

**Prueba
Experimental**
(en castellano)

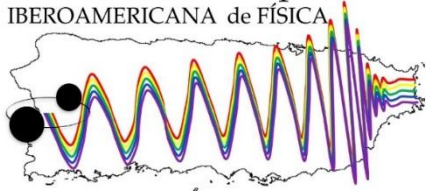
W-1

AVISO

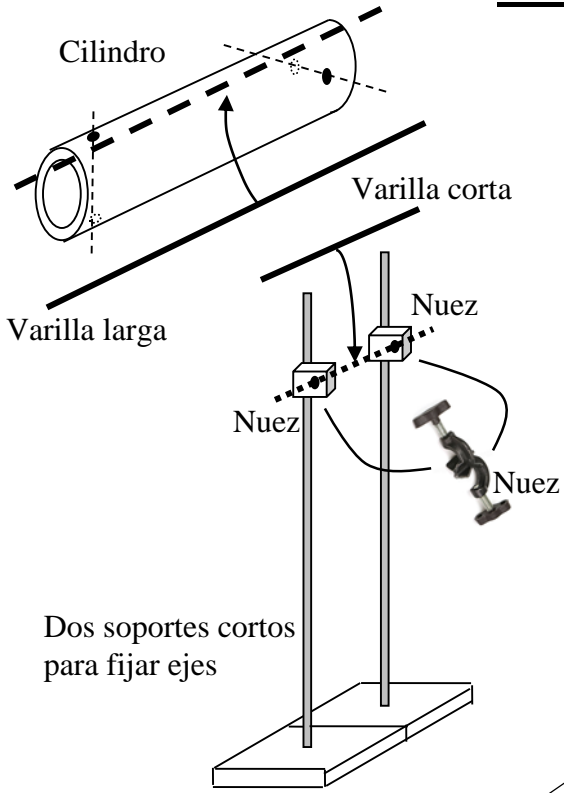
HAGA PRIMERO TODAS SUS MEDICIONES, GRÁFICOS Y CÁLCULOS DE LAS CANTIDADES QUE SE PIDEN, Y SOLAMENTE AL FINAL PASE A LOS CÁLCULOS DE ERRORES (O INCERTIDUMBRES) QUE SE SOLICITAN.

EL MANEJO DE ERRORES ES IMPORTANTE Y CONSTITUYE UNA PARTE DE LA EVALUACIÓN, PERO PRIORIZAREMOS LA HABILIDAD EXPERIMENTAL PARA OBTENER DATOS CORRECTOS, LA CONSTRUCCIÓN CORRECTA DE GRÁFICOS Y EL MANEJO MATEMÁTICO DE ESOS DATOS PARA CALCULAR CANTIDADES FÍSICAS.


AL FINAL HAY HOJAS EXTRAS PARA CÁLCULOS, DE SER NECESARIO. SI EN UNA TAREA, DIGAMOS LA TAREA 4, USA HOJAS DE CÁLCULOS EXTRAS, NUMÉRELAS EN LA ESQUINA SUPERIOR DERECHA: W-4b, W-4c, ETC. , Y COLÓQUELAS A CONTINUACIÓN DE LA W-4a.




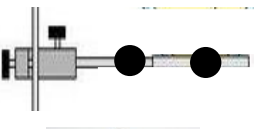
MATERIALES:




Cronómetro 

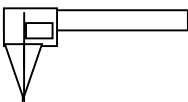
Nivel de burbujar 


Masa de 200 g 


Sostén S de
regla y resorte 


Clip de presión para
fijar la regla al sostén S 


Soporte largo para
colgar el resorte

Vernier 

Resorte cónico que
cuelga del sostén S 

Portapesas
y pesas 

Pedazo de tape 

Alambre
Indicador 

Regla 

Fig. 1

Enganche
Metálico 

Cómo usar el Enganche Metálico para
acoplar el tubo y el resorte

Carga acoplada

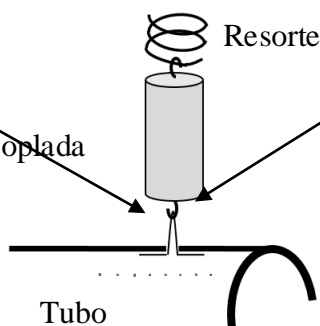
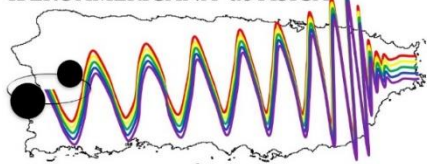


