

- QUÍMICA - UFMG 2007 DISCURSIVA -

1. A cachaça é uma bebida alcoólica constituída por cerca de 45 % de etanol, em volume, e muitos outros componentes.

Na tabela a seguir, estão representados três outros álcoois também encontrados na cachaça:

Álcool	Fórmula estrutural
I	$\text{CH}_3 - \text{OH}$
II	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
III	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$

Para melhorar-se sua qualidade degustativa, essa bebida deve ser envelhecida em tonéis de madeira. Durante esse envelhecimento, ocorrem diversas reações - entre outras, oxidação de álcoois e de aldeídos e esterificações.

a) ESCREVA a equação química balanceada da reação de oxidação do álcool III pelo oxigênio, $\text{O}_2(\text{g})$, para formar um ácido carboxílico.

b) ESCREVA a equação química balanceada da reação de esterificação do ácido carboxílico, formado pela reação, representada no item "a", com o álcool I.

c) ESCREVA a equação química balanceada da reação de oxidação do álcool II pelo oxigênio, $\text{O}_2(\text{g})$, para formar um aldeído.

d) Dos três álcoois representados na tabela, o álcool I - metanol - é o MAIS volátil. Com base nas interações intermoleculares, JUSTIFIQUE esse comportamento do metanol.

2. Um dos fatores que determinam a qualidade do leite é a acidez. O leite fresco possui uma acidez natural, devido à presença, na sua composição, de dióxido de carbono dissolvido, $\text{CO}_2(\text{aq})$, de íons - como citratos e hidrogenofosfatos - e de outros componentes.

Essa acidez natural pode ser aumentada pela formação de ácido láctico, que é produzido pela degradação da lactose por bactérias, também presentes no leite. Nesse caso, ela indica que a atividade microbiana, no produto, é muito elevada e, por isso, o leite se torna impróprio para consumo.

a) ESCREVA a equação completa e balanceada que representa a dissociação do ácido láctico, $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}(\text{aq})$, em água.

b) Na indústria de laticínios, tendo-se em vista a qualidade dos produtos, um dos parâmetros fundamentais a serem determinados é a acidez do leite.

Determina-se esse parâmetro, fazendo-se reagirem amostras de leite com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, $\text{NaOH}(\text{aq})$, até a neutralização.

Certa amostra de 10 mL de leite é neutralizada por 2,0 mL de uma solução de $\text{NaOH}(\text{aq})$, de concentração 0,100 mol / L.

Considere que a acidez do leite se deve apenas a ácidos com um único próton dissociável, de fórmula genérica HA.

Com base nessas informações, CALCULE a concentração desse ácido genérico presente na amostra de leite neutralizada.

(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

c) O leite é considerado próprio para consumo, quando, EM MÉDIA, a concentração de ácido HA está entre $1,78 \times 10^{-2}$ mol/L e $2,22 \times 10^{-2}$ mol/L.

Responda se o leite de que foi retirada a amostra considerada no item "b", é PRÓPRIO ou IMPRÓPRIO para consumo.

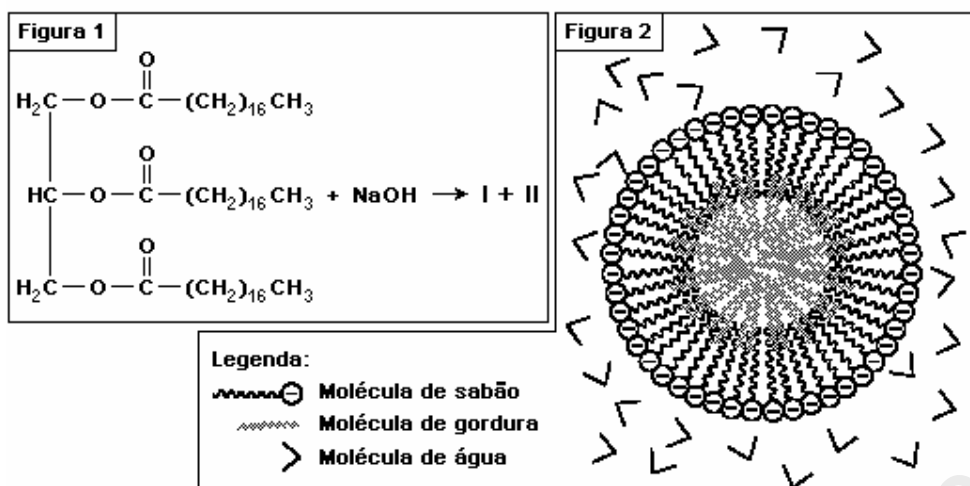
d) Em um sistema como o leite, a acidez - seja ela resultante da presença de ácidos fortes (por exemplo, o HCl) ou de ácidos fracos (por exemplo, o ácido láctico) -, é determinada por titulação, conforme mostrado no item "b".

