

- A - O exame possui 08 questões analítico expositivas, num total de 100 pontos.
- B - Para responder às questões, utilize APENAS o espaço destinado para cada uma das questões na folha de resposta.
- C - Para cada questão deverá ser utilizada uma folha de resposta. Não utilize o verso da folha de respostas.
- D - Para resolução é permitido o uso apenas de lápis, borracha, caneta e régua.
- E - Não é permitido o uso de calculadoras, celulares ou tabelas.
- F - A sua identificação é feita apenas na folha de respostas.

**C1.** Sabemos que os corpos orbitam o Sol seguindo uma órbita elíptica, tendo o Sol em um dos focos da elipse. Matematicamente podemos caracterizar uma elipse pelo seu eixo maior ( $2a$ , na imagem abaixo) e pelo seu “achatamento” ou excentricidade  $e$ , que é a razão entre a distância entre os focos e o eixo maior ( $F'F/2a$ ).

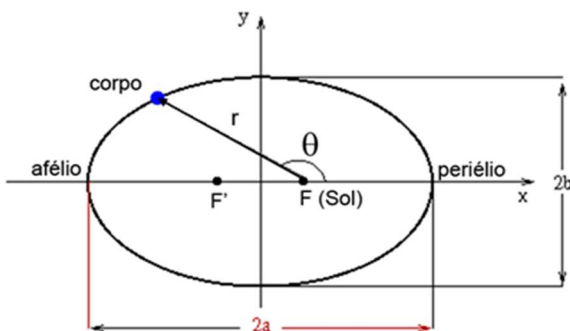


Imagem: <http://astro.if.ufrgs.br/kepler/node8.htm>  
(adaptada)

Na figura,  $r$  é a distância do corpo ao Sol e o ângulo  $\theta$  é chamado de anomalia verdadeira. Podemos equacionar a distância  $r$  do corpo ao Sol como sendo:

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{(1 + e \cos \theta)}$$

- a) Da equação acima, obtenha as equações que nos dão a distância  $r$  no periélio e no afélio.
- b) Demonstre que uma órbita circular é um caso particular de uma órbita elíptica quando a distância entre os focos é nula.

**C2.** A figura abaixo mostra uma gota de orvalho sobre a superfície de uma folha.



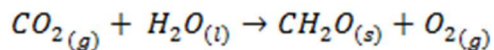
Imagem: <https://edisciplinas.usp.br>

- a) O que permite a formação desta gota, do ponto de vista físico e químico?
- b) Explique por que esta gota dificilmente será absorvida pela epiderme da folha.

**C3.** No processo de respiração uma célula quebra moléculas, tais como a glicose, oxidando-as a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . A energia liberada nestas reações é usada para gerar ATP (adenosina trifosfato) necessário para a célula. Nas plantas verdes, os açúcares empregados neste processo são produzidos na fotossíntese, onde elas realizam o inverso da oxidação, ou seja, sintetizam os açúcares a partir de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . As plantas verdes encontraram um modo de usar a luz para fornecer a energia necessária para a reação de síntese do açúcar que é endotérmica. A molécula chave envolvida nessa “captura de energia” a partir da luz é a clorofila. As clorofilas nas plantas são de dois tipos: clorofilas “a” e “b” e possuem absorção na região do espectro eletromagnético visível com fraquíssima absorção da cor verde e maiores absorções nas regiões do violeta-azul (cerca de 450 nm) e vermelho-laranja (cerca de 680 nm).

a) Tendo em vista a parte do texto: “As clorofilas... possuem absorção na região do espectro eletromagnético visível com fraquíssima absorção da cor verde”, explique sucintamente o que a cor da clorofila tem a ver com esta citação.

b) Podemos considerar uma equação química simplificada para a fotossíntese realizada por plantas verdes na forma:



onde  $CH_2O$  representa um carboidrato genérico que corresponde a 1/6 da glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), apesar desta não ser o único produto da fotossíntese. (Massas atômicas: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u). Dada a entalpia padrão de combustão da glicose, a 298,15 K, igual a  $-15,6 \text{ kJ g}^{-1}$ , calcule a entalpia padrão da reação acima, em  $\text{kJ mol}^{-1}$ .

