Práctica 1. DETERMINACION DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE UN RESORTE (método estático). LEY DE HOOKE.

JORDI BLASCO LOZANO, dni: 74527208D, grupo: 4, 30/04/2024, compañero: Adrián López

2. Objetivo.

Vamos a determinar la rigidez de un resorte utilizando un método estático, considerando la ley de Hooke. Antes de eso, vamos a verificar si hay una relación directamente proporcional entre la fuerza que aplicamos y el cambio en la longitud del resorte. También vamos a medir el tiempo que tarda en oscilar el resorte cuando le agregamos una masa específica. Además, exploraremos cómo se comporta una banda elástica cuando aplicamos fuerza sobre ella, aunque en este caso no sigue la ley de Hooke.

3. Fundamento teórico.

Cuando aplicamos fuerzas a objetos sólidos, como estirar o comprimir un resorte, algunos cuerpos elásticos pueden recuperar su forma original cuando cesan estas fuerzas. Este comportamiento se rige por la ley de Hooke, donde los alargamientos son proporcionales a las fuerzas aplicadas. Sin embargo, este principio tiene límites, como ilustra el comportamiento de materiales como la goma elástica, que no sigue esta ley. En este contexto, exploraremos cómo la masa suspendida en un resorte afecta su constante elástica y cómo se relaciona con su período de oscilación, comprendiendo así los fenómenos físicos involucrados en estos procesos.

4. Instrumentación y montaje experimental.

1. Soporte para muelle
2. Muelle blando (el de mayor diametro)
3. Regla medidora
4. Goma elastica

5. Procedimiento.

Se deben medir las longitudes de los muelles al aplicar una determinada fuerza, a continuación calculamos el error de la fuerza mediante la ley general de propagación de errores y calculamos k según las ecuaciones del espresadas en el ejercicio 8 d) y su periodo de ostilacion calculado en el ejercicio 8 e).

Datos.

a) Muelle seleccionado: **muelle blando (el de mayor diametro)**
b) Sensibilidad en la medida de las masas: **2%**
c) Sensibilidad de la regla graduada para la medida de los alargamientos: **1mm**
d) El error de la deformación Δl se determina como: $\mathrm{E}l_{\mathrm{f}} + \mathrm{E}l_0 = \mathbf{1+1=2}$

$$E_F = \frac{dF}{dm} E_m + \frac{dF}{dg} E_g \Rightarrow E_F = gE_m + mE_g = \mathbf{9.81 \cdot 0.2 + m \cdot 0.01}$$

Calculamos tambien el error relativo de la fuerza y la aplicamos en las tablas

Tabla A1. Valores de las masas, fuerzas aplicadas y alargamientos para el muelle seleccionado.

Medida	$m \pm E_m$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{kg})$	$F \pm E_F\, (\mathrm{N})$	$l \pm 1$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{m})$	$\Delta l \pm 2$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{m})$	$l_{recuperación} \pm E_{l_{recup.}}$ $(\cdot\, 10^{-3}\, m)$
0	*Soporte*	-	323	-	323
1	140 ± 2.8	1373.4 ± 0.34	772	449	772
2	130 ± 2.6	1275.3 ± 0.33	740	417	740
3	120 ± 2.4	1177.2 ± 0.32	708	385	708
4	100 ± 2	981 ± 0.30	644	321	644
5	80 ± 1.6	784.8 ± 0.28	575	252	575
6	60 ± 1.2	588.6 ± 0.26	516	193	516
7	40 ± 0.8	392.4 ± 0.24	454	131	454
8	20 ± 0.4	196.2 ± 0.22	389	66	389

Tabla A2. Valores de las masas, fuerzas aplicadas y alargamientos para la goma:

Medida	$m \pm E_m$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{kg})$	$F \pm E_F\, (\mathrm{N})$	$l \pm 1$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{m})$	$\Delta l \pm 2$ $(\cdot\, 10^{-3}\, \mathrm{m})$	$l_{recuperación} \pm E_{l_{recup.}}$ $(\cdot\, 10^{-3}\, m)$
0	*Soporte*	-	256	-	256
1	250 ± 5	2452.5 ± 0.45	457	201	457
2	230 ± 4.6	2256.3 ± 0.43	455	199	455
3	200 ± 4	1962 ± 0.40	432	176	432
4	180 ± 3.6	1765.8 ± 0.38	407	151	407
5	150 ± 3	1471.5 ± 0.35	387	131	387
6	100 ± 2	981 ± 0.30	336	80	336
7	80 ± 1.6	784.8 ± 0.28	307	51	307
8	50 ± 1	490.5 ± 0.25	288	32	288

