Gabarito: Oxidação e Redução

Daniel Sahadi, Renan Romariz, e Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química



Problemas

PROBLEMA 1. C

3G01

1. Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-$$

Reação global:

$$8 H^{+} + Cr_{2}O_{7}^{2-} + 3 C_{2}H_{5}OH \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 3 C_{2}H_{4}O + 7 H_{2}O$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 8 + 1 + 3 + 2 + 3 + 7 \implies S = 24$$

2. Reação de redução:

$$2 \text{ ClO}_3^- + 12 \text{ H}^+ + 10 \text{ e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 6 \text{ H}_2 \text{O}$$

Reação de oxidação:

$$Te + 6 H_2O \longrightarrow H_6 TeO_6 + 6 H^+ + 6 e^-$$

Reação global:

$$12 H_2O + 6 H^+ + 5 Te + 6 ClO_3^- \longrightarrow 5 H_6 TeO_6 + 3 Cl_2$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 12 + 6 + 5 + 6 + 5 + 3 \implies S = 37$$

3. Reação de redução:

$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$

Reação de oxidação:

$$S_2O_3^{2-} + 5H_2O \longrightarrow 2SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e^-$$

Reação global:

$$4 \text{ Cl}_2 + \text{S}_2 \text{O}_3^{2-} + 5 \text{ H}_2 \text{O} \longrightarrow 8 \text{ Cl}^- + 2 \text{ SO}_4^{2-} + 10 \text{ H}^+$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 4 + 1 + 5 + 8 + 2 + 10 \implies S = 30$$

4. Reação de redução:

$$Mn{O_4}^- + 8\,H^+ + 5\,e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$$

Reação de oxidação:

$$\rm H_2SO_3 + H_2O \longrightarrow \rm HSO_4^- + 3\,H^+ + 2\,e^-$$

Reação global:

$$2 \text{ MnO}_4^- + \text{H}^+ + 5 \text{ H}_2 \text{SO}_3 \longrightarrow 2 \text{ Mn}^{2+} + 3 \text{ H}_2 \text{O} + 5 \text{ HSO}_4^-$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 1 + 5 + 2 + 3 + 5 \implies S = 18$$

PROBLEMA 2. B

3G02

1. Reação de redução:

$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$

Reação de oxidação:

$$H_2S \longrightarrow S + 2H^+ + 2e^-$$

Reação global:

$$Cl_2 + H_2S \longrightarrow 2Cl^- + S + 2H^+$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 1 + 1 + 2 + 1 + 2 \implies S = 7$$

2. Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$C_3H_7OH \longrightarrow C_3H_6O + 2H^+ + 2e^-$$

Reação global:

$$3 C_3 H_7 OH + 8 H^+ + C r_2 O_7^{2-} \longrightarrow 3 C_3 H_6 O + 2 C r^{3+} + 7 H_2 O_7^{3-}$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 3 + 8 + 1 + 3 + 2 + 7 \implies S = 24$$

3. Reação de redução:

$$SeO_4^{2-} + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow SeO_3^{2-} + H_2O$$

Reação de oxidação:

$$Au \longrightarrow Au^{3+} + 3e^{-}$$

Reação global:

$$2 \text{ Au} + 6 \text{ H}^+ + 3 \text{ SeO}_4^- \longrightarrow 2 \text{ Au}^{3+} + 3 \text{ SeO}_3^{2-} + 3 \text{ H}_2 \text{ O}$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 6 + 3 + 2 + 3 + 3 \implies S = 19$$

4. Reação de redução:

$$H_3SbO_4 + 8 H^+ + 8 e^- \longrightarrow SbH_3 + 4 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$$

Reação global:

$$4 Zn + 8 H^{+} + H_{3}SbO_{4} \longrightarrow 4 Zn^{2+} + SbH_{3} + 4 H_{2}O$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 4 + 8 + 1 + 4 + 1 + 4 \implies S = 22$$

^{*}Contato: gabriel.braun@pensi.com.br, (21)99848-4949

3G04

PROBLEMA 3. D

1. Reação de redução:

$$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$$

Reação de oxidação:

$$Br_2 + 12 OH^- \longrightarrow 2 BrO_3^- + 6 H_2 O + 10 e^-$$

Reação global:

$$3\,Br_2 + 6\,OH^- \longrightarrow 5\,Br^- + BrO_3^- + 3\,H_2O$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 3 + 6 + 5 + 1 + 3 \implies S = 18$$

