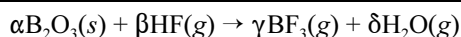


## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Caso, para julgamento dos itens, seja necessária a classificação periódica dos elementos, consulte-a ao final deste caderno de provas.



Considerando que, na equação química acima, as energias livres padrão de formação são  $\Delta G^\circ(\text{B}_2\text{O}_3(s)) = -1.200 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta G^\circ(\text{HF}(g)) = -270 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta G^\circ(\text{BF}_3(g)) = -1.120 \text{ kJ/mol}$  e  $\Delta G^\circ(\text{H}_2\text{O}(g)) = -230 \text{ kJ/mol}$ ; e que a reação química é realizada em um recipiente que contém um êmbolo móvel que permite controlar o volume do sistema, julgue os itens a seguir, acerca de termodinâmica e equilíbrio químico.

- 51 A variação da entropia de um sistema em função da temperatura é descrita pela distribuição de Boltzmann, que estabelece que, à medida que a temperatura de um sistema aumenta, as suas moléculas movimentam-se mais rapidamente, o que implica uma redução do número de microestados.
- 52 A energia livre padrão da reação é de  $-110 \text{ kJ/mol}$ , o que indica que essa reação é espontânea no que se refere à formação dos produtos.
- 53 A variação da energia livre de Gibbs em função do avanço da reação será igual a zero na condição de equilíbrio químico, enquanto essa variação terá valor positivo quando o meio estiver com maior concentração de reagentes em relação à condição de equilíbrio – estado considerado endergônico.

Diversas propriedades moleculares e de diferentes tipos de materiais podem ser explicadas por meio da distribuição eletrônica dos átomos, da estrutura molecular e das forças intermoleculares que atuam entre as moléculas.

Considerando essas informações e a classificação periódica dos elementos, julgue os itens subsecutivos.

- 54 O trifluoreto de cloro é uma molécula que apresenta geometria molecular em T e hibridização  $sp^3d$ .
- 55 A molécula de amônia apresenta hibridização  $sp^3$ , geometria molecular piramidal trigonal e pode ser considerada uma base de Brønsted-Lowry.
- 56 As principais forças intermoleculares presentes na forma líquida de metano, fluoreto de metila e álcool metílico são, respectivamente: forças de dispersão de London, interações dipolo-dipolo e interações íon-dipolo.
- 57 Considere que os pontos de ebulição (em  $^\circ\text{C}$ ) dos hidretos dos elementos O, S, Se e Te sejam aproximadamente iguais a 100,  $-55$ ,  $-45$  e  $-20$ , respectivamente. Nesse caso, é correto afirmar que o comportamento anômalo do  $\text{H}_2\text{O}$  nessa série se deve às forças de dipolo-induzido, que são muito maiores que as interações presentes nos outros compostos.
- 58 De acordo com a teoria da repulsão entre os pares de elétrons da camada de valência, depreende-se que os compostos  $\text{NOF}$ ,  $\text{BrF}_5$  e  $\text{CF}_4$  possuem, respectivamente, geometria molecular angular, piramidal quadrada e tetraédrica.

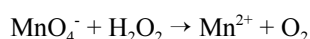
RASCUNHO

## RASCUNHO

O teor de cálcio em uma amostra de água de rejeito industrial foi determinado por volumetria de complexação. Na análise, transferiram-se para um erlenmeyer 5,00 mL da amostra, 5,00 mL de solução tampão, 10,00 mL de uma solução de complexo magnésio-EDTA e uma ponta de espátula de negro de eriocromo. Em seguida, procedeu-se a titulação com 38,0 mL de uma solução padrão de EDTA 0,01 mol/L. Considerando essas informações, julgue os itens subsequentes, com relação à análise de cálcio na água descrita acima, à volumetria e aos equilíbrios de complexação.

