



OLIMPIÁDAS NACIONAIS DE FÍSICA 2010

5 DE JUNHO DE 2010

DURAÇÃO DA PROVA: 1 h 15 min

PROVA TEÓRICA

ESCALÃO B

Problema 1 – Estrela de neutrões na nebulosa de Caranguejo

Na nossa galáxia, na constelação de Taurus, existe uma nebulosa (Nebulosa de Caranguejo, designação M1, NGC 1952, Taurus A), resultante da explosão de uma estrela muito pesada. Nesta explosão foram libertadas quantidades enormes de radiação, com vários comprimentos de onda. Parte dessa radiação chegou à Terra e foi observada.

Nos antigos registos astronómicos chineses encontra-se a descrição:

“... No primeiro ano do período *Chih-ho*, na quinta lua, no dia *chi-ch'ou* (*dia 4 de Junho de 1054*), uma estrela nova surgiu no céu. Ao fim de um ano, a estrela começou a desaparecer...”

E nos Estados Unidos foi encontrada a seguinte gravura feita por índios, com cerca de mil anos, que representa uma estrela muito brilhante próxima da Lua:



a) Sabendo que a nebulosa de Caranguejo está a uma distância da Terra de 62×10^{15} km, calcula em que ano a estrela explodiu.

Continua no verso



A nebulosa de Caranguejo contém no seu centro uma estrela de neutrões.

- b)** Estima a densidade duma estrela de neutrões (considerando que a estrela é formada apenas por neutrões dispostos de um modo compacto e que um neutrão é uma esfera rígida com raio $0,8 \times 10^{-15}$ m).
- c)** Se a massa da estrela for 3×10^{30} kg, qual o seu raio? Compara-o com o raio da cidade de Lisboa, de área $2\,870$ km², admitindo que a área desta cidade é aproximadamente circular.
- d)** Supondo que a mecânica de Newton é válida na superfície de uma estrela de neutrões, estima a aceleração da gravidade à superfície daquela estrela de neutrões e compara-a com a da Terra.
- e)** A velocidade de escape de um objecto em órbita de um planeta ou estrela é a velocidade mínima que permite ao objecto escapar à atracção gravítica e tem um valor que é $\sqrt{2}$ vezes a velocidade orbital. Supondo a mesma aproximação anterior, estima a velocidade de escape à superfície da estrela e compara-a com a velocidade da luz.
- ($c = 299\,792\,458$ m/s, massa do neutrão $= 1,675 \times 10^{-27}$ kg, $G = 6,67428 \times 10^{-11}$ m³/(kg·s²))

Problema 2 – Corrida de carrinhos de pista

Uma pista de “carrinhos de corrida” em forma de meia lua é constituída por um percurso recto de 5 m de comprimento seguido dum percurso em semi-círculo de perímetro igual a $2,5\pi$ m que fecha o circuito no início do percurso recto. Consideramos que as transições entre as partes recta e curva da pista são contínuas e suaves. A pista está no plano horizontal. Dois carrinhos, A e B, disputam uma corrida de uma volta completa ao circuito, começando por percorrer a recta toda. A velocidade limite de ambos é igual a 1 m/s. O valor da aceleração e desaceleração é de $0,5$ m/s² para o carro A e de 1 m/s² para o carro B. Na curva (desprezar a transição entre a recta e a curva), a rapidez máxima com que podem deslocar-se é de $0,8$ m/s para o carro A e de $0,6$ m/s para o carro B.

- a)** Considerando que os “pilotos” destes carros são peritos em Física, qual dos carros irá passar primeiro no final da recta da pista? E qual irá vencer a corrida?
- b)** Construir os gráficos da velocidade e do espaço percorrido em função do tempo para cada um dos carrinhos.
- c)** Qual é o valor da força de atrito centrípeta que actua no carrinho A quando este executa o percurso em curva? Trata-se de atrito estático ou cinético?
- d)** Qual o trabalho efectuado pela força de atrito sobre o carro A durante todo o percurso em curva?