2. Reação de redução:

$$MnO_2 + 2 H_2 O + 2 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 OH^-$$

Reação de oxidação:

$$Cr^{3+} + 8OH^{-} \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e^{-}$$

Reação global:

$$2 \text{ Cr}^{3+} + 4 \text{ OH}^- + 3 \text{ MnO}_2 \longrightarrow 2 \text{ CrO}_4^{2-} + 2 \text{ H}_2 \text{O} + 3 \text{ Mn}^{2+}$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 4 + 3 + 2 + 2 + 3 \implies S = 16$$

3. Reação de redução:

$$P_4 + 12 H_2 O + 12 e^- \longrightarrow 4 PH_3 + 12 OH^-$$

Reação de oxidação:

$$P_4 + 8 OH^- \longrightarrow 4 H_2 PO_2^- + 4 e^-$$

Reação global:

$$P_4 + 3 OH^- + 3 H_2 O \longrightarrow 3 H_2 PO_2^- + PH_3$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 1 + 3 + 3 + 3 + 1 \implies S = 11$$

4. Reação de redução:

$$Cl_2O_7 + 3 H_2O + 8 e^- \longrightarrow 2 ClO_2^- + 6 OH^-$$

Reação de oxidação:

$$H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O + 2e^-$$

Reação global:

$$Cl_2O_7 + 4H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow 2ClO_2^- + 4O_2 + 5H_2O$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 1 + 4 + 2 + 2 + 4 + 5 \implies S = 18$$

PROBLEMA 4. D

3G03

1. Reação de redução:

$$\mathrm{MnO_4}^- + 2\,\mathrm{H_2O} + 3\,\mathrm{e}^- \longrightarrow \mathrm{MnO_2} + 4\,\mathrm{OH}^-$$

Reação de oxidação:

$$S^{2-} \longrightarrow S + 2e^{-}$$

Reação global:

$$2 \text{ MnO}_4^- + 4 \text{ H}_2 \text{O} + 3 \text{ S}^{2-} \longrightarrow 2 \text{ MnO}_2 + 8 \text{ OH}^- + 3 \text{ S}$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 4 + 3 + 2 + 8 + 3 \implies S = 22$$

2. Reação de redução:

$$ClO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$$

Reação de oxidação:

$$Pb(OH)_4^{2-} \longrightarrow PbO_2 + 2H_2O + 2e^-$$

Reação global:

$$Pb(OH)_4^{2-} + ClO^- \longrightarrow PbO_2 + Cl^- + H_2O + 2OH^-$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 \implies S = 7$$

3. Reação de redução:

$$ClO^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$$

Reação de oxidação:

$$Cr(OH)_3 + 5OH^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e^-$$

Reação global:

$$2 \text{ Cr}(OH)_3 + 4 \text{ OH}^- + 3 \text{ ClO}^- \longrightarrow 2 \text{ CrO}_4^{2-} + 5 \text{ H}_2 \text{O} + 3 \text{ Cl}^-$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 4 + 3 + 2 + 5 + 3 \implies S = 19$$

Reação de redução:

$$3\,IO_3^- + 9\,H_2O + 16\,e^- \longrightarrow I_3^- + 18\,OH^-$$

Reação de oxidação:

$$3 I^- \longrightarrow I_3^- + 2 e^-$$

Reação global:

$$3 H_2 O + IO_3^- + 8 I^- \longrightarrow 3 I_3^- + 6 OH^-$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 3 + 1 + 8 + 3 + 6 \implies S = 21$$

PROBLEMA 5. A

3G05

Reação de redução:

$$S_2O_3^{2-} + 6H_3O^+ + 4e^- \longrightarrow 2S + 9H_2O$$

Reação de oxidação:

$$S_2O_3^{2-} + 7 H_2O \longrightarrow 2 HSO_3^{-} + 4 H_3O^{+} + 4 e^{-}$$

Reação global:

$$S_2O_3^{2-} + H_3O^+ \longrightarrow HSO_3^- + H_2O + S$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S=1+1+1+1+1\implies S=5$$

PROBLEMA 6. A

Reação de redução:

$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$

Reação de oxidação:

$$Cl_2 + 2 H_2O \longrightarrow 2 HOCl + 2 H^+$$

Reação global:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + Cl^- + H^+$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \implies S = 5$$

