



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO DE JANEIRO



## 5º Olimpíada de Química do Rio de Janeiro EM2 – 2º Fase – 2010



Nome:

Assinatura:

Questão	Valor	Grau
1ª	16	
2ª	16	
3ª	16	
4ª	16	
5ª	16	
<b>Total</b>	<b>80</b>	

Formulário:

$$PV = nRT$$

$$P_i = P_T x_i$$

$$P_i = P_i^0 x_i$$

$$\Delta U = q + w$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\ln(K_2/K_1) = (\Delta H_m^0/R)[(1/T_1) - (1/T_2)]$$

$$k = A \exp(-E_a/RT)$$

$$[X] = [X]_0 - kt$$

$$\ln[X] = \ln[X]_0 - kt$$

$$1/[X] = 1/[X]_0 + kt$$

Constantes:

$$R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

### 1º Questão (16 pontos)

Uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl, cuja densidade  $1,13 \text{ g mL}^{-1}$  contém 25,7% de HCl em massa.

(a) Considerando que um volume de 1,25 mL da solução aquosa de HCl reagiu com 1,00 g de ferro, formando o cátion ferroso, calcule o rendimento percentual sabendo que 0,0070 g de gás hidrogênio,  $\text{H}_2$ , foram obtidos.

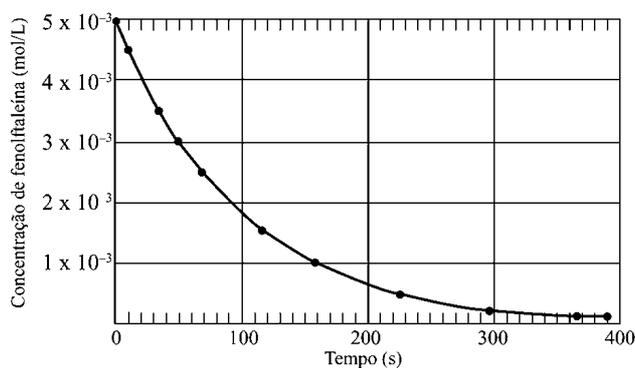
(b) Uma amostra sólida de 2,05 g contendo ferro, Fe, e alumínio, Al, é totalmente reagida com excesso da solução de HCl, produzindo 0,105 g de  $\text{H}_2$ . Calcule a percentagem, em massa, do Al na amostra.

(c) O cloreto de alumínio no estado gasoso pode formar um dímero. Apresente a estrutura de Lewis do dímero e sua representação tridimensional.

(d) Explique quais são os orbitais envolvidos no processo de formação do dímero através da Teoria da Ligação de Valência.

## 2º Questão (16 pontos)

Para neutralizar 10,0 mL de uma solução de ácido clorídrico, foram gastos 14,5 mL de solução de hidróxido de sódio  $0,120 \text{ mol L}^{-1}$ . Nesta titulação ácido-base foi utilizada fenolftaleína como indicador do ponto final da reação. A fenolftaleína é incolor no meio ácido, mas torna-se rosa na presença de base em excesso. Após o final da reação, percebe-se que a solução gradativamente fica incolor à medida que a fenolftaleína reage com excesso de NaOH e se decompõe. Neste experimento, foi construído um gráfico que representa a concentração de fenolftaleína em função do tempo.



**(a)** Escreva a equação da reação de neutralização e calcule a concentração, em mol/L, da solução de HCl.

**(b)** Calcule a velocidade média de reação de decomposição da fenolftaleína durante o intervalo de tempo de 50 segundos iniciais de reação. Explique por que a velocidade de reação não é a mesma durante os diferentes intervalos de tempo.

### 3º Questão (16 pontos)

Considerando que o biodiesel é uma mistura de ésteres etílicos de ácidos graxos derivados das reações de transesterificações de óleos, considere a composição hipotética a seguir.

#### Composição hipotética de um biodiesel

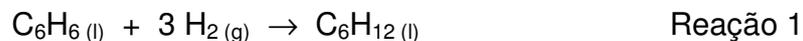


Com base nas fórmulas estruturais condensadas responda:

- (a) Quantas são as cadeias não saturadas?
- (b) Quais são as condições necessárias para que cadeias não saturadas apresentem isomeria geométrica?
- (c) Quantos isômeros serão possíveis existir considerando a fórmula estrutural condensada II?
- (d) Por que cadeias abertas saturadas não apresentam isomeria geométrica?

#### 4º Questão (16 pontos)

Um reator foi projetado para promover a hidrogenação do benzeno à cicloexano.



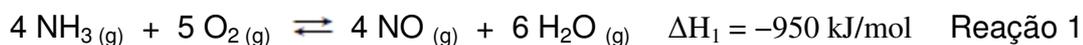
Para a execução do projeto fez-se necessário o levantamento dos dados termodinâmicos da reação.

