1.Izračunati zapreminu mangan-dioksida koja nastaje pri normalnim uslovima disproporcionisanjem 15 g manganove kiseline prema sledećoj jednačini:

$$H_2MnO_4 \rightarrow HMnO_4 + MnO_2 + H_2O$$

$$Mn^{+6} \xrightarrow{-1e^-} Mn^{+7}$$

$$Mn^{+6} \xrightarrow{+2e^-} Mn^{+4}$$

$$2Mn^{+6} \xrightarrow{-2e^-} 2Mn^{+7}$$

$$Mn^{+6} \xrightarrow{+2e^-} Mn^{+4}$$

$$3H_2MnO_4 \rightarrow 2HMnO_4 + MnO_2 + H_2O$$

$$n_{H_2MnO_4} = \frac{m_{H_2MnO_4}}{M(H_2MnO_4)} = \frac{15\,g}{121\,g} = 0,124\,mol$$

$$n_{MnO_2} = \frac{0,124\,mol \bullet 1\,mol}{3\,mol} = 0,041\,mol$$

$$V_{MnO_2} = n_{MnO_2} \bullet V_m = 0,041\,mol \bullet 22,4\,dm^3mol^{-1} = 0,92\,dm^3$$

2.Izračunati koncentraciju nastalog kalijum-perjodata ukoliko je rastvoreno 1,3 g hrom(III)-jodida i dovoljna količina ostalih reaktanata u 500 cm^3 vode:

$$CrI_3 + KOH + Cl_2 \rightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$$

$$Cr^{+3} \xrightarrow{-3e^-} Cr^{+6}$$

$$I_3^- \xrightarrow{-24e^-} 3I^{+7}$$

$$Cl_2^0 \xrightarrow{+2e^-} 2Cl^-$$

$$2Cr^{+3} \xrightarrow{-6e^-} 2Cr^{+6}$$

$$2I_3^- \xrightarrow{-48e^-} 6I^{+7}$$

$$27Cl_2^0 \xrightarrow{+54e^-} 54Cl^-$$

$$2CrI_3 + 64KOH + 27Cl_2 \rightarrow 2K_2CrO_4 + 6KIO_4 + 54KCl + 32H_2O$$

$$m_{KIO_4} = \frac{1,3\,g \bullet 6 \bullet M(KIO_4)}{M(CrI_3)} = \frac{1,3\,g \bullet 6 \bullet 230\,gmol^{-1}}{2 \bullet 433\,gmol^{-1}} = 2,07\,g$$

$$c_{KIO_4} = \frac{n_{KIO_4}}{V} = \frac{m_{KIO_4}}{M(KIO_4) \bullet V} = \frac{2,07\,g}{230\,g mol^{-1} \bullet 0,5\,dm^3} = 0,018\,M$$

3.Oksidacija srebra u prisustvu kalijum-cijanida i gasovitog kiseonika se odigrava prema reakciji u nastavku. Izračunati koliko grama kompleksne soli (kalijum-dicijano-argentata) nastaje nakon uvođenja 15 cm^3 gasovitog kiseonika u rastvor kalijum-cijanida.

$$Ag + KCN + O_2 + H_2O \rightarrow K[Ag(CN)_2] + KOH$$

$$Ag^0 \xrightarrow{-1e^-} Ag^+$$

$$O_2^0 \xrightarrow{+4e^-} 2O^{-2}$$

$$4Ag^0 \xrightarrow{-4e^-} 4Ag^+$$

$$O_2^0 \xrightarrow{+4e^-} 2O^{-2}$$

$$4Ag + 8KCN + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4K\left[Ag(CN)_2\right] + 4KOH$$

$$n_{O_2} = \frac{15 \bullet 10^{-3}\,dm^3}{22,4\,dm^3 mol^{-1}} = 6,7 \bullet 10^{-4}\,mol$$

$$n_{K\left[Ag(CN)_2\right]} = \frac{n_{O_2} \bullet 4}{1} = 0,0027\,mol$$

$$m_{K\left[Ag(CN)_2\right]} = n_{K\left[Ag(CN)_2\right]} \bullet M(K\left[Ag(CN)_2\right]) = 0,0027\,mol \bullet 199\,g mol^{-1} = 0,537\,g$$

