



48^a Olimpíada
Internacional de
Química

Parte Experimental I.

26 de julho de 2016

Tbilisi, Geórgia

Instruções

- Comece o exame quando o comando “START” for dado. O exame contém duas partes. Você tem 100 minutos para trabalhar na Parte 1 (Problema 1). Após isso, você terá que sair do laboratório por 30 minutos.
- A Parte 1 do Exame (Problema 1) contém 5 páginas e a folha de respostas contém 3 páginas.
- Siga as regras de segurança anunciadas nos problemas preparatórios. Você receberá um aviso em caso de violação. No segundo aviso, você será desqualificado.
- Use o seu avental ou jaleco de laboratório e os óculos de segurança enquanto estiver no laboratório. Peça, ao assistente do laboratório, luvas adequadas ao seu tamanho, quando forem necessárias.
- Use apenas a caneta esferográfica, a caneta permanente e a calculadora fornecidas. Não escreva com a caneta permanente no papel: utilize-a apenas para rotular vidrarias ou frascos plásticos.
- Certifique-se de que o seu código de estudante está em cada uma das folhas de resposta.
- Todas as respostas devem ser escritas nos espaços apropriados na folha de respostas. Qualquer coisa escrita em qualquer outro lugar não será avaliada. Use o verso das folhas de exame caso você precise de rascunho.
- Você não terá acesso às pias no laboratório. Você recebeu uma quantidade suficiente de materiais de laboratório. Apenas alguns itens precisarão ser reutilizados. Lave-os cuidadosamente com o solvente apropriado no frasco de descarte. Use a escova, se necessário. Água destilada e papel toalha estão disponíveis sem restrições.
- Resíduos líquidos devem ser colocados nos frascos rotulados “LIQUID WASTE”: Não coloque outros resíduos (toalha, plásticos, etc.) neste recipiente, e sim na cesta de lixo do laboratório.
- Reagentes e vidrarias não serão substituídos ou reabastecidos. Cada substituição (exceto a primeira em todo o exame, que será permitida) resultará na perda de 1 ponto dos 40 pontos do exame prático.
- Levante a mão se você tiver alguma pergunta sobre segurança ou se você precisar ir ao banheiro ou beber água.
- Quando você tiver finalizado essa parte do exame, coloque suas folhas de respostas dentro do envelope fornecido e deixe-o sobre a bancada. Não lacre o envelope. Você não terá mais acesso às folhas de respostas dessa parte do exame.
- Você deve parar imediatamente quando o comando “STOP” for dado. A demora em parar pode levar à anulação do seu exame. Não deixe o seu lugar até ser autorizado pelos assistentes de laboratório. Você pode ficar com as folhas do caderno de questões.
- A versão oficial em inglês desse exame está disponível sob demanda apenas para sanar dúvidas.

Materiais de Laboratório

Item	Quantidade
Para todos os problemas, na bancada de uso comum	
Luvas de látex de diferentes tamanhos, escolha o seu tamanho	-
Equipamentos gerais para todos os problemas, para cada estudante, na bancada	
Estante para tubos de ensaio (60 buracos)	1
Folha de papel toalha (você pode solicitar folhas extras)	5
Caneta permanente	1
Bastão de vidro, 20 cm	1
Funil de plástico, 3,5 cm de diâmetro	1
Copos plásticos	3
Copo plástico rígido	1
Para todos os problemas, para cada estudante no copo de plástico	
Tampas para tubos de ensaio de plástico	22
Problema 1, para cada estudante, na bancada	
Estante para tubos de centrífuga (21 buracos)	1
Frasco com tampa para descartes, 1 dm ³ , nomeado "Liquid Waste, Test 1"	1
Filtros de papel em um saco plástico	5
Problema 1, para cada estudante, no copo plástico rígido	
Pipetas de Pasteur	20
Problema 1, para cada estudante, na estante de 60 buracos	
Tubos de ensaio de plástico, 10 cm ³	35

Reagentes

Nome	Estado físico	Conc.	Volume	Recipiente	Rótulo
Para todos os problemas, para cada estudante, na bancada					
Água destilada	Líquido	-	1 dm ³	Pisseta, 1 dm ³	H ₂ O dist.
Problema 1, para cada estudante, na bancada					
Hexano	Líquido	-	25 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 50 cm ³	Hexane
Hidróxido de sódio	Solução aquosa	1 M	80 cm ³	Frasco plástico ambar com tampa de rosca, 125 cm ³	NaOH
Ácido Nítrico*	Solução Aquosa	2 M	150 cm ³	Frasco de vidro com conta-gotas, 250 cm ³	HNO ₃
Problema 1, para cada estudante, na estante de 21 buracos					
5 amostras desconhecidas	Solução Aquosa	-	45 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Unknown No __
Nitrato de prata	Solução Aquosa	0,1 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	AgNO ₃
Sulfato de alumínio	Solução Aquosa	0,3 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Al ₂ (SO ₄) ₃
Nitrato de bário	Solução Aquosa	0,25 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Ba(NO ₃) ₂
Nitrato de ferro(III)	Solução aquosa ácida (HNO ₃)	0,2 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Fe(NO ₃) ₃
Iodeto de potássio	Solução Aquosa	0,1 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	KI
Iodato de potássio	Solução Aquosa	0,1 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	KIO ₃
Cloreto de magnésio	Solução Aquosa	0,2 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	MgCl ₂
Carbonato de sódio	Solução Aquosa	0,2 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Na ₂ CO ₃
Sulfito de sódio	Solução Aquosa	0,2 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	Na ₂ SO ₃
Amônia*	Solução Aquosa	1 M	25 cm ³	Tubo de centrífuga, 50 cm ³	NH ₃ (aq)

* Soluções de ácido nítrico e de amônia serão necessárias num problema subsequente.

Problema 1

Você tem 10 diferentes compostos dissolvidos em água, em 5 soluções desconhecidas. Cada um dos tubos numerados contém dois dos compostos abaixo, em solução aquosa (todos os compostos são usados e cada composto é usado uma única vez).

AgNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, KI , KIO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_3 , MgCl_2 , NH_3

São fornecidas: solução de HNO_3 , solução de NaOH , hexano e soluções aquosas dos 10 compostos puros indicados acima.

Você pode usar tubos de ensaio vazios e qualquer um dos líquidos fornecidos (incluindo os desconhecidos) para identificar as amostras desconhecidas. Funil e papel de filtro podem ser usados para separação.

Identifique os compostos nas soluções **1-5**. Indique o número da solução que contém os compostos individuais na folha de respostas. Indique duas observações causadas por reações químicas para cada composto na sua mistura desconhecida, identificando-as com a letra-código da observação apropriada (escolha uma ou mais da lista), e escreva as equações iônicas balanceadas que expliquem as observações. Ao menos uma das reações deve ser específica para claramente identificar o composto dentre as substâncias fornecidas.

Nota: após o sinal STOP, feche todos os tubos de centrífuga contendo as amostras desconhecidas com as tampas azuis identificadas com o código do estudante e deixe-as na estante.



48^a Olimpíada
Internacional de
Química

Parte Experimental 1.

Folha de Respostas

26 de julho de 2016

Tbilisi, Geórgia

Problema 1**13% do total**

7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	Soma: 70

Apenas preencha essa tabela quando você tiver concluído as tarefas. Utilize os códigos abaixo para as observações:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| A – Formação de precipitado branco | F – Cor marrom na fase orgânica |
| B – Formação de precipitado colorido (vermelho, marrom, amarelo, preto, etc.) | G – Cor violeta na fase orgânica |
| C - Dissolução do precipitado | H – Formação de gás colorido |
| D – Mudança de cor da solução | I – Formação de gás incolor sem odor |
| E – Formação de solução colorida | J – Formação de gás incolor com odor |
| | K – Mudança na cor do precipitado |

Composto	Número da amostra desconhecida	Fórmula da substância com a qual reage	Código da observação	Equações iônicas líquidas balanceadas
NH ₃				
Fe(NO ₃) ₃				
Al ₂ (SO ₄) ₃				
AgNO ₃				
KIO ₃				

Composto	Número da amostra desconhecida	Fórmula da substância com a qual reage	Código da observação	Equações iônicas líquidas balanceadas
Na ₂ CO ₃				
MgCl ₂				
Na ₂ SO ₃				
Ba(NO ₃) ₂				
KI				

Reposições:

Item	Quantidade	Assinatura do assistente de laboratório	Assinatura do estudante



48^a Olimpíada
Internacional de
Química

Parte Experimental II.

