

**Universidade Federal de Goiás**  
**Instituto de Química**  
**Coordenação de Pós-Graduação em Química**

**EXAME DE SELEÇÃO DO MESTRADO EM QUÍMICA – 2015/1**

**IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO - Número de Inscrição:** \_\_\_\_\_

**INSTRUÇÕES IMPROTANTES:**

- identifique TODAS as folhas com seu número de inscrição;
- responda **oito (08)** questões escolhendo **APENAS duas (02)** de cada conjunto designado pelas letras **A, B, C e D**. No caso de responderem **03 (três)** em cada conjunto serão corrigidas apenas duas em ordem numérica;
- a prova deve ser realizada sem consulta;
- responda às questões somente nas páginas em que elas estão impressas;
- respostas a lápis não serão consideradas;
- o uso de celular ou outro equipamento de comunicação não é permitido;
- é permitido o uso de calculadora. Não é permitido o empréstimo de materiais;
- consta no final deste caderno de provas uma Tabela Periódica.

**A1.** O grupo dos halogênios é o único da tabela periódica em que suas substâncias elementares encontram-se nas CNTP nos três estados físicos da matéria [ $I_2$  (sólido),  $Br_2$  (líquido) e  $F_2$  e  $Cl_2$  (gasoso)]. Explique essa tendência e faça uma previsão de solubilidade aquosa de cada substância.

**A2.** Discuta a seguinte afirmação: "O modelo de Lewis para as ligações químicas se contrapõe ao Princípio da Incerteza de Heisenberg".

**A3.** O óxido de alumínio,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , é universalmente conhecido como alumina. A  $\alpha$ -alumina ou coríndo pode apresentar impurezas, ou seja, alguns íons  $\text{Al}^{3+}$  da rede cristalina podem ser substituídos por outros íons metálicos, gerando assim gemas como, por exemplo, o rubi (que contém impureza de  $\text{Cr}^{3+}$ ). Já o mineral berilo,  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ , pode também ser encontrado na natureza contendo algumas impurezas, ou seja, alguns íons  $\text{Al}^{3+}$  podem ser substituídos por íons  $\text{Cr}^{3+}$ , dando origem à esmeralda. Em ambos minerais, coríndo e berilo, os íons  $\text{Al}^{3+}$  e as impurezas estão envolvidos em um ambiente octaédrico, onde os ligantes são oxigênio. Usando os seus conhecimentos e a Teoria de Campo Cristalino (TCC), explique por que o rubi apresenta uma coloração vermelha enquanto a esmeralda uma coloração verde.

**B1.** A equação de Van der Waals,  $p = RT/(V_m - b) - a/V_m^2$  é utilizada para calcular a pressão de gases reais levando em conta interações moleculares. Em um recipiente de 200 mL, foram colocados 14,4 g de gás butano a 25 °C. Responda:

**a)** Calcule a pressão de acordo com a equação dos gases ideais e de acordo com a equação de Van der Waals.

**b)** Se gás etano for colocado na mesma quantidade molar, qual a pressão de acordo com a equação de Van der Waals?

**c)** Discuta as diferenças encontradas.

Dados: Butano ( $a = 14,47 \text{ L}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-2}$  e  $b = 0,1226 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ); Etano ( $a = 5,56 \text{ L}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-2}$  e  $b = 0,0638 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

$R = 0,0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $V_m = V/n$ .

**B2.** A entalpia de combustão do benzeno é  $-3268,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , enquanto que a entalpia de formação do ciclo-hexano é  $-156,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Responda:

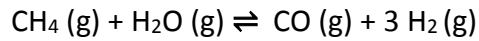
**a)** Calcule a entalpia de formação do benzeno sabendo que  $\Delta_f H [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] = -286,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta_f H [\text{CO}_2 (\text{g})] = -394,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**b)** Calcule a entalpia de hidrogenação do benzeno.

**c)** Verifique se a hidrogenação do benzeno é uma reação espontânea ou não. Mostre todas as equações químicas envolvidas nos processos.

Dados: As entropias molares do benzeno, do ciclo-hexano e do gás hidrogênio são:  $+173,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $+204,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  e  $+130,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , respectivamente.

**B3.** Considere a reação abaixo:



a) Verifique se essa reação é espontânea no sentido de produção de hidrogênio, quando reagentes e produtos são misturados nas condições padrão (1 bar e 298 K).

b) Calcule a constante de equilíbrio ( $K_p$ ) da reação a 298 K.

c) Em que sentido a reação é espontânea quando as pressões forem 2, 3, 6 e 12 bar para  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$ , respectivamente?

Dados a 298 K:  $\Delta_f G^\circ (\text{CH}_4, \text{g}) = -50,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_f G^\circ (\text{H}_2, \text{g}) = 0$

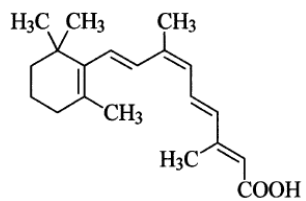
$\Delta_f G^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -228,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$        $\Delta_f G^\circ (\text{CO}, \text{g}) = -137,17 \text{ kJ.mol}^{-1}$

$R = 8,3145 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

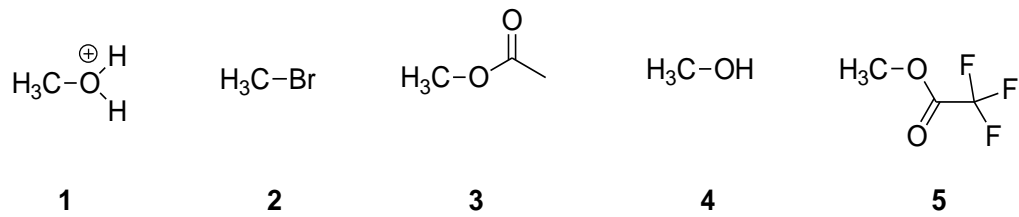
**C1.** Escreva as projeções de Newman, nomeie e estime a conformação mais estável do etileno glicol (**HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH**).