Fig. 2

Tubo

XXIII Olimpiada
IBEROAMERICANA de FÍSICA



Puerto Rico 2018

**Prueba
Experimental**

(en castellano)

W-2a



Cilindro



Resorte cónico



Dos soportes cortos
para fijar ejes



Soporte largo para
colgar el resorte



Varilla larga



Varilla corta



Nueces



Masa de 200 g



Sostén S de
regla y resorte



Nivel
de
burbujas



Cinta
adhesiva



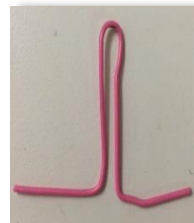
Portamasas
y masas



Vernier



Cronómetro



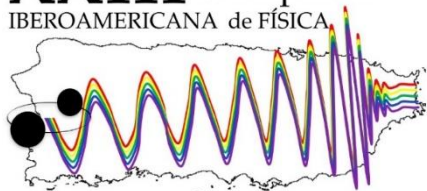
Enganche
Metálico



Clip de presión
para fijar la regla
al sostén S



Alambre
Indicador



RESULTADOS A REPORTAR

(HOJA DE COTEJO FINAL)

TAREA 1-

$$k = \underline{\quad 9.2 \text{ N/m} \quad}$$

TAREA 2-

$$k = \underline{\quad 9.2 \text{ N/m} \quad}$$

$$\delta k = \underline{\quad \pm 0.3 \text{ N/m} \quad}$$

$$m_{eq} = \underline{\quad 0.23 \text{ kg} \quad}$$

$$\delta m_{eq} = \underline{\quad \pm 0.02 \text{ kg} \quad}$$

TAREA 3

$$I_{x'x'} = \underline{\quad 0.001166 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I_{xx} = \underline{\quad 0.00058 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I_{xx,teor} = \underline{\quad 0.0057 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$Dif(\%)_{exp-teor} \text{ entre } I_{xx} \text{ e } I_{xx,teor} = \underline{\quad 1.7\% \quad}$$

$$I_{y'y'} = \underline{\quad 0.0197 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$\delta_{y'y'} = \underline{\quad 0.0003 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I_{yy} = \underline{\quad 0.0072 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I_{yy,teor} = \underline{\quad 0.0066 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$Dif(\%)_{exp-teor} \text{ entre } I_{yy} \text{ e } I_{yy,teor} = \underline{\quad 9\% \quad}$$

TAREA 4-

$$I_{t-r} = \underline{\quad 0.0534 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I_{eq} = \underline{\quad 0.034 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$\delta I_{eq} = \underline{\quad 0.004 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$I' = \underline{\quad 0.0373 \text{ kg m}^2 \quad}$$

$$\delta I' = \underline{\quad 0.0005 \text{ kg m}^2 \quad}$$

TAREA 5-

$$\lambda = \underline{\quad 0.020 \text{ s}^{-1} \quad}$$

De acuerdo con sus resultados, ¿puede considerar $I_{eq} = I'$?

SON IGUALES: SUS INCERTIDUMBRES SE SOLAPAN



**Prueba
Experimental**
(en castellano)

W-4

HOJA DE DATOS; INCLUYA LA INCERTIDUMBRE DE CADA UNO.