PROBLEMA 7. A

Reação de redução:

$$NO_3^- + 4 H^+ + 3 e^- \longrightarrow NO + 2 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$P_4S_3 + 28 H_2O \longrightarrow 4 H_3PO_4 + 3 SO_4^{2-} + 44 H^+ + 38 e^-$$

Reação global:

$$3 P_4 S_3 + 38 NO_3^- + 20 H^+ + 8 H_2 O \longrightarrow 12 H_3 PO_4 + 9 SO_4^{2-} + 38 NO_3^{2-} + 38 NO_3^$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 3 + 38 + 20 + 8 + 12 + 9 + 38 \implies S = 128$$

PROBLEMA 8. C

3G08

Reação de redução:

$$OCl^- + H_2O + 2\,e^- \longrightarrow Cl^- + 2\,OH^-$$

Reação de oxidação:

$$FeHPO_3 + 6OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3 + PO_4^{3-} + 2H_2O + 3e^-$$

Reação global:

$$2 \text{ FeHPO}_3 + 3 \text{ OCl}^- + 6 \text{ OH}^- \longrightarrow 2 \text{ Fe(OH)}_3 + 2 \text{ PO}_4^{2-} + 3 \text{ Cl}^- + \text{H}_2 \text{O}$$

Soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros:

$$S = 2 + 3 + 6 + 2 + 2 + 3 + 1 \implies S = 19$$

PROBLEMA 9. C

3G09

Reação de redução:

$$Ce^{4+} + e^{-} \longrightarrow Ce^{3+}$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$n_{Fe^{2+}} = n_{Ce^{4+}} \implies$$

$$\implies$$
 100 mL [Fe²⁺] = 25 mL 0,1 mol · L⁻¹

$$\implies$$
 [Fe²⁺] = 25 mmol · L⁻¹

PROBLEMA 10. A

3G10

Reação de redução:

$$Ce^{4+} + e^{-} \longrightarrow Ce^{3+}$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

3G06

3G07

$$n_{Fe^{2+}} = n_{Ce^{4+}} \implies$$

$$\implies n_{Fe^{2+}} = 13,45 \text{ mL } 1,34 \text{ mol} \cdot L^{-1} \implies n_{Fe^{2+}} = 18,023 \text{ mmol} \implies$$

$$= \frac{18,023 \text{ mmol } 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{20,75 \text{ g}} \approx 4,864\%$$

PROBLEMA 11. B

3G11

Reação de redução:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Fe^{2+}}}{5} = n_{MnO_4} - \implies$$

$$\implies \frac{100\,\text{mL}\,[\text{Fe}^{2+}]}{5} = 10\,\text{mL}\,0,1\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \implies [\text{Fe}^{2+}] = 50\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 12. D

3G12

Reação de redução:

$${\rm MnO_4}^- + 8\,{\rm H}^+ + 5\,{\rm e}^- \longrightarrow {\rm Mn^{2+}} + 4\,{\rm H_2O}$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Fe^{2+}}}{5} = n_{MnO_4} - \implies$$

$$\implies \frac{n_{Fe^2+}}{5} = 40 \text{ ml 0,02 mol} \cdot L^{-1} \implies n_{Fe^2+} = 4 \text{ mmol}$$

$$\implies n_{Fe_2O_3} = 2 \, mmol$$

$$= \frac{2 \, \text{mmol} \, 160 \, \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.8 \, \text{g}} = 40 \, \%$$

PROBLEMA 13. C

3G13

Reação de redução:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$As_4O_6 + 10 H_2O \longrightarrow 4 H_3AsO_4 + 8 H^+ + 8 e^-$$

Logo,

$$\frac{n_{As_4O_6}}{5} = \frac{n_{MnO_4} -}{8} \implies$$

$$\implies n_{As_4O_6} \!=\! 5 \cdot \frac{28\,\text{ml 0,01 mol} \cdot L^{-1}}{8} \implies n_{As_4O_6} = \text{0,175 mmol}$$

$$m_{As_4O_6} = 0,175 \text{ mmol } 396 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 69,3 \text{ mg}$$

