



## Sociedade Portuguesa de Física

Olimpíadas de Física

Etapa Regional

16 de abril de 2016

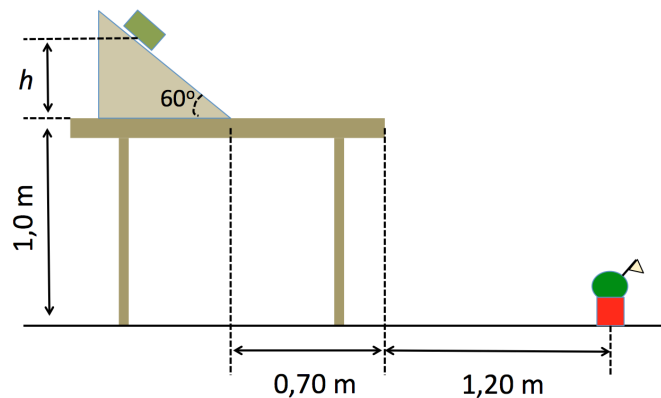
Duração: 1 h 15 min

### PROVA TEÓRICA

#### Escalão B

#### Problema 1: O Bloco e o Manjerico

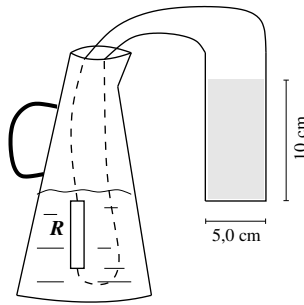
Um bloco de 1,0 kg é deixado deslizar de num plano inclinado, partindo do repouso desde uma altura  $h$  e quando cai embate num manjerico que está no chão (ver figura). A força de atrito no plano inclinado é 5,0 N e é desprezável no tampo da mesa. Calcula a altura  $h$  e o tempo que o bloco demora até chegar ao manjerico. Considera a aceleração gravítica  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



#### Problema 2: Aquecer água com campos magnéticos

O António estava aborrecido num dia de chuva e decidiu construir um equipamento para aquecer água.

Para criar um campo magnético bastante intenso, decidiu utilizar um conjunto de bobinas supercondutoras arrefecidas por azoto líquido que tinha lá na despensa ao lado dos queijos que estavam a curar. Depois foi buscar uns fios elétricos que estavam espalhados pelo quarto e ligou-os a uma resistência  $R = 10 \Omega$ . Colocou a resistência numa cafeteira com 200 g de água e ligou-a aos fios do modo indicado na figura.



As bobinas foram alinhadas de modo a criar um campo magnético uniforme na região marcada a sombreado e perpendicular a essa região. Quando estas são ligadas à corrente o António consegue regulá-las de modo a que a intensidade do campo magnético produzido aumente no tempo da seguinte forma:  $B(t) = a t$ , onde  $a$  é a taxa de variação do campo magnético por unidade de tempo. A intensidade máxima do campo magnético que o António consegue produzir é 2,0 T.

- a) Inicialmente o António decide variar o campo magnético à taxa  $a = 0,50$  T/s. Neste caso, escreve a expressão para o valor do fluxo magnético na área sombreada em função do tempo, e indica a força eletromotriz induzida no circuito.
- b) Como a água não estava a aquecer suficientemente depressa, o António decidiu fazer uns cálculos rápidos supondo que toda a energia transferida para o circuito é utilizada para aquecer a água e desprezando as perdas de energia para a vizinhança. Ele chegou à conclusão que teria de aumentar a intensidade do campo muito mais rapidamente. Sabendo que a capacidade térmica mássica da água é  $c = 4,19$  kJ/(kg K), em que intervalo de tempo ele teria de atingir o campo máximo produzido pela bobina de modo a conseguir fazer a temperatura dos 200 g de água aumentar 1 °C?

### Problema 3: Satélite Nuclear

- a) Faz uma estimativa da energia que seria necessário fornecer a um satélite de 100 kg que está em repouso no Polo Norte para o colocar a orbitar a Terra a 100 km de altitude, se na subida do satélite fosse desprezável o atrito do satélite com a atmosfera. Considera que a aceleração da gravidade,  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, é aproximadamente constante durante a subida do satélite e que o raio da Terra é  $r_T = 6371$  km.
- b) Para colocar o satélite no espaço, a famosa companhia aeronáutica *TugaLev* decidiu utilizar a energia obtida a partir do bombardeamento por um feixe de neutrões de uma placa de 1,00 mm de espessura de dióxido de urânio-235 com elevada pureza.
  - i) Sabendo que a massa isotópica relativa do urânio-235 é 235,044, que a massa atómica relativa do oxigénio é 15,999 e que a massa volúmica da placa de dióxido de urânio é  $1,060 \times 10^4$  kg/m<sup>3</sup>, estima o número de átomos de urânio por unidade de área da placa (considere que a constante de Avogadro é  $N_A = 6,022 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>).
  - ii) Quando um neutrão choca com um núcleo de urânio dá-se uma reação nuclear que liberta  $3,34 \times 10^{-11}$  J. Assumindo que a irradiância do feixe de neutrões é uniforme, que incidem  $2,00 \times 10^{17}$  neutrões, perpendicularmente à placa, por metro quadrado e por segundo, apenas durante um minuto, e que a *TugaLev* consegue aproveitar somente 25% da energia libertada pelas reações nucleares, qual é a área da placa que se teria de irradiar para armazenar suficiente energia para lançar o satélite? Considere que todos os neutrões que embatem na placa reagem com núcleos de urânio. Qual é a percentagem de átomos de urânio da placa que reagiram?

No entanto, após todo este cálculo, os engenheiros da *TugaLev* lembraram-se que depois de cada choque entre um neutrão e um átomo de urânio seriam emitidos vários neutrões, aumentando a possibilidade de uma reação nuclear em cadeia nos seus armazéns. Decidiram pensar melhor em como controlar a reação nuclear antes de comprar o urânio.