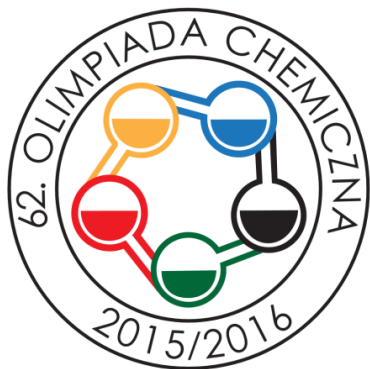




ETAP II

30.01.2016

Zadanie laboratoryjne

Wykorzystanie roztworzenia metali w analizie jakościowej

W probówkach opisanych numerami **1-12** znajdują się wodne roztwory zawierające substancje nieorganiczne podane w tabeli, gdzie podano także ich stężenie.

Chlorek żelaza(III), 0,5%	Kwas azotowy(V) o stężeniu 2 mol/dm ³
Chromian(VI) potasu, 0,5%	Kwas siarkowy(VI) o stężeniu 2 mol/dm ³
Azotan(V) bizmutu, 1%	Siarczan(VI) żelaza(III) 0,5%
Chlorek cyny(IV), 1%	Azotan(V) miedzi(II) 0,2%
Jodan(V) potasu, 0,5%	Jodek potasu 2%
Bromian(V) potasu, 0,5%	Azotan(V) srebra, 1%

W probówkach mogą znajdować się pojedyncze substancje lub mieszaniny. Za mieszaninę uważa się roztwór soli zakwaszony kwasem azotowym(V), siarkowym(VI) lub chlorowodorowym (którego anion jest taki sam jak anion soli). Cztery mieszaniny tworzą substancje z dodatkiem odpowiedniego wskaźnika, używanego w miareczkowaniach redoks (kleik skrobiowy, oranż metylowy, ferroina).

Wykonanie zadania

Na stanowisku masz do dyspozycji drut żelazny oraz drut miedziany. Do czyszczenia powierzchni drutów masz kawałek papieru ściernego.

Do dyspozycji masz 4 papierki wskaźnikowe, tryskawkę z wodą destylowaną, zestaw 8 probówek, 12 pipetek polietylenowych, kawałek bibuły filtracyjnej.

Na stanowisku zbiorczym znajduje się palnik lub łożnia wodna, roztwór amoniaku o stężeniu 2 mol/dm³, roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 1 mol/dm³, fenoloftaleina.

Wskazówki

Zaobserwowanie efektu działania drutów z badanymi roztworami może trwać do ok. 5min. Pełna punktacja będzie przyznawana pod warunkiem przeprowadzenia prób roztwarzania metali.

Uwaga 1. Druty, przed włożeniem do badanego roztworu, należy osuszyć bibułą i oczyścić papierem ściernym.

Uwaga 2. Przy ogrzewaniu probówki z badanym roztworem, włożony drut nie powinien opierać się o dno probówki.

Polecenia

- a. (4 pkt.)* Przeprowadź badania odczynu roztworów i wyglądu zawartości probówek. Zidentyfikuj kwas siarkowy(VI), dodaj go do roztworów o odczynie obojętnym. Wyciągnij wnioski z obserwacji oraz danych przedstawionych w zadaniu i zaproponuj jakie substancje mogą znajdować się w poszczególnych probówkach.
- b. (16 pkt.)* Przeprowadź próby roztwarzania drutu żelaznego i miedzanego w roztworach. Dokonaj identyfikacji substancji występujących w probówkach **1-12** podając uzasadnienie, potwierdź przypuszczenia niezbędnymi reakcjami.
- c. (4 pkt.)* Podaj, które substancje z przedstawionych w zadaniu mogą ulegać reakcji utlenienia. Podaj utleniacze, warunki utleniania i równania zachodzących reakcji.
- d. (6 pkt.)* Podaj równania reakcji (zapis jonowy) zachodzących podczas prób z roztwarzaniem metali lub produktami ich roztwarzania, wykonywanych w celu identyfikacji substancji (punktowane 12 równań po 0,5 pkt.).

Uwaga!

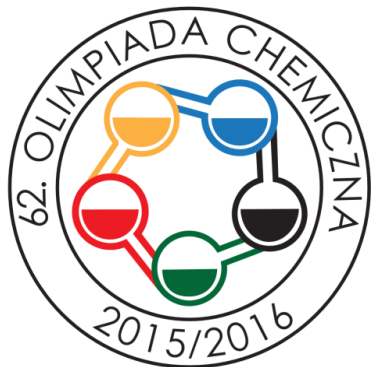
Obejrzyj uważnie arkusz odpowiedzi. Zaplanuj i wpisz rozwiązanie tak, by mieściło się w wyznaczonym miejscu. W razie potrzeby stosuj skróty, ich rozwinięcie podaj w odpowiednim miejscu arkusza odpowiedzi.