3G17

PROBLEMA 14. C

Reação de redução:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$U^{4+} \longrightarrow U^{6+} + 2e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{U^{4+}}}{5} = \frac{n_{MnO_4}}{2} \implies$$

$$\implies \frac{n_{U^{4+}}}{5} = \frac{25,8 \text{ ml } 0,54 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{2} \implies n_{U^{4+}} = 34,83 \text{ mmol}$$
$$= \frac{34,83 \text{ mmol } 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{11 \text{ g}} \approx 75,36\%$$

PROBLEMA 15. C

3G15

3G14

Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Sn^{2+}}}{6} = \frac{n_{Cr_2O_7{}^{2-}}}{2} \implies$$

$$\implies \frac{n_{Sn^{2+}}}{6} = \frac{30 \, ml \, 0,01 \, mol \cdot L^{-1}}{2} \implies n_{Sn^{2+}} = 0,9 \, mmol$$

$$= \frac{0,9 \, mmol \, 151 \, g \cdot mol^{-1}}{0.405 \, g} \approx 33,56 \, \%$$

PROBLEMA 16. A

3G16

Titulação dicromato e ferro(II):

Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Fe^{2+}}}{6} = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}}{1} \implies$$

$$\implies n_{Cr_2O_7{}^2-} = \frac{40 \ ml \ 0.01 \ mol \cdot L^{-1}}{6} \implies n_{Cr_2O_7{}^2-} \approx 0.067 \ mmol$$

Precipitação do cromato de tálio(I):

$$2 \text{ Tl}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{TlCrO}_4$$

Logo,

$$\frac{n_{Tl^{\,+}}}{2} = n_{CrO_4{}^2-} \implies \frac{n_{Tl^{\,+}}}{2} = 2\,n_{Cr_2O_7{}^2-} \implies$$

$$n_{T1^+} = 4 \cdot 0,067 \, \text{mmol} = 0,267 \, \text{mmol}$$

$$m_{Tl^+} = 0,267 \, \text{mmol} \, 204 \, \text{g} \, \text{mol}^{-1} = 0,0545 \, \text{g}$$

PROBLEMA 17. D

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reação de oxidação:

$$Sb^{3+} \longrightarrow Sb^{5+} + 2e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Sb^{3+}}}{1} = \frac{n_{I_3}}{1} \implies$$

$$\implies \frac{n_{Sb^{3+}}}{1} = \frac{45 \text{ ml } 0,03 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{1} \implies n_{Sb^{3+}} = 1,35 \text{ mmol}$$

$$\implies$$
 $n_{Sb_2S_3} = 0,675 \, \text{mmol}$

$$= \frac{0,675 \, \text{mmol } 340 \, \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \, \text{g}} = 22,95\%$$

PROBLEMA 18. E

3G18

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reação de oxidação:

$$As^{3+} + 6OH^{-} \longrightarrow H_2AsO_4^{-} + 2H_2O + 2e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{As^{3+}}}{1} = \frac{n_{I_3-}}{1} \implies$$

$$\implies \frac{n_{As^{5+}}}{1} = \frac{25 \text{ ml } 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{1} \implies n_{As^{3+}} = 5 \text{ mmol}$$

$$\implies n_{As_2O_3} = 2,5 \text{ mmol}$$

$$= \frac{2,5 \, \text{mmol } 198 \, \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8 \, \text{g}} = 6,1875 \, \%$$

PROBLEMA 19. C 3G19

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reação de oxidação:

$$C_6H_8O_6 \longrightarrow C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$$

Logo,

$$\frac{n_{C_6H_8O_6}}{1} = \frac{n_{I_3}-}{1} \implies$$

$$\implies \frac{10\,ml\,[C_6H_8O_6]}{1} = \frac{10\,ml\,0,\!05\,mol\cdot\!L^{-1}}{1}$$

$$\implies [C_6H_8O_6] = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$= \frac{0,05 \, \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \, 0,1 \, \text{L} \, 176 \, \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \, \text{g}} = 88 \, \%$$

3G23

3G24

PROBLEMA 20. C

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reação de oxidação:

$$Sn^{x+} \longrightarrow Sn^{4+} + (4-x)e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Sn^{x+}}}{2} = \frac{n_{I_3}}{4-x} \implies$$

$$\implies \frac{n_{Sn^{\times}+}}{2} = \frac{30\,\text{ml}\,0,12\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}{4\text{-x}} \implies n_{Sn^{\times}+} = \frac{7,2}{4\text{-x}}\,\text{mmol}$$

