

# **Manual de Instrucciones y Guía de Experimentos**

---

## **CONJUNTO DE MECÁNICA ESTÁTICA**

### **OBSERVACIÓN SOBRE LOS DERECHOS AUTORALES**

Este manual está protegido por las leyes de derechos autorales y todos los derechos están reservados. Está permitida y garantizada para instituciones de enseñanza, no obstante, la reproducción de cualquier parte de este manual para que se la suministre y utilice en los laboratorios pero no para su venta. Su reproducción bajo cualquier otra circunstancia, sin la debida autorización de la AZEHEB está terminantemente prohibida.

### **GARANTÍA**

La AZEHEB garantiza este producto contra defectos de fabricación por un periodo de 3 años a partir de la fecha de envío al cliente. La AZEHEB reparará o cambiará el producto defectuoso si se constata que el defecto fue ocasionado por problemas en los materiales que lo componen o por fallas en su fabricación.

Esta garantía no cubre problemas ocasionados por abuso o debidos al uso incorrecto del producto.

La determinación de si el defecto del producto es resultado de una falla de fabricación o si fue ocasionado por uso indebido será llevada a cabo únicamente por la AZEHEB.

#### **Dirección:**

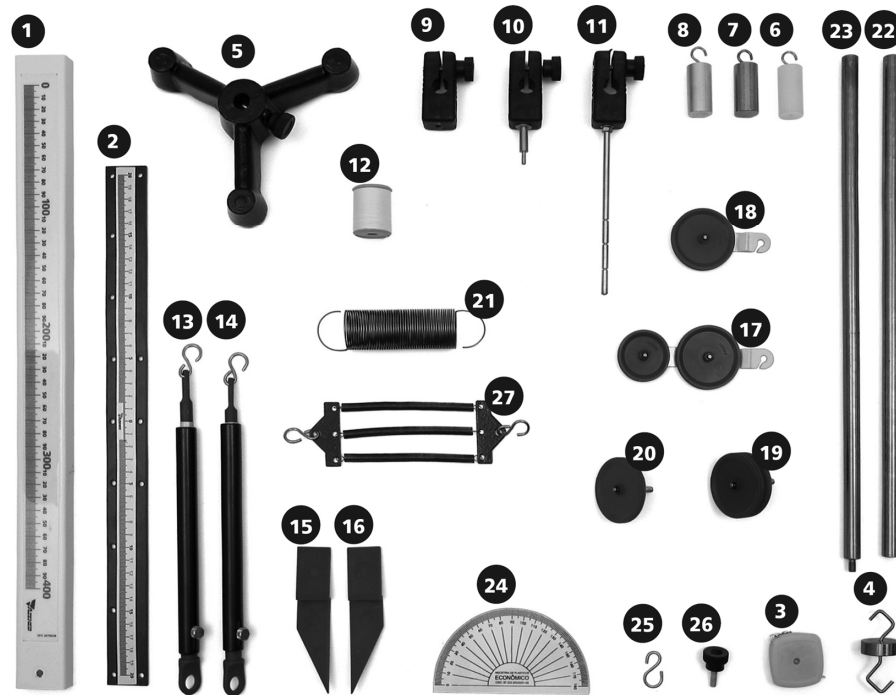
AZEHEB | Laboratórios de Física  
R Arthur Bernardes, 137 - 2º andar  
CEP 36300-076  
São João Del Rey - MG - Brasil

Teléfono: +55 32 3371-3191  
E-mail: [exportacion@azeheb.com](mailto:exportacion@azeheb.com)





# COMPONENTES



|           |                                                            |       |
|-----------|------------------------------------------------------------|-------|
| <b>1</b>  | Regla graduada en milímetros de 400mm para la Ley de Hooke | 01 un |
| <b>2</b>  | Travesaño de metal para momento estático                   | 01 un |
| <b>3</b>  | Cinta métrica de 2m                                        | 01 un |
| <b>4</b>  | Masa aferida de 50g con gancho                             | 09 un |
| <b>5</b>  | Base de trípode con manípulo                               | 02 un |
| <b>6</b>  | Cilindro de nylon con gancho                               | 01 un |
| <b>7</b>  | Cilindro de latón con gancho                               | 01 un |
| <b>8</b>  | Cilindro de aluminio con gancho                            | 01 un |
| <b>9</b>  | Fijador metálico                                           | 02 un |
| <b>10</b> | Fijador metálico con varilla para colgar travesaño         | 01 un |
| <b>11</b> | Fijador metálico con varilla colgar resorte                | 01 un |
| <b>12</b> | Carrete de hilo                                            | 01 un |
| <b>13</b> | Dinamómetro de 2N                                          | 02 un |
| <b>14</b> | Dinamómetro de 5N                                          | 02 un |
| <b>15</b> | Indicador de plástico izquierdo con fijación magnética     | 01 un |
| <b>16</b> | Indicador de plástico derecho con fijación magnética       | 01 un |
| <b>17</b> | Roldana doble móvil                                        | 01 un |
| <b>18</b> | Roldana simple móvil                                       | 01 un |
| <b>19</b> | Roldana doble fija                                         | 01 un |
| <b>20</b> | Roldana simple fija                                        | 01 un |
| <b>21</b> | Resorte para la Ley de Hooke                               | 01 un |
| <b>22</b> | Varilla hembra de 405mm                                    | 02 un |
| <b>23</b> | Varilla macho de 405mm                                     | 02 un |
| <b>24</b> | Transportador de plástico de 180°                          | 01 un |
| <b>25</b> | Gancho de hierro en "S"                                    | 05 un |
| <b>26</b> | Tornillo de ajuste con cabeza de plástico                  | 02 un |
| <b>27</b> | Accesorio para asociar resortes                            | 01 un |

# INSTRUCCIONES BÁSICAS

## DINAMOMETRO TUBULAR

El dinamómetro es un instrumento de medición y sirve para medir la intensidad de una fuerza, teniendo como principio de funcionamiento la Ley de Hooke. La deformación  $\Delta X$  del resorte es directamente proporcional a la acción de la fuerza  $F$  que la produjo.

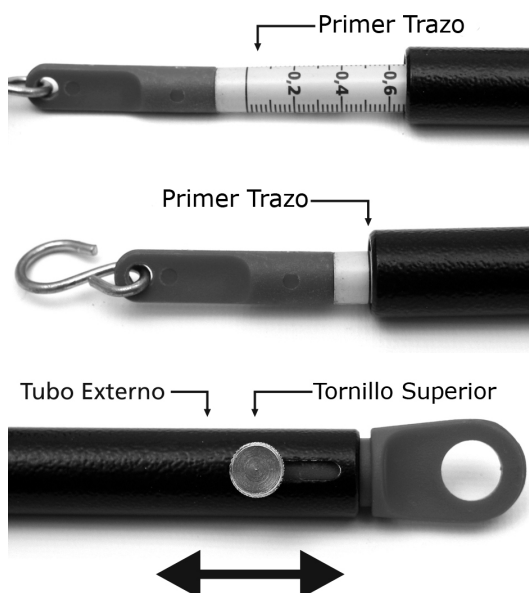


El dinamómetro tubular está constituido por un tubo exterior que sirve para ajustar el cero, una parte superior de donde se cuelga el dinamómetro y un émbolo interno donde tenemos un resorte con una escala, como se muestra en la imagen que está a continuación.

### Ajustes

Para utilizar el dinamómetro tubular debemos ajustarlo en posición de trabajo (vertical, horizontal o inclinado).

- Para ajustar el dinamómetro debemos soltar el tornillo superior y mover el tubo externo hacia arriba o hacia abajo hasta que el primer trazo de la escala coincida con la extremidad inferior del tubo externo.



- El dinamómetro de **1N** de capacidad máxima posee una escala con 100 divisiones para 1N, luego, cada división corresponde a **0,01N**.
- El dinamómetro de **2N** de capacidad máxima posee una escala con 100 divisiones para 2N, luego, cada división corresponde a **0,02N**.
- El dinamómetro de **5N** de capacidad máxima posee una escala con 100 divisiones para 5N, luego, cada división corresponde a **0,05N**.
- El dinamómetro de **10N** de capacidad máxima posee una escala con 100 divisiones para 10N, luego, cada división corresponde a **0,1N**.

# CONSTRUCCIÓN DE GRÁFICOS

La representación gráfica en papel milimetrado debe tomar en cuenta el tamaño del papel. Aquí vamos a representar los gráficos en un espacio útil de 8cm para la vertical (**y**) y 8cm para la horizontal (**x**). Para distribuir los valores en los ejes, debemos calcular las escalas.

