



2019

FASE 2

NÍVEL D

D1. a)

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

Substituindo-se os valores:

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

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:

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

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

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

D2. a) Velocidade de aproximação

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

Velocidade de afastamento

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

b)

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

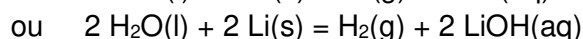
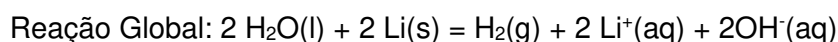
O sinal negativo indica que **ela está se aproximando de nós**, além do fato do comprimento de onda ter diminuído (*blueshifted*).

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: $2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- = \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

Oxidação do Lítio: $\text{Li}(\text{s}) = \text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$

2019

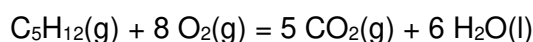


A diferença de potencial será +3,04V.

c) As espécies cujo potencial caíam 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:



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

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

c) A eficiência termodinâmica será dada por:

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

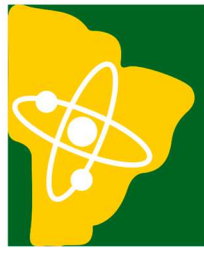
D5. a) Ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.



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 -



ONC
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

2019

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 $x = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$, e o carrinho A encontra-se no solo, a Energia Mecânica inicial encontra-se na forma de energia potencial elástica:

$E_M = E_{p_{\text{ela}}} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{10^4 \cdot 0,4^2}{2} = 800 \text{ J}$. Essa energia se transforma toda em cinética, porque o sistema é conservativo, logo a velocidade após perder o contato com a mola é: $E_M = 800 \text{ J} = E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow 800 = \frac{1 \cdot v^2}{2} \Rightarrow v = 40 \text{ m/s}$.

O carrinho B passa pelo local mais alto do trecho circular com velocidade mínima (normal = 0, $F_R = P$, $a_{cp} = g = 10 \text{ m/s}^2$), 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 ($h = 2 \cdot R = 16 \text{ m}$), logo a velocidade após a colisão é:

$E_{c0} = E_{cf} + E_{p_{gf}} \Rightarrow \frac{m \cdot v_0^2}{2} = \frac{m \cdot v_f^2}{2} + m \cdot g \cdot h \Rightarrow v_0^2 = v_f^2 + 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v_0^2 = 80 + 2 \cdot 10 \cdot 16 \Rightarrow v_0 = 20 \text{ m/s}$

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

$$m_A \cdot V_{A0} + m_B \cdot V_{B0} = m_A \cdot V_{Af} + m_B \cdot V_{Bf} \Rightarrow 1 \cdot 40 + 3 \cdot 0 = 1 \cdot V_{Af} + 3 \cdot 20 \Rightarrow V_{Af} = -20 \text{ m/s}$$

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

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

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

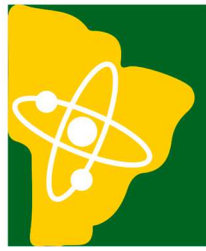
D8. a) Mudando as unidades para o SI: $m = 9 \text{ mg} = 9 \times 10^{-3} \text{ g} = 9 \times 10^{-6} \text{ kg}$ e $q = 3 \text{ mC} = 3 \times 10^{-3} \text{ C}$. O capacitor fará o papel de acelerador da partícula. Seu campo vai gerar uma aceleração igual a:

$$F_R = F_{\text{ele}} \Rightarrow m \cdot |a| = E \cdot |q| \Rightarrow a = E \cdot |q|/m = 1,8 \times 3 \times 10^{-3}/9 \times 10^{-6} = 6 \times 10^2 \text{ m/s}^2$$

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

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S = 0 + 2 \cdot 6 \times 10^2 \cdot 3 \times 10^{-2} \Rightarrow V = 6 \text{ m/s}$$

Na primeira região semi-cilíndrica a partícula sofrerá uma força magnética perpendicular ao movimento produzindo aceleração centrípeta. Essa partícula vai



ONC
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

2019

descrever um movimento circular cujo diâmetro mede 60 cm ($R = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$).
Aplicando a segunda lei de Newton na situação:

$$F_R = F_m \Rightarrow m \cdot V^2/R = B_1 \cdot |q| \cdot V \Rightarrow B_1 = mV/(R \cdot |q|) = 9 \times 10^{-6} \cdot 6 / (3 \times 10^{-1} \times 3 \times 10^{-3}) = 6 \times 10^{-2} \text{ T}$$

Resposta: $6 \times 10^{-2} \text{ T}$.

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: $R = m \cdot V / (B \cdot |q|)$. 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.