del calor suministrado Q_{sum} en función del incremento de temperatura ΔT para la masa de agua utilizada, indicando las unidades en el SI para cada término.
2. Escriba el modelo matemático del calor suministrado Q_{sum} en función de la temperatura para la masa de agua utilizada, indicando las unidades en el SI para cada término.
3. ¿Cómo son las pendientes y las ordenadas al origen de los modelos matemáticos obtenidos de las actividades 6 y 11 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 $4186 \text{ [J/kg } ^\circ\text{C}]$.
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.

5. Conclusiones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	73/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 (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>

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

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


$$\Delta T = T_i - T_{\text{inicial}} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

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

$$Q_{\text{sum}} = P \Delta t \text{ [J]}$$

$$Q_{\text{sum}} = m c \Delta T = m c (T - T_0) \text{ [J]}$$

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	74/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

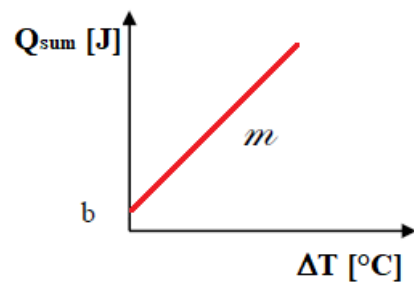
donde:

m: masa [kg]

c: capacidad térmica específica $\left[\frac{J}{kg \Delta^{\circ}C} \right]$


C: capacidad térmica o capacidad calorífica $\left[\frac{J}{\Delta^{\circ}C} \right]$

Modelo gráfico




Modelo matemático

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	75/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 8. Leyes de la Termodinámica

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	76/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Objetivos de aprendizaje

- Verificar el cumplimiento de la ley cero de la Termodinámica.
- 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.
- 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.
- 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

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

Simulador 2

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	77/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 termómetro analógico* y llene la tabla 8.1.




Figura 8.1. Termómetro analógico.

Tabla 8.1

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	78/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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”.

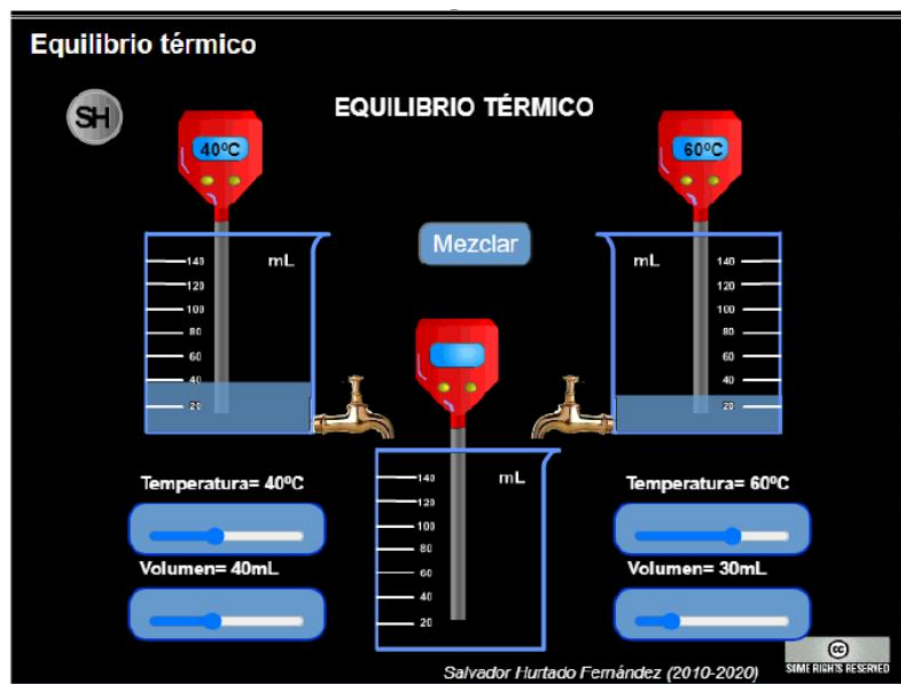



Figura 8.2. Pantalla del simulador de equilibrio térmico.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	79/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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. Llene la tabla 8.2.

Tabla 8.2

	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 8.3

Tabla 8.3


	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 8.4.

Tabla 8.4

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	80/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 y llene la tabla 8.5.

Tabla 8.5

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.

