



XVII Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap finałowy

ZADANIA EKSPERYMENTALNE

Zad. 1

W zlewce umieszczono roztwór fenolu i metanal w rozpuszczalniku organicznym. Następnie, mieszając zawartość zlewki, dodano roztworu kwasu solnego. Zaobserwuj zmiany zachodzące w zlewce i odpowiedz na następujące polecenia:

1. Jak nazywa się proces zachodzący w zlewce.
2. Narysuj strukturę powstającego produktu.
3. Jaką nazwę zwyczajową ma metanal?
4. Jakie zastosowanie ma produkt otrzymany w zaprezentowanej reakcji – podaj jeden przykład.
5. Jaka jest rola dodawanego kwasu solnego?
6. Jak otrzymuje się fenol na skalę przemysłową?

Zad. 2

W probówce **A** znajduje się roztwór chlorku kobaltu(II). Do probówki dodano stężonego kwasu solnego. Otrzymany roztwór podzielono na 2 części (probówki **A** i **B**). Do probówki **B** dodano wody destylowanej. Część roztworu z probówki **B** przelano do probówki **C**, do której wprowadzono niewielką ilość kwasu solnego. Otrzymany roztwór podzielono na trzy równe części (probówki **C**, **D**, **E**). Probówkę **D** ochłodzono, natomiast probówkę **E** ogrzano. Zaobserwuj zmiany barwy zachodzące w probówkach **A-E**. Wyjaśnij zjawisko powodujące obserwowane zachowanie się zawartości probówek. Zapisz równanie zachodzącej reakcji – określ znak entalpii dla tego procesu.

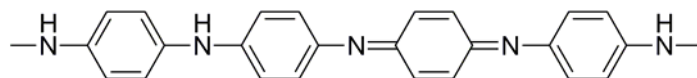
ZADANIA TEORETYCZNE

Zad. 3

German jest pierwiastkiem znajdującym szerokie zastosowanie w przemyśle elektronicznym. Używa się go w postaci pierwiastkowej do produkcji elementów półprzewodnikowych (diod, tranzystorów), jako składnik stopów z krzemem w przełącznikach półprzewodnikowych oraz w postaci arsenku germanu do wytwarzania ogniw słonecznych. Tlenek germanu(IV), w odróżnieniu od tlenku krzemu(IV), jest dość dobrze rozpuszczalny w wodzie. Jest on bezwodnikiem czteroprotonowego kwasu germanowego(IV). Nasycony wodny roztwór tlenku germanu(IV) w wodzie wykazuje $\text{pH} = 4,97$. Oblicz rozpuszczalność tlenku germanu(IV). Przyjmij gęstość roztworu za równą 1 g/cm^3 , zaniedbaj drugi i kolejne stopnie dysocjacji kwasu germanowego(IV) oraz autodysocjację wody. Przyjmij, że cały tlenek germanu(IV) w roztworze wodnym występuje w postaci kwasu. $\text{pK}_1 = 8,77$

Zad. 4

Alternatywą dla półprzewodników nieorganicznych są materiały organiczne o właściwościach półprzewodnikowych. Najczęściej są to polimery zawierające hetero- lub karbacykliczne fragmenty aromatyczne. Jednym z najlepiej zbadanych związków z tej grupy jest polianilina i jej pochodne.



W ostatnich latach szczególny nacisk położono na badania polimerycznych pochodnych aniliny. Jednym z badanych związków była polianilina otrzymana przez polimeryzację kwasu 2-acetylo-6-aminobenzoesowego. Zaproponuj sposób otrzymania kwasu 2-acetylo-6-aminobenzoesowego, używając dowolnych odczynników nieorganicznych.

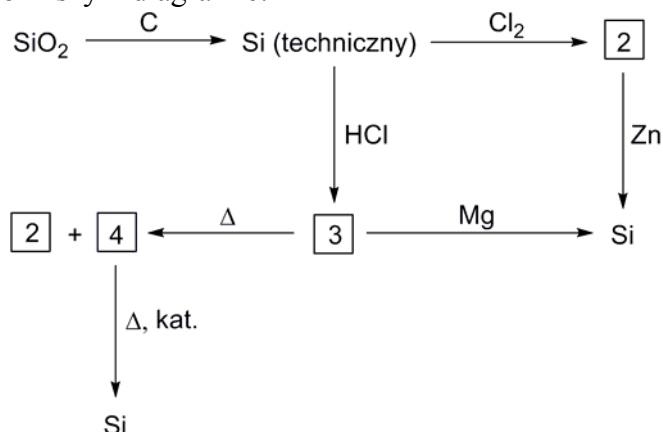
Zad. 5

Gal i jego związki znajdują zastosowanie w przemyśle elektronicznym jako składniki półprzewodników – głównie w postaci azotku galu i arsenku galu. Metaliczny gal otrzymywany jest z odpadów powstających w procesie produkcji glinu. W pierwszym etapie roztwór zawierający glin i gal poddaje się elektrolizie w elektrolizerze wyposażonym w katodę rtęciową. Powstały w tym procesie roztwór galu w metalicznej rtęci ekstrahuje się roztworem NaOH. W efekcie gal wmywa się z amalgamatu i przechodzi do fazy wodnej w postaci galanu(III) sodu. Roztwór ten, po zobojętnieniu, elektrolizuje się na elektrodach platynowych. W wyniku tego procesu otrzymuje się czysty gal. W elektrolizerze znajduje się 1200 kg rtęci. Przez zawartość reaktora przepuszczano prąd o natężeniu 1100 A przez 38 h. Oblicz stężenie procentowe galu w rtęci po zakończeniu procesu, jeśli jego wydajność wynosiła 28,19%.

