

Resultado errado n̄ discutido (-20)

Falta enunciado de propagação de incertezas. (-5)

Trabalho 4B - Estudo do comportamento mecânico de um fio de aço sob tração

Dada comem. contas (nadas) (-15) 60%

→ Objetivos:

- Verificação da lei de Hooke;
- Verificação experimental do comportamento elástico do aço;
- Determinação do módulo de Young de um fio de aço, efetuando medições da força de tração ( $F$ ) e da deformação  $\Delta L$ .

→ Fórmulas necessárias:

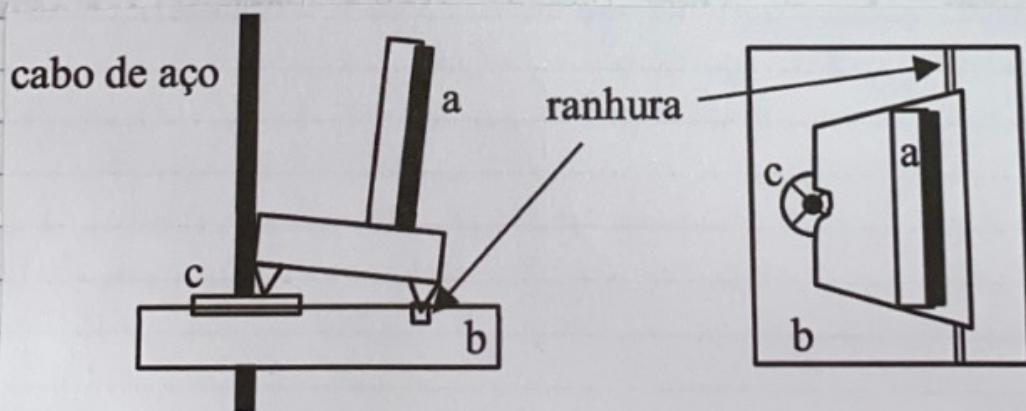
$$T = E \frac{\Delta L}{L_0} = E \lambda \quad \Delta L = L_{\text{final}} - L_0 \quad \rightarrow \text{comprimento inicial}$$

$$m = \frac{E b \pi \varphi^2}{8 D L_0} d \quad T = \frac{F}{S} \quad \rightarrow \text{área da seção reta do fio}$$

$$S = \frac{\pi}{4} \varphi^2 \quad F = mg$$

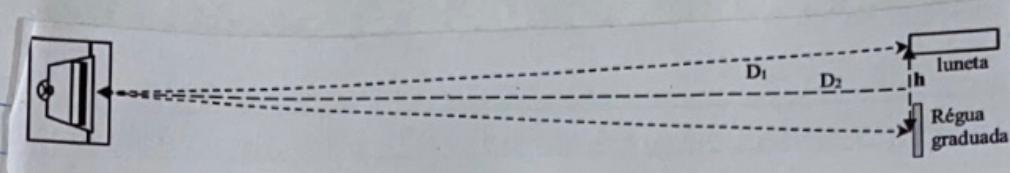
→ Procedimento:

- 1 → Posicionar o espelho conforme representado na figura (colocar os pinos da frente na ranhura e o de trás sobre a garra que está solidária com o cabo de aço).



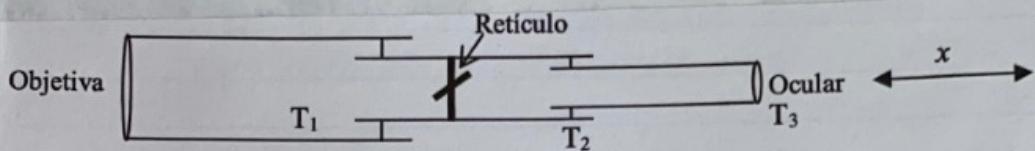
2 → Alinhamento do sistema:

- a) → posicionar o suporte da escala+luneta de modo a direcionar o <sup>máximo</sup> possível do plano do espelho;
- b) → rodar o suporte de modo a ver a conseguir ver a escala pela luneta;



3 → Focagem da imagem:

- deslizar o suporte  $T_3$  da ocular segundo  $x$ , de modo a ter o retículo bem focado;
- focar a imagem através do parafuso lateral da luneta;



4 → Medir  $D$ , usando um fio de nylon ou uma fita métrica.

~~Estimativa~~ Evitar a flexão do fio. Estimar o erro associado à determinação de  $D$ . Registar o valor de  $D$  medida desde o ponto de suspensão do fio até à plataforma que suporta a base do espelho.

5 → Medir o diâmetro do fio em vários locais e calcular o diâmetro médio,  $\bar{d} \pm u(\bar{d})$ . Medir o comprimento do fio.

(NOTA: garantir que o fio se encontra vertical)

6 → Pesar as massas, identificando-as pelo número nelas assinalado;

7 → Iniciar o processo de carga seguido do processo de descarga do prato suspenso. Começar por colocar uma massa de  $\sim 2\text{kg}$ , seguida pelas de  $\sim 1\text{kg}$ . Quando estas acabarem, usar as de  $\sim 2\text{kg}$ .

8 → Representar os dados numa tabela;

9 → Representar graficamente  $m$  em função de  $d$ , para a carga e para a descarga

10 → Identificar o fator de ampliação da alavanca ótica utilizada;

11 → Calcular os valores do módulo de Young da carga e da descarga e respectivas incertezas.

✓

$$D_1: 247 \text{ cm}$$

$$250 \text{ cm}$$

$$250 \text{ cm}$$

$$\bar{D}_1 = 249 \text{ cm}$$

$$D_2: 252,5 \text{ cm}$$

$$251,5 \text{ cm}$$

$$252 \text{ cm}$$

$$\bar{D}_2 = 252 \text{ cm}$$

$$L_0 = 26,0 \pm 0,7 \text{ cm}$$

$$\text{diâmetro do fio: } \varphi_1 = 0,132 \text{ cm} \quad \varphi_2 = 0,131 \text{ cm}$$

$$\varphi_3 = 0,132 \text{ cm}$$

$$\varphi_4 = 0,132 \text{ cm}$$

$$\varphi_5 = 0,132 \text{ cm}$$

$$\varphi_6 = 0,132 \text{ cm}$$

$$\varphi_7 = 0,136 \text{ cm}$$

$$\bar{\varphi} = \frac{0,132 + 0,131 + 0,132 + 0,132 + 0,136}{5} = 0,133 \text{ cm}$$

desvios: - desvio - maior desvio)

$$|\varphi - \varphi_1| = 0,001$$

$$|\varphi - \varphi_2| = 0,002$$

$$|\varphi - \varphi_3| = 0,001$$

$$|\varphi - \varphi_4| = 0,001$$

$$|\varphi - \varphi_5| = 0,003 \rightarrow \text{maior desvio}$$

MÁX

$$\varphi = (0,133 \pm 0,003) \text{ cm}$$

$$E_{\varphi} (\%) = \frac{|0,136 - 0,133|}{0,133}$$

$$= 2,26 \%$$

Fazer com calculo  
no Excel

não é só  
o resultado sugerido.

~~$$\varphi = (0,133 \pm 2,26\%) \text{ cm}$$~~

Indicar  
integramente  
nesses

$$m_1 = (2005,6 \pm 0,1) \text{ g} = (2,0056 \pm 0,0001) \text{ kg}$$

$$m_2 = (1002,6 \pm 0,1) \text{ g} = 1,$$

$$m_3 = (996,9 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_4 = (1001,5 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_5 = (1001,0 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_6 = (996,1 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_7 = (999,3 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_8 = (997,4 \pm 0,1) \text{ g}$$

$$m_9 = (1000,4 \pm 0,1) \text{ g}$$

~~$$m_{10} = (1002,9 \pm 0,1) \text{ g}$$~~

~~$$m_{11} = (1998,6 \pm 0,1) \text{ g}$$~~

~~$$m_{12} = (995,7 \pm 0,1) \text{ g}$$~~

~~$$m_{13} = (1990,5 \pm 0,1) \text{ g}$$~~

~~DISPONÍVEL~~

após o resultado final - 7.2

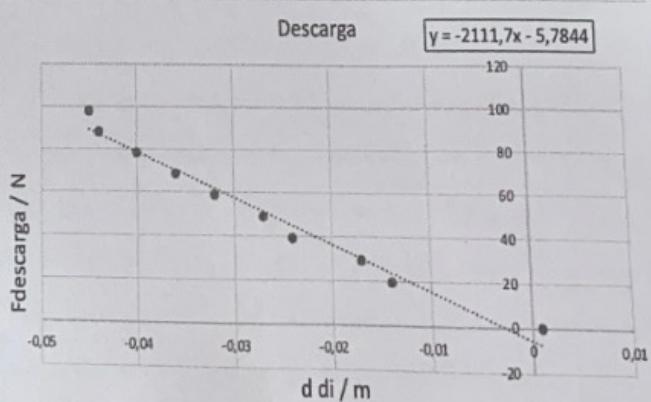
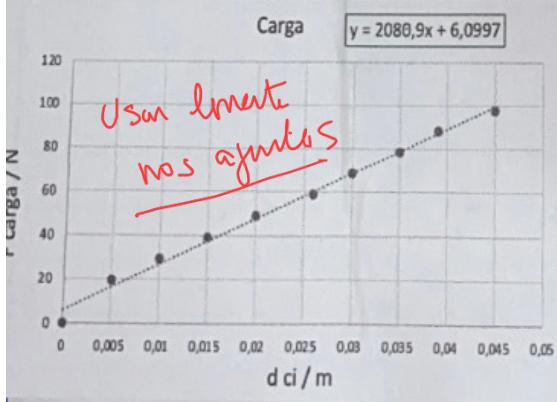
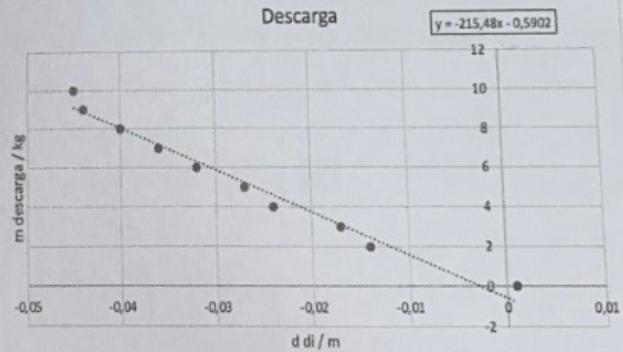
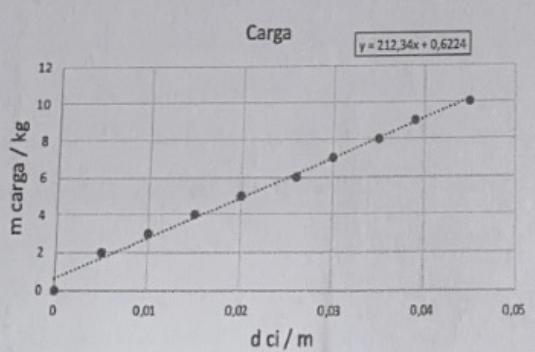
de

Depois de medir  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $L_0$  e  $\varphi$ , inicia-se o processo de carga e descarga. Aqui, é importante verificar se o pio se mantém vertical durante todo o procedimento.

distância  $b$  (cm) = 7,7 cm

↓ *valores dos fechos*

nºs de m	m carga/kg	Fcarga/N	Lci/mm	d ci/m	M descarga/kg	Fdescarga/N	Ldi/mm	d di/m
0	0	0	380	0	10	98	335	-0,045
1	2	19,6	375	0,005	9	88,2	336	-0,044
1+2	3	29,4	370	0,010	8	78,4	340	-0,040
1+2+3	4	39,2	365	0,015	7	68,6	344	-0,036
1+2+3+4	5	49	360	0,020	6	58,8	348	-0,032
1+2+3+4+5	6	58,8	354	0,026	5	49	353	-0,027
1+2+3+4+5+6	7	68,6	350	0,030	4	39,2	356	-0,024
1+2+3+4+5+6+7	8	78,4	345	0,035	3	29,4	363	-0,017
1+2+3+4+5+6+7+8	9	88,2	341	0,039	2	19,6	366	-0,014
1+2+3+4+5+6+7+8+9	10	98	335	0,045	0	0	381	0,001



→ Fator de ampliação da alavanca ótica

$$d = \text{campa} \Delta L \\ \Leftrightarrow \text{campa} = \frac{d}{\Delta L}$$

$$\text{campa} = \frac{2D}{b} = \frac{2 \times 249}{7,7} \\ = \underline{\underline{64,68}}$$

$$D = 249 \text{ cm} \\ b = 7,7 \text{ cm}$$

→ Determinação do módulo de Young (E)

• Carga

$$m = 212,34 \text{ ddi} + 0,6224$$

Lei de Hooke

$$m = \frac{Eb \pi \gamma^2}{8DL_0} d$$

$$\gamma = 0,133 \text{ cm} = 0,00133 \text{ m}$$

$$E = \frac{m \times 8DL_0}{b \pi \gamma^2 d}$$

$$b = 7,7 \text{ cm} = 0,077 \text{ m}$$

$$D = 249 \text{ cm} = 2,49 \text{ m}$$

$$L_0 = 71 \text{ cm} = 0,71 \text{ m}$$

$$212,34 = E \cdot \frac{0,077 \times \pi \times 0,00133^2}{8 \times 2,49 \times 0,71}$$

$$\Leftrightarrow E = 7,018 \times 10^9 \text{ kg m}^{-2}$$

• Descarga

$$m = -215,48 \text{ ddi} - 0,5902$$

$$-215,48 = E \cdot \frac{0,077 \times \pi \times 0,00133^2}{8 \times 2,49 \times 0,71}$$

$$\Leftrightarrow E = \cancel{7,123} \times 10^9 \text{ kg m}^{-2}$$

Unidade  
sóf!  
não pode ser km certo..

→ Conclusão: A partir das medições efetuadas e a sua análise, conclui-se que o aço possui um comportamento elástico quando submetido a forças. Ao aplicar uma força maior ao fio, a elongação aumentava. Quando a força diminuia, a elongação diminuia também.

Na determinação do módulo de Young, verifica-se que positivo na carga e negativo na descarga estão

corretos, uma vez que, se o módulo de Young for positivo, o material esticou-se, e se for negativo, o material encolhe, tal como observado.

(3) pressão atíbia no tecido