



ETAP II

27.01.2024

Zadanie laboratoryjne

CZAS ROZWIĄZYWANIA: 9:00 – 13:00

Skład stopów specjalnych

Stopy specjalne obejmują m.in. stopy o wysokiej odporności termicznej (tzw. superstopy, w skład których wchodzi głównie chrom i nikiel) jak i stopy lekkie, których głównymi składnikami są glin lub/i magnez. O przeznaczeniu stopów z obydwu grup decyduje ich skład ilościowy jak i jakościowy, obejmujący również dodatki innych metali takich jak żelazo, mangan, wolfram, molibden i wanad (stopy żaroodporne) oraz tytan, krzem, cynk, miedź (stopy lekkie).

W probówkach **1–3** znajdują się roztwory zawierające pierwiastki wchodzące w skład jednego rodzaju stopu, zaś w probówkach **4–6** drugiego rodzaju. Dla obydwu rodzajów stopów, dwie próbki zawierają pojedyncze składniki stopu (powstałe jony mogą być na różnych stopniach utlenienia) zaś jedna jest mieszaniną dwóch składników. W roztworach znajdują się także jony, które pozostały po rozтворzeniu stopu w odpowiednim czynniku rozтворzającym (lub po dalszej obróbce roztworu). Wszystkie roztwory po rozтворzeniu stopu rozcieńczono wodą.

Niektóre pierwiastki mogą występować w roztworach do identyfikacji w postaci anionów tlenowych.

W probówkach opisanych literami **A–F** znajdują się (umieszczone w przypadkowej kolejności) roztwory substancji organicznych takich jak alizaryna S (ALS), ferrowina (FER), formaldoksym (FMD), czerwień metylowa (CZM), żółcień tytanowa (inaczej żółcień tiazolowa ZTZ) oraz 1,5-difenylokarbazyd (DFK).

Uwaga 1.: Zawartość jednej próbki, zawierającej dwa składniki stopu, przygotowano przez odparowanie roztworu (po rozтворzeniu stopu w kwasie azotowym(V)) do białych dymów z pewnym kwasem utleniającym (przy czym wydzielął się żółtawy gaz i inne lotne produkty z rozтворzania stopu). Następnie rozcieńczono wodą, wygotowano i ostudzono.

Uwaga 2.: Ferrowina działa w dość kwaśnym środowisku, wydanego roztworu nie należy rozcieńczać wodą.

| <u>Na swoim stanowisku masz do dyspozycji:</u> | <u>Na stanowisku zbiorczym dostępne są:</u> |
|--|---|
| 10 pustych probówek | 1 mol·dm ⁻³ roztwór kwasu azotowego(V) |
| 12 pipetek polietylenowych | 2 mol·dm ⁻³ roztwór wodorotlenku potasu |
| 5 uniwersalne papierki wskaźnikowe | 3% roztwór wody utlenionej |
| tryskawkę z wodą destylowaną | 1% roztwór fluorku sodu, 0,05 mol·dm ⁻³ roztwór azotanu srebra, 0,05 mol·dm ⁻³ roztwór chlorku baru |
| | 1% roztwór dimetylogliksymu (DMG) |
| | 0,1% roztwór PAN-u (1-(2-pirydyloazo)-2-naftol) |

Polecenia

- a. (2 m.) Na podstawie wyglądu i pH otrzymanych roztworów, zidentyfikuj jaki rodzaj stopu masz w probówkach **1–3** oraz **4–6**. Przedstaw tok rozumowania.
- b. (21 m.) Wykryj jony powstałe po rozтворzeniu poszczególnych składników stopów (i ewentualnie po dalszej obróbce roztworu) znajdujące się w probówkach **1–3** oraz **4–6**. Identyfikację potwierdź co najmniej dwiema obserwacjami popartymi równaniami lub schematami reakcji dla każdego składnika stopu.
- c. (20 m.) Zidentyfikuj jony pozostałe z nadmiaru czynnika roztwarzającego w poszczególnych probówkach. Podaj jakie czynniki roztwarzające zastosowano do roztwarzania stopów. Podaj równania reakcji roztwarzania (i ewentualnie dalszej obróbki) poszczególnych składników stopu.
- d. (18 m.) Zidentyfikuj substancje organiczne zawarte w probówkach **A–F**. Wykorzystaj charakterystyczne cechy próbek oraz roztwory z probówek **1–6**. Przedstaw tok rozumowania.

Gospodaruj oszczędnie roztworami, dolewki nie są możliwe.

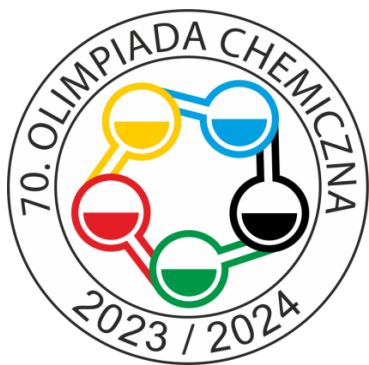
Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. Podaj skróty stosowane w arkuszu odpowiedzi.

Tekst oraz równania reakcji chemicznych napisane poza wyznaczonym miejscem nie będą sprawdzane!

Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!

Za poprawne wykonanie poleceń przyznawane są „marki”, które następnie przeliczane są na punkty.

Sumaryczna punktacja za zadanie laboratoryjne – 30 pkt. (61 m.)



ETAP II

27.01.2024

Rozwiązanie Zadanie laboratoryjne

Przykładowy zestaw roztworów:

| Nr próbówki | Obecne jony | | Nr próbówki | Obecne jony |
|-------------|---|--|-------------|--|
| 1 | Fe^{2+} , Fe^{3+} , H^+ , SO_4^{2-} | | 4 | Mg^{2+} , Zn^{2+} , H^+ , Cl^- |
| 2 | Ni^{2+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, ClO_4^- , H^+ | | 5 | $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, OH^- , Na^+ |
| 3 | Mn^{2+} , H^+ , SO_4^{2-} | | 6 | SiO_3^{2-} , OH^- , Na^+ |

Substancje organiczne

| Probówka | Substancja | | Probówka | Substancja |
|----------|----------------------|--|----------|-------------------|
| A | 1,5-difenylokarbazyd | | D | formaldoksym |
| B | alizaryna S | | E | czerwień metylowa |
| C | ferroina | | F | żółcień tiazolowa |

Ad *a*. Roztwór w prob. 2 jest mocno kwaśny, żółto-zielona barwa roztworu może wskazywać na obecność jonów niklu(II) i chromu(VI). Sugeruje to, że w probówkach **1–3** znajdują się składniki stopów żaroodpornych. Nie stwierdzono obecności jonów wolframu (brak osadu kwasu wolframowego w środowisku kwaśnym). Roztwory w probówkach **4–6** są bezbarwne, co wskazuje na obecność składników stopów lekkich.

Ad *b*. Zawartości wszystkich probówek, zawierających składniki stopu żaroodpornego (prob. **1–3**) mają charakter kwasowy, natomiast probówki ze składnikami drugiego stopu zawierają roztwory o odczynie zasadowym, poza probówką **4**, która jest mocno kwaśna.

Wykonanie prób z KOH z probówkami o odczynie kwaśnym.

Wyniki prób przedstawia tabela.

| Nr Prob. | Barwa roztworu | Mała ilość KOH | Duża ilość KOH | Bardzo duża ilość KOH |
|----------|----------------|--|--|--|
| 1 | żółtawa | brunatne kłaczkowate osady, roztwór zielonkawy | zielonkawy osad ciemniejący na powietrzu | zielonkawy osad, ciemniejący na powietrzu, roztwór bezbarwny |
| 2 | oliwkowy | zielonkawy osad | zielonkawy osad, roztwór żółty | zielonkawy osad, roztwór żółty |
| 3 | bezbarwny | biały osad | biały osad, brunatniejący | biało-brunatny osad, roztw. bezb. |
| 4 | bezbarwny | białe zmętnienie | biały osad | biały osad, częściowo rozp. |

Wnioski: Obserwacje dotyczące próbek **1** pozwalają przypuszczać że w roztworze znajdują się jony żelaza(II) i żelaza(III). W próbce **2** prawdopodobnie znajdują się jony niklu(II) i dichromianowe(VI). Probówka **3** zawiera prawdopodobnie jony manganu(II), zaś w **4** znajdują się prawdopodobnie jony cynku i magnezu.

Wykonanie prób z kwasem azotowym(V) z próbkami o odczynie zasadowym.

Wyniki prób przedstawia tabela.

| Nr prob. | Barwa roztworu | Mała ilość HNO ₃ | Duża ilość HNO ₃ |
|----------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5 | bezbarwny | biały, kłaczkowaty osad | roztwór bezbarwny |
| 6 | bezbarwny | nikłe zmętnienie | biały, galaretowaty osad |

Wnioski: Probówka **5** zawiera prawdopodobnie jony glinianowe Al(OH)_4^- lub cynkanowe Zn(OH)_4^{2-} , probówka **6** jony krzemianowe SiO_3^{2-} .

Wykonanie reakcji charakterystycznych.

Użycie dimetyloglioksymu.

Po dodaniu dimetyloglioksymu i ostrożnym zalkalizowaniu roztworu w próbce **1** pojawia się czerwone zabarwienie a w próbce **2** kłaczkowaty, różowy osad Ni(HDm) , co potwierdza obecność odpowiednio jonów żelaza(II) w próbce **1** i jonów niklu(II) w próbce **2**.

Potwierdzeniem obecności jonów chromianowych(VI) w roztworze **2** po strąceniu Ni(HDm)_2 jest wytrącanie brunatnego Ag_2CrO_4 (rozp w HNO_3) po dodaniu roztworu AgNO_3 .

Użycie wody utlenionej.

Dodanie wody utlenionej do strąconych wodorotlenków żelaza(II) i manganu(II) powoduje ciemnienie osadów, co pozwala wykryć jony żelaza(II) w próbce **1** i manganu (II) w próbce **3**.

Brak tworzenia barwnych kompleksów z wodą utlenioną wyklucza w badanych próbkach obecność tytanu (żółto-pomarańczowa barwa) i wanadu (czerwono-brunatna barwa) i molibdenu (jasnożółte zabarwienie).

Użycie roztworu fluorku sodu pozwala wykryć jony Fe(III) w próbce **1** (zanik żółtej barwy roztworu po utworzeniu kompleksu FeF_6^{3-}) jony Al^{3+} w próbce **5** (strącanie białego osadu AlF_3 rozpuszczalnego w nadmiarze odczynnika), jony Mg^{2+} w próbce **4** (strącanie białego osadu, nierozpuszczalnego w nadmiarze odczynnika). Jony fluorkowe rozpuszczają wytrącony, po dodaniu kwasu azotowego(V) do próbki **6**, osad kwasu krzemowego.

Jony magnezu można wykryć za pomocą żółceni tiazolowej (czerwone zabarwienie po dodaniu do wodorotlenku magnezu). Jony cynku można wykryć za pomocą PAN-u, w środowisku słabo kwasowym tworzy się czerwone zabarwienie.

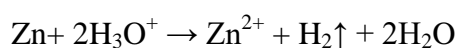
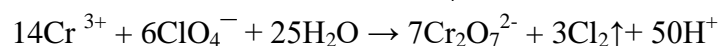
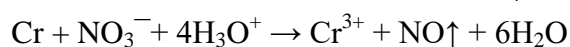
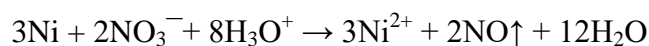
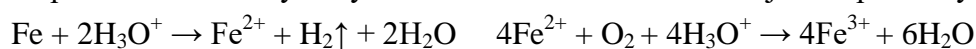
Ad c. Wykrycie rodzaju środka roztwarzającego, w którym roztworzono stop lub poddano odparowaniu.

Probówki **1–4** mają odczyn kwasowy. Działanie roztworem AgNO_3 na roztwory z próbek **1–3** nie zaobserwowano wytrącania białego, serowatego osadu AgCl . Taki osad powstał w próbce **4**, co pozwala uznać, że w tym przypadku użyto kwasu chlorowodorowego. Natomiast do roztwarzania stopów z próbek **1–3** nie użyto kwasu chlorowodorowego.

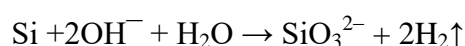
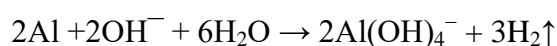
Dodanie roztworu BaCl₂ do roztworów z próbek o odczynie kwaśnym spowodowało wytrącenie białego, krystalicznego osadu odpowiednio przy próbce **1** i **3**. Świadczy to o użyciu do roztwarzania stopu kwasu siarkowego(VI).

Negatywny wynik dla próbki **2** dla obydwu czynników strącających wskazuje na użycie kwasu azotowego(V). Jednak informacja o użyciu kwasu utleniającego, odparowanie roztworu do białych dymów oraz występowanie w próbce **2** jonów dichromianowych może wskazywać, że w tym przypadku użyto kwasu chlorowego(VII). Kwas azotowy(V) nie utlenia jonów chromu(III) do dichromianów(VI), czyni to natomiast kwas chlorowy(VII). Potwierdzeniem tego jest dodanie do próbki **2** roztworu KOH i zakwaszenie kwasem azotowym(V). Powstanie krystalicznego osadu KClO₄ potwierdza to przypuszczenie.