c) Considerando que a energia usada pela planta na produção do carboidrato  $CH_2O$  seja proveniente apenas da luz com 60% da região violeta-azul, com comprimento de onda médio 450 nm e 40% da região vermelho-laranja, com comprimento de onda médio 680 nm, determine o número total de fótons mínimo para produzir um mol do carboidrato. Dado: energia de um fóton,  $E = hc/\lambda$ , onde  $h$  (constante de Planck) =  $6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ;  $c$  (velocidade da luz no vácuo) =  $3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $\lambda$  (comprimento de onda). Observação: se por algum motivo você não conseguiu resolver o item “b”, considere para a entalpia padrão da reação o valor de  $400 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

**C4.** Digamos que a temperatura corporal média de uma pessoa seja  $36,5^\circ\text{C}$ . Quando essa pessoa está fazendo exercícios físicos, apenas 20% da energia consumida gera trabalho muscular. O resto vira calor. Esse é o motivo para o aquecimento do corpo durante uma corrida. Entretanto, o aumento de temperatura corporal aumenta a potência de liberação do calor por condução, facilitada pela convecção, controlando naturalmente o aquecimento do corpo. A partir dos  $38^\circ\text{C}$ , esse sistema regulamentador não consegue dar conta da demanda de calor, o que faz o hipotálamo desencadear o processo que faz as glândulas sudoríparas liberarem o suor. Ao estabelecer o contato com a pele quente, o suor vaporiza obedecendo ao calor latente de vaporização de  $500 \text{ cal/g}$ .

Digamos que durante os 10 primeiros minutos de corrida e 5 km de deslocamento, essa pessoa de 80 kg perdeu 200 g de suor e realizou 100 N de força muscular média, atingindo a temperatura de  $41^\circ\text{C}$ .

Considerando desprezível a liberação de calor por radiação térmica, sobre os 10 primeiros minutos de corrida, responda:

a) Qual a quantidade de calor produzido pela pessoa, em kcal?

b) Qual a quantidade de calor liberado pela pessoa por condução, em kcal?

Dados:

Calor específico médio do corpo humano =  $4.000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

Equivalente mecânico do calor:  $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$

**C5.** Considere, no quadrinho abaixo, que o cometa possui uma órbita elíptica de excentricidade  $e = 0,88$ .



Imagem:

<https://twitter.com/tomgauld/status/953976747103604737> (adaptada)

a) Calcule o periélio e afélio do cometa, em Unidades Astronômicas (U.A.).

b) Calcule a razão entre o fluxo solar nestes dois pontos da órbita do cometa, ou seja,  $F_{\text{Sol}}(\text{periélio}) / F_{\text{Sol}}(\text{afélio})$ , supondo que a emissão do Sol seja a mesma em todas as direções.

**C6.** Por que as zebras têm listras?

Os cientistas debatem há anos por qual razão as zebras têm listras no corpo. O que pode ser? Uma camuflagem para confundir leões, alguma forma natural de minimizar os efeitos do calor ou um repelente de mosquitos?

Segundo biólogos da Universidade da Califórnia, em um artigo publicado na revista *Nature Communications*, as listras ajudam a evitar que as zebras sejam atacadas por mosquitos. Experimentos mostraram que os insetos preferem superfícies lisas e evitam as listradas. Os mosquitos gostam de superfícies escuras. Essas superfícies refletem o tipo de luz polarizada que lembra a água ou a lama onde as moscas costumam se reproduzir. Superfícies claras não são atrativas para eles. Claras e escuras são ainda piores, pois essa mistura os confunde. Fonte: <https://exame.abril.com.br/ciencia/ciencia-revela-por-que-a-zebra-e-listrada/>

a) Qual as interações ecológicas presentes entre os leões e as zebras, e entre os mosquitos e as zebras? De que forma a cor listrada poderia minimizar os efeitos do calor?

b) Explique, segundo a teoria sintética da evolução, como as zebras adquiriram as listras e foram favorecidas evolutivamente contra o ataque dos mosquitos.