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

30.01.2016

Rozwiązanie zadania laboratoryjnego

Przykładowe rozmieszczenie substancji:

Nr probówki	Substancje nieorganiczne
1	Chlorek żelaza(III) + HCl
2	Chromian(VI) potasu + ferroina
3	Azotan(V) bizmutu + HNO ₃
4	Chlorek cyny(IV) + HCl
5	Jodan(V) potasu + kleik skrobiowy
6	Bromian(V) potasu + oranż metylowy
7	Azotan(V) srebra
8	Kwas azotowy(V)
9	Kwas siarkowy(VI)
10	Siarczan(VI) żelaza(III) + H ₂ SO ₄
11	Azotan(V) miedzi(II)
12	Jodek potasu + kleik skrobiowy

Ad a. Barwa roztworów substancji, odczyn roztworów, identyfikacja H ₂ SO ₄	Pkt.
Wykrycie H ₂ SO ₄ . Kwas siarkowy(VI) jest kwasem dwuprotonowym, nieutleniającym. Do kropli roztworów o odczynie mocno kwaśnym dodać kroplę fenoloftaleiny i dodawać po kropli roztworu NaOH do wystąpienia malinowego zabarwienia. W przypadku kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 2 mol/dm ³ należy zużyć najwięcej roztworu NaOH, bo aż cztery-pięć kropli.	1

Roztwory bezbarwne znajdują się w probówkach 3, 4, 5, 7, 8, 9 i 12 przy czym odczyn mocno kwaśny mają roztwory z probówek 3, 4, 8 i 9. Mogą się tam znajdować kwas azotowy(V) siarkowy(VI), oraz sole bizmutu i cyny(IV) z uwagi na łatwą hydrolizę. Odczyn bliski obojętnego znajduje się w probówkach 5, 7 i 12. Mogą się tam znajdować jodan(V) lub bromian(V) potasu (prawdopodobnie kleik skrobiowy jest łącznie z jodanem(V)), jodek potasu (też być może z kleikiem skrobiowym) oraz azotan(V) srebra. Roztwory 1 oraz 10 są żółte i mają kwaśny odczyn, można w nich przewidywać obecność chlorku żelaza(III) i siarczanu żelaza(III). Dwa pomarańczowe roztwory mogą zawierać ferroinę (być może z chromianem(VI) potasu) lub oranż metylowy (wskaźnik stosowany w bromianometrii). Lekko niebieskawa barwa oraz odczyn obojętny w próbówce 11 wskazuje na obecność azotanu(V) miedzi.	2
Po dodaniu kwasu siarkowego(VI) zmiany nastąpiły: w roztworze 2, co może wskazywać na obecność ferroiny (barwa niebieskawa wobec utleniacza) i żółta chromianu(VI) potasu dają barwę zielonkawą, w roztworze 6 – obecność oranżu metylowego a w roztworze 12 prawdopodobnie jest jodek potasu (jony jodkowe w kwaśnym roztworze utleniają się do jodu tlenem z powietrza) i kleik skrobiowy.	1

Skróty stosowane w opisie analizy:

+ kw – dodanie kwasu siarkowego(VI); bz – bez zmian; fen – fenoloftaleina; pr 4 – roztwór z próbki 4; zab – zabarwienie; prod – produkt(y); rozp – rozpuszczalny; nrozp – nierozpuszczalny; rozc – rozcieńczony; OM – oranż metylowy; KS – kleik skrobiowy; ogrz – po ogrzaniu; → – powstaje.

Ad b. Identyfikacja roztworów			
Nr prob.	Wykryto	Uzasadnienie	Pkt.
1	FeCl ₃ HCl	żółty, odczyn kwaśny + Cu → po czasie zielony roztwór + Fe → łososiowy nalot na drucie + Fe → bz; + pr 2 + kw → czerw zab; + NaOH → czarny osad Fe₃O₄ + pr 7 → biały, serowaty osad AgCl, ciemniejący na świetle	1,5 id 0,5 uz 1,0
2	K ₂ CrO ₄ ferroina	czerwony, odczyn obojętny + Cu →bz + Fe + kw → czerwone zabarwienie + kw → roztwór zielonkawy	1,5 id 0,5 uz 1,0
3	Bi(NO ₃) ₃ HNO ₃	bezbarwny, odczyn kwaśny + Cu → bz + Fe → czarny nalot na drucie, odróżnienie od SnCl₄ + pr 12 → żółty roztw jodkowego kompleksu bizmutu	1,5 id 0,5 uz 1,0