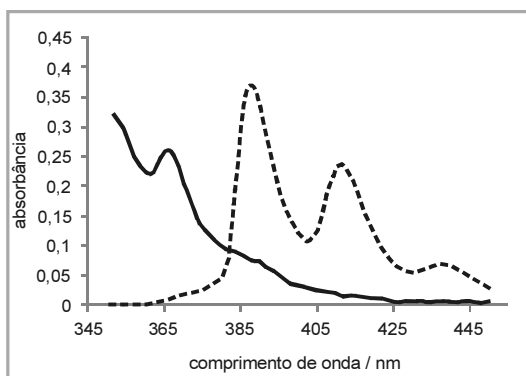
- 59 Sabendo-se que as constantes de formação dos complexos de  $Mg^{2+}$  e  $Zn^{2+}$  com EDTA são  $4,9 \times 10^8$  e  $3,2 \times 10^{16}$ , respectivamente, é correto afirmar que o pH mínimo necessário para a realização da titulação de complexação de  $Zn^{2+}$  é menor que o do cátion  $Mg^{2+}$ .
- 60 O teor de cálcio da referida amostra é superior a 3,0 g/L.
- 61 Titulações de complexação com EDTA devem ser realizadas com pH controlado, preferencialmente pH ácido, para evitar a formação de hidróxidos dos metais de interesse.
- 62 A adição da solução de MgEDTA é necessária para complexar interferentes presentes na amostra e, assim, determinar precisamente a quantidade de cálcio.

O teor de  $H_2O_2$  em um frasco de peróxido de hidrogênio P.A. foi determinado a partir de uma alíquota de 5,00 mL de amostra. Foram adicionados a essa amostra 1,00 mL de  $H_2SO_4$  e de água destilada até a obtenção de 50 mL de volume total. Posteriormente, foi realizada uma titulação com solução padrão de  $KMnO_4$  de concentração igual a 0,40 mol/L, de acordo com a seguinte reação não balanceada abaixo.



Tendo como base as informações acima, sabendo que foram gastos 40,00 mL de  $KMnO_4$  na titulação da amostra e que a concentração esperada de  $H_2O_2$  para o reagente é de 30 % (massa/volume), ou seja, gramas por 100 mL, julgue os próximos itens.

- 63 A solução de  $KMnO_4$  não requer padronização por ser considerada um padrão primário.
- 64 A precisão de um método volumétrico pode ser confirmada pela comparação do resultado obtido na análise de uma amostra de referência com teor conhecido ou pela comparação dos resultados com outro método analítico bem estabelecido.
- 65 O teor de peróxido de hidrogênio no frasco é igual a 20,2 % (massa/volume).



O gráfico acima mostra os espectros UV-VIS da forma ácida (—) e básica (—) de um ácido monoprótico que apresenta  $pK_a = 3,5$  e massa molar = 150,00 g/mol. Com base nessas informações, julgue os itens subsequentes, acerca da espectroscopia de absorção molecular na região ultravioleta/visível e da determinação dessas espécies por essa técnica espectroscópica.

- 66 Para determinação quantitativa da espécie ácida, o método teria maior eficiência para valores de pH maiores que 3 e comprimento de onda igual a 388 nm.
- 67 Considerando-se as três bandas de absorção da forma ácida, as bandas centradas em 388 nm e 412 nm são mais sensíveis, mas não permitem a utilização de cubetas de plástico para a leitura da absorvância, ao passo que a banda centrada em 438 nm permite o uso desse tipo de cubeta.
- 68 Na espectroscopia na região do ultravioleta, os sinais de absorção são gerados a partir de transições eletrônicas, sendo as transições mais comuns as que envolvem elétrons de orbitais moleculares  $\pi \rightarrow \pi^*$  e  $n \rightarrow \pi^*$ .
- 69 Em comparação com a espécie básica, a espécie ácida apresenta espectro mais característico e possui uma banda de absorção que possibilita o desenvolvimento de um método mais sensível para a determinação do composto.

As espectrofotometrias de absorção e emissão atômica são as técnicas mais empregadas na atualidade para a determinação de metais nos mais diversos tipos de amostras. Diferentes técnicas ou estratégias podem ser utilizadas para esse fim, conforme a quantidade de elementos de interesse ou dos objetivos da análise. Com relação a esse assunto, julgue os itens de 70 a 73.

