



XVI Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap finałowy

ZADANIA EKSPERYMENTALNE

Zad. 1

Badaniu poddano tlenek pewnego pierwiastka (X). Przeprowadzono następujące eksperymenty:

1. Zbadano rozpuszczalność związku w:
 - a. wodzie destylowanej (probówka 1);
 - b. kwasie solnym (probówka 2);
 - c. roztworze wodorotlenku sodu (probówka 3).
2. Do kwaśnego roztworu badanego tlenku dodano:
 - a. wodnego roztworu siarkowodoru i mieszaninę ogrzano (probówka 4);
 - b. wodnego roztworu dichromianu(VI) potasu (probówka 5).
3. Do zasadowego roztworu badanego tlenku dodano:
 - a. wodnego roztworu azotanu(V) srebra (probówka 6);
 - b. wodnego roztworu siarczan(VI) miedzi(II), a następnie mieszaninę ogrzano (probówka 7).
4. W kolbie umieszczono badany tlenek, kilka granulek metalicznego cynku a następnie wprowadzono rozcieńczony kwas siarkowy(VI). Po wykonaniu próby na mieszaninę piorunującą, wydzielający się gaz zapalono. Jednocześnie rurkę umieszczoną w korku zamykającym kolbę ogrzano płomieniem palnika.

Zaobserwuj zmiany zachodzące w probówkach, w ogrzewanej płomieniem palnika rurce oraz sposób spalania się gazu powstającego w kolbie.

Zidentyfikuj pierwiastek X wchodzący w skład badanego tlenku. Określ, na którym stopniu utlenienia pierwiastek X występuje w poddanej badaniu substancji. Zapisz jonowo (jeśli jest to niemożliwe – cząsteczkowo) równania wszystkich zachodzących podczas przeprowadzanych doświadczeń reakcji, w których bierze udział pierwiastek X. Jaka jest zwyczajowa nazwa badanego tlenku?

Zad. 2

W trzech probówkach umieszczono roztwory kwasów: octowego (1), propanowego (2) i chlorooctowego (3) o tym samym stężeniu molowym. Do probówek wrzucono kawałki metalicznego magnezu a następnie zatkało korkami połączonymi z odwróconymi do góry dnem, wypełnionymi wodą probówkami, umieszczonymi w waniencie hydraulicznej (waniencie do zbierania gazu). Zaobserwuj i wyjaśnij różnice w szybkości wydzielania się gazu. Zapisz równania zachodzących reakcji.

ZADANIA TEORETYCZNE

Zad. 3

Pierwiastek **Z** jest metalem o konfiguracji elektronów walencyjnych $Af^3Bd^1Cs^2$. Fluorek **Z** (**1**), w którym pierwiastek ten osiąga swój najwyższy stopień utlenienia jest ciałem stałym wykazującym dużą prężność par i łatwo ulegającym sublimacji. Gęstość par **1**, zmierzona względem wodoru w tych samych warunkach, wynosi 176.

Spalanie pierwiastka **Z** w tlenie powoduje powstanie tlenku (**2**), zawierającego 84,798% **Z**. Tlenek **2** zawiera **Z** na dwóch różnych stopniach utlenienia.

W rurze szklanej umieszczono 1 g tlenku **2** i poddano redukcji za pomocą nadmiaru tlenku węgla(II). Powstający w tym procesie tlenek węgla(IV) zaadsorbowano w roztworze wodorotlenku baru, uzyskując 0,4679 g osadu. Podczas procesu redukcji otrzymano kolejny tlenek omawianego pierwiastka (**3**). Jego masa molowa jest mniejsza niż $300 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

W wyniku rozpuszczania tlenku **2** w kwasie azotowym(V) otrzymano krystaliczny, żółty azotan(V) (**4**), którego kation jest oksojonem zawierającym pierwiastek **Z** (oksojonem nazywamy jon złożony z tlenu i innego pierwiastka, na przykład jon wanadylowy, zwany też jonem oksowanadowym(IV) – VO^{2+}). Roztwór soli **4** o stężeniu 1 M jest jednocześnie roztworem 29,62%, a jego gęstość wynosi $1,33 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Bezwodna sól **4** zawiera 7,107% azotu.