Se o HA do leite fosse um ácido forte, a concentração desse ácido, nele encontrada, tornaria o pH do sistema igual a 1,7. No entanto sabe-se que o leite tem pH na faixa de 6.

Considerando a distinção entre ácidos fortes e ácidos fracos, JUSTIFIQUE o valor MAIS elevado do pH do leite.

3. Os sabões são produzidos por meio da reação de um triglicérideo com o hidróxido de sódio, NaOH , em que se formam um sal - o sabão - e o glicerol - o 1, 2, 3-propanotriol -, como mostrado na figura 1:

a) ESCREVA as fórmulas estruturais dos compostos I e II formados na reação do triglicérideo com o hidróxido de sódio.



Os sabões são utilizados, em geral, para remover gorduras. Esse processo envolve a formação de micelas - aglomerados de moléculas de sabão, de gordura e de água, que interagem entre si. Normalmente, as micelas assemelham-se a esferas, em cuja superfície estão orientados os grupos carboxilato das moléculas de sabão, que interagem com a água. No interior das micelas, as moléculas de gordura interagem com a cadeia carbônica das moléculas de sabão.

Na figura 2, está representada uma micela formada em meio aquoso:

b) **INDIQUE** o tipo de interação intermolecular **MAIS** intensa existente nas situações que se seguem.

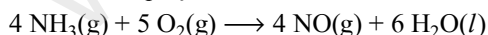
1 - Entre a cadeia carbônica de uma molécula de sabão e uma molécula de gordura.

2 - Entre um grupo carboxilato do sabão e uma molécula de água.

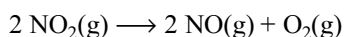
c) Quando a acidez da água utilizada para limpeza é alta, observa-se que a capacidade desengordurante do sabão diminui. **JUSTIFIQUE** a perda de eficiência do sabão nesse caso.

4. A produção de ácido nítrico é importante para a fabricação de fertilizantes e explosivos.

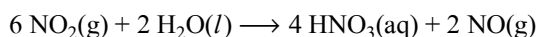
As reações envolvidas no processo de oxidação da amônia para formar ácido nítrico estão representadas nestas três equações:



$$\Delta H^0 = - 1170 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^0 = 114 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^0 = - 276 \text{ kJ/mol}$$

a) **ESCREVA** a equação química balanceada da reação completa de produção de ácido nítrico aquoso, $\text{HNO}_3(\text{aq})$, e água a partir de $\text{NH}_3(\text{g})$ e $\text{O}_2(\text{g})$.

b) **CALCULE** o ΔH^0 da reação descrita no item "a". (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

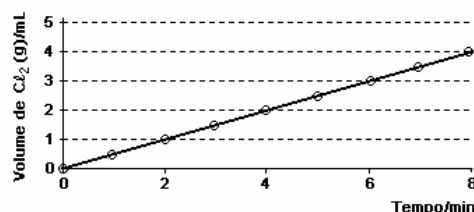
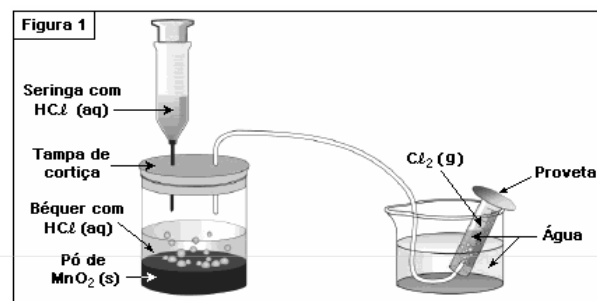
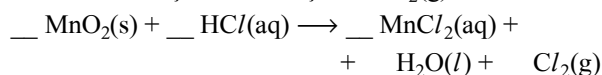
c) **CALCULE** a massa, **EM GRAMAS**, de ácido nítrico produzido a partir de 3,40 g de amônia. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

Dados: N = 14; H = 1; O = 16.