4	SnCl ₄ HCl	bezbarwny, odczyn kwaśny + Cu → bz + Fe → bz + NaOH + pr 3 → ciemnienie roztworu + pr 2 + kw → roztwór czerwony; + pr 7 → biały serowaty osad AgCl	1,5 id 0,5 uz 1,0
5	KIO ₃ , KS	bezbarwny, odczyn obojętny + Cu → bz + Fe → granatowe zbarwienie + pr 12 + kw → granatowe zab	1,5 id 0,5 uz 1,0
6	KBrO ₃ , OM	czerwony, odczyn obojętny + Cu → bz + Fe → odbarwienie roztworu + pr 12 + kw → granatowe zab	1,5 id 0,5 uz 1,0
7	AgNO ₃	bezbarwny, odczyn obojętny + Cu → czarny osad na drucie + Fe → czarny osad na drucie + pr 12 → żółtawy osad	1,0 id 0,5 uz 0,5
8	HNO ₃	bezbarwny, odczyn mocno kwaśny + Cu → z czasem roztwór lekko niebieski, lekko żółtawy gaz + Fe → roztwór staje się żółty, lekko żółtawy gaz pr 12 + kw → granatowe zab	1,0 id 0,5 uz 0,5
9	H ₂ SO ₄	bezbarwny, odczyn mocno kwaśny + Cu → bz + Fe → roztwór staje się żółty, + NaOH rdzawy osad, nrozp w nadm + pr 2 → zielone zab	1,0 id 0,5 uz 0,5
10	Fe ₂ (SO ₄) ₃ H ₂ SO ₄	żółtawy, odczyn kwaśny + Cu → bz + Fe → bz; +pr 2 + kw → czerw zab + pr 12 → granatowe zab	1,5 id 0,5 uz 1,0
11	Cu(NO ₃) ₂	nikły niebieski, odczyn obojętny + Cu → bz + Fe → łososiowy osad na drucie + pr 12 → granatowe zab	1,0 id 0,5 uz 0,5
12	KI KS	bezbarwny, odczyn obojętny + Cu → bz + Fe → bz, + kw nieb zab + pr 2 + kw → granatowe zab, + pr 7 → żółtawy osad; + pr 11 → granatowe zab	1,5 id 0,5 uz 1,0

Ad c. Substancje podatne na reakcje utlenienia	Pkt.
Wśród substancji, w roztworach wymienionych w treści zadania jedynie jony jodkowe mogą być utleniane do jodu. Utleniaczami w środowisku kwaśnym mogą być jony jodanowe(V), bromianowe(V) i chromianowe(VI). Oprócz tego jony jodkowe są utleniane do jodu przez jony Fe^{3+} i Cu^{2+}. Zachodzą przy tym reakcje: $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{BrO}_3^- + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{I}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{CuI}\downarrow$	2,5
Metale, roztworząc się w kwasie także ulegają utlenieniu. $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow \text{ w kwasie siarkowym(VI)}$ $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} \text{ w rozcieńczonym kwasie azotowym(V)}$ $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} \text{ w rozcieńczonym kwasie azotowym(V)}$	1,5

Lp	Nr probówek	Równania reakcji	Pkt.
1.	1 + Cu	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$	0,5
2.	1 + Fe	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$	0,5
3.	2 + prod. r. 2.	$\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,5
4.	3 + Fe	$2\text{Bi}^{3+} + 3\text{Fe} \rightarrow 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{Bi}\downarrow$	0,5
5.	4 + Fe	$\text{Fe} + \text{Sn}^{4+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{2+}$	0,5
6.	5 + K + Fe	$2\text{H}^+ + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2, 2\text{IO}_3^- + 10\text{Fe}^{2+} + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 10\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$	0,5
7.	6+ K + Fe	$2\text{BrO}_3^- + 10\text{Fe}^{2+} + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + 10\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$	0,5
8.	7 + Fe	$2\text{Ag}^+ + \text{Fe} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+}$	0,5
9.	7 + Cu	$2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$	0,5
10.	8 + Fe	$\text{NO}_3^- + \text{Fe} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	0,5
11.	8 + Cu	$2\text{NO}_3^- + 3\text{Cu} + 8\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	0,5
12.	prod. r. 1 + Fe	$\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$	0,5