

| | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| ILQO - Introdução ao Laboratório de Química Orgânica: P1 (Práticas 1, 2 e 3) | | Pontuação ↓ |
| Data: 13/10/2025 | Questões: 3 | Pontos totais: 20 |
| Matrícula: | Nome: | |

| <i>Questão</i> | <i>Pontos</i> | <i>Nota</i> |
|----------------|---------------|-------------|
| 1 | 7 | |
| 2 | 6 | |
| 3 | 7 | |
| Total: | 20 | |

Instruções:

1. Justifique **todas** as suas respostas.
 2. Entregue as respostas manuscritas e materiais de consulta com essa folha anexa.
 3. É permitido o uso de calculadora científica;
 4. Há uma tabela periódica ao final da prova.
1. (7 pontos) Um aluno de iniciação científica deseja separar uma mistura recebida contendo o ácido 4-metoxibenzoico (ácido anísico), cujo pK_a é 4,47, e o β -naftol, cujo pK_a é 9,51 (**Figura 1**). Além disso, ambos são insolúveis em água e solúveis em éter etílico. Para tal, ele dispõe dos solventes e soluções mostrados na **Tabela 1**.

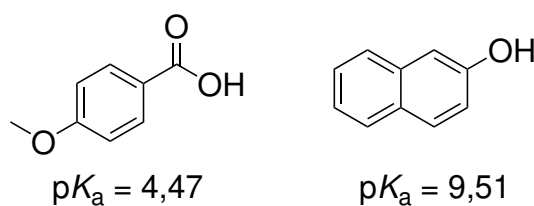


Figura 1: Estruturas do ácido 4-metoxibenzoico (ácido anísico) e do β -naftol, acompanhadas dos respectivos valores de pK_a .

Tabela 1: Relação de solventes e soluções para a separação do ácido anísico e do β -naftol.

| Solvente | Especificação | Solução | Especificação |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Água destilada | - | Solução de NaOH | 100 g L ⁻¹ |
| Éter etílico | - | Ácido clorídrico | 11,6 mol L ⁻¹ |
| | | Solução de NaHCO ₃ | 100 g L ⁻¹ |

- (a) Considerando os solventes e soluções dispostos na **Tabela 1**, descreva, brevemente, um procedimento para a separação dos componentes. Considere que o processo sairá da mistura sólida dos dois reagentes e resultará em ambos os reagentes separados também no estado sólido. Use quaisquer vidrarias e equipamentos de laboratório que julgar necessários. Por fim, considere que o pK_a da H_2O é igual a 14,0 e do H_2CO_3 é igual a 6,35.
- (b) Considere que o processo mostrado na alternativa anterior envolveu a separação de uma amostra contendo 1,5 g de cada composto e, ao final, 1,243 g de ácido anísico e 1,134 g de β -naftol foram obtidos. Qual o rendimento individual de extração?
2. (6 pontos) Ao reagir a anilina com anidrido acético na presença de HCl e, posteriormente, adicionar acetato de sódio, uma aluna de iniciação científica esperou obter a *N*-acilanilina (acetanilida) (**Figura 2**).

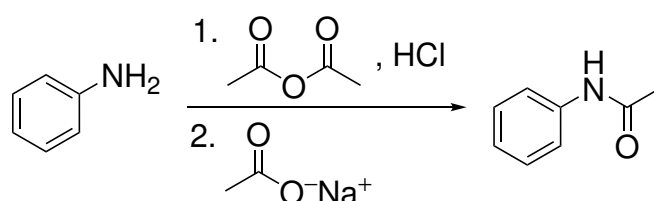


Figura 2: Esquema da reação entre a anilina e o anidrido acético na presença de HCl e, posteriormente, acetato de sódio.

Para verificar o término da reação química, ela optou por usar a técnica de Cromatografia em Camada Delgada (CCD). Ela realizou quatro análises de CCD (utilizando acetato de etila como eluente) para monitorar a reação; uma logo após o início da reação, outra após 2 minutos de reação, outra após 5 minutos de reação e outra após 10 minutos de reação. As placas cromatográficas obtidas são mostradas na **Figura 3**.