26 de julho de 2016

Tbilisi, Geórgia

Instruções

- Você dispõe de 15 minutos de leitura antes de começar o seu trabalho. Comece a ler apenas quando o comando “START” for dado.
- Siga as regras de segurança anunciadas nos problemas preparatórios. Você receberá um aviso em caso de violação. No segundo aviso, você será desqualificado.
- Use o seu avental ou jaleco de laboratório e os óculos de segurança enquanto estiver no laboratório. Peça, ao assistente do laboratório, luvas adequadas ao seu tamanho, quando forem necessárias.
- Use apenas a caneta esferográfica, a caneta permanente e a calculadora fornecidas. Não escreva com a caneta permanente no papel: utilize-a apenas para rotular vidrarias ou frascos plásticos.
- Certifique-se de que o seu código de estudante está em cada uma das folhas de resposta.
- Todas as respostas devem ser escritas nos espaços apropriados na folha de respostas. Qualquer coisa escrita em qualquer outro lugar não será avaliada. Use o verso das folhas de exame caso você precise de rascunho.
- Você não terá acesso às pias no laboratório. Você recebeu uma quantidade suficiente de materiais de laboratório. Apenas alguns itens precisarão ser reutilizados. Lave-os cuidadosamente com o solvente apropriado, no frasco de descarte. Use a escova, se necessário. Água destilada e papel toalha estão disponíveis sem restrições.
- Resíduos líquidos devem ser colocados nos frascos rotulados “LIQUID WASTE”: Não coloque outros resíduos (toalha, plásticos, etc.) neste recipiente, e sim na cesta de lixo do laboratório.
- Reagentes e vidrarias não serão substituídos ou reabastecidos. Cada substituição (exceto a primeira em todo o exame, que será permitida) resultará na perda de 1 ponto dos 40 pontos do exame prático.
- Levante a mão se você tiver alguma pergunta sobre segurança ou se você precisar ir ao banheiro ou beber água.
- Quando você tiver finalizado essa parte do exame, coloque suas folhas de respostas dentro do envelope fornecido e deixe-o sobre a bancada. Não lacre o envelope.
- Você deve parar imediatamente quando o comando “STOP” for dado. A demora em parar pode levar à anulação do seu exame. Não deixe o seu lugar até ser autorizado pelos assistentes de laboratório. Você pode ficar com as folhas do caderno de questões.
- A versão oficial em inglês desse exame está disponível sob demanda apenas para sanar dúvidas.

Instruções específicas para a Parte II

- O tempo de trabalho para a parte II (Problemas 2 e 3) é de 200 minutos.
- Inicie a Parte II com o Problema 2. Quando você estiver pronto para começar com o Problema 3, informe ao assistente do laboratório, e você receberá os reagentes e material de laboratório para o Problema 3. Os reagentes do Problema 2 serão retirados de você neste momento.
- A Parte II do exame (Problemas 2 e 3) contém 12 páginas, sua folha de respostas contém 6 páginas.
- Chame o assistente de laboratório quando você precisar acender sua lamparina de álcool. Aqueça apenas os tubos de ensaio de vidro. Feche a lamparina de álcool com a tampa quando terminar.

Materiais de laboratório

Item	Quantidade
Equipamentos de uso geral, colocados na bancada, para cada estudante, a ser utilizado em todas os problemas	
Estante para tubos de ensaio (Capacidade para 60 tubos)	1
Papel toalha	5
Caneta permanente	1
Bastão de vidro, 20 cm	1
Funil de polipropileno, diam. 3,5 cm	1
Copos plásticos descartáveis	3
Copo plástico rígido	1
Tampas de poliestireno para tubos de ensaio	22
Problemas 2 e 3, para cada estudante, na bancada	
Frasco com tampa de rosca para descarte, 3 dm ³ , rotulado "Liquid Waste, Tests 2&3"	1
Problema 2, para cada estudante, na bancada	
Caixa plástica rotulada "Task 2"	1
Suporte metálico para duas buretas	1
Bureta, 25,00 cm ³	2
Pipeta graduada, 10,0 cm ³	1
Pipeta graduada, 1,00 cm ³	1
Pipeta volumétrica (Mohr), 10,00 cm ³	1
Erlenmeyer, 100 cm ³	2
Proveta, 10,0 cm ³	2
Escova	1
Funil de polipropileno, diam. 5,5 cm	1
Problema 2, para cada estudante, na caixa plástica rotulada "Task 2"	
Tubos de ensaio de poliestireno, 10 cm ³	8
Pera	1
Pipetas de Pasteur para indicadores	2
Problema 3, para cada estudante, a ser pego com os assistentes de laboratório	
Caixa plástica rotulada "Task 3"	1
Problema 3, para cada estudante, na caixa plástica rotulada "Task 3"	
Tubos de ensaio de poliestireno, 10 cm ³	20
Lamparina a álcool	1
Pinça de madeira para tubos de ensaio	1
Tubos de ensaio de vidro	10
Pipetas de Pasteur	10
Copo plástico rígido	1

Reagentes

Nome	Estado	Conc.	Quant.	Recipiente	Rótulo
Problema 2, para cada estudante, na bancada					
Ácido Nítrico	Solução aquosa	2 M	-*	Frasco de vidro com conta-gotas, 250 cm ³	HNO ₃
Problema 2, para cada estudante, na caixa rotulada "Task 2"					
Amostra de água mineral	Solução aquosa	Será determinada na prática	100 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 100 cm ³	Water sample
Fluoreto de Sódio	Solução aquosa	9 mg/dm ³ de fluoreto	50 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 50 cm ³	F ⁻ , 9 mg/dm ³
Indicador Zirconil Alizarina	Solução aquosa ácida	0,055% ZrOCl ₂ , 0,028% Vermelho de Alizarina S	10 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 25 cm ³	Zirconyl Alizarin
Cloreto de Sódio	Solução aquosa	0,0500 M	50 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 50 cm ³	NaCl, 0.0500 M
Sulfato de Amônio e ferro(III) dodecahidratado	Solução aquosa ácida	20 g/dm ³	10 cm ³	Conta-gotas, 15 cm ³	Fe ³⁺ ind.
Nitrato de prata	Solução aquosa	Será determinada na prática	200 cm ³	Frasco de vidro âmbar, 250 cm ³	AgNO ₃
Tiocianato de Amônio	Solução aquosa	Veja a concentração exata no rótulo	100 cm ³	Frasco de vidro com tampa de rosca, 100 cm ³	NH ₄ SCN, X.XXXX M
Cromato de Potássio	Solução aquosa	10%	5 cm ³	Conta-gotas, 15 cm ³	K ₂ CrO ₄
Problema 3, para cada estudante, na bancada					
Etanol	Líquido	95%	150 cm ³	Frasco de vidro com conta-gotas, 250 cm ³	C ₂ H ₅ OH
Problema 3, para cada estudante, na caixa rotulada "Task 3"					
Amostras orgânicas desconhecidas 1 a 8	Líquido	-	0,5 cm ³	Seringas, 2 cm ³	1 to 8
Permanganato de Potássio	Solução aquosa	0,13%	5 cm ³	Frasco de vidro âmbar, 50 cm ³	KMnO ₄

Nitrato de Amônio e Cério(IV)	Solução aquosa de HNO ₃ 2,0 M	28,6%	5 cm ³	Frasco de polietileno (HDPE), 30 cm ³	Ce(IV)
Acetonitrila	Líquido	-	45 cm ³	Frasco de vidro, 50 cm ³	CH ₃ CN
2,4-Dinitrofenil-hidrazina	Solução de ácido sulfúrico em etanol aquoso	3%	20 cm ³	Frasco de HDPE, 30 cm ³	DNPH
Cloreto de Ferro(III)	Solução aquosa de HCl 0,5 M	2,5%	1 cm ³	Frasco de HDPE, 30 cm ³	FeCl ₃
Cloridrato de hidroxilamina	Solução etanólica	0,5 M	10 cm ³	Frasco de HDPE, 30 cm ³	NH ₂ OH× HCl
Hidróxido de Sódio	Solução aquosa	6 M	5 cm ³	Frasco de HDPE, 30 cm ³	NaOH
Ácido Clorídrico	Solução aquosa	1 M	25 cm ³	Frasco de HDPE, 30 cm ³	HCl

*Na quantidade que sobrou, após o Problema 1.

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1 H 1,008																	18 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc -	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	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	57-71	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	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 -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm -	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
89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Problema 2

Determinação do teor de fluoreto e cloreto na água mineral

A Geórgia é mundialmente famosa por suas águas minerais esplêndidas. Muitas destas são usadas para curar diversas doenças. Os fabricantes têm de controlar cuidadosamente a composição iônica das águas, estando fluoreto e cloreto entre os íons mais importantes.

Detecção colorimétrica visual de fluoreto

O método de determinação de fluoreto é baseado na diminuição da intensidade da cor do complexo zircônio(IV)-Vermelho de Alizarina S na presença de íons fluoreto, devido à formação de um complexo incolor mais estável. O equilíbrio é atingido em cerca de 20 minutos após a adição do reagente. A concentração de fluoreto é determinada visualmente comparando a cor desenvolvida na amostra com as das soluções de calibração.

