



## XVII Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

### Etap II

#### Zad. 1

Pewna firma produkuje koncentrat pożywki do uprawy roślin. Wytwarzany produkt zawiera 46 g wapnia, 17 g fosforu, 212 g potasu, 112 g azotu i 1 g magnezu w 1 dm<sup>3</sup> roztworu (gęstość koncentratu wynosi 1,46 g/cm<sup>3</sup>). Do firmy dostarczono:

- jednowodny diwodorofosforan(V) wapnia;
- wodny roztwór azotanu(V) wapnia o stężeniu 5 mol/dm<sup>3</sup> ( $d = 1,31 \text{ g/cm}^3$ );
- azotan(V) amonu;
- uwodniony siarczan(VI) magnezu, zawierający 71,54 % tlenu;
- azotan(V) potasu zawierający 10% nierozpuszczalnych zanieczyszczeń.

Oblicz, jakie ilości powyższych składników i ile wody musi zmieszać technolog, aby uzyskać 10 m<sup>3</sup> koncentratu.

#### Zad. 2

W produkcji nawozów sztucznych używa się szeregu substancji nieorganicznych, będących źródłem mikro i makroelementów. Zaproponuj syntezę następujących składników (zapisz równania odpowiednich reakcji):

- azotanu(V) amonu** z pierwiastków;
- siarczanu(VI) miedzi(II)** wykorzystując azuryt (węglan hydroksomiedzi(II)) jako źródło miedzi i troilit (siarczek żelaza(II)) jako źródło siarki;
- chlerek manganu(II)** wykorzystując piroluzyt (tlenek manganu(IV)) jako źródło manganu i sól kamienną jako źródło chloru;
- octan chromu(III)** wykorzystując krokoit (chromian(VI) ołowiu(II)) jako źródło chromu i węglak wapnia jako źródło węgla;
- azotan(V) potasu** wykorzystując sylwin (chlerek potasu) jako źródło potasu.

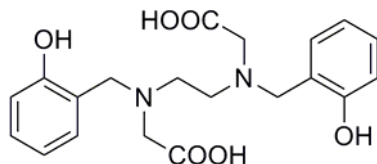
W syntezach (poza punktem a) możesz użyć dowolne inne potrzebne reagenty.

#### Zad. 3

Rośliny mają zdolność do wchłaniania szeregu substancji szkodliwych z gleby. W przypadku gatunków uprawnych jest to proces bardzo niekorzystny, gdyż prowadzi on do wzrostu stężenia (kumulacji), w tkankach roślinnych, niebezpiecznych składników obecnych w glebie. W efekcie może dojść do wprowadzania znacznych ilości substancji szkodliwych do organizmu człowieka lub zwierząt hodowlanych. Szczególnie niebezpieczne jest gromadzenie się w organizmach roślin pierwiastków promieniotwórczych, obserwowane w przypadku wzrostu roślin na terenach skażonych radioaktywnie. Oblicz zawartość cezu-137, izotopu ulegającego rozpadowi  $\beta^-$ , w owocach borówki czarnej, jeśli stwierdzono iż wykazują one aktywność 1400 Bq/kg (1400 rozpadów na sekundę na kilogram). Połowiczny czas życia izotopu <sup>137</sup>Cs wynosi 30 lat.

**Zad. 4**

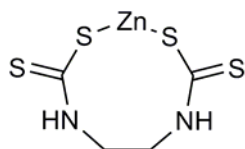
Wiele mikroelementów dodawanych do nawozów wykazuje tendencję do reagowania z organicznymi i nieorganicznymi składnikami gleby, tworząc jednocześnie połączenia w których są one niedostępne dla roślin. Aby tego uniknąć, szereg pierwiastków wprowadza się do środowiska nie w formie prostych soli, lecz w postaci kompleksów z małowcząstkowymi substancjami organicznymi – tak zwanymi kompleksonami. Jednym z używanych w tym celu kompleksonów jest związek **A**:



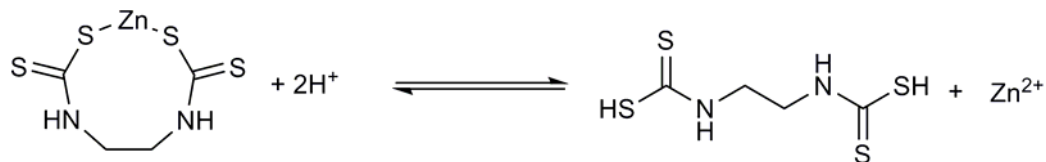
- Do produkcji kompleksonu **A** potrzebny jest 2-(bromometylo)fenol. Zaproponuj sposób otrzymania 2-(bromometylo)fenolu z substancji nieorganicznych.
- Narysuj dowolny chiralny izomer związku **A**.
- Stwierdzono, że 10 cm<sup>3</sup> roztworu związku **A** reaguje z 12,8 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH o stężeniu 1,01 mol/dm<sup>3</sup>. Oblicz stężenie molowe roztworu związku **A**.
- Związek **A** oczyszcza się przez rozpuszczenie w wodzie i dodanie kwasu solnego. Wydzielają się wówczas bezbarwne kryształy uwodnionego dichlorowodoru związku **A**. 1 g tak uzyskanych kryształów rozpuszczono w gorącej wodzie a następnie dodano nadmiar roztworu azotanu(V) srebra. Wydzielony osad chlorku srebra odsączono i wysuszono. Otrzymano 0,5950 g chlorku srebra. Oblicz, ile cząsteczek wody krystalizacyjnej przypada na 1 mol dichlorowodoru związku **A**.