Mas

$$n_{Sn^{x+}} \!=\! \frac{19\,g \cdot L^{-1}\,0,\!025\,L}{119\,g \cdot mol^{-1} + x \cdot 35,\!5\,g \cdot mol^{-1}} \!=\! \frac{475}{119 + 35,\!5\,x}\,mmol$$

Igualando:

$$856,8 + 255,6 x = 1900 - 475 x \implies x \approx 1,42$$

PROBLEMA 21. C

3G21

3G20

Reação de redução:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

Logo,

$$\frac{n_{C_2O_4^{2-}}}{5} = \frac{n_{MnO_4^{-}}}{2} \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \frac{32 \operatorname{ml} [MnO_4^{-}]}{2} = \frac{0,18 \, \mathrm{g}}{5 \cdot 134 \, \mathrm{g} \cdot \mathrm{mol}^{-1}}$$

$$\Longrightarrow [MnO_4^{-}] \operatorname{approx} 0,0168 \operatorname{mol} L^{-1}$$

PROBLEMA 22. D

3G22

Titulação ácido oxálico e permanganato:

Reação de redução:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

Logo,

$$rac{n_{C_2O_4{}^2-}}{5} = rac{n_{MnO_4{}^-}}{2} \implies$$

$$\implies \frac{n_{C_2O_4{}^2-}}{5} = \frac{40 \text{ ml } 0,015 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{2} \implies n_{C_2O_4{}^2-} = 1,5 \text{ mmol}$$

Precipitação do oxalato de zinco:

$$Zn^{2+} + C_2O_4^{2-} \longrightarrow ZnC_2O_4$$

Logo,

$$n_{ZnO} = n_{(NH_4)_2C_2O_4} \implies n_{ZnO} = 1,5 \text{ mmol}$$

$$= \frac{1,5 \text{ mmol } 81 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.93 \text{ g}} \approx 13\%$$

Titulação dicromato e ferro(II):

Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{Fe^{2+}}}{6} = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}}{1} \implies$$

$$\implies \frac{50 \, \text{ml} \, [\text{Fe}^{2+}]}{6} = 20 \, \text{ml} \, 0.03 \, \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \implies [\text{Fe}^{2+}] = 72 \, \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Tratamento da hidroxilamina com excesso de ferro(III):

Reação de redução:

$$Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$$

Reação de oxidação:

$$2 \text{ NH}_2 \text{OH} \longrightarrow \text{N}_2 \text{O} + \text{H}_2 \text{O} + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^-$$

Logo,

$$\frac{[\text{NH}_2\text{OH}]}{2} = \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{4} \implies [\text{NH}_2\text{OH}] = 36\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

PROBLEMA 24. A

Titulação dicromato e urânio(IV):

Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reação de oxidação:

$$U^{4+} + 2 H_2 O \longrightarrow UO_2^{2+} + 4 H^+ + 2 e^-$$

Logo,

$$\frac{n_{U^{4+}}}{6} = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}}{2} \implies$$

$$\implies \frac{n_{\text{U}^{4+}}}{3} = 20\,\text{mL}\,0,1\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \implies n_{\text{U}^{4+}} = 6\,\text{mmol}$$

Precipitação do sólido:

$$\frac{n_{Na^+}}{1} = \frac{n_{U^{4+}}}{3} \implies n_{Na^+} = 2 \ mmol$$

$$\implies n_{NaCl} = 2\,mmol\frac{500\,mL}{25\,mL} = 40\,mmol$$

$$= \frac{40 \,\mathrm{mmol}\, 58,5 \,\mathrm{g} \cdot \mathrm{mol}^{-1}}{3 \,\mathrm{g}} = 78 \,\%$$

PROBLEMA 25. A

Tratamento do bromato com iodeto:

Reação de redução:

$$BrO_3^- + 6H^+ + 6e^- \longrightarrow Br^- + 3H_2O$$

Reação de oxidação:

$$2 I^- \longrightarrow I_2 + 2 e^-$$

Logo,

$$\begin{split} \frac{n_{BrO_3-}}{2} &= \frac{n_{I_2}}{6} \implies \\ \Longrightarrow &\frac{n_{I_2}}{3} = \frac{0.1\,\text{g}}{167\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} \implies n_{I_2} \approx _{1,\,8}\,\text{mmol} \end{split}$$

Titulação do iodo com tiossulfato de sódio:

Reação de redução:

$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

Reação de oxidação:

$$2 S_2 O_3^{2-} \longrightarrow S_4 O_6^{2-} + 2 e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{S_2O_3{}^2-}}{2} = \frac{n_{I_2}}{1} \implies$$

$$40\,\text{mL}\,[S_2O_3{}^{2-}] = 3,\!6\,\text{mmol} \implies [S_2O_3{}^{2-}] = 90\,\text{mmol}\cdot L^{-1}$$

PROBLEMA 26. A

3G26

Titulação do iodo com tiossulfato de sódio:

Reação de redução:

$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

Reação de oxidação:

$$2 S_2 O_3^{2-} \longrightarrow S_4 O_6^{2-} + 2 e^{-}$$

Logo,

$$\frac{n_{S_2O_3{}^2-}}{2} = \frac{n_{I_2}}{1} \implies$$

$$\implies \frac{n_{I_2}}{1} = \frac{1}{2} \cdot 30 \, \text{mL} \, 0.08 \, \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \implies n_{I_2} = 1.2 \, \text{mmol}$$

Titulação do dióxido de manganês com iodeto:

Reação de redução:

$$MnO_2 + 4 H^+ + 2 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 2 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$2 I^- \longrightarrow I_2 + 2 e^-$$

Logo,

$$rac{n_{MnO_2}}{1} = rac{n_{I_2}}{1} \implies n_{MnO_2} =$$
1,2 mmol

$$= \frac{2,4 \,\mathrm{mmol}\,87\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}^{-1}}{0,16\,\mathrm{g}} = 65,25\,\%$$

PROBLEMA 27. A

3G25

3G27

Titulação do sulfito com iodato de potássio:

Reação de redução:

$$2 IO_3^- + 12 H^+ + 10 e^- \longrightarrow I_2 + 6 H_2 O$$

Reação de oxidação:

$$SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e^-$$

Logo,

$$\begin{split} \frac{n_{SO_3{}^2-}}{5} &= \frac{n_{IO_3}-}{2} \Longrightarrow \\ &\Longrightarrow \frac{n_{SO_3{}^2-}}{5} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ mL } 0,\!003 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &\Longrightarrow n_{SO_3{}^2-} = 3,\!75 \times 10^{-5} \text{ mol} \end{split}$$

$$m_{SO2} = 3{,}75 \times 10^{-5}\, mol \cdot 64\, g\, mol^{-1} = 2{,}4\, mg$$

Cálculo da massa de gás:

$$m_{gas} = 1.2 \, g \, L^{-1} \cdot 2.5 \, L \, min^{-1} \cdot 60 \, min = 180 \, g$$

$$\chi = \frac{2.4 \times 10^{-3}}{180} \approx 13.34 \, ppm$$

PROBLEMA 28. C

3G28

Titulação do triiodeto com o tiossulfato de sódio:

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reação de oxidação:

$$2 S_2 O_3^{2-} \longrightarrow S_4 O_6^{2-} + 2 e^-$$

Logo,

$$\frac{n_{S_2O_3{}^2-}}{2} = \frac{n_{I_3}-}{1} \implies$$

$$n_{I_3-} = \frac{1}{2} \cdot 8 \ \text{mL} \cdot 0,\!002 \ \text{mol} \ L^{-1} \implies n_{I_3-} = 8 \times 10^{-6} \ \text{mol}$$

Conversão do monóxido em dióxido de carbono:

$$5 CO + I_2O_5 \longrightarrow 5 CO_2 + I_2$$

Logo,

$$\frac{n_{CO}}{5} = n_{I_2} = \frac{1}{2} n_{KI} = \frac{3}{2} n_{I_3} - \implies n_{CO} = \frac{15}{2} n_{I_3} -$$

$$m_{CO} = \frac{15}{2} \cdot 8 \times 10^{-6} \, \text{mol} \cdot 28 \, \text{g mol}^{-1} = \text{1,68 mg}$$

Cálculo da massa de ar:

$$\begin{split} m_{\alpha r} &= \frac{1 \, atm \cdot 25 \, L}{298 \, K \cdot 0,082 \, \frac{atm \, L}{mol \, K}} \cdot 28,8 \, g \, mol^{-1} \approx 29,47 \, g \\ \chi &= \frac{1,68 \times 10^{-3}}{29,47} \approx 57 \, ppm \end{split}$$