Masa m_r del resorte: 0.101 ± 0.001 kg

Masa m_t del tubo: 0.304 ± 0.001 kg

Longitud L del tubo: 0.500 ± 0.001 m

Diámetro externo D_e del tubo: (0.088 y 0.090): 0.089 ± 0.001 m

Diámetro interno D_i del tubo: (0.086 y 0.087): 0.086 ± 0.001 m

Radio externo R_e del tubo: 0.0445 ± 0.0005 m

Radio interno R_i del tubo: 0.0435 ± 0.0005 m

Diámetro d de los orificios laterales: 0.007 ± 0.001 m

Distancia s del borde del tubo al borde más cercano de un orificio lateral: 0.048 ± 0.001 m

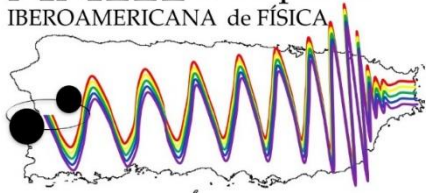
Distancia l del borde del tubo al centro del orificio lateral más próximo: 0.050 ± 0.001 m

Distancia r del eje $y'y'$ al eje $z'z'$ (Fig. 4): 0.407 ± 0.001 m

Distancia h del eje $y'y'$ al centro del tubo: 0.200 ± 0.001 m

(Si alguna de estas distancias requiere de varias mediciones, estime su error aleatorio)

EN LAS TABLAS DE MEDICIONES QUE SE INCLUYEN EN CADA TAREA NO TIENE QUE LLENAR TODAS LAS FILAS Y COLUMNAS QUE APARECEN: USE SOLAMENTE LAS QUE ESTIME NECESARIAS.