## Cálculo de la Escala

Para calcular la escala debemos utilizar la siguiente expresión:

$$E = T / G$$

**E:** Escala.

**T:** Tamaño del papel disponible.

**G:** Mayor valor de la grandeza.

## Determinación de la Posición en el Papel

La posición de un valor de la tabla en el papel puede determinarse por la expresión:

$$P = E \cdot V$$

**P:** Posición del punto en cm, contando a partir del origen del eje.

**E:** Escala.

**V:** Valor de la grandeza encontrado en la tabla.

## Representación Gráfica

El gráfico debe hacerse con lápiz de punta blanda y afilado. La tabla debe representarse en la propia hoja del gráfico que también debe contener las escalas, el coeficiente angular, el coeficiente lineal y la ecuación que representa la relación entre las grandezas. Ejemplo:

| <b>x(m)</b> | <b>t(s)</b> |
|-------------|-------------|
| 0,00        | 0,00        |
| 0,20        | 0,50        |
| 0,40        | 1,02        |
| 0,60        | 1,49        |
| 0,80        | 1,98        |
| 0,90        | 2,25        |

## Construir el gráfico del desplazamiento en función del intervalo de tiempo $x = f(t)$

1. Calcule las escalas.  
Escala Horizontal:  $E(t) = 8\text{cm} / 2,25\text{s} = 3,56\text{cm/s}$   
Escala Vertical:  $E(x) = 6\text{cm} / 0,90\text{m} = 6,67\text{cm/m}$
2. Trace el par cartesiano, eje vertical 6cm y eje horizontal 8cm.
3. Determine la posición en el papel para cada coordenada.

### Horizontal

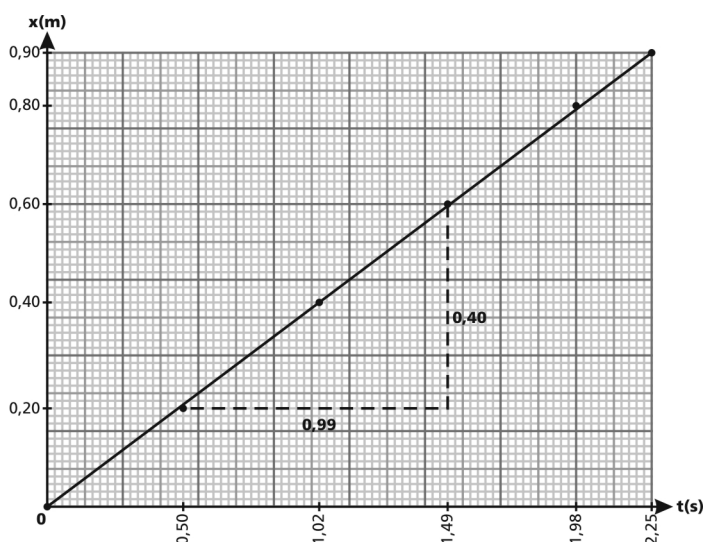
$3,56 \cdot 0,00 = 0,0\text{cm}$   
 $3,56 \cdot 0,50 = 1,8\text{cm}$   
 $3,56 \cdot 1,02 = 3,6\text{cm}$   
 $3,56 \cdot 1,49 = 5,3\text{cm}$   
 $3,56 \cdot 1,98 = 7,0\text{cm}$   
 $3,56 \cdot 2,25 = 8,0\text{cm}$

### Vertical

$6,67 \cdot 0,00 = 0,0\text{cm}$   
 $6,67 \cdot 0,20 = 1,3\text{cm}$   
 $6,67 \cdot 0,40 = 2,7\text{cm}$   
 $6,67 \cdot 0,60 = 4,0\text{cm}$   
 $6,67 \cdot 0,80 = 5,3\text{cm}$   
 $6,67 \cdot 0,90 = 6,0\text{cm}$

4. Calcule el coeficiente angular.  
 $A = \tan \alpha$   
 $= \Delta x / \Delta t$   
 $= (0,60 - 0,20) / (1,49 - 0,5)$   
 $= 0,40 / 0,99 = 0,40\text{m/s}$
5. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente angular del gráfico? (Distancia / Tiempo / Velocidad / Aceleración)  
**R: Velocidad**
6. Calcule el coeficiente lineal.  
**B = 0**

## Gráfico



$$E(t) = 3,55\text{cm/s}$$

$$E(x) = 8,88\text{cm/m}$$

$$A = 0,40\text{m/s}$$

$$B = 0$$

### Ecuación

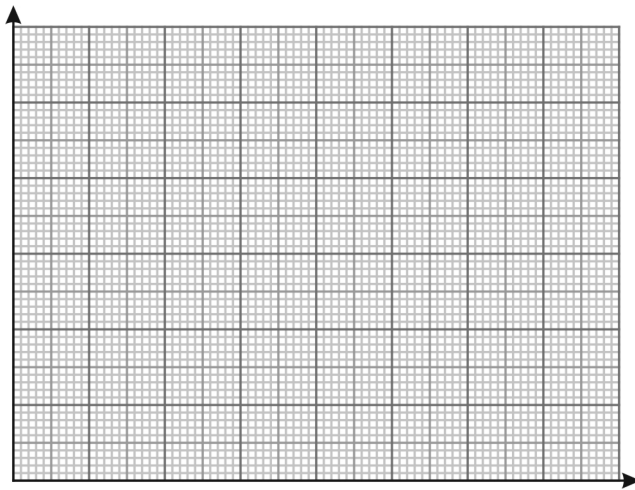
$$Y = \Delta X + B$$

$$X = 0,4.t$$

## Actividades

**Obs.:** Será necesario trazar los gráficos que siguen.

1. Construya el gráfico  $x = f(t)$  de la siguiente tabla:

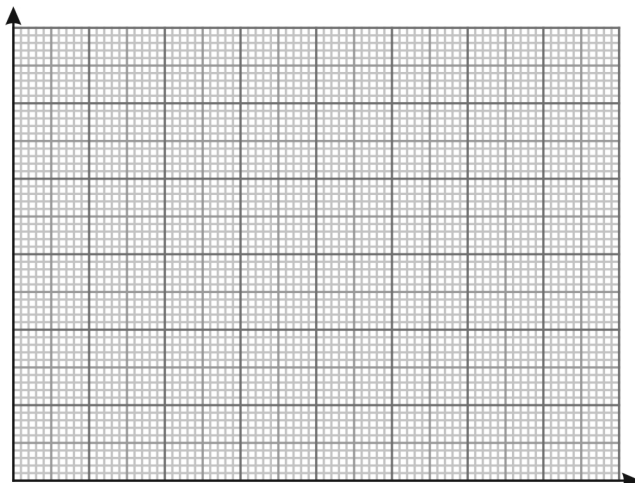


| $x(m)$ | $t(s)$ |
|--------|--------|
| 3,0    | 1,0    |
| 12,0   | 2,0    |
| 27,0   | 3,0    |
| 48,0   | 4,0    |
| 75,0   | 5,0    |

$$E(x) =$$

$$E(t) =$$

2. Trace el gráfico anterior.



|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

$$E(x) =$$

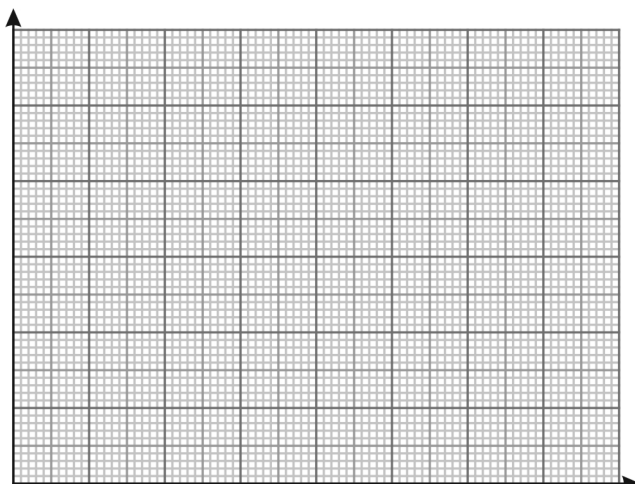
$$E(t^2) =$$

$$A =$$

$$B =$$

Ecuación:

3. Construya el gráfico  $P = f(V)$  de la siguiente tabla.

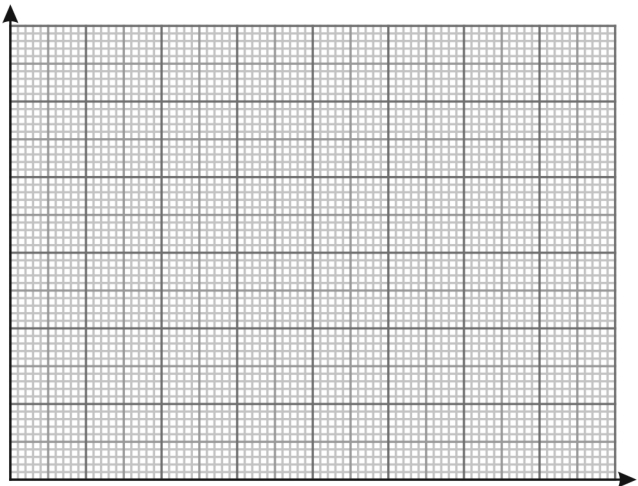


| $P(atm)$ | $V(m^3)$ |
|----------|----------|
| 20,00    | 1,00     |
| 10,00    | 2,00     |
| 5,00     | 4,00     |
| 2,50     | 8,00     |
| 1,25     | 16,00    |

$$E(P) =$$

$$E(V) =$$

4. Trace el gráfico anterior.



|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

$E(P) =$   
 $E(1/V) =$

$A =$   
 $B =$

Ecuación:

# LEY DE HOOKE

## Material Necesario

- **01** fijador metálico con varilla para colgar resortes
- **01** trípode
- **01** regla graduada en milímetros de 400mm
- **01** fijador metálico
- **01** tornillo de ajuste con cabeza de plástico
- **01** indicador de plástico izquierdo con fijación magnética
- **01** indicador de plástico derecho con fijación magnética
- **01** resorte para la Ley de Hooke
- **04** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

## Procedimientos

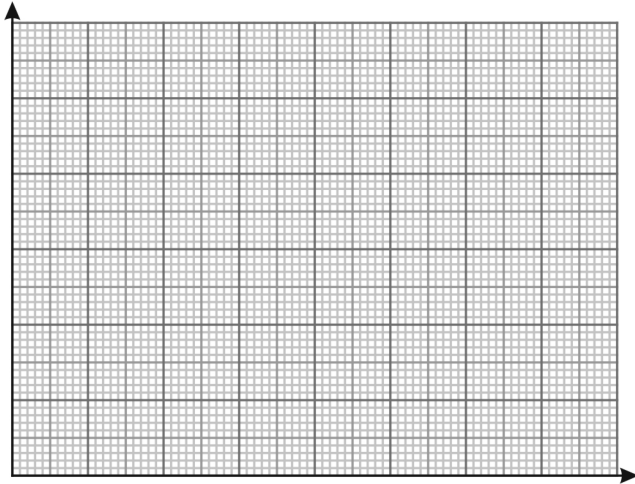
1. Monte el equipo como se muestra en la figura.
2. Mida la longitud inicial del resorte  $L_0$ . Anote el valor obtenido en la tabla.
3. Ponga una pesa de **0,50N** en la extremidad del resorte. Mida la longitud final del resorte. Anote el valor obtenido en la tabla.
4. Calcule la deformación sufrida por el resorte.  
( $\Delta L = L_f - L_0$ ).
5. Retire la pesa de **0,50N** y verifique si el resorte vuelve a la posición inicial.
6. Añada nuevas pesas y repita los pasos completando la tabla.

|   | F(N) | $L_0(m)$ | $L_f(m)$ | $\Delta L(M)$ | F/ $\Delta L$ | Media |
|---|------|----------|----------|---------------|---------------|-------|
| 1 | 0,50 |          |          |               |               |       |
| 2 | 1,00 |          |          |               |               |       |
| 3 | 1,50 |          |          |               |               |       |
| 4 | 2,00 |          |          |               |               |       |

7. Calcule el valor de **F/ $\Delta L$**  para cada situación.
8. Calcule el valor medio de **F/ $\Delta L$** .



9. Construya el gráfico de **F** en función de  **$\Delta L$** .



10. Determine el coeficiente angular de la recta.

**a** = \_\_\_\_\_

11. Determine el coeficiente lineal de la recta.

**b** = \_\_\_\_\_

12. ¿Cuál es el significado físico del coeficiente angular de la recta?

---

---

---

13. ¿Qué sucedió con los valores de  **$\Delta L$** ? ¿La medida de **F** aumentó?

---

14. ¿Cuál es la relación que existe entre **F** y  **$\Delta L$** ?

---

15. ¿El resorte sobrepasó el límite de elasticidad?

---

16. ¿Qué es límite de elasticidad?

---

---

17. Enuncie la Ley de Hooke.

---

---

---

19. ¿Los resultados obtenidos comprueban la ley?

---

---

# ASOCIACIÓN DE RESORTES

## Material Necesario

- **01** fijador metálico para colgar resortes
- **01** trípode
- **01** regla graduada en milímetros de 400mm
- **01** fijador metálico
- **01** tornillo de ajuste con cabeza de plástico
- **01** indicador de plástico izquierdo con fijación magnética
- **01** indicador de plástico derecho con fijación magnética
- **03** resortes pequeños;
- **04** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

## ASOCIACIÓN EN SÉRIE

### Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.
2. Mida la longitud inicial de los resortes  $L_0$ . Anote el valor obtenido en la tabla.
3. Cuelgue una pesa de **0,50N** en la extremidad de los resortes.
4. Mida la longitud final de los resortes. Anote el valor obtenido en la tabla.
5. Calcule la deformación sufrida por los resortes.  
( $\Delta L = L_f - L_0$ ).
6. Retire la pesa de **0,5N** y verifique si los resortes vuelven a la posición inicial.
7. Añada nuevas pesas y repita los pasos completando la tabla.



|   | <b>F(N)</b> | <b>L<sub>0</sub>(m)</b> | <b>L<sub>f</sub>(m)</b> | <b>ΔL(M)</b> | <b>F/ΔL</b> | <b>Media</b> |
|---|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------|--------------|
| 1 | 0,50        |                         |                         |              |             |              |
| 2 | 1,00        |                         |                         |              |             |              |

8. Calcule el valor de **F/ΔL** para cada situación.
9. Calcule el valor medio de **F/ΔL** (Constante elástica del resorte).
10. Compare el valor de la constante elástica obtenida en este experimento con el valor obtenido en el primer experimento.
11. Repita el experimento utilizando 3 resortes.

# ASOCIACIÓN EN PARALELO

## Material Necesario

- **01** fijador metálico con varilla para colgar resortes
- **01** trípode
- **01** regla graduada en milímetros de 400mm
- **01** fijador metálico
- **01** tornillo de ajuste con cabeza de plástico
- **01** indicador de plástico izquierdo con fijación magnética
- **01** indicador de plástico derecho con fijación magnética
- **01** accesorio para asociación de resortes;
- **04** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.
2. Mida la longitud inicial de los resortes  $L_0$ . Anote el valor obtenido en la tabla.
3. Cuelgue una pesa de **0,50N** en la extremidad de los resortes.
4. Mida la longitud final de los resortes. Anote el valor obtenido en la tabla.
5. Calcule la deformación sufrida por los resortes.  
( $\Delta L = L_f - L_0$ ).
6. Retire la pesa de **0,5N** y verifique si los resortes vuelven a la posición inicial.
7. Añada nuevas pesas y repita los pasos completando la tabla.

|          | <b>F(N)</b> | <b>L0(m)</b> | <b>Lf(m)</b> | <b><math>\Delta L(M)</math></b> | <b>F/<math>\Delta L</math></b> | <b>Media</b> |
|----------|-------------|--------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>1</b> | 1,00        |              |              |                                 |                                |              |
| <b>2</b> | 2,00        |              |              |                                 |                                |              |

8. Calcule el valor de **F/ $\Delta L$**  para cada situación.
9. Calcule el valor medio de **F/ $\Delta L$**  (Constante elástica del resorte).
10. Compare el valor de la constante elástica obtenida en este experimento con el valor obtenido en el primer experimento.
11. Repita el experimento utilizando 3 resortes.