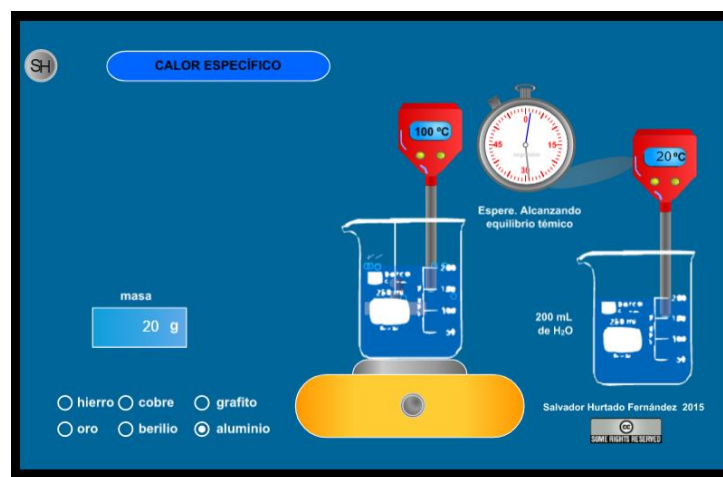



Figura 8.3. Pantalla del simulador de calor específico.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	81/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 8.6 y 8.7.

Agua

Tabla 8.6

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

Aluminio


Tabla 8.7

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

Actividad 9

Aplice 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	82/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 $910 \text{ [J/(kg} \cdot \Delta K)]$.

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	83/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	84/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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

$$Q = m c (T - T_0) \text{ [J]}$$


$$\Sigma Q + \Sigma W = \Delta E \text{ [J]}$$

donde:

$$\Delta E = \Delta E_C + \Delta E_P + \Delta U \text{ [J]}$$

Para un sistema estacionario

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	85/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Para un sistema aislado

$\Delta U = 0$; y como $\Sigma W = 0$.

Se concluye que $\Sigma Q = 0$ en el interior del calorímetro.


Con la conclusión anterior:

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


Por lo tanto:

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

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	86/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 9. Carga y corriente eléctrica

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	87/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	88/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 amperímetro analógico y llene la tabla 9.1.



Figura 9.1. Amperímetro

Tabla 9.1

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	89/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 9.2. Pantalla del simulador de Electricidad Estática.

Actividad 4

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

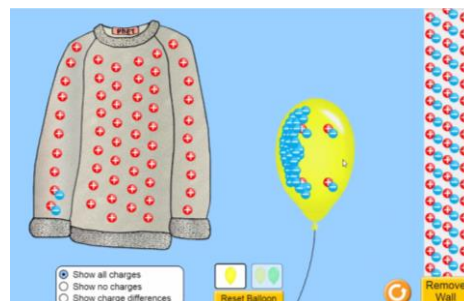



Figura 9.3. El globo queda cargado electricamente.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	90/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

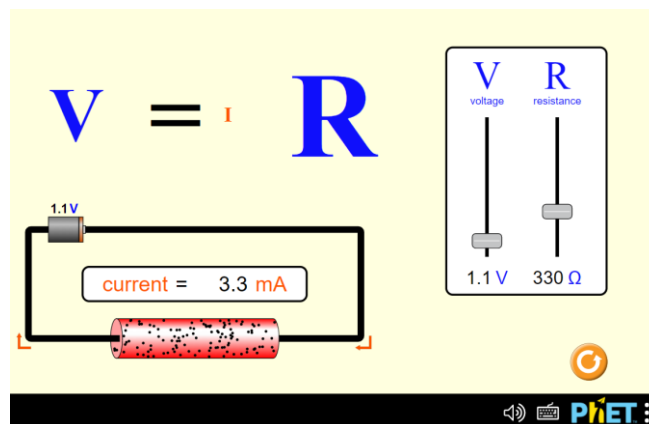



Figura 9.4. Pantalla del simulador de Ley de Ohm.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	91/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 9.2.

Tabla 9.2

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	92/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 .

Actividad 11

Realice el modelo gráfico de la intensidad de corriente eléctrica I , en función de la diferencia de potencial 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 .

Actividad 14

Realice el modelo gráfico de la diferencia de potencial V en función de la intensidad de corriente eléctrica I .