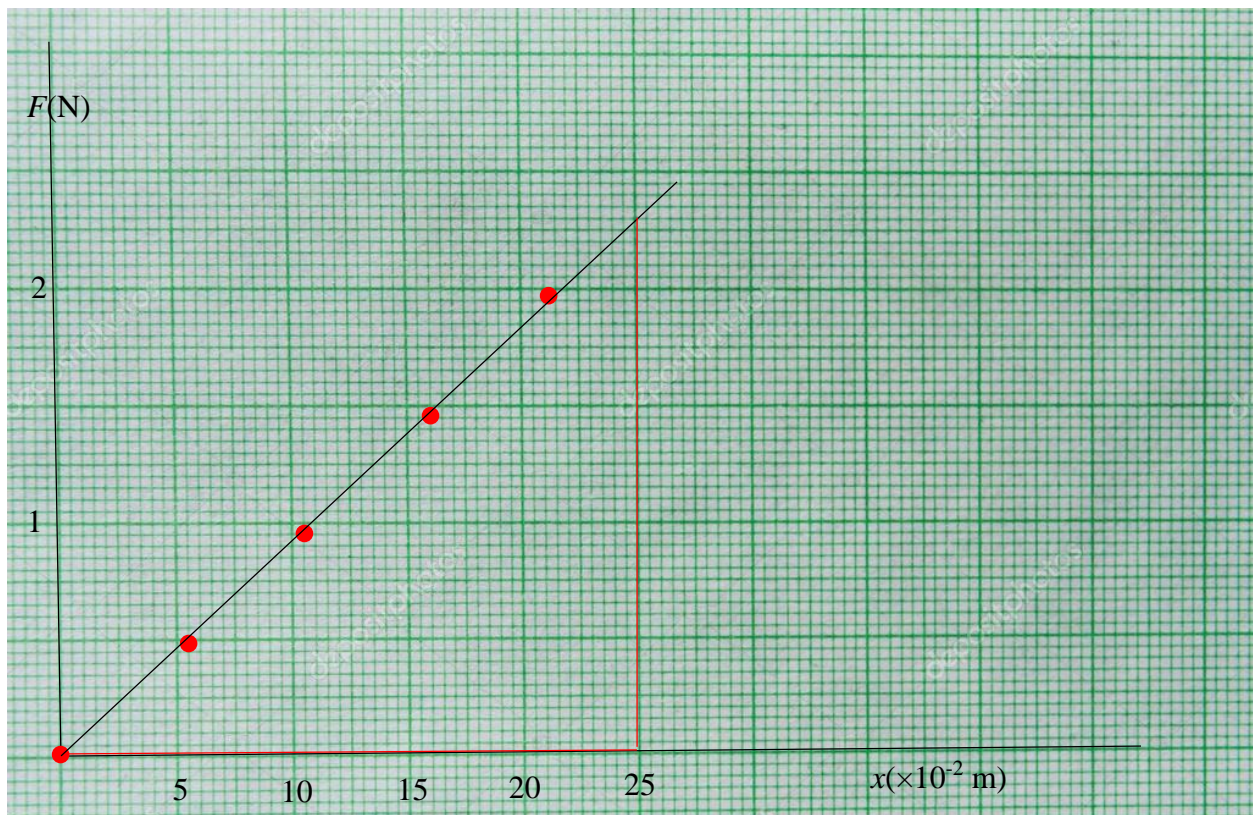
Puerto Rico 2018

TAREA 1-

Medida de k (método estático):

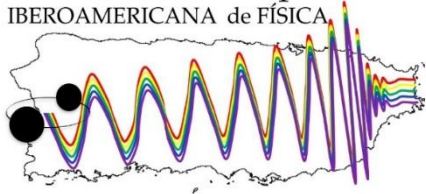
$m(g)$	$x(cm)$	$\Delta x(cm)$	$mg(N)$			
0	41.6	0	0			
50	46.7	5.1	0.484			
100	52.1	10.5	0.979			
150	57.5	15.9	1.457			
200	62.9	21.2	1.957			

GRÁFICO: (1)