<b>Entalpias-padrão de combustão (considerando combustão completa das espécies)</b>	
<b>Composto</b>	<b><math>\Delta H_c^0</math> (kJ mol<sup>-1</sup>)</b>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (l)	- 3267
H <sub>2</sub> (g)	- 285,8
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (l)	- 3930
<b>Entropias-padrão</b>	
<b>Composto</b>	<b><math>S^0</math> (J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>)</b>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (l)	174
H <sub>2</sub> (g)	130,7
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (l)	204

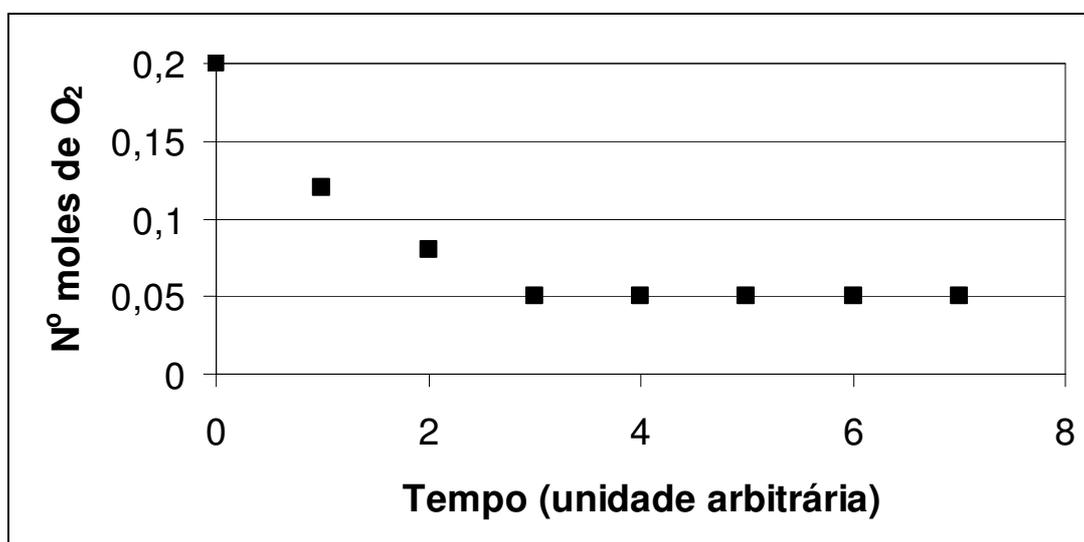
- (a) Determine a variação de entalpia para a reação 1.
- (b) Determine a variação de entropia para a reação 1.
- (c) Na temperatura ambiente, 25 °C, a reação 1 é espontânea? Justifique.

### 5º Questão (16 pontos)

Para a geração do nitrato na indústria, a amônia produzida através do processo Haber-Bosch é convertida em ácido nítrico por meio do processo Ostwald. Este envolve as seguintes reações:



Em um reator de 10,0 L a 1173 K foram adicionados 0,200 mol de  $\text{NH}_3$ , 0,100 mol de  $\text{NO}_2$  e 0,200 mol de  $\text{O}_2$ . O gráfico abaixo apresenta o perfil temporal da quantidade de  $\text{O}_2$ , em mol, nesta síntese.



- (a) Calcule a pressão do sistema no equilíbrio em uma temperatura de 1173 K. Considere que os gases têm comportamento ideal nesta temperatura.
- (b) Calcule o  $K_c$  para o equilíbrio global a 1173 K.
- (c) Calcule o  $K_c$  para o equilíbrio global a 1300 K e responda se há formação de  $\text{HNO}_3$  nesta temperatura.
- (d) Explique o efeito do aumento da pressão através da adição de um gás inerte ( $\text{N}_2$ ) no equilíbrio global.

TABELA PERIÓDICA

DOS ELEMENTOS

1 2 3 4 5 6 7 8

1 <b>H</b> 1,00794																	2 <b>He</b> 4,00260
3 <b>Li</b> 6,941	4 <b>Be</b> 9,01218															9 <b>F</b> 18,998403	10 <b>Ne</b> 20,179
11 <b>Na</b> 22,98977	12 <b>Mg</b> 24,305															17 <b>Cl</b> 35,453	18 <b>Ar</b> 39,948
19 <b>K</b> 39,0983	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,9559	22 <b>Ti</b> 47,88	23 <b>V</b> 50,9415	24 <b>Cr</b> 51,996	25 <b>Mn</b> 54,9380	26 <b>Fe</b> 55,847	27 <b>Co</b> 58,9332	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,546	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,59	33 <b>As</b> 74,9216	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,904	36 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,4678	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,9059	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,9064	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,9055	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,8682	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,59	51 <b>Sb</b> 121,75	52 <b>Te</b> 127,50	53 <b>I</b> 126,9045	54 <b>Xe</b> 131,29
55 <b>Cs</b> 132,9054	56 <b>Ba</b> 137,33	57 <b>La</b> 138,9055	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,9077	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,9254	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,9304	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,9342	70 <b>Yb</b> 173,04		
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> 226,0254	89 <b>Ac</b> 227,0278	90 <b>Th</b> 232,0381	91 <b>Pa</b> 231,0359	92 <b>U</b> 238,0289	93 <b>Np</b> 237,0482	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)		

METAIS DE TRANSIÇÃO

\* Lantanídeos

§ A União Internacional de Química Pura e Aplicada não adotou símbolos ou nomes oficiais para estes elementos.

Obs: As massas atômicas apresentadas na Tabela são valores UIQPA de 1981.