



<b>Código de inscrição</b>	Data: 12/11/2019
	Horário: 13:30 – 17:30

### Orientações gerais

- Somente identifique sua prova com o código de inscrição (**não** coloque seu nome);
- Assim que assinar a lista de presença verifique seu código de inscrição e preencha todos os campos referentes em todas as páginas;
- Não é permitida consulta bibliográfica;
- Realizar a prova com caneta azul;
- Será permitido o uso de calculadora científica simples;
- Não será permitido o uso de aparelhos eletrônicos e celulares;
- Esta página da prova pode ser destacada para consultar a tabela periódica;
- Não é permitida a consulta a outras tabelas periódicas;
- As questões devem ser respondidas no espaço destinado as mesmas, **não** sendo permitido o uso do verso da folha de prova.

**TABELA PERIÓDICA**

																		No. Atômico			
																		Elemento			
																		Massa Atômica			
1 H 1,0																	2 He 4,0				
3 Li 6,9	4 Be 9,0											5 B 10,5	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2				
11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9				
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,6				
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 97,0	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,6	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3				
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,6	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222				
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Unq 261	105 Unp 262	106 Unh 263																
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0								
90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)								



<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

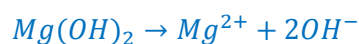
**Questão 1:** O leite magnésia, comumente utilizado para azia, tem como composto ativo o hidróxido de magnésio, sendo que 15 mL de leite magnésia contém aproximadamente 1,2 g de  $Mg(OH)_2$ . Assim sendo, qual o pH da solução resultante da dispersão de uma colher de sopa (15 mL) em um volume total de 200 mL de solução? Considere a solubilização total do hidróxido.

Resolução:

$$C_{mol/L} = \frac{m}{MM \times V}$$

$$C_{mol/L} = \frac{1,2}{58,32 \times 0,2}$$

$$C_{mol/L} = 0,103 \text{ mol/L}$$



$$[OH^-] = 2 \times 0,103 \text{ mol/L}$$

$$[OH^-] = 0,206 \text{ mol/L}$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log 0,206$$

$$pOH = 0,686$$

$$pH = 14 - 0,686$$

$$pH = 13,3$$

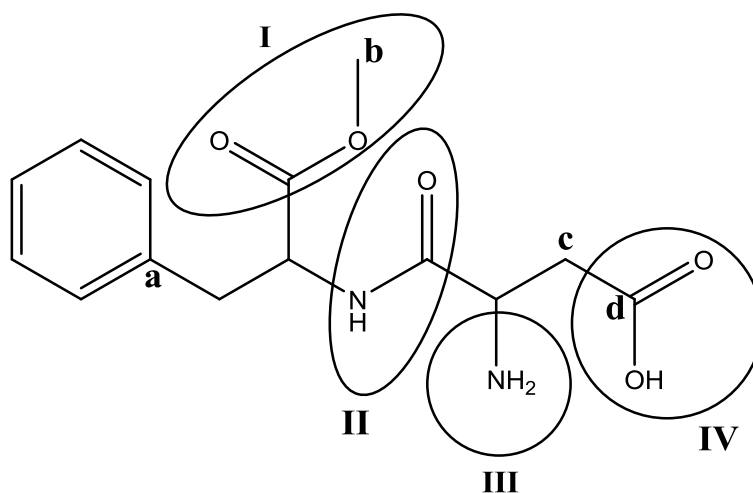


*Código de inscrição*

Data: 12/11/2019

Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 2:** Abaixo está a estrutura do aspartame,  $C_{14}H_{18}N_2O_5$ , um composto usado como adoçante. Com base na estrutura química do aspartame identifique quais são as funções orgânicas circuladas em **I**, **II**, **III** e **IV** e quais são as hibridizações dos carbonos **a**, **b**, **c** e **d**.



Resolução:

I: éster

II: amida

III: amina

IV: ácido carboxílico

a:  $sp^2$

b:  $sp^3$

c:  $sp^3$

d:  $sp^2$



<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 3:** Ordene as moléculas trifluoreto de boro ( $\text{BF}_3$ ), trifluoreto de nitrogênio ( $\text{NF}_3$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ) em função do momento de dipolo dessas moléculas e justifique o motivo de tal ordenação, abordando a geometria molecular e a polaridade das ligações químicas em sua explicação.

**Resolução:**

Ordem do momento de dipolo  $\text{BF}_3 < \text{NF}_3 < \text{NH}_3$

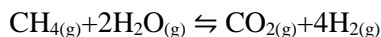
A molécula de  $\text{BF}_3$  apresenta ligações polares e geometria trigonal planar. Devido à distribuição simétrica das ligações ao redor do átomo central e a ausência de par de elétrons livres no átomo de boro, a molécula  $\text{BF}_3$  é apolar.

As moléculas  $\text{NH}_3$  e  $\text{NF}_3$  apresentam geometria piramidal e, em ambos os casos, o par de elétrons livres do nitrogênio confere uma região rica em elétrons no topo da pirâmide. Entretanto, no que se refere às ligações químicas, na ligação N–H os hidrogênios apresentam carga parcial positiva e o nitrogênio carga parcial negativa. Assim, o efeito das ligações polares está na mesma direção do par de elétrons livres do nitrogênio, aumentando a concentração de cargas negativas no topo da pirâmide e, assim, aumentando o momento de dipolo. No caso do  $\text{NF}_3$ , as ligações também são polares, mas a carga parcial negativa está direcionada aos átomos de F, enquanto que a carga parcial positiva encontra-se no nitrogênio. Assim, a concentração de cargas negativas nessa molécula está distribuída em partes opostas da molécula, o que confere ao  $\text{NF}_3$  um menor momento de dipolo quando comparado com a amônia.



<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 4:** A maior parte da produção de gás hidrogênio em escala industrial é realizada conforme descrito pela reação abaixo:



Com base nos dados termodinâmicos fornecidos na tabela abaixo (à 298K), calcule a constante de equilíbrio dessa reação em temperatura ambiente. Indique como a alteração da temperatura e pressão poderiam aumentar a quantidade de hidrogênio produzido (desconsidere aspectos cinéticos).

	MM (g mol <sup>-1</sup> )	$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$\Delta_f G^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	S <sup>o</sup> (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )
CH <sub>4</sub>	16,04	-74,81	-50,72	186,26
H <sub>2</sub> O	18,015	-241,82	-228,57	188,83
CO <sub>2</sub>	44,040	-393,51	-394,36	213,74

**Fórmula:**  
 $\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$

**Constante dos gases:** 0,08206 L atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
8,314 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
62,36 L Torr K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

**Unidades:**  
1 Pa = 1 N m<sup>-2</sup>  
1 atm = 1,01325 × 10<sup>5</sup> Pa = 101,325 kPa

**Resolução:**

$$\Delta_r G^\circ = -394,36 - (-50,72 - 2 \times 228,57) = 113,50 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln(K)$$

$$K = \exp(-113500 / (8,314 \times 298))$$

$$K = 1,27 \times 10^{-20}$$

**Aumentar temperatura:**

desloca no sentido endotérmico (formação de produtos)

$$\Delta_r H^\circ = -393,51 - (-74,81 - 2 \times 241,82) = 164,94 \text{ kJ mol}^{-1}$$

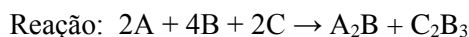
**Diminuir a pressão:**

desloca no sentido com maior número de mols em fase gasosa (formação de produtos).



<b>Código de inscrição</b>	Data: 12/11/2019
	Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 5:** Determine a partir dos dados cinéticos, coletados a uma mesma temperatura para a reação abaixo, o valor da constante de velocidade.



EXP	Concentração inicial /mol L <sup>-1</sup>			Velocidade / mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
	[A] <sub>0</sub>	[B] <sub>0</sub>	[C] <sub>0</sub>	
1	1,25	1,25	1,25	8,70
2	2,50	1,25	1,25	17,40
3	2,50	2,50	1,25	17,40
4	1,25	1,25	2,50	34,80

**Resolução:**

$$\text{Velocidade} = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y \cdot [C]^z$$

x = ordem de reação em relação ao reagente A

y = ordem de reação em relação ao reagente B

z = ordem de reação em relação ao reagente C

Para o cálculo de x temos que comparar o EXP 1 vs EXP2

$$f^c = x \quad \text{sendo assim, } c \ln f = \ln x$$

c ln2 = ln2 (dobrou-se a concentração do reagente A, mantendo-se as concentrações dos reagentes B e C constantes e verificou-se que a velocidade dobrou)

c ln2 = ln2, portanto c = 1 e a reação é de ordem 1 em relação ao reagente A .

Para o cálculo de y temos que comparar o EXP 2 vs EXP3

$$f^c = x \quad \text{sendo assim, } c \ln f = \ln x$$

c ln2 = ln1 (dobrou-se a concentração do reagente B, mantendo-se as concentrações dos reagentes A e C constantes e verificou-se que a velocidade não sofreu alteração)

c ln2 = ln1, portanto c = 0 e a reação é de ordem 0 em relação ao reagente B .

Para o cálculo de z temos que comparar o EXP 1 vs EXP4

$$f^c = x \quad \text{sendo assim, } c \ln f = \ln x$$

c ln2 = ln4 (dobrou-se a concentração do reagente C, mantendo-se as concentrações dos reagentes A e B constantes e verificou-se que a velocidade quadruplicou)

c ln2 = ln4, portanto c = 2 e a reação é de ordem 2 em relação ao reagente C .

A lei de Velocidade para a reação estudada é:  $v = k \cdot [A] \cdot [C]^2$

Como os dados da tabela foram coletados a uma mesma temperatura, pode-se calcular o valor de k a partir da equação acima tomando por base qualquer linha da tabela acima.