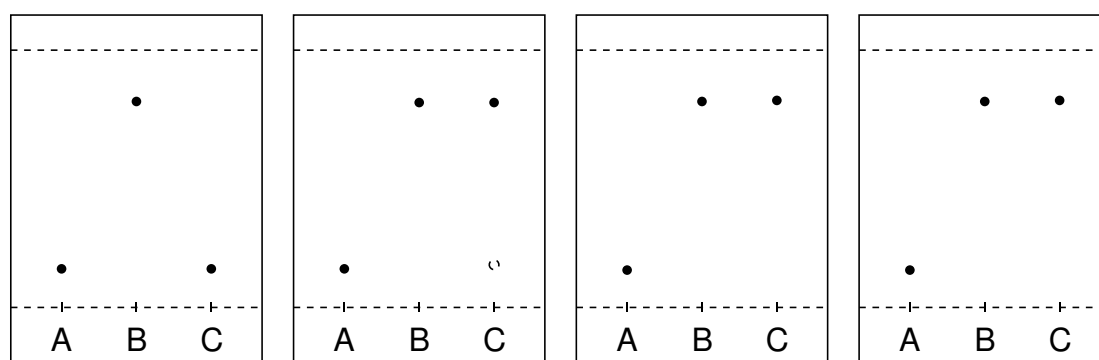


Figura 3: Representação das placas cromatográficas em diferentes tempos de reação para a *N*-acetilação da anilina. Da esquerda para a direita, as placas correspondem ao início da reação, a 2 minutos de reação, a 5 minutos de reação e a 10 minutos de reação. A coluna "A" é referente a um padrão de anilina, a "B", a um padrão de acetanilida e a "C" é referente a uma alíquota da reação no tempo especificado.

- (a) Calcule o R_f da anilina e da acetanilida. Relacione a diferença desses valores com a estrutura química dos compostos, com o eluente utilizado na análise e com a composição da sílica.
- (b) Com base nos resultados obtidos, qual o tempo que a aluna deve esperar para que a reação esteja completa?
3. (7 pontos) Em uma prática da disciplina de Introdução ao Laboratório de Química Orgânica (ILQO), um grupo de estudantes (Grupo 1) pretendeu realizar a síntese do cloreto de *tert*-butila a partir do *tert*-butanol (**Figura 4**).

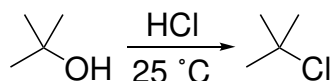


Figura 4: Esquema da reação entre o álcool *tert*-butílico (*tert*-butanol) e o ácido clorídrico, produzindo o cloreto de *tert*-butila

Para tal, eles misturaram o álcool a uma solução concentrada de HCl ($11,6\text{ mol L}^{-1}$) em um funil de extração, agitaram o sistema por 10 minutos, lavaram a fase orgânica com água e com uma solução 50 g L^{-1} de NaHCO_3 (bicarbonato de sódio), secaram a fase orgânica com Na_2SO_4 (sulfato de sódio) anidro e destilaram o produto bruto, coletando o vapor à $50\text{ }^\circ\text{C}$.

- (a) Considere os dados de densidade e temperatura de ebulição das substâncias líquidas envolvidas na reação, dispostos na **Tabela 2**.

Tabela 2: Dados de densidade ($\rho/\text{g mL}^{-1}$, $25\text{ }^\circ\text{C}$) e temperatura de ebulição ($T_{\text{eb}}/^\circ\text{C}$) do *tert*-butanol, cloreto de *tert*-butila e ácido clorídrico à $11,6\text{ mol L}^{-1}$.

| Substância | Densidade, $\rho/\text{g mL}^{-1}$ | Temperatura de ebulição, $T_{\text{eb}}/^\circ\text{C}$ |
|---|------------------------------------|---|
| <i>tert</i> -Butanol | 0,775 | 82,5 |
| Cloreto de <i>tert</i> -butila | 0,851 | 51 |
| Ácido clorídrico ($11,6\text{ mol L}^{-1}$) | 1,1789 | 61 |

Se o Grupo 1 utilizou 20 mL de *tert*-butanol e 55 mL da solução de HCl à $11,6\text{ mol L}^{-1}$ e, ao final da destilação, 19 mL de cloreto de *tert*-butila foram recolhidos, qual o rendimento percentual da reação?

- (b) Um outro grupo de alunos dessa mesma disciplina (Grupo 2), ao realizar a lavagem da fase orgânica conforme descrito no enunciado principal, teve problemas operacionais que causaram uma demora no processo. Isso impactou o rendimento do Grupo 2, que foi significativamente menor em comparação ao do Grupo 1. Quais motivos podem ser atribuídos a essa queda no rendimento?

Tabela Periódica dos Elementos

| | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 IA | 2 | 13 IIIA | 14 IVA | 15 VA | 16 VIA | 17 VIIA | 18 VIIIA |
| 1 1.0079 | 2 4.0025 | 5 10.811 | 6 12.011 | 7 14.007 | 8 15.999 | 9 18.998 | 10 20.180 |
| H Hidrogênio | He Hélio | B Boro | C Carbono | N Nitrogênio | O Oxigênio | F Fluor | Ne Neônio |
| 3 6.941 | 4 9.0122 | 11 22.990 | 12 24.305 | 13 26.982 | 14 28.086 | 15 30.974 | 16 32.065 |
| Li Lítio | Be Berílio | Na Sódio | Mg Magnésio | Al Alumínio | Si Silício | P Fósforo | S Enxofre |
| 19 39.098 | 20 40.078 | 39 88.906 | 38 87.62 | 31 69.723 | 32 72.64 | 33 74.922 | 34 78.96 |
| K Potássio | Ca Cálcio | Sc Escândio | Y Ítrio | Ga Gálio | Ge Germano | As Arsênio | Se Selênio |
| 37 85.468 | 38 87.62 | 39 88.906 | 39 88.906 | 49 114.82 | 50 118.71 | 51 121.76 | 52 127.6 |
| Rb Rubídio | Sr Estrôncio | Zr Zircônio | Hf Háfnio | In Índio | Sn Estanho | Sb Antimônio | Te Telúrio |
| 55 132.91 | 56 137.33 | 72 178.49 | 72 178.49 | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 |
| Cs Césio | Ba Bário | Hf Háfnio | Re Rênio | Tl Tlúcio | Pb Chumbo | Bi Bismuto | Po Polônio |
| 87 223 | 88 226 | 104 261 | 104 261 | 113 284 | 114 289 | 115 288 | 116 293 |
| Fr Francio | Ra Rádio | Rf Ruterfórdio | Db Dúbnio | Nh Nhônio | Fl Fluoróvio | Mc Moscóvio | Lv Livermório |
| | | 57-71 Lantanídeos | 89-103 Actinídeos | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 |
| | | 57 138.91 | 57 138.91 | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 |
| | | La Lantânio | Ce Cério | Tl Tlúcio | Pb Chumbo | Bi Bismuto | Po Polônio |
| | | 58 140.12 | 58 140.12 | 113 284 | 114 289 | 115 288 | 116 293 |
| | | Ce Cério | Pr Praseodímio | Nh Nhônio | Fl Fluoróvio | Mc Moscóvio | Lv Livermório |
| | | 59 140.91 | 59 140.91 | 113 284 | 114 289 | 115 288 | 116 293 |
| | | Pr Praseodímio | Nd Neodímio | 66 162.50 | 67 164.83 | 68 167.26 | 69 168.93 |
| | | 60 144.24 | 60 144.24 | 66 162.50 | 67 164.83 | 68 167.26 | 69 168.93 |
| | | Nd Neodímio | Pm Promécio | Dy Disprósio | Ho Hólmio | Er Érbio | Tm Tulúcio |
| | | 61 145 | 61 145 | 68 167.26 | 69 168.93 | 70 173.04 | 71 174.97 |
| | | Pm Promécio | Sm Samário | Dy Disprósio | Ho Hólmio | Er Érbio | Tm Tulúcio |
| | | 62 150.36 | 62 150.36 | 68 167.26 | 69 168.93 | 70 173.04 | 71 174.97 |
| | | Sm Samário | Eu Európio | 69 168.93 | 70 173.04 | 71 174.97 | 72 178.04 |
| | | 63 151.96 | 63 151.96 | 69 168.93 | 70 173.04 | 71 174.97 | 72 178.04 |
| | | Eu Európio | Gd Gadolínio | 70 173.04 | 71 174.97 | 72 178.04 | 73 180.94 |
| | | 64 157.25 | 64 157.25 | 70 173.04 | 71 174.97 | 72 178.04 | 73 180.94 |
| | | Gd Gadolínio | Tb Térbio | 71 174.97 | 72 178.04 | 73 180.94 | 74 183.84 |
| | | 65 158.93 | 65 158.93 | 71 174.97 | 72 178.04 | 73 180.94 | 74 183.84 |
| | | Tb Térbio | Dy Disprósio | 72 178.04 | 73 180.94 | 74 183.84 | 75 186.21 |