4.Redukcija hlora u prisustvu broma se može prikazati sledećom reakcijom:

$$Cl_2 + Br^- \rightarrow Cl^- + Br_2$$

Izračunati koncentraciju hloridnih jona nakon uvođenja dovoljne količine hlora u rastvor kalijum-bromida dobijenog rastvaranjem 1,08 g ove soli u 500 cm^3 vode. Obratiti pažnju da je u zadatku data masa kalijum-bromida, a u jonskoj jednačini prikazan samo bromid.

$$Cl_2^0 \xrightarrow{+2e^-} 2Cl^-$$

$$2Br^- \xrightarrow{-2e^-} Br_2^0$$

$$Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2$$

$$m_{Br^-} = \frac{m_{KBr} \bullet 80\,g mol^{-1}}{119\,g mol^{-1}} = \frac{1,08\,g \bullet 80\,g mol^{-1}}{119\,g mol^{-1}} = 0,73\,g$$

$$n_{Br^-} = \frac{m_{Br^-}}{M(Br)} = \frac{0,73\,g}{80\,g mol^{-1}} = 0,009\,mol$$

$$n_{Br^-} = n_{Cl^-}$$

$$c_{Cl^-} = \frac{n_{Cl^-}}{V} = \frac{0,009\,mol}{0,5\,dm^3} = 0,018\,M$$

5.Izračunati zapreminu nastalog azot-dioksida u reakciji 15 g arsen(V)-sulfida i 25 g azotne kiseline. Izjednačiti reakciju oksido-redukcije i odrediti koji od dva reaktanta je u višku.

$$As_2S_5 + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO_2 + H_3AsO_4 + H_2O$$

$$S_5^{-2} \xrightarrow{-40e^-} 5S^{+6}$$

$$N^{+5} \xrightarrow{+1e^-} N^{+4}$$

$$S_5^{-2} \xrightarrow{-40e^-} 5S^{+6}$$

$$40N^{+5} \xrightarrow{+40e^-} 40N^{+4}$$

$$As_2S_5 + 40HNO_3 \rightarrow 5H_2SO_4 + 40NO_2 + 2H_3AsO_4 + 12H_2O$$

$$n_{As_2S_5} = \frac{15\,g}{M(As_2S_5)} = \frac{15\,g}{310\,g mol^{-1}} = 0,048\,mol$$

$$n_{HNO_3} = \frac{25\,g}{M(HNO_3)} = \frac{25\,g}{63\,g mol^{-1}} = 0,40\,mol$$

Za reakciju sa 0,40 mol azotne kiseline potrebno je 0,01 mol arsen(V)-sulfida, a za reakciju sa 0,048 mol arsen(V)-sulfida potrebno je 1,92 mol azotne kiseline. U višku je arsen(V)-sulfid.

$$n_{NO_2} = n_{HNO_3}$$

$$V_{NO_2} = n_{NO_2} \bullet 22,4\,dm^3 mol^{-1} = 0,40\,mol \bullet 22,4\,dm^3 mol^{-1} = 8,96\,dm^3$$

6.Izračunati mase nastalih gasova (NO_2 i Cl_2) u reakciji 15 mL rastvora hlorovodonične kiseline (maseni procenat 40% i gustina 1,195 gcm^{-3}) i 10 mL rastvora azotne kiseline (maseni procenat 70% i gustina 1,42 gcm^{-3})

$$HCl + HNO_3 \rightarrow NO_2 + Cl_2 + H_2O$$

Obratiti pažnju da prvo treba odrediti koji od dva reaktanta je u višku.

$$2Cl^- \xrightarrow{-2e^-} Cl_2^0$$

$$N^{+5} \xrightarrow{+1e^-} N^{+4}$$

$$2Cl^- \xrightarrow{-2e^-} Cl_2^0$$

$$2N^{+5} \xrightarrow{+2e^-} 2N^{+4}$$

$$2HCl + 2HNO_3 \rightarrow 2NO_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

$$m_{HCl} = \frac{w\% \bullet m_{rastvora}}{100\%} = \frac{w\% \bullet V_{rastvora} \bullet \rho_{rastvora}}{100\%} = \frac{40\% \bullet 15\,cm^3 \bullet 1{,}195\,gcm^{-3}}{100\%} = 7{,}17\,g$$

$$m_{HNO_3} = \frac{w\% \bullet m_{rastvora}}{100\%} = \frac{w\% \bullet V_{rastvora} \bullet \rho_{rastvora}}{100\%} = \frac{70\% \bullet 10\,cm^3 \bullet 1{,}42\,gcm^{-3}}{100\%} = 9{,}94\,g$$

$$n_{HCl} = \frac{m_{HCl}}{M(HCl)} = \frac{7{,}17\,g}{36{,}5\,gmol^{-1}} = 0{,}196\,mol$$

$$n_{HNO_3} = \frac{m_{HNO_3}}{M(HNO_3)} = \frac{9{,}94\,g}{63\,gmol^{-1}} = 0{,}158\,mol$$

