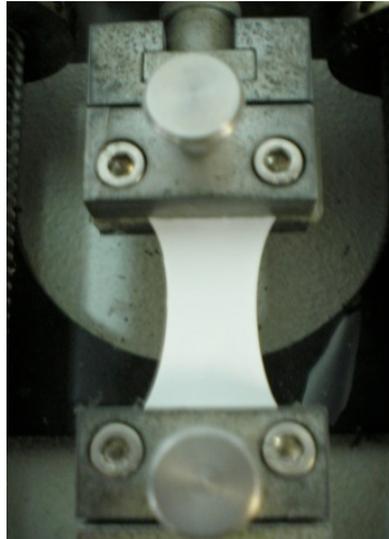


## 2ª sessão na área da Física de preparação para a EUSO2010



### 1 OBJECTIVO

Determinar o módulo de Young de um elástico de borracha.

### 2 INTRODUÇÃO

As características de um material determinam a viabilidade da sua utilização numa aplicação específica. As propriedades físicas dos materiais são grandezas que permitem quantificar determinadas características de um material. Por exemplo, os metais são em geral bons condutores da corrente eléctrica; esta característica é quantificada pela condutividade do material.

As características mecânicas da borracha são adequadas à sua utilização em objectos (por exemplo balões e elásticos) que sofrem deformações significativas quando sujeitos a forças. A partir de determinado valor da força ocorre a ruptura do material. Para forças de pequena intensidade a deformação é pequena, reversível (o objecto volta à sua forma original se a força for retirada) e

directamente proporcional ao valor da força aplicada. Para forças de maior intensidade força e deformação deixam de ser proporcionais (regime de deformação plástica): aumentos de força provocam cada vez uma menor deformação do objecto e a deformação não é reversível; a certa altura ocorre ruptura no material.

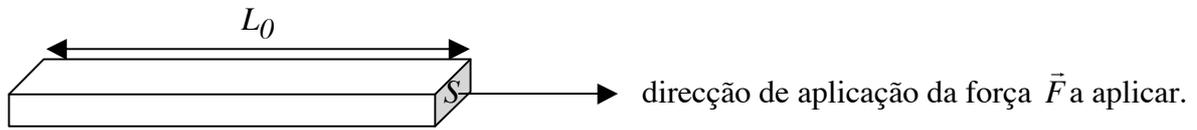


Figura 1

Para avaliar as características mecânicas de um material sólido recorre-se a um teste de tracção: uma faixa rectangular de material com uma certa espessura é sujeita a uma força de intensidade  $F$ , cada vez maior (ver figura 1) ao mesmo tempo que se mede a variação da dimensão do rectângulo ao longo da direcção da força,  $\Delta L = L - L_0$  ( $L$  é o valor dessa dimensão correspondente à força  $F$  e  $L_0$  a medida inicial antes de ter sido aplicada qualquer força).

Os resultados são depois expressos graficamente representado a tensão a que o material foi sujeito, isto é,  $F/S$  (onde  $S$  é a área de um corte da faixa perpendicular à direcção de aplicação da força, também designada por secção recta), em função da deformação relativa do material (também designada por extensão), isto é,  $\Delta L/L_0$ . Na figura 2 mostra-se a curva de tracção obtida para um material polimérico.

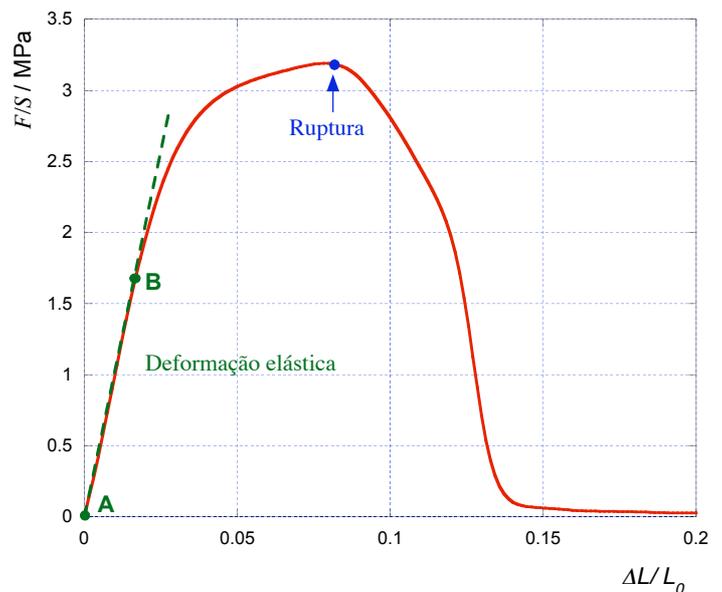


Figura 2

No regime de deformação elástica verifica-se a lei de Hooke:  $F = a \Delta L$ , onde  $a$  é a constante de proporcionalidade entre a força aplicada e a distensão do material. A curva de tracção é nesta região uma recta de equação

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L_0} \quad (\text{Equação 1})$$

Habitualmente designa-se o declive desta recta,  $E$ , por módulo de Young. Quanto maior for o módulo de Young de um material maior será a deformação que se produz com uma mesma força. No sistema internacional de unidades tanto a tensão como o módulo de Young são expressos em múltiplos ou submúltiplos do  $N/m^2$ .

### 3 PROCEDIMENTO

#### Material

Faixa de borracha, dinamómetro, suporte vertical, régua, molas para prender as extremidades da faixa, acessório deslizante sobre a régua capaz de produzir deformação na borracha, micrómetro, craveira.

- 1- Com o micrómetro/craveira efectuar as medições necessárias para a determinação de  $S$ . Na folha de respostas, em R1, fazer um esquema explicativo das medições efectuadas e registar os respectivos valores. Calcular o valor de  $S$  (não esquecer a indicação correcta das unidades).
- 2- Medir a distância,  $L_0$ , entre as linhas marcadas na faixa de borracha. Registrar o valor em R2.
- 3- Prender a mola suspensa na extremidade do dinamómetro à faixa de borracha por forma a que o aperto coincida com uma das linhas marcadas na faixa.
- 4- Ajustar a porca na parte superior do dinamómetro para que o nível de indicação da força fique coincidente com o zero da escala.
- 5- Prender a mola colocada no acessório deslizante à parte inferior da faixa de borracha por forma a que o aperto coincida com a outra linha marcada na faixa.

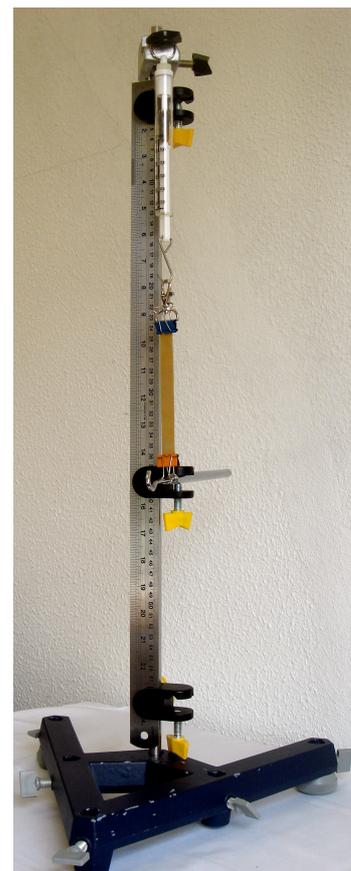


Figura 2

- 6- Mover o acessório deslizante por forma a que a faixa de borracha fique sujeita a uma pequena tensão e distendida. Registrar em R3 os valores da força,  $F$ , indicada pelo dinamómetro\* e da posição,  $x$ , da parte superior do acessório deslizante medida na régua.

\*NOTA: antes de efectuar a leitura decida qual o menor intervalo de valores de força que consegue distinguir na escala do dinamómetro com o nível de indicação. Este valor corresponde à resolução da leitura. Não esqueça indicar na tabela de registo as unidades em que efectuar as leituras.

- 7- Repita o procedimento anterior para outras distensões da mola. Registe os pares de valores ( $F$ ,  $x$ ) na tabela em R3.
- 8- Use a folha de papel milimétrico e marque num gráfico de  $F$  em função de  $x$  os pontos obtidos experimentalmente. Não esqueça a indicação das unidades. Anexe o gráfico à folha de respostas.

