

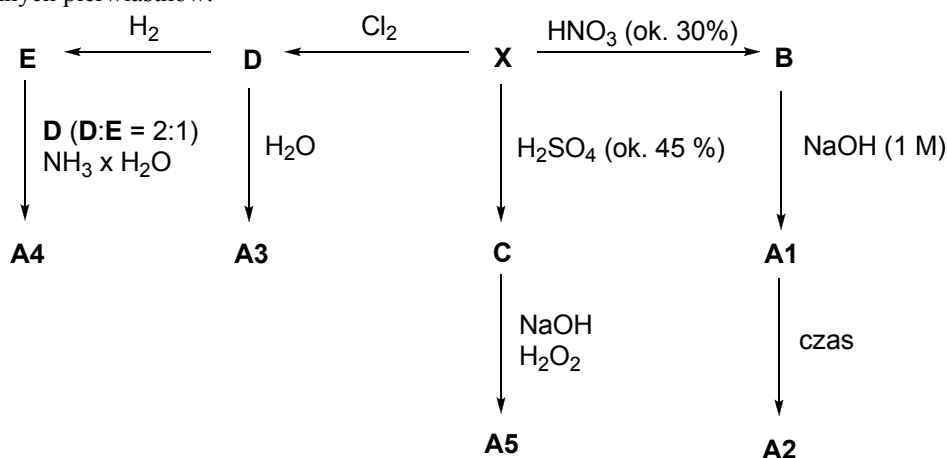


XXIV Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap II

Zadanie 1

Pierwiastek **X** jest srebrzystoszarym metalem. W stanie podstawowym atom pierwiastka **X** posiada elektrony na powłokach K, L, M i N. Pierwiastek **X** przyjmuje stopnie utlenienia od -2 do +6. Metal **X** rzadko występuje w naturze w postaci rodzimej, jest natomiast bardzo rozpowszechniony w postaci różnych związków. **X** jest ferromagnetykiem. Pierwiastek **X** tworzy szereg tlenków, wodorotlenków i hydroksotlenków o interesujących właściwościach. Na poniższym schemacie zaprezentowano drogi syntezy pięciu związków (**A1-A5**), zawierających oprócz atomu **X** atomy tlenu i (w niektórych przypadkach) wodoru. Związki **A1-A5** nie zawierają innych pierwiastków.



- Związki **A1-A5** i **B-E** zawierają **X** na najbardziej typowych dla tego pierwiastka stopniach utlenienia;
- Związek **B** ma postać jasnofioletowych kryształów, natomiast w roztworze wodnym ma barwę żółtobrunatną;
- Związek **D** w stanie stałym jest czarny, natomiast roztwór wodny tego związku jest żółtobrunatny;
- Związki **C** i **E** są zielone, zarówno w stanie stałym jak i w roztworach wodnych;
- Substancje **D** i **E** zawierają wyłącznie **X** i chlor, zawartość chloru w tych związkach wynosi 65,6% (**D**) i 55,9% (**E**);
- **A1** zawiera 58,2% pierwiastka **X**. **A1** ogrzewany w próżni traci 16,88% masy, przy czym lotny produkt rozkładu ulega całkowitemu pochłonięciu przez CaO. Stały produkt termicznego rozkładu **A1** ma skład taki sam, jak **A3**;
- Cząsteczka formalna **A2** zawiera jeden atom **X**. Po rozpuszczeniu 1 g **A2** w 1 dm³ kwasu solnego uzyskamy roztwór substancji **D** o stężeniu 11,26 mM (zaniedbaj zmianę objętości);
- **A2** i **A5** są odmianami polimorficznymi;
- Redukcja 1 g **A3** za pomocą tlenku węgla(II) prowadzi do powstania 0,6994 g **X** i 421 cm³ tlenku węgla(IV) (warunki normalne);
- Utlenianie 1 g **A4** za pomocą tlenu powoduje przyrost masy substancji o 69,1 mg. Cząsteczka formalna **A4** zawiera trzy atomy **X**.

1. Ustal wory sumaryczne substancji **A1-A5** i **B-E**;
2. Podaj nazwy substancji **B-E**, **A2**, **A3** i **A4**;
3. Zapisz równania reakcji przedstawionych na schemacie;
4. Podaj przykład dowolnego pierwiastka innego niż **X**, wykazującego ferromagnetyzm;
5. Zapisz konfigurację elektronową pierwiastka **X** (z rozbiciem na podpowłoki);
6. Związki **A1-A5** występują w przyrodzie jako minerały – podaj nazwę dowolnego z nich;
7. Podaj dowolne zastosowanie (inne niż laboratoryjne) jednej z substancji **A1-A5**.

