

---

# ETAP II

## 27.01.2018

### *Zadanie laboratoryjne*

---

#### **Wykrywanie anionów**

Analiza anionów to ważne zagadnienie w analizie jakościowej, które obejmuje wykorzystanie charakterystycznych reakcji anionów z odczynnikami grupowymi oraz reakcji specyficznych dla danego rodzaju jonu. Anionami mogą być reszty kwasowe prostych kwasów halogenowodorowych, kwasów tlenowych niemetalu i metali oraz kompleksy metali.

W próbkach opisanych numerami **1-12** znajdują się wodne roztwory soli i kwasów zawierających **aniony**, w skład których wchodzi pierwiastki, takie jak chrom, mangan, żelazo, azot, tlen, węgiel oraz takie **aniony**, takie jak azotany(V), chlorki, bromki, jodki, tiocyjaniany, siarczany(VI), siarczany(IV), węglany, wodorowęglany, wodorofosforany i diwodorofosforany.

Siedem próbek zawiera mieszaniny dwóch substancji z czego pięć zawiera mieszaniny dwóch substancji o wspólnym kationie. W dwóch próbkach znajdują się aniony czterech substancji zawierających metal (kationem są jony potasu), zaś w trzech próbkach znajdują się roztwory soli sodowych, przy czym dwa roztwory mają właściwości buforowe. Pojedyncze substancje rozmieszczone w próbkach to sole srebra, potasu, baru, ołowiu i żelaza z anionami wymienionymi wyżej. Jeden roztwór powstał ze zmieszania soli potasu i soli żelaza z utworzeniem barwnego kationu, zaś w innym znajduje się kleik skrobiowy wraz z solą potasu. Niektóre roztwory mogą być zakwaszone (kwas o identycznym anionie jak sól), by przeciwdziałać hydrolizie soli. Stężenie substancji jest zróżnicowane, od 0,005 do 0,2 mol/dm<sup>3</sup>.

Cztery próbki opisane literami **A, B, C i D** zawierają wskaźniki, takie jak: tymolofaleina, fenolofaleina, oranż metylowy i tropeolina 00. Zakres zmiany barwy tropeoliny to pH 1,3-3,2.

**Dysponujesz:** tryskawką z wodą destylowaną, pięcioma pipetkami polietylenowymi, ośmioma pustymi próbkami, trzema papierkami wskaźnikowymi.

**Na stanowisku zbiorczym znajdują się:** roztwory kwasu azotowego(V) o stężeniu 1 mol/dm<sup>3</sup> (K) i wodorotlenku sodu o stężeniu 0,2 mol/dm<sup>3</sup> (Z). Stanowisko wyposażone jest w palnik, łapę do próbek.

**Uwaga 1! Żelazo w anionach występuje na różnych stopniach utlenienia.**

**Uwaga 2! Roztwór wodorotlenku sodu na stanowisku zbiorczym może zawierać węglany.**

## **Polecenia**

- a. (1,5 pkt.)* Na podstawie barwy roztworów, badania odczynu oraz danych w treści zadania zaproponuj, jakie aniony mogą znajdować się w mieszaninach, a jakie związki występują pojedynczo.
- b. (2 pkt.)* Przedstaw plan postępowania mającego na celu identyfikację składu roztworów.
- c. (21 pkt.)* Wykonaj charakterystyczne próby celem identyfikacji substancji lub potwierdzenia przypuszczeń. Zidentyfikuj substancje w roztworach.
- d. (1,5 pkt.)* Na którym stopniu utlenienia występują metale w anionach oraz żelazo jako kation? Odpowiedź uzasadnij.
- e. (1,5 pkt.)* Podaj jak sprawdzić obecność roztworów o charakterze buforu.
- f. (2,5 pkt.)* Napisz równania reakcji zachodzących w trakcie identyfikacji substancji (10 równań po 0,25 pkt). Nie są punktowane równania reakcji dla wskaźników.

