



MODALIDADE "A"

Olimpíada Brasileira de Química/2005

FASE III

Solução das Questões

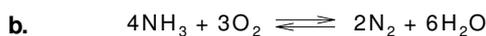
Testes de múltipla-escolha

Teste	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	C	E	B	A	A	B	E	D	C	D

Questões analítico-expositivas - soluções escolhidas

QUESTÃO 11 - Resolução apresentada pelo estudante Douglas Pinheiro Brilhante - Colégio Ari de Sá - CE.

a. O composto X é a amônia (NH_3) pois pelas reações com o sódio metálico e CuO percebe-se a formação de gás hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2), respectivamente, logo o composto deve ser formado por nitrogênio e hidrogênio.



c. 1 L ou 1000g de H_2O dissolve 750 L de NH_3 (em CNTP)

$$MM = 17 \text{ g / mol de } \text{NH}_3$$

$$\frac{750}{22,4} = 33,48 \text{ mol de } \text{NH}_3 \quad \Rightarrow \quad 33,48 \cdot 17 = 569,16 \text{ g de } \text{NH}_3$$

$$\% \text{ massa de } \text{NH}_3 = \frac{569,16}{1000 + 569,16} = \frac{569,16}{1569,16} = 0,363 \text{ ou } 36,3 \%$$

d. $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (5,43 \cdot 10^{-13}) \approx 8(0,74+13) = 12,26$

e. Equilíbrio:

$$K_b = \frac{[NH_3^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \therefore [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5,43 \cdot 10^{-3}} = 1,84 \cdot 10^{-2}$$

$$[NH_3 \cdot H_2O] = [NH_3]_{inicial} - [OH^-] = 18,78 - 1,84 \cdot 10^{-2} = 18,76$$

$$[NH_3^+] \cong [OH^-] \Rightarrow K_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3 \cdot H_2O]} = \frac{(1,84 \cdot 10^{-2})^2}{18,76} = 1,81 \cdot 10^{-5}$$

Após diluição a concentração de $NH_3 \cdot H_2O$ é 9,39 mol/L

$$d = 0,88 \frac{[Cl_2]}{[BrCl]^2} \Rightarrow [OH^-] = 1,3 \cdot 10^{-2} = 0,013$$

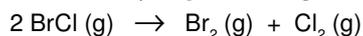
$$K_b = \frac{[NH_3^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]} = \frac{1,3 \cdot 10^{-2} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2}}{18,78} = 9,08 \cdot 10^{-5}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (1,3 \cdot 10^{-2}) = 1,89$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1,89 = 12,11$$

QUESTÃO 12 - Resolução apresentada pelo estudante Cássio Sozinho Amorim - Ideal Militar - PA.

a. A equação química da decomposição é a seguinte:



b. A expressão da constante de equilíbrio é a seguinte:

Para o sistema estar em equilíbrio o quociente reacional deve ser igual à constante de equilíbrio. O quociente reacional é o seguinte:

$$Q_c = \frac{[\text{Br}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{BrCl}]^2} \Leftrightarrow Q_c = \frac{0,25 \cdot 0,25}{(0,25)^2} = 1$$

Como o Q_c foi diferente de K_c , o sistema não está em equilíbrio.

c. O quociente reacional é muito menor que a constante de equilíbrio, o que significa que a razão entre as concentrações dos produtos e reagentes está pequena. Para aumentar as concentrações dos produtos, então, a reação vai proceder na direção da formação destes, isto é, para a direita.

d. $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$, em que Δn é a variação do nº. de mols [$n_{\text{produtos}} - n_{\text{reagentes}}$].
 $K_p = 32 \cdot (0,082.773)^{2-2}$
 $K_p = 32 \cdot (0,082.773)^0$
 $K_p = 32 \cdot 1$
 $K_p = K_c = 32$



$$\frac{(0,25 + x) \cdot (0,25 + x)}{(0,25 - 2x)^2} = 32 \Leftrightarrow \sqrt{\frac{(0,25 + x)^2}{(0,25 - 2x)^2}} = \sqrt{32} \Leftrightarrow \frac{0,25 + x}{0,25 - 2x} = 4\sqrt{2}$$

$$0,25 + x = 4\sqrt{2}(0,25 - 2x) \Leftrightarrow 0,25 + x = \sqrt{2} - 8x\sqrt{2} \Leftrightarrow x \cdot (1 + 8\sqrt{2}) = \sqrt{2} - 0,25$$

$$x \cdot (1 + 8 \cdot 1,41) = 1,41 - 0,25 \Leftrightarrow x \cdot (1 + 11,28) = 1,16 \Leftrightarrow x = \frac{1,16}{12,28} \cong 0,094$$