Transfira $9,0 \text{ cm}^3$ de água mineral a partir da amostra para dentro do tubo de ensaio de plástico rotulado como "X".

Calcule quanto da solução padrão de fluoreto, $9,0 \text{ mg/dm}^3$, será necessário para preparar um conjunto de soluções de calibração com as seguintes concentrações de íon fluoreto: 0,0; 1,0; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5; 8,0 mg/dm^3 (cálculo para $9,0 \text{ cm}^3$ de cada solução).

Usando as pipetas graduadas de $1,0 \text{ cm}^3$ e $10,0 \text{ cm}^3$, adicione as quantidades calculadas da solução-padrão de fluoreto aos tubos de ensaio, e em seguida, adicione $1,0 \text{ cm}^3$ do indicador Zirconil-Alizarina em cada tubo de ensaio, e complete o volume em cada tubo de ensaio de calibração para a marca de $10,0 \text{ cm}^3$ com água destilada (a marca é mostrada na figura com uma seta).



2.1.1. Escreva os volumes de fluoreto usados em suas diluições.

Misture as soluções obtidas nos respectivos tubos de ensaio. Coloque os tubos de ensaio na estante, deixando-os em repouso por no mínimo 20 minutos.

2.1.2. Compare a cor da amostra com as das soluções de calibração olhando para elas de cima para baixo e de frente. Selecione a concentração do padrão que mais se aproxima da concentração de fluoreto na amostra de água.

Nota: a estante com os tubos de ensaio será fotografada pela equipe do laboratório depois de todo o exame ser concluído.

Padronização da solução de nitrato de prata pelo método de Mohr

Transfira 10,0 cm³ da solução padrão de NaCl 0,0500 mol/dm³ para um Erlenmeyer usando a pipeta volumétrica (Mohr). Adicione cerca de 20 cm³ de água destilada e 10 gotas de solução aquosa de K₂CrO₄ a 10%.

Preencha uma bureta com a solução de nitrato de prata. Titule o conteúdo do Erlenmeyer com a solução de nitrato de prata, agitando vigorosamente a mistura contendo o precipitado formado. As gotas finais do titulante são adicionadas lentamente com agitação vigorosa do Erlenmeyer. A titulação está completa quando, pela adição do titulante, ocorre uma leve mudança de cor, não desaparecendo esta mudança de cor na suspensão amarelada. Anote a leitura final da bureta. Repita a titulação conforme necessário.

- 2.2.1. Escreva seus volumes na folha de respostas.
- 2.2.2. Escreva as equações químicas balanceadas para a titulação de NaCl com AgNO₃ e para a reação de indicação do ponto final.
- 2.2.3. Calcule a concentração da solução de AgNO₃ a partir de suas medidas.
- 2.2.4. O método de titulação de Mohr exige um meio neutro. Escreva as equações para as reações interferentes que ocorrem em pH baixo e em pH alto.

Determinação de cloreto pelo método Volhard

Lave a pipeta volumétrica (Mohr) com água destilada. Lave os Erlenmeyers, primeiramente com uma pequena porção da solução de amônia, que sobrou do problema 1, para ajudar a remover o sal de prata precipitado e depois com água destilada. (No caso de você ter usado toda a solução de amônia no problema 1, você pode obter uma recarga sem penalidade.)

Transfira uma alíquota de 10,0 cm³ de água mineral, a partir da amostra, para um Erlenmeyer usando a pipeta volumétrica (Mohr). Adicione 5 cm³ de ácido nítrico 2 mol/dm³ usando uma proveta. Adicione 20,00 cm³ da solução de nitrato de prata a partir da bureta e misture bem a suspensão. Adicione aproximadamente 2 cm³ da solução do indicador (Fe³⁺) com a pipeta de Pasteur.

Preencha a segunda bureta com a solução padrão de tiocianato de amônio (veja a concentração exata no rótulo). Titule a suspensão com esta solução, agitando vigorosamente. No ponto final, uma gota produz uma cor castanha fraca, que é estável mesmo depois de intensa agitação. Anote a leitura final da bureta. Repita a titulação conforme necessário.