**Zad. 5**

Cynkotox (**A**) jest pestycydem z grupy fungicydów tiokarbaminianowych. Jest solą kwasu etylenobis(ditiokarbaminowego) z jonami cynku.



W roztworach ulega on częściowemu, odwracalnemu rozpadowi, zgodnie z równaniem:



Pożywka zawiera 10 mg cynkotoksu w 1 dm<sup>3</sup>, a jej pH wynosi 5. Oblicz stężenie wolnych jonów cynku w tych warunkach, wiedząc że stała równowagi powyższej reakcji wynosi 1 × 10<sup>-4</sup> mol<sup>-1</sup>. Załóż że w mieszaninie nie ma jonów cynku pochodzących z innych źródeł, ani innych składników, mogących wpływać na położenie stanu równowagi.

**Zad. 6**

Azotan(V) amonu (**A**) znajduje zastosowanie nie tylko jako jeden z głównych składników nawozów sztucznych. Jest także powszechnie używany jako materiał wybuchowy. Trzy główne drogi rozpadu azotanu(V) amonu można zapisać następująco (podanie entalpie reakcji odnoszą się do rozkładu 1 mola azotanu(V) amonu):



- Substancje **B**, **D**, **E**, **F** i **G** zawierają azot i są gazami w warunkach normalnych.
- W wyniku rozpuszczenia **F** w wodzie powstaje roztwór o odczynie zasadowym, gęstość **F** wynosi  $758,5 \text{ g/m}^3$  (warunki normalne).
- W reakcji **D** z wodą powstają roztwory o odczynie kwaśnym. Tworzy się w tej reakcji związek **H** i **I**. Roztwór **H** o stężeniu 10% ma gęstość  $1,054 \text{ g/cm}^3$  i stężenie molowe  $1,673 \text{ mol/dm}^3$ . Atom azotu w cząsteczce **H** osiąga maksymalny dla tego pierwiastka stopień utlenienia. Utlenianie **I** nadtlenkiem wodoru prowadzi do powstania **H**. Zmierzona w tych samych warunkach gęstość **D** jest większa niż **G** (gdy oba związki są gazami).
- Związek **G** rozpuszcza się w wodzie, dając roztwór o odczynie obojętnym. Gaz **G** reagując z tlenem tworzy **D**, natomiast wodne roztwory **G** utleniane nadtlenkiem wodoru prowadzą do powstania związku **H**.
- Substancja **C** jest, w warunkach normalnych, cieczą. Nie zawiera azotu. Jej gęstość wynosi  $1 \text{ g/cm}^3$ .
- Gaz **B** nie reaguje z wodą. Ma właściwości utleniające. Stosowany jest w medycynie jako anestetyk (środek znieczulający) podawany wziewnie. Skład procentowy **B** ma postać 63,65 % N i 36,35 % O.
- Gaz **E** jest bezbarwną, bezwoną, bardzo słabo rozpuszczalną w wodzie substancją chemiczną, szeroko rozpowszechnioną w przyrodzie.

W naczyniu o pojemności  $1 \text{ dm}^3$  umieszczono 10 g azotanu(V) amonu. Z naczynia usunięto powietrze a następnie ogrzano do temperatury  $150^\circ\text{C}$ . Stwierdzono, że cały substrat uległ rozkładowi a produkty w naczyniu występują wyłącznie w stanie gazowym. W tej temperaturze ciśnienie w naczyniu reakcyjnym wynosiło  $1362,768 \text{ kPa}$ . Zawartość naczynia przepuszczono przez szereg pochłaniaczy. Pierwszy zawierał bezwodny chlorek wapnia – po adsorpcji jego masa wzrosła o  $3,8250 \text{ g}$ . Mieszanina gazowa po tym procesie miała objętość  $3,9225 \text{ dm}^3$  (warunki normalne). Następnie produkty rozkładu przepuszczono przez stężony kwas fosforowy(V). Po tym procesie objętość gazów zmalała do  $3362,1 \text{ cm}^3$  (warunki normalne). Pozostałe składniki przepuszczono przez  $2500 \text{ cm}^3$  wody. pH tak uzyskanego roztworu wynosiło 1,90 (zaniedbaj dysocjację związku **I** i zmianę objętości roztworu podczas rozpuszczania). Do tak uzyskanego roztworu wodnego zawierającego **H**, **I** i **G** dodano nadmiar nadtlenu wodoru. Całkowita liczba jonów  $\text{H}^+$  po tym procesie wynosiła  $4,5165 \times 10^{22}$  (zaniedbaj autodysocjację wody i nadtlenu wodoru).

1. Ustal wzory i podaj nazwy systematyczne produktów **B-I**;
2. Zapisz równania wszystkich reakcji o których mowa w treści zadania;
3. Oblicz skład mieszaniny gazowej powstałej w wyniku rozkