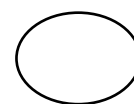
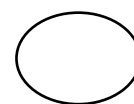


| Ad 1 a) Wskazanie prawdopodobnych jonów w probówkach 1-6   |                            |  |   | REC 1 | REC 2 |
|--|----------------------------|--|---|-------|-------|
| Barwa  | Odczyn                     | Prawdopodobne kationy w probówkach 1-3 3m  | Uzasadnienie 3m   | 10 m  |       |
| <p><i>Sposób oceny:</i><br/>           Po 1m za poprawne wskazanie kationów w każdej probówce, przy czym dla prób. 1 za wskazanie poprawne dwóch kationów; dla prob. 2 i 3 za wskazanie poprawne wskazanie min. 4 kationów; jeśli informacje zawierają błędy to 0m.<br/>           Po 1m za uzasadnienie dla każdej próbki; jeśli informacja jest niepełna to 0m za daną odpowiedź.</p>  |                            |  |   |       |       |
| wszystkie roztwory są bezbarwne  | w prob. 1 roztwór kwaśny   | $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sn}^{2+}$<br>(ewentualnie $\text{Hg}^{2+}$ )   | Roztwór jest bezbarwny, a zatem można wykluczyć kationy, które w roztworach wodnych są barwne, tj. $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ i $\text{Cr}^{3+}$ .<br>Jest to roztwór soli łatwo ulegającej hydrolizie, bo roztwór wymaga zakwaszenia.            |       |       |
|  | w prob. 2 roztwór obojętny | $(\text{Hg}^{2+})$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ ,<br>$\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ | Roztwór jest bezbarwny, a zatem można wykluczyć kationy, które w roztworach wodnych są barwne, tj. $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ i $\text{Cr}^{3+}$ .<br>Roztwór nie wymaga zakwaszenia, a zatem jest to kation soli nieulegającej łatwo hydrolizie. |       |       |
|  | w prob. 3 roztwór obojętny | $(\text{Hg}^{2+})$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ ,<br>$\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ | Roztwór jest bezbarwny, a zatem można wykluczyć kationy, które w roztworach wodnych są barwne, tj. $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ i $\text{Cr}^{3+}$ .<br>Roztwór nie wymaga zakwaszenia, a zatem jest to kation soli nieulegającej łatwo hydrolizie. |       |       |
| Prawdopodobne aniony (kwasy) w probówkach 4-6  |                            | Uzasadnienie 4m  |   |       |       |
| <p><i>Sposób oceny:</i><br/>           po 1m za wskazanie jednego z czterech kwasów wraz z roztwarzanymi w danym kwasie metalami (przy czym dla danego kwasu należy wskazać poprawnie co najmniej 4 metale i ewentualnie dopuszczalny jest jeden błąd)<br/> <b>LUB</b><br/>           (jeżeli jest to bardziej korzystne dla zawodnika) po 1m za każde 2 poprawnie wymienione kwasy/aniony, przy czym dopuszczalny jest tylko jeden błąd (czyli w tym wariantcie można w sumie maksymalnie uzyskać 2m)</p> |                            |  |   |       |       |
| kwas azotowy(V), jony $\text{NO}_3^-$  |                            | $\text{HNO}_3$ – roztwarza metale: Bi, Pb, Cd, Zn, Hg, Sn, Ba, Sr  |   |       |       |
| kwas chlorowodorowy, jony $\text{Cl}^-$  |                            | $\text{HCl}$ – roztwarza metale: Pb, Cd, Zn, Sn, Ba, Sr  |   |       |       |
| kwas octowy, jony $\text{CH}_3\text{COO}^-$  |                            | $\text{CH}_3\text{COOH}$ – roztwarza metale: Pb, Cd, Zn, Ba, Sr  |   |       |       |
| kwas siarkowy(VI), jony $\text{SO}_4^{2-}$   |                            | $\text{H}_2\text{SO}_4$ – roztwarza metale: Bi, Cd, Zn, Hg, Sn, (ewentualnie Pb i Sr)                                |   |       |       |

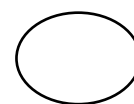
**Za żadną odpowiedź nie ma „połówkowych” marek!!!**



| Ad 1 b) Identyfikacja jonów w probówkach 1-6                 |  |   | REC 1 | REC 2 |
|--|--|---|-------|-------|
| <i>Probówka i kation 3m</i>                                  | <i>Obserwacje i wnioski 6m</i>   | <i>Reakcje 12m</i>  | 21 m  |       |
| <b>1: X</b><br><br><b>Bi<sup>3+</sup></b><br>.....           | z NaOH strącają się biały osad, nierozp. w nadmiarze odczynnika (możliwe Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> ; brak Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )  | $\text{Bi}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3\downarrow$  |       |       |
|  | z KI strąca się ciemnobrunatny osad, rozp. w nadmiarze odczynnika tworząc pomarańczowy roztwór (typowa reakcja dla Bi <sup>3+</sup> )  | $\text{Bi}^{3+} + 3\text{I}^- \rightarrow \text{BiI}_3\downarrow$<br>$\text{BiI}_3 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{BiI}_4^-$  |       |       |
|  | z K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> strąca się żółty osad, nierozp. w NaOH, ale rozpuszczalny w H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (możliwe Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> ; brak Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )                                  | $2\text{Bi}^{3+} + \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{BiO})_2\text{CrO}_4\downarrow + 4\text{H}^+$  |       |       |
|  | z NH <sub>3</sub> strącają się biały osad, nierozp. w nadm. odczynnika (możliwe Bi <sup>3+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )  | $\text{Bi}^{3+} + 3(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$  |       |       |
|  | z BaCl <sub>2</sub> lub roztw. z prob. 4 strąca się biały osad (możliwy Bi <sup>3+</sup> , ewentualnie Pb <sup>2+</sup> , jednak ilość osadu zbyt duża na Pb <sup>2+</sup> )   | $\text{Bi}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BiOCl}\downarrow + 2\text{H}^+$  |       |       |
| <b>2: Y</b><br><br><b>Pb<sup>2+</sup></b><br>.....           | z H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> strąca się krystaliczny, biały osad (prawdop. Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , brak Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )   | $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow$   |       |       |
|  | z NaOH strącają się biały osad, łatwo rozp. w nadmiarze odczynnika (możliwe Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , brak Cd <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )   | $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$<br>$\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}$   |       |       |
|  | z KI strąca się żółty osad (typowa reakcja dla Pb <sup>2+</sup> )  | $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$   |       |       |
|  | z K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> strąca się żółty osad, rozp. w NaOH (możliwy Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> ; brak Sr <sup>2+</sup> bo tylko ze stęż. roztw.; brak Ba <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )   | $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4\downarrow$<br>$\text{PbCrO}_4 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_4^{2-} + \text{CrO}_4^{2-}$   |       |       |
|  | z BaCl <sub>2</sub> lub CaCl <sub>2</sub> strącają się biały osad (możliwe Pb <sup>2+</sup> )  | $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow$   |       |       |
|  | z NH <sub>3</sub> strącają się biały osad, nierozp. w nadm. odczynnika (możliwe Bi <sup>3+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )  | $\text{Pb}^{2+} + 2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NH}_4^+$  |       |       |
| <b>3: Z</b><br><br><b>Cd<sup>2+</sup></b><br>.....           | z NaOH strącają się biały osad, nierozp. w nadm. odczynnika (możliwe Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> ; brak Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> )  | $\text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2\downarrow$  |       |       |
|  | z K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> strącają się osad, nierozp. w NaOH (możliwe jony Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> ; brak Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> ), rozp. w H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> i NH <sub>3</sub>                           | $\text{Cd}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{CdCrO}_4\downarrow$   |       |       |
|  | z NH <sub>3</sub> strącają się biały osad, rozp. w nadm. odczynnika (możliwe Zn <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> )   | $\text{Cd}^{2+} + 2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NH}_4^+$<br>$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 4(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ |       |       |
|  | z H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> brak osadu (brak Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )<br>z KI brak osadu (Cd <sup>2+</sup> , brak Sn <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Bi <sup>3+</sup> )<br><i>(informacje zaznaczone na szaro pełniły jedynie rolę pomocniczą i nie były punktowane)</i> | $\text{Cd}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow$ brak reakcji<br>$\text{Cd}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow$ brak reakcji<br><i>(informacje zaznaczone na szaro pełniły jedynie rolę pomocniczą i nie były punktowane)</i>  |       |       |
| <i>Probówka i anion 3m</i>                                   | <i>Obserwacje i wnioski 6m</i>   | <i>Reakcje 12m</i>  | 21 m  |       |
| <b>4: T</b><br><b>Cl<sup>-</sup></b><br>.....                | z Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> reakcja nie zachodzi bo niskie stężenie  |   |       |       |
|  | z BaCl <sub>2</sub> brak osadu (brak jonów siarczanowych)  | $\text{Ba}^{2+} + \text{NO}_3^- \rightarrow$ brak reakcji   |       |       |
|  | z AgNO <sub>3</sub> strąca się biały, serowaty osad ciemniejszy pod wpływem światła, rozp. w NH <sub>3</sub> (możliwe Cl <sup>-</sup> po wykluczeniu SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> z BaCl <sub>2</sub> )   | $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$<br>$2\text{AgCl}\downarrow \xrightarrow{h\nu} 2\text{Ag}\downarrow + \text{Cl}_2\uparrow$<br>$\text{AgCl}\downarrow + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Cl}^-$                         |       |       |
|  | z roztw. z prob. 1 lub kolby P strąca się biały osad (wskazuje na chlorki)   | $\text{Bi}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BiOCl}\downarrow + 2\text{H}^+$  |       |       |
| <b>5: U</b><br><b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b><br>.....    | z BaCl <sub>2</sub> brak osadu (brak jonów siarczanowych)  | $\text{Ba}^{2+} + \text{NO}_3^- \rightarrow$ brak reakcji   |       |       |
|  | z AgNO <sub>3</sub> lub Bi <sup>3+</sup> brak osadu (brak chlorków)  | $\text{Ag}^{2+} + \text{NO}_3^- \rightarrow$ brak reakcji   |       |       |
|  | z Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> brak reakcji (brak jonów octanowych) → całość wskazuje na obecność jonów NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | $\text{Fe}^{3+} + \text{NO}_3^- \rightarrow$ brak reakcji   |       |       |
| <b>6: W</b><br><b>CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup></b><br>..... | z H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> zapach octu (wskazuje na jony octanowe)   | $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$   |       |       |
|  | z Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> tworzy się czerwone zabarwienie (kompleks octanowy żelaza(III))  | $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$  |       |       |
| <i>Sposób oceny:</i>   | <i>(po 1m za pełną obserwację i wnioski; jeśli brak obserwacji lub wniosku, to 0m)</i>   | <i>(po 2m za reakcję lub komplet reakcji; jeśli reakcja „ma dwa etapy”, tj. produkt reakcji w kolejnym kroku może ulegać rozтворzeniu, to w takim przypadku po 1m za każdą z dwóch reakcji; jeśli jakkolwiek błąd, w reakcji, to 0m za reakcję)</i>                           |       |       |



| <b>Ad 1 c) Identyfikacja wskaźników kompleksometrycznych w ampułkach A-D</b> |   |   | <b>REC 1</b> | <b>REC 2</b> |
|--|---|---|--------------|--------------|
| <i>Ampułka i zidentyfikowany wskaźnik</i>                                    | <i>Reagenty i warunki (użyte odczynniki)</i>  | <i>Obserwacje dotyczące właściwości kompleksometrycznych</i>  | <b>12 m</b>  |              |
| <i>4m – po 1m za wskaźnik</i>  | <i>8m – po 2m na każdy wskaźnik, w tym po 1m za pełne i poprawne wskazanie użytych reagentów wraz z kolorem uzyskanego w ten sposób kompleksu Met-WSKAŹNIK oraz po 1m za informacje o barwie po wyparciu wskaźnika z kompleksu przez EDTA; jeśli informacja niepełna lub błędna, np. brak kolorów, nieprawidłowo informacje o reagentach, brak informacji na ich temat, brak informacji o zmianach po dodaniu EDTA, to 0m za daną część</i> |   |              |              |
| <b>A:</b><br>oranż<br>ksylenolowy<br>(OKS)<br>.....                          | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , roztw. z pr. 2<br>(ewentualnie roztw. z kolby P lub Q)  | Pb(II)-OKS w środowisku lekko kwaśnym, zbliżonym do obojętnego ma barwę czerwoną; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę żółtą |              |              |
|  | Bi(III) (pr. 1), środowisko kwaśne<br>(bo roztwór jest zakwaszony)  | Bi(III)-OKS w środowisku kwaśnym tworzy czerwony kompleks; po dodaniu EDTA zmienia barwę na żółtą                               |              |              |
| <b>B:</b><br>kalces<br>(KAL)<br>.....  | CaCl <sub>2</sub> , NaOH  | czerwonofioletowy kompleks Ca-KAL w środowisku 0,1 M NaOH; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę błękitną                     |              |              |
| <b>C:</b><br>CZT<br>.....  | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> lub roztw. z pr. 2, NaOH<br>lub NH <sub>3</sub>   | Pb(II)-CZT w środowisku słabo alkalicznym tworzy kompleksy czerwonofioletowe; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę niebieską |              |              |
|  | roztw. z pr. 3, NaOH lub NH <sub>3</sub>  | Cd-CZT w środowisku słabo alkalicznym tworzy kompleksy fioletowe; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę niebieską             |              |              |
|  | CuSO <sub>4</sub> , roztwór NH <sub>3</sub>   | Cu(II)-CZT w środowisku amoniakalnym tworzy niebieskofioletowy kompleks; po dodaniu EDTA nie zmienia barwy                      |              |              |
|  | CaCl <sub>2</sub> , NaOH lub NH <sub>3</sub>  | Ca-CZT w środowisku słabo alkalicznym tworzy różowe kompleksy; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę niebieską                |              |              |
| <b>D:</b><br>MUR<br>.....  | CaCl <sub>2</sub> , NaOH  | różowy kompleks Ca-MUR w środowisku alkalicznym; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę fioletową                              |              |              |
|  | CaCl <sub>2</sub>   | pomarańczowy kompleks Ca-MUR w środowisku obojętnym; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę różową                             |              |              |
|  | CuSO <sub>4</sub> , roztwór NH <sub>3</sub>   | Cu(II)-MUR w środowisku amoniakalnym tworzy czerwonoróżowy kompleks; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę fioletową          |              |              |
|  | CuSO <sub>4</sub>   | Cu(II)-MUR w środowisku obojętnym tworzy żółty kompleks; po dodaniu EDTA wolny wskaźnik ma barwę fioletoworóżową                |              |              |



## Dane z przepisów wykonawczych 1-4

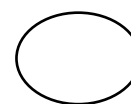
| Przepis | Substancja miareczkowana                     | Objętość badanego roztworu [cm <sup>3</sup> ] | Objętość roztworu Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> [cm <sup>3</sup> ] | Stężenie roztworu Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> [mol/dm <sup>3</sup> ] | Stężenie titranta (EDTA) [mol/dm <sup>3</sup> ] | Wskaźnik          | Objętości zużytych porcji titranta [cm <sup>3</sup> ] | Średnia objętość titranta [cm <sup>3</sup> ] |
|---------|--|---|--|--|---|-------------------|---|--|
| 1       | X (Bi <sup>3+</sup> )                        | 25,0  | ----   | ----   | 0,0198  | oranż ksylenolowy |   | V <sub>1</sub> =<br>12,65                    |
| 2       | Y (Pb <sup>2+</sup> )                        | 25,0  | ----   | ----   |   | oranż ksylenolowy |   | V <sub>2</sub> =<br>16,65                    |
| 3       | Y + Z (Pb <sup>2+</sup> + Cd <sup>2+</sup> ) | 25,0  | ----   | ----   |   | oranż ksylenolowy |   | V <sub>3</sub> =<br>25,25                    |
| 4       | Pb <sup>2+</sup>                             | 25,0  | 20,0   | 0,0206   |   | oranż ksylenolowy |   | V <sub>4</sub> =<br>10,10                    |

**Ad 2 a) Wyprowadzenie wzoru oraz wyznaczenie liczby milimoli jonów X i Y w kolbie P**

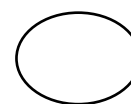
|              |              |
|--------------|--------------|
| <b>REC 1</b> | <b>REC 2</b> |
|--------------|--------------|

|      |  |
|------|--|
| 16 m |  |
|------|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><i>Wzór na wyznaczenie liczby milimoli jonów X:</i><br/> <i>1m – za wzór (jakakolwiek błąd, niejednoznaczność użytych oznaczeń lub przedstawienie obliczeń zamiast wzoru, to 0 m)</i></p> $n_{\text{Bi}} = V_1 \cdot C_{\text{EDTA}} \cdot 4$ $n_{\text{Bi}} = 12,65 \cdot 0,0198 \cdot 4 = 1,00 \text{ mmol}$ | <p><i>Objaśnienie składowych wzoru (wraz z jednostkami):</i><br/> <i>1m – za składowe wzoru wraz z jednostkami (jakikolwiek błąd lub brak informacji (w tym jednostki), to 0 m)</i></p> <p><math>n_{\text{Bi}}</math> – liczba moli Bi<sup>3+</sup> [mmol]<br/> <math>V_1</math> – objętość titranta (EDTA) zużyta na zmiareczkowanie Bi<sup>3+</sup> wg przepisu 1 [cm<sup>3</sup>]<br/> <math>C_{\text{EDTA}}</math> – stężenie titranta (EDTA) [mol/dm<sup>3</sup>]<br/>           4 – współmierność objętości kolby miarowej (100 cm<sup>3</sup>) do objętości pipety jednomiarowej (25 cm<sup>3</sup>), wartość bezwymiara</p> | <p><i>Ilość X [mmol]</i><br/> <i>0-6m – za wynik, w zależności od dokładności wyniku</i></p> <p>1,00</p> |
| <p><i>Wzór na wyznaczenie liczby milimoli jonów Y:</i><br/> <i>1m – za wzór (jakakolwiek błąd, niejednoznaczność użytych oznaczeń lub przedstawienie obliczeń zamiast wzoru, to 0 m)</i></p> $n_{\text{Pb}} = V_2 \cdot C_{\text{EDTA}} \cdot 4$ $n_{\text{Pb}} = 16,65 \cdot 0,0198 \cdot 4 = 1,32 \text{ mmol}$ | <p><i>Objaśnienie składowych wzoru (wraz z jednostkami):</i><br/> <i>1m – za składowe wzoru wraz z jednostkami (jakikolwiek błąd lub brak informacji (w tym jednostki), to 0 m)</i></p> <p><math>n_{\text{Pb}}</math> – liczba moli Pb<sup>2+</sup> [mmol]<br/> <math>V_2</math> – objętość titranta (EDTA) zużyta na zmiareczkowanie Pb<sup>2+</sup> wg przepisu 2 [cm<sup>3</sup>]<br/> <math>C_{\text{EDTA}}</math> – stężenie titranta (EDTA) [mol/dm<sup>3</sup>]<br/>           4 – współmierność objętości kolby miarowej (100 cm<sup>3</sup>) do objętości pipety jednomiarowej (25 cm<sup>3</sup>), wartość bezwymiara</p> | <p><i>Ilość Y [mmol]</i><br/> <i>0-6m – za wynik, w zależności od dokładności wyniku</i></p> <p>1,32</p> |



| Ad 2 b) Wyprowadzenie wzoru oraz wyznaczanie liczby milimoli jonów Z w kolbie Q  |                          |   |   |                  |   |   | REC 1 | REC 2 |
|--|--------------------------|---|---|------------------|---|---|-------|-------|
|  |                          |   |   |                  |   |   | 8 m   |       |
| <p>Wzór na wyznaczanie liczby milimoli jonów Z:</p> <p><i>Im – za wzór (jakakolwiek błąd, niejednoznaczność użytych oznaczeń lub przedstawienie obliczeń zamiast wzoru, to 0 m)</i></p> $n_{Cd} = (V_{Pb(NO_3)_3} \cdot C_{Pb(NO_3)_3} - V_4 \cdot C_{EDTA}) \cdot 8$ $n_{Cd} = (20,00 \cdot 0,0206 - 10,10 \cdot 0,0198) \cdot 8 = 1,70 \text{ mmol}$   |                          | <p>Objaśnienie składowych wzoru (wraz z jednostkami):</p> <p><i>Im – za składowe wzoru wraz z jednostkami (jakikolwiek błąd lub brak informacji (w tym jednostki), to 0 m)</i></p> <p><math>n_{Cd}</math> – liczba moli <math>Cd^{2+}</math> [mmol]<br/> <math>V_{Pb(NO_3)_2}</math> – objętość dodanego <math>Pb(NO_3)_3</math> [<math>cm^3</math>]<br/> <math>C_{Pb(NO_3)_2}</math> – stężenie dodanego <math>Pb(NO_3)_3</math> [mol/<math>dm^3</math>]<br/> <math>V_4</math> – objętość titranta (EDTA) zużyta na zmiareczkowanie <math>Pb^{2+}</math> wg przepisu 4 [<math>cm^3</math>]<br/> <math>C_{EDTA}</math> – stężenie titranta (EDTA) [mol/<math>dm^3</math>]<br/> 8 – współmierność objętości kolby miarowej (200 <math>cm^3</math>) do objętości pipety jednomiarowej (25 <math>cm^3</math>), wartość bezwymiarowa</p>  |   |                  |   | <p>Ilość Z [mmol]</p> <p><i>0-6m – za wynik, w zależności od dokładności wyniku</i></p> <p>1,70</p> |       |       |
| Ad 2 c) Wyprowadzenie wzoru oraz wyznaczanie liczby milimoli jonów Y w kolbie Q  |                          |   |   |                  |   |   | REC 1 | REC 2 |
|  |                          |   |   |                  |   |   | 8 m   |       |
| <p>Wzór na wyznaczanie liczby milimoli jonów Y:</p> <p><i>Im – za wzór (jakakolwiek błąd, niejednoznaczność użytych oznaczeń lub przedstawienie obliczeń zamiast wzoru, to 0 m)</i></p> $n_{Pb} = n_{Pb+Cd} - n_{Cd} = 8 \cdot (V_3 \cdot C_{EDTA} - (V_{Pb(NO_3)_3} \cdot C_{Pb(NO_3)_3} - V_4 \cdot C_{EDTA}))$ $n_{Pb} = 8 \cdot (26,30 \cdot 0,01908 - (20,00 \cdot 0,0206 - 10,10 \cdot 0,0198)) = 4,00 - 1,70 = 2,30 \text{ mmol}$ |                          | <p>Objaśnienie składowych wzoru (wraz z jednostkami):</p> <p><i>Im – za składowe wzoru wraz z jednostkami (jakikolwiek błąd lub brak informacji (w tym jednostki), to 0 m)</i></p> <p><math>V_3</math> – objętość titranta (EDTA) zużyta na jednoczesne zmiareczkowanie sumy <math>Pb^{2+}</math> i <math>Cd^{2+}</math> wg przepisu 3 [<math>cm^3</math>]<br/> <math>V_{Pb(NO_3)_2}</math> – objętość dodanego <math>Pb(NO_3)_3</math> [<math>cm^3</math>]<br/> <math>C_{Pb(NO_3)_2}</math> – stężenie dodanego <math>Pb(NO_3)_3</math> [mol/<math>dm^3</math>]<br/> <math>V_4</math> – objętość titranta (EDTA) zużyta na zmiareczkowanie nadmiaru dodanego <math>Pb^{2+}</math> wg przepisu 4 [<math>cm^3</math>]<br/> <math>C_{EDTA}</math> – stężenie titranta (EDTA) [mol/<math>dm^3</math>]<br/> 8 – współmierność objętości kolby miarowej (200 <math>cm^3</math>) do objętości pipety jednomiarowej (25 <math>cm^3</math>), wartość bezwymiarowa</p> <p><math>n_{Pb}</math> – liczba moli <math>Pb^{2+}</math> [mmol]<br/> <math>n_{Cd}</math> – liczba moli <math>Cd^{2+}</math> [mmol]<br/> <math>n_{Pb+Cd}</math> – łączna liczba moli <math>Pb^{2+}</math> i <math>Cd^{2+}</math> [mmol]</p> |   |                  |   | <p>Ilość Y [mmol]</p> <p><i>0-6m – za wynik, w zależności od dokładności wyniku</i></p> <p>2,30</p> |       |       |
| Dane z przepisu wykonawczego 5   |                          |   |   |                  |   |   |       |       |
| Przepis  | Substancja miareczkowana | Objętość badanego roztworu [ $cm^3$ ]   | Stężenie titranta ( $AgNO_3$ ) [mol/ $dm^3$ ] | Wskaźnik         | Objętości zużytych porcji titranta [ $cm^3$ ] | Średnia objętość titranta [ $cm^3$ ]  |       |       |
| 5  | T ( $Cl^-$ )             | 25,0  | 0,0481  | jony chromianowe |   | $V_5 =$<br>8,15   |       |       |



| Ad 2 d) Wyprowadzenie wzoru oraz wyznaczanie liczby milimoli jonów T w kolbie Q   |  | REC 1  | REC 2 |
|---|--|--|-------|
|   |  | 8 m  |       |
| <p>Wzór na wyznaczanie liczby milimoli jonów T:<br/> <i>1m – za wzór (jakokolwiek błąd, niejednoznaczność użytych oznaczeń lub przedstawienie obliczeń zamiast wzoru, to 0 m)</i></p> $n_{Cl} = V_5 \cdot C_{AgNO_3} \cdot 8$ $n_{Cl} = 8,15 \cdot 0,0521 \cdot 8 = 3,40 \text{ mmol}$  | <p>Objaśnienie składowych wzoru (wraz z jednostkami):<br/> <i>1m – za składowe wzoru wraz z jednostkami (jakokolwiek błąd lub brak informacji (w tym jednostki), to 0 m)</i></p> <p><math>n_{Cl}</math> – liczba moli <math>Cl^-</math> [mmol]<br/> <math>V_5</math> – objętość titranta (<math>AgNO_3</math>) zużyta na zmiareczkowanie <math>Cl^-</math> wg przepisu 5 [<math>cm^3</math>]<br/> <math>C_{AgNO_3}</math> – stężenie titranta (<math>AgNO_3</math>) [<math>mol/dm^3</math>]<br/> 8 – współmierność objętości kolby miarowej (<math>200 \text{ cm}^3</math>) do objętości pipety jednomiarowej (<math>25 \text{ cm}^3</math>), wartość bezwymiarowa</p> | <p>Ilość T [mmol]<br/> <i>0-6m – za wynik, w zależności od dokładności wyniku</i></p> <p style="text-align: center;">3,40</p>  |       |
| Ad 2 e) Wyznaczenie stężenia jonów T, przy którym zacznie wytrącać się osad chromianu srebra  |  | REC 1  | REC 2 |
|   |  | 8 m  |       |
| <p>Wyprowadzenie wzorów:<br/> <i>6m (2m – za wyprowadzenie wzoru na stężenie <math>Ag^+</math>; 2m – za wyprowadzenie wzoru na stężenie <math>CrO_4^{2-}</math>; 2m – za wyprowadzenie wzoru na stężenie <math>Cl^-</math>)</i></p> $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$ $K_{AgCl} = [Ag^+][Cl^-] \rightarrow [Ag^+] = \frac{K_{AgCl}}{[Cl^-]}$ $2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow$ $K_{Ag_2CrO_4} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}] \rightarrow [Ag^+] = \sqrt{\frac{K_{Ag_2CrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}}$ $\frac{K_{AgCl}}{[Cl^-]} = \sqrt{\frac{K_{Ag_2CrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}} \rightarrow [Cl^-] = \frac{K_{AgCl}}{\sqrt{\frac{K_{Ag_2CrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}}}$ |  | <p>Obliczenia i wynik:<br/> <i>2m – za obliczenia i poprawny wynik</i></p> $[Cl^-] = \frac{1,6 \cdot 10^{-10}}{\sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^{-12}}{0,01}}} =$ $= 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ |       |
| Ad 2 f) Ustalanie skład trzech soli obecnych w kolbie Q   |  | REC 1  | REC 2 |
|   |  | 12 m   |       |
|   | Sole: <i>6m – po 2m za poprawne wskazanie każdej soli</i>  | Ilość milimoli: <i>2m – po 1m za wskazanie ilości dla każdej z dwóch soli</i>  |       |
| (1)   | <b>ZT<sub>2</sub></b> , czyli $CdCl_2$   | 1,70 mmola   |       |
| (2)   | <b>YW<sub>2</sub></b> , czyli $Pb(CH_3COO)_2$  | 2,30 mmola   |       |
| (3)   | <b>NaW</b> , czyli $CH_3COONa$   |  |       |
| <p>Uzasadnienie: <i>4m</i></p> <p>Z oznaczenia liczby moli ołowiu i kadmu oraz liczby moli jonów chlorkowych widać, że jedynie dla kadmu (<b>Z</b>) i chlorków (<b>T</b>) stosunek ten wynosi 1:2. Tak więc w kolbie Q znajduje się <math>CdCl_2</math> (<b>ZT<sub>2</sub></b>). W kwasie octowym rozpuszcza się ołów (<b>Y</b>). Tak więc pozostałe sole to <math>CH_3COONa</math> (<b>NaW</b>) oraz <math>Pb(CH_3COO)_2</math> (<b>YW<sub>2</sub></b>).</p>   |  |  |       |