



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**Instituto de Química**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**  
**Avaliação Processo Seletivo 2019/1**

**PGQ** \_\_\_\_\_

- Composta de 10 questões, sendo 4 obrigatórias e 6 eletivas, a prova poderá ficar com o candidato quando terminá-la, sendo obrigatória a devolução das folhas-respostas.
- O candidato deverá responder 8 questões:
  - as 4 obrigatórias (questões de números 1 a 4)
  - e outras 4 escolhidas dentre as eletivas (questões de números 5 a 10).
- Marque com "X" no quadro abaixo, as 4 questões eletivas que escolheu responder, pois somente as assinaladas serão corrigidas.

Nº DA QUESTÃO	5	6	7	8	9	10
QUESTÕES RESPONDIDAS						

# Tabela periódica

3	Li	— número atômico — símbolo químico — nome — peso atômico (ou número de massa do isótopo mais estável)
[6,938 - 6,997]		

1	2																	18					
1 H hidrogênio 1,008																		2 He hélio 4,0026					
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,0122																	5 B boro 10,81	6 C carbono 12,011	7 N nitrogênio 14,007	8 O oxigênio 15,999	9 F flúor 18,998	10 Ne neônio 20,180
11 Na sódio 22,990	12 Mg magnésio 24,305																	13 Al alumínio 26,982	14 Si silício 28,085	15 P fósforo 30,974	16 S enxofre 32,06	17 Cl cloro 35,45	18 Ar argônio 39,948
19 K potássio 39,098	20 Ca cálcio 40,078(4)	21 Sc escândio 44,956	22 Ti titânio 47,867	23 V vanádio 50,942	24 Cr cromio 51,996	25 Mn manganês 54,938	26 Fe ferro 55,845(2)	27 Co cobalto 58,933	28 Ni níquel 58,693	29 Cu cobre 63,546(3)	30 Zn zinc 65,38(2)	31 Ga gálio 69,723	32 Ge germânio 72,630(8)	33 As arsênio 74,922	34 Se selênio 78,971(8)	35 Br bromo 79,904	36 Kr criptônio 83,798(2)						
37 Rb rubídio 85,468	38 Sr estrôncio 87,62	39 Y ítrio 88,906	40 Zr zircônio 91,224(2)	41 Nb nióbio 92,906	42 Mo molibdênio 95,95	43 Tc tecnécio [98]	44 Ru rútenio 101,07(2)	45 Rh ródio 102,91	46 Pd paládio 106,42	47 Ag prata 107,87	48 Cd cádmio 112,41	49 In índio 114,82	50 Sn estanho 118,71	51 Sb antimônio 121,76	52 Te telúrio 127,60(3)	53 I iodo 126,90	54 Xe xenônio 131,29						
55 Cs césio 132,91	56 Ba bário 137,33	57 a 71	72 Hf hafnínio 178,49(2)	73 Ta tântalo 180,95	74 W tungstênio 183,84	75 Re rênio 186,21	76 Os ósio 190,23(3)	77 Ir irídio 192,22	78 Pt platina 195,08	79 Au ouro 196,97	80 Hg mercúrio 200,59	81 Tl tálio 204,38	82 Pb chumbo 207,2	83 Bi bismuto 208,98	84 Po polônio [209]	85 At astato [210]	86 Rn radônio [222]						
87 Fr frâncio [223]	88 Ra rádio [226]	89 a 103	104 Rf rutherfordório [261]	105 Db dubnio [268]	106 Sg seabórgio [269]	107 Bh bohrio [270]	108 Hs hásio [269]	109 Mt meitnério [278]	110 Ds darmatídio [281]	111 Rg roemigênio [281]	112 Cn copernício [285]	113 Nh nihônio [286]	114 Fl fleróvio [289]	115 Mc moscóvio [288]	116 Lv livermório [293]	117 Ts tenessino [294]	118 Og oganessônio [294]						
57 La lantânio 138,91	58 Ce cério 140,12	59 Pr praseodímio 140,91	60 Nd neodímio 144,24	61 Pm promécio [145]	62 Sm samário 150,36(2)	63 Eu europio 151,96	64 Gd gadolínio 157,25(3)	65 Tb térbio 158,93	66 Dy disprósio 162,50	67 Ho hólmio 164,93	68 Er érbio 167,26	69 Tm túlio 168,93	70 Yb itérbio 173,05	71 Lu lutécio 174,97									
89 Ac actínio [227]	90 Th tório 232,04	91 Pa protactínio 231,04	92 U urânio 238,03	93 Np netúnio [237]	94 Pu plutônio [244]	95 Am amério [243]	96 Cm cúrio [247]	97 Bk berquílio [247]	98 Cf califórnio [251]	99 Es einstênio [252]	100 Fm fêrmio [257]	101 Md mendelévio [258]	102 No nobélio [259]	103 Lr laurêncio [262]									