5. O cloro gasoso, $\text{Cl}_2(\text{g})$, pode ser produzido pela reação de ácido clorídrico aquoso, $\text{HCl}(\text{aq})$, com óxido de manganês (IV), $\text{MnO}_2(\text{s})$.

Na figura 1, está representada uma montagem utilizada para a produção e a medição do volume de cloro gasoso resultante dessa reação:

a) **ESCREVA** os coeficientes estequiométricos para balancear a reação de obtenção de $\text{Cl}_2(\text{g})$.



No gráfico, está representado o volume de $Cl_2(g)$ produzido, em função do tempo, num experimento em que ocorre a reação indicada no item "a".

b) Responda se, nesse caso, a velocidade da reação diminui, não se altera ou aumenta durante os 8 minutos registrados no gráfico. JUSTIFIQUE sua resposta com base nas informações referentes aos resultados experimentais apresentados no gráfico.

c) Suponha que o mesmo experimento é repetido, nas mesmas condições de temperatura e pressão, usando-se A MESMA massa de $MnO_2(s)$ em pó e um mesmo volume de solução de $HCl(aq)$ com o DOBRO da concentração. INDIQUE o volume, em mL, do $Cl_2(g)$ produzido após 4 minutos do início da nova reação. JUSTIFIQUE sua indicação.

6. A amônia é um insumo para a indústria química.

a) ESCREVA a equação química balanceada que representa o sistema em equilíbrio resultante da reação do íon amônio, $NH_4^+(aq)$, com água, que forma amônia aquosa, $NH_3(aq)$.

b) ESCREVA a expressão da constante de equilíbrio, K, da reação indicada no item "a", em função das concentrações das espécies nela envolvidas.

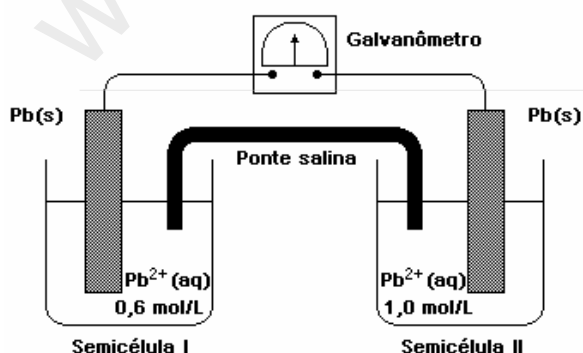
c) O valor da constante de equilíbrio, K, expressa no item "b", é igual a 1×10^{-9} .

CALCULE o valor do pH em que a concentração de NH_4^+ e a de NH_3 , em uma solução aquosa de cloreto de amônio, NH_4Cl , são iguais. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

d) Compare o valor da constante de equilíbrio, K, calculada no item "c", com o da constante de equilíbrio, K_w , da reação $2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$; $K_w = 1 \times 10^{-14}$.

Responda se uma solução aquosa de NH_4Cl é ácida, neutra ou básica. JUSTIFIQUE sua resposta.