### **Uwaga!**

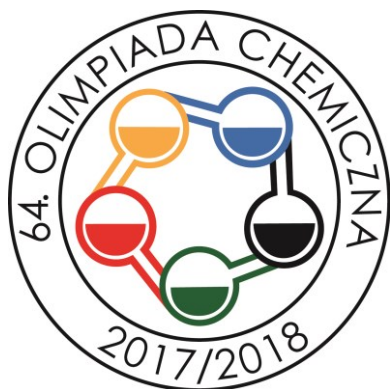
**Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. Podaj skróty stosowane w arkuszu odpowiedzi.**

**Gospodaruj oszczędnie roztworami, dolewki nie są możliwe.**

*Pamiętaj o zachowaniu zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania analiz!*

**Sumaryczna punktacja za zadanie laboratoryjne – 30 pkt.**

**Czas wykonania zadania 240 minut.**



## ETAP II

27.01.2018

### *Rozwiązanie zadania laboratoryjnego*

#### *Przykładowe rozmieszczenie substancji*

Nr	Nazwa substancji
1	$K_2CrO_4 + KMnO_4$
2	$Fe(SCN)SO_4$
3	$K_4[Fe(CN)_6] + K_3[Fe(CN)_6]$
4	$BaCl_2$
5	KI + skrobia
6	$AgNO_3$

Nr	Nazwa substancji
7	$Pb(NO_3)_2$
8	$Na_2CO_3 + NaHCO_3$
9	$NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$
10	$Na_2SO_4 + Na_2SO_3$
11	$FeCl_3$
12	HBr

Nr	Nazwa substancji
A	Fenoloftaleina
B	Tropeolina 00

Nr	Nazwa substancji
C	Oranż metylowy
D	Tymoloftaleina

Przedstawiono rozwiązanie, które pokazuje rozumowanie umożliwiające odpowiedzi na postawione pytania. Zawodnik mógłby je przedstawić w brudnopisie, odpowiednie fragmenty powinny się znaleźć w arkuszu odpowiedzi.

Ad **a**. Biorąc pod uwagę barwę roztworów, ich odczyn oraz dane z treści zadania można zaproponować następujące układy:

1. Barwa czerwona, roztwór **1** i **2**, odczyn niemal obojętny –  $KMnO_4$  (fioletowy) +  $K_2CrO_4$  (żółty), tiocyjanian żelaza(III).
2. Barwa żółta, roztwór **3** i **11**, odczyn niemal obojętny, substancje:  $K_2CrO_4$ ,  $K_3[Fe(CN)_6]$  +  $K_4[Fe(CN)_6]$ , odczyn kwaśny –  $FeCl_3$ .
3. Roztwory bezbarwne, odczyn niemal obojętny lub słabo kwasowy, substancje pojedyncze i mieszaniny, 5 roztworów –  $BaCl_2$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $AgNO_3$ , KCl, KBr, KI + skrobia,  $Pb(NO_3)_2$ , mieszanina diwodorofosforanu sodu + wodorofosforanu disodu (roztwór buforowy).
4. Roztwory bezbarwne, odczyn lekko alkaliczny, dwa roztwory, węglan disodu + wodorowęglan sodu (roztwór buforowy), siarczan(VI) sodu i siarczan(IV) sodu.
5. Roztwór bezbarwny, odczyn mocno kwasowy – kwas chlorowodorowy, kwas bromowodorowy, kwas siarkowy(VI).
6. Wśród wskaźników dwa są bezbarwne **A** i **D** (fenoloftaleina lub tymoloftaleina), dwa pomarańczowe **B** i **C** (oranż metylowy lub tropeolina 00).

Ad **b. i c.** Identyfikację można rozpocząć od wykrycia jonów  $\text{Ag}^+$  do czego może być pomocne sprawdzenie, jakie aniony znajdują się w roztworze o odczynie silnie kwasowym. W tabeli podano wyniki reakcji pomiędzy roztworem **12**, do którego dodano pomarańczowy wskaźnik, oranż metylowy lub tropeolina 00 (zabarwienie czerwone) a innymi roztworami bezbarwnymi.

