



ONC
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

2019

FASE 2

NÍVEL C

C1. a) No periélio, temos $\theta = 0^\circ$, então a equação ficará:

$$r_p = \frac{a(1 - e^2)}{(1 + e \cos 0^\circ)} = \frac{a(1 + e)(1 - e)}{(1 + e)} \rightarrow r_p = a(1 - e)$$

No afélio, temos $\theta = 180^\circ$, então a equação ficará:

$$r_a = \frac{a(1 - e^2)}{(1 + e \cos 180^\circ)} = \frac{a(1 + e)(1 - e)}{(1 - e)} \rightarrow r_a = a(1 + e)$$

b) Se a distância entre os focos é nula, então $e = \frac{0}{2a} = 0$

Então a equação ficará:

$$r = \frac{a(1 - 0)}{(1 + 0)} \rightarrow r = a \text{ (constante)}$$

C2. a) Do ponto de vista físico, o orvalho é um fenômeno no qual a umidade do ar precipita por condensação na forma de gotas, pela diminuição da temperatura ou em contato com superfícies frias.

Do ponto de vista químico, as moléculas da água aderem fracamente à cera da epiderme da folha e fortemente entre si, então a água se junta. A tensão superficial faz com que estas “aglomerações” assumam a forma aproximadamente esférica. Entre as moléculas de água, no estado líquido, há ligações de hidrogênio.

b) A gota de orvalho dificilmente será absorvida pela epiderme da folha, pois existe sobre este tecido uma cutícula cerosa, de natureza lipídica, e que, portanto, não tem afinidade química pela água, dificultando a sua absorção.

C3. a) As clorofilas são verdes, pois refletem a luz na região do visível correspondente ao verde. Portanto, espera-se que elas absorvam a luz na região de cores complementares ao verde.

b) Entalpia padrão da reação = $\frac{(15,6 \text{ kJ g}^{-1}) \times (180 \text{ g mol}^{-1})}{6} = 468 \text{ kJ mol}^{-1}$

O valor da entalpia de combustão da glicose é utilizado trocando-se o sinal, multiplicando-se pela massa molar da glicose e dividindo por 6.



ONC
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

2019

c) Região violeta azul = $0,60 \times 468 \text{ kJ mol}^{-1} = 280,8 \text{ kJ}$ por mol do carboidrato $\text{CH}_2\text{O(s)}$.

Assim, energia de um fóton com 450 nm:

$$E = \frac{(6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}) \times (3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})}{450 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Número de fótons:

$$= \frac{280,8 \cdot 10^3 \text{ J}}{4 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 7,02 \cdot 10^{23} \text{ fótons}$$

Região vermelho-laranja = $0,40 \times 468 \text{ kJ mol}^{-1} = 187,2 \text{ kJ}$ por mol do carboidrato $\text{CH}_2\text{O(s)}$.

Assim, energia de um fóton com 680 nm:

$$E = \frac{(6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}) \times (3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})}{680 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2,65 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Número de fótons:

$$\frac{187,2 \cdot 10^3 \text{ J}}{2,65 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 7,06 \cdot 10^{23} \text{ fótons}$$

Número total de fótons: $7,02 \cdot 10^{23} + 7,06 \cdot 10^{23} = 14,08 \cdot 10^{23} = 1,408 \cdot 10^{24}$ fótons.

Se a resposta for feita com o valor de 400 kJ mol^{-1} para a entalpia padrão da reação:

Número total de fótons: $6 \cdot 10^{23} + 6,04 \cdot 10^{23} = 12,04 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{24}$ fótons.

C4. a) O deslocamento da pessoa nos 10 primeiros minutos é $d = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$. O trabalho realizado pela pessoa é $W = F \cdot d = 100 \times 5000 = 500.000 \text{ J} = 500 \text{ kJ}$, o que corresponde a 20 % de toda a energia consumida. Os 80 % restantes são transformados em calor. Comparando 20 % e 80 %, notamos que são produzidos um calor igual a 4 vezes o trabalho realizado, logo $4 \times 500 \text{ kJ} = 2.000 \text{ kJ}$, o que corresponde a $2000 \div 4 = 500 \text{ kcal}$.