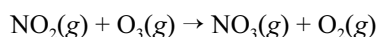
- 70 Entre as técnicas de absorção atômica, a que utiliza atomização eletrotérmica apresenta maior sensibilidade, devido à maior eficiência na atomização da amostra. No entanto, essa técnica requer mais tempo de análise se comparada às demais.

- 71 Suponha que, em um laboratório, seja necessário analisar 15 metais em amostras de água de rio e que, por mês, devam ser analisadas, em média, 500 amostras. Nessa situação, a técnica instrumental mais indicada é a espectroscopia de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado.
- 72 O comprimento de onda da radiação absorvida ou emitida por um átomo que se move rapidamente diminui se o movimento for em direção a um transdutor e aumenta se o movimento for em direção oposta. Esse fenômeno provoca um alargamento das linhas atômicas e é conhecido como efeito Doppler.
- 73 Em um espectrômetro de absorção atômica de chama é desnecessária a utilização de fonte de radiação, pois a chama já possui a função de atomizar e excitar os átomos de interesse.

O coordenador de um laboratório decide utilizar uma técnica eletroquímica para realizar a determinação de chumbo em amostras de efluente. Com base nessa informação, julgue os itens seguintes acerca de eletroquímica.

- 74 Quando são realizadas medidas com o eletrodo de vidro de soluções muito ácidas, podem ser observados valores de pH menores que os reais, que são conhecidos como erros ácidos. Sua principal origem consiste na saturação da membrana de vidro por íons  $H^+$ .
- 75 Pode-se realizar a determinação de chumbo nas amostras por meio de um sistema eletroquímico composto por um eletrodo de referência prata-cloreto de prata e um eletrodo indicador de primeira classe constituído de uma placa de chumbo.
- 76 Utilizando-se medidas potenciométricas, a determinação de chumbo requer, necessariamente, o uso de padrões com concentrações conhecidas para construção de uma curva analítica.
- 77 Aferições de pH em soluções são comumente realizadas utilizando-se um potenciômetro conectado a um eletrodo de vidro combinado, o qual é composto, resumidamente, por dois eletrodos de prata-cloreto de prata e pela membrana de vidro.

O ozônio pode ser convertido em oxigênio por meio de sua reação com dióxido de nitrogênio, de acordo com a equação química abaixo.



Com o intuito de estudar a cinética da reação, três experimentos foram realizados, tendo sido obtidos os seguintes resultados:

experimento	$[\text{O}_3]_{\text{inicial}}$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$[\text{NO}_2]_{\text{inicial}}$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	taxa inicial de conversão da reação ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )
1	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,50 \times 10^{-5}$	$2,05 \times 10^{-5}$
2	$2,50 \times 10^{-5}$	$3,00 \times 10^{-5}$	$4,10 \times 10^{-5}$
3	$5,00 \times 10^{-5}$	$3,00 \times 10^{-5}$	$8,20 \times 10^{-5}$

A partir das informações e dos dados apresentados acima e dos conceitos usados em cinética química, julgue os itens subsecutivos.

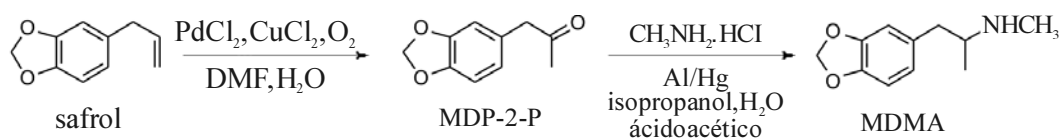
- 78** A velocidade de consumo de  $\text{O}_3$  é o dobro da velocidade de consumo de  $\text{NO}_2$  e igual à velocidade de produção de  $\text{O}_2$ .
- 79** Em uma reação de ordem zero, a constante de velocidade dessa reação não depende da concentração dos reagentes, sendo constante durante toda a reação. Nessas reações, a concentração dos reagentes diminui linearmente em função do tempo.
- 80** As ordens da reação para  $\text{O}_3$  e  $\text{NO}_2$  são, respectivamente, 2 e 1.
- 81** A lei da velocidade para essa reação pode ser expressa por:  
 $v = 5,47 \times 10^4 [\text{NO}_2][\text{O}_3]$ .