**C7.** Eletrólitos são substâncias que quando dissolvidas, especialmente em água, são capazes de conduzir a corrente elétrica. A condutividade molar, cujo símbolo é  $\Lambda_m$  é a propriedade que permite compararmos se um eletrólito é dito, forte ou fraco, ou seja, se ele conduz muito ou pouca corrente elétrica quando em solução. Quando temos soluções concentradas de eletrólitos fortes há significativas atrações entre os íons o que influencia nas suas velocidades e diminui o valor de  $\Lambda_m$ . A diluição diminui tais atrações e aumenta o valor de  $\Lambda_m$ . Por este motivo determina-se o valor limite de  $\Lambda_m$ , simbolizado por  $\Lambda_m^\infty$ , que seria obtido numa solução infinitamente diluída, ou seja, teoricamente numa concentração zero do eletrólito. Essa determinação é feita para eletrólitos fortes por um método gráfico. Para eletrólitos fracos, o grau de ionização/dissociação aumenta com a diluição e o método gráfico não se aplica, sendo o valor de  $\Lambda_m^\infty$  obtido pela lei de Kohlrausch que afirma que a condutividade molar de um eletrólito a uma diluição infinita,  $\Lambda_m^\infty$ , é a soma das condutividades dos cátions e ânions a diluição infinita, representadas por  $\lambda^\infty$ . Por exemplo: a condutividade molar do hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) é dada por:

$$\Lambda_m^\infty(\text{NH}_4\text{OH}) = \lambda_{\text{NH}_4^+}^\infty + \lambda_{\text{OH}^-}^\infty$$

Onde no segundo membro temos as condutividades dos íons à diluição infinita.

a) Escreva as expressões equivalentes da lei de Kohlrausch para o  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{NaOH}$ .

b) As condutividades molares à diluição infinita do  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{NaOH}$  são respectivamente, 126, 130 e 217  $\text{Ohm}^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1}$ . A partir destes valores obtenha a condutividade molar a diluição infinita do  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

c) O grau de dissociação,  $\alpha$ , de um eletrólito fraco, a uma dada concentração  $C$ , é dado por:

$$\alpha = \frac{\Lambda_m^C}{\Lambda_m^\infty} = \frac{\text{condutividade molar na concentração } C}{\text{condutividade molar à diluição infinita}}$$

Calcule o grau de dissociação do  $\text{NH}_4\text{OH}$ , numa concentração de  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , sabendo que nesta solução a sua condutividade molar é  $9,4 \text{ Ohm}^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1}$ . Observação: se por algum motivo você não conseguiu resolver o item “b”, considere a condutividade molar à diluição infinita do  $\text{NH}_4\text{OH}$  igual a  $200 \text{ Ohm}^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1}$ .

**C8.** 99% das transmissões digitais transoceânicas são feitas por fibras ópticas, restando um papel secundário para a transmissão via satélite. As fibras ópticas transmitem ondas eletromagnéticas sem muita perda de energia graças ao fenômeno da reflexão total.

O esquema abaixo mostra o perfil de um tubo cilíndrico preenchido com fibra de vidro simulando um trecho de fibra óptica. Neste esquema, a luz incide em um núcleo cilíndrico que é envolvido por um revestimento. O núcleo possui índice de refração igual a 1,40 e o revestimento possui um índice de refração igual a 1,26.



Imagem: Equipe ONC

a) Para o ângulo  $\alpha = 25^\circ$ , o que acontecerá com a luz dentro do tubo cilíndrico até emergir para o ar? Demonstre matematicamente apresentando os ângulos envolvidos e faça um esboço do caminho percorrido pela luz.

b) Qual o maior ângulo  $\alpha$  para que a luz nesse tubo descreva o mesmo comportamento que em uma fibra óptica. Se necessário, utilize os valores da tabela abaixo:

Ângulo	$17^\circ$	$25^\circ$	$26^\circ$	$34^\circ$	$36^\circ$	$57^\circ$	$64^\circ$	$73^\circ$
Seno	0,30	0,42	0,40	0,56	0,60	0,84	0,90	0,96