

Gabarito: Equilíbrio Ácido-Base

Daniel Sahadi, Renan Romariz, e Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química



Problemas

PROBLEMA 1. B

2G01

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{HNO}_3] = 5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-11} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 2. D

2G02

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{HCl}] = 7,3\text{e} - 3\text{g} / 36,5\text{gmol}^{-1} 0,1\text{L} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 5 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 3. D

2G03

$$[\text{OH}^-] \approx [\text{NaOH}] = 4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 4. A

2G04

$$[\text{OH}^-] \approx 2[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 20,43\text{g} / 172\text{gmol}^{-1} 1\text{L} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 5. C

2G05

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{HClO}_4] = 3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log(3\text{e} - 3) \approx 2,5$$

PROBLEMA 6. B

2G06

$$[\text{OH}^-] \approx [\text{KOH}] = 5 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 5 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log(2\text{e} - 10) \approx 9,7$$

PROBLEMA 7. D

2G07

$$\text{pH} = 1,7 = 2 - 0,3 \approx -\log(2\text{e} - 2) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \approx 2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 8. B

2G08

$$\text{pH} = 8,3 = 9 - 0,7 \approx -\log(5\text{e} - 9) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \approx 5 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow 5 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1} [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

PROBLEMA 9. D

2G09

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow 3,4 + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 11,6$$

PROBLEMA 10. B

2G10

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} + 9,6 = 14 \Rightarrow \text{pH} = 4,4$$

PROBLEMA 11. A

2G11

Solução desejada:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{HCl}] = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow \Rightarrow \text{pH} = -\log(2,5\text{e} - 2) \approx 1,6$$

Solução preparada:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{HCl}] = \frac{1}{2} 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log(1,25\text{e} - 2) \approx 1,9$$

$$\Delta \text{pH} = 1,6 - 1,9 = -0,3$$

PROBLEMA 12. E

2G12

Solução preparada:

$$[\text{OH}^-] \approx [\text{KOH}] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = -\log(2\text{e} - 2) \approx 1,7$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} + 1,7 = 14 \Rightarrow \text{pH} = 12,3$$

Solução após a evaporação:

$$[\text{OH}^-] = 0,02 \text{ mol L}^{-1} \frac{15\text{mL}}{25\text{mL}} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = -\log(1,2\text{e} - 2) \approx 1,9$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} + 1,9 = 14 \Rightarrow \text{pH} = 12,1$$

$$\Delta \text{pH} = 12,3 - 12,1 = 0,2$$

PROBLEMA 13. C

2G33

Balanco de carga:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{ClO}_4^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]([\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{ClO}_4^-]) = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow$$

$$[\text{ClO}_4^-] \approx 5 \times 10^{-8} \text{mol} \text{L}^{-1} : [\text{H}_3\text{O}^+]^2 - 5 \times 10^{-8} [\text{H}_3\text{O}^+] - 10^{-14} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] > 0 : [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{5 \times 10^{-8} + \sqrt{4 \times 10^{-16} + 4 \times 10^{-14}}}{2} \approx 1,3 \times 10^{-7} \text{mol} \text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 14. C

2G34

Balanco de carga:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Br}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]([\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{Br}^-]) = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow$$

$$[\text{Br}^-] \approx 2 \times 10^{-7} \text{mol} \text{L}^{-1} : [\text{H}_3\text{O}^+]^2 - 2 \times 10^{-7} [\text{H}_3\text{O}^+] - 10^{-14} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] > 0 : [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{2 \times 10^{-7} + \sqrt{4 \times 10^{-14} + 4 \times 10^{-14}}}{2} \approx 2,4 \times 10^{-7} \text{mol} \text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 15. D

2G35

Balanco de carga:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{K}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]([\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{K}^+]) = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow$$

$$[\text{K}^+] \approx 9 \times 10^{-8} \text{mol} \text{L}^{-1} : [\text{H}_3\text{O}^+]^2 + 9 \times 10^{-8} [\text{H}_3\text{O}^+] - 10^{-14} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] > 0 : [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-9 \times 10^{-8} + \sqrt{81 \times 10^{-16} + 4 \times 10^{-14}}}{2} \approx 6,5 \times 10^{-8} \text{mol} \text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 16. B

2G36

Balanco de carga:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-]$$

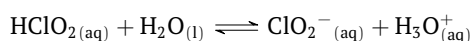
$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]([\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+]) = 10^{-14} \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \Rightarrow$$

$$[\text{Na}^+] \approx 8 \times 10^{-7} \text{mol} \text{L}^{-1} : [\text{H}_3\text{O}^+]^2 + 8 \times 10^{-7} [\text{H}_3\text{O}^+] - 10^{-14} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] > 0 : [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-8 \times 10^{-7} + \sqrt{64 \times 10^{-14} + 4 \times 10^{-14}}}{2} \approx 1,2 \times 10^{-8} \text{mol} \text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 17. B

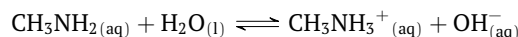
2G13



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}_2^-]}{[\text{HClO}_2]}$$

PROBLEMA 18. B

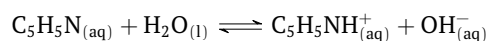
2G14



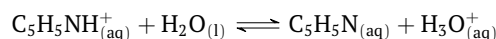
$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

PROBLEMA 19. B

2G15



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]}$$

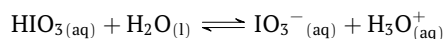


$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{K_b} = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow$$

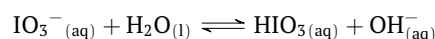
$$pK_a = pK_w - pK_b = 14 - 8,8 = 5,2$$

PROBLEMA 20. D

2G16



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{IO}_3^-]}{[\text{HIO}_3]}$$



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{HIO}_3]}{[\text{IO}_3^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{K_a} = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow$$

$$pK_b = pK_w - pK_a = 14 - 0,77 = 13,23$$

PROBLEMA 21. E

2G17

1. HF : $K_a = 4 \times 10^{-4}$ HClO : $K_a = 3 \times 10^{-8}$ $K_a(\text{HF}) > K_a(\text{HClO})$

HIO₃ : $K_a = 1,7 \times 10^{-1}$ HClO₂ : $K_a = 1 \times 10^{-2}$ $K_a(\text{HIO}_3) > K_a(\text{HClO}_2)$

3. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_a = 4,6 \Rightarrow K_a = 2,5 \times 10^{-5}$ $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_a = 9,8 \Rightarrow K_a = 1,6 \times 10^{-10}$ $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+) > K_a((\text{CH}_3)_3\text{NH}^+)$

4. $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_a = 5,2 \Rightarrow K_a = 6,3 \times 10^{-6}$ $\text{NH}_2\text{NH}_3^+ : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_a = 8,2 \Rightarrow K_a = 6,3 \times 10^{-9}$ $K_a(\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+) > K_a(\text{NH}_2\text{NH}_3^+)$

PROBLEMA 22. C

2G18

1. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 : K_b = 4 \times 10^{-10}$ $(\text{CH}_3)_3\text{N} : K_b = 6,3 \times 10^{-5}$ $K_b(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) < K_b((\text{CH}_3)_3\text{N})$

2. $\text{C}_5\text{H}_5\text{N} : K_b = 1,6 \times 10^{-9}$ $\text{NH}_2\text{NH}_2 : K_b = 1,6 \times 10^{-6}$ $K_b(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}) < K_b(\text{NH}_2\text{NH}_2)$

3. $\text{ClO}_2^- : pK_b = 14 - pK_a \Rightarrow pK_b = 12 \Rightarrow K_b = 1 \times 10^{-12}$ $\text{HSO}_3^- : pK_b = 14 - pK_a \Rightarrow pK_b = 12,2 \Rightarrow K_b = 6,3 \times 10^{-13}$ $K_b(\text{ClO}_2^-) > K_b(\text{HSO}_3^-)$

4. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^- : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_b = 9,8 \Rightarrow K_b = 1,6 \times 10^{-10}$ $\text{CH}_2\text{ClCO}_2^- : pK_a = 14 - pK_b \Rightarrow pK_a = 11,2 \Rightarrow K_a = 6,3 \times 10^{-12}$ $K_b(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-) > K_b(\text{CH}_2\text{ClCO}_2^-)$

PROBLEMA 23. A

2619

$$K_a(\text{HNO}_2) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

$$K = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{HNO}_2][\text{NH}_3]} = \frac{K_a K_b}{K_w} = \frac{4,3 \times 10^{-4} \times 1,8 \times 10^{-5}}{10^{-14}} = 7,74 \cdot 10^5$$

PROBLEMA 24. E

2620

$$K_a(\text{HIO}_3) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{IO}_3^-]}{[\text{HIO}_3]}$$

$$K_b(\text{NH}_2\text{NH}_2) = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_2\text{NH}_3^+]}{[\text{NH}_2\text{NH}_2]}$$

$$K = \frac{[\text{IO}_3^-][\text{NH}_2\text{NH}_3^+]}{[\text{HIO}_3][\text{NH}_2\text{NH}_2]} = \frac{K_a K_b}{K_w} = \frac{1,7 \times 10^{-11} \times 1,7 \times 10^{-6}}{10^{-14}} = 2,89 \cdot 10^7$$

