OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

2019

FASE 2

NÍVEL D

D1. a)

$$E_{Sol} = E_{cinética} = \frac{1}{2}Mv^2 \rightarrow M = \frac{2E_{Sol}}{v^2}$$

Substituindo-se os valores:

$$M = \frac{2(3{,}6 \times 10^{26}\ J/s)}{(600 \times 10^3\ m/s)^2} = \frac{7{,}2 \times 10^{26}\ J/s}{3{,}6 \times 10^{11}\ m^2/s^2} \rightarrow \boldsymbol{M = 2{,}0 \times 10^{15}\ kg/s}$$

b) Se 2×10^{15} kg precisam cair no Sol a cada segundo para manter a sua emissão energética, então para cair 6×10^{24} kg, serão necessários:

$$f = \frac{(6 \times 10^{24}\ kg) \times (1\ s)}{(2 \times 10^{15}\ kg)} \rightarrow f = 3 \times 10^9\ s$$

$$f = \frac{3 \times 10^9\ s}{3 \times 10^7\ s/ano} \rightarrow \boldsymbol{f = 1 \times 10^2\ anos = 100\ anos}$$

Ou seja, a massa equivalente a 1 Terra a cada 100 anos

D2. a) Velocidade de aproximação

$$700\ nm = 550\ nm\left(1 + \frac{v}{300000\ km/s}\right) \rightarrow v = \left(\frac{700}{550} - 1\right) \times 300000\ \frac{km}{s} \cong \boldsymbol{81818\ \frac{km}{s}}$$

Velocidade de afastamento

$$400\ nm = 550\ nm\left(1 + \frac{v}{300000\ km/s}\right) \rightarrow v = \left(\frac{400}{550} - 1\right) \times 300000\ \frac{km}{s} \cong \boldsymbol{-81818\ \frac{km}{s}}$$

b)

$$655\ nm = 657\ nm\left(1 + \frac{v}{300000\ km/s}\right) \rightarrow v = \left(\frac{655}{657} - 1\right) \times 300000\ \frac{km}{s} \cong \boldsymbol{-913{,}2\ \frac{km}{s}}$$

O sinal negativo indica que **ela está se aproximando de nós**, além do fato do comprimento de onda ter diminuído (*blueshifted*).

D3. a) Como o potencial de redução da semi-reação citada é maior do que +1,23V, então a água irá oxidar na presença do par M^{3+}/M^{2+}, sendo assim a espécie redutora. Desse modo o M^{3+} é um oxidante mais forte do que a água.

b) Redução da água: $2\ H_2O(l) + 2e^- = H_2(g) + 2OH^-(aq)$

Oxidação do Lítio: $Li(s) = Li^+(aq) + e^-$

2019

Reação Global: 2 H_2O(l) + 2 Li(s) = H_2(g) + 2 Li^+(aq) + 2OH^-(aq)

ou 2 H_2O(l) + 2 Li(s) = H_2(g) + 2 LiOH(aq)

A diferença de potencial será +3,04V.

c) As espécies cujo potencial caiam abaixo da linha inferior no diagrama de Pourbaix serão oxidadas pela água, pois possuem potencial de redução menor do que a água. Portanto, a afirmação é verdadeira.

d) Nas condições citadas o par cai na região entre as linhas de oxidação e redução da água e assim não tem tendência a reagir com a água, podendo assim existir no corpo aquático.

D4. a) Somando as reações do anodo e do cátodo (com o balanceamento de elétrons), temos:

$$C_5H_{12}(g) + 8\ O_2(g) = 5\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)$$

b) A variação de energia livre da reação será dada por:

$$[6 \times (-237{,}2)] + [5 \times (-394{,}4)] - (-8{,}2) = -3387\ kJ\ mol^{-1}$$

c) A eficiência termodinâmica será dada por:

$$\eta = \frac{-3387\ kJ\ mol^{-1}}{-3535\ kJ\ mol^{-1}} = 0{,}958 = 95{,}8\%$$

D5. a) Ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

5'...CCAGUACCUUGGAUGACGAUUAACGC...3'

b) ...Pro-Val-Pro-Trp-Met-Thr-Ileu-Asn…

D6. a) Pela análise das figuras, pode-se concluir que as nadadeiras dorsais do tubarão (um peixe) e do golfinho (um mamífero) são produtos de evolução convergente. A princípio, as nadadeiras parecem muito semelhantes, entretanto, um exame mais minucioso de sua morfologia interna evidencia que tal semelhança é apenas superficial e que essas características não devem ser consideradas homólogas. Portanto, estes animais não apresentam ancestral comum próximo. Estas nadadeiras são exemplos de órgãos análogos.

b) Os peixes e outros animais aquáticos, como os golfinhos têm o corpo fusiforme, que é a forma que melhor reduz a resistência da água aos movimentos. Linha lateral -

detecção de movimentos, vibrações e gradientes de pressão na água. Ampolas de Lorenzini - detecção de campos elétricos.