[www.tabelaperiodica.org](http://www.tabelaperiodica.org)  
 Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais  
 Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail [luisbrudna@gmail.com](mailto:luisbrudna@gmail.com)  
 Versão IUPAC (pt-br) com 5 algarismos significativos, baseada em DOI:10.1515/iupac-2015-0305 - atualizada em 27 de março de 2017



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2019/1

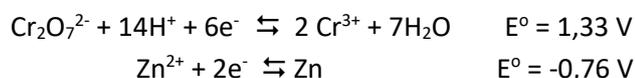
PGQ\_\_\_\_\_

**QUESTÕES 1 a 4 – OBRIGATÓRIAS**

**1ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

A pilha de Alessandro Volta consistia em dois metais separados por panos umedecidos em um sal ou ácido fraco. Os discos de metal ficavam empilhados, por isso o nome pilha. Os primeiros metais usados por Volta foram a prata e o zinco. Considere a célula seguinte:



- (a) Calcule a variação de potencial padrão desta célula a 25 °C. **(3 pontos)**
- (b) Identifique o cátodo, o ânodo e o fluxo de elétrons. **(3 pontos)**
- (c) Classifique essa célula como pilha ou eletrólise, calculando a variação da energia de Gibbs. **(4 pontos)**  
Sabendo-se que  $F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$  e  $\Delta G = -nF\Delta E^\circ$

**2ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

Um analista deseja preparar 250,00 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Para esta finalidade, duas substâncias estão disponíveis no laboratório:

1. Reagente NaOH sólido (micropérolas) com uma pureza de 90 %;
2. Solução padronizada de NaOH 9,70 g L<sup>-1</sup>.

Pergunta-se:

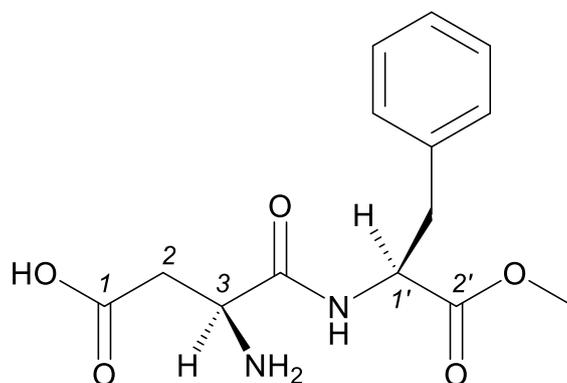
- (a) Realize os cálculos matemáticos necessários para o preparo da solução de NaOH 0,01 mol L<sup>-1</sup> a partir do sólido (substância 1). **(4 pontos)**
- (b) Realize os cálculos matemáticos relativos ao preparo da solução de NaOH 0,01 mol L<sup>-1</sup> a partir da solução estoque (substância 2). **(4 pontos)**
- (c) Calcule o pOH e pH da solução de NaOH estoque e da solução de interesse **(2 pontos)**



**3ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

O (S,S)-Aspartame, representado pela estrutura química abaixo, é um adoçante sintético que se caracteriza por ser de baixa caloria e por apresentar um alto poder adoçante. Sua estrutura química se caracteriza por ser derivada de dois aminoácidos e por apresentar dois carbonos assimétricos. Interessantemente, o estereoisômero S,S (S,S indica a configuração dos carbonos quirais 3 e 1', destacados na estrutura química do Aspartame) possui sabor doce, enquanto que o estereoisômero R,R é amargo.



