

XIV OLIMPIÁDA IBEROAMERICANA DE FÍSICA

PROVA TEÓRICA

30 DE SETEMBRO DE 2009

Problema 1 – Buraco negro newtoniano

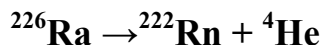
a) Encontre a velocidade mínima necessária para que um projétil disparado da Terra se afaste infinitamente desta (*velocidade de escape*), em função do raio da Terra (R_T) e da aceleração da gravidade à superfície da Terra (g). Despreze o atrito do ar e o movimento da Terra. (3 pontos)

Considere: $R_T = 6400$ km, $g = 10$ m/s².

b) Usando a mecânica de Newton, calculou-se, na segunda metade do século XVIII, o raio que uma estrela com a mesma massa da Terra deveria ter para que a velocidade de escape da sua superfície fosse igual (ou superior) à velocidade da luz no vácuo. Calcule o raio dessa hipotética estrela. (3 pontos)

Problema 2 - Radioatividade

O rádio é um elemento radioactivo cujo núcleo é formado por 88 protões. O seu isótopo mais estável é o rádio-226, que se desintegra em radão-222 e uma partícula alfa (hélio-4):



Estando um núcleo de rádio em repouso, a soma das energias cinéticas dos produtos da desintegração é 4,87 MeV.

Numa experiência dispõe-se de uma amostra de 1 grama de rádio-226 puro no interior de uma garrafa de material inerte hermeticamente fechada. A quantidade aproximada de átomos de rádio na garrafa é $(6 / 226) \times 10^{23}$ átomos.

Considere que as massas de radão-222 e hélio-4 são 222 u e 4 u, respectivamente, com $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$.

(a) Considerando que as velocidades envolvidas são não-relativistas, determine a energia cinética da partícula alfa depois de um evento de desintegração de rádio-226. Exprima o seu resultado em MeV. (3 pontos)

(b) A meia-vida do rádio-226 é de 1600 anos. Isto significa que, passado esse tempo, somente metade dos isótopos de rádio-226 estarão presentes na amostra. Determine a energia libertada dentro da garrafa durante 1 dia devido ao decaimento do rádio-226. (3 pontos)

(c) Calcule o aumento da temperatura de um litro de água se se utilizasse a energia calculada em (b) para a aquecer. A capacidade térmica mássica da água é $4,2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ (2 pontos)

Neste problema podem ser úteis as seguintes aproximações:

$\ln 2 \sim 0,69$; $e^b \sim 1 + b$ para $|b| < 0,1$. Ainda, $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$.

Problema 3 - A corrente e a balança

Uma corrente unidimensional e homogênea de comprimento L e massa M é suspensa por uma ponta, ficando a outra ponta quase a tocar na superfície de uma balança. A corrente mantém-se esticada e imóvel. Subitamente a corrente é solta e cai verticalmente sobre a balança.

- (a) Determine a tensão em cada ponto da corrente **antes de esta ser solta**. Dê a resposta em função da distância z medida a partir do extremo inferior da corrente. (2 pontos)
- (b) Determine a tensão em cada ponto da corrente **imediatamente depois de esta ser solta**. (2 pontos)
- (c) Determine e faça um gráfico da carga registrada pela balança em função do tempo, supondo desprezável a oscilação do prato da balança e ignorando os ressaltos da corrente. Considere que o registro é feito desde que a corrente começa a cair até ela ter caído totalmente sobre o prato da balança. (4 pontos)

Indique no gráfico os pontos mais significativos, deduzindo as expressões algébricas que permitem calcular os respectivos valores.

Problema 4 – A radiação solar

A potência total radiada pela superfície do Sol é aproximadamente 4×10^{26} W. O tempo que demora a sua luz a chegar até à Terra é 500 segundos. Para este problema, considere um observador no equador terrestre num dia de equinócio*.

(a) Calcule a intensidade (potência por unidade de área) da radiação solar ao chegar à órbita terrestre. (2 pontos)

(b) A luz solar atravessa a atmosfera terrestre até chegar à superfície. No trajecto perde-se aproximadamente 50% da energia. Esta perda considera-se constante no tempo (o que não é verdadeiro!). Tendo em conta a rotação da Terra, determine e represente num gráfico, em função do tempo, a potência de radiação recebida por uma superfície horizontal de 1 m^2 , ao longo de um dia. (3 pontos)

(c) Suponha que a energia solar é absorvida por painéis solares, dispostos horizontalmente, que a transformam em energia eléctrica com uma eficiência de 20%. Estime a área total destes painéis para que o valor médio da potência gerada durante 24 horas seja de 1 gigawatt (que é da ordem do consumo residencial de uma cidade de 6 milhões de habitantes na Iberoamérica). (3 pontos)

* Equinócio: No equador o Sol nasce às 06:00h e põe-se às 18:00h, passando pelo zénite ao meio-dia.