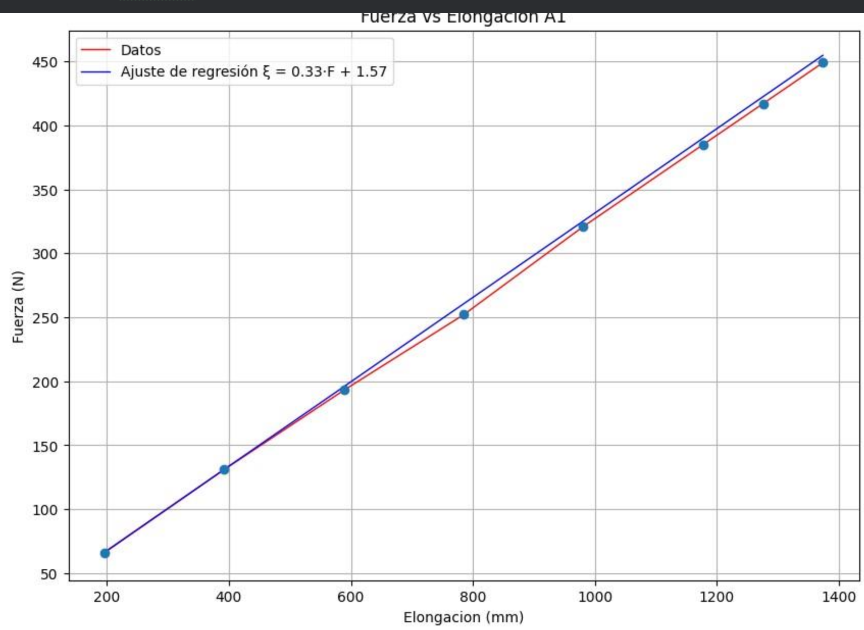
7. Gráficos.

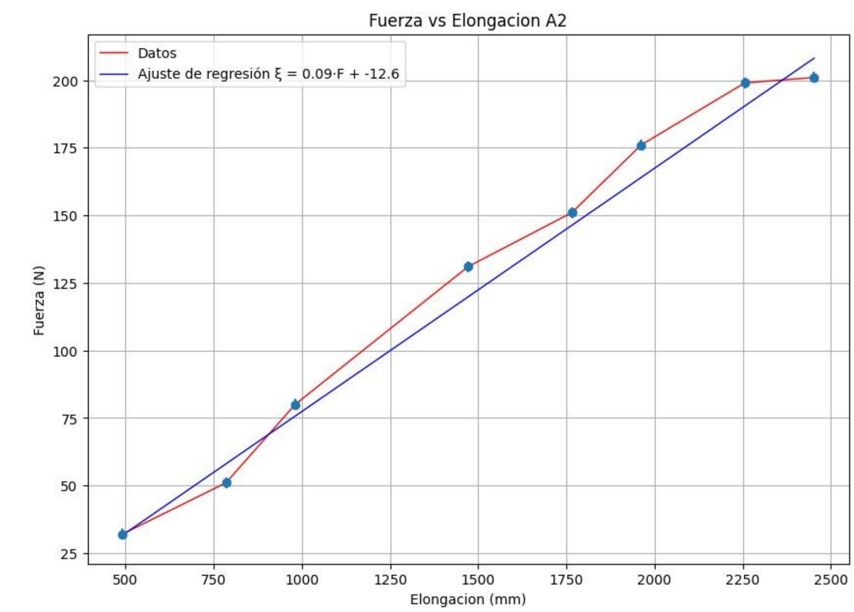
a) Hemos usado python para programar representar las graficas, de modo que hemos usado pandas dataframes para guardar los datos de las tablas y luego las hemos representado mediante matplotlib.pyplot. Los errores también están representados pero se notan poco por ser muy pequeños.

```python
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

TablaA1DF = pd.DataFrame({'fuerza': [1373.4,1275.3 ,1177.2 ,981,784.8 , 588.6 ,392.4 ,196.2 ],
                          'errorFuerza': [0.34,0.33,0.32,0.30,0.28,0.26,0.24,0.22],
                          'elongacion': [449,417,385,321,252,193,131,66],
                          'errorElongacion': [2,2,2,2,2,2,2,2]})
TablaA2DF = pd.DataFrame({'fuerza': [2452.5, 2256.3 ,1962,1765.8, 1471.5, 981, 784.8, 490.5 ],
                          'errorFuerza': [0.45, 0.43, 0.40, 0.38, 0.35, 0.30, 0.28, 0.25],
                            'elongacion': [201, 199, 176, 151, 131, 80, 51, 32],
                            'errorElongacion': [2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2]})
def imprimir_grafica(DF,titulo, pendiente, intercepto):
    plt.figure(figsize=(10,7))
    plt.errorbar(DF['fuerza'],DF['elongacion'],yerr=DF['errorElongacion'],xerr=DF['errorFuerza'],fmt='o')
    plt.grid()
    plt.plot(DF['fuerza'],DF['elongacion'], color='red', linestyle='-', linewidth=1, label='Datos')
    plt.plot(DF['fuerza'],pendiente*DF['fuerza']+intercepto, color='blue', linestyle='-', linewidth=1, label=f'Ajuste de regresión ξ = {pendiente}·F + {intercepto}')
    plt.legend()
    plt.xlabel('Elongacion (mm)')
    plt.ylabel('Fuerza (N)')
    plt.title(titulo)
    plt.show()

imprimir_grafica(TablaA1DF,'Fuerza vs Elongacion A1',0.33,1.57)
imprimir_grafica(TablaA2DF,'Fuerza vs Elongacion A2',0.09,-12.6)
```





