



Sociedade Portuguesa de Física

Olimpíadas de Física

Etapa Regional

16 de abril de 2016

Duração: 1 h 25 min

PROVA EXPERIMENTAL

Escalão B

Eleutério Eletrão e Manfredo Muão planeiam ir fazer *Bungee jumping* (salto a partir de uma estrutura elevada, estando preso a uma corda elástica), mas Manfredo está muito apreensivo:

Manfredo: Eleutério, esta corda elástica de que me falaste é mais ou menos como uma mola, não é?

Eleutério: É sim, Manfredo! Porquê? O que é que te preocupa?

M: Eu lembro-me de ter ouvido o professor de Física a falar sobre o movimento das molas a propósito das ondas harmónicas. Falámos nas muitas oscilações que um corpo faz quando em movimento harmónico ... Mas eu não quero ficar a oscilar para sempre na corda elástica do *Bungee jumping*!

E: Não precisas de te preocupar! O teu movimento quando estiveres preso à corda é um movimento oscilatório, mas é muito amortecido.

M: O que é isso?

E: Significa que, à medida que vais oscilando, a amplitude $A(t)$ do teu movimento (isto é, a distância do afastamento máximo em relação à posição de equilíbrio), num dado instante t , vai ficando cada vez mais pequena. Em boa verdade, essa amplitude segue aproximadamente a lei linear:

$$\ln(A(t)) = C - \gamma t,$$

onde γ se designa coeficiente de amortecimento e C é uma constante (que corresponde a $\ln(A(t=0))$).

M: Ó Eleutério! Não te esqueças que eu ainda não aprendi essas coisas! Que raio é esse \ln que para aí escreveste?

E: Pois é, desculpa! É uma função matemática que vais aprender no 12.º ano e que se chama logaritmo natural (é uma função semelhante ao logaritmo utilizado na escala de pH mas a base usada não é 10). Para já podes calculá-la usando a tua calculadora científica (tecla “ln” ou “LN”). A expressão mostra que quanto maior for o coeficiente de amortecimento γ , mais rapidamente decai a amplitude do movimento para zero. Num instante vais ver que estás parado na posição de equilíbrio!

M: Espera lá! Como é que eu sei qual é o coeficiente de amortecimento?

E: Queres fazer uma experiência?

M: Vamos lá! De certeza que é mais seguro do que o *Bungee jumping*!

Instruções para reproduzir a experiência realizada pelo Eleutério e pelo Manfredo

Dispõe do seguinte equipamento:

- uma mola “*slinky*”;
- uma fita métrica;
- um cronómetro;
- papel milimétrico;
- fita adesiva.

Coloca a mola na borda da mesa, prendendo-a de forma que fiquem livres de oscilar verticalmente cerca de 20 espiras. O número de espiras livres de oscilar deve ser o maior possível. Contudo, tens de assegurar que a mola não bate no chão quando a colocares a oscilar. As restantes espiras ficam assentes sobre a mesa, fixas com fita adesiva. Experimenta, pois, um pouco de forma a tomares alguma familiaridade com o movimento da mola.

Dispõe a fita métrica verticalmente próxima da mola (sem tocar, claro!). Coloca a mola em oscilação com a maior amplitude possível e começa por observar o movimento oscilatório amortecido. Mede, com o maior rigor possível, a amplitude do movimento à medida que o movimento progride, bem como os instantes em que ocorrem as posições de máximo afastamento da posição de equilíbrio (basta registar quando a mola desce). Tem em atenção que:

1. De forma a minimizar o erro de medida, deves repetir a medida de cada posição e de cada instante algumas vezes (no mínimo 3) e tomar a média dos valores medidos.
2. Deves tentar medir as amplitudes e instantes para o maior número possível de oscilações.

Representa num gráfico $\ln(A(t))$ em função de t . A partir do gráfico, determina o coeficiente de amortecimento da mola.

A espessura de cada espira é cerca de 1,4 mm. Estima o tempo que será necessário para que a amplitude de vibração da mola seja inferior a este valor.