Odparowanie do białych dymów usuwa z roztworu bardziej lotne produkty.



W przypadku próbek o odczynie alkalicznym do roztworzenia stopu użyto prawdopodobnie roztworu NaOH.



Ad **d**. Wśród substancji organicznych cztery są barwne (alizaryna S, ferroina, czerwień metylowa i żółcień tiazolowa), zaś dwie bezbarwne (formaldoksym i 1,5-difenylokarbazyd).

Czerwień metylowa jest wskaźnikiem pH, czerwona w środowisku kwasowym, żółta w alkalicznym. Tak zachowuje się substancja znajdująca się w próbce **E**.

Ferroina jest wskaźnikiem redoks, forma utleniona ma barwę niebieskawą, forma zredukowana czerwoną. W obecności utleniaczy (jony dichromianowe z prob **2**) zmienia zabarwienie z czerwonego na niebieskie. Nie zmienia zabarwienia przy zmianie pH.

Alizaryna S zachowuje się jak wskaźnik pH (żółte w środowisku kwasowym, czerwone w środowisku zasadowym) tworzy z jonami glinu w środowisku słabo kwasowym czerwony kompleks. Tak zachowuje się substancja z próbki **B**. Potwierdza to obecność glinu w próbce **5**. Należy dodać, że czerwony kompleks z glinem zmienia zabarwienie na żółtą po dodaniu roztworu fluorku sodu.

Formaldoksym daje z manganem(II) oraz z wanadem(V) w środowisku alkalicznym barwne kompleksy, odpowiednio czerwono-brunatny i żółty. Pozwala to wykryć substancję w próbce **D** i potwierdzić identyfikację manganu w próbce **3** i brak wanadu w roztworach do identyfikacji.

1,5-difenylokarbazyd daje z jonami dichromianowymi(VI) czerwono-fioletowe zabarwienie w środowisku kwaśnym. Zmieszanie roztworu z próbki **2** z roztworem z próbki **A** powoduje powstanie fioletowo-czerwonego zabarwienia.

Żółcień tiazolowa zmienia zabarwienie na czerwone w obecności wodorotlenku magnezu. Dodanie do roztworu z próbki **4** KOH, a następnie roztworu z próbki **F** pozwala na wykrycie żółcień i potwierdza obecność magnezu w próbce **4**.

| Ad a.) Identyfikacja rodzaju stopu | Punktacja | | |
|---|-----------|-------|-------|
| | Rec 1 | Rec 2 | Sprec |
| Roztwór w prob. 2 jest mocno kwaśny, żółto-zielona barwa roztworu może wskazywać na obecność jonów niklu(II) i chromu(VI). Sugeruje to, że w probówkach 1–3 znajdują się składniki stopów żaroodpornych. Zawartość wszystkich probówek, zawierających składniki stopu żaroodpornego (prob. 1–3) ma charakter kwasowy, brak osadu wyklucza obecność wolframu. W bezbarwnych roztworach probówek 4–6 znajdują się składniki stopów lekkich, brak niebieskiego zabarwienia wyklucza obecność miedzi. | 2 | | |