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	93/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	94/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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

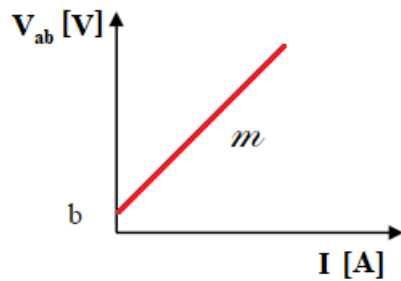
$$V_{ab} [V] = R I [V]$$

$$i [A] = \left[\frac{dq}{dt} \right] \left[\frac{C}{s} \right]$$

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


	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	95/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelo gráfico




Modelo matemático

$$V_{ab} [V] = m \left[\frac{V}{A} \right] I [A] + b [V]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	96/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 10. Fuerza magnética sobre un conductor

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	97/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 ($\vec{\ell}$), 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 $\vec{\ell}$ del conductor, el campo magnético \vec{B} y el ángulo entre los vectores $\vec{\ell}$ 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://ngsir.netfirms.com/englishhtm/BForce.htm>

Nota: Para este simulador hay que bajar el archivo extensión **JAR** en nuestra computadora. Para ejecutar este archivo hacer click con el botón derecho del mouse sobre el **archivo** y seleccionar Java para abrirlo. Se deberá tener actualizado JAVA a la última versión

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	98/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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*. Complete la tabla 10.1.

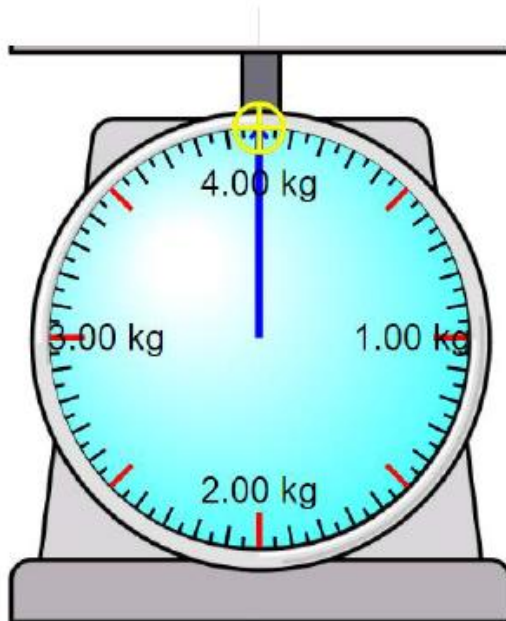



Figura 10.1. Balanza analógica.

Tabla 10.1

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	99/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Figura 10.2. Se tienen las siguientes variables, las cuales son:

- B:** Campo magnético [T]
- N:** número de vueltas [1]
- I:** intensidad de corriente eléctrica [A]

Con los botones deslizables, ajuste el campo magnético en 400 [mT], el número de vueltas en 10 y la intensidad de corriente eléctrica en 0.

- Arrastre el campo magnético (cuadro azul) dentro de la bobina.
- Verifique que la Fuerza esté hacia abajo.
- Longitud del conductor sea de 30.4 [cm].
- Active el botón de la báscula “Total: zero”.
- Varíe la intensidad de corriente eléctrica y mida con la báscula la fuerza de origen magnético.

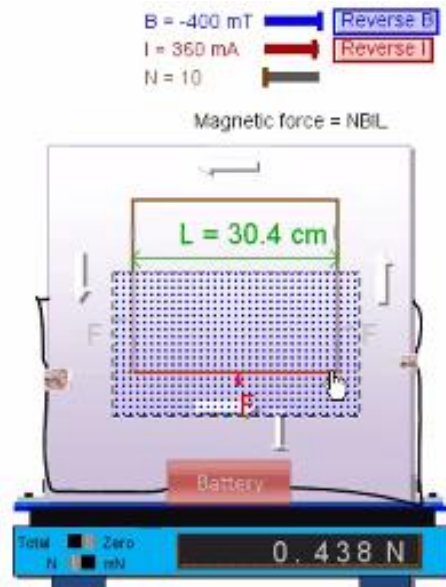



Figura 10.2. Pantalla del simulador.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	100/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3


Varíe la intensidad de corriente eléctrica, I y mida la magnitud de la fuerza de origen magnético, F_m . Realice 8 lecturas y llene la tabla 10.2.

Tabla 10.2

Lectura	I [mA]	F_m [N]
1	30	
2	60	
3	90	
4	120	
5	180	
6	240	
7	300	
8	360	

Actividad 4

Ubique en una gráfica los puntos experimentales obtenidos de la magnitud de la fuerza magnética en función de la corriente eléctrica.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	101/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5

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

Actividad 6

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

Actividad 7

Con el modelo matemático anterior, obtenga la magnitud del campo magnético de la bobina.