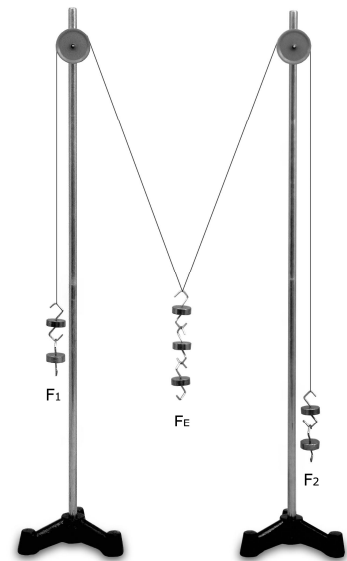
# RELACIÓN ENTRE *RESULTANTE* Y *COS* DEL ÁNGULO

## Material Necesario

- **07** masas aferidas de 50g con gancho
- **02** bases de trípode con tornillo de ajuste
- **02** fijador metálico
- **01** carrete de hilo
- **01** roldana doble fija
- **01** roldana simple fija
- **02** varillas hembra de 405mm
- **02** varillas macho de 405mm
- **01** transportador de plástico de 180°

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.
2. Denomine cada conjunto de pesas, como  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_E$  (Equilibrante).
3. Mantenga constantes los valores de  $F_1$  y  $F_2$ .
4. Aumente la fuerza  $F_E$  y mida el ángulo formado entre  $F_1$  y  $F_2$ .
5. Transcriba los datos a la tabla y complétela.



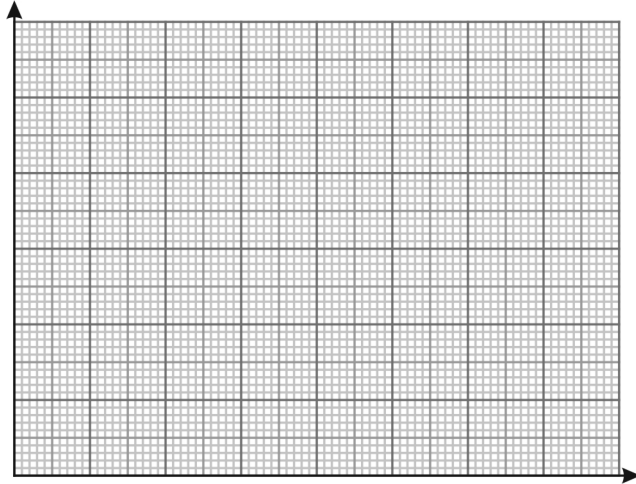
|          | $F_E(N)$ | $F_1(N)$ | $F_2(N)$ | $\alpha$ | $F_R$ (calculado) |
|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| <b>1</b> | 0,0      | 1,0      | 1,0      |          |                   |
| <b>2</b> | 0,5      | 1,0      | 1,0      |          |                   |
| <b>3</b> | 1,0      | 1,0      | 1,0      |          |                   |
| <b>4</b> | 1,5      | 1,0      | 1,0      |          |                   |

6. ¿Los valores de  $F_E$  medidos directamente se acercaron a los valores de  $F_R$  calculados mediante la fórmula?

---

$$(F_R)^2 = (F_1)^2 + (F_2)^2 + 2.F_1.F_2.\cos \alpha$$

7. Construya el gráfico de  $F_E^2$  en función del  $\cos \alpha$ :



| $F_E^2(N)$ | $\cos \alpha$ |
|------------|---------------|
| 0,00       |               |
| 0,25       |               |
| 1,00       |               |
| 2,25       |               |
| 12         |               |

$E(F_E^2) =$

$E(\cos \alpha) =$

$a =$

$b =$

Ecuación:

8. ¿Qué representa la fuerza central?

---

9. ¿Qué representa el coeficiente angular?

---

10. ¿Qué representa el coeficiente lineal?

---

# TRACCIÓN EN CUERDAS

## EXPERIMENTO 01

### Material Necesario

- **03** masas aferidas de 50g con gancho
- **02** bases de trípode con tornillo de ajuste
- **02** fijador metálico
- **01** carrete de hilo
- **02** dinamómetros de 2N
- **02** varillas hembra de 405mm
- **02** varillas macho de 405mm
- **01** transportador de plástico de 180°
- **02** tornillos de ajuste con cabeza de plástico

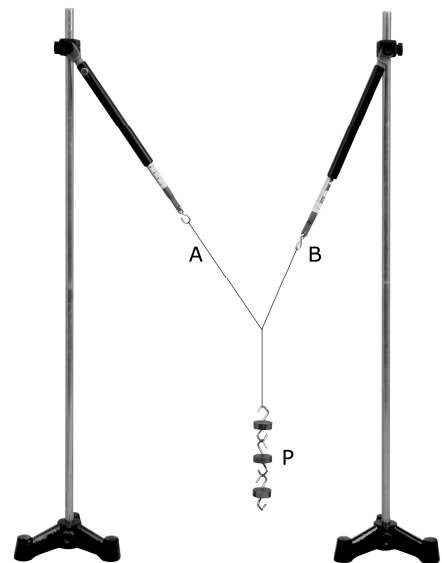
### Procedimientos

1. Ajuste los dinamómetros de modo que marquen cero cuando se los coloque en la posición del experimento (inclinados).
2. Monte el equipo como se muestra en la figura.
3. Indique los dinamómetros de **A** y **B** y el peso de las masas **P**.
4. Observe las lecturas indicadas en los dinamómetros y anótelas en los siguientes espacios.  
 $T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
5. Mida los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ .  
 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$
6. Escriba aquí la condición de equilibrio de un punto.  

---

---

---



7. Aplicando la condición de equilibrio de un punto, calcule los valores de  $T_A$  y  $T_B$  y compárelos con los valores medidos en el punto 4.  
 $T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
8. ¿Cuál es el valor del peso que se utilizó?  
 $P = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
9. ¿Los valores calculados fueron iguales a los que se midió?  

---

## Esquema Vectorial / Cálculos

1. Descomposición:

$$\mathbf{T_A X} =$$

$$\mathbf{T_B X} =$$

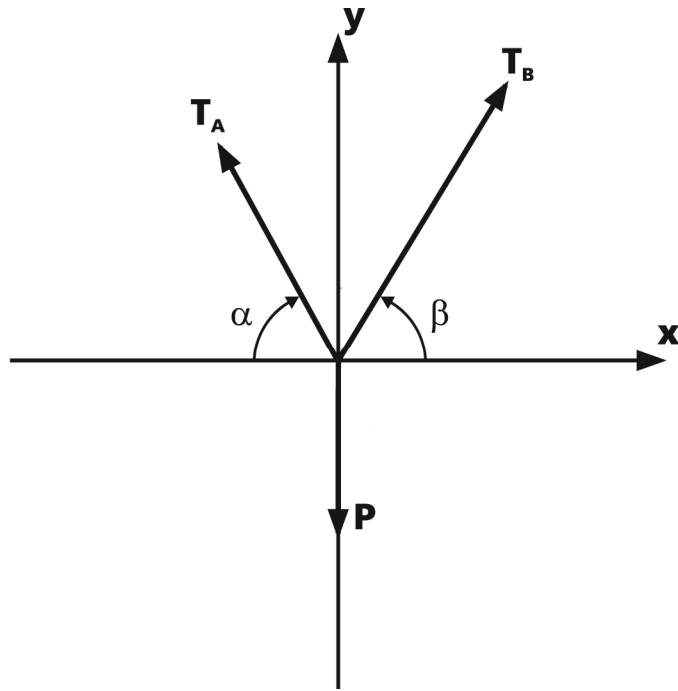
$$\mathbf{T_A Y} =$$

$$\mathbf{T_B Y} =$$

2. Resultante horizontal:

3. Resultante vertical:

4. Con las ecuaciones anteriores, calcule  $\mathbf{T_A}$  y  $\mathbf{T_B}$ . (Sistema de Ecuaciones)



## EXPERIMENTO 02

### Material Necesario

- **03** masas aferidas de 50g con gancho
- **02** bases de trípode con tornillo de ajuste
- **02** fijador metálico
- **01** carrete de hilo
- **02** dinamómetros de 2N
- **02** varillas hembra de 405mm
- **02** varillas macho de 405mm
- **01** transportador de plástico de 180°
- **02** tornillo de ajuste con cabeza de plástico

### Procedimientos

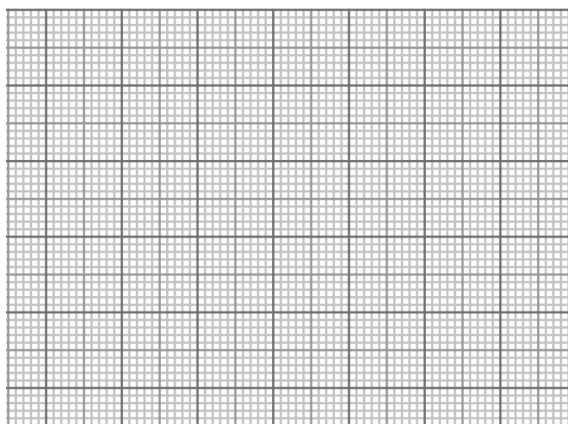
1. Ajuste un dinamómetro para que marque cero cuando se lo incline (**A**) y el otro para que marque cero estando en posición horizontal (**B**).
2. Monte el equipo como se muestra en la figura.
3. Indique los dinamómetros de **A**, **B** y el peso **P**.
4. Observe las lecturas indicadas por los dinamómetros y anótelas en los siguientes espacios.