$k = \Delta F / \Delta x = 2.3 / (25 \times 10^{-2}) = 9.2 \text{ N/m}$

..... **$k : (0.5)$**

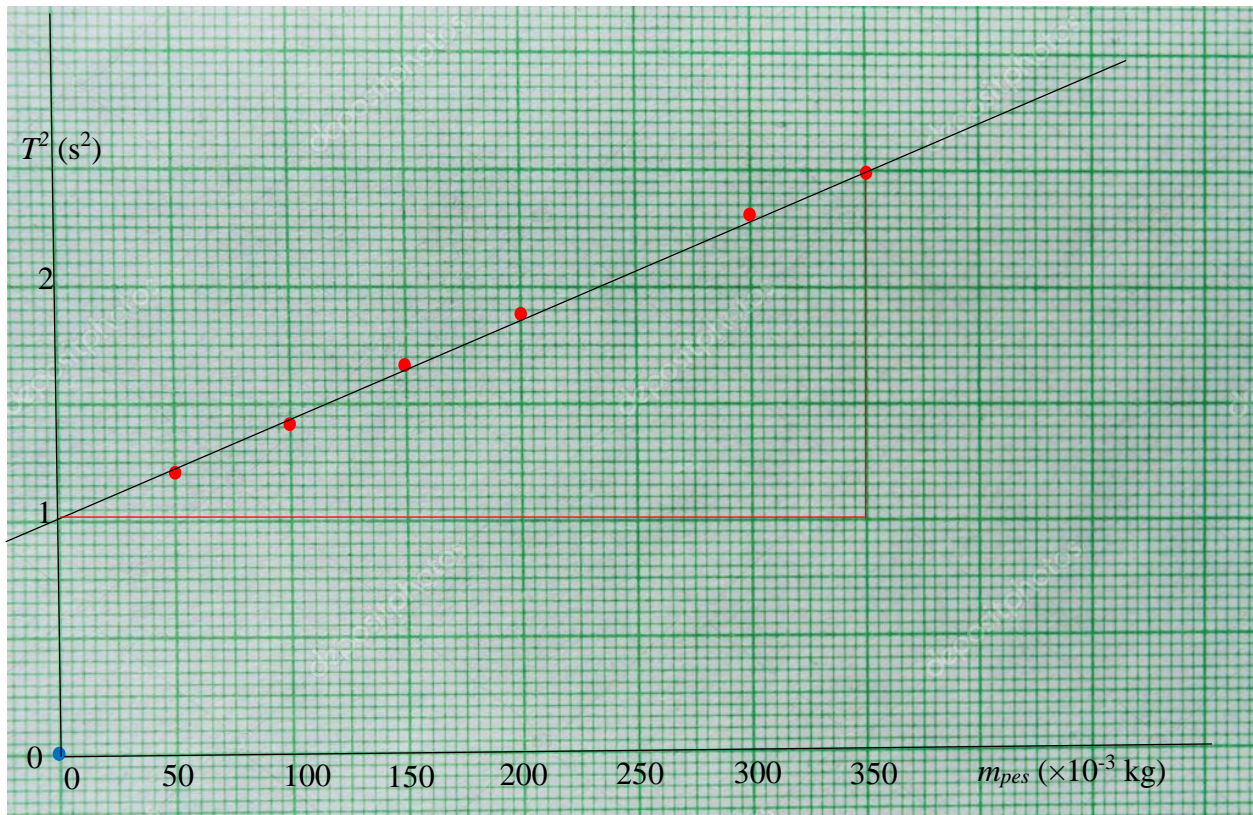


Puerto Rico 2018

TAREA 2-

Medida de m_{eq} y k (método dinámico): (Tiempo t de 10 oscilaciones)

m (g)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_{avg} (s)	T (s)	T^2 (s ²)
50	10.97	11.00	10.94	10.97	1.097	1.203
100	11.97	12.03	11.97	11.99	1.999	1.438
150	12.93	12.94	12.96	12.94	1.294	1.674
200	13.72	13.69	13.62	13.68	1.368	1.871
300	15.28	15.21	15.28	15.26	1.526	2.327
350	15.81	15.81	15.84	15.82	1.582	2.503



$$2\pi/T = [k/m]^{1/2} = [k/(m_{pes} + m_{eq})]^{1/2}$$

$$T^2 = (4\pi^2/k) m_{pes} + (4\pi^2/k) m_{eq}$$

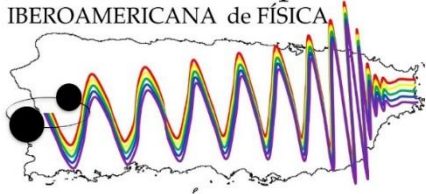
$$\text{Pendiente} = (2.5 - 1.0) / (0.350 - 0) = 4.286 = 4\pi^2/k ; k = 9.21 \text{ N/m}$$

$$\text{Intercepto} = 1.00 = (4\pi^2/k) m_{eq} ; m_{eq} = 0.233 \text{ kg}$$

Por propagación de errores (de las escalas gráficas):

$$\delta k = k [\delta m_{pes}/\Delta m_{pes} + \delta T^2/\Delta T^2] = 9.2(2/350 + 0.05/2.5) \approx 0.3 \text{ N/m}$$

$$\delta m_{eq} = m_{eq} [\delta k/k + \delta T^2/\text{interc}] = 0.233(0.3/9.2 + 0.05/1.0) \approx 0.02 \text{ kg}$$



TAREA 3-

Medida de I_{yy} : (Medidas de t en 10 oscilaciones)

t (s)	T (s)					
11.31	1.131					
11.35	1.135					
11.34	1.134					
11.32	1.132					
11.36	1.136					
			T_{avg} (s)	δT_{avg} (s)		
			1.134	± 0.003		

$$I_{y'y'} = mghT^2/(4\pi^2) = 0.304 \times 9.786 \times 0.203 \times 1.134^2 / (4\pi^2) = 0.0197 \text{ kg m}^2 \quad (h = 0.200 + 0.003 \text{ m})$$

$$I_{yy} = I_{y'y'} - mh^2 = 0.0197 - 0.304 \times 0.203^2 = 0.0072 \text{ kg m}^2 \approx 0.007 \text{ kg m}^2$$

