

## Dados

### Informações de Tabela Periódica

Elemento	H	N	O	F	Al	P	S	Cl	As	Xe
Número de massa	1	14	16	19	27	31	32	35,5	75	131
Número atômico	1	7	8	9	13	15	16	17	33	54

### Constantes:

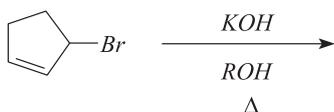
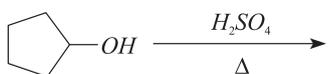
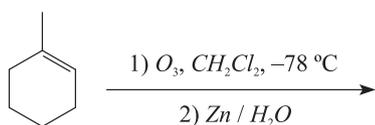
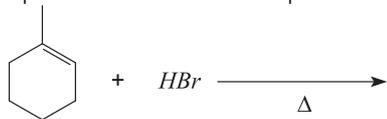
Constante de Faraday =  $96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ , a  $25^\circ \text{C}$

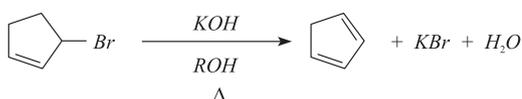
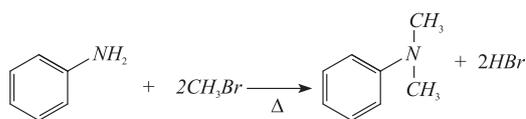
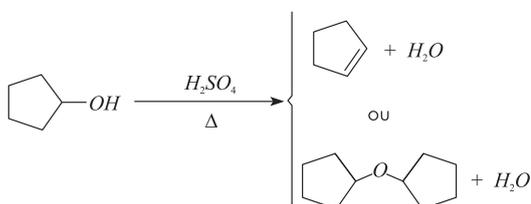
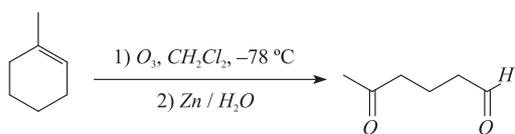
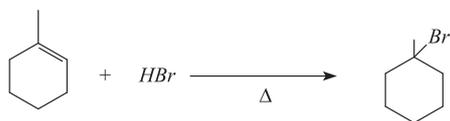
$R = 2,00 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

### ▶ Questão 01

Apresente a estrutura do produto orgânico principal de cada uma das reações abaixo.



Resolução:



Para esta reação, deve-se considerar as tensões dos anéis de Bayer.

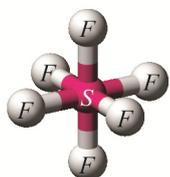
## Questão 02

A partir do modelo da Repulsão por Pares Eletrônicos da Camada de Valência (RPECV), identifique as geometrias moleculares das espécies químicas abaixo e, com base nelas, classifique cada espécie como polar ou apolar.

- a)  $SF_6$
- b)  $SF_4$
- c)  $O_3$
- d)  $XeF_4$
- e)  $ClF_3$

Resolução:

- a)  $SF_6 \rightarrow$  octaédrica ou  $\mu_T = 0$  Apolar.



- b)  $SF_4 \rightarrow$  gangorra  $\mu_T \neq 0$  Polar.



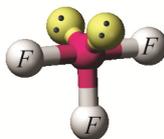
- c)  $O_3 \rightarrow$  angular  $\mu_T \neq 0$  Polar.



d)  $XeF_4 \rightarrow$  Quadrado planar  $\mu_T = 0$  Apolar.



e)  $ClF_3 \rightarrow$  em T  $\mu_T \neq 0$  Polar.



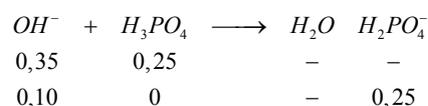
### ▶ Questão 03

Um estudante preparou uma solução aquosa com a seguinte composição: 0,35 molar de  $NaOH$ ; 0,30 molar de  $Na_2HPO_4$  e 0,25 molar de  $H_3PO_4$ . Ao consultar sua tabela, o estudante encontrou os seguintes valores para as constantes de dissociação iônica do ácido fosfórico:  $K_{a1} = 7,5 \times 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6,2 \times 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4,8 \times 10^{-13}$ . Com base nessas informações, determine a concentração do íon hidrônio no equilíbrio.

#### Resolução:

Situacão inicial:	Totalizando, temos:
0,35 mol/L $Na^+$	0,95 mol/L $Na^+$
0,35 mol/L $OH^-$	0,35 mol/L $OH^-$
0,60 mol/L $Na^+$	0,30 mol/L $HPO_4^{2-}$
0,30 mol/L $HPO_4^{2-}$	0,25 mol/L $H_3PO_4$
0,25 mol/L $H_3PO_4$	

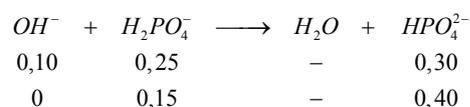
Existe  $OH^-$  suficiente para retirar completamente  $1^\circ \cdot H^+$  do  $H_3PO_4$ .



Assim, a nova situação é:

- 0,95 mol/L  $Na^+$
- 0,10 mol/L  $OH^-$
- 0,25 mol/L  $H_2PO_4^-$
- 0,30 mol/L  $HPO_4^{2-}$

Ainda existe  $OH^-$  para retirar parcialmente o  $1^\circ \cdot H^+$  do  $H_2PO_4^-$

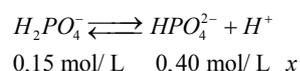


Assim a situação pós-reacional é

- 0,95 mol/L de  $Na^+$
- 0,15 mol/L de  $H_2PO_4^-$
- 0,40 mol/L de  $HPO_4^{2-}$

Assim, temos um tampão com a presença de 0,15 mol/L de  $H_2PO_4^-$  e 0,40 mol/L de  $HPO_4^{2-}$

Equilíbrio do  $H_2PO_4^-$



$$K_{a2} = \frac{[HPO_4^{2-}] \times [H^+]}{[H_2PO_4^-]} = 6,2 \times 10^{-8}$$

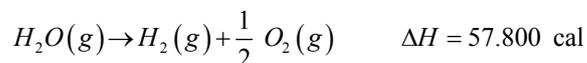
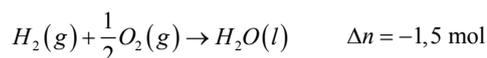
$$[H^+] = \frac{6,2 \times 10^{-8} \times 0,15}{0,40} = 2,33 \times 10^{-8}$$

**Questão 04**

Na reação de formação de água líquida, a 1atm e 298 K, o módulo da variação da entropia é  $39,0 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  e o módulo da variação da energia livre de Gibbs é  $56.678 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Considerando a combustão de 4,00 g de hidrogênio, a 1atm e 298 K, calcule:

- a variação de energia interna na formação da água líquida;
- a variação de energia interna na formação da água gasosa;
- a variação de energia interna na vaporização de 1,00 mol de água.

Considere, ainda, que todos os gases envolvidos comportam-se idealmente e que:

**Resolução:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Dados:} \\ P = 1 \text{ atm} \\ T = 298 \text{ K} \\ \Delta S = 39 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \Delta G = 56 \cdot 678 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right.$$

- a)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$   
 $-56.678 = \Delta H - [298(-39)]$   
 $\Delta H = -68.300 \text{ cal/mol } H_2O(l)$   
 Cálculo do trabalho ( $W$ )  
 $W = \Delta nRT$   
 $W = (-1,5) \times 2 \times 298$   
 $W = -894 \text{ cal/mol } H_2O$   
 Cálculo da variação de energia interna ( $\Delta U$ )  
 $\Delta H = \Delta U + W$   
 $-68.300 = \Delta U - 894$   
 $\Delta U = -67.406 \text{ cal/mol } H_2O$   
 Considerando 4g de  $H_2$ , temos  $\Delta U = -134.812 \text{ cal}$

- b)  $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta n = -0,5 \text{ mol}$   
 Cálculo do trabalho ( $W$ )  
 $W = nRT$   
 $W = (-0,5) \times 2 \times 298$   
 $W = -298 \text{ cal/mol}$   
 Cálculo da variação de energia interna ( $\Delta U$ )  
 $\Delta H = \Delta U + W$   
 $-57.800 = \Delta U - 298$   
 $\Delta U = -57.502 \text{ cal/mol}$

Considerando 4g  $H_2$ , temos:  
 $\Delta U = -115.004 \text{ cal}$

- c)
- $$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H = -57.800 \text{ cal}$$
- $$H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \quad \Delta H = +68.300 \text{ cal}$$
- $$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H = +10.500 \text{ cal} \quad \Delta n = 1 \text{ mol}$$

Cálculo do trabalho ( $W$ )

$$W = \Delta nRT$$

$$W = 1 \times 2 \times 298$$

$$\Delta U = 596 \text{ cal/mol}$$

Cálculo da variação de energia interna ( $\Delta U$ )

$$\Delta H = \Delta U + W$$

$$10.500 = \Delta U + 596$$

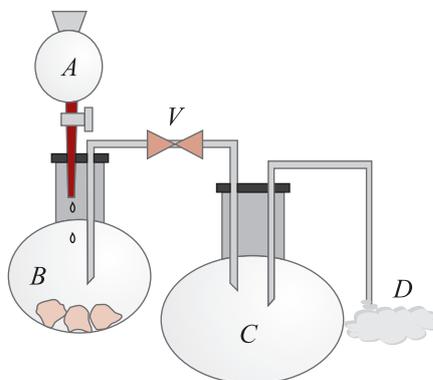
$$\Delta U = 9.904 \text{ cal/mol}$$

### ▶ Questão 05

Na figura, uma solução concentrada de  $HCl$ , contida em  $A$ , é gotejada sobre zinco sólido em  $B$ . Um dos produtos dessa reação escoou para  $C$ , onde é completamente consumido na reação com o vapor de uma substância simples, cujo elemento pertence à família 17. O produto da reação ocorrida em  $C$  é um gás incolor. A válvula  $V$  permite somente o escoamento no sentido de  $B$  para  $C$ . O recipiente  $C$  possui volume de  $1,0L$ , é mantido a  $100^\circ C$  durante todo o processo e contém inicialmente  $0,05 \text{ mol}$  da substância simples supracitada.

Observações:

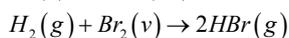
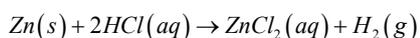
- os volumes das conexões e tubulações devem ser desconsiderados;
- a substância presente inicialmente em  $C$  é um líquido marrom-avermelhado à temperatura ambiente.



Determine:

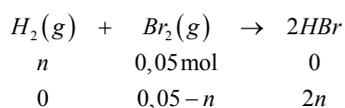
- as reações que ocorrem em  $B$  e  $C$ , identificando o estado físico de cada uma das substâncias envolvidas.
- o número máximo de mols do produto da reação em  $B$  que pode escoar para  $C$ , sem que a pressão neste exceda  $2,0 \text{ atm}$ , se a extremidade  $D$  for fechada.

**Resolução:**



Limite do  $n^\circ$  de mols de gás presente em  $C$ :

$$n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{2 \times 1}{0,082 \times 373} = 6,54 \times 10^{-2} \text{ mol}$$



$$0,05 + n = 0,0654$$

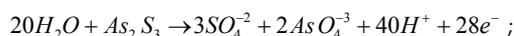
$$n = 0,0154 \text{ mol}$$

### Questão 06

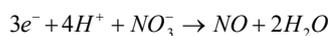
Pode-se obter ácido sulfúrico tratando sulfeto de arsênio,  $As_2S_3$ , com ácido nítrico. Além do ácido sulfúrico, forma-se  $AsO_4^{3-}$  e óxido nítrico. Calcule a quantidade máxima de sulfeto de arsênio que pode ser convertida por 10,0 kg de ácido nítrico.

#### Resolução:

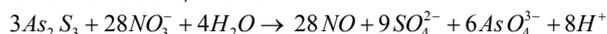
Semi reação de oxidação: (Equação I)



Semi reação de redução : (Equação II)



Multiplicando a equação (I) por 3 e a equação (II) por 28, com a finalidade de igualar o n° de elétrons ganhos e perdidos, e somando as duas, teremos:



Observa-se então:



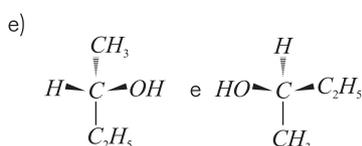
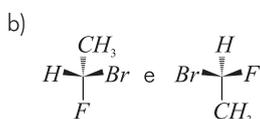
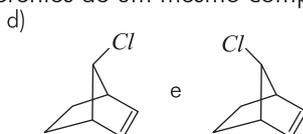
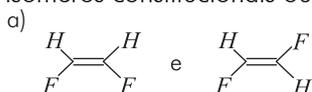
$$3 \times 246 \text{ g} \quad \text{-----} \quad 28 \times 63 \text{ g}$$

$$x \quad \text{-----} \quad 10^4 \text{ g}$$

$$x = 4,18 \times 10^3 \text{ g} \text{ ou } 4,18 \text{ kg}, \text{ o que corresponde a } 15,71 \text{ mol de } As_2S_3.$$

### Questão 07

Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros, diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.



#### Resolução:

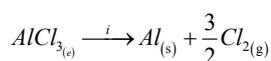
- a) Diastereoisômeros                      b) Enantiômeros                      c) Isômeros constitucionais  
 d) Diastereoisômeros                      e) Enantiômeros

### Questão 08

O alumínio pode ser produzido industrialmente pela eletrólise do cloreto de alumínio fundido, o qual é obtido a partir do minério bauxita, cujo principal componente é o óxido de alumínio. Com base nas informações acima, calcule quantos dias são necessários para produzir 1,00 tonelada de alumínio puro, operando-se uma cuba eletrolítica com cloreto de alumínio fundido, na qual se faz passar uma corrente elétrica constante de 10,0 kA .