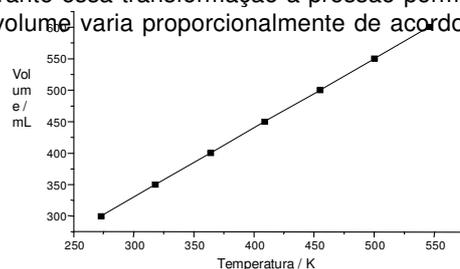
$$[\text{BrCl}] = 0,25 - 2 \cdot 0,094 = 0,062 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Br}_2] = [\text{Cl}_2] = 0,25 + 0,094 = 0,344 \text{ mol/L}$$

QUESTÃO 13 - Resolução apresentada pela estudante Mirella Simões Santos - Colégio Técnico Industrial - Prof. Mário Alquati - FURG - RS.

a. Segundo os dados da questão pode-se ver que a transformação que está acontecendo com o gás analisado pelo estudante é isobárica, ou seja, durante essa transformação a pressão permanece constante e com isso o volume varia proporcionalmente de acordo com a temperatura.

b.



c) $T_1 = 273 \text{ K}$ $T_2 = 318 \text{ K}$
 $V_1 = 300 \text{ mL}$ $V_2 = 350 \text{ mL}$

Como podemos observar pelo gráfico esboçado na questão "b", conforme a temperatura aumenta o volume também aumenta. Utilizando T_1 , V_1 , T_2 e V_2 como exemplos temos:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Assim, substituindo pelos valores dados na tabela teremos:

$$300 \text{ mL} / 273 \text{ K} = 350 \text{ mL} / 318 \text{ K}$$

Com isso veremos que a razão V_1/T_1 é proporcional à razão V_2/T_2 . Analisando um pouco mais veremos que para qualquer temperatura que seja elevado o gás seu volume (em mL) poderá ser encontrado utilizando a fórmula:

$$V = T * 1,1'''' \quad \text{'''' valor aproximado}$$

QUESTÃO 14 - Resolução apresentada pela estudante Thaís Macedo Bezerra Terceiro Jorge - Colégio 7 de setembro - CE.

i) U^{238} . A massa atômica de um elemento é calculada fazendo-se uma média ponderada. A massa do isótopo é multiplicada pela sua abundância, segundo a fórmula abaixo:

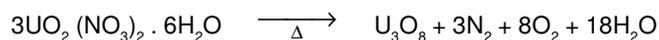
$$\frac{mU^{234} \cdot pU^{234} + mU^{235} \cdot pU^{235} + mU^{238} \cdot pU^{238}}{100}$$

onde, m = massa e p = porcentagem.

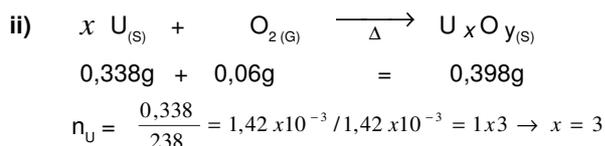
Dados experimentais comprovam que a massa atômica do elemento urânio é aproximadamente 238u.

A determinação da abundância isotópica também poderia ser feita com base na meia-vida dos isótopos do urânio determinada a partir da fórmula:

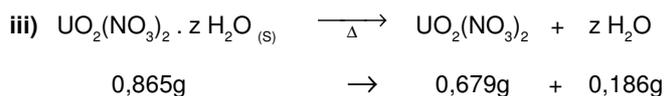
O isótopo que apresenta o maior tempo de meia-vida é o U^{238} : $4,5 \cdot 10^9$ anos.



Isso significa que o U^{238} é o isótopo mais abundante do elemento químico urânio.



$$n_O = \frac{0,06}{16} = 3,75 \times 10^{-3} / 1,42 \times 10^{-3} = 2,64 \times 3 \rightarrow y \cong 8$$



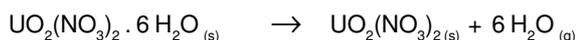
$$MM_{UO_2(NO_3)_2} = 394 \text{ g/mol}$$

$UO_2(NO_3)_2$	H_2O
0,679g	0,186g
$\frac{y}{394}$	x (g)

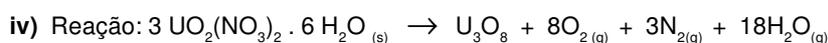
$$x = 107,93 \text{ g de } H_2O$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow n_{H_2O} = \frac{107,93 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 6 \text{ mols}$$

Portanto :



R = O sal nitrato de uranila apresenta 6 moléculas de água de hidratação



$$MM_{UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O} = 502 \text{ g/mol}$$

$$m_{U_3O_8} = 0,398\text{g}$$

$$MM_{U_3O_8} = 842 \text{ g/mol}$$

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O_{(s)}$$

$$3 \cdot 502\text{g} - 842\text{g/mol} \quad U_3O_8$$

$$x \quad - \quad 0,398\text{g} \quad U_3O_8$$

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O_{(s)}$$

$R = x = 0,712\text{g}$ do composto hidratado são necessários.