U višku je HCl.

$$m_{NO_2} = n_{NO_2} \bullet M(NO_2) = n_{HNO_3} \bullet M(NO_2) = 0{,}158\,mol \bullet 46\,gmol^{-1} = 7{,}27\,g$$

$$m_{Cl_2} = n_{Cl_2} \bullet M(Cl_2) = \frac{n_{HNO_3}}{2} \bullet M(Cl_2) = 0{,}079\,mol \bullet 71\,gmol^{-1} = 5{,}61\,g$$

7.Dodatkom KI u 150 mL rastvora Na_3AsO_4, u prisustvu HCl, izdvojilo se 15,8 g I_2. Izračunati molaritet rastvora Na_3AsO_4.

$$KI + Na_3AsO_4 + HCl \rightarrow I_2 + AsCl_3 + NaCl + KCl + H_2O$$

$$2I^- \xrightarrow{-2e^-} I_2^0$$

$$As^{+5} \xrightarrow{+2e^-} As^{+3}$$

$$2KI + Na_3AsO_4 + 8HCl \rightarrow I_2 + AsCl_3 + 3NaCl + 2KCl + 4H_2O$$

$$n_{I_2} = \frac{m_{I_2}}{M(I_2)} = \frac{15,8\,g}{254\,gmol^{-1}} = 0,0622\,mol$$

$$n_{I_2} = n_{Na_3AsO_4}$$

$$c_{Na_3AsO_4} = \frac{n_{Na_3AsO_4}}{V} = \frac{0,0622\,mol}{0,150\,dm^3} = 0,415\,M$$

8.Izračunati koncentraciju rastvora kalijum-dihromata potrebnog za oksidaciju 50 cm^3 rastvora natrijum-nitrita koncentracije 0,2 M, ako je utrošeno 80 mL ovog rastvora, a prema sledećoj reakciji:

$$K_2Cr_2O_7 + NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + NaNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$Cr_2^{+6} \xrightarrow{+6e^-} Cr_2^{+3}$$

$$N^{+3} \xrightarrow{-2e^-} N^{+5}$$

$$Cr_2^{+6} \xrightarrow{+6e^-} Cr_2^{+3}$$

$$3N^{+3} \xrightarrow{-6e^-} 3N^{+5}$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3NaNO_2 + 4H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NaNO_3 + K_2SO_4 + 4H_2O$$

$$n_{NaNO_2} = 0,2\,M \bullet 0,05\,dm^3 = 0,01\,mol$$

$$n_{K_2Cr_2O_7} = \frac{n_{NaNO_2}}{3} = \frac{0,01\,mol}{3} = 0,0033\,mol$$

$$c_{K_2Cr_2O_7} = \frac{0,0033\,mol}{0,08\,dm^3} = 0,041\,M$$

9.Izračunati molaritet rastvora kalijum-permanganata ako se 50 cm^3 ovog rastvora prvo razblaži do 1000 cm^3, a nakon toga 20 cm^3 novog rastvora redukuje sa 15 cm^3 rastvora natrijum-oksalata koncentracije 0,03 $moldm^{-3}$, prema sledećoj reakciji:

$$KMnO_4 + Na_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$$

$$C_2^{+3} \xrightarrow{-2e^-} 2C^{+4}$$

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+5e^-} Mn^{+2}$$

$$5C_2^{+3} \xrightarrow{-10e^-} 10C^{+4}$$

$$2Mn^{+7} \xrightarrow{+10e^-} 2Mn^{+2}$$

$$2KMnO_4 + 5Na_2C_2O_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 10CO_2 + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 8H_2O$$

$$n_{Na_2C_2O_4} = 0,03\,M \bullet 0,015\,dm^3 = 4,5 \bullet 10^{-4}\,mol$$

$$n_{KMnO_4} = \frac{2}{5} n_{Na_2C_2O_4} = \frac{2}{5} \bullet 4,5 \bullet 10^{-4}\,mol = 1,8 \bullet 10^{-4}\,mol$$

$$c_{KMnO_4} = \frac{n_{KMnO_4}}{V_{KMnO_4}} = \frac{1,8 \bullet 10^{-4}\,mol}{0,02\,dm^3} = 0,009\,M$$