Nr roztworu	4	5	6	7	8	9	10
Obserwacje	bz	bz	Bia-żół↓, Ogrz bz R bz	Biały↓, Ogrz rozp R bz	R żółty, bezw ↑	R żółty,	R żółty, dusz ↑

Skróty: bz – bez zmian; R – roztwór; ↓ – osad; ↑ – gaz; bezw – bezwonny; dusz – duszący

Wnioski: kwaśny roztwór zawiera jony chlorkowe lub bromkowe, raczej nie zawiera jonów siarczanowych, strąca serowaty osad prawdopodobnie  $\text{AgCl}$  lub  $\text{AgBr}$ .

roztwór **4, 5** –  $\text{KI}$  lub sól baru;

roztwór **6, 7** –  $\text{AgNO}_3$  lub  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , prawdopodobnie w **6**  $\text{AgNO}_3$ ;

roztwór **8** – prawdopodobnie bufor węglanowy;

roztwór **9** – prawdopodobnie bufor fosforanowy;

roztwór **10** – prawdopodobnie jony siarczanowe(IV);

Potwierdzenie identyfikacji roztworów **4, 5, 6, 7**.

Numer roztworu	6	7
4	Biało-żółty, serowaty osad, ciemnieje na świetle	Biały, serowaty osad rozpuszczalny po ogrzaniu
5	Żółtobiały, serowaty osad	Żółty osad, po ogrzaniu i ostudzeniu „złote” płatki

W tabeli pokazano wyniki reakcji krzyżowych pomiędzy roztworami

Wnioski: roztwór **4** –  $\text{BaCl}_2$ ; roztwór **5** –  $\text{KI}$ ; roztwór **6** –  $\text{AgNO}_3$ ; roztwór **7** –  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

Wykorzystanie wykrytego  $\text{AgNO}_3$  do identyfikacji pozostałych substancji. W tabeli podano wyniki obserwacji działania  $\text{AgNO}_3$  na pozostałe roztwory.

Nr roztworu	1	2	3	8	9	10	11
Obserwacje	Cz-brun↓ rozp w K R czerw	Biały ↓ nrozp w K Odb R	Żół-biały↓ nrozp w K	Biały ↓ rozp w K bezw ↑	Żółty ↓ rozp w K	bz	Biały ↓ nrozp w K ciemn św

Skróty – nrozp – nierozpuszczalny; odb – odbarwienie; ciemn św – ciemniejący na świetle

Wnioski: roztwór **1** –  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  + prawdopodobnie  $\text{KMnO}_4$ ; roztwór **2** – jon  $\text{FeSCN}^{2+}$  lub  $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ , roztwór **3** – prawdopodobnie  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  i  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ; **8** - węglan sodu i prawdopodobnie wodorowęglan sodu; **9** – wodorofosforan disodu i prawdopodobnie diwodorofosforan sodu; **10** - siarczan(IV) disodu i azotan sodu lub siarczan(VI) disodu, **11** – chlorek żelaza(III).

Potwierdzenie mieszanin buforowych i wykrycie wskaźników: bufor węglanowy, 1 cm<sup>3</sup> roztworu **8** – po dodaniu bezbarwnych wskaźników z **D** – brak zabarwienia lub blado-niebieskie, z **A** – barwa malinowa, dodawanie kwasu po kropli odbarwienie po 3 – 4 kroplach, nie obserwuje się przy tym wydzielania gazu, dodanie oranżu metylowego i dalsze dodawanie kwasu po kropli – wydzielanie bezwonnego gazu i po 8-10 kroplach czerwone zabarwienie. Gdy do 1 cm<sup>3</sup> roztworu **8** dodać roztworu z próbówki **D** i dodawać po kropli roztwór NaOH po kilku kroplach pojawia się zabarwienie granatowe.