Recuerde que la pendiente es, $m = B L N$.

N: número de vueltas de la bobina.

B: campo magnético.

L: longitud del conductor.


El campo magnético y el conductor con corriente son perpendiculares entre sí. Es decir, $\alpha = 90 [^\circ]$ y $\sin \alpha = 1$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	102/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 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 de la bobina empleada? 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	103/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

NGSIR-NETFIRMS (26 junio 2020). *BForce*. Obtenido de NGSIR-NETFIRMS:
<http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/BForce.htm>

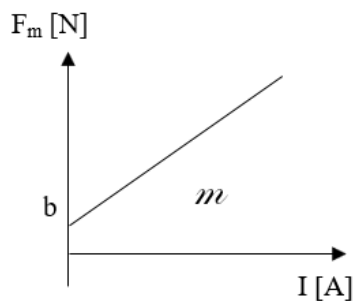
7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B};$$


$$|\vec{F}| = I|\vec{\ell}||\vec{B}|\sin\alpha; \quad \text{donde } \alpha \text{ es el ángulo entre los vectores } \vec{\ell} \text{ y } \vec{B}.$$

Modelo gráfico




Modelo matemático

$$F_m [N] = m \left[\frac{N}{A} \right] I [A] + b [N]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	104/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 11. Movimiento ondulatorio

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	105/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	106/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 instrumento de medición y llene la tabla 11.1.



Figura 11.1 Regla graduada.

Tabla 11.1

Marca	Rango	Resolución	Legibilidad

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	107/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

Empleando el simulador 1 presione el botón “START” y observe el modo de vibración que se muestra (Figura 11.2). Después busque otros modos de vibración, variando la frecuencia con el selector deslizable de color rojo.

A continuación:

- Observe que la longitud entre los apoyos de la cuerda es de 18.0 [cm].
- Para medir la distancia entre nodos, seleccione la opción de la regla “Ruler” y se mostrará un cursor de color verde.

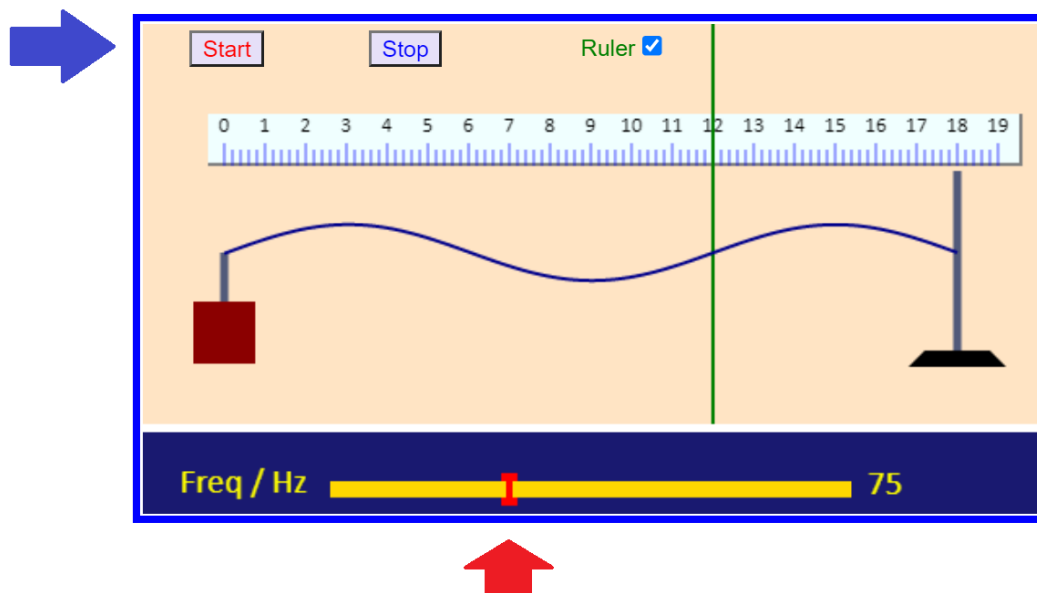



Figura 11.2. Pantalla del simulador de movimiento ondulatorio.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	108/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Actividad 3

Represente con un esquema los primeros cinco modos de vibración variando la frecuencia en el simulador 1.

