

Trabalho T4 – Módulo de Young

Introdução à Física Experimental- 2021/22

Cursos: Engenharia Física e Física

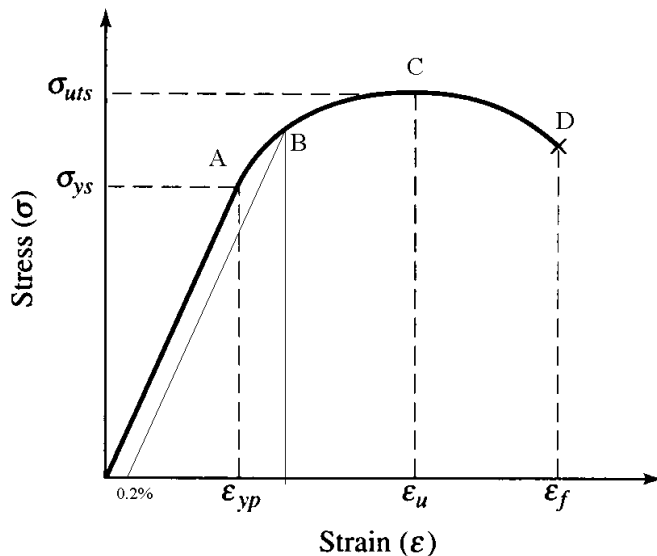
Departamento de Física – Universidade do Minho

Objectivo

Determinação do módulo de Young de diversos materiais.

I - Fundamento teórico

Quando se aplicam forças a um corpo real, tanto a sua forma como as suas dimensões podem mudar pela acção da força. Essas deformações dependem das forças aplicadas e, muitas vezes, a deformação desaparece quando as forças deixam de actuar: o comportamento do material diz-se então **elástico**, e verifica-se em todos os materiais dentro de limites que podem variar muito de caso para caso. Quando se ultrapassa o **limite de elasticidade** o sólido não recupera a forma inicial quando a força deixa de actuar, ficando assim com uma deformação permanente. Se o sólido for submetido a forças de tracção que aumentam gradualmente no tempo, ele sofre inicialmente uma deformação elástica (reversível), depois deformação plástica (irreversível), e finalmente ruptura. Tal comportamento está patente na seguinte curva de tensão-deformação (*stress-strain*):



A – Limite de proporcionalidade

B – Limite de elasticidade

C – Ponto de tensão máxima

D – Ponto de ruptura

O factor de proporcionalidade que existe entre a tensão e a deformação no regime elástico (à esquerda do ponto A na figura) chama-se **módulo de Young** ou **módulo de elasticidade** e o seu valor é característico do material de que é feita a amostra.

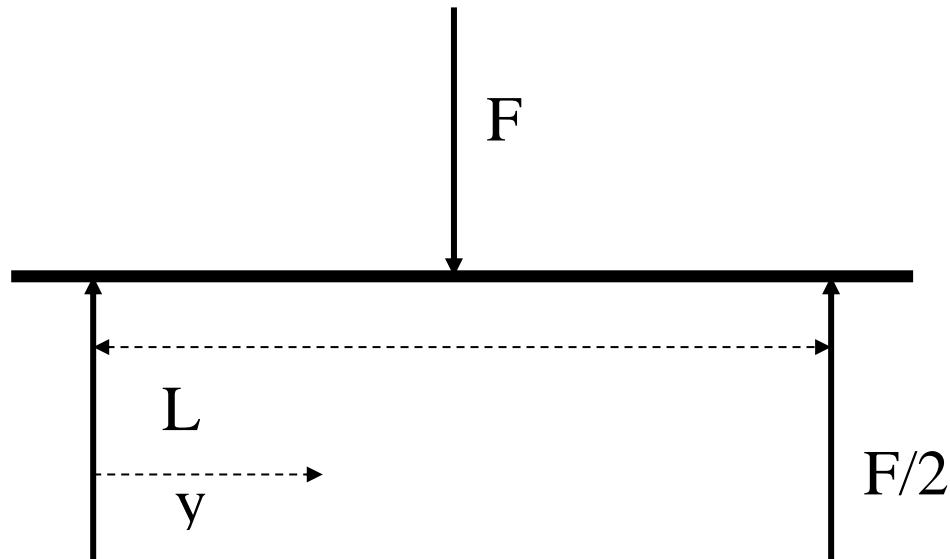
A teoria da elasticidade de materiais mostra que uma barra de secção rectangular submetida a uma força de tracção (F), como indicado na figura 2, sofre uma flexão (X), a uma distância y do apoio, dada por:

$$X = F \times \frac{3L^2 y - 4y^3}{4Eh^3 b} \quad (1)$$

em que E é o módulo de Young, L é o comprimento da vão entre os apoios, b a largura da barra e h a sua espessura. Se se medir a flexão X no centro da amostra, o módulo de Young será dado por:

$$E = \frac{FL^3}{4Xh^3b} \quad \text{ou} \quad F = \frac{4h^3bE}{L^3} X \quad (2)$$

$E_{\text{vidro}} = 72 \text{ GPa}$ ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$)	$E_{\text{latão}} = 103 \text{ GPa a } 124 \text{ GPa}$
$E_{\text{Al}} = 70 \text{ GPa}$	$E_{\text{Cu}} = 130 \text{ GPa}$
$E_{\text{aço}} = 190 \text{ GPa a } 220 \text{ GPa}$	



II - Material necessário

O equipamento necessário para este trabalho laboratorial é o seguinte:

- amostras de diferentes materiais
- craveira
- Micrómetro
- Suporte
- massas
- prato para colocação das massas
- balança

III - Procedimento experimental

Módulo de Young

- i) Meça, o mais rigorosamente que puder, as seguintes dimensões:
 L – comprimento (distância entre os apoios, ver figura),
 b - largura da amostra e
 h – espessura da amostra
- ii) Coloque a amostra no suporte, ajuste a posição e a escala do aparelho de medida.
- iii) Meça a deformação da amostra no ponto central (*a flecha*) em função das massas colocadas no prato. Use como incremento as “massas” com a forma de disco com corte. Registe os resultados para um ciclo de carga e descarga (aumento e diminuição do número de massas).
- iv) Repita o procedimento para as amostras de diferentes materiais.

IV- Resultados e Relatório

1. Na folha de resultados coloque os valores de todas as medidas efetuadas e as respectivas incertezas, tendo em atenção as unidades utilizadas.
2. Para cada um dos materiais utilizados, trace um gráfico de F em função de X . Determine graficamente o módulo de Young e compare com o valor tabelado.
3. Faça uma estimativa da incerteza no valor do módulo de Young encontrado em 2.
4. Discuta os erros sistemáticos e acidentais quantitativamente.
5. Discuta os resultados.



TRABALHO T4 – MODULO DE YOUNG

FOLHA DE RESULTADOS

Grupo:.....; data:...../...../.....
 Alunos:Nº.....
Nº.....
Nº.....

DIMENSÕES

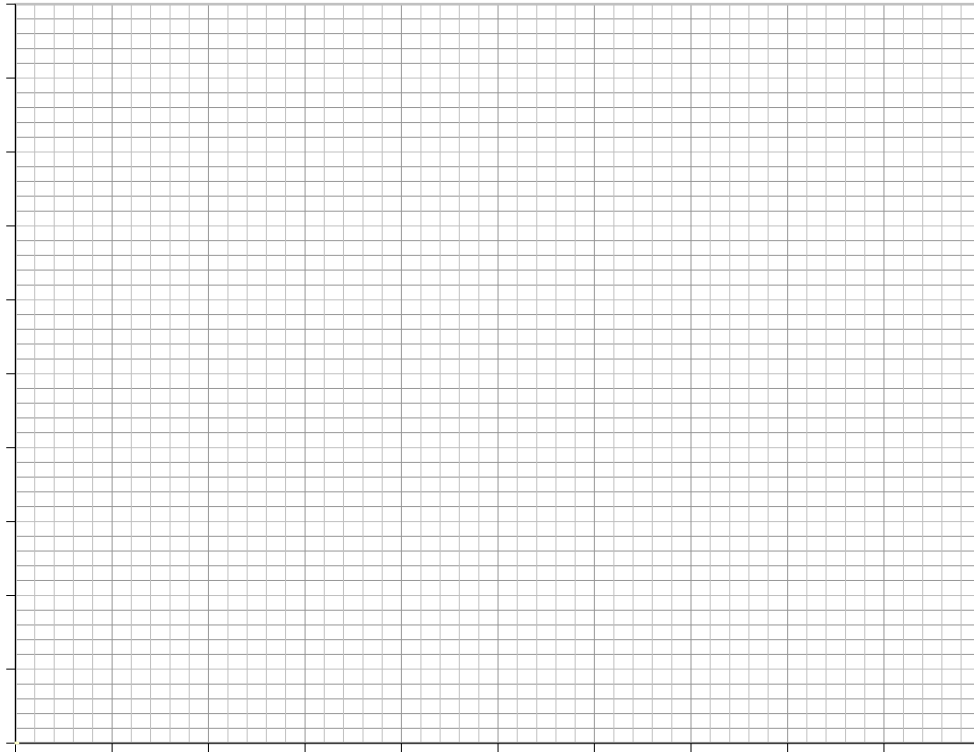
	1	2	3
Comprimento, L	_____	_____	_____
Largura, b	_____	_____	_____
Espessura, h	_____	_____	_____

DEFORMAÇÕES MEDIDAS

Amostra	1-_____	2-_____	3-_____
Massa (g)	X (mm)	X (mm)	X (mm)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Resultados e Relatório

Para cada um dos materiais, trace o gráfico de F em função de X , determine o declive da reta, calcule o módulo de Young e respetiva incerteza.



Discuta os resultados.