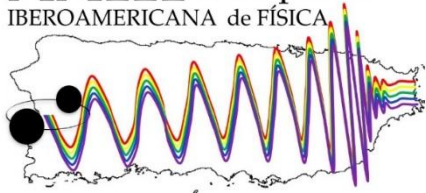
$$I_{yy \text{ teor}} = 1/4 m(R_e^2 + R_i^2 + L^2/2) = 0.25 \times 0.304(0.044^2 + 0.043^2 + 0.500^2/3)$$

$$I_{yy \text{ teor}} = 0.0066 \text{ kg m}^2 \approx 0.007 \text{ kg m}^2$$

$$\delta I_{y'y'} = I_{y'y'} (\delta m/m + \delta g/g + \delta h/h + 2\delta T/T) =$$

$$= 0.0194(0.001/0.304 + 0 + 0.001/0.203 + 2 \times 0.003/1.134) = 0.0003 \text{ kg m}^2$$

$$Dif(\%) = (6/66) \times 100 = 9\%$$



TAREA 4-

Medida de I_{eq} : (Medidas de t en 10 oscilaciones)

t (s)	T (s)				δT_{avg} (s)		
12.10	1.210						
11.88	1.188						
12.00	1.200						
11.91	1.191						
11.97	1.197						
				T_{avg} (s)	δT_{avg} (s)		
				1.197	± 0.013		

$$I_{t-r} = kr^2 T^2 / (4\pi^2) = 9.2 \times 0.400^2 \times 0.200 \times 1.197^2 / (4\pi^2) = 0.0534 \text{ kg m}^2$$

Pero: $I_{t-r} = I_{y'y'} + I_{eq}$

$$I_{eq} = I_{t-r} - I_{y'y'} = 0.0534 - 0.0197 = 0.0337 \text{ kg m}^2 = 0.034 \text{ kg m}^2 \quad (I_{y'y'} = 0.0197 - 0.0004)$$

$$\delta I_{t-r} = I_{t-r} (\delta k/k + 2\delta r/r + 2\delta T/T) =$$

$$\delta I_{t-r} = 0.0534 (0.3/9.2 + 2 \times 0.003/0.400 + 2 \times 0.013/1.197) \approx 0.004 \text{ kg m}^2$$

$$\delta I_{eq} = \delta I_{t-r} + \delta I_{y'y'} = 0.004 + 0.0003 \approx 0.004 \text{ kg m}^2$$

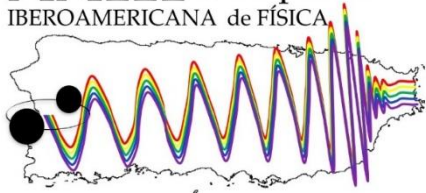
$$I'_{eq} = m_{eq} r^2 = 0.233 \times 0.400^2 = 0.0373 \text{ kg m}^2 = 0.0373 \text{ kg m}^2$$

$$\delta I'_{eq} = I'_{eq} (\delta m_{eq}/m_{eq} + 2\delta r/r) = 0.037 (0.002/0.233 + 2 \times 0.001/0.400) = 0.0005 \text{ kg m}^2$$

$$I'_{eq} = 0.0373 \pm 0.0005 \text{ kg m}^2$$

$$0.030 < I_{eq} < 0.038 \quad \text{y} \quad 0.0368 < I'_{eq} < 0.0378$$

Los dos valores coinciden dentro de sus márgenes de incertidumbres.



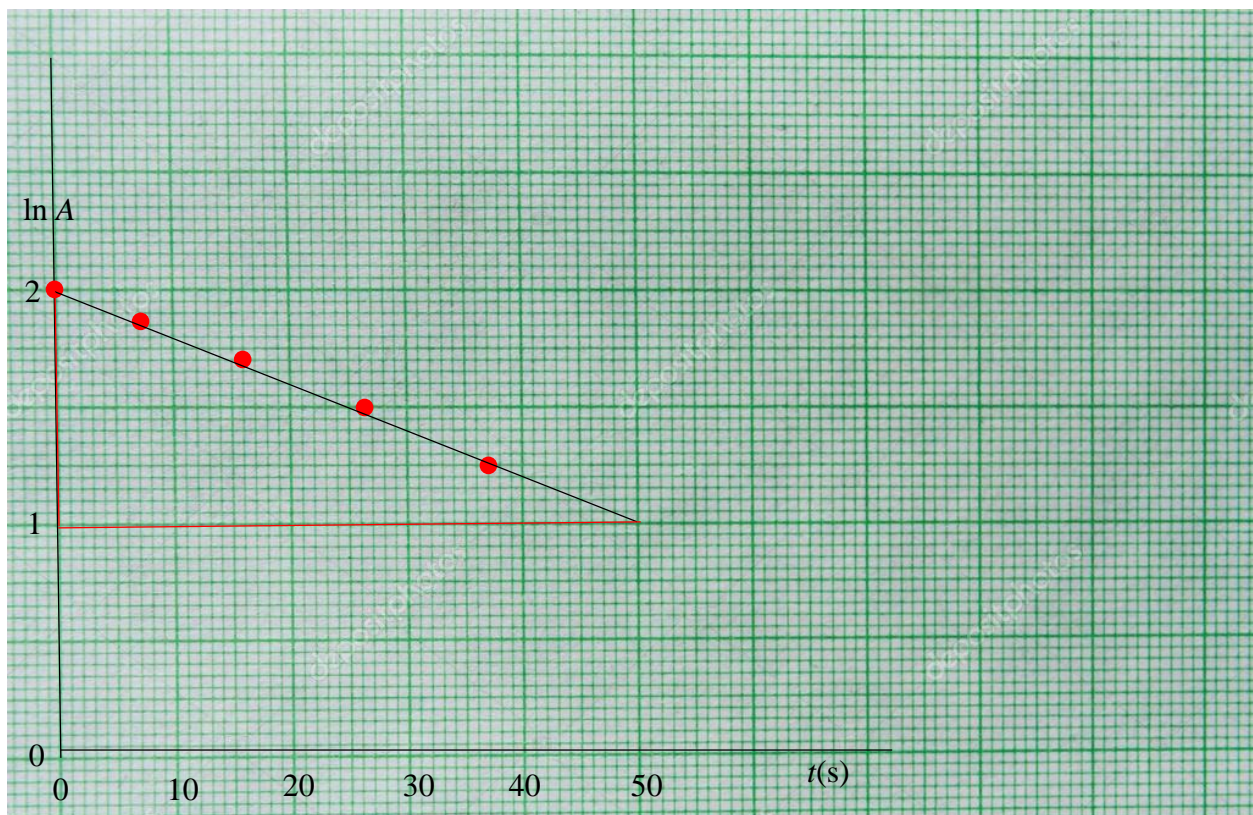
TAREA 5-

Medida de λ .

Posición de equilibrio en la regla: $x_o =$ 30.5 cm

$x(\text{cm})$	$t_1(\text{s})$	$t_{21}(\text{s})$	$t_3(\text{s})$	$t_{\text{avg}}(\text{s})$	$A(\text{cm})$	$\ln A$
38	0	0	0	0	7.5	2.01
37	8.28	6.19	7.35	7.2	6.5	1.87
36	17.47	14.35	15.78	15.8	5.5	1.70
35	26.51	26.66	25.36	26.2	4.5	1.50
34	37.50	36.75	36.41	36.9	3.5	1.25

$\lambda =$ 0.020 s⁻¹



$\lambda = (2 - 1) / (50 - 0) = 1/50 = 0.020 \text{ s}^{-1}$

$A = 7.5(\text{cm}) e^{-.020t}$