QUESTÃO 15 - Resolução apresentada pela estudante Deborah Damaris Oliveira Brasil Soares - Colégio 7 de setembro - CE.

a. Pela equação de Clapeyron, temos:

$$P.V = N.R.T \Rightarrow P.V = \frac{m}{M}.R.T \Rightarrow m = \frac{P.V.M}{R.T}$$

A massa inicial de gás (m_1) era: A massa depois do vazamento (m_2):

$$m_1 = \frac{P_1.V.M}{R.T} \qquad m_2 = \frac{P_2.V.M}{R.T}$$

A massa que escapou:

$$25,178 - 25,053 = 0,125 \text{ g}$$

$$\text{E representamos por (m): } m = m_1 - m_2$$

Por ser inelástico, o recipiente não pode sofrer deformação, conseqüentemente seu volume não se altera.

Dados: $P_1 = 1\text{atm}$
 $P_2 = 0,83\text{atm}$
 $T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$
 $R = 0,082. \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$m = \frac{P_1.V.M}{R.T} - \frac{P_2.V.M}{R.T} \Rightarrow m = \frac{V.M(P_1 - P_2)}{R.T}$$

$$0,125 = \frac{0,5.M.(1 - 0,83)}{0,082.293} \Rightarrow 0,125 = \frac{0,085.M}{24,026} \Rightarrow 0,085.M = 3,00325$$

$$M \equiv 35,33 \text{ g/mol}$$

b. Este dado não é suficiente para identificar o gás, pois não temos conhecimento dos elementos que o formam ou de suas proporções.

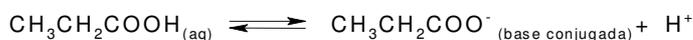
QUESTÃO 16 - Resolução apresentada pela estudante Karina Diniz Pereira - COLTEC - MG.



b. n (ácido) inicial = $74 \text{ g} \times 1 \text{ mol} / 74 \text{ g} = 1 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
 n (base) inicial = $16 \text{ g NaOH} \times 1 \text{ mol} / 40 \text{ g} = 0,4 \text{ mol NaOH}$

Como a reação é de 1:1, o NaOH reage todo e sobra 0,6 mol de ácido. Como K_a é muito pequeno, $K_a = 1,32 \times 10^{-5}$, a ionização deste ácido é desprezível e, após o equilíbrio de ionização ter sido atingido, há aproximadamente 0,6 mol de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$. Outro fator que inibe a ionização do ácido, tornando ainda mais coerente a aproximação, é o fato de existirem íons $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ (provenientes do sal formado na neutralização e que se dissocia totalmente).

Ionização do ácido:



A base conjugada presente no sistema é proveniente quase somente da dissociação do sal $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$. Como é formado 0,4 mol desse sal, o número de mols da base conjugada é aproximadamente 0,4 mol. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ hidrolisa-se, mas essa hidrólise ocorre em pequena extensão:

c. $K_{\text{hidrólise}} = K_w/K_a = 10^{-14}/1,32 \times 10^{-5} = 7,58 \times 10^{-10}$. Esse valor é muito pequeno.

$$\frac{\text{concentração } [\text{H}^+][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]} = \frac{(0,4 \text{ mol/L})}{1,32 \times 10^{-5}}$$

Substituindo os valores de $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]$ e de $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]$, obtemos $[\text{H}^+] = 1,98 \times 10^{-5}$. Assim,

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log 1,98 \times 10^{-5} = 4,70 \end{aligned}$$

d. 0,01 mol base reage 0,01 mol de ácido. Como havia 0,60 mol de ácido, sobra 0,59 mol e a concentração da base conjugada aumenta para 0,41 mol/L. Seguindo o mesmo raciocínio do **item c**, obtemos: $[\text{H}^+] = 1,90 \times 10^{-5}$, logo $\text{pH} = 4,72$. O pH aumenta pouco, pois a solução resultante é um tampão ácido: existem $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$.

“É melhor estar preparado para uma oportunidade e não ter nenhuma, do que ter uma oportunidade e não estar preparado”.