Um técnico de laboratório necessita preparar 500 mL de uma solução tampão de  $\text{pH} = 7,2$ , em que a soma das concentrações do ácido e de sua base conjugada deva ser  $0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Para isso, o técnico tem à sua disposição as soluções de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{p}K_{\text{a}1} = 2,12$ ;  $\text{p}K_{\text{a}2} = 7,20$ ; e  $\text{p}K_{\text{a}3} = 12,67$ ) de concentração  $0,500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $\text{NaOH}$   $1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Considerando essa situação e as informações apresentadas, julgue os itens a seguir, com relação a preparo, aplicação e equilíbrios químicos envolvidos em soluções tampões.

- 82** Considere que o tampão tenha sido preparado pelo técnico e utilizado para tamponar uma reação que produziu  $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  de  $\text{H}^+$  após 2 horas de reação. Em face dessa situação, é correto concluir que o tampão continua ativo e trabalhando dentro da sua faixa de uso.
- 83** Para o preparo da referida solução tampão, serão necessários 100 mL de ácido fosfórico e mais de 70 mL de hidróxido de sódio.
- 84** A partir das soluções descritas no texto, é possível o preparo de uma solução tampão que seja adequada para tamponar um sistema em  $\text{pH} = 11$ .
- 85** Caso a solução tampão mencionada, com  $\text{pH} = 7,2$ , tenha sido preparada pelo técnico, é correto afirmar que ela possui uma capacidade tamponante maior para pequenas adições de base do que para pequenas adições de ácido.

RASCUNHO

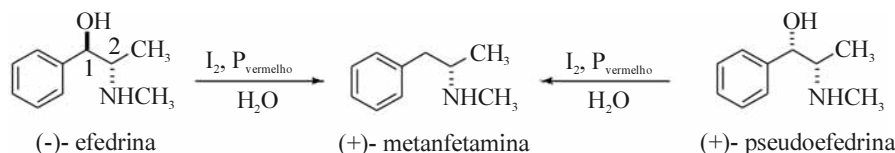
A substância química 3,4-methylenedioxyamphetamine, também denominada MDMA, é a responsável por desencadear os efeitos observados nos usuários da droga *ecstasy*. Uma das rotas de preparação da MDMA utiliza a substância safrol, obtida a partir do óleo de sassafrás, conforme representado na equação química abaixo.



Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem.

- 86 Nas condições experimentais apresentadas para a conversão de MDP-2-P em MDMA, obtém-se uma mistura racêmica.
- 87 A reação entre safrol e  $\text{OsO}_4$  provoca a formação de uma mistura de quatro estereoisômeros.
- 88 O safrol é um acetal que pode ser formado pela reação entre o metanal e o 4-(prop-2-en-1-il)benzeno-1,2-diol.
- 89 Na reação de preparação da MDMA, a partir da MDP-2-P, ocorre a formação inicial de uma imina intermediária, que é sequencialmente reduzida para a formação da amina.
- 90 A substância MDP-2-P apresenta o grupo funcional pró-quiral cetona.

A metanfetamina, um psicoestimulante da classe das anfetaminas, é uma substância que gera alto potencial de dependência em seus usuários, em virtude de desencadear a liberação em cascata de dopamina no cérebro. Uma das rotas de síntese da (+)-metanfetamina está baseada na reação da (-)-efedrina ou (+)-pseudoefedrina com iodo molecular e fósforo vermelho em água, conforme ilustrado na equação química abaixo.



De acordo com as informações acima, julgue os itens subsequentes.