Bufor fosforanowy: na 1 cm<sup>3</sup> roztworu **9** potrzeba 5-6 kropli roztworu NaOH, by uzyskać malinowe zabarwienie wobec fenoloftaleiny. Natomiast na 1 cm<sup>3</sup> roztworu **9** wobec tropeoliny OO potrzeba ok. 10 kropli kwasu, by nastąpiła zmiana zabarwienia na czerwone, podczas gdy w obecności oranżu potrzeba znacznie mniej kwasu do osiągnięcia czerwonego zabarwienia.

Wnioski: **A** – fenoloftaleina; **B** – tropeolina OO, **C** – oranż metylowy, **D** - tymoloftaleina

Potwierdzenie obecności jonów siarczanowych(IV): w środowisku kwasowym jony siarczanowe(IV) wykazują właściwości redukujące: odbarwiają czerwony roztwór **2** na skutek redukcji jonów żelaza(III) do żelaza(II) (które nie tworzy barwnego połączenia z jonami tiocyjanianowymi), zmieniają zabarwienie roztworu **1** na zielone, redukując jony manganianowe(VII) do jonów manganu(II) i chromianowe(VI) do jonów chromu(III).

Natomiast otrzymany, bezbarwny roztwór żelaza(II), zmieszany z roztworem **3** tworzy granatowe zabarwienie błękitu pruskiego, diheksacyjanożelazianu(III) trizelaza(II).

Wykrycie jonu siarczanowego(VI): towarzyszącego anionowi siarczanowemu(IV) - do roztworu **10** dodać kwasu azotowego(V) i wygotować do zaniku ostrego zapachu charakterystycznego dla ditlenku siarki. Strącanie białego osadu z roztworem z próbówki **4** lub **7** świadczy o obecności jonów siarczanowych(VI) w próbówce **10**. Podobnie biały osad strąca się w próbówce **2** po dodaniu roztworu **4**, co świadczy o tym, że do otrzymania tego roztworu użyto siarczanu żelaza(III) i tiocyjanianu potasu.

Wykrycie mieszaniny jonów heksacyjanożelazianowych(II) obok heksacyjanożelazianowych(III) polega na dodaniu do roztworu **3** roztworu **10**, zawierającego jony żelaza(III).

Tworzy się błękitny triheksacyjanożelazian(II) diżelaza(III).

Potwierdzeniem obecności skrobi i jodku potasu w próbówce **5** jest tworzenie granatowego kompleksu jodu ze skrobią, zaś jod tworzy się w wyniku działania na jony jodkowe utleniaczy takich jak z roztworu **1** jony manganianowe(VII), dichromianowe(VI), powstałe z jonów chromianowych po zakwaszeniu, czy z żelaza(III) w chlorku żelaza w roztworze **11** lub z jonów heksacyjanożelazianowych(III) z roztworu **3** (po dodaniu kwasu). Z kolei dodanie roztworu **10** zawierającego jony siarczanowe(IV) powoduje redukcję jodu do jonów jodkowych i zanik granatowego zabarwienia.

Wykrycie jonów bromkowych w roztworze **12** poprzez utlenianie przez jony manganianowe(VII) czy chromianowe(VI) z próbówki **1** do bromu. Wydzielony brom może odbarwiać oranż metylowy na skutek destrukcji barwnika. Jony chlorkowe nie odbarwiają na zimno roztworu KMnO<sub>4</sub>.

Ad **d**. W roztworach o czerwonej barwie mangan jako jon manganianowy(VII) o barwie fioletowej, chrom jako jon chromianowy(VI) o barwie żółtej, żelazo jako kation na trzecim stopniu utlenienia (czerwone zabarwienie z tiocyjanianami).

W roztworach o żółtej barwie - żelazo na drugim (heksacyjanożelazian(II)) i trzecim stopniu utlenienia (heksacyjanożelazian(III)) oraz żelazo(III) w chlorku żelaza.

Ad **e**. Roztwory buforowe to mieszaniny słabego kwasu (zasady) i sprzężonej z nim zasady (kwasu). Mogą nimi być sole kwasów wieloprotonowych, tak jak wymienione w treści zadania sole zawierające jony węglanowe (zasada) i wodorowęglanowe (słaby kwas) oraz wodorofosforanowe (zasada) i diwodorofosforanowe (słaby kwas). Roztwory takie charakteryzują się pewną odpornością na zmiany pH po dodaniu mocnych kwasów lub mocnych zasad, co oznacza, że barwa roztworu z dodatkiem odpowiedniego wskaźnika utrzymuje się mimo dodania kwasu lub zasady.