Zadanie 2

Termometry jako ciecz termometryczną mogą zawierać zabarwiony, ciekły związek organiczny. Do najczęściej stosowanych cieczy termometrycznych zaliczamy pentan, toluen, alkohol etylowy lub octan izoamylu (octan 3-metylobutyłu). Zaproponuj, jak za pomocą metod **chemicznych** zidentyfikujesz ciecz zawartą w termometrze. Narysuj wzory półstrukturalne wymienionych związków. Zapisz schematy reakcji, które pozwolą na identyfikację powyższych substancji.

Zadanie 3

Siarczan(VI) srebra(I) znajduje zastosowanie w klasycznej chemii analitycznej do usuwania jonów przeszkadzających w wykrywaniu anionów azotanowych(V) i azotanowych(III). W celu uzyskania siarczanu(VI) srebra(I) rozpuszczono w kwasie azotowym(V) 10 g srebrnej biżuterii. Srebro stosowane w wyrobach jubilerskich zawiera kilka do kilkunastu procent wagowych miedzi, dodawanej w celu poprawy własności mechanicznych wyrobu. Mieszankę otrzymaną po rozpuszczeniu stopu odparowano w celu usunięcia nadmiaru kwasu azotowego(V), a pozostałość rozpuszczono w 50 cm³ wody. Do tak uzyskanego roztworu dodano 50 cm³ roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 1 M (co stanowiło niewielki nadmiar w stosunku do zawartości jonów srebra(I)). Wytrącony osad siarczanu(VI) srebra(I) odsączono, uzyskując po wysuszeniu 12,5400 g tej soli. Aby odzyskać pozostałe w roztworze srebro, do przesączu dodano nadmiar kwasu solnego, uzyskując 0,7493 g chlorku srebra(I). Oblicz rozpuszczalność siarczanu(VI) srebra(I) w wodzie (zaniedbaj wpływ pH i jonów obecnych w roztworze). Oblicz skład rozpuszczonego stopu. Zaniedbaj kontrakcję objętości i rozpuszczalność chlorku srebra(I). Gęstość 1M roztworu kwasu siarkowego(VI) wynosi 1,060 g/cm³.

Zadanie 4

Ogniwo paliwowe zasilane bezpośrednio metanolem (DMFC) to urządzenie elektrochemiczne, pozwalające na konwersję metanolu do tlenku węgla(IV) i wody, przy jednoczesnej produkcji prądu elektrycznego. Do zasilania ogniwa używa się wodnego roztworu metanolu. Przestrzeń anodowa i katodowa rozdzielone są membraną polimerową, umożliwiającą transport jonów H⁺ i cząsteczek wody. Do przestrzeni anodowej podawany jest wodny roztwór metanolu. W przestrzeni anodowej zachodzi elektrochemiczne utlenianie metanolu (z wytworzeniem tlenku węgla(IV) i jonów H⁺). Tlen jest doprowadzany do przestrzeni katodowej, w której następuje jego redukcja. Stwierdzono, że ogniwo pracując przez 6500 s, zużywa 1 g metanolu. Jednocześnie w obwodzie zewnętrznym płynie prąd o natężeniu 1 A, a różnica potencjałów na elektrodach ogniwa wynosi 1,252 V. Oblicz sprawność ogniwa, wiedząc że ciepła tworzenia metanolu, tlenku węgla(IV) i wody wynoszą: $\Delta H_{tw}(\text{CH}_3\text{OH}) = -238 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{tw}(\text{H}_2\text{O}) = -285 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{tw}(\text{CO}_2) = -393 \text{ kJ/mol}$.

Zadanie 5

Bezwodny kwas octowy jest bardzo higroskopijny i pochłania wodę z powietrza, jeżeli nie jest przechowywany w odpowiednio szczelnych naczyniach. W laboratorium znajdował się kwas octowy, który przechowywano w nieszczelnej butelce, w związku z czym nie było znane jego stężenie. W celu wyznaczenia jego stężenia wyznaczono jego gęstość uzyskując wartość 1,066 g/cm³. Następnie pobrano 20 cm³ i rozcieńczono wodą do objętości 1 dm³ i zmierzono pH otrzymanego roztworu, uzyskując wartość 2,64. Oblicz stężenie molowe i procentowe badanego roztworu kwasu, jeżeli pK_a kwasu octowego wynosi 4,76.

Punktacja:

Zadanie 1 **51** pkt.

Zadanie 2 **28** pkt.

Zadanie 3 **15** pkt.

Zadanie 4 **20** pkt.

Zadanie 5 **15** pkt.

Łącznie **129** pkt.

Czas trwania zawodów: 150 min.

UWAGA: Masy atomowe należy zaokrąglić do pierwszego miejsca po przecinku!

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