| Nr prob. | Identyfikacja | Uzasadnienie | Punktacja | | |
|----------|-----------------|--|-----------|-------|-------|
| | | | Rec 1 | Rec 2 | Sprec |
| 1 | Fe(III), Fe(II) | barwa roztworu - zielonkawo-beżowa, odczyn kwasowy $+ \text{KOH} \rightarrow$ rdzawy osad nrwno, roztwór zielonkawy $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ $+ \text{KOH} \rightarrow$ ziel. osad nrwno, brun. na pow., roztwór bezb $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$, $4\text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ $+ \text{NaF} \rightarrow$ zielonkawy roztwór $\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightarrow \text{FeF}_6^{3-}$ $+ \text{DMG} \rightarrow$ czerwona barwa roztworu kompleksu Fe(II)-DMG | 4 | | |
| 2 | Ni(II), Cr(VI) | barwa roztworu - zielono-pomarańczowa, odczyn kwasowy $+ \text{KOH} \rightarrow$ ziel. osad nrwno, roztwór żółty $\text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+$ $+ \text{DMG} \rightarrow$ różowy, kłaczk. osad; $\text{Ni}^{2+} + 2\text{H}_2\text{Dm} \rightarrow \text{Ni}(\text{HDm})_2\downarrow + 2\text{H}^+$ $+ \text{AgNO}_3 \rightarrow$ czerw-brun. osad; $\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow$ | 4 | | |
| 3 | Mn(II) | barwa roztworu - lekko różowy, odczyn kwasowy $+ \text{KOH} \rightarrow$ biały osad nrwno, brun. na pow., roztwór bezb $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2$; $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow$ (MnO_2 aq) $+ \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ brun-czarny osad nrozp. K, rozp K + H_2O_2 ; roztwór bezb $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{O}_2\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ | 3 | | |
| 4 | Mg(II), Zn(II) | roztwór bezbarwny, odczyn kwasowy $+ \text{KOH} \rightarrow$ biały osad częściowo rwno; roztwór bezbarwny $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ nrwno, rozp w K $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ rwno; $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$; $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ Roztwór PAN zmienia zabarwienie na czerwone w obecności Zn^{2+} . | 4 | | |
| 5 | Al(III) | roztwór bezbarwny, odczyn mocno zasadowy $+ \text{HNO}_3 \rightarrow$ biały, szlamowaty osad, rwno $\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$; $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$ $+ \text{NaF} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ biały, szlamowaty osad rwno $\text{Al}^{3+} + 3\text{F}^- \rightarrow \text{AlF}_3\downarrow$; $\text{AlF}_3\downarrow + 3\text{F}^- \rightarrow \text{AlF}_6^{3-}$ | 3 | | |
| 6 | Si(IV) | roztwór bezbarwny, odczyn mocno zasadowy $+ \text{HNO}_3 \rightarrow$ biały, szlamowaty osad, nrwno, rozp po dodaniu NaF $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$; $\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 6\text{F}^- + 4\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{SiF}_6^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ $+ \text{AgNO}_3 \rightarrow$ żółty osad, nrwno, rozp w HNO_3 , po chwili mętnieje $2\text{Ag}^+ + \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SiO}_3\downarrow$; $\text{Ag}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{Ag}^+$ | 3 | | |

nrwno – nierozpuszczalny w nadmiarze odczynnika

| Ad c.) Identyfikacja czynnika roztwarzającego, jony pozostałe z nadmiaru czynnika roztwarzającego, równania reakcji roztwarzania poszczególnych składników stopu | | | | | |
|--|------------------------|--|-----------|------|------|
| Nr prob | Jony z czynnika roztw. | Uzasadnienie, równania reakcji roztwarzania składników stopu | Punktacja | | |
| | | | Rec 1 | Rec2 | Srec |
| 1 | H^+, SO_4^{2-} | czynnik roztwarzający - kwas siarkowy(VI) $+ AgNO_3 \rightarrow$ brak reakcji $+ BaCl_2 \rightarrow$ biały, krystaliczny osad; $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ równanie reakcji roztwarzania żelaza i utlenienie Fe(II) do Fe(III): $Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 \uparrow + 2H_2O$ $4Fe^{2+} + O_2 + 4H_3O^+ \rightarrow 4Fe^{3+} + 6H_2O$ | 3 | | |
| 2 | H^+, ClO_4^- | czynnik roztw. HNO_3 ; użyty do odparowania - kwas chlorowy(VII) $+ AgNO_3 \rightarrow$ brak reakcji ; $+ BaCl_2 \rightarrow$ brak reakcji $+ KOH, + HNO_3 \rightarrow$ biały, krystaliczny osad; $K^+ + ClO_4^- \rightarrow KClO_4 \downarrow$ reakcje roztwarzania i dalszej obróbki $3Ni + 2NO_3^- + 8H_3O^+ \rightarrow 3Ni^{2+} + 2NO \uparrow + 12H_2O$ $Cr + NO_3^- + 4H_3O^+ \rightarrow Cr^{3+} + NO \uparrow + 6H_2O$ $14Cr^{3+} + 6ClO_4^- + 25H_2O \rightarrow 7Cr_2O_7^{2-} + 3Cl_2 \uparrow + 50H^+$ | 4 | | |
| 3 | H^+, SO_4^{2-} | czynnik roztwarzający - kwas siarkowy(VI) $+ AgNO_3 \rightarrow$ brak reakcji $+ BaCl_2 \rightarrow$ biały, krystaliczny osad; $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ równanie reakcji roztwarzania manganu: $Mn + 2H_3O^+ \rightarrow Mn^{2+} + H_2 \uparrow + 2H_2O$ | 3 | | |
| 4 | H^+, Cl^- | czynnik roztwarzający - kwas chlorowodorowy $+ AgNO_3 \rightarrow$ biały, serowaty osad nrozp. HNO_3 ; $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$ $+ BaCl_2 \rightarrow$ brak reakcji równanie reakcji roztwarzania magnezu i cynku: $Mg + 2H_3O^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2 \uparrow + 2H_2O$; $Zn + 2H_3O^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2 \uparrow + 2H_2O$ | 4 | | |
| 5 | Na^+, OH^- | czynnik roztwarzający - roztwór NaOH $+ pr\ 2, + HNO_3 \rightarrow$ brak reakcji $+ AgNO_3 \rightarrow$ czarny osad, rozp. w HNO_3 ; $2Ag^+ + OH^- \rightarrow Ag_2O \downarrow + H_2O$ $+ BaCl_2 \rightarrow$ biały, nikły osad, rozp. w HNO_3 ; $Ba^{2+} + 2OH^- \rightarrow Ba(OH)_2 \downarrow + H_2O$ $2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_4^- + 3H_2 \uparrow$ | 3 | | |
| 6 | Na^+, OH^- | czynnik roztwarzający - roztwór NaOH $+ pr\ 2, + HNO_3 \rightarrow$ brak reakcji $+ AgNO_3 \rightarrow$ czarny osad, rozp. w HNO_3 ; $2Ag^+ + OH^- \rightarrow Ag_2O \downarrow + H_2O$ $+ BaCl_2 \rightarrow$ biały, nikły osad, rozp. w HNO_3 ; $Ba^{2+} + 2OH^- \rightarrow Ba(OH)_2 \downarrow + H_2O$ $Si + 2OH^- + H_2O \rightarrow SiO_3^{2-} + 2H_2 \uparrow$ | 3 | | |