7. Na figura a seguir, está representada uma pilha, construída com duas placas idênticas de $Pb(s)$ imersas em soluções de $Pb(NO_3)_2(aq)$ de concentrações diferentes:



O galvanômetro indica a passagem de corrente elétrica.

a) Essa pilha funciona até que a concentração dos íons $Pb^{2+}(aq)$, nas duas semicélulas, se iguale. ESCREVA as equações balanceadas das semi-reações que ocorrem nas semicélulas I e II.

b) Considerando os constituintes dessa pilha, INDIQUE a espécie OXIDANTE e a REDUTORA e a SEMICÉLULA em que CADA UMA dessas espécies se localiza.

c) Qual o sentido do fluxo de elétrons nos fios que unem as duas semicélulas, na pilha descrita. JUSTIFIQUE sua resposta.

d) INDIQUE o valor da concentração final do íon $Pb^{2+}(aq)$ nas duas semicélulas, quando a pilha parar de funcionar.

e) Após a pilha parar de funcionar, se se adicionar uma solução de $NaCl(aq)$ a uma das semicélulas, haverá a formação de um precipitado branco de $PbCl_2$ e, ao mesmo tempo, ocorrerá, novamente, passagem de corrente elétrica através do galvanômetro.

Considere que o $NaCl(aq)$ é adicionado à semicélula II. Qual o sentido do fluxo de elétrons nos fios que unem as duas semicélulas, nessa situação. JUSTIFIQUE sua resposta.

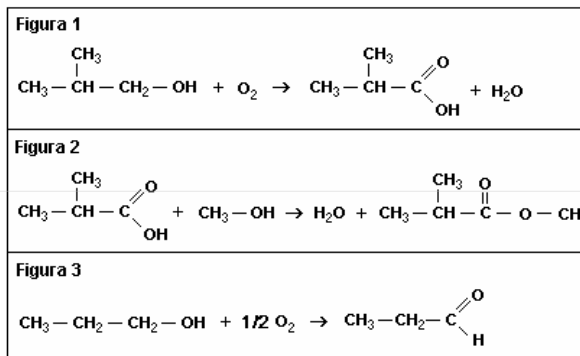
GABARITO

1. a) Observe a figura 1.

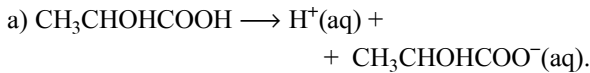
b) Observe a figura 2.

c) Observe a figura 3.

d) A cadeia carbônica do metanol é menor, conseqüentemente, as interações intermoleculares com a cadeia carbônica são menores.



2.



b) 2,0 mL de solução de NaOH(aq) de concentração 0,100 mol/L:

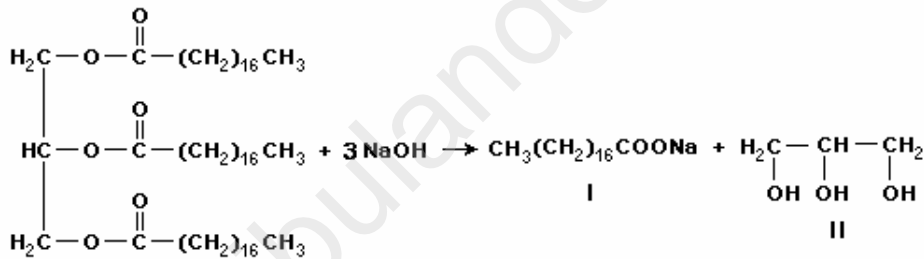
$$\begin{aligned} 1000 \text{ mL} &\text{ ---- } 0,100 \text{ mol NaOH} \\ 2,0 \text{ mL} &\text{ ---- } n(\text{NaOH}) \\ n(\text{NaOH}) &= 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol.} \end{aligned}$$

Como a proporção é de 1:1, então $n(\text{H}^+) = 2,0 \times 10^{-4}$ mol.

$$\begin{aligned} [\text{Ácido}] &= (2,0 \times 10^{-4} \text{ mol})/10 \text{ mL ou} \\ [\text{Ácido}] &= (2,0 \times 10^{-4} \text{ mol})/(10 \times 10^{-3} \text{ L}) \\ [\text{Ácido}] &= 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L.} \end{aligned}$$

c) O leite é próprio para o consumo humano, pois o valor encontrado está dentro da faixa tolerável (mol/L): $1,78 \times 10^{-2} < 2,0 \times 10^{-2} < 2,2 \times 10^{-2}$.