$T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

5. Mida los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ .

$\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

6. Represente las fuerzas en un sistema de ejes ortogonales **y** y **x**.

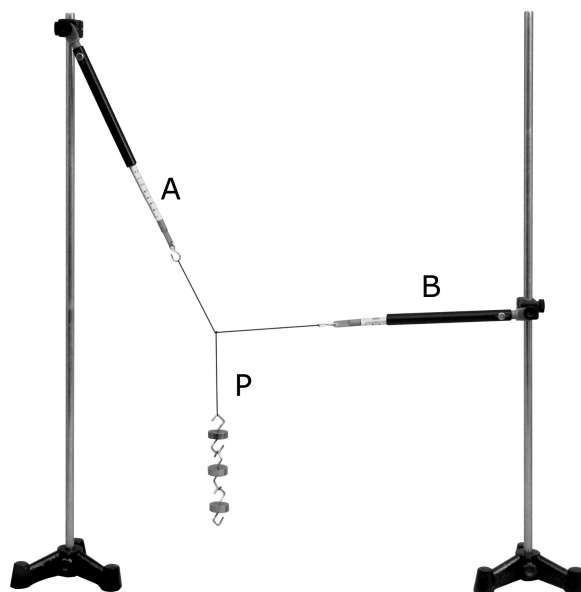


7. Describa la condición de equilibrio de un punto.

---

---

---



8. Aplicando la condición de equilibrio de un punto, calcule los valores  $T_A$  y  $T_B$ .

$T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

$T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

9. ¿Cuál es el valor del peso que se utilizó?

$P = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

10. ¿Los valores calculados fueron iguales a los que se midió en el punto 04?

---

## Esquema Vectorial / Cálculos

1. Descomposición:

$T_{AX} =$

$T_{BX} =$

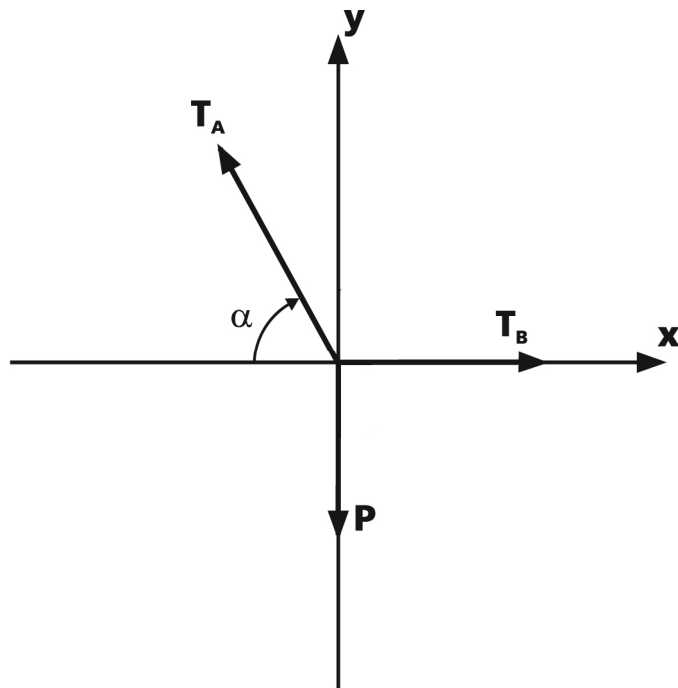
$T_{AY} =$

$T_{BY} =$

2. Resultante horizontal.

3. Resultante vertical.

4. Con las resultantes anteriores,  
calcule  $T_A$  y  $T_B$ .



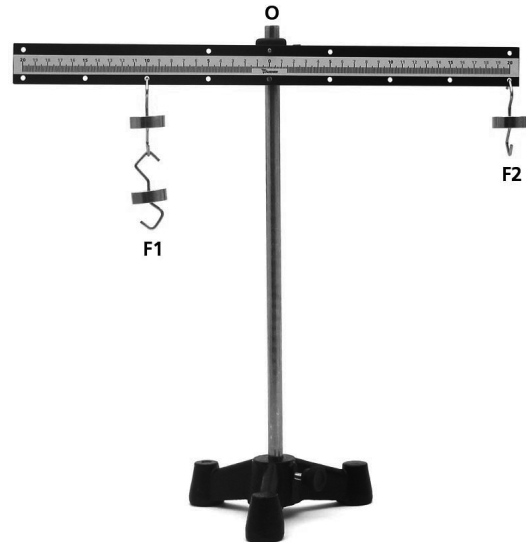
# EQUILIBRIO DE UN CUERPO RÍGIDO

## Material Necesario

- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **06** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico con varilla para colgar el travesaño
- **01** varilla hembra de 405mm

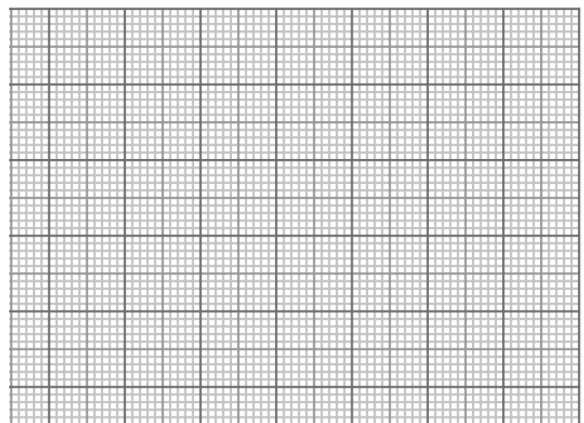
## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura. El travesaño debe suspenderse por el orificio central. Cuelgue las pesas a los dos lados del travesaño y equilibre desplazando la posición de las pesas.
2. Mida las distancias entre las pesas y el orificio central y elabore un esquema vectorial en el espacio milimetrado. ( $d_1$  y  $d_2$ )
3. Anote en la tabla los módulos de las pesas y las distancias obtenidas y complétela.



| N | $F_1(N)$ | $d_1(m)$ | $F_2(N)$ | $d_2(m)$ | $F_1 \cdot d_1$ | $F_2 \cdot d_2$ | $M_R(N \cdot m)$ |
|---|----------|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | 0,5      |          | 0,5      | 0,20     |                 |                 |                  |
| 2 | 1,0      |          | 0,5      | 0,20     |                 |                 |                  |
| 3 | 2,0      |          | 0,5      | 0,20     |                 |                 |                  |
| 4 |          |          | 1,0      | 0,20     |                 |                 |                  |

4. Calcule el momento de  $F_1$ .  
 $M_1 = F_1 \cdot d_1 =$
5. Calcule el momento de  $F_2$ .  
 $M_2 = F_2 \cdot d_2 =$
6. Calcule el momento resultante  $M_R$ .  
 $M_R = M_1 + M_2 =$
7. ¿A qué conclusión se llega con los resultados obtenidos?



**08.** ¿El momento resultante es nulo?

---

**09.** Describa las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido.

---

**10.** ¿Se las ha comprobado?

---

# MOMENTO RESULTANTE

## Material Necesario

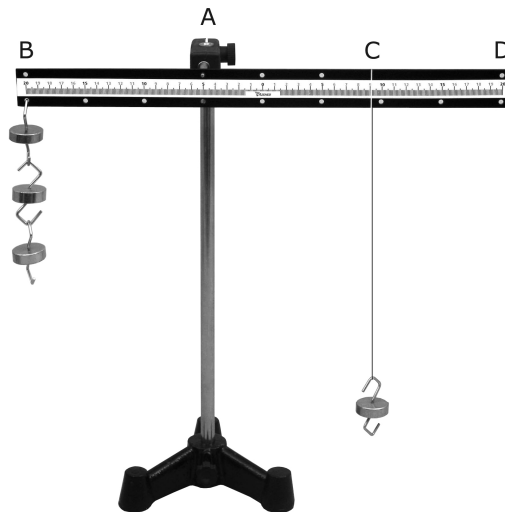
- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **04** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico con varilla para colgar el travesaño
- **01** carrete de hilo
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** dinamómetro de 5N

## Procedimientos

1. Mida el peso del travesaño con el dinamómetro de **5N**.

$$P_T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

2. Monte el equipo como se muestra en la figura. El travesaño debe suspenderse por un punto externo a su centro. Cuelgue masas de pesos conocidos a los dos lados del travesaño y desplácelas hasta obtener equilibrio horizontal.