### ARKUSZ ODPOWIEDZI

Ad <i>a</i> . <i>Występowanie substancji na podstawie barwy, odczynu, treści zadania</i>	ocena
<p>Barwa czerwona, roztwór <b>1</b> i <b>2</b>, odczyn niemal obojętny – <math>\text{KMnO}_4</math> (fioletowy) + <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> (żółty), tiocyjanian żelaza(III),</p> <p>Barwa żółta, roztwór <b>3</b> i <b>11</b>, odczyn niemal obojętny, substancje: <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math>, <math>\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math> + <math>\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math>, odczyn kwaśny – <math>\text{FeCl}_3</math></p> <p>Roztwory bezbarwne, odczyn niemal obojętny lub słabo kwasowy, substancje pojedyncze i mieszaniny, 5 roztworów - <math>\text{BaCl}_2</math>, <math>\text{Ba}(\text{NO}_3)_2</math>, <math>\text{AgNO}_3</math>, <math>\text{KCl}</math>, <math>\text{KBr}</math>, <math>\text{KI}</math> + skrobia, <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math>, mieszanina diwodorofosforanu sodu + wodorofosforanu disodu (roztwór buforowy)</p> <p>Roztwory bezbarwne, odczyn lekko alkaliczny, dwa roztwory, węglan sodu + wodorowęglan sodu (roztwór buforowy), siarczan(VI) sodu i siarczan(IV) sodu.</p> <p>Roztwór bezbarwny, odczyn mocno kwasowy, - kwas chlorowodorowy, kwas bromowodorowy, kwas siarkowy(VI)</p> <p>Wśród wskaźników dwa są bezbarwne <b>A</b> i <b>D</b> (fenoloftaleina lub tymoloftaleina), dwa pomarańczowe <b>B</b> i <b>C</b> (oranż metylowy lub tropeolina 00).</p>	<b>1,5 pkt</b>

Ad <i>b</i> . <i>Plan analizy</i>	ocena
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potraktowanie bezbarwnych roztworów roztworem <b>12</b> o mocno kwasowym odczynie z dodatkiem pomarańczowego wskaźnika (wykrycie buforów, jonów siarczanowych(IV)).</li> <li>2. Wykrycie <math>\text{AgNO}_3</math>, <math>\text{BaCl}_2</math>, <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math>, <math>\text{KI}</math> w reakcjach krzyżowych pozostałych roztworów bezbarwnych.</li> <li>3. Wykorzystanie wykrytego <math>\text{AgNO}_3</math> do identyfikacji pozostałych substancji.</li> <li>4. Potwierdzenie mieszanin buforowych i wykrycie wskaźników.</li> <li>5. Potwierdzenie obecności jonów siarczanowych(IV), wykrycie jonów siarczanowych(VI).</li> <li>6. Wykrycie mieszaniny jonów heksacyjanożelazianowych(II) obok heksacyjanożelazianowych(III).</li> <li>7. Potwierdzenie obecności skrobi (jodku potasu).</li> </ol>	<b>2,0 pkt</b>

