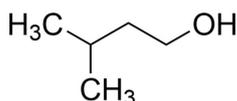


1

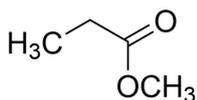
Em nosso suor, além de água, estão presentes sais minerais e alguns compostos orgânicos. As bactérias que habitam nossa pele se “alimentam” desses componentes e excretam outros compostos orgânicos com odores característicos. Desodorantes caseiros podem ser preparados a partir de leite de magnésia (suspensão aquosa de hidróxido de magnésio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$) ou mesmo por meio de combinações utilizando bicarbonato de sódio (NaHCO_3). A intenção é obter um desodorante com pH próximo a 9 para neutralizar, por meio de uma reação ácido-base, os compostos orgânicos excretados pelas bactérias.

A partir dessas informações, responda aos itens a seguir.

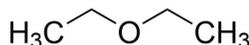
a) A seguir, estão desenhados alguns compostos orgânicos.



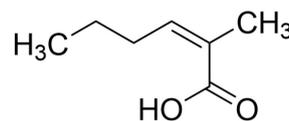
I



II



III



IV

Com base nos conhecimentos sobre os grupos funcionais que constituem esses compostos orgânicos e suas respectivas propriedades químicas, indique e justifique qual deles é um dos responsáveis pelo odor do nosso suor.

b) Determine a concentração, em mol L^{-1} , de hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) em um desodorante caseiro, com $\text{pH} = 9$, preparado a partir de leite de magnésia, assumindo que a dissociação do hidróxido de magnésio seja completa nessa concentração.

Apresente os cálculos realizados na resolução desta questão.

Observação: mol L^{-1} corresponde à unidade de concentração mol/L ou M.

Dados: $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

QUESTÃO 1 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Compostos de carbono: aspectos gerais (propriedades de ácidos carboxílicos). Ácidos, bases, sais e óxidos (pH de soluções eletrolíticas).

Resposta esperada:

a) Sabe-se, pelo enunciado, que o composto responsável pelo odor do suor deve ser neutralizado com desodorante à base de leite de magnésia ou bicarbonato de sódio, que são bases. Sendo assim, o responsável pelo odor do suor deve ter propriedades químicas ácidas (ceder próton). Entre as substâncias apresentadas, o ácido carboxílico IV possui essa propriedade. Os ácidos carboxílicos são espécies ácidas que, ao perderem próton (H^+), liberam uma base conjugada estabilizada por efeito de conjugação (ressonância).

b) Como $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, tem-se que $\text{pOH} = 14 - 9 = 5$, assim, uma solução de $\text{pH} = 9$ apresenta $\text{pOH} = 5$.

Logo,

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

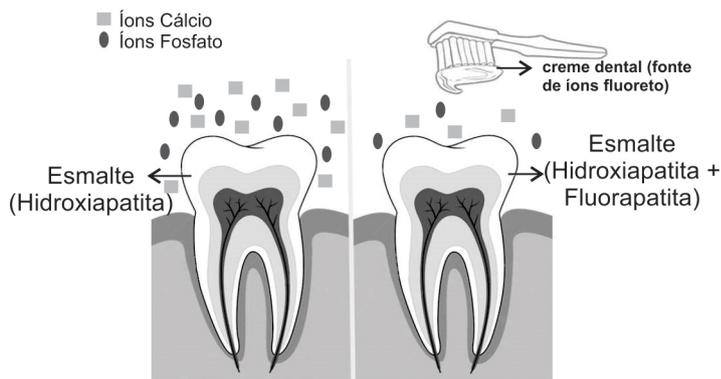
$$5 = -\log[\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

Se $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)} \rightarrow \text{Mg}_{(aq)}^{2+} + 2\text{OH}_{(aq)}^-$, então

$$[\text{OH}^-] = 2 \times [\text{Mg}(\text{OH})_2]$$

A desmineralização do esmalte dos dentes, constituído principalmente pelo mineral hidroxiapatita, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, favorece a formação de cáries. Isso ocorre pela dissolução desse mineral, liberando os íons cálcio, fosfato e hidróxido. A fim de prevenir a formação das cáries, compostos fluorados são introduzidos na água potável e em cremes dentais. O íon fluoreto reage com os íons cálcio e fosfato, presentes na saliva, formando um novo mineral, a fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), que se deposita sobre os dentes, tornando o esmalte mais resistente devido à menor solubilidade da fluorapatita, quando comparada à hidroxiapatita.



Íons hidróxido e fluoreto não estão representados na figura.

A partir dessas informações, apresente a equação balanceada da reação de formação da fluorapatita e, considerando a solubilidade desse mineral, determine a massa mínima necessária, em g, de íons fluoreto para que ocorra a saturação com fluorapatita de 2 mL de solução (volume médio de saliva na boca).

Apresente os cálculos realizados na resolução desta questão.

Observação: mol L^{-1} corresponde à unidade de concentração mol/L ou M.