D7. a) Como a mola está comprimida de x = 40 cm = 0,4 m, e o carrinho A encontra-se no solo, a Energia Mecânica inicial encontra-se na forma de energia potencial elástica: $E_M = Ep_{ela} = \frac{k.x^2}{2} = \frac{10^4.0{,}4^2}{2} = 800$ J. Essa energia se transforma toda em cinética, porque o sistema é conservativo, logo a velocidade após perder o contato com a mola é: $E_M = 800 \text{ J} = E_c = \frac{m.v^2}{2} \Rightarrow 800 = \frac{1.v^2}{2} \Rightarrow v = 40$ m/s.

O carrinho B passa pelo local mais alto do trecho circular com velocidade mínima (normal = 0, $F_R = P$, $a_{cp} = g = 10$ m/s²), logo sua velocidade nesse local é:

$$a_{cp} = V^2/R \Rightarrow 10 = V^2/8 \Rightarrow V^2 = 80$$

Para subir o trecho vertical, a energia cinética que o carrinho B possui após a colisão será igual à cinética e potencial no local mais alto do trecho vertical (h = 2.R = 16 m), logo a velocidade após a colisão é:

$E_{c0} = E_{cf} + Ep_{gf} \Rightarrow \frac{m.v_0^2}{2} = \frac{m.v_f^2}{2} + m.g.h \Rightarrow v_0^2 = v_f^2 + 2.g.h \Rightarrow v_0^2 = 80 + 2.10.16 \Rightarrow v_0 = 20$ m/s

Como na colisão a quantidade de movimento do sistema se conserva:

$m_A.V_{A0} + m_B.V_{B0} = m_A.V_{Af} + m_B.V_{Bf} \Rightarrow 1.40 + 3.0 = 1.V_{Af} + 3.20 \Rightarrow V_{Af} = -20$ m/s

Resposta: 20 m/s no sentido oposto ao inicial.

b) A velocidade de afastamento desses carrinhos que seguem sentidos oposto após a colisão é $V_{aprox} = |V_B| + |V_A| = 20 + 20 = 40$ e a velocidade de aproximação dos carrinhos é $V_{ap} = V_A - V_B = 40 - 0 = 40$ m/s. Sendo assim, o coeficiente de restituição mede $e = V_{afas}/V_{aprox} = 1{,}0$

Resposta: 1,0

b) Como a colisão possui o coeficiente de restituição igual a 1, ela é elástica. Sendo assim, a energia mecânica se conserva, não gerando calor durante a colisão.

Resposta: 0 J

D8. a) Mudando as unidades para o SI: $m = 9 \text{ mg} = 9\times10^{-3} \text{ g} = 9\times10^{-6}$ kg e $q = 3 \text{ mC} = 3\times10^{-3}$ C. O capacitor fará o papel de acelerador da partícula. Seu campo vai gerar uma aceleração igual a:

$$F_R = F_{ele} \Rightarrow m.|a| = E.\,|q| \Rightarrow a = E.|q|/m = 1{,}8\text{x}3\times10^{-3}/9\times10^{-6} = 6\times10^2 \text{ m/s}^2$$

Já que o deslocamento mediu 3 cm = $3\text{x}10^{-2}$ m, podemos determinar a velocidade no trecho acelerado aplicando na equação de Torricelli:

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S = 0 + 2.6\times10^2.3\times10^{-2} \Rightarrow V = 6 \text{ m/s}$$

Na primeira região semi-cilíndrica a partícula sofrerá uma força magnética perpendicular ao movimento produzindo aceleração centrípeta. Essa partícula vai descrever um movimento circular cujo diâmetro mede 60 cm (R = 30 cm = 0,3 m). Aplicando a segunda lei de Newton na situação:

$F_R = Fm \Rightarrow m.V^2/R = B_1.|q|.V \Rightarrow B_1 = mV/(R.|q|) = 9\times10^{-6}.6/(3\times10^{-1}x3\times10^{-3}) = 6\times10^{-2}$ T

Resposta: 6×10^{-2} T.

b) Se $B_2 = 2\ B_1$ e as demais grandezas terão os mesmos valores, podemos usar o desenvolvimento anterior para identificar a relação entre o raio e o campo magnético dessas regiões semi-cilíndricas: R = m.V/(B.|q|). Isso significa que B_2 vai produzir um raio igual à metade do anterior: diâmetro = 30 cm. Usando a “regra do tapa”, notamos que, no segundo semi-cilindro, a partícula vai subir até atingir a placa do capacitor. Em relação à posição inicial da partícula, elas “desceu” 60 cm e “subiu” 30 cm. Sendo assim, a posição onde a partícula colidiu está a 30 cm da posição de abandono.

Resposta: 30 cm.