Pre razblaženja:

$$c_{KMnO_4,\,pre\,razblaženja} = \frac{c_{KMnO_4} \bullet 1000\,cm^3}{50\,cm^3} = 0,18\,M$$

10. Izračunati koncentraciju rastvora kalijum-permanganata, ukoliko 50 cm^3 ovog rastvora reaguje sa istom količinom natrijum-nitrita kao 0,150 g kalijum-jodida u prisustvu HCl:

$$KMnO_4 + NaNO_2 + H_2O \rightarrow MnO_2 + NaNO_3 + KOH$$

$$NaNO_2 + KI + HCl \rightarrow NO + I_2 + NaCl + KCl + H_2O$$

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+3e^-} Mn^{+4}$$

$$N^{+3} \xrightarrow{-2e^-} N^{+5}$$

$$2Mn^{+7} \xrightarrow{+6e^-} 2Mn^{+2}$$

$$3N^{+3} \xrightarrow{-6e^-} 3N^{+5}$$

$$2KMnO_4 + 3NaNO_2 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3NaNO_3 + 2KOH$$

$$2I^{-1} \xrightarrow{-2e^-} I_2^0$$

$$N^{+3} \xrightarrow{+1e^-} N^{+2}$$

$$2I^{-1} \xrightarrow{-2e^-} I_2^0$$

$$2N^{+3} \xrightarrow{+2e^-} 2N^{+2}$$

$$2NaNO_2 + 2KI + 4HCl \rightarrow 2NO + I_2 + 2NaCl + 2KCl + 2H_2O$$

$$n_{KI} = \frac{0,150\,g}{166\,g\,mol^{-1}} = 0,0009\,mol$$

$$n_{NaNO_2} = n_{KI} = 0,0009\,mol$$

$$n_{KMnO_4} = \frac{2}{3} n_{NaNO_2} = 0,0006\,mol$$

$$c_{KMnO_4} = \frac{n_{KMnO_4}}{V} = \frac{0,0006\,mol}{0,05\,dm^3} = 0,012\,M$$

11. Kalcijum je važan element u krvi čija se koncentracija određuje oksidacijom kalcijum-oksalata nakon taloženja ove soli sa natrijum-oksalatom. Oksidacija kalcijum-oksalata se vrši u reakciji sa kalijum-permanganatom u sumpornoj kiselini prema sledećoj reakciji:

$$KMnO_4 + CaC_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + CaSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Uzet je uzorak od 5 mL krvi, i za potpunu neutralizaciju je utrošeno 33,3 mL rastvora kalijum-permanganata koncentracije $0,15 \cdot 10^{-3}$ M. Izračunati koncentraciju kalcijuma u krvi.

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+5e^-} Mn^{+2}$$

$$C_2^{+3} \xrightarrow{-2e^-} 2C^{+4}$$

$$2Mn^{+7} \xrightarrow{+10e^-} 2Mn^{+2}$$

$$5C_2^{+3} \xrightarrow{-10e^-} 10C^{+4}$$

$$2KMnO_4 + 5CaC_2O_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 10CO_2 + 5CaSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

$$n_{KMnO_4} = 1,5 \cdot 10^{-4}\,M \cdot 33,3 \cdot 10^{-3}\,dm^3 = 5 \cdot 10^{-6}\,mol$$

$$n_{Ca^{2+}} = n_{CaC_2O_4} = \frac{5}{2} n_{KMnO_4} = \frac{5}{2} 5 \cdot 10^{-6}\ \text{mol} = 1,25 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}$$

$$c_{Ca^{2+}} = \frac{n_{Ca^{2+}}}{5 \cdot 10^{-3}\ \text{dm}^3} = \frac{1,25 \cdot 10^{-5}\ \text{mol}}{5 \cdot 10^{-3}\ \text{dm}^3} = 2,5 \cdot 10^{-3}\ \text{M}$$

12. Količina vodonik-peroksida u izbeljivačima za kosu se određuje redoks titracijom sa kalijum-permanganatom u kiseloj sredini, prema jonskoj jednačini u nastaku:

$$MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow O_2 + Mn^{2+} + H_2O$$

Analiziran je uzorak izbeljivača od 15,3 g i za potpunu neutralizaciju je potrošeno 48,3 mL rastvora kalijum-permanganata koncentracije 0,113 M. Izračunati maseni procenat vodonik-peroksida u uzorku.