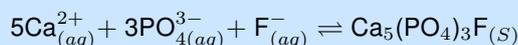
Dados: Solubilidade da fluoroapatita: $6,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$; Massas atômicas: F = 19 u

QUESTÃO 3 - EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Reações químicas (Balanceamento de reações químicas; Cálculos estequiométricos). Sistemas heterogêneos (Solubilidade).

Resposta esperada:

A equação da reação de formação da fluorapatita é



O cálculo da massa de íons fluoreto necessária para a saturação de 2 mL de solução com fluoroapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) é

$$S_{\text{fluoroapatita}} = 6,00 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$$

logo,

$$\begin{array}{rcl} 6,00 \times 10^{-8} \text{ mol} & \text{---} & 1000 \text{ mL} \\ x & \text{---} & 2 \text{ mL} \end{array}$$

$$x = 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol de } \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F satura 2 mL de saliva.}$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} & \text{---} & 1 \text{ mol de } \text{F}^{-} \\ 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol de } \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} & \text{---} & y \end{array}$$

$$y = 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol de } \text{F}^{-}$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } \text{F}^{-} & \text{---} & 19 \text{ g} \\ 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol de } \text{F}^{-} & \text{---} & z \end{array}$$

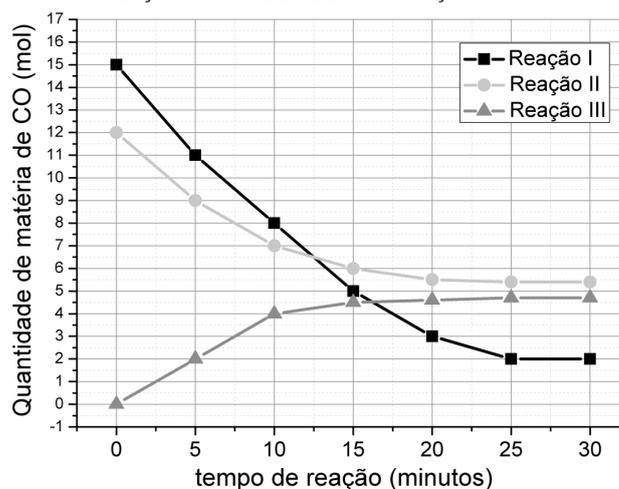
$$z = 2,28 \times 10^{-9} \text{ g de } \text{F}^{-}$$

Portanto, são necessários $2,28 \times 10^{-9} \text{ g}$ de íons fluoreto para permitir saturação de fluoroapatita em 2 mL de solução.

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico e inodoro que pode causar mortes acidentais por envenenamento. Esse gás pode ser gerado em motores de carro em funcionamento e pela queima de gás natural em aquecedores ineficientes. Por outro lado, o CO também é uma importante matéria-prima da indústria química, a partir do qual moléculas orgânicas mais complexas podem ser formadas, como, por exemplo, o metanol. O gráfico ao lado traz a concentração de CO em função do tempo para três reações distintas: as reações I e II são de consumo de CO e a reação III, de formação.

Com base nessas informações, responda aos itens a seguir.

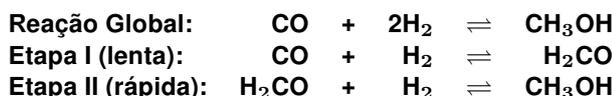
Quantidade de CO (mol) em função do tempo (min) em reações de consumo e de formação de CO.



- a) Indique qual das reações apresenta maior velocidade em função da formação ou do consumo de CO nos primeiros 10 minutos.

Justifique sua resposta apresentando os cálculos de velocidade média (V_m) de cada reação nesse intervalo de tempo.

- b) Considerando que a reação de consumo de CO para formação de metanol não seja elementar e aconteça em duas etapas (equações dadas a seguir), determine a lei de velocidade da reação de formação do CH_3OH (em termos de pressão parcial) e explique o que acontecerá com a velocidade da reação se a pressão parcial de H_2 for reduzida à metade.



QUESTÃO 4 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Cinética química (Velocidade da reação e concentração dos reagentes – ordem de reação)

Resposta esperada:

$$a) V_m = \frac{n_{(\text{CO})\text{final}} - n_{(\text{CO})\text{inicial}}}{t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}}$$

$$\text{Reação I} = \frac{8 - 15 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = -0,7 \text{ mol/min}$$

$$\text{Reação II} = \frac{7 - 12 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = -0,5 \text{ mol/min}$$

$$\text{Reação III} = \frac{4 - 0 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0,4 \text{ mol/min}$$

De acordo com os valores determinados para V_m , a reação que apresenta maior velocidade nos primeiros 10 minutos de reação é I, em que são consumidos, em média, 0,7 mols de CO por minuto.

- b) Considerando que a Etapa I é aquela que determina a velocidade da reação, por ser a mais lenta, a lei da velocidade de reação de consumo de CO para a formação de metanol corresponde a:

$$V = k [\text{CO}][\text{H}_2]$$

ou

$$V = k P_{\text{CO}} P_{\text{H}_2}$$

De acordo com a lei da velocidade, se a pressão parcial de H_2 for reduzida à metade, a velocidade da reação também será reduzida à metade, pois a velocidade da reação é diretamente proporcional à P_{H_2} .