| | | 66 162.50 | 66 162.50 | 72 178.04 | 73 180.94 | 74 183.84 | 75 186.21 |
| | | Dy Disprósio | Ho Hólmio | 73 180.94 | 74 183.84 | 75 186.21 | 76 190.23 |
| | | 67 164.83 | 67 164.83 | 73 180.94 | 74 183.84 | 75 186.21 | 76 190.23 |
| | | Ho Hólmio | Er Érbio | 74 183.84 | 75 186.21 | 76 190.23 | 77 192.22 |
| | | 68 167.26 | 68 167.26 | 74 183.84 | 75 186.21 | 76 190.23 | 77 192.22 |
| | | Er Érbio | Tm Tulúcio | 75 186.21 | 76 190.23 | 77 192.22 | 78 195.08 |
| | | 69 168.93 | 69 168.93 | 75 186.21 | 76 190.23 | 77 192.22 | 78 195.08 |
| | | Tm Tulúcio | Yb Íterbio | 76 190.23 | 77 192.22 | 78 195.08 | 79 196.97 |
| | | 70 173.04 | 70 173.04 | 76 190.23 | 77 192.22 | 78 195.08 | 79 196.97 |
| | | Yb Íterbio | Lu Lutécio | 77 192.22 | 78 195.08 | 79 196.97 | 80 200.59 |
| | | 71 174.97 | 71 174.97 | 77 192.22 | 78 195.08 | 79 196.97 | 80 200.59 |
| | | Lu Lutécio | Lr Laurêncio | 78 195.08 | 79 196.97 | 80 200.59 | 81 204.38 |
| | | 72 178.04 | 72 178.04 | 78 195.08 | 79 196.97 | 80 200.59 | 81 204.38 |
| | | Lr Laurêncio | No Nobelíio | 79 196.97 | 80 200.59 | 81 204.38 | 82 207.2 |
| | | 73 180.94 | 73 180.94 | 79 196.97 | 80 200.59 | 81 204.38 | 82 207.2 |
| | | No Nobelíio | Md Mendelevíio | 80 200.59 | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 |
| | | 74 183.84 | 74 183.84 | 80 200.59 | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 |
| | | Md Mendelevíio | Es Einsteiníio | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 |
| | | 75 186.21 | 75 186.21 | 81 204.38 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 |
| | | Es Einsteiníio | Fm Férmio | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 | 85 210 |
| | | 76 190.23 | 76 190.23 | 82 207.2 | 83 208.98 | 84 209 | 85 210 |
| | | Fm Férmio | Mn Manganeso | 83 208.98 | 84 209 | 85 210 | 86 222 |
| | | 77 192.22 | 77 192.22 | 83 208.98 | 84 209 | 85 210 | 86 222 |
| | | Mn Manganeso | Co Cobalto | 84 209 | 85 210 | 86 222 | 87 223 |
| | | 78 195.08 | 78 195.08 | 84 209 | 85 210 | 86 222 | 87 223 |
| | | Co Cobalto | Ni Níquel | 85 210 | 86 222 | 87 223 | 88 226 |
| | | 79 196.97 | 79 196.97 | 85 210 | 86 222 | 87 223 | 88 226 |
| | | Ni Níquel | Cu Cobre | 86 222 | 87 223 | 88 226 | 89 227 |
| | | 80 200.59 | 80 200.59 | 86 222 | 87 223 | 88 226 | 89 227 |
| | | Cu Cobre | Zn Zinco | 87 223 | 88 226 | 89 227 | 90 232.04 |
| | | 81 204.38 | 81 204.38 | 87 223 | 88 226 | 89 227 | 90 232.04 |
| | | Zn Zinco | Ag Prata | 88 226 | 89 227 | 90 232.04 | 91 238.03 |
| | | 82 207.2 | 82 207.2 | 88 226 | 89 227 | 90 232.04 | 91 238.03 |
| | | Ag Prata | Cd Cádmio | 89 227 | 90 232.04 | 91 238.03 | 92 238.03 |
| | | 83 208.98 | 83 208.98 | 89 227 | 90 232.04 | 91 238.03 | 92 238.03 |
| | | Cd Cádmio | In Índio | 90 232.04 | 91 238.03 | 92 238.03 | 93 238.03 |
| | | 84 209 | 84 209 | 90 232.04 | 91 238.03 | 92 238.03 | 93 238.03 |