PROBLEMA 25. C

2621

1. HF : O flúor possui tamanho mais próximo do hidrogênio de modo que a ligação H–F possui maior compatibilidade de orbitais sendo portanto, mais forte reduzindo a ionização do ácido em meio aquoso. HCl : O cloro possui tamanho mais distante do hidrogênio de modo que a ligação H–Cl possui menor compatibilidade de orbitais sendo portanto, mais fraca aumentando a ionização do ácido em meio aquoso. $pK_a(\text{HF}) > pK_a(\text{HCl})$
2. H_2O : Na base conjugada (OH^-) como o oxigênio é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. H_2S : Na base conjugada (HS^-) como o enxofre é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $pK_a(\text{H}_2\text{O}) > pK_a(\text{H}_2\text{S})$
3. HF : Na base conjugada (F^-) como o flúor é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. H_2O : Na base conjugada (OH^-) como o oxigênio é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. $pK_a(\text{HF}) < pK_a(\text{H}_2\text{O})$
4. NH_3 : Na base conjugada (NH_2^-) como o nitrogênio é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. CH_4 : Na base conjugada (CH_3^-) como o carbono é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. $pK_a(\text{NH}_3) < pK_a(\text{CH}_4)$

PROBLEMA 26. C

2622

1. CH_3COOH : Na base conjugada (CH_3COO^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os átomos de oxigênio que por serem maiores comportam melhor essa carga sendo seus pares eletrônicos menos disponíveis para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. CH_3CONH_2 : Na base conjugada (CH_3CONH^-) há

estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre o átomo de oxigênio e o átomo de nitrogênio que por ser menor comporta pior essa carga sendo seu par eletrônico mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) < pK_a(\text{CH}_3\text{CONH}_2)$

2. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{PHCH}_3$: Na base conjugada ($(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{PCH}_3^-$) como o fósforo é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$: Na base conjugada ($(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NCH}_3^-$) como o nitrogênio é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. $pK_a((\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{PHCH}_3) < pK_a((\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3)$
3. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}^-$) como o oxigênio é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{SH}$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{S}^-$) como o enxofre é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $pK_a(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}) > pK_a(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{SH})$
4. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}^-$) como o nitrogênio é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CCH}$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CC}^-$) como o carbono é menor, este comporta pior a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra mais disponível para um ataque nucleofílico, diminuindo a ionização. Contudo, a carga negativa se encontra no orbital sp do carbono que por ser muito pequeno se encontra muito próximo ao núcleo, o que estabiliza essa base, aumentando sua ionização. $pK_a(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2) > pK_a(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CCH})$ (Gabarito errado)

PROBLEMA 27. C

2623

1. Analisando as possíveis bases conjugadas, tem-se as possibilidades de uma carga negativa no carbono ou no oxigênio. Como o oxigênio é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. Acidez (H_a) < Acidez (H_b)
2. Analisando as possíveis bases conjugadas, tem-se as possibilidades de uma carga negativa no enxofre ou no oxigênio. Como o enxofre é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. Acidez (H_a) > Acidez (H_b)
3. Analisando as possíveis bases conjugadas, tem-se as possibilidades de uma carga negativa no nitrogênio ou no oxigênio. Como o oxigênio é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. Acidez (H_a) < Acidez (H_b)
4. Analisando as possíveis bases conjugadas, tem-se as possibilidades de uma carga negativa no enxofre ou no nitrogênio. Como o enxofre é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seu par eletrônico se encontra menos disponível para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. Acidez (H_a) > Acidez (H_b)