Ad c. <i>Identyfikacja substancji</i>			
Nr próbki	Wykryto	Uzasadnienie	Ocena
1	KMnO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Czerwony, odczyn obojętny + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓ czerwono-brunatny, R różowy; + pr10 (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) + K → R żółto-zielony + pr 12 (HBr) → R żółto-zielony; + OM → zanik barwy wskaźnika	<b>i1,0 u1,0</b>
2	KSCN Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (FeSCN <sup>2+</sup> )	Czerwony, odczyn niemal obojętny, lekko kwaśny + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓ biały serowaty, odbarwienie R; + pr10 (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) + K → odbarwienie R + pr 5 (KI + skrobia) → granatowy R	<b>i1,0 u1,0</b>
3	K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	Żółty, odczyn obojętny + pr 5 (KI + skrobia) + K → niebiesko-zielony R + pr 2 lub 10 (Fe(III)) → granatowy roztwór + pr 2 + pr 10 + K (Fe(II)) → granatowy roztwór	<b>i1,0 u1,0</b>
4	BaCl <sub>2</sub>	Bezbarwny, odczyn obojętny + pr 2 lub pr 10 (jony siarczanowe(VI)) → ↓biały, kryst nrozp K + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓ biały serowaty, nrozp w K, cnśw + pr 2 (jony chromianowe) → ↓żółty kryst, rozp w K	<b>i0,5 u0,5</b>
5	KI Skrobia	Bezbarwny, odczyn obojętny + pr 7 (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) → ↓żółty kryst, rozp gor. woda, po ozięb kryształ + pr 1 (KMnO <sub>4</sub> + K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> ) + K → granatowy roztwór + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓ białozółty , nrozp K	<b>i1,0 u1,0</b>
6	AgNO <sub>3</sub>	Bezbarwny, odczyn niemal obojętny + pr 3 → ↓ biały, nrozp K + pr 8 → ↓ biały, rozp w K; wydzielanie bezw gazu + pr 9 → ↓biało-żółty, rozp w K,	<b>i0,5 u0,5</b>
7	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Bezbarwny, odczyn niemal obojętny (lekko kwasowy) + pr 8 → ↓ biały, rozp w K; wydzielanie bezw. gazu + pr 9 → ↓biały, rozp w K, + pr 10 → ↓biały , + K nrozp, ogrz. → ↑ zapach palonej siarki	<b>i0,5 u0,5</b>
8	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> NaHCO <sub>3</sub>	Bezbarwny, odczyn alkaliczny + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓biały, rozp K → ↑ bezw + pr D (TYM) → bezb +kk Z → nieb + pr A (FEN) → malin + kk K → bezb + pr C (OM) →ż + kk K → cz	<b>i1,0 u1,0</b>
9	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Bezbarwny, odczyn niemal obojętny (lekko kwasowy) + pr 6 (AgNO <sub>3</sub> ) → ↓żółty, rozp K + pr A (FEN) → bezb + kk Z → malin + pr B (TRO) → ż + kk K → cz ; + pr C (OM) →ż + k K → cz	<b>i1,0 u1,0</b>

<b>10</b>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Bezbarwny, odczyn lekko alkaliczny + K ogrz → ↑ zapach palonej siarki, odb papierka jodoskrobiowego + pr 4 (BaCl <sub>2</sub> ) → ↓biały , + K nrozp, ogrz. → ↑ zapach palonej siarki + K, pr 2 (FeSCN <sup>2+</sup> ) → odb; K + pr 1 + pr 5 → gran +pr 10 → odb	<b>i1,0 u1,0</b>
<b>11</b>	FeCl <sub>3</sub>	Żółty, odczyn kwasowy, przy rozc K blednie + Z → ↓brun, rozp K, + pr 7 (Pb <sup>2+</sup> ) → ↓ biały, kryst, rozp gor. wodą, po ozięb kryształy + pr 3 → granatowe zabarwienie	<b>i0,5 u0,5</b>
<b>12</b>	HBr	Bezbarwny, odczyn mocno kwaśny + pr 1 → zanik czerwonej barwy, + pr C odb wskaźnika + pr 6 → bladożółty osad, + pr 2 → czerw zabarwienie roztw + pr 11 → żółty R, w odróżnieniu od rozc pr 11 za pomocą K	<b>i0,5 u0,5</b>
<b>A</b>	Fenoloftaleina	Bezbarwny, zapach alkoholu + Z → malinowe zabarwienie + pr 8 → malinowe zabarwienie, + kk K zanik zabarwienia	<b>i0,25 u0,25</b>
<b>B</b>	Tropeolina 00	Pomarańczowy + pr 11 (K) → czerwobrnatne zabarwienie + pr 9 → żółte zabarwienie, + kk K → czerwone zabarwienie	<b>i0,25 u0,25</b>
<b>C</b>	Oranz metylowy	Pomarańczowy + pr 11 (K) → czerwone zabarwienie + pr 9 → żółte zabarwienie, + k K → czerwone zabarwienie	<b>i0,25 u0,25</b>
<b>D</b>	Tymoloftaleina	Bezbarwny, zapach alkoholu + Z → niebieskie zabarwienie + pr 8 → zabarwienie bladoniebieskie, + kk Z granatowe zabarwienie	<b>i0,25 u0,25</b>