| Ad d.) Identyfikacja substancji z próbek A–F | | | | | |
|--|---------|---|-----------|-------|------|
| Nr próbki | Wykryto | Uzasadnienie | Punktacja | | |
| | | | Rec 1 | Rec 2 | Srec |
| A | DFK | roztwór bezbarwny, czuć zapach acetonu | 3 | | |
| | | 1,5-difenylokarbazyd daje z jonami dichromianowymi(VI) czerwono-fioletowe zabarwienie w środowisku kwaśnym. Zmieszanie roztworu z próbki 2 z roztworem z próbki A powoduje powstanie fioletowo-czerwonego zabarwienia. | | | |
| B | ALS | roztwór wodny, czerwony | 3 | | |
| | | Alizaryna S zachowuje się jak wskaźnik pH (żółte zabarwienie w środowisku kwasowym, czerwone w środowisku zasadowym) Z jonami glinu, w środowisku słabo kwasowym, tworzy czerwony kompleks. Potwierdza to obecność glinu w próbce 5. Należy dodać, że czerwony kompleks z glinem zmienia zabarwienie na żółtą po dodaniu roztworu fluorku sodu. | | | |
| C | FER | roztwór wodny, czerwony | 3 | | |
| | | Ferroina jest wskaźnikiem redoks, forma utleniona ma barwę niebieskawą, forma zredukowana czerwoną. W obecności utleniaczy (jony dichromianowe z prob 2) zmienia zabarwienie z czerwonego na niebieskie. Nie zmienia zabarwienia przy zmianie pH. | | | |
| D | FMD | roztwór wodny, bezbarwny | 3 | | |
| | | Formaldoksym daje z manganem(II) oraz z wanadem(V) w środowisku alkalicznym barwne kompleksy, odpowiednio czerwono-brunatny i żółty. Pozwala to wykryć substancję w próbce D i potwierdzić identyfikację manganu w próbce 3 i brak wanadu w roztworach do identyfikacji. | | | |
| E | CZM | roztwór alkoholowy, żółto-pomarańczowy | 3 | | |
| | | Czerwień metylowa jest wskaźnikiem pH, czerwona w środowisku kwasowym, żółta w alkalicznym. Tak zachowuje się substancja znajdująca się w próbce E. | | | |
| F | ZTZ | roztwór wodny barwy żółtej | 3 | | |
| | | Żółcień tiazolowa zmienia zabarwienie na czerwone w obecności wodorotlenku magnezu. Dodanie KOH do roztworu z próbki 4, a następnie roztworu z próbki F pozwala na wykrycie żółcieni tiazolowej i potwierdza obecność magnezu w próbce 4. | | | |