3. Determine los módulos de las pesas del sistema.

$$P_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

$$P_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

4. Mida las distancias entre las pesas y el punto **A** del travesaño.

$$AB = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$AC = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$AD = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Aplique las condiciones de equilibrio para calcular el peso del travesaño.

$$M_1 = P_1 \cdot d_1 =$$

$$M_2 = P_2 \cdot d_2 =$$

$$M_3 = P_T \cdot d =$$

6. Escriba las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido.

---

---

7. Escriba la ecuación que permite calcular el peso del travesaño.

8. Calcule el peso del travesaño.

$$P_T = \underline{\hspace{2cm}}$$

9. ¿El valor calculado es el que se esperaba? Compare con el punto **1**.

---

---

10. ¿Hay alguna fuerza aplicada por el gancho de colgar sobre el travesaño?

---

---

# PESO DE UN OBJETO

## Material Necesario

- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **02** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico con varilla para colgar el travesaño
- **01** carrete de hilo
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** objeto cualquiera (p. ej.: manojó de llaves)
- **01** dinamómetro de 2N

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura. El travesaño debe suspenderse por el orificio central y se debe colocar en uno de los lados una pesa conocida anotando su peso en la tabla. Con la ayuda de un cordel, coloque el objeto de peso desconocido en el otro lado del travesaño y desplácelo hasta que el sistema esté equilibrado.



2. Mida las distancias entre las pesas y la marca central y anótelas en la tabla.
3. Aplique las condiciones de equilibrio para calcular el peso del objeto.  
 $P \cdot d = P_1 \cdot d_1$   
 $P = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
4. Mida con el dinamómetro el peso del objeto.  
 $P = \underline{\hspace{2cm}}$
5. ¿El peso medido y el que se calculó son iguales?  

---
6. Repita los procedimientos para otros objetos.

| Objetos | $P_1(\text{N})$ | $d_1(\text{m})$ | $d(\text{m})$ | $P(\text{N})$ | P medido |
|---------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|----------|
|         |                 |                 |               |               |          |
|         |                 |                 |               |               |          |
|         |                 |                 |               |               |          |

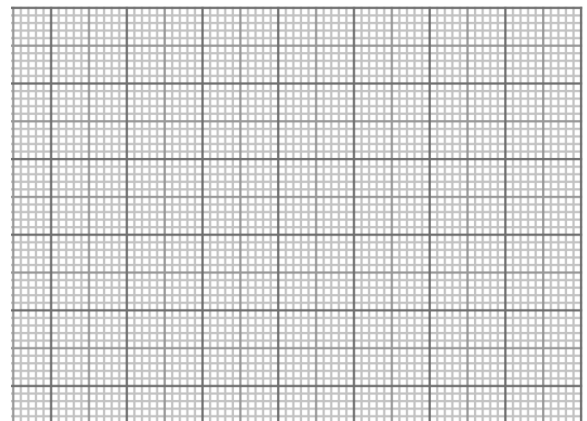
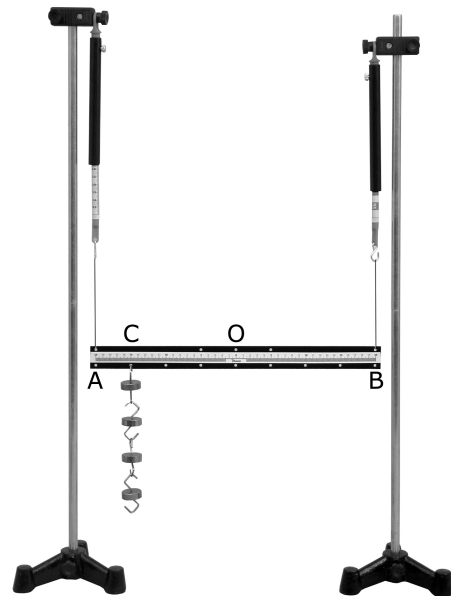
# TRACCIONES EN CABLES

## Material Necesario

- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **04** masas aferidas de 50g con gancho
- **02** bases de trípode con tornillo de ajuste
- **02** fijador metálico
- **02** dinamómetros de 5N
- **02** varillas hembra de 405mm
- **02** varillas macho de 405mm
- **02** tornillos de ajuste con cabeza de plástico

## Procedimientos

1. Mida con el dinamómetro de **5N** el peso del travesaño.  
 $P_T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
2. Monte el equipo como se muestra en la figura. Cuelgue en el travesaño una pesa de **2N** externa a su centro. En seguida ajuste los dinamómetros en posición vertical, de tal forma que el travesaño se mantenga en equilibrio horizontal.
3. Anote los valores indicados por los dinamómetros  
 $T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
4. Mida las distancias  
 $AB = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $AC = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $AO = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
5. Aplique las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido para calcular las fuerzas en los cordeles **A** y **B**.
6. Elabore un esquema vectorial.
7. Escriba la ecuación que permite calcular  $T_A$ .
8. Escriba la ecuación que permite calcular  $T_B$ .
9. Calcule las tracciones.  
 $T_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $T_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
10. Compare los valores calculados con los valores medidos en el punto **03**.



# ROLDANAS

## UNA ROLDANA MÓVIL

### Material Necesario

- **03** masa aferida de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico
- **01** carrete de hilo
- **01** roldana simple móvil
- **01** roldana simple fija
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm
- **05** Gancho de hierro en "S"

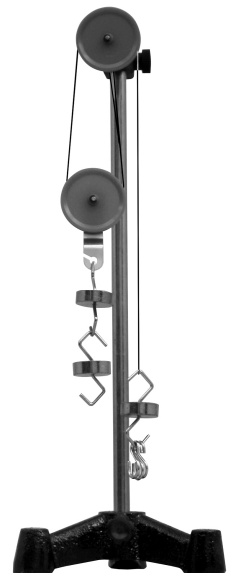
### Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura. Coloque dos masas de **50g** en la roldana móvil.
2. Determine el peso de las masas (dos masas de **100g** y roldana móvil).  
 $F_{RE} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N (fuerza resistente)}$
3. Anote el valor de la fuerza motora.  
 $F_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N (fuerza motora)}$
4. ¿Los valores de  $F_{RE}$  y  $F_m$  fueron iguales?  

---
5. Calcule la ventaja mecánica de la roldana móvil.  
 $V_m = F_{RE} / F_m =$
6. Comente acerca de una aplicación práctica para la roldana móvil.  

---

---



## DOS ROLDANAS MÓVILES

### Material Necesario

- **05** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico
- **01** carrete de hilo
- **01** roldana doble móvil
- **01** roldana doble fija
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

### Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura. Coloque cuatro masas de **50g** en la roldana móvil.
2. Determine la fuerza resistente.  
 $F_{RE} = \text{_____ N (fuerza resistente)}$
3. Determine la fuerza motora.  
 $F_m = \text{_____ N (fuerza motora)}$
4. ¿Los valores de  $F_{RE}$  y  $F_m$  son iguales?  
\_\_\_\_\_
05. Calcule la ventaja mecánica de la polea móvil.  
 $V_m = F_{RE} / F_m =$



# PÉNDULO SIMPLE

## RELACIÓN ENTRE PERIODO DE OSCILACIÓN E AMPLITUD

### Material Necesario

- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **01** cinta métrica de 2m
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** cilindro de latón con gancho
- **01** fijador metálico con varilla para colgar resorte
- **01** carrete de hilo
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

### Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura. Cuelgue el cilindro de latón en la extremidad libre del hilo de **80cm** de longitud. Aléjelo **10 cm** de su posición de equilibrio (10cm es el valor de la amplitud). Suelte la masa y déjela oscilar libremente.
2. Conceptúe periodo de un péndulo simple.
3. Mida el tiempo de **10** oscilaciones y determine el periodo de oscilación, es decir, el tiempo de una oscilación. Transcriba el resultado a la tabla.
4. Repita los procedimientos para las amplitudes:  
**15cm**                      **20cm**
5. Complete la tabla.