| | | In Índio | Sn Estanho | 91 238.03 | 92 238.03 | 93 238.03 | 94 244 |
| | | 85 210 | 85 210 | 91 238.03 | 92 238.03 | 93 238.03 | 94 244 |
| | | Sn Estanho | Pb Chumbo | 92 238.03 | 93 238.03 | 94 244 | 95 243 |
| | | 86 222 | 86 222 | 92 238.03 | 93 238.03 | 94 244 | 95 243 |
| | | Pb Chumbo | Bi Bismuto | 93 238.03 | 94 244 | 95 243 | 96 247 |
| | | 87 223 | 87 223 | 93 238.03 | 94 244 | 95 243 | 96 247 |
| | | Bi Bismuto | Po Polônio | 94 244 | 95 243 | 96 247 | 97 247 |
| | | 88 226 | 88 226 | 94 244 | 95 243 | 96 247 | 97 247 |
| | | Po Polônio | At Astato | 95 243 | 96 247 | 97 247 | 98 251 |
| | | 89 227 | 89 227 | 95 243 | 96 247 | 97 247 | 98 251 |
| | | At Astato | Rn Radônio | 96 247 | 97 247 | 98 251 | 99 252 |
| | | 90 232.04 | 90 232.04 | 96 247 | 97 247 | 98 251 | 99 252 |
| | | Rn Radônio | Fr Francio | 97 247 | 98 251 | 99 252 | 100 257 |
| | | 91 238.03 | 91 238.03 | 97 247 | 98 251 | 99 252 | 100 257 |
| | | Fr Francio | Ra Rádio | 98 251 | 99 252 | 100 257 | 101 258 |
| | | 92 232.04 | 92 232.04 | 98 251 | 99 252 | 100 257 | 101 258 |
| | | Ra Rádio | Ac Actínio | 99 252 | 100 257 | 101 258 | 102 259 |
| | | 93 238.03 | 93 238.03 | 99 252 | 100 257 | 101 258 | 102 259 |
| | | Ac Actínio | Th Tório | 100 257 | 101 258 | 102 259 | 103 262 |
| | | 94 244 | 94 244 | 100 257 | 101 258 | 102 259 | 103 262 |
| | | Th Tório | Pa Protactíio | 101 258 | 102 259 | 103 262 | 104 267 |
| | | 95 243 | 95 243 | 101 258 | 102 259 | 103 262 | 104 267 |
| | | Pa Protactíio | U Urânio | 102 259 | 103 262 | 104 267 | 105 271 |
| | | 96 247 | 96 247 | 102 259 | 103 262 | 104 267 | 105 271 |
| | | U Urânio | Np Netúnio | 103 262 | 104 267 | 105 271 | 106 286 |
| | | 97 247 | 97 247 | 103 262 | 104 267 | 105 271 | 106 286 |
| | | Np Netúnio | Pu Plutónio | 104 267 | 105 271 | 106 286 | 107 294 |
| | | 98 251 | 98 251 | 104 267 | 105 271 | 106 286 | 107 294 |
| | | Pu Plutónio | Am Americío | 105 271 | 106 286 | 107 294 | 108 294 |
| | | 99 252 | 99 252 | 105 271 | 106 286 | 107 294 | 108 294 |
| | | Am Americío | Cm Cúrio | 106 286 | 107 294 | 108 294 | 109 304 |
| | | 100 257 | 100 257 | 106 286 | 107 294 | 108 294 | 109 304 |
| | | Cm Cúrio | Bk Berquílio | 107 294 | 108 294 | 109 304 | 110 298 |
| | | 101 258 | 101 258 | 107 294 | 108 294 | 109 304 | 110 298 |
| | | Bk Berquílio | Cf Califórnia | 108 294 | 109 304 | 110 298 | 111 280 |
| | | 102 259 | 102 259 | 108 294 | 109 304 | 110 298 | 111 280 |
| | | Cf Califórnia | Es Einsteiníio | 109 304 | 110 298 | 111 280 | 112 285 |
| | | 103 262 | 103 262 | 109 304 | 110 298 | 111 280 | 112 285 |
| | | Es Einsteiníio | Fm Férmio | 110 298 | 111 280 | 112 285 | 113 284 |
| | | 104 267 | 104 267 | 110 298 | 111 280 | 112 285 | 113 284 |
| | | Fm Férmio | Mn Manganeso | 111 280 | 112 285 | 113 284 | 114 289 |
| | | 105 271 | 105 271 | 111 280 | 112 285 | 113 284 | 114 289 |
| | | Mn Manganeso | Co | | | | |