



XXI Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap III

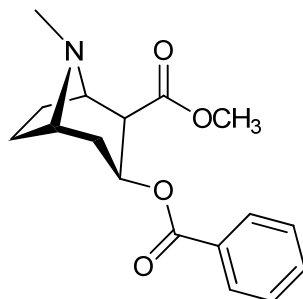
Zadanie 1

2-Metylomaślan 2-fenyleoetylowy (2-metylobutanian 2-fenyleoetylowy) jest związkiem o charakterystycznym, słodkawym, kwiatowym zapachu. Występuje między innymi w olejku mięty imbirowej (*Mentha ×gracilis*). Znajduje zastosowanie jako składnik aromatów spożywczych.

- Narysuj wzór półstrukturalny tego związku.
- Zaznacz centra chiralności tej cząsteczki.
- Narysuj wszystkie stereoizomery tego związku i określ konfiguracje centrów chiralności.
- Zaproponuj syntezę powyższego związku z substancji nieorganicznych (zapisz schemat reakcji).
- Narysuj wzór dowolnego izomeru powyższego związku, który posiada diastereoizomery.

Zadanie 2

Przyjmuje się, że odczyn roztworów dozowanych do worka spojówkowego powinien zawierać się w zakresie 4,5-8 jednostek pH. Wiele leków jest słabymi kwasami lub zasadami organicznymi, inne używane są w postaci soli ulegających hydrolizie. Przykładem takiej substancji może być kokaina, stosowana jako środek znieczulający podczas drobnych zabiegów okulistycznych, używana postaci rozpuszczalnego w wodzie chlorowodorku. Oblicz maksymalne stężenie roztworu chlorowodorku kokainy w wodzie, którego pH spełnia kryteria wymagane dla leków podawanych do worka spojówkowego. Wynik wyraż w mg/cm^3 (gęstość roztworu przyjmij za wynoszącą $1 \text{ g}/\text{cm}^3$). pK_b kokainy wynosi 8,61.



Zadanie 3

Zapisz równania reakcji zachodzących podczas:

- Zmieszania roztworu chlorku cynku z nadmiarem stężonego roztworu amoniaku;
- Dodania stałego nadtlenu baru do wody;
- Dodania rozcieńczonego kwasu solnego do rozcieńczonego roztworu chromianu(VI) potasu;
- Dodania nadmiaru stężonego roztworu jodku potasu do roztworu azotanu(V) rtęci;
- Dodania kwasu bromowodorowego do wodnego roztworu chloranu(VII) miedzi;
- Dodania wodnego roztworu siarczynu(VI) żelaza(II) do roztworu siarczynu(VI) ceru(IV);
- Dodania kwasu solnego do mieszaniny roztworów jodanu(V) potasu i jodku potasu;
- Stapiania siarki z cyjankiem potasu;
- Prażenia bezwodnego azotanu(V) ołowiu(II);
- Zmieszania bezwodnego kwasu mrówkowego (kwasu metanowego) ze stężonym kwasem siarkowym(VI).

Zadanie 4

- Przewodnictwo właściwe bezwodnego kwasu siarkowego(VI) wynosi około $\kappa = 0,01 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$, natomiast oleum (roztwór tlenku siarki(VI) w bezwodnym kwasie siarkowym(VI)) jest lepszym przewodnikiem prądu elektrycznego (dla 10% roztworu SO_3 w H_2SO_4 $\kappa = 0,03 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$). Dlaczego kwas siarkowy jest gorszym przewodnikiem?
- Chlorek tytanu(III) jest ciałem stałym o temperaturze topnienia 425°C , natomiast TiCl_4 lotną cieczą (t.t. -24°C , t.wrz. 136°C). Z czego wynika taka różnica właściwości?
- Fluor tworzy szereg połączeń o unikalnych właściwościach i geometrii cząsteczek. Narysuj wzory kropkowe (z uwzględnieniem wszystkich elektronów walencyjnych), zaproponuj geometrię molekuli, określ czy są polarne (czy posiadają moment dipolowy) oraz zdefiniuj właściwości kwasowo-zasadowe (wg teorii Lewisa) następujących związków: BF_3 , NF_3 , IF_3 , PF_5 , CF_4 , SF_4 .
- Rozpuszczalność kwasu ftalowego (1,2-benzenodikarboksylowego) w wodzie wynosi około $0,6 \text{ g}$ w 100 cm^3 natomiast kwasu tereftalowego (1,4-benzenodikarboksylowego) – tylko 2 mg w 100 cm^3 . Z czego wynika taka różnica rozpuszczalności?

Zadanie 5

W laboratorium otrzymano uwodniony bromek chromu o wzorze ogólnym $\text{CrBr}_a(\text{H}_2\text{O})_b$. W celu ustalenia jego stechiometrii i struktury przeprowadzono następujące eksperymenty.

- Roztwór zawierający badaną sól poddano elektrolizie w czasie 2620 s prądem o natężeniu 2,48 A. W tym czasie wydzielilo się 1,168 g metalicznego chromu (w elektrolizerze znajdował się nadmiar badanego związku).
 - 4,2186 g badanej soli ogrzewano w temperaturze 600°C do stałej masy w celu jej odwodnienia. Masa pozostałości po prażeniu wynosiła 3,0787 g.
 - W kolbie umieszczono 0,1287 g badanej substancji, rozpuszczono w wodzie i dodano kroplę rozcieńczonego roztworu wskaźnika (chromian(VI) potasu) i miareczkowano niezwłocznie za pomocą 0,01 M roztworu azotanu(V) srebra. Zmiana barwy nastąpiła po wprowadzeniu $32,2 \text{ cm}^3$ titranta. Kolejne 0,1287 g badanej substancji rozpuszczono w wodzie, dodano wskaźnika i miareczkowano po 24 h. Zużyto wówczas $96,6 \text{ cm}^3$ roztworu AgNO_3 o podanym stężeniu.
- Ustal wzór sumaryczny badanego związku.
 - Zapisz jego wzór strukturalny.
 - Jakie zabarwienie pojawi się w punkcie końcowym miareczkowania, o którym mowa w punkcie c?

Zadanie 6

Do pomiaru natężenia światła w badaniach fotochemicznych wykorzystuje się tak zwane aktywności chemiczne. Są to mieszaniny światłoczułe o ściśle określonej reaktywności i charakteryzujące się określoną wydajnością kwantową (wydajność kwantowa Φ to stosunek liczby fotonów wywołujących reakcję chemiczną do całkowitej liczby zaabsorbowanych fotonów). Jednym z częściej stosowanych aktywności jest aktywność uranylowo-szczawianowa. Stanowi on zakwaszoną mieszaninę siarczanu(VI) uranylu (siarczanu(VI) dioksouranu(VI)) i kwasu szczawowego (kwasu etanodiowego). Po oświetleniu kwas szczawowy ulega rozpadowi z wytworzeniem wody, tlenku węgla(II) i tlenku węgla(IV). Związki uranu pełnią w tym procesie rolę katalizatora. Stężenie kwasu szczawowego po reakcji oznacza się na drodze miareczkowania manganometrycznego.

- Zapisz reakcję fotolizy kwasu szczawowego.
- Zapisz wzór sumaryczny siarczanu(VI) uranylu. Jaka barwę ma ten związek?
- W naczyniu reakcyjnym umieszczono 100 cm^3 mieszaniny stanowiącej aktywność uranylowo-szczawianową. Początkowe stężenie kwasu szczawowego wynosiło 0,05 M. Mieszaninę oświetlono światłem monochromatycznym o długości fali $\lambda = 300 \text{ nm}$. Proces prowadzono 1 h. Po zakończeniu reakcji z naczynia pobrano 20 cm^3 i miareczkowano roztworem manganianu(VII) potasu o stężeniu 0,01 M. Zużyto $5,2 \text{ cm}^3$ roztworu manganianu(VII). Oblicz moc światła padającego na naczynie reakcyjne. Wydajność kwantowa rozkładu kwasu szczawowego przy tej długości fali wynosi 0,56. Załóż, że całe światło padające na naczynie uległo absorpcji. Wynik wyraż w molach fotonów na godzinę oraz w watach.

Zadane 7

Pierwiastki występują w przyrodzie w różnych postaciach i miejscach. Niektóre znajdziemy głównie w atmosferze, inne wyłącznie w hydro- bądź litosferze. Mogą występować w postaci rodzimej, jako roztwory, śladowe domieszki bądź tworzyć własne minerały. Poniżej scharakteryzowano kilka popularnych minerałów:

- a. Minerał **A**, występujący między innymi w okolicach Tarnobrzega, tworzy bezbarwne do bladoniebieskich, słupkowate lub tabliczkowate kryształy. Nie rozpuszcza się w wodzie. Rozpuszcza się w stężonym kwasie siarkowym(VI), lecz ulega wytrąceniu po rozcieńczeniu tak otrzymanego roztworu. Nie rozpuszcza się w rozcieńczonych roztworach kwasów. Sproszkowany minerał barwi płomień palnika na karminowoczerwono. Intensywnie prażona próbka minerału **A** wydziela bezbarwny gaz o duszącym zapachu, powodujący czerwienienie zwilżonego papierka wskaźnikowego. Gaz ten posiada właściwości redukujące – wprowadzony do zakwaszonego roztworu manganianu(VII) potasu powoduje jego odbarwienie. Wprowadzony do wody wapiennej powoduje wytrącenie białego osadu. Pozostałość po prażeniu minerału **A** jest słabo rozpuszczalna w wodzie (roztwór ma odczyn zasadowy), łatwo rozpuszcza się w kwasach, poza rozcieńczonym kwasem siarkowym(VI).
 - b. Minerał **B** tworzy sześć- lub ośmiościenne, szare, nieprzezroczyste kryształy o metalicznym połysku. W Polsce spotykany jest w wielu miejscach, między innymi w okolicach Olkusza i w Górach Świętokrzyskich. Jest nierozpuszczalny w wodzie. Rozpuszcza się w roztworach kwasu solnego z wydzieleniem gazu o zapachu zgniłych jaj, z jednoczesnym wytrąceniem białego, stosunkowo trudno rozpuszczalnego w wodzie osadu. Roztwory tego związku reagują z jodkiem potasu lub chromianem(VI) potasu z wydzieleniem żółtych osadów. Minerał **B** reaguje ze stężonym kwasem azotowym(V) z wydzieleniem białego, nierozpuszczalnego w wodzie osadu oraz brunatnego gazu o duszącym zapachu. Sproszkowany minerał **B** barwi płomień palnika na bladoniebieski kolor.
 - c. Minerał **C** ma postać bezbarwnych (rzadziej brunatnych), higroskopijnych kryształów. Łatwo rozpuszcza się w wodzie. Powoduje liliowe zabarwienie płomienia palnika (dobrze widoczne przez niebieskie szkiełko, tzw. kobaltowe). Roztwory **C** nie reagują z azotanem(V) baru, natomiast zmieszane z roztworem azotanu(V) srebra powodują wytrącanie białego osadu, rozpuszczalnego w wodzie amoniakalnej. Minerał **C** reaguje z zakwaszonym roztworem manganianu(VII) potasu z wydzieleniem żółtozielonego gazu o duszącym zapachu. Dodanie do roztworu **C** rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) nie powoduje żadnej reakcji, natomiast dodanie roztworu węgla sodu, wodorotlenku sodu lub fluorku sodu prowadzi do powstania białych, nierozpuszczalnych w wodzie osadów. Prażenie **C** zwilżonego rozcieńczonym roztworem zawierającym jony kobaltu(II) prowadzi do powstania różowej pozostałości. Duże złoża **C** występują w Kłodawie.
 - d. Minerał **D** jest minerałem rzadkim. Tworzy igłowate, żółte kryształy nierozpuszczalne w wodzie. Dobrze rozpuszcza się w benzenie, heksanie i chloroformie. Jego roztwory wykazują niebieską fluorescencję w świetle UV. Kryształy **D** topią się w temperaturze około 440°C. W wyniku spalania **D** powstaje wyłącznie tlenek węgla(IV) i woda (z 100 mg minerału otrzymano 352 mg CO₂ i 36 mg H₂O). Stwierdzono, że roztwór zawierający 1 mg **D** w 1 cm³ heksanu ma stężenie molowe 3,33 mM. **D** nie reaguje z roztworem manganianu(VII) potasu, wodą bromową i bromem pod wpływem światła. **D** reaguje z bromem w obecności kwasów Lewisa oraz z kwasem azotowym(V).
1. Zaproponuj wzory sumaryczne związków **A-C** oraz podaj nazwy odpowiadających im minerałów. Podaj wzór sumaryczny i strukturalny związku **D**.
 2. Zapisz równania reakcji o których mowa w zadaniu.
 3. Podaj przykłady 6 pierwiastków występujących w litosferze w postaci rodzimej.
 4. Podaj jeden przykład pierwiastka występującego w naturze w postaci stopów metalicznych lub dobrze zdefiniowanych połączeń międzymetalicznych.

Punktacja:

Zadanie 1 **35 pkt.**

Zadanie 2 **15 pkt.**

Zadanie 3 **20 pkt.**

Zadanie 4 **20 pkt.**

Zadanie 5 **20 pkt.**

Zadanie 6 **20 pkt.**

Zadanie 7 **65 pkt.**

Łącznie **195 pkt.**

Czas trwania zawodów: 180 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 14,007	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