Después cuente el número de nodos respectivamente y con la regla mida la distancia entre dos nodos consecutivos. Complete la tabla 11.2.

Tabla 11.2

Frecuencia [Hz]	Esquema	Modo de vibración, n	Número de nodos	Distancia entre nodos [m]
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	109/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 11.3).

- 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

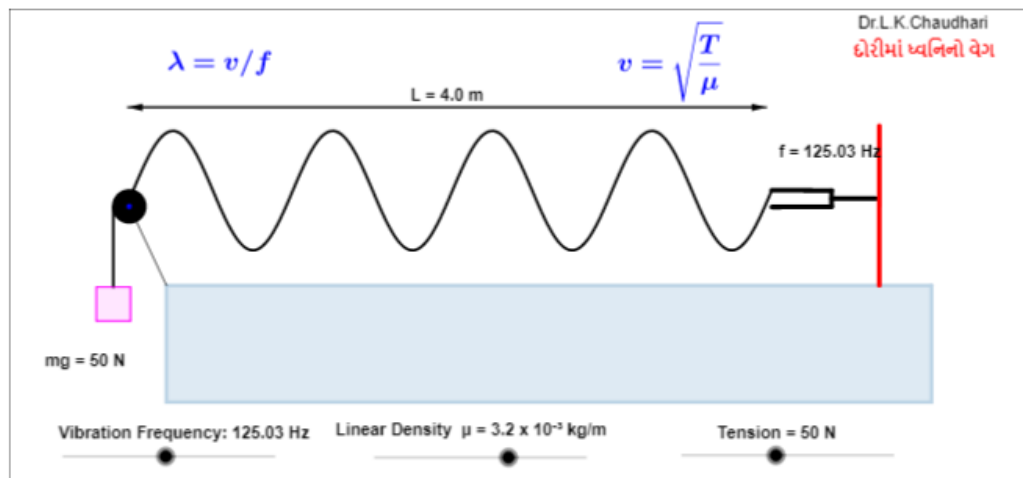



Figura 11.3. Pantalla del simulador 2 de movimiento ondulatorio.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	110/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 este procedimiento hasta el modo de vibración 8.


Determine el valor de la longitud de onda, 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 tabla 11.3.

Tabla 11.3

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].
- μ densidad lineal de la cuerda [kg/m].

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	111/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 (λ) en función de la frecuencia (f).

Actividad 7

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

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	112/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 de longitud de onda en función de la frecuencia?
2. ¿Cuál es el modelo matemático obtenido de la longitud de onda en función del período?
3. ¿Cuál es la rapidez de propagación de las ondas, 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	113/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 NGSIR-NETFIRMS
<http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/resonanceString/resonanceString.js.htm>

7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

$$f = \frac{1}{\tau} \text{ [Hz]}$$

$$\lambda = \frac{2\ell}{n} \text{ [m]}$$


$$|\vec{F}| = m_s |\vec{g}|; \text{ [N]}$$

$$\mu = \frac{m_{\text{cuerda}}}{\ell_{\text{cuerda}}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

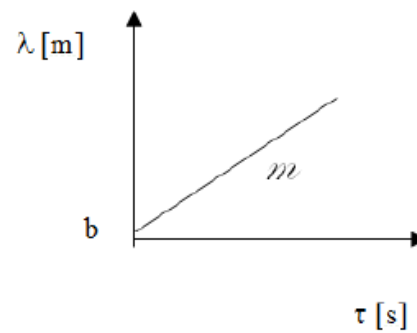
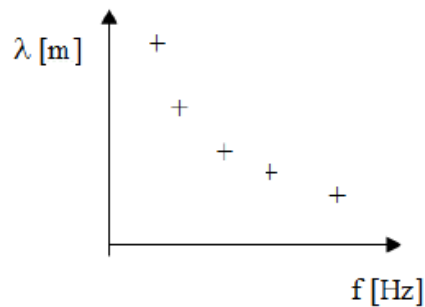
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v = \lambda f \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	114/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Modelos gráficos




Modelo matemático


$$\lambda [m] = m \left[\frac{m}{s} \right] \tau [s] + b [m]$$

para $\tau > 0$

$$m = \frac{d\lambda}{d\tau} \left[\frac{m}{s} \right]$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	115/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 12. Reflexión y refracción (transmisión) de la luz

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	116/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 del ángulo de reflexión θ_r en función del ángulo de incidencia θ_i de un rayo de luz.
- Determinar los valores de los ángulos de transmisión θ_t , a través de las mediciones de los ángulos de incidencia θ_i .
- 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.
- 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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	117/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 que se muestra y complete la tabla 12.1.