Stosowane skróty: K – HNO<sub>3</sub> 1 mol/dm<sup>3</sup>; Z – NaOH 0,2 mol/ dm<sup>3</sup>; R roztwór; pr – probówka; → - powstaje, ↓ - osad; ↑ - gaz; rozp – rozpuszczalny; nrozp – nierozpuszczalny; kk – obserwowana zmiana zabarwienia dopiero po kilku kroplach; OM – oranż metylowy; TRO – tropeolina 00; TYM – tymoloftaleina, FEN – fenoloftaleina; rozc – rozcieńczany; gor - gorąca; ozięb – oziębienie

<b>Ad d. Stopień utlenienia metali w anionach i kationie żelaza</b>	ocena
W roztworach o czerwonej barwie mangan jako jon manganianowy(VII) o barwie fioletowej, chrom jako jon chromianowy(VI) o barwie żółtej, żelazo jako kation na trzecim stopniu utlenienia (czerwone zabarwienie z tiocyjanianami). W roztworach żółtej barwie żelazo na drugim (heksacyjanożelazian(II)) i trzecim stopniu utlenienia (heksacyjanożelazian(III)) oraz żelazo(III) w chlorku żelaza	<b>1,5 pkt</b>



<b>Ad e. Sposób sprawdzenia charakteru buforowego roztworów</b>	ocena
Roztwory buforowe to mieszaniny słabego kwasu (zasady) i sprzężonej z nim zasady (kwasu). Mogą nimi być sole kwasów wieloprotonowych, tak jak wymienione w treści zadania sole zawierające jony węglanowe (zasada) i wodorowęglanowe (słaby kwas) oraz wodorofosforanowe (zasada) i diwodorofosforanowe (słaby kwas). Roztwory takie charakteryzują się pewną odpornością na zmiany pH po dodaniu mocnych kwasów lub mocnych zasad, co oznacza, że barwa roztworu z dodatkiem odpowiedniego wskaźnika utrzymuje się mimo dodania kwasu lub zasady.	<b>1,5 pkt</b>

<b>Ad f. Równania reakcji (jonowo)</b>			Ocena
Nr	Nr probówek	Równania reakcji	
<b>1</b>	1 + 5 + K	$2\text{MnO}_4^- + 10\text{I}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$	<b>0,25 pkt</b>
<b>2</b>	1 + 12	$2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{Br}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$	<b>0,25 pkt</b>
<b>3</b>	Równ 1 + 10	$\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$	<b>0,25 pkt</b>
<b>4</b>	2 + 5	$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$	<b>0,25 pkt</b>
<b>5</b>	2 + 6	$\text{FeSCN}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{AgSCN}\downarrow$	<b>0,25 pkt</b>
<b>6</b>	2 + 10	$2\text{FeSCN}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{SCN}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$	<b>0,25 pkt</b>
<b>7</b>	3 + 6	$3\text{Ag}^+ + \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$	<b>0,25 pkt</b>
<b>8</b>	3 + 6	$4\text{Ag}^+ + \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow \text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$	<b>0,25 pkt</b>
<b>9</b>	5 + 6	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}\downarrow$	<b>0,25 pkt</b>
<b>10</b>	5 + 7	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$	<b>0,25 pkt</b>
<b>11</b>	8 + K	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$ ; $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	
<b>12</b>	8 + Z	$\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	
<b>13</b>	9 + K; 9 + Z	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	
<b>14</b>	10 + K	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	