#### Resolução:

A equação que representa a eletrólise ígnea do  $AlCl_3$  é:



Observa-se, portanto, que para reduzir 1mol de alumínio são consumidos 3mol de elétrons teremos:

$$27 \text{ g de } Al \quad \text{-----} \quad 3 \times 96500 \text{ C}$$

$$10^6 \text{ g} \quad \text{-----} \quad Q$$

$$Q = \frac{9,65}{9} \times 10^{10} \text{ C}$$

Logo:

$$Q = i \times t$$

$$\frac{9,65}{9} \times 10^{10} C = 10^4 \times t$$

$$t = \frac{9,65}{9} \times 10^6 s \text{ ou } 12,41 \text{ dias}$$

### Questão 09

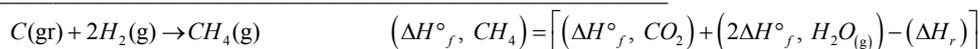
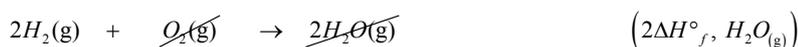
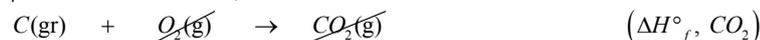
Em função do calor de formação do dióxido de carbono ( $\Delta H^\circ_f, CO_2$ ); do calor de formação do vapor d'água ( $\Delta H^\circ_f, H_2O_{(g)}$ ); e do calor da combustão completa de uma mistura de metano e oxigênio, em proporção estequiométrica ( $\Delta H_r$ ), deduza a expressão do calor de formação do metano ( $\Delta H^\circ_f, CH_4$ )..

#### Resolução:

Seja  $\Delta H_1$  a  $\Delta H^\circ_f CO_{2(g)}$ ,  $\Delta H_2$  a  $\Delta H^\circ_f H_2O_{(g)}$ ,  $\Delta H_3$  a  $\Delta H$  da combustão completa do  $CH_{4(g)} = \Delta H_4$  a  $\Delta H^\circ_f CH_{4(g)}$ . Assim tem-se as seguintes equações termoquímicas:

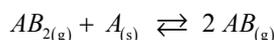


Aplicando a lei de Hess, tem-se



### Questão 10

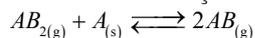
Considere a reação



Atingido o equilíbrio nas CNTP, a fase gasosa apresenta fração molar de  $AB_2$  igual a 0,1. Em que pressão, à mesma temperatura, a fração molar de  $AB$  na fase gasosa, no equilíbrio, seria igual a 0,8 ?

#### Resolução:

Considerando a 1ª situação de equilíbrio sendo nas CNTP, tem-se:



$$P = 1 \text{ atm}, x_{AB_2} = 0,1 \text{ e } x_{AB} = 0,9$$

$$p_{AB_2} = x_{AB_2} P = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ atm}$$

$$p_{AB} = x_{AB} P = 0,9 \times 1 = 0,9 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{p_{AB}^2}{p_{AB_2}} = \frac{(0,9)^2}{(0,1)} = 8,1$$

Agora na 2ª situação de equilíbrio, torna-se:

$$K_p = 8,1, x_{AB_2} = 0,2 ; x_{AB} = 0,8$$

$$p_{AB_2} = x_{AB_2} P = 0,2P$$

$$p_{AB} = x_{AB} P = 0,8P$$

$$K_p = \frac{p_{AB}^2}{p_{AB_2}} \rightarrow 8,1 = \frac{(0,8P)^2}{(0,2P)} = \frac{0,64P}{0,2}$$

$$P = 2,53 \text{ atm}$$

**Professores**

Adair  
Dalton  
Everton  
Gildo  
Nelson Santos  
Francisco Thé

**Colaboradores**

Aline Alkmin  
José Diogo  
Kleuber Vieira  
Thays de Freitas  
Lilian Rezende

**Digitação e Diagramação**

Daniel Alves  
João Paulo de Faria

**Desenhistas**

Rodrigo Ramos  
Vinicius Ribeiro

**Projeto Gráfico**

Vinicius Ribeiro

**Assistente Editorial**

Valdivina Pinheiro

**Supervisão Editorial**

José Diogo  
Rodrigo Bernadelli  
Marcelo Moraes

**Copyright©Olimpo2011**

A **Resolução Comentada** das provas do IME poderá ser obtida diretamente no

**OLIMPO** Pré-Vestibular, ou pelo telefone **(62) 3088-7777**

**As escolhas que você fez nessa prova, assim como outras escolhas na vida, dependem de conhecimentos competências e habilidades específicos. Esteja preparado.**

[www.grupoolimpo.com.br](http://www.grupoolimpo.com.br)