PROBLEMA 28. C

2G24

1. Analisando as possíveis bases conjugadas há estabilização por ressonância, tendo as possibilidades de uma carga negativa “dividida” entre dois átomos de oxigênio ou dois átomos de enxofre. Como o enxofre é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seus pares eletrônicos se encontram menos disponíveis para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) < \text{Acidez } (H_b)$
2. Analisando as possíveis bases conjugadas, tem-se as possibilidades de uma carga negativa no átomo de carbono ou no átomo de nitrogênio. Como a carga negativa se encontra no orbital sp do carbono que por ser muito pequeno se encontra muito próximo ao núcleo, a base é estabilizada, aumentando sua ionização. $\text{Acidez } (H_a) > \text{Acidez } (H_b)$
3. Analisando as possíveis bases conjugadas há estabilização por ressonância, tendo as possibilidades de uma carga negativa “dividida” entre um átomo de nitrogênio e um átomo de oxigênio ou três átomos de oxigênio. Como o oxigênio é maior e no segundo caso a carga está “dividida” em um átomo a mais, este comporta melhor a carga negativa de modo que seus pares eletrônicos se encontram menos disponíveis para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) < \text{Acidez } (H_b)$
4. Analisando as possíveis bases conjugadas há estabilização por ressonância, tendo as possibilidades de uma carga negativa “dividida” entre dois átomos de oxigênio ou dois átomos de nitrogênio. Como o oxigênio é maior, este comporta melhor a carga negativa de modo que seus pares eletrônicos se encontram menos disponíveis para um ataque nucleofílico, aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) > \text{Acidez } (H_b)$

PROBLEMA 29. D

2G25

1. HClO : Na base conjugada (ClO^-) a carga fica localizada no átomo de oxigênio, diminuindo sua ionização. HClO_2 : Na base conjugada (ClO_2^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os dois átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. $pK_a (\text{HClO}) > pK_a (\text{HClO}_2)$
2. HClO_4 : Na base conjugada (ClO_4^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os quatro átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. H_3PO_4 : Na base conjugada (H_2PO_4^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre dois dos quatro átomos de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{HClO}_4) < pK_a (\text{H}_3\text{PO}_4)$
3. HNO_3 : Na base conjugada (NO_3^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os três átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. H_2SO_3 : Na base conjugada (HSO_3^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre dois dos três átomos de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{HNO}_3) < pK_a (\text{H}_2\text{SO}_3)$
4. HBrO_3 : Na base conjugada (BrO_3^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os três átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. HBrO : Na base conjugada (BrO^-) a carga fica localizada no átomo de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{HBrO}_3) < pK_a (\text{HBrO})$

PROBLEMA 30. E

2G26

1. CH_3COOH : Na base conjugada (CH_3COO^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida”

entre os dois átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: Na base conjugada ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$) a carga fica localizada no átomo de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{CH}_3\text{COOH}) < pK_a (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$

2. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre o átomo de oxigênio e três dos seis átomos de carbono, aumentando sua ionização. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$: Na base conjugada ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}^-$) a carga fica localizada no átomo de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) < pK_a (\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH})$
3. CH_3COOOH : Na base conjugada (CH_3COOO^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre os três átomos de oxigênio, aumentando sua ionização. CH_3COOH : Na base conjugada (CH_3COO^-) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre dois átomos de oxigênio, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{CH}_3\text{COOOH}) < pK_a (\text{CH}_3\text{COOH})$
4. CH_3COCH_3 : Na base conjugada ($\text{CH}_3\text{COCH}_2^-$) há estabilização por ressonância de modo que a carga negativa é “dividida” entre um átomo de carbono e um átomo de oxigênio, aumentando sua ionização. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OCH}_2(\text{CH}_3)_2$: Na base conjugada ($(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OCH}(\text{CH}_3)_2^-$) não há estabilização por ressonância, diminuindo sua ionização. $pK_a (\text{CH}_3\text{COCH}_3) < pK_a ((\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OCH}_2(\text{CH}_3)_2)$

PROBLEMA 31. C

2G27

1. Analisando as possíveis bases conjugadas, não há estabilização por ressonância com a ionização de H_A , contudo há estabilização por ressonância com a ionização de H_B , aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) < \text{Acidez } (H_b)$
2. Analisando as possíveis bases conjugadas, há estabilização por ressonância em ambos os casos, contudo as estruturas de ressonância oriundas da ionização de H_A tornam a molécula aromática o que aumenta ainda mais sua estabilidade e ionização, e as estruturas de ressonância oriundas da ionização de H_B contém um carbono sp^3 de modo que o anel não é plano e portanto, não é aromático, diminuindo sua ionização. $\text{Acidez } (H_a) > \text{Acidez } (H_b)$
3. Analisando as possíveis bases conjugadas, não há estabilização por ressonância com a ionização de H_B , contudo há estabilização por ressonância com a ionização de H_A , aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) > \text{Acidez } (H_b)$
4. Analisando as possíveis bases conjugadas, não há estabilização por ressonância com a ionização de H_A , contudo há estabilização por ressonância com a ionização de H_B , aumentando a ionização. $\text{Acidez } (H_a) < \text{Acidez } (H_b)$

