

## Práctica 2. Caracterización de un dinamómetro

### 1) INTRODUCCIÓN

Uno de los muchos equipos científicos de medición es el dinamómetro, el cual sirve para medir fuerzas o para pesar objetos, expresando las fuerzas medidas en newton. El dinamómetro inventado por Isaac Newton, basa su funcionamiento en el estiramiento de un resorte que sigue la ley de elasticidad de Hooke en el rango de medición.

En la presente práctica mediante el uso de un dinamómetro obtendremos de manera experimental los pesos de determinadas masas para así compararlas con los valores teóricos de los pesos de estas, además de que de esta forma obtendremos los errores de exactitud y precisión de los resultados obtenidos con el dinamómetro.

Por último, conoceremos las características estáticas (Rango, legibilidad y resolución) y dinámicas (Exactitud, precisión y sensibilidad) del dinamómetro.

### 2) OBJETIVOS

- Determinar las características estáticas del dinamómetro empleado
- Determinar el error de exactitud y la exactitud del dinamómetro para cada valor patrón
- Determinar el 'error de precisión' y la 'precisión' del 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 gráficos y matemáticos 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.

### 3) MATERIALES Y EQUIPOS

<i>Material y equipo</i>	<i>Características</i>
Dinamómetro	0 – 10 [N]
2 Masas	50 [g]
1 Masa	100 [g]
1 Masa	200 [g]
Varilla	70 [cm]
Varilla	20 [cm]
Base de soporte universal	
Tornillo de selección	

#### 4) DESARROLLO

1) Primero analizamos el dinamómetro para registrar su marca-modelo e identificar sus características estáticas: rango, resolución y legibilidad.

Marca	Modelo	Rango	Resolución	Legibilidad
PHY WE	03065-05	0 – 10 [N]	0.1 [N]	Buena

2) Verificamos que el ajuste estuviera en cero del dinamómetro, posteriormente colocamos el dinamómetro en el soporte universal para realizar las mediciones.

3) Colgamos en el dinamómetro las masas patrones de manera sucesiva y para así registrar el peso de cada una, efectuamos las mediciones en forma creciente y luego decreciente hasta completar las cinco columnas (W1, W2... W5).

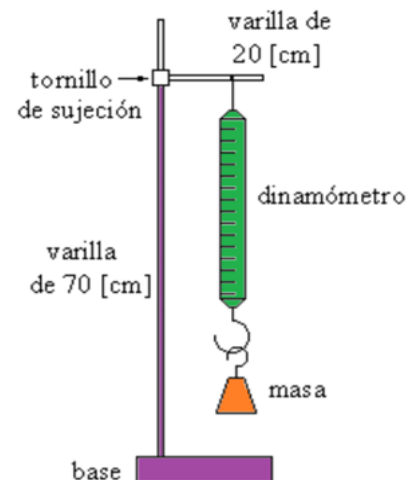


Figura 1: Dinamómetro una vez montado

4) En la tabla 1 se muestran las lecturas que tomamos de forma creciente y luego decreciente (zig-zag).

$m_P$ [g]	$m_P$ [kg]	$W_P$ [N]	$W_{L1}$ [N]	$W_{L2}$ [N]	$W_{L3}$ [N]	$W_{L4}$ [N]	$W_{L5}$ [N]	$W_L$ [N]
50	.05	.489	.5	.5	.5	.5	.5	.5
100	.1	.978	1	1	1	1	1	1
150	.15	1.467	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.54
200	.2	1.956	2	2	2	2.1	2.1	2.04
250	.25	2.445	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.58
300	.3	2.934	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
350	.35	3.423	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
400	.4	3.912	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

Tabla1: Tabla de valores patrón y lecturas tomadas

5) En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para el porcentaje de exactitud, de precisión, también las incertidumbres para las mediciones de cada valor patrón.

$W_P$ [N]	$W_L$ [N]	%EE	%E	%EP	%P	$\Delta W$ [N]	$W_L \pm \Delta W$ [N]
.489	.5	2.2	97.8	0	100	0	.5 $\pm$ 0
.978	1	2.2	97.8	0	100	0	1 $\pm$ 0
1.467	1.54	4.74	95.26	3.89	96.11	$\pm$ .024	1.54 $\pm$ .024
1.976	2.04	4.29	95.71	2.94	97.06	$\pm$ .024	2.04 $\pm$ .024
2.445	2.58	5.52	94.48	.77	99.23	$\pm$ .019	2.58 $\pm$ .019
2.934	3.1	5.65	94.35	0	100	0	3.1 $\pm$ 0
3.423	3.6	5.27	94.83	0	100	0	3.6 $\pm$ 0
3.912	4.1	4.8	95.2	0	100	0	4.1 $\pm$ 0

Tabla2: Tabla con porcentajes de errores e incertidumbre

#### Nomenclatura:

$V_P$  - valor patrón

$V_L$  - valor leído promedio

% EE - porcentaje de error de exactitud

% E - porcentaje de exactitud

% EP - porcentaje de error de precisión

% P - porcentaje de precisión

$\Delta V$  - incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón utilizado

$V_L \pm \Delta V$  - valor más representativo con su incertidumbre

**OPERACIONES**, los siguientes ejemplos-operaciones corresponden al valor patrón 1.467:

### I) Precisión:

1.- Obtuvimos el porcentaje de error de precisión.

$$\%EP = \frac{|\bar{V}_L - V_{+a}|}{\bar{V}_L} \times 100 = \frac{|1.54 - 1.6|}{1.54} \times 100 = 3.89\%$$