Resposta: 500 kcal.

b) Do calor produzido, 500 kcal, parte é responsável pelo aquecimento do corpo:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 80 \times 4000 \times (41 - 36,5) = 1.440.000 \text{ J} = 1.440 \text{ kJ} \div 4 = 360 \text{ kcal}$$

Outra parte do calor é liberado em forma de 200 g de vapor (evaporação):

$$Q = m \cdot L = 200 \times 500 = 100.000 \text{ cal} = 100 \text{ kcal}.$$

Para a condução sobra: $500 - (360 + 100) = 40 \text{ kcal}$.

Resposta: 40 kcal

C5. a) Do quadrinho, temos que o período $P = 25$ anos.

$$\text{Como } P^2 = a^3 \rightarrow a = \sqrt[3]{(25)^2} \rightarrow a \cong 8,55 \text{ U. A.}$$

Da equação da elipse em coordenadas polares, temos: $r = \frac{a(1-\epsilon^2)}{1+\epsilon \cos \theta}$

Então:

2019

$r_{\text{periélio}}(\theta = 0^\circ) = a(1 - \epsilon) \rightarrow r_{\text{periélio}} = 8,55 \times (1 - 0,88) \cong \mathbf{1,03 \text{ U.A.}} (\approx \mathbf{1 \text{ U.A.}})$
 $r_{\text{afélio}}(\theta = 180^\circ) = a(1 + \epsilon) \rightarrow r_{\text{afélio}} = 8,55 \times (1 + 0,88) \cong \mathbf{16,07 \text{ U.A.}} (\approx \mathbf{16 \text{ U.A.}})$

b) O fluxo **F** do Sol está relacionado à luminosidade **L** do Sol através da equação:

$$F = \frac{L}{4\pi r^2}$$

Como o fluxo do Sol é o mesmo em todas as direções, temos:

$$\frac{F_{\text{periélio}}}{F_{\text{afélio}}} = \frac{\frac{L_{\text{Sol}}}{4\pi(r_p)^2}}{\frac{L_{\text{Sol}}}{4\pi(r_a)^2}} \rightarrow \frac{F_{\text{periélio}}}{F_{\text{afélio}}} = \frac{r_a^2}{r_p^2} = \frac{(16,07)^2}{(1,03)^2} \rightarrow \frac{F_{\text{periélio}}}{F_{\text{afélio}}} \cong \mathbf{243,4}$$

Se o estudante considerar o arredondamento: $\frac{F_{\text{periélio}}}{F_{\text{afélio}}} = \mathbf{256,0}$

C6. a) Leões e zebras - predatismo; zebras e mosquitos - parasitismo. A cor listrada apresenta as faixas brancas que poderiam auxiliar na não absorção do calor, em relação à cor escura.

b) Mutações genéticas foram responsáveis pelo surgimento das listras no genoma das zebras. Como o fenótipo listrado protege os animais contra o ataque dos mosquitos parasitas, animais com estas listras apresentam vantagens evolutivas, ou seja, são selecionados positivamente pelo meio, o que permitirá maior sobrevivência e reprodução, levando ao aumento da população destes animais.

C7. a) (I) $\Lambda_m^\infty(\text{NaCl}) = \lambda_{\text{Na}^+}^\infty + \lambda_{\text{Cl}^-}^\infty$
 (II) $\Lambda_m^\infty(\text{NH}_4\text{Cl}) = \lambda_{\text{NH}_4^+}^\infty + \lambda_{\text{Cl}^-}^\infty$
 (III) $\Lambda_m^\infty(\text{NaOH}) = \lambda_{\text{Na}^+}^\infty + \lambda_{\text{OH}^-}^\infty$

b) Somando (II) e (III) e subtraindo (I), temos:

$$\Lambda_m^\infty(\text{NH}_4\text{OH}) = \lambda_{\text{NH}_4^+}^\infty + \lambda_{\text{OH}^-}^\infty = 130 + 217 - 126 = 221 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

c)

$$\alpha = \frac{9,4 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}}{221 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}} = 0,0425 = 4,25\%$$

Se a questão for resolvida com o valor de $200 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ para a condutividade molar à diluição infinita do NH_4OH , o valor de α será 4,70%.