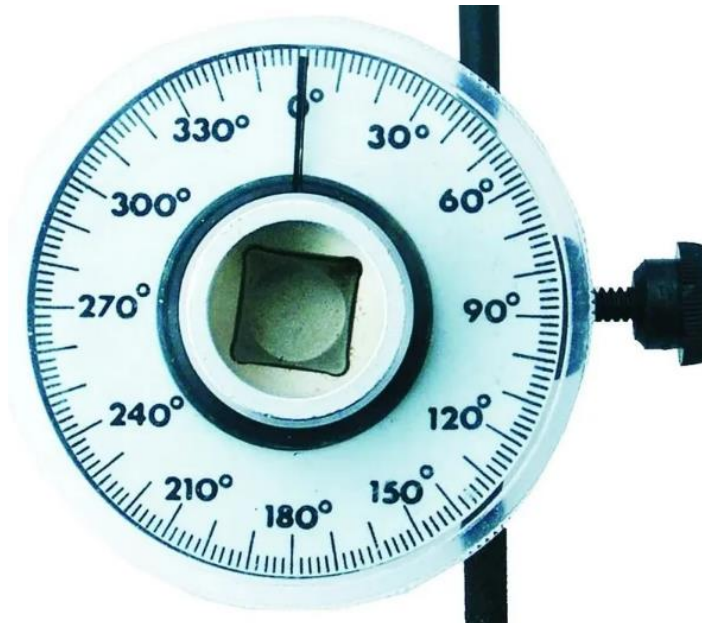



Figura 12.1 Goniómetro analógico.

Tabla 12.1

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 Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	118/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

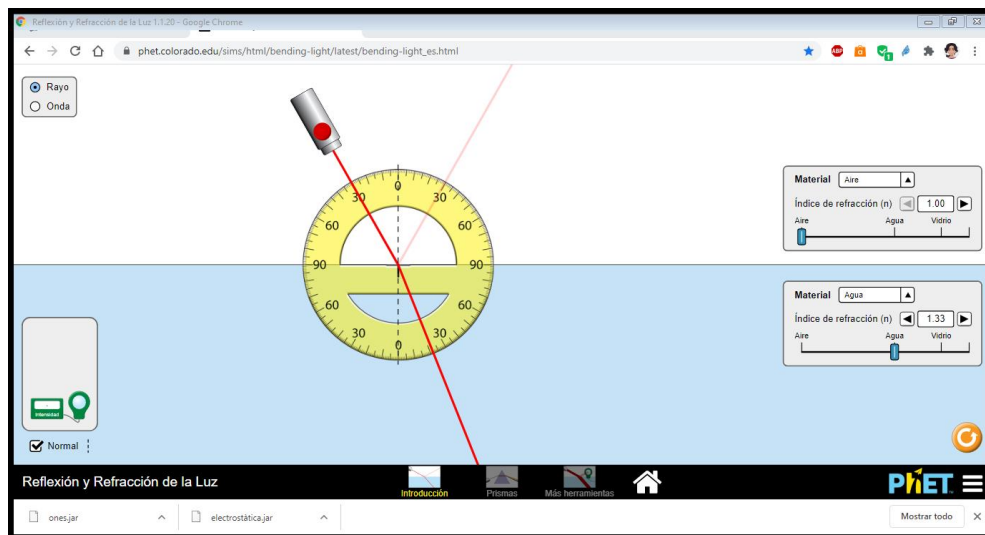



Figura 12.2. Pantalla del simulador de la incidencia de la luz, opción “introducción”.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	119/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 tabla 12.2.


Tabla 12.2

lectura	$\theta_i [^\circ]$	$\theta_r [^\circ]$
1	0	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	

Nomenclatura:

θ_i ángulo de incidencia $[^\circ]$

θ_r ángulo de reflexión $[^\circ]$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	120/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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, θ_r , en función del ángulo de incidencia, θ_i .

Actividad 5


Obtenga el modelo matemático del ángulo de reflexión, θ_r , en función del ángulo de incidencia θ_i .