Termiczny rozkład soli **4** w temperaturze $<350^\circ\text{C}$ powoduje powstanie innego tlenku (**5**), jednocześnie wydziela się mieszanina tlenku azotu(IV) i tlenu o gęstości $1744,05 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ($p = 100 \text{ kPa}$, $T = 25^\circ\text{C}$). Z 12 g sześciowodnej soli **4** powstaje $1,4398 \times 10^{22}$ cząsteczek **5**.

Fluorek pierwiastka **Z**, zawierający ten metal na +3 stopniu utlenienia (**6**) ulega w podwyższonej temperaturze dysproporcjonowaniu na metaliczny **Z** i fluorek ZF_4 . W reaktorze o pojemności 1 dm^3 umieszczono 5 g fluorku **6** i usunięto powietrze. Po ogrzaniu naczynia do temperatury 1000°C stwierdzono, iż w reaktorze panuje ciśnienie $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Izotop **Z**, zawierający 146 neutronów ulega rozpadowi α , jednocześnie powstaje pierwiastek **X**. Końcowym produktem przemian jądrowych tworzących szereg promieniotwórczy zapoczątkowany przez ten izotop pierwiastka **Z** jest ^{206}Pb . W szeregu tym występuje 6 przemian β^- .

Ten sam izotop **Z**, napromieniowywany w reaktorze jądrowym, pochłania neutron. Produkt tej reakcji ulega rozpadowi β^- z wytworzeniem pierwiastka **M**, który również ulega przemianie β^- . Jej produktem jest pierwiastek **R**, mający duże znaczenie praktyczne. Pierwiastek **R** wydziela się z mieszaniny produktów przemian jądrowych między innymi na drodze strącania. Jodan(V) pierwiastka **R** na +4 stopniu utlenienia jest trudno rozpuszczalny. Jego iloczyn rozpuszczalności wynosi $pK_{so} = 12,95$.

- a. Zidentyfikuj pierwiastek **Z** oraz wszystkie jego związki **1-6** (identyfikację poprzyj obliczeniami).
- b. Zapisz równania reakcji o których mowa w zadaniu.
- c. Podaj przykład jednego minerału zawierającego pierwiastek **Z**.
- d. Zapisz konfigurację elektronową pierwiastka **Z**.
- e. Podaj przykład zastosowania pierwiastka **Z**, nie wykorzystującego jego promieniotwórczości.
- f. Oblicz stałą równowagi reakcji przemiany fluorku **6** w ZF_4 (zaniedbaj zmianę objętości naczynia związaną z powstaniem metalicznego **Z**). W podanych warunkach oba fluorki występują w fazie gazowej.
- g. Zidentyfikuj pierwiastek **X**, zapisz równanie odpowiedniej przemiany jądrowej. Jaką wartościowość przyjmuje najczęściej pierwiastek **X** w związkach? Podaj jeden przykład zastosowania pierwiastka **X**.
- h. W próbce rudy zawierającej izotop Z_x^{146+x} ustalił się stan równowagi promieniotwórczej. Okres połowicznego zaniku tego izotopu wynosi $4,51 \times 10^9$ lat. Oblicz, ile cm^3 helu (warunki normalne) wydzieli się z kawałka minerału zawierającego 1 g Z_x^{146+x} w ciągu 100 lat?
- i. Zapisz równania przemian prowadzących z Z_x^{146+x} do **R**.
- j. Oblicz maksymalne stężenie jonów R^{4+} w roztworze zawierającym jony jodanowe(V), jeśli stężenie tych drugich wynosi 0,15 M.

Zad. 4

Zaproponuj eksperyment pozwalający odróżnić (na drodze chemicznej) galaretkę żelatynową od agarowej (zaproponuj reakcje charakterystyczne dla obu związków, zapisz ich równania).