2019

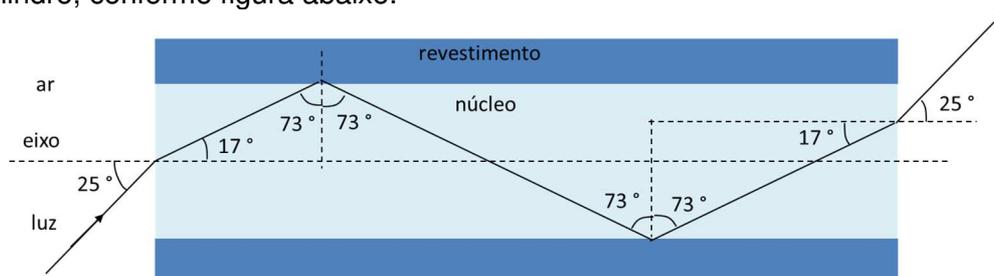
C8. a) O ângulo α é o ângulo de incidência já que o eixo é a normal quando a luz incide no tubo cilíndrico. Para $\alpha = 25^\circ$ (seno igual a 0,42), a lei da refração nos revela o ângulo de refração:

$$\text{sen } 25^\circ \times n_{\text{ar}} = \text{sen } r \times n_{\text{núcleo}} \Rightarrow 0,42 \times 1 = \text{sen } r \times 1,4 \Rightarrow \text{sen } r = 0,3 \Rightarrow r = 17^\circ$$

Observando a figura mais abaixo, notamos que o ângulo de incidência da luz na superfície núcleo+revestimento é o complementar de 17° , ou seja, 73° (seno igual a 0,96). Aplicando a lei da refração, temos:

$$\text{sen } 73^\circ \times n_{\text{núcleo}} = \text{sen } r \times n_{\text{revestimento}} \Rightarrow 0,96 \times 1,4 = \text{sen } r \times 1,26 \Rightarrow \text{sen } r = 0,96 \times 1,4 \div 1,26 > 1$$

Como o seno não pode ser maior que 1, concluímos que não houve refração. Esse é o caso de reflexão total da luz incidente. Em seguida, ocorrerá várias reflexões totais até a luz emergir para o ar, invertendo os ângulos em relação ao processo que entrou no cilindro, conforme figura abaixo.



b) O comportamento da luz em uma fibra óptica é o descrito no item a: após incidir em uma extremidade, a luz sofre várias reflexões totais até emergir para o meio externo na outra extremidade. Para tal comportamento, é necessário que o ângulo de incidência na superfície núcleo/revestimento seja o ângulo limite:

$$\text{sen } L \times n_{\text{núcleo}} = \text{sen } 90^\circ \times n_{\text{revestimento}} \Rightarrow \text{sen } L \times 1,4 = 1 \times 1,26 \Rightarrow \text{sen } L = 0,9 \Rightarrow L = 64^\circ$$

O ângulo complementar de 64° é 26° (seno igual a 0,40), o que seria o ângulo de reflexão máximo para a refração do ar para o núcleo do cilindro provocar a reflexão total na superfície núcleo/revestimento. Logo, o ângulo de incidência máximo correspondente é:

$$\text{sen } \alpha \times n_{\text{ar}} = \text{sen } 26^\circ \cdot n_{\text{núcleo}} \Rightarrow \text{sen } \alpha \times 1 = 0,4 \times 1,4 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,56 \Rightarrow \alpha = 34^\circ$$

Resposta: 34°