- 91 Do tratamento da (+)-metanfetamina com excesso de iodeto de metila, óxido de prata, água e aquecimento, obtêm-se isômeros do propenilbenzeno.
- 92 A conformação mais estável em fase gasosa da (+)-pseudoefedrina corresponde à conformação que dispõe os grupos  $\text{—NHCH}_3$  e  $\text{—OH}$  em um arranjo espacial *anti*.
- 93 A reação entre (-)-efedrina e o foscênio ( $\text{Cl}_2\text{C=O}$ ) ocasiona a formação de um heterociclo em que o nitrogênio apresenta geometria piramidal.
- 94 A amida formada entre o ácido decanoico e a (+)-metanfetamina apresenta maior hidrofiliabilidade do que a (+)-metanfetamina.
- 95 Soluções de mesma concentração dos enantiômeros (-)-efedrina e (+)-pseudoefedrina em metanol apresentam o mesmo valor em módulo de rotação específica, independente do valor da concentração.

RASCUNHO



## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	<b>1</b>																	<b>18</b>					
<b>1</b>	1 <b>H</b> 1,0	<b>2</b>																2 <b>He</b> 4,0					
<b>2</b>	3 <b>Li</b> 6,9	4 <b>Be</b> 9,0																5 <b>B</b> 10,8	6 <b>C</b> 12,0	7 <b>N</b> 14,0	8 <b>O</b> 16,0	9 <b>F</b> 19,0	10 <b>Ne</b> 20,2
<b>3</b>	11 <b>Na</b> 23,0	12 <b>Mg</b> 24,3	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	13 <b>Al</b> 27,0	14 <b>Si</b> 28,1	15 <b>P</b> 31,0	16 <b>S</b> 32,1	17 <b>Cl</b> 35,5	18 <b>Ar</b> 39,9					
<b>4</b>	19 <b>K</b> 39,1	20 <b>Ca</b> 40,1	21 <b>Sc</b> 45,0	22 <b>Ti</b> 47,9	23 <b>V</b> 50,9	24 <b>Cr</b> 52,0	25 <b>Mn</b> 54,9	26 <b>Fe</b> 55,8	27 <b>Co</b> 58,9	28 <b>Ni</b> 58,7	29 <b>Cu</b> 63,5	30 <b>Zn</b> 65,4	31 <b>Ga</b> 69,7	32 <b>Ge</b> 72,6	33 <b>As</b> 74,9	34 <b>Se</b> 79,0	35 <b>Br</b> 79,9	36 <b>Kr</b> 83,8					
<b>5</b>	37 <b>Rb</b> 85,5	38 <b>Sr</b> 87,6	39 <b>Y</b> 88,9	40 <b>Zr</b> 91,2	41 <b>Nb</b> 92,9	42 <b>Mo</b> 95,9	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,1	45 <b>Rh</b> 102,9	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 107,9	48 <b>Cd</b> 112,4	49 <b>In</b> 114,8	50 <b>Sn</b> 118,7	51 <b>Sb</b> 121,8	52 <b>Te</b> 127,6	53 <b>I</b> 127,0	54 <b>Xe</b> 131,3					
<b>6</b>	55 <b>Cs</b> 132,9	56 <b>Ba</b> 137,3	57-71 <b>La-Lu</b> *	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 181,0	74 <b>W</b> 183,9	75 <b>Re</b> 186,2	76 <b>Os</b> 190,2	77 <b>Ir</b> 192,2	78 <b>Pt</b> 195,1	79 <b>Au</b> 197,0	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204,4	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 209,0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)					
<b>7</b>	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 <b>Ac-Lr</b> **	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (266)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (272)	112 <b>Uub</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)								

<b>* série dos lantanídeos</b>	57 <b>La</b> 138,9	58 <b>Ce</b> 140,1	59 <b>Pr</b> 140,9	60 <b>Nd</b> 144,2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,4	63 <b>Eu</b> 152,0	64 <b>Gd</b> 157,3	65 <b>Tb</b> 158,9	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 164,9	68 <b>Er</b> 167,3	69 <b>Tm</b> 168,9	70 <b>Yb</b> 173,0	71 <b>Lu</b> 175,0
--------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

<b>** série dos actinídeos</b>	89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232,0	91 <b>Pa</b> 231,0	92 <b>U</b> 238,0	93 <b>Np</b> (237)	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)	103 <b>Lr</b> (262)
--------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

**Observação: Massas atômicas com valores arredondados**



**cespeUnB**

Centro de Seleção e de Promoção de Eventos