**Exemplo do cálculo com base na linha 1:**

$$V = k \cdot [A][C]^2$$

$$8,70 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k [1,25 \text{ mol L}^{-1}] [1,25 \text{ mol L}^{-1}]^2$$

$$8,70 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k \times 1,953 \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$$

$$\mathbf{k = 4,45 \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}}$$



<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 6:** Uma barra de metal de aço foi banhada com cromo e, devido a um acidente, ocorreu um arranhão na superfície deste metal. A formação da ferrugem, que é resultado do processo de oxidação do ferro contido no aço, será facilitado ou retardado pelo cromo? Escreva as semirreações de oxidação e redução e a reação global do processo e indique qual metal atuará como ânodo. (dados os valores de potencial padrão de redução:  $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$  e  $E^{\circ}(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) = -0,91 \text{ V}$ ).

**Resolução:**

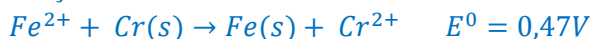
O enferrujamento de um objeto contendo ferro é um processo natural e inicia-se em virtude da oxidação do ferro ( $\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^{-}$ ) em contato com o ar úmido. Contudo, o objeto contendo ferro pode ser protegido da oxidação se estiver em contato com um metal que atue como ânodo de sacrifício. Para tanto é necessário que o metal possua um potencial de oxidação maior que o do ferro para, assim, oxidar-se no lugar do ferro.

A comparação dos valores dos potenciais padrão de redução indicam que o ferro terá tendência a sofrer redução, enquanto o cromo terá tendência a oxidar-se. Sendo assim, a presença do cromo irá retardar a oxidação e enferrujamento do ferro presente no aço.

*Semirreações:*



*Reação Global:*



O cromo atuará como ânodo, pois é o metal que sofrerá a oxidação.



<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 7:** Um composto contém 60% de carbono, 13,33% de hidrogênio e 26,67% de oxigênio (porcentagens em massa) e tem massa molar  $60 \text{ g mol}^{-1}$ . Desenhe as estruturas e forneça o nome (IUPAC) dos isômeros possíveis para esse composto.

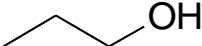
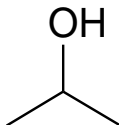
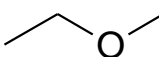
Resolução:

Dada a fórmula percentual,  $\text{C}_{60,00\%}\text{H}_{13,33\%}\text{O}_{26,67\%}$  e a massa molar do composto,  $60,0 \text{ g mol}^{-1}$  e relacionando com a massa atômica dos elementos

<b>C</b>	<b>H</b>	<b>O</b>
60,0 g ---- 100%	60,0 g ---- 100%	60 g ----- 100%
12,0 x ---- 60,00	1,0 y ---- 13,33%	16,0 z ---- 26,67%
x = 3	y = 7,9980 $\cong$ 8	z = 1,0001 $\cong$ 1

O composto apresenta fórmula molecular  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

Possíveis isômeros

	1-propanol
	2-propanol
	metoxietano



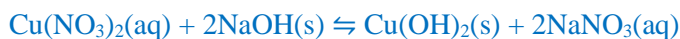


<b>Código de inscrição</b>		Data: 12/11/2019
		Horário: 13:30 – 17:30

**Questão 8:** O nitrato de cobre (II) reage com hidróxido de sódio para produzir um precipitado azul pálido de hidróxido de cobre (II). Demonstrando a equação química descrita anteriormente, calcule a massa máxima de hidróxido de cobre (II), em gramas, que pode ser formada se 2,00 g de hidróxido de sódio forem adicionados a 80,0 mL de uma solução 0,500 mol L<sup>-1</sup> de Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq).

Resolução:

1) considerando os temas propostos (reações e estequiometria) o candidato deve apresentar equação balanceada e realizar os cálculos necessários para a resposta como descrito abaixo.



2) cálculos:

$$\text{MM Cu}(\text{NO}_3)_2 = 187,5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{MM NaOH} = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{MM Cu}(\text{OH})_2 = 97,5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$C \text{ (mol/L)} = n \text{ (mol)} / V \text{ (L)}$$

$$0,500 = n / 0,080$$

$$n = 0,04 \text{ mol de Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$1 \text{ mol de NaOH} \rightarrow 40 \text{ g}$$

$$X \text{ mol} \rightarrow 2,00 \text{ g}$$

$$X = 0,05 \text{ mol de NaOH}$$

Para 1 mol de Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> são necessários 2 mols de NaOH

Para 0,04 mol → 0,08 mol de NaOH, logo NaOH reagente limitante.

2 mols de NaOH → 1 mol de Cu(OH)<sub>2</sub>

$$0,05 \text{ mol} \rightarrow X$$

$$X = 0,025 \text{ mol}$$

1 mol de Cu(OH)<sub>2</sub> → 97,5 g

$$0,025 \text{ mol} \rightarrow X$$

$$X = 2,44 \text{ g}$$