Nota: O precipitado de AgCl troca os íons Cl⁻ com os íons SCN⁻ da solução. Se você titular muito lentamente ou com interrupções, a cor castanha desaparece com o tempo, e muito titulante é gasto na titulação. Portanto, quando se aproximar o ponto final, você deve adicionar o titulante a uma velocidade lenta *constante*, agitando o erlenmeyer *constantemente* para que a suspensão se torne branca. O surgimento da cor castanha fraca significará o alcance do ponto final.

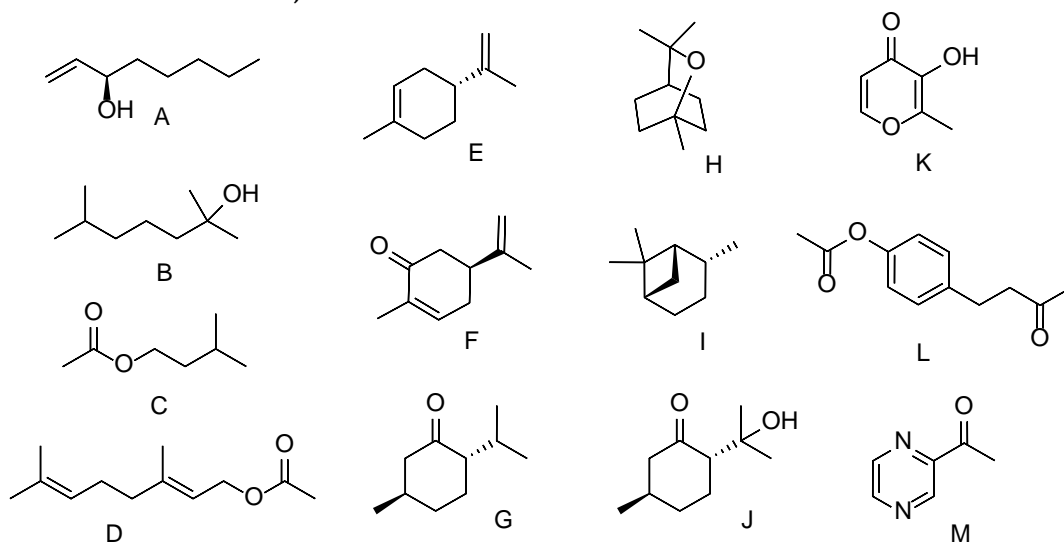
-
- 2.3.1. Escreva seus volumes na folha de respostas.
- 2.3.2. Escreva as equações químicas balanceadas para a titulação de retorno com NH_4SCN e para a reação de indicação do ponto final.
- 2.3.3. Calcule a concentração de cloreto (em mg/dm^3), na amostra de água, a partir de suas medidas.
- 2.3.4. Se os íons Br^- , I^- , e F^- estão presentes na amostra juntamente com o cloreto, a concentração de qual(is) íon(s) também irá(ão) contribuir para o resultado da titulação de Volhard?
- 2.3.5. Ao tentar determinar a concentração de Cl^- na presença de outros haletos, um analista adicionou iodato de potássio e ácido sulfúrico na amostra e ferveu a solução. Depois disso, ele reduziu o excesso de iodato para iodo, por fervura da amostra com ácido fosforoso, H_3PO_3 . Quais ânions interferentes foram removidos por esta operação? Escreva as equações químicas para as reações destes íons com iodato.

Problema 3

Identificando sabores e fragrâncias

Turistas visitam a Geórgia e ficam admirados com as muitas especialidades do país, sendo que a culinária regional ocupa uma das posições de destaque na lista de aventuras. Carnes excelentes, vegetais e folhagens frescos, frutas da época, geleias caseiras... O que mais seria necessário para satisfazer verdadeiros gourmets? Sim, é claro, sabores e fragrâncias únicos!

Você está recebendo 8 amostras contendo compostos orgânicos desconhecidos (rotulados de 1 a 8), os quais são industrialmente utilizados como flavorizantes e fragrâncias. Todas as amostras são compostos puros. Suas possíveis estruturas estão entre as mostradas abaixo, **A-M**:



Os compostos orgânicos desconhecidos nas suas amostras são prontamente solúveis em éter, e insolúveis em soluções aquosas diluídas de NaOH e HCl. Todos eles, exceto o composto desconhecido de nº 6, são insolúveis em água, sendo esse composto pouco solúvel em água (3,5 g/dm³).