PROBLEMA 32. C

2G29

1. Como o cloro é mais eletronegativo que o bromo, este é responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais forte, o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $pK_a (\text{HBrO}_2) > pK_a (\text{HClO}_2)$
2. Como o carbono é mais eletronegativo que o germânio, este é responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais forte, o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $pK_a (\text{H}_2\text{CO}_3) < pK_a (\text{H}_2\text{GeO}_3)$
3. Como o fósforo é mais eletronegativo que o arsênio, este é responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais forte, o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $pK_a (\text{H}_3\text{AsO}_4) > pK_a (\text{H}_3\text{PO}_4)$

4. Como o cloro é mais eletronegativo que o iodo, este é responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais forte, o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $pK_a(\text{HClO}) < pK_a(\text{HiO})$

PROBLEMA 33. E

2G30

1. $\text{C}_2\text{H}_5\text{CCl}_2\text{COOH}$: Na molécula há dois átomos de cloro responsáveis por um efeito indutivo puxador de elétrons o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHClCOOH}$: Na molécula há um átomo de cloro responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons o que enfraquece a ligação O—H. $pK_a(\text{C}_2\text{H}_5\text{CCl}_2\text{COOH}) < pK_a(\text{C}_2\text{H}_5\text{CHClCOOH})$
2. $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHBrCOOH}$: Na molécula há um átomo de bromo responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais próximo da ligação O—H o que a enfraquece e portanto, aumenta a ionização. $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{COOH}$: Na molécula há um átomo de bromo responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais distante da ligação O—H., diminuindo sua ionização. $pK_a(\text{C}_2\text{H}_5\text{CHBrCOOH}) < pK_a(\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{COOHCOOH})$
3. $\text{C}_6\text{Cl}_5\text{OH}$: Na molécula há cinco átomos de cloro responsáveis por um efeito indutivo puxador de elétrons o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $\text{C}_6(\text{CH}_3)_5\text{OH}$: Na molécula há cinco grupos alquila responsáveis por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação O—H e portanto, diminui a ionização. $pK_a(\text{C}_6\text{Cl}_5\text{OH}) < pK_a(\text{C}_6(\text{CH}_3)_5\text{OH})$
4. $\text{CCl}_3\text{CHOHCCl}_3$: Na molécula há seis átomos de cloro responsáveis por um efeito indutivo puxador de elétrons o que enfraquece a ligação O—H e portanto, aumenta a ionização. $\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{CHOHC}(\text{CH}_3)_3$: Na molécula há seis grupos alquila responsáveis por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação O—H e portanto, diminui a ionização. $pK_a(\text{CCl}_3\text{CHOHCCl}_3) < pK_a(\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{CHOHC}(\text{CH}_3)_3)$

PROBLEMA 34. C

2G31

1. Na molécula há dois átomos de cloro responsáveis por um efeito indutivo puxador de elétrons mais próximos da ligação O—H o que a enfraquece e portanto, aumenta a ionização.
2. Na molécula há um átomo de cloro responsável por um efeito indutivo puxador de elétrons mais próximo da ligação O—H o que a enfraquece e portanto, aumenta a ionização.
3. Na molécula há apenas um grupo alquila responsável por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação O—H e portanto, diminui a ionização.
4. Na molécula há três átomos de cloro responsáveis por um efeito indutivo puxador de elétrons mais distantes da ligação O—H o que a enfraquece. $pK_a(1) < pK_a(2) < pK_a(4) < pK_a(3)$

PROBLEMA 35. E

2G32

1. Na base conjugada há estabilização por ressonância o que aumenta a estabilidade e portanto, aumenta a ionização.
2. Na base conjugada há estabilização por ressonância o que aumenta a estabilidade e portanto, aumenta a ionização. Além disso, na molécula há um grupo alquila responsável por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação C—H e portanto, diminui a ionização.

3. Na base conjugada não há estabilização por ressonância o que diminui a estabilidade e portanto, diminui a ionização. Além disso, na molécula há um grupo alquila responsável por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação C—H e portanto, diminui a ionização e há dois átomos de cloro, majoritariamente, responsáveis por um efeito indutivo doador de elétrons o que enfraquece a ligação C—H e portanto, aumenta a ionização.
4. Na base conjugada não há estabilização por ressonância o que diminui a estabilidade e portanto, diminui a ionização. Além disso, na molécula há dois grupos alquila, majoritariamente, responsáveis por um efeito indutivo doador de elétrons o que fortalece a ligação C—H e portanto, diminui a ionização. $pK_a(1) < pK_a(2) < pK_a(3) < pK_a(4)$