PROBLEMA 29. C

Reações de redução:

$$ClO_3^- + 6H^+ + 6e^- \longrightarrow Cl^- + 3H_2O$$

$$Ce^{4+} + e^{-} \longrightarrow Ce^{3+}$$

Reação de oxidação:

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$6n_{ClO_3-} + n_{Ce^{4+}} = n_{Fe^{2+}} \implies$$

$$6n_{\text{ClO}_3}-+20\,\text{mL}\cdot\text{0,1}\,\text{mol}\,L^{-1}=50\,\text{mL}\cdot\text{0,1}\,\text{mol}\,L^{-1}$$

$$\implies n_{ClO_3} - = 0.5 \, mmol$$

$$m_{KClO_3} = 0.5 \text{ mmol} \cdot 122.5 \text{ g mol}^{-1} = 61.25 \text{ mg}$$

$$\chi = \frac{61,25}{125} = 49\%$$

PROBLEMA 30. E

3G30

3G29

Reação de redução:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$$

Reações de oxidação:

$$TeO_2 + 2\,H_2O \longrightarrow H_2TeO_4 + 2\,H^+ + 2\,e^-$$

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Logo,

$$6n_{\text{Cr}_2\text{O}_7{}^2-} = 2n_{\text{TeO}_2} + n_{\text{Fe}^2+}$$

$$650\,\text{mL}\cdot 0{,}03\,\text{mol}\,L^{-1} = 2n_{\text{TeO}_2} + 10\,\text{mL}\cdot 0{,}1\,\text{mol}\,L^{-1}$$

$$\implies n_{TeO_2} = 4 \, mmol$$

$$m_{TeO_2} = 4 \, \text{mmol} \cdot 159,5 \, \text{g mol}^{-1} = 638 \, \text{mg}$$

$$\chi = \frac{0,638}{2} = 31,9\%$$

PROBLEMA 31. A

3G31

Reação de redução:

$$I_2 + 2 e^- \longrightarrow 2 I^-$$

Reações de oxidação:

$$Pb(C_2H_5)_4 \longrightarrow Pb(C_2H_5)_2^+ + 2 C_2H_5^+ + 3 e^-$$

$$2 S_2 O_3^{2-} \longrightarrow S_4 O_6^{2-} + 2 e^-$$

Logo,

$$2n_{I_2} = 3n_{Pb(C_2H_5)_4} + 2n_{S_2O_7^2}$$

$$2 \cdot 15 \text{ mL} \cdot 0,02 \text{ mol L}^{-1} = 3n_{Pb(C_2H_5)_4} + 2 \cdot 6 \text{ mL} \cdot 0,04 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\implies n_{Pb(C_2H_5)_4} = 0.12 \, mmol$$

$$m_{Pb(C_2H_5)_4} = \text{0,12} \, \text{mmol} \cdot 323 \, \text{g mol}^{-1} = 38,\!76 \, \text{mg}$$

$$C = \frac{0,3876 \,\mathrm{g}}{0.025 \,\mathrm{mL}} = 1,5504 \,\mathrm{g} \,\mathrm{L}^{-1}$$

PROBLEMA 32. D

3G32

Reação de redução:

$$I_3^- + 2e^- \longrightarrow 3I^-$$

Reações de oxidação:

$$2 C_2 H_5 SH \longrightarrow C_2 H_5 SSC_2 H_5 + 2 H^+ + 2 e^-$$

$$2 S_2 O_3^{2-} \longrightarrow S_4 O_6^{2-} + 2 e^-$$

Logo,

$$2n_{I_3-} = n_{C_2H_5SH} + 2n_{S_2O_3{}^2-}$$

$$250 \, \mathrm{mL} \times 0.01 \, \mathrm{mol} \, \mathrm{L}^{-1} = \mathrm{n_{C_2H_5SH}} + 2 \cdot 15 \, \mathrm{mL} \cdot 0.01 \, \mathrm{mol} \, \mathrm{L}^{-1}$$

$$\implies$$
 $n_{C_2H_5SH} = 0.7 \text{ mmol}$

$$m_{C_2H_5SH} = 0.7 \text{ mmol} \times 62 \text{ g mol}^{-1} = 43.4 \text{ mg}$$

$$\chi = \frac{0.0434 \, g}{2.17 \, g} = 2\%$$