- 3.1.** Faça os testes descritos abaixo para identificar as amostras de 1 a 8. Indique os resultados dos testes escrevendo o algarismo romano que corresponde ao fato observado (escolha um ou mais códigos da lista). Preencha todos os campos da tabela. Utilize “+” ou “-” para indicar um teste positivo ou negativo, respectivamente.
- 3.2.** Identifique as amostras desconhecidas utilizando o resultado dos testes e as informações dadas acima. Escreva o código das estruturas (**A-M**) para cada amostra identificada, no campo apropriado da tabela.

Procedimento experimental

Teste com KMnO_4 (Teste de Baeyer)

Coloque aproximadamente 1 cm^3 de etanol 95% em um tubo de ensaio plástico e adicione 1 gota de uma amostra desconhecida. Adicione 1 gota da solução de KMnO_4 e agite a mistura. Considere o teste positivo se a cor do permanganato desaparecer imediatamente após a agitação.

3.3. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste de Baeyer.

Teste com nitrato de cério(IV)

Coloque 2 gotas do **reagente de Ce(IV)** em um tubo de ensaio de vidro, adicione 2 gotas de acetonitrila e então 2 gotas de uma amostra desconhecida (a sequência é importante!). Agite a mistura. No caso de um teste positivo a coloração da mistura mudará prontamente de amarelo para um laranja-avermelhado.

Nota 1. Use somente tubos de ensaio de vidro para realizar este teste. Caso necessite lavar o tubo de ensaio de vidro, escolha cuidadosamente o solvente apropriado. Tampe os tubos de ensaio com a tampa verde, após completar o teste, para prevenir o forte odor.

Nota 2. A realização de testes comparativos utilizando as amostras do branco (sem o desconhecido) e a de referência (etanol) são recomendados para uma interpretação adequada.

Nota 3. Íons de Ce(IV) reagem com álcoois formando inicialmente compostos de coordenação fortemente coloridos. Complexos formados com álcoois primários ou secundários reagem em seguida (dentro de 15 segundos a 1 hora), ocasionando o desaparecimento da cor.

Teste com 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH)

Adicione apenas 1 gota de uma amostra desconhecida a um tubo de ensaio plástico contendo 1 cm^3 de etanol 95%. Adicione 1 cm^3 do reagente de DNPH à solução preparada. Agite a mistura e deixe-a em repouso por 1-2 minutos. Você observará a formação de um precipitado com coloração variando entre amarelo e laranja-avermelhado, em caso de teste positivo.

3.4. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste com 2,4-DNPH.

Teste com hidroxamato férrico

Solicite a um assistente de laboratório para acender sua lamparina. Misture 1 cm^3 da solução etanólica de cloridrato de hidroxilamina $0,5\text{ mol/dm}^3$ com 5 gotas da solução aquosa de hidróxido de sódio 6 mol/dm^3 em um tubo de ensaio de vidro. Adicione 1 gota de uma amostra desconhecida e utilize a lamparina para aquecer a mistura até ebulição, enquanto agita suavemente o tubo de ensaio para evitar respingos da mistura reacional. Deixe a mistura esfriar lentamente e adicione 2 cm^3 de uma solução de HCl 1 mol/dm^3 . Adicione 1 gota da solução de cloreto de ferro(III) a 2,5%. Você observará o surgimento de uma coloração magenta em caso de teste positivo. Quando terminar, apague a lamparina fechando-a com a tampa.

Nota 1. Utilize somente tubos de ensaio de vidro para realizar o teste; utilize a pinça de madeira para segurar o tubo de ensaio quando estiver aquecendo. Caso necessite lavar o tubo de ensaio de vidro, utilize um solvente apropriado. Tampe os tubos com a tampa de borracha verde, após completar o teste, para prevenir o forte odor.

Nota 2. Íons de Fe(III) formam complexos coloridos com ácido hidroxâmico (R-CO-NHOH) na proporção 1:1.

3.5. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste com hidroxamato férrico.

Nota: Após o sinal de "STOP", recoloque as agulhas nas seringas correspondentes com os compostos desconhecidos, e coloque-as dentro do copo plástico, deixando-as em cima da bancada.



48^a Olimpíada
Internacional de
Química

Parte Experimental II.

Folha de respostas

26 de julho de 2016

Tbilisi, Geórgia

Problema 2

14% do total

2.1.1	2.1.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5	Soma
2	15	30	2	2	2	30	2	4	2	4	95

2.1.1. Escreva os volumes de fluoreto usados em suas diluições.

Concentração de F ⁻ (mg/dm ³)	0,0	1,0	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0
Volume calculado da solução de F ⁻ (cm ³)							

2.1.2. Circule a concentração do padrão que mais se aproxima da concentração de fluoreto na amostra de água.

Concentração de F ⁻ (mg/dm ³)	0,0	1,0	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2.2.1. Escreva seus volumes das titulações.