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+5e^-} Mn^{+2}$$

$$O_2^{-1} \xrightarrow{-2e^-} O_2^0$$

$$2Mn^{+7} \xrightarrow{+10e^-} 2Mn^{+2}$$

$$5O_2^{-1} \xrightarrow{-10e^-} 5O_2^0$$

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

$$n_{MnO_4^{2-}} = n_{KMnO_4} = 0,113\,\text{M} \cdot 0,0483\,\text{dm}^3 = 0,0054\,\text{mol}$$

$$n_{H_2O_2} = \frac{5}{2} n_{KMnO_4} = \frac{5}{2} 0,0054\,\text{mol} = 0,0136\,\text{mol}$$

$$m_{H_2O_2} = 0,0136\,\text{mol} \cdot 34\,\text{gmol}^{-1} = 0,462\,\text{g}$$

$$\text{procenat peroksida } \frac{0,462\,\text{g}}{15,3\,\text{g}} \cdot 100\% = 3,02\%$$

13. Alkohol u krvi se može odrediti redok titracijom sa kalijum-dihromatom u kiseloj sredini:

$$H^+ + Cr_2O_7^{2-} + C_2H_5OH \rightarrow Cr^{3+} + CO_2 + H_2O$$

Uzet je uzorak od 35 g krvi i za potpunu oksidaciju je potrebno 50,3 mL 0,0732 M rastvora kalijum-dihromata. Izračunati maseni procenat alkohola u krvi. Ako je gustina krvi 1,06 gcm^{-3}, izračunati masenu koncentraciju i molaritet alkohola u krvi.

$$Cr_2^{+6} \xrightarrow{+6e^-} 2Cr^{+3}$$

$$C_2^{-2} \xrightarrow{-12e^-} 2C^{+4}$$

$$2Cr_2^{+6} \xrightarrow{+12e^-} 4Cr^{+3}$$

$$C_2^{-2} \xrightarrow{-12e^-} 2C^{+4}$$

$$16H^+ + 2Cr_2O_7^{2-} + C_2H_5OH \rightarrow 2Cr^{3+} + 2CO_2 + 11H_2O$$

$$n_{Cr_2O_7^{2-}} = n_{K_2Cr_2O_7} = 0,0732\,M \bullet 0,0503\,dm^3 = 0,0037\,mol$$

$$n_{C_2H_5OH} = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}}{2} = \frac{0,0037\,mol}{2} = 0,00185\,mol$$

$$m_{C_2H_5OH} = n_{C_2H_5OH} \bullet M(C_2H_5OH) = 0,0851g$$

$$w\% = \frac{0,0851g}{35g} \bullet 100\% = 0,24\%$$

$$c_{m,C_2H_5OH} = \frac{m_{C_2H_5OH}}{M\rho} = \frac{0,0851g \bullet 1,06\,gcm^{-3}}{35g} = 2,58\,gdm^{-3}$$

$$c_{C_2H_5OH} = \frac{n_{C_2H_5OH}}{M\rho} = \frac{0,00185\,mol \bullet 1,06\,gcm^{-3}}{35g} = 0,056\,moldm^{-3}$$

14. Rastvor kalijum-permanganata može biti standardizovan titracijom sa As_2O_3. Ako je 20,86 mL rastvora kalijum-permanganata potrebno za reakciju sa 0,2069 g As_2O_3, izračunati koncentraciju rastvora.

$$As_2O_3 + MnO_4^- + H_2O + H^+ \rightarrow H_3AsO_4 + Mn^{2+}$$

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+5e^-} Mn^{+2}$$

$$As_2^{+3} \xrightarrow{-4e^-} 2As^{+5}$$

$$4Mn^{+7} \xrightarrow{+20e^-} 4Mn^{+2}$$

$$5As_2^{+3} \xrightarrow{-20e^-} 10As^{+5}$$

$$5As_2O_3 + 4MnO_4^- + 9H_2O + 12H^+ \rightarrow 10H_3AsO_4 + 4Mn^{2+}$$

$$n_{As_2O_3} = \frac{m_{As_2O_3}}{M(As_2O_3)} = \frac{0,2069\,g}{198\,gmol^{-1}} = 0,00105\,mol$$

$$n_{MnO_4^{2-}} = n_{KMnO_4} = \frac{4}{5} n_{As_2O_3} = 0,00084\,mol$$

$$c_{KMnO_4} = \frac{n_{KMnO_4}}{V} = \frac{0,00084\,mol}{0,02086\,dm^3} = 0,04\,M$$