Zad. 5

Jednym z głównych problemów intensywnego rozwoju cywilizacji jest uwalnianie do środowiska licznych substancji chemicznych pochodzenia antropogenicznego. Niektóre z nich, jakkolwiek nie są bezpośrednio szkodliwe dla organizmów żywych wpływają na nie destrukcyjnie. Przykładem takich związków są fluoropochodne węglowodorów, zwane freonami. Ich obecność w środowisku powoduje uszkodzenie chroniącej naszą planetę przed promieniowaniem UV warstwy ozonowej w stratosferze. W efekcie do powierzchni ziemi docierają większe dawki szkodliwego (w nadmiarze) dla roślin i zwierząt promieniowania ultrafioletowego. Koniecznością stało się zatem opracowanie substancji zdolnych do pochłaniania ultrafioletu i ochrony naszej skóry przed jego negatywnym wpływem. Salicylan 2-etyloheksylu (2-hydroksybenzoesan 2-etyloheksylu) jest stosowany jako filtr UV-B w licznych kosmetykach. Zaproponuj syntezę tego związku z dowolnych odczynników nieorganicznych. Wskaż centrum asymetrii w cząsteczce tego związku. Narysuj dowolny izomer tego estru, posiadający diastereoizomery.

Zad. 6

W celu zasilenia pewnego odbiornika prądu zbudowano ogniwo galwaniczne. Składa się ono z dwóch półogniw: roztworu soli srebra i zanurzonej w nim blachy srebrnej oraz roztworu soli cynku i blachy cynkowej, połączonych kluczem elektrolitycznym. Ogniwo zawierało po 1 dm³ roztworów azotanu(V) srebra i azotanu(V) cynku, o stężeniu 1 mol/dm³. Oblicz, o ile zmieni się masa elektrod jeśli odbiornik pobierał prąd o natężeniu 2,2 A przez 8 h. Oblicz początkową i końcową wartość SEM tego ogniwa. Przyjmij sprawność ogniwa wynoszącą 100%. $E_0(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0,76 \text{ V}$, $E_0(\text{Ag}/\text{Ag}^+) = 0,80 \text{ V}$.

Punktacja:

Zadanie 1	15 pkt.
Zadanie 2	6 pkt.
Zadanie 3	50 pkt.
Zadanie 4	10 pkt.
Zadanie 5	20 pkt.
Zadanie 6	15 pkt.
Łącznie	116 pkt.

Czas trwania zawodów: 180 min.

Poznań, 05.03.2011

H 1,008																	He 4,003
Li 6,941	Be 9,012											B 10,811	C 12,011	N 14,067	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180
Na 22,990	Mg 24,305											Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,948
K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,867	V 50,941	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,39	Ga 69,723	Ge 72,61	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80
Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc 98,906	Ru 101,07	Rh 102,905	Pd 106,42	Ag 107,868	Cd 112,411	In 114,818	Sn 118,710	Sb 121,760	Te 127,60	I 126,904	Xe 131,29
Cs 132,905	Ba 137,327	La 138,906	Hf 178,49	Ta 180,948	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,217	Pt 195,078	Au 196,967	Hg 200,59	Tl 204,383	Pb 207,2	Bi 208,980	Po 208,982	At 209,987	Rn 222,018
Fr 223,020	Ra 226,025	Ac 227,028															

Lantanowce

Ce 140,116	Pr 140,908	Nd 144,24	Pm 146,915	Sm 150,36	Eu 151,964	Gd 157,25	Tb 158,925	Dy 162,50	Ho 164,930	Er 167,26	Tm 168,934	Yb 173,04	Lu 174,967
Th 232,038	Pa 231,036	U 238,029	Np 237,048	Pu 244,064	Am 243,061	Cm 247,070	Bk 247,070	Cf 251,080	Es 252,083	Fm 257,095	Md 258,098	No 259,101	Lr 260,105

Aktynowce