(S,S)-Aspartame ou (3S,1'S)-Aspartame

- (a) Represente a estrutura química tridimensional para o estereoisômero de sabor amargo R,R- Aspartame. (4 pontos)
- (b) Além dos estereoisômeros S,S e R,R, quantos outros estereoisômeros podem ser gerados para o Aspartame? (3 pontos)
- (c) Quais são os grupos funcionais presentes na estrutura química do Aspartame? (3 pontos)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2019/1

PGQ\_\_\_\_\_

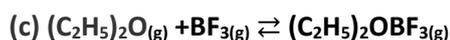
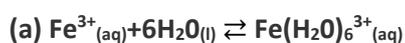
4ª Questão (10 pontos)

obrigatória

4.1) Identifique a força intermolecular para cada molécula, faça a previsão de qual dos membros dos seguintes pares de substâncias terá o maior ponto de ebulição e explique sua resposta: (3 pontos)

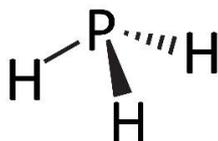
O<sub>2</sub> e Cl<sub>2</sub>, (b) SO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, (c) HF e HI.

4.2) Identifique o ácido e a base de Lewis nas seguintes reações: (3 pontos)

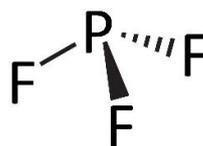


4.3) Classifique cada composto em ácido ou base de Lewis e identifique entre os pares (a) e (b), bem como (c) e (d) qual o mais forte. Explique. (4 pontos)

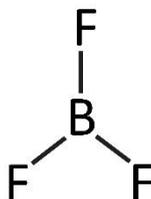
(a)



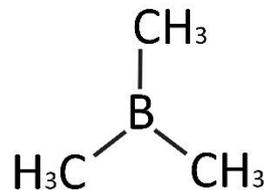
(b)



(c)



(d)





**ESCOLHA 4 DAS 6 QUESTÕES A SEGUIR**

**5ª Questão (10 pontos)**

*eletiva*

Uma das maneiras mais empregadas para a detecção do ponto final em titulações de precipitação é através da formação de um precipitado colorido. Por exemplo, pode-se determinar a concentração de ânions cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) através de sua titulação com uma solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) na presença do indicador cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) em pH neutro. Neste procedimento, conhecido como método de Mohr, forma-se inicialmente o precipitado de cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ), e, após o consumo de todo o cloreto na solução, o primeiro excesso de ânions prata forma o cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), um precipitado vermelho que indica o ponto final da titulação.

Diante do exposto, responda:

DADOS: 1.  $K_{ps}\text{AgCl} = 1,8 \times 10^{-10}$ ; 2.  $K_{ps}\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 1,1 \times 10^{-12}$  ( $T = 25^\circ\text{C}$ )

(a) Considerando o equilíbrio de precipitação e as informações dadas, calcule a solubilidade do  $\text{AgCl}$  e do  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .

**(4 pontos)**

(b) Em uma solução que contém uma concentração equimolar de  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  e  $\text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$  ( $2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  de cada), calcule a concentração mínima de  $\text{Ag}^+$  que deve ser adicionada para formar cada precipitado ( $\text{AgCl}$  e  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ). **(4 pontos)**

(c) Utilizando os valores calculados nos itens anteriores (a e/ou b), explique por que em uma solução contendo mistura de  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  e  $\text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ , preferencialmente forma-se o precipitado  $\text{AgCl}$  ao adicionar  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$  na mistura. **(2**

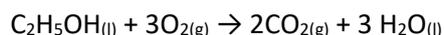
**pontos)**

**6ª Questão (10 pontos)**

*eletiva*

Para que a queima do combustível ocorra dentro dos padrões técnicos e a expansão dos gases produza a pressão e o trabalho desejados, é necessário que a massa de combustível injetada no motor de um carro seja misturada a uma quantidade de ar. Forma-se assim a mistura combustível-ar, cuja dosagem é feita pela injeção eletrônica ou pelo carburador.

Calcule o valor de  $\Delta H_r^\circ$  **(3 pontos)**,  $\Delta S_r^\circ$  **(3 pontos)** e  $\Delta G_r^\circ$  **(4 pontos)** para a reação abaixo a  $25^\circ\text{C}$ :



Dados:

Espécie	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta S_f^\circ$ (J/K·mol)
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{l})}$	-277,7	160,7
$\text{O}_{2(\text{g})}$	0	205,1
$\text{CO}_{2(\text{g})}$	-393,5	213,7
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	-285,8	69,1



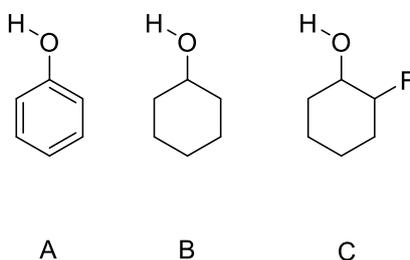
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2019/1

PGQ\_\_\_\_\_

7ª Questão (10 pontos)

eletiva

Álcoois e fenóis são grupos funcionais presentes em estruturas químicas de diversas moléculas com distintas propriedades, como fármacos, produtos naturais e suplementos alimentares. Uma das características desse grupo funcional é a acidez do hidrogênio da hidroxila. Considerando os três compostos hidroxilados abaixo (A, B e C), responda:



- (a) Represente as estruturas das bases conjugadas dos compostos A, B e C, após a remoção dos hidrogênios mais ácidos de cada uma dessas moléculas. (3 pontos)
- (b) Coloque os compostos hidroxilados A, B e C em ordem crescente de acidez. Justifique sua resposta. (4 pontos)
- (c) Dê o nome sistemático para os compostos A, B, e C. (3 pontos)

8ª Questão (10 pontos)

eletiva

Além de ser amplamente aplicado na produção de ligas metálicas, o berílio é encontrado também em aeronaves, moedas e na produção de molas.

- (a) Desenhe os diagramas de orbitais moleculares para os compostos  $\text{Be}_2$ ,  $\text{Be}_2^+$  e  $\text{Be}_2^-$  (4 pontos)
- (b) determine a ordem de ligação (3 pontos) e o caráter magnético das espécies formadas (3 pontos).

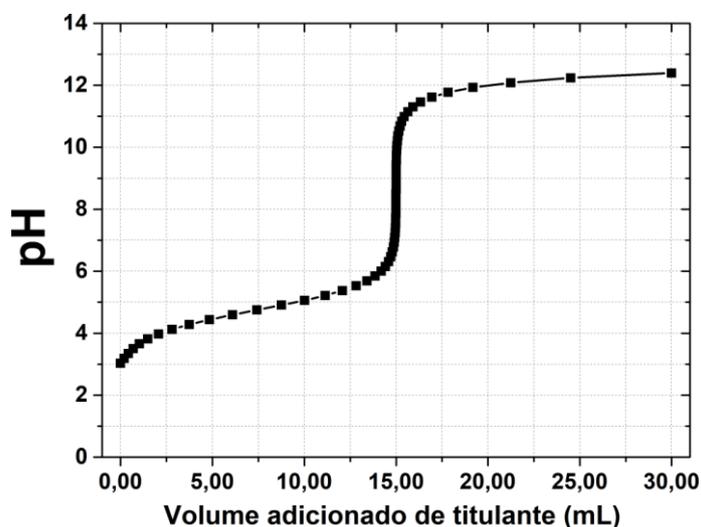


9ª Questão (10 pontos)

eletiva

Em um laboratório, foi observado um frasco contendo a seguinte informação “solução ácida”. Para identificar de qual ácido se tratava e qual a concentração referida, o analista executou o seguinte procedimento:

1. Adicionou 30,00 mL da solução a ser avaliada em um erlenmeyer;
2. Inseriu um eletrodo de pH nesta solução amostra;
3. Esta amostra foi titulada com uma solução de NaOH 0,10 mol L<sup>-1</sup> (Titulante);
4. O pH foi então registrado após adicionar cada gota do titulante, sendo gerada a curva de titulação abaixo:



Considerando que no laboratório só havia disponíveis os ácidos: acético (CH<sub>3</sub>COOH, K<sub>a</sub> = 1,8 x 10<sup>-5</sup>), ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; K<sub>a1</sub> = 7,5 x 10<sup>-3</sup>; K<sub>a2</sub> = 6,2 x 10<sup>-8</sup>; K<sub>a3</sub> = 4,8 x 10<sup>-13</sup>) e ácido clorídrico (HCl, ácido forte: K<sub>a</sub> >>> 1), e que na amostra havia apenas um ácido (e não uma mistura de ácidos), responda:

- (a) Qual ácido estava presente na solução amostra? Justifique a resposta. (4 pontos)
- (b) Calcule a concentração do ácido na solução amostra. (4 pontos)
- (c) Caso esta titulação fosse realizada com um indicador colorimétrico ao invés do eletrodo de pH, qual dos três indicadores de pH da tabela 1 forneceria o menor erro de titulação? Justifique (2 pontos).

Tabela 1. Alguns indicadores de pH colorimétricos e respectivas faixas de viragem

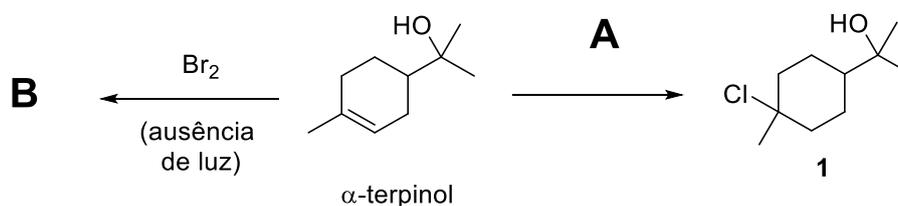
Indicador	Faixa de viragem
Xiloftaleína	9,0 – 10,0
Nitramina	10,8 – 13,0
Alaranjado de metila	3,1 – 4,4



10ª Questão (10 pontos)

eletiva

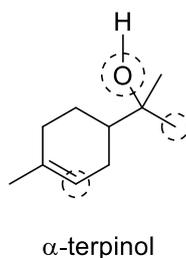
O  $\alpha$ -terpinol é um mono terpeno de odor agradável, encontrado em uma grande variedade de óleos essenciais e com ampla aplicação industrial. A presença da dupla ligação na estrutura do  $\alpha$ -terpinol permite realizar as seguintes transformações químicas nessa molécula:



Na figura acima, A é um reagente que reage com o  $\alpha$ -terpinol e forma o produto 1, e B é o produto gerado da reação do  $\alpha$ -terpinol com bromo ( $\text{Br}_2$ ).

(a) Qual é a estrutura química do reagente A (3,5 pontos) e do produto B (3,5 pontos)?

(b) Indique a hibridação dos carbonos e oxigênio destacados abaixo na estrutura do  $\alpha$ -terpinol. (3 pontos)



(c) Indique cada centro de quiralidade como (R) ou (S) para o mentol. (4 pontos)