Número da titulação	1	2				
Leitura inicial da bureta, em cm ³						
Leitura final da bureta, em cm ³						
Volume gasto, em cm ³						

Volume considerado para resposta, V₁: cm³

2.2.2. Escreva as equações químicas balanceadas para a titulação de NaCl com AgNO₃ e para a reação de indicação do ponto final.

Reação da titulação:

Reação de indicação do ponto final:

2.2.3. Calcule a concentração da solução de AgNO₃ a partir de suas medidas.

Cálculos:

c(Ag⁺):

2.2.4. O método de titulação de Mohr exige um meio neutro. Escreva as equações para as reações interferentes que ocorrem em pH baixo e em pH alto.

pH baixo:

pH alto:

2.3.1. Escreva seus volumes na folha de respostas.

Número da titulação	1	2				
Leitura inicial da bureta, em cm ³						
Leitura final da bureta, em cm ³						
Volume gasto, em cm ³						

Volume considerado para resposta, V_2 : cm³

2.3.2. Escreva as equações químicas balanceadas para a titulação de retorno com NH₄SCN e para a reação de indicação do ponto final.

Reação da titulação:

Reação de indicação do ponto final:

2.3.3. Calcule a concentração de cloreto (em mg/dm³), na amostra de água, a partir de suas medidas.

Cálculos:

$c(\text{Cl}^-)$: mg/dm³

2.3.4. Se os íons Br^- , I^- , e F^- estão presentes na amostra juntamente com o cloreto, a concentração de qual(is) íon(s) também irá(ão) contribuir para o resultado da titulação de Volhard? Marque a(s) alternativa(s) apropriada(s).

Br^- I^- F^- nenhum

2.3.5. Ao tentar determinar a concentração de Cl^- na presença de outros haletos, um analista adicionou iodato de potássio e ácido sulfúrico na amostra e ferveu a solução. Depois disso, ele reduziu o excesso de iodato para iodo por fervura da amostra com ácido fosforoso, H_3PO_3 . Quais ânions interferentes foram removidos por esta operação?

Br^- I^- F^- nenhum

Escreva as equações químicas para as reações destes íons com o iodato.

--

Reposições:

Item	Quantidade	Assinatura do assistente de laboratório	Assinatura do estudante

Problema 3

13% do total

3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	Soma
32	16	4	4	4	60

3.1. Indique os resultados e as observações para cada teste escrevendo na tabela o algarismo romano que corresponde ao fato observado (escolha um ou mais códigos da lista). Preencha todos os campos da tabela. Utilize “+” ou “-” para indicar um teste positivo ou negativo, respectivamente. Escolha um ou mais códigos da lista abaixo.

I – Desaparecimento imediato da coloração púrpura

II – Desaparecimento lento da coloração púrpura

III – Desaparecimento da cor amarela

IV – Formação de um precipitado marrom ou preto

V – Formação de um precipitado branco

VI – Formação de um precipitado amarelo ou vermelho-alaranjado

VII – Surgimento de uma coloração laranja ou vermelha na solução

VIII – Surgimento de cor magenta

IX – O composto desconhecido é insolúvel em etanol

X – Sem mudanças aparentes

Número da amostra	1	2	3	4	5	6	7	8
Resultado do teste de Baeyer (+/-)								
Observações do teste de Baeyer (I-X)								
Resultado do teste com nitrato de Ce(IV) (+/-)								
Observações do teste com nitrato de Ce(IV) (I-X)								
Resultado do teste com 2,4-DNPH (+/-)								
Observações do teste com 2,4-DNPH (I-X)								
Resultado do teste com hidroxamato de Fe(III) (+/-)								
Observações do teste com hidroxamato de Fe(III) (I-X)								

3.2. Escreva o código das estruturas (**A-M**) para cada amostra identificada, no campo apropriado da tabela quando tiver certeza do resultado.

Número da amostra	1	2	3	4	5	6	7	8
Código da estrutura								

3.3. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste de Baeyer.

3.4. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste com 2,4-DNPH.

3.5. Escreva a reação, utilizando um dos compostos **A-M**, que fornece um resultado positivo para o teste com hidroxamato férrico.