Zad. 6

Krzem jest półprzewodnikiem znajdującym najszersze zastosowanie. Głównym źródłem krzemu jest piasek kwarcowy. Krzem stosowany w przemyśle elektronicznym musi spełniać rygorystyczne wymagania co do czystości. Z tego też powodu technologia otrzymywania krzemu półprzewodnikowego jest skomplikowanym, wieloetapowym

procesem przemysłowym. Schemat stosowanych w przemyśle dróg otrzymywania krzemu zaprezentowano na poniższym diagramie:



Związki **2** i **3** zawierają chlor. Stosunek wagowy Si:Cl w związku **2** wynosi 0,197. Związek **3** jest krzemowym analogiem chloroformu. Związek **4** jest piroforycznym gazem o gęstości równej gęstości tlenu (w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury).

Alternatywną metodą otrzymywania czystego krzemu jest redukcja heksafluorokrzmianu(IV) sodu – produktu odpadowego w przemyśle nawozów fosforowych, za pomocą metalicznego sodu. Reakcja ta jest wysoce egzoenergetyczna, dzięki czemu proces ten nie wymaga dostarczania energii z zewnątrz.

Zapisz równania reakcji o których mowa w zadaniu. Oblicz ciepło wydzielone podczas otrzymywania 1 kg krzemu metodą heksafluorokrzmianową, wiedząc że ΔH_{tw} (fluorek sodu) = -569 kJ/mol; ΔH_{tw} (heksafluorokrzmian(IV) sodu) = -2909,6 kJ/mol.

Zad. 7

Pierwiastek **X** należy do metaloidów. Pierwotnie znalazł zastosowanie do budowy prostowników, później zaś znaczenia nabrały jego unikalne właściwości fotofizyczne (wykazywanie silnej zależności oporu od natężenia światła padającego), co uczyniło go na szereg lat głównym składnikiem elementów fotoczułych. Obecnie znajduje zastosowanie w układach przeciwprzebiegowych, diodach świecących oraz jako czynnik domieszujący (dopant) w produkcji półprzewodnikowych paneli słonecznych; 10 mg pierwiastka **X** zawiera $7,62 \times 10^{19}$ atomów.

Pierwiastek **X**, ogrzewany z pyłem glinowym, tworzy ciemnoszarą substancję stałą **A**, zawierającą 18,5567% glinu. Związek ten reaguje z kwasem solnym z wytworzeniem gazowego produktu **B**, charakteryzującego się intensywnym, nieprzyjemnym zapachem. Gaz ten spala się w powietrzu granatowoniebieskim płomieniem z wytworzeniem białego tlenku pierwiastka **X** – **C**.

Podczas wyładowań elektrycznych w mieszaninie par pierwiastka **X** i tlenu, obok tlenku **C**, tworzy się tlenek **D**. Tlenek **D** jest nietrwały termodynamicznie – ogrzewany powyżej 200°C rozkłada się na **C** i tlen.

W wyniku rozpuszczania **C** i **D** w wodzie uzyskuje się kwasy, odpowiednio **E** i **F**. Kwas **E** można także uzyskać przez rozтворzenie pierwiastka **X** w stężonym kwasie azotowym(V), powstaje przy tym bezbarwny gaz, brunatniejący w kontakcie z powietrzem. Kwas **F** można uzyskać z kwasu **E** poprzez utlenianie kwasem chlorowym(VII) – wydziela się przy tym zielonkawy gaz o przenikliwym zapachu i gęstości 3,17 g/dm³ (warunki normalne).

Kwas **F** wykazuje bardzo silne właściwości utleniające. Roztwarza nawet metaliczne złoto. Powstaje przy tym kwas **E** i sól **G**, zawierająca złoto i pierwiastek **X** na najwyższych możliwych stopniach utlenienia.

W reakcji **X** z chlorem powstaje krystaliczne, bezbarwne ciało stałe **H**. Z 10 g **X** otrzymuje się 25,737 g **H**, przy wydajności reakcji wynoszącej 92%.

- Zidentyfikuj pierwiastek **X** – podaj jego symbol i nazwę.
- Podaj nazwy i wzory związków **A-H**.
- Zapisz równania reakcji o których mowa w zadaniu.
- Kwas **F** tworzy krystaliczny hydrat – do otrzymania 200 g roztworu kwasu **F** o stężeniu 2,9% potrzebnych jest 8,68 g tego hydratu. Oblicz, ile cząsteczek wody przypada na 1 cząsteczkę **F**.
- Podaj jedno zastosowanie pierwiastka **X**, inne niż produkcja elementów elektronicznych.
- Tlenek **D** występuje w postaci cyklicznego oligomeru. Po rozpuszczeniu 1 mmola tego oligomeru w wodzie otrzymano roztwór, który utlenia 2,92 g 10% kwasu solnego do wolnego chloru. Drugim produktem jest kwas **E**. Ustal wzór rzeczywisty tlenku **D**.

Punktacja:

Zadanie 1 15 pkt.

Zadanie 2 12 pkt.

Zadanie 3 10 pkt.

Zadanie 4 10 pkt.

Zadanie 5 10 pkt.

Zadanie 6 27 pkt.

Zadanie 7 58 pkt.

Łącznie 142 pkt.

Czas trwania zawodów: 180 min.

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