



Programa Nacional
Olimpiadas de Química

Seletiva Internacional 2025 - Olimpíada Brasileira de Química

Prova Experimental

Nome do Candidato: _____

Nº de sigilo: _____

Tempo Limite: 5 horas

Pontuação Total: 40%

Por favor, leia todas as instruções cuidadosamente antes de iniciar a prática.

Instruções Gerais

- Esse exame se divide em 2 tarefas. Você possui 5 h de prova e deve controlar o uso do seu tempo.
- Apenas o que for respondido no caderno de respostas nos espaços apropriados será corrigido.
- Você deve entregar, junto de seu caderno de respostas, o frasco contendo seu complexo numerado com seu sigilo e sua placa de TLC.
- Você pode começar a trabalhar apenas quando o aviso de começar for dado.
- Você deve respeitar as regras de segurança indicadas no regulamento da IChO. Qualquer infração às regras de segurança pode implicar a sua expulsão do laboratório e a anulação do seu exame prático.
- Se precisar de uma pausa para ir ao banheiro ou de ajuda, levante a mão.
- Se precisar de uma reposição ou completar algum reagente, peça ao supervisor do laboratório. Ambos têm de assinar a tabela na folha de respostas. Cada incidente será penalizado com 5 pontos do problema.
- Os supervisores darão um aviso de 30 minutos antes do fim. Você deve parar imediatamente de trabalhar quando for anunciado o sinal FIM. A não interrupção do trabalho ou da escrita pode implicar a anulação do seu exame prático.

1 H 1.008																	2 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 24.31											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 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	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 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	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

Lanthanides	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
Actinides	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Experimento 1 – Síntese de um complexo de Níquel II com uma diamina (20% do total)

Reagentes:

- Solução de $NiCl_2$
- Solução de tiosulfato de sódio
- Solução de diamina concentrada
- Solução de diamina diluída
- Ácido clorídrico
- Carbonato de sódio (dentro dos erlenmeyers)
- Indicadores (dois por bancada)

Parte 1 – Síntese do complexo

- Em um béquer de $250mL$, adicione os $15mL$ de solução de $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ (concentração $0,13g/mL$) e complete o volume no béquer com água até aproximadamente $50mL$.
- Em seguida, adicione lentamente todo o conteúdo ($4mL$), da solução concentrada (diluição 1:1) de uma diamina desconhecida (frasco identificado como diamina conc).
- Em um bequer de $100mL$, adicione os $20mL$ da solução de tiosulfato de sódio penta-hidratado ($0,10g/mL$).
- Aqueça ambas as soluções até aproximadamente $60^\circ C$ (quando você começar a reparar a presença de vapor sobre os béqueres). Atenção! A solução não pode atingir a ebulição nesse momento.
- Adicione um peixinho no béquer contendo a solução de níquel. Em seguida, com cuidado, adicione a solução de tiosulfato sobre a de níquel sob agitação.
- Aqueça até a ebulição e mantenha por um minuto em ebulição.
- Deixe resfriar naturalmente até a temperatura ambiente.
- Separe os cristais por filtração a vácuo.
- Lave com alguns mL de água e, em seguida, com um pouco de etanol.
- Com cuidado, transfira o papel para um vidro de relógio e coloque para secar na estufa por, pelo menos, $30min$ (lembre-se de colocar seu número com uma caneta no vidro de relógio).
- Pese um frasco de vidro vazio com tampa, anote sua massa. Em seguida, transfira o sólido para esse frasco e pese novamente. Anote a massa de sólido em uma etiqueta e coloque no frasco uma etiqueta com seu número e outra com a massa. Feche o frasco e entregue ele no final junto com sua prova.

Parte 2 – Determinação da diamina desconhecida

a) Padronize seu ácido clorídrico utilizando o padrão primário de carbonato de sódio (massa exata indicada nos erlenmeyers). Para isso, adicione um pouco de água no carbonato e, em seguida titule com sua solução de HCl . Utilize o indicador que achar conveniente (Fenolftaleína, viragem 8,2 - 10 ou alaranjado de metila, viragem 3,1 - 4,4). Anote na folha de respostas a massa de carbonato de sua etiqueta, o indicador escolhido e o volume de HCl utilizado.

Dados: pK_a s do ácido carbônico: 6,35 e 10,33 (ATENÇÃO: você possui 100mL de HCl para todas as titulações).

Você pode pedir até 10mL sem penalização. Após isso, haverá uma penalização de 5 pontos a cada 10mL)

b) Repita o procedimento com a outra massa de carbonato.

c) Lave seus erlenmeyers apenas passando água destilada duas a três vezes para as próximas titulações.

d) Titule 10mL de solução de diamina diluída com alaranjado de metila (frasco identificado como diamina dil) (você possui em torno de 20mL de diamina diluída em cada frasco e pode titular até três vezes).

e) Anote o volume de HCl utilizado na titulação.

f) Determine a massa molar da diamina.

Obs: Essa solução de diamina foi preparada diluindo 20mL da diamina pura ($d = 0,897g/mL$) em água até atingir para 2,0L de solução.

Perguntas adicionais:**Q1.10.**

Durante a adição da diamina na solução de Níquel, há uma variação de cores que é originada devido à formação de complexos de estequiometrias diferentes ao longo da adição do reagente. Escreva as cores identificadas durante a síntese em solução, antes da adição de tiosulfato.

Q1.11.

Sabendo que o complexo em água tem fórmula genérica de $Ni(diamin)_x(H_2O)_y$ forneça todas as fórmulas possíveis dos complexos que podem ser formados pela combinação com os possíveis índices x e y .

Q1.12.

Das fórmulas de complexos possíveis apresentados anteriormente, indique aqueles que possuem isômeros ópticos e geométricos e desenhe todos os isômeros dos complexos nos espaços indicados na folha de respostas.

Experimento 2 - Identificação de compostos orgânicos (20% do total)

Introdução

A química orgânica oferece uma vasta gama de compostos com diversas estruturas e propriedades, onde a identificação de substâncias desconhecidas é uma habilidade fundamental, crucial para pesquisa, controle de qualidade e análise forense. Esta questão tem como objetivo a experimentação sobre testes qualitativos para a identificação de um conjunto de espécies orgânicas, além do conhecimento teórico sobre tal prática.

Você receberá um kit contendo sete recipientes rotulados (A a G), cada um podendo conter um dos sete diferentes compostos orgânicos, não exclusivamente. Seu objetivo é identificar corretamente o composto presente em cada recipiente, realizando uma série de testes analíticos. Os compostos possíveis são:

- Etanol
- Benzaldeído (benzenocarbaldeído)
- Acetofenona (1-feniletanona)
- Ácido benzóico
- Glicose
- Ácido salicílico (Ácido 2-hidroxibenzoico)
- Isopropanol

Materiais e Reagentes

Para realizar a identificação dos compostos, serão oferecidos, além das vidrarias necessárias, alguns químicos que podem ser utilizados. Uma descrição e breve instrução sobre o kit reagentário é apresentada a seguir:

Teste com hidróxido de cobre ($Cu(OH)_2$)

Você possui um recipiente contendo 10mL de $CuSO_4$ 5% e outro contendo 10mL de $NaOH$ 5%. Para formar a suspensão de hidróxido de cobre (II), misture volumes iguais das soluções precursoras no tubo de teste. **Atenção:** a solução de $NaOH$ também pode ser utilizada para a preparação de outro teste, então não faça uso de todo o hidróxido nesta etapa.

Teste de Tollens

Você possui, em um vidro âmbar, 10mL de solução de $AgNO_3$ 0,1M. Com a adição de 10 gotas da solução de hidróxido de sódio (a mesma do teste de $Cu(OH)_2$) para precipitação e decorrente ressolubilização com adição de solução de NH_4OH concentrado, é formada solução incolor que contém $[Ag(NH_3)_2]^+$. **Atenção:** caso esta etapa resulte em uma solução escura, refaça o procedimento de preparação do complexo.

Teste de DNP (2,4-dinitrofenil-hidrazina)

Você possui, em um *ependorf*, em torno de 50mg de DNP sólido e também um recipiente contendo 5,00mL de solução $EtOH/H_2SO_4$, a quantidade deve ser suficiente para completa dissolução

do sólido. Caso ainda reste corpo de fundo, transfira o sobrenadante para outro tubo de ensaio para realizar o teste qualitativo.

Teste de $KMnO_4$ Você possui um *eppendorf* contendo 1,5mL de solução $KMnO_4$ 1%. Para todos os testes de permanganato, apenas algumas gotas são necessárias.

Você também terá acesso a **3 placas de sílica** e um recipiente âmbar contendo 20mL de uma mistura 2 Hexano : 1 Acetato de etila que pode ser utilizada como eluente em uma análise de cromatografia de camada delgada (CCD/TLC). Lâmpadas UV estarão disponíveis no laboratório caso seja necessário.

Além dos mencionados, você também terá acesso a utensílios de laboratório como chapa de aquecimento, béquer de 600mL, estante e **9** tubos de ensaio.

Perguntas

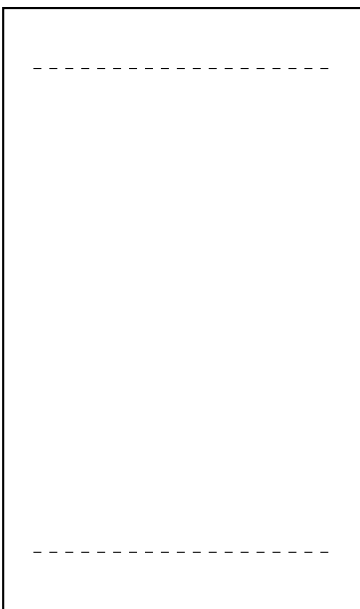
Q2.1. Observações dos Testes

Registre suas observações para cada teste químico realizado nas amostras desconhecidas (A-G) na tabela abaixo. Use descrições claras e concisas.

Amostra	Teste de Tollens	Teste de Benedict	Teste de DNPH	Teste de $KMnO_4$
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

Q2.2. Cromatografia em Camada Delgada e Diferenciação

Dentre as amostras testadas, alguns pares são impossíveis de distinguir apenas com os testes qualitativos, uma vez que apresentam semelhante reatividade. Neste contexto, é utilizada TLC como uma forma de comparação. No espaço abaixo, desenhe uma representação da placa de TLC utilizada para separar um dos pares indissociáveis pelos testes. Marque a linha de base e a frente do solvente. Indique claramente as manchas iniciais, finais e as respectivos amostras analisadas.

**Q2.3**

Com base na TLC, faça a **correspondência** entre a letra da amostra e a respectiva espécie química. **Justifique** a sua associação.

Q2.4. Identificação de Compostos Desconhecidos

Com base em todas as suas observações experimentais, identifique o composto presente em cada recipiente (A-G) a partir da lista de compostos possíveis. Justifique brevemente suas escolhas usando uma observação chave para cada um. No caso da dupla de espécies justificados na **Q2**, apenas escreva "Q2".

Recipiente	Composto Identificado (nome)	Justificativa Chave
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

Mecanismos de Reação (Total XX.0 pontos)

Desenhe o mecanismo de reação para as seguintes reações. Mostre todos os intermediários e cargas formais relevantes.

Q2.5. Reação de **Benzaldeído** com o **reagente de Tollens**.

Q2.6. Reação de **acetofenona** com **2,4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH)**.

Q2.7. Oxidação do **isopropanol** com **Permanganato de Potássio (KMnO₄)** (assuma condições brandas, levando ao produto orgânico principal).

Q2.8. O reagente de Tollens, se deixado em repouso, pode formar fulminato de prata altamente explosivo. Após concluir o teste, qual seria a ação mais apropriada a ser tomada com o tubo de ensaio com teste positivo de Tollens? (Selecione uma opção)

Descartá-lo diretamente na pia com bastante água.

Deixá-lo no tubo de ensaio para descarte posterior.

Adicionar ácido diluído (ex: HCl) para destruir o complexo de prata antes do descarte.

Adicionar excesso de NH₃ · H₂O para garantir que toda a prata esteja complexada.

Experimento 1 - Síntese de um complexo de Níquel II com uma diamina**Q1.1. Padronização *HCl* (10 pontos)**

	Massa do carbonato	Indicador escolhido	Volume de <i>HCl</i>
1ª Titulação			
2ª Titulação			

Q1.2. Cálculo da concentração de *HCl* (10 pontos)Concentração (*mol/L*):

Q1.3. Titulação da diamina (15 pontos)

	Volume de <i>HCl</i>
1ª Titulação	
2ª Titulação	
3ª Titulação	
Volume aceito:	

Q1.4. Massa molar da diamina (15 pts)

Massa molar da diamina:

Q1.5. Fórmula da diamina (6 pts)

Rendimento da síntese

Q1.6. Anote a massa do frasco vazio com tampa:

Q1.7. Anote a massa do frasco com o complexo:

Q1.8. Massa final de complexo (10 pontos):

Q1.9. Cálculo do rendimento (10 pontos):

Rendimento (%):

Q1.10 (4 pontos)

Cor inicial	Cor Observada 1	Cor Observada 2	Cor Observada 3

Q1.11. (8 pontos)

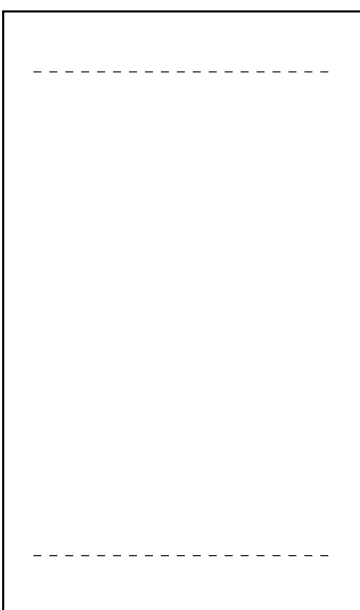
Q1.12. (12 pontos)

Experimento 2 - Identificação compostos orgânicos

Q2.1. Observações dos Testes (28 pontos)

Amostra	Teste de Tollens	Teste de $Cu(OH)_2$	Teste de DNPH	Teste de $KMnO_4$
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

Q2.2. Cromatografia em Camada Delgada (CCD/TLC) e Diferenciação (8 pontos)



Q2.3 correspondência amostra e a respectiva espécie química.(4 pontos)

Q2.4 (35 pontos)

Recipiente	Composto Identificado (nome)	Justificativa	Chave
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			

Q2.5

Reação de **benzaldeído** com o **reagente de Tollens**. (10 pontos)

Q2.6

Reação de **acetofenona** com **2,4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH)**. (6 pontos)

Q2.7

Oxidação do **isopropanol** com **Permanganato de Potássio (KMnO₄)** (assuma condições brandas, levando ao produto orgânico principal). (6 pontos)

Q2.8

(3 pontos)

- Descartá-lo diretamente na pia com bastante água.
- Deixá-lo no tubo de ensaio para descarte posterior.
- Adicionar ácido diluído (ex: HCl) para destruir o complexo de prata antes do descarte.
- Adicionar excesso de NH₃ · H₂O para garantir que toda a prata esteja complexada.