Actividad 6

Realice el modelo gráfico del ángulo de reflexión, θ_r , en función del ángulo de incidencia θ_i .

Actividad 7

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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	121/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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.

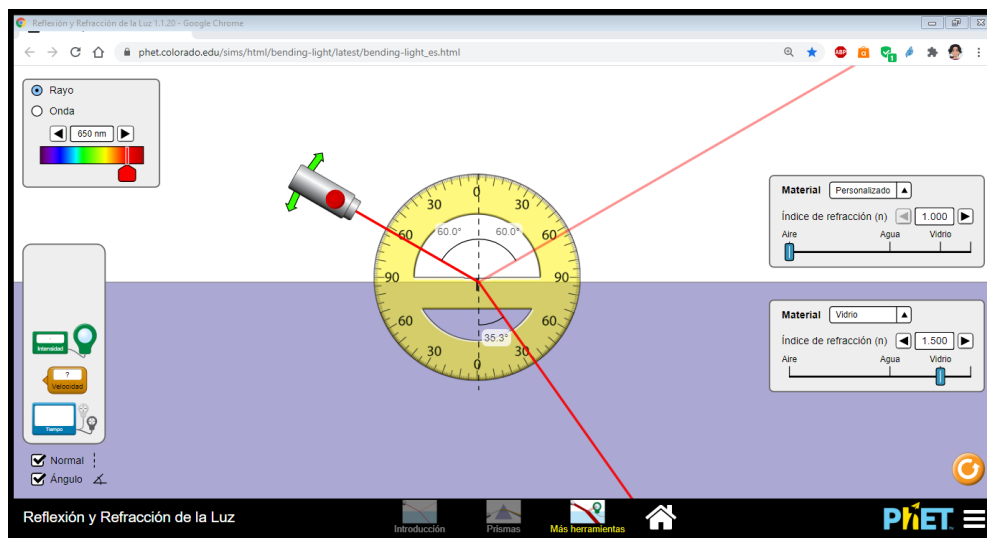



Figura 12.3. Pantalla del simulador de la incidencia de la luz, opción “más herramientas”.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	122/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 tabla 12.3.


Tabla 12.3

lectura	$\theta_i [^\circ]$	$\theta_t [^\circ]$
1	0	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	

Nomenclatura:

θ_i ángulo de incidencia $[^\circ]$.

θ_t ángulo de refracción y/o de transmisión $[^\circ]$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	123/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 12.4

$\theta_i [^\circ]$	$\text{sen } \theta_i$	$\theta_t [^\circ]$	$\text{sen } \theta_t$
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			

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.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	124/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área: Laboratorio de Física	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 12

Obtenga el modelo matemático del seno del ángulo de transmisión **sen θ_t** en función del seno del ángulo de incidencia **sen θ_i** , es decir: **sen θ_t = f(sen θ_i)**.

Actividad 13

Realice el modelo gráfico del seno del ángulo de transmisión **sen θ_t** en función del seno del ángulo de incidencia **sen θ_i** .


Actividad 14

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

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 **sen θ_t** en función del **sen θ_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

	Manual de prácticas del Laboratorio de Física Experimental (modalidad a distancia)	Código:	MADO-09
		Versión:	01
		Página	125/125
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de Septiembre de 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 (28 de julio 2020) *Bending light*. Obtenido de PHET Colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html

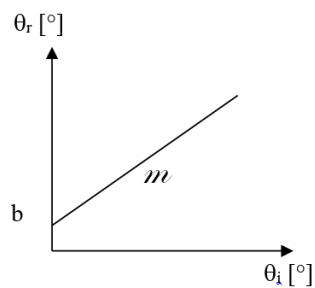
7. Anexo

Expresiones matemáticas necesarias

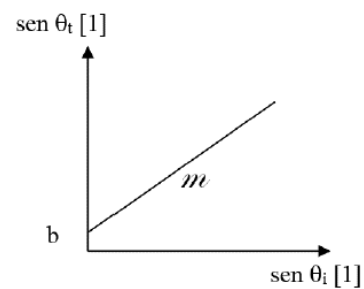
$$n_x = \frac{c}{v_x}; \quad n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t.$$

Modelos gráficos

Reflexión de la Luz



Transmisión de la Luz



Modelos matemáticos

$$\theta_r [^\circ] = m[1] \theta_i [^\circ] + b [^\circ]$$

$$\sin \theta_t [1] = m[1] \sin \theta_i [1] + b [1]$$