Figura 1:

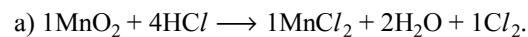


4. a) Somando a primeira equação com a segunda, multiplicada por três, mais a terceira, teremos:
 $4\text{NH}_3 + 8\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{HNO}_3$.

b) Somando o ΔH da primeira equação com o da segunda, multiplicado por três, mais o ΔH da terceira equação, teremos:
 $\Delta H(\text{total}) = -1170 + 3(-114) - 276 = -1788 \text{ kJ}$.

c) $4\text{NH}_3 + 8\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{HNO}_3$
 $4 \times 17 \text{ g} \text{ ----- } 4 \times 63 \text{ g}$
 $3,40 \text{ g} \text{ ----- } m$
 $m = 12,6 \text{ g}$

5.



d) O valor mais elevado no pH do leite se deve aos processos de pasteurização que diminuem a concentração de bactérias presentes no leite e contribuem para a diminuição da quantidade de lactose, ou seja, diminui a atividade microbiana no produto.

3.

a) Observe a figura 1.

b) 1 - Forças de Van der Waals do tipo dipolo induzido - dipolo induzido.

2 - Ligações de hidrogênio ou pontes de hidrogênio.

c) Com a elevação da acidez, ou seja, aumento da concentração de cátions H^+ , ocorre o consumo de ânions OH^- e o equilíbrio:



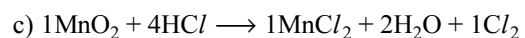
desloca para a direita e conseqüentemente a concentração do sabão diminui.

b) De acordo com o gráfico, de 0 a 8 minutos, temos:

t(tempo)	0	2	4	6	8
Volume (Cl_2)	0	1	2	3	4

velocidade (em $t = 2$) = $1/2 = 0,5 \text{ mL/min}$
 velocidade (em $t = 4$) = $2/4 = 0,5 \text{ mL/min}$
 velocidade (em $t = 6$) = $3/6 = 0,5 \text{ mL/min}$
 velocidade (em $t = 8$) = $4/8 = 0,5 \text{ mL/min}$

Conclusão: a velocidade se mantém constante de 2 a 8 minutos e aumenta entre 0 e 2 minutos.



$v = K[\text{HCl}]^4$ (inicial)

$v' = K(2[\text{HCl}])^4$ (outro experimento)

$v' = 16 K[\text{HCl}]^4$

$v' = 16 v$

No primeiro caso, no instante $t = 4$ minutos, temos $V(\text{Cl}_2) = 2$ mL. Como a velocidade de formação de Cl_2 vai aumentar 16 vezes, então:
 $v' = 16 \times 0,5 = 8$ mL/min.

6.



b) $K = \frac{[\text{H}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$.

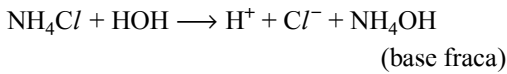
c) $[\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_3] = X$

$K = \frac{[\text{H}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{[\text{H}^+]X}{X}$

$K = [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-9}$

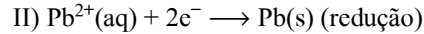
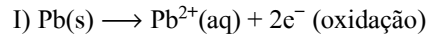
$\text{pH} = -\log 10^{-9}$, então $\text{pH} = 9$.

d) K (item c) $> K_w$.



A solução é ácida devido à presença de H^+ , ou seja, ocorre a formação de um ácido forte e de uma base fraca.

7. a) Como a concentração da solução de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ é maior na semicélula II, teremos:



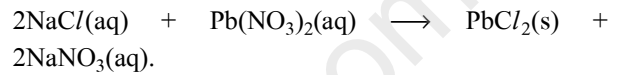
b) Espécie oxidante: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (semicélula II).

 Espécie redutora: $\text{Pb}(\text{s})$ (semicélula I).

c) O sentido do fluxo de elétrons nos fios é da semicélula I (ânodo) onde ocorre a oxidação para a semicélula II onde ocorre a redução (cátodo).

d) $[\text{Pb}^{2+}] = 0,8$ mol/L.

e) Com a adição de NaCl na semicélula II, teremos:



Com isso a concentração de Pb^{2+} diminuirá, então:



O fluxo dos elétrons será do ânodo para o cátodo, ou seja, da semicélula II para a semicélula I.