

Sociedade Portuguesa de Física
Olimpíadas de Física - Etapa Nacional

28 de maio de 2022

Duração: 1 h 15 min

Prova Teórica - Escalão B

Problema 1: A árvore dos Patafúrdios

Um biólogo encontra-se à procura de Patafúrdios, aves autóctones da Península Ibérica, com o objetivo de lhes colocar um localizador GPS para estudar os seus ciclos migratórios. Na sua procura, avista um exemplar num ramo dum árvore, a 20 m do solo. O biólogo decide capturá-lo, usando dardos tranquilizantes que dispara com uma arma. Para preparar o seu tiro da melhor forma, sobe a uma árvore vizinha e colocando-se à mesma altura a que o Patafúrdio se encontra. Aponta a mira na horizontal (na direção do Patafúrdio) e dispara a arma imprimindo uma velocidade de 170 m/s ao dardo. As árvores distam entre si 255 m. Considera que a intensidade da aceleração da gravidade é igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

- Mostra que o biólogo não consegue atingir o Patafúrdio, determinando a distância entre o dardo e o Patafúrdio quando ambos se encontram na mesma linha vertical. A que distância da árvore onde se encontra o biólogo, medida na horizontal, o dardo atinge o solo?
- Qual o ângulo, relativamente à horizontal, que o biólogo deve dar à direção do projétil para conseguir atingir o Patafúrdio? Se necessitares, usa a relação matemática $\sin(2\theta) = 2 \sin \theta \cos \theta$.
- Considera agora que o Patafúrdio avistou o biólogo e se assustou com a visão deste a apontar-lhe a arma, tendo por isso caído do ramo onde se encontrava no momento em que biólogo disparou o dardo na horizontal. Mostra que o Patafúrdio cometeu um erro ao cair do ramo.

Problema 2: Um som silencioso

Sons com frequências superiores a 20 kHz são designados por ultrassons. Estas ondas acústicas são inaudíveis para os seres humanos e, como se propagam devido à vibração do meio, dependem das propriedades desse mesmo meio. Na medicina, a ecografia é um método de diagnóstico muito recorrente que utiliza ondas ultrasónicas de alta frequência. As ondas produzidas por um gerador exterior ao corpo humano penetram neste e propagam-se nos tecidos moles, sendo refletidas por algumas estruturas internas do organismo. A deteção das ondas refletidas (ou ecos) por um sensor colocado junto do gerador permite, após um processo de reconstrução da imagem, visualizar as estruturas

internas do organismo. O comprimento de onda é um dos principais fatores de resolução dos sistemas de imagem que utilizam ultrassons. Considerando que a velocidade média de propagação dos ultrassons nos tecidos moles é de 1540 m/s e que o ultrassom é eficaz até uma distância equivalente a 250 comprimentos de onda, determina:

- a) o comprimento de onda correspondente ao menor detalhe visível quando são utilizados ultrassons com uma frequência de 5,0 MHz;
- b) a que profundidade o ultrassom deixa de ser eficaz;
- c) quanto tempo a onda emitida demora a chegar ao recetor, após ser refletida por uma estrutura sólida que se encontra num tecido mole, à profundidade de 15 cm.

Problema 3: Bola saltitona

Uma esfera de alumínio ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$) com 10 cm de diâmetro, à temperatura ambiente de 21 °C, é largada de uma altura de 50 cm. O coeficiente de restituição após cada impacto no solo é 0,9. Assume que a energia dissipada em cada ressalto é equitativamente distribuída entre a esfera e o solo, sendo desprezáveis as perdas de energia para o ar. A capacidade térmica mássica do alumínio é de $0,9 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Após o oitavo ressalto da esfera, determina:

- a) a altura máxima que a esfera atinge;
- b) a temperatura da esfera, assumindo que esta é constante em todo o material da esfera.