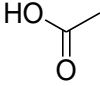
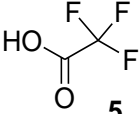
**C2.** Determine a configuração das ligações duplas do ácido retinóico (vitamina A) e indique o número de estereoisômeros possíveis.



**C3.** Quais moléculas reagiriam mais rapidamente com o íon  $\text{CN}^-$  em um mecanismo tipo  $\text{S}_{\text{N}}2$ ? Enumere estas moléculas em ordem crescente de reatividade e explique.



Dados:

	$\text{HBr}$		$\text{H}_2\text{O}$		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
pKa	-1,7	-11	4,8	15,7	0

**D1.** Em um laboratório, um analista pesou uma massa de NaCl igual a 0,120 g, a qual foi dissolvida em água para preparar 250 mL de solução. Considerando a pureza do reagente igual a 98%, calcule a concentração de NaCl em:

- a) mol.L<sup>-1</sup>.
- b) partes por milhão (ppm).

**D2.** Considere as três soluções indicadas a seguir:

**Solução 1.** NaOH  $1,0 \times 10^{-6}$  mol.L<sup>-1</sup>.

**Solução 2.** CH<sub>3</sub>COOH 0,100 mol.L<sup>-1</sup>.

**Solução 3.** CH<sub>3</sub>COONa 0,100 mol.L<sup>-1</sup>.

a) calcule o pH da solução 1.

b) calcule o pH de uma solução preparada pela mistura de 50 mL da solução 2 com 50 mL da solução 3.

**Dados:**  $K_a$  (CH<sub>3</sub>COOH) =  $1,8 \times 10^{-5}$

$K_w$  =  $1,0 \times 10^{-14}$

**D3.** O fluoreto de cálcio apresenta constante do produto de solubilidade igual a  $5,3 \times 10^{-9}$ . Calcule a solubilidade (a 25 °C) desse composto:

a) em água.

b) na presença de fluoreto de sódio  $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ .

## TABELA PERIÓDICA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> 1																	2 <b>He</b>
3 <b>Li</b> 7	4 <b>Be</b> 9											5 <b>B</b> 11	6 <b>C</b> 12	7 <b>N</b> 14	8 <b>O</b> 16	9 <b>F</b> 19	10 <b>Ne</b> 20
11 <b>Na</b> 23	12 <b>Mg</b> 24											13 <b>Al</b> 27	14 <b>Si</b> 28	15 <b>P</b> 31	16 <b>S</b> 32	17 <b>Cl</b> 35,5	18 <b>Ar</b> 40
19 <b>K</b> 39	20 <b>Ca</b> 40	21 <b>Sc</b> 45	22 <b>Ti</b> 48	23 <b>V</b> 51	24 <b>Cr</b> 52	25 <b>Mn</b> 55	26 <b>Fe</b> 56	27 <b>Co</b> 59	28 <b>Ni</b> 58,7	29 <b>Cu</b> 63,5	30 <b>Zn</b> 65	31 <b>Ga</b> 70	32 <b>Ge</b> 72,6	33 <b>As</b> 75	34 <b>Se</b> 79	35 <b>Br</b> 80	36 <b>Kr</b> 84
37 <b>Rb</b> 85,5	38 <b>Sr</b> 87,6	39 <b>Y</b> 89	40 <b>Zr</b> 91	41 <b>Nb</b> 93	42 <b>Mo</b> 96	43 <b>Tc</b> (99)	44 <b>Ru</b> 101	45 <b>Rh</b> 103	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 108	48 <b>Cd</b> 112	49 <b>In</b> 115	50 <b>Sn</b> 119	51 <b>Sb</b> 122	52 <b>Te</b> 128	53 <b>I</b> 127	54 <b>Xe</b> 131
55 <b>Cs</b> 133	56 <b>Ba</b> 137	57-71 <b>La-Lu</b>	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 181	74 <b>W</b> 184	75 <b>Re</b> 186	76 <b>Os</b> 190	77 <b>Ir</b> 192	78 <b>Pt</b> 195	79 <b>Au</b> 197	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204	82 <b>Pb</b> 207	83 <b>Bi</b> 209	84 <b>Po</b> (210)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 <b>Ac-Lr</b>	104 <b>Rf</b> (260)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (263)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)									

Número Atômico
<b>Símbolo</b>
Massa Atômica

## Série dos lantanídeos

57 <b>La</b> 139	58 <b>Ce</b> 140	59 <b>Pr</b> 141	60 <b>Nd</b> 144	61 <b>Pm</b> (147)	62 <b>Sm</b> 150	63 <b>Eu</b> 152	64 <b>Gd</b> 157	65 <b>Tb</b> 159	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 165	68 <b>Er</b> 167	69 <b>Tm</b> 169	70 <b>Yb</b> 173	71 <b>Lu</b> 175
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

## Série dos actinídeos

89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (253)	103 <b>Lr</b> (257)
--------------------------	------------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------