8. Cálculos.

a)

tablaA1

A	B	C	D	E
	Valores de X	ERROR X	Valores de	ERROR Y
DATO 1	1373,4	0,34	449	2
DATO 2	1275,3	0,33	417	2
DATO 3	1177,2	0,32	385	2
DATO 4	981	0,3	321	2
DATO 5	784,8	0,28	252	2
DATO 6	588,6	0,26	193	2
DATO 7	392,4	0,24	131	2
DATO 8	196,2	0,22	66	2
DATO 9				
DATO 10				
DATO 11				
DATO 12				
DATO 13				
DATO 14				
DATO 15				
DATO 16				
DATO 17				
DATO 18				
DATO 19				
	Nº PARES:	8		
	A=	6768,9		
	B=	2214	Nº PARES:	8
	C=	7015611,69		
	D=	2292302,7		
	D'=	2281665,857		
	r=	0,999896		
	Pendiente e Intercepto			
	M=	0,325226931		
	ERROR M=	0,002025578		
	n=	1,571428571		
	ERROR n=	3,95381177		

tablaA2:

	A	B	C	D	E
1		Valores de X	ERROR X	Valores de	ERROR Y
2	DATO 1	2452,5	0,45	201	2
3	DATO 2	2256,3	0,43	199	2
4	DATO 3	1962	0,4	176	2
5	DATO 4	1765,8	0,38	151	2
6	DATO 5	1471,5	0,35	131	2
7	DATO 6	981	0,3	80	2
8	DATO 7	784,8	0,28	51	2
9	DATO 8	490,5	0,25	32	2
10	DATO 9				
11	DATO 10				
12	DATO 11				
13	DATO 12				
14	DATO 13				
15	DATO 14				
16	DATO 15				
17	DATO 16				
18	DATO 17				
19	DATO 18				
20	DATO 19				
21		Nº PARES:	8		
22					
23		A=	12164,4		
24		B=	1021	Nº PARES:	8
25		C=	22057314,12		
26		D=	1880871,3		
27		D'=	2034241,37		
33					
34					
35		r=	0,993881		
41					
42		Pendiente e Intercepto			
43		M=	0,092225253		
44		ERROR M=	0,001122554		
45		n=	-12,60810811		
46		ERROR n=	3,792241988		

b)

$M = 0.33 \pm 0.002$ N/m

$n = 1.57 \pm 3.95$ N

$r = 1$

$M = 0.09 \pm 0.001$ N/m

$n =$ -12.6 $\pm$ 3.79 N

$r = 1$

c)

F = 0.33· Δl+ 1.57

F = 0.09· Δl - 12.6

d) Expresar el valor de k y su error de acuerdo con el número de cifras significativas correctas:

K = F / Δl

$$E_K = \frac{dk}{dF}E_F + \frac{dk}{d\Delta l}E_{\Delta l} = \frac{F^2}{\Delta l}E_F - \frac{2F}{\Delta l^2}E_{\Delta l} = \mathbf{1}$$

$k = 3.06 \;\pm\; 1$ N/m

si intentamos calcular k con la goma nos sale un error abismal ya que no sigue la ley de Hooke

e) A partir del valor de k, determinar el valor del periodo T y su error absoluto utilizando la Ec.4.

Masa utilizada: $\boldsymbol{m}$ **= 80 ± 1 g**

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ =***32.13 s***

$E_T = \frac{dT}{dm} E_m + \frac{dT}{dk} E_k = \pi\sqrt{\frac{k}{m}} E_m + m * (-\pi)\sqrt{\frac{k}{m}} E_k = \mathbf{9}\boldsymbol{s}$

$\boldsymbol{T} = 32 \pm 9$ s

9. Resultados y respuestas.

a) Completar la siguiente tabla:

Cuestión	**Resultado**
Constante elástica del muelle seleccionado k	**$3.06 \pm 1\mathrm{N/m}$**
Periodo de oscilación T	**32 $\pm$9 s**

b) Comente que ocurre con la histéresis de la goma elástica.

La goma elastica, al ser un material elastico, este responde de manera diferente a las fuerzas ejercidas ya que las cadenas de polímeros no vuelven instantaneamente a su estado original.

10. Conclusiones.

La experimentación se enfocó en entender el comportamiento de objetos elásticos como resortes y bandas elásticas bajo fuerzas externas. Se estableció la relación entre la fuerza aplicada y el cambio en la longitud del resorte, confirmando que sigue la ley de Hooke con una constante elástica promedio de 3.06 ± 1 N/m. Además, el período de oscilación del resorte fue calculado en 32 ± 9 segundos. Sin embargo, la banda elástica mostró histéresis, indicando una disipación de energía durante la deformación y la recuperación, lo que sugiere limitaciones en la aplicabilidad de la ley de Hooke. En conclusión, la experimentación profundizó la comprensión de la elasticidad y el comportamiento oscilatorio, revelando restricciones en la aplicabilidad de la ley de Hooke en materiales.