9- Trace a recta que melhor se ajusta aos pontos do gráfico. Em R4 indique os cálculos a efectuar para a determinação do declive,  $m$ , e da ordenada na origem  $b$  dessa recta. Escreva a sua equação.

O funcionamento do dinamómetro baseia-se no valor da distensão,  $\Delta x_m$ , de uma mola quando sujeita a uma força,  $F$ . Esta distensão também obedece à lei de Hooke:  $F = k \Delta x_m$ . A constante  $k$  é uma característica da mola habitualmente designada por constante elástica da mola.

10- Tendo em conta a escala marcada no dinamómetro, indique em R5 o valor da constante elástica da mola. Justifique.

Na experiência efectuada o acessório deslizante puxa a faixa de borracha e a mola. No esquema da figura 3 ilustram-se duas situações:

- na da esquerda, o acessório deslizante, posicionado em  $x_0$ , não exerce qualquer força no sistema. Assim, tanto a faixa de borracha como a mola possuem o seu comprimento natural;
- na da direita, o acessório deslizante, posicionado em  $x$ , exerce uma força  $\vec{F}$  na faixa de borracha verticalmente para baixo. A mola fica também sujeita a uma força de igual intensidade que a puxa também para baixo. A faixa de borracha distende de  $\Delta L = F/a$  e a mola de  $\Delta x_m = F/k$ , de tal forma que  $x - x_0 = \Delta L + \Delta x_m$ . Tendo em conta estas relações vem que:

$$F = \frac{a k}{a + k}(x - x_0) \quad (\text{Equação 2})$$

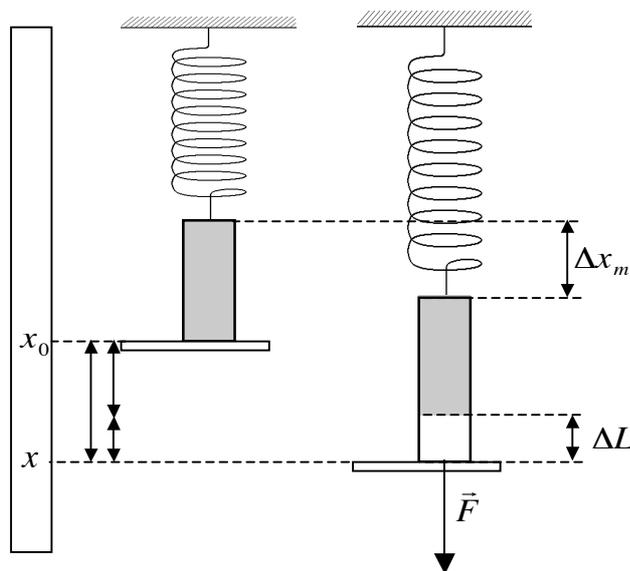


Figura 3

## Folha de respostas

R1

*Esquema das medições efectuadas:*

*Valores medidos:*

*Cálculo de S:*

R2

*Distância entre marcas:*

R3

*Força exercida pelo acessório deslizador lida no dinamómetro e posição do acessório deslizador medida na régua:*

<i>F/ ____</i>	<i>x/ ____</i>

R4

*Determinação dos parâmetros da recta:*

- *Declive*
  
- *Ordenada na origem*

*Equação da recta:*

R5

*Valor da constante elástica da mola do dinamómetro:*

Tendo em conta a equação 2, o que representam os parâmetros da recta:

A partir de um dos parâmetros da recta e do valor registado em R5 para  $k$  determine o valor de  $a$ .

Escreva a relação entre  $a$  e o módulo de Young,  $E$ , definido pela equação 1. Determine o seu valor.

A recta que traçou não corresponde a uma parte da curva de tracção como a representada na figura 1. Indique como, a partir dos resultados experimentais obtidos, poderia calcular coordenadas de pontos dessa curva.

Indique o conjunto de valores de coordenadas da curva de tracção da faixa de borracha.

$F/S / \text{---}$	$\Delta L/L_0$

Em papel milimétrico represente os pontos da tabela anterior. Anexe o gráfico à folha de respostas.

Obtenha a equação da recta que melhor se ajusta aos pontos. Essa recta passa pela origem?  
Faz sentido que assim seja? Porquê?

O que representa o declive da recta?