\* $V_{+a}$  es el valor más errático

2.- Restamos el valor obtenido a 100 para así obtener el porcentaje de precisión.

$$\%P = 100\% - 3.89\% = 96.11\%$$

### II) Exactitud:

1.- Obtuvimos el porcentaje de error de exactitud.

$$\%EE = \frac{|V_p - \bar{V}_L|}{V_p} \times 100 = \frac{|1.467 - 1.54|}{1.467} \times 100 = 4.74\%$$

2.- Restamos el valor obtenido a 100 para así obtener el porcentaje de exactitud.

$$100\% - 4.74\% = 95.26\%$$

### III) Incertidumbre:

1.- Utilizamos la ecuación de la desviación estándar

$$Ds = \left[ \frac{\sum^n (\bar{v}_L - v_0)^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

2.- Sustituimos valores en la ecuación

$$Ds = \left[ \frac{(1.54 - 1.5)^2 + (1.54 - 1.5)^2 + (1.54 - 1.5)^2 + (1.54 - 1.6)^2 + (1.54 - 1.6)^2}{4} \right]^{1/2} = \pm 0.054$$

3.- El resultado obtenido lo sustituimos en la ecuación de la incertidumbre para así obtener finalmente la incertidumbre.

$$\Delta W = \frac{Ds}{\sqrt{n}} = \frac{\pm 0.054}{\sqrt{5}} = \pm 0.024$$

## CUESTIONARIO

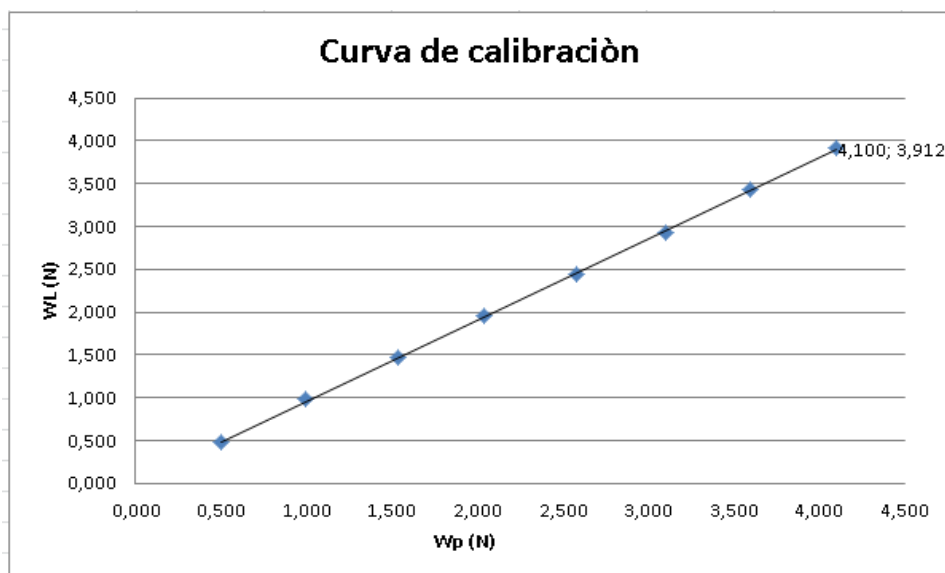
1. Indique para qué valor patrón se tuvo el mayor error de exactitud.

*El valor patrón que tuvo mayor error de exactitud fue 2.934 con un error de 5.65%*

2. Indique para qué valor patrón se presentó el mayor error de precisión.

*El valor patrón que tuvo mayor error de exactitud fue 1.467 con un error de 3.89%*

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.

$$W_L = 0.9459 W_p + 0.0178$$

$Y = W_L \rightarrow$  Unidad Newton

$X = W_p \rightarrow$  Unidad Newton

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.

$W_L \rightarrow$  Variable dependiente    expresión dimensional:  $[M L T^{-2}]$

$W_p \rightarrow$  Variable independiente    expresión dimensional:  $[M L T^{-2}]$

**0.9459**  $\rightarrow$  constante

**0.0178**  $\rightarrow$  (Error de calibración) Ordena al origen

## 5) CONCLUSIONES

En la presente práctica se conocieron las características estáticas como el rango, la resolución y la legibilidad, además de las características dinámicas como la exactitud y la precisión de nuestro dinamómetro.

También aplicamos y obtuvimos de manera matemática la exactitud y precisión a través de la toma de varias lecturas de los pesos de nuestras masas. Por otro lado, mediante el uso de “la suma de mínimos cuadrados” obtuvimos la ecuación o modelo matemático de la curva de calibración de nuestro dinamómetro.

De esta forma encontramos que nuestro dinamómetro es de manera general muy exacto y preciso puesto que en la mayoría de los casos obtuvo más de 94% de exactitud y más de 96% de precisión. También cabe destacar que mediante esta práctica aprendimos a obtener el error de calibración de nuestro equipo y la incertidumbre para las mediciones de cada valor patrón.

Por último, con esta práctica reafirmamos los conocimientos previamente aprendidos como fue la obtención de un modelo matemático mediante la suma de mínimos cuadrados, además de la obtención de los porcentajes de error y precisión.

## 6) BIBLIOGRAFÍA

- Young H.D. y Freedman R. R.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13° edición; México, 2014.
- Paul E. Thippens. Física conceptos y aplicaciones, 7° edición. México, McGrawHill 2010.
- Gutierrez Aranzeta, Carlos; Introducción a la metodología experimental, 2da. Edición, México, Limusa Noriega, 2006.
- Frederick J. Bueche. Fundamentos de Física 1. México. McGraw Hill