| Amplitud | Tiempo de 10 oscilaciones | T(s) |
|----------|---------------------------|------|
| 10cm     |                           |      |
| 15cm     |                           |      |
| 20cm     |                           |      |

6. Observando los valores de la tabla, se puede notar que los valores del periodo (varían / no varían) \_\_\_\_\_ mucho para las diversas amplitudes, eso permite concluir que el periodo de oscilación (depende / no depende) \_\_\_\_\_ de la amplitud de oscilación.
7. Usando el cilindro de latón, repita las operaciones **01** y **03** pero esta vez con una amplitud bien grande. ¿Cuál es el periodo obtenido?  
**T=\_\_\_\_\_s**
8. ¿Qué conclusión se ha obtenido comparando los resultados de la tabla con el resultado anterior?  
\_\_\_\_\_
9. Enuncie la primera ley del péndulo simple, la cual relaciona periodo de oscilación y amplitud de oscilación (Ley del Isocronismo).  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# RELACIÓN ENTRE PERIODO DE OSCILACIÓN Y MASA DEL PÉNDULO

## Material Necesario

- **01** travesaño de acero para Momento Estático
- **01** cinta métrica de 2m
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** cilindro de nylon con gancho
- **01** cilindro de latón con gancho
- **01** cilindro de aluminio con gancho
- **01** fijador metálico con varilla para colgar resorte
- **01** carrete de hilo
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm

## Procedimientos

1. Amarre el cuerpo de prueba de nylon a la extremidad del hilo. Alejelo **15cm** de su posición de equilibrio (15cm es la amplitud) y suéltelo dejando que oscile libremente.
2. Mida el tiempo de 10 oscilaciones y determine el periodo de oscilación (tiempo de una oscilación) y transcriba el resultado a la tabla.
3. Repita los procedimientos para las masas de aluminio y latón.

| Masa     | Tiempo de 10 oscilaciones | T(s) |
|----------|---------------------------|------|
| Nylon    |                           |      |
| Aluminio |                           |      |
| Latón    |                           |      |

4. Observando la tabla, se puede notar que los valores de los periodos (varían / no varían) \_\_\_\_\_ mucho para las diversas variaciones de masa. Eso nos permite concluir que el periodo de oscilación (depende / no depende) \_\_\_\_\_ de la masa del péndulo.
5. Enuncie la segunda ley del péndulo simple, la cual relaciona periodo de oscilación y masa del péndulo (ley de las masas).  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿Por qué determinar el tiempo de **10** oscilaciones, cuando se desea el tiempo de apenas una?.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Para pequeñas amplitudes, el periodo de un péndulo simple (depende / independe) \_\_\_\_\_ de la amplitud.
8. Para una misma amplitud, si aumentamos la masa del péndulo el periodo (aumenta / disminuye / no se altera) \_\_\_\_\_.
9. Si para efectuar una oscilación completa el tiempo fue de **0,15s**, se puede concluir que el periodo vale \_\_\_\_\_ y la frecuencia \_\_\_\_\_.

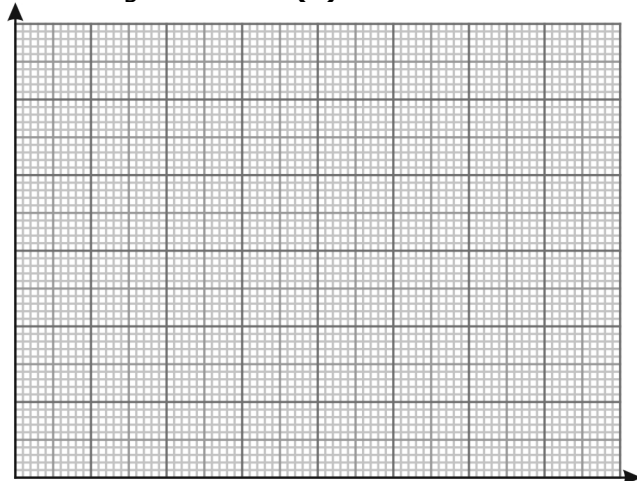
# RELACIÓN ENTRE PERIODO Y LONGITUD DEL PÉNDULO

## Procedimientos

- Ahora, con un cilindro de latón y pequeña amplitud, permita que el péndulo oscile libremente.
- Mida el tiempo de 10 oscilaciones.
- Mida la longitud del péndulo.  
**L = \_\_\_\_\_ m**
- Determine el periodo de oscilación para esa longitud y anótelo en la tabla.
- Reduzca la longitud del hilo, aproximadamente **10cm**, enrollándolo en el soporte, mida la nueva longitud y anótela en la tabla.
- Determine el periodo de oscilación para esa nueva longitud y anótelo en la tabla.
- Repita los pasos y complete la tabla que se encuentra a continuación haciendo que la última medida tenga aproximadamente **0,30m**.

| L(m) | Tiempo de 10 oscilaciones | T(s) | g(m/s <sup>2</sup> ) |
|------|---------------------------|------|----------------------|
|      |                           |      |                      |
|      |                           |      |                      |
|      |                           |      |                      |
|      |                           |      |                      |
|      |                           |      |                      |
|      |                           |      |                      |

- Trace el gráfico **T = f(L)**.



| T(s) | L(m) |
|------|------|
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

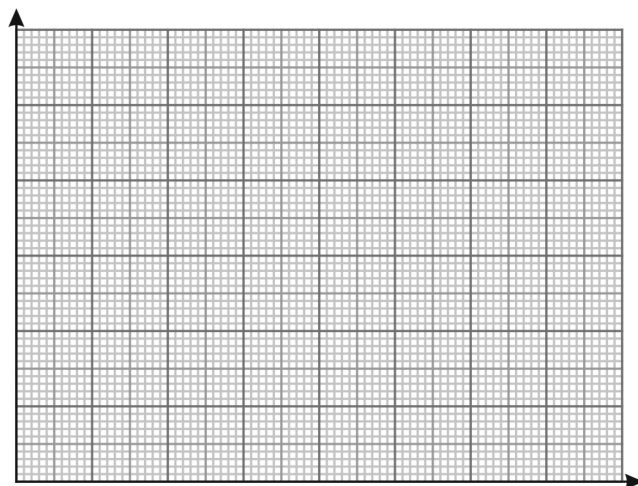
**E(T) =**

**E(L) =**

- ¿Cuál es el aspecto del gráfico **T = f(L)**?

---

10. Elaborar el gráfico  $T^2 = f(L)$



| $T^2 \text{ (s}^2\text{)}$ | $L \text{ (m)}$ |
|----------------------------|-----------------|
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |

$E(T^2) =$

$E(L) =$

$a =$

$b =$

Ecuación =

11. ¿Cuál es el aspecto del gráfico  $T^2 = f(L)$ ?

12. Tomando como base la pregunta anterior, podemos concluir que  $T$  es:

- ( ) directamente proporcional a  $L$ .
- ( ) inversamente proporcional a  $L$ .
- ( ) directamente proporcional a  $L^2$ .
- ( ) directamente proporcional a  $\sqrt{L}$ .

13. Se sabe que  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ . Conociendo los valores de  $L$  y  $T$  calcule  $g$ .

14. ¿A qué fórmula se llega?

15. Utilizando los valores de la tabla, determine el valor medio de  $g$ .

$g_m =$  \_\_\_\_\_

16. Enuncie la tercera ley del péndulo simple (ley de las longitudes).

# MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE – MAS

## Material Necesario

- **01** regla graduada en milímetros de 400mm para la Ley de Hooke
- **02** masas aferidas de 50g con gancho
- **01** base de trípode con tornillo de ajuste
- **01** fijador metálico con varilla
- **01** fijador metálico con varilla para colgar resorte
- **01** indicador de plástico izquierdo con fijación magnética
- **01** indicador de plástico derecho con fijación magnética
- **01** resorte para la Ley de Hooke
- **01** varilla hembra de 405mm
- **01** varilla macho de 405mm
- **01** tornillo de ajuste con cabeza de plástico

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.
2. La expresión que calcula el periodo del oscilador masa-resorte (movimiento armónico simple) es la siguiente.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

**Siendo:** (T) el periodo, (m) la masa del oscilador y (k) la constante elástica del resorte y no siendo despreciable la masa del resorte (**m'**), la fórmula anterior debe ser alterada para:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m + \frac{m'}{3}}{k}}$$

3. Determine la constante elástica (**k**) del resorte.

| F(N) | $\Delta L(m)$ | $K=F/\Delta L$ | Valor medio de K(N/m) |
|------|---------------|----------------|-----------------------|
| 0,50 |               |                |                       |
| 1,00 |               |                |                       |
| 1,50 |               |                |                       |

4. Calcule el periodo de oscilación del oscilador masa-resorte para una masa de **50g**.
5. Mantenga colgada la masa de **50g** en el resorte.  
**m = 0,05kg**  
**m' (masa del resorte) = 0,029 kg.**  
**k = \_\_\_\_\_ N/m (en la tabla)**



# DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL PERIODO DE OSCILACIÓN

## Procedimientos

1. Cuelgue en el resorte una masa de **50g**, hágalo oscilar con una pequeña amplitud (**MAS**).
2. Con un cronómetro, determine el tiempo de **10** oscilaciones.

| Masa (g) | Tiempo de 10 oscilaciones | T(s) |
|----------|---------------------------|------|
| 50       |                           |      |
| 100      |                           |      |

3. Determine el valor del periodo.  
**T = \_\_\_\_\_ s**
4. Compare el valor medido con el valor que se calculó.
5. Cuelgue en el resorte una masa de **100g**, hágalo oscilar con una pequeña amplitud (**MAS**).
6. Con un cronómetro, mida el tiempo de **10** oscilaciones.
7. Determine el valor del periodo.  
**T = \_\_\_\_\_ s**
8. Compare los valores medidos y los que se calcularon.
9. ¿De qué depende el periodo de oscilación? (oscilador masa-resorte)

---

---

# PALANCAS

## Material Necesario

- **01** base de trípode
- **02** varillas de 400mm tipo macho
- **02** varillas de 400mm tipo hembra
- **01** travesaño de 400mm
- **03** masas aferidas de 50g
- **01** dinamómetro de 5N
- **01** gancho para colgar el travesaño
- **01** gancho para colgar el dinamómetro

## PALANCA INTERRESISTENTE

Una palanca es interresistente cuando la resistencia está situada entre el punto de apoyo y la fuerza potente

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.  
 $F_1$  – fuerza potente  
 $F_2$  – fuerza resistente  
 $N$  – fuerza normal de reacción  
 $P_T$  – peso del travesaño

2. Represente en un esquema vectorial las fuerzas aplicadas sobre el travesaño.

3. Con el dinamómetro de **5N** mida el peso de travesaño.

$P_T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

4. Anote a continuación la medida de **F1** (fuerza potente) indicada por el dinamómetro.

$F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

5. Mida las distancias  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ .

$d_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$d_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$d_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

6. Aplique las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido (teorema de Varignon) y calcule la fuerza potente  $F_1$ .

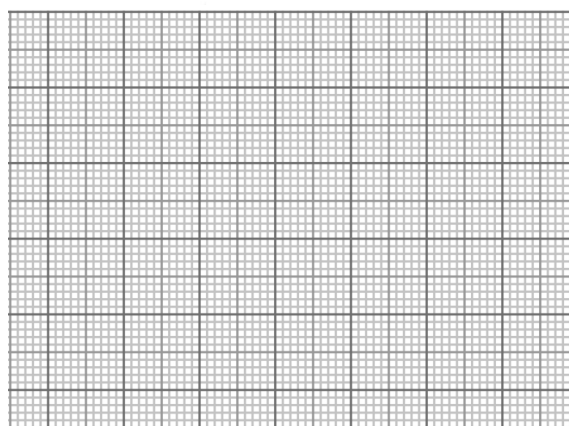
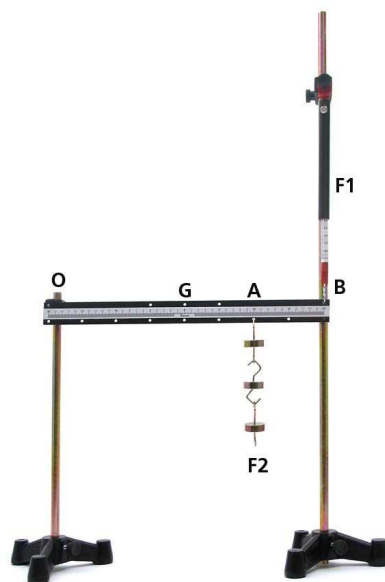
$$P_T \cdot d_3 + F_2 \cdot d_2 - F_1 \cdot d_1 = 0$$

$F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

7. Considerando el margen de error admitido (**5%**), ¿podemos afirmar que la fuerza potente medida en el dinamómetro es igual a la  $F_1$  que se calculó?

8. Calcule la fuerza normal de reacción  $N$ .

$N = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

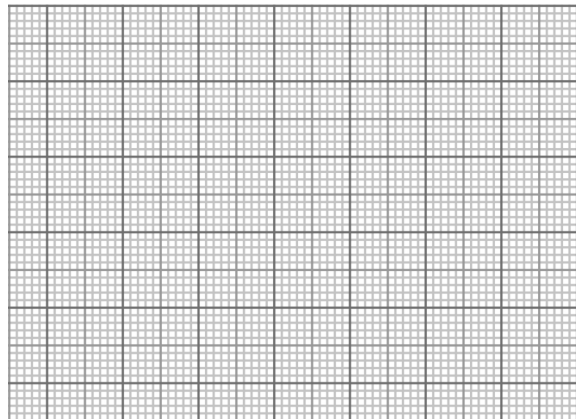
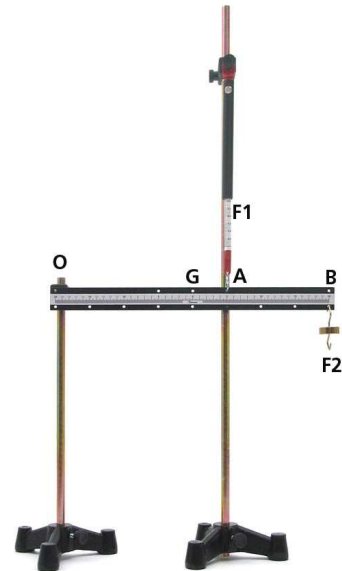


# PALANCA INTERPOTENTE

Una palanca es interpotente cuando la fuerza potente está situada entre el punto de apoyo y la fuerza resistente

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.  
 $F_1$  – fuerza potente  
 $F_2$  – fuerza resistente  
 $N$  – fuerza normal de reacción  
 $P_T$  – peso del travesaño
2. Represente en un esquema vectorial las fuerzas aplicadas sobre el travesaño.
3. Con el dinamómetro de **5N** mida el peso de travesaño.  
 $P_T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
4. Anote a continuación la medida de **F1** (fuerza potente) indicada por el dinamómetro.  
 $F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
5. Mida las distancias  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ .  
 $d_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $d_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $d_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
6. Aplique las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido (teorema de Varignon) y calcule la fuerza potente **F1**.  
 $P_T \cdot d_3 + F_2 \cdot d_2 - F_1 \cdot d_1 = 0$   
 $F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
7. Considerando el margen de error admitido (**5%**), podemos afirmar que la fuerza potente medida en el dinamómetro es igual a la  $F_1$  que se calculó?
8. Calcule la fuerza normal de reacción  $N$ .  
 $N = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$



# PALANCA INTERFIJA

La palanca es interfija cuando el punto de apoyo está situado entre la fuerza resistente y la fuerza potente

## Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la figura.

$F_1$  – fuerza potente

$F_2$  – fuerza resistente

$N$  – fuerza normal de reacción

$P_T$  – peso del travesaño

2. Represente en un esquema vectorial las fuerzas aplicadas sobre el travesaño.

3. Con el dinamómetro de **5N** mida el peso de travesaño.

$P_T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

4. Anote a continuación la medida de  $F_1$  (fuerza potente) indicada por el dinamómetro.

$F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

5. Mida las distancias  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ .

$d_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$d_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$d_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

6. Aplique las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido (teorema de Varignon) y calcule la fuerza potente  $F_1$ .

$$P_T \cdot d_3 + F_2 \cdot d_2 - F_1 \cdot d_1 = 0$$

$F_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

7. Considerando el margen de error admitido (**5%**) podemos afirmar que la fuerza potente medida en el dinamómetro es igual a la  $F_1$  que se calculó?

---

8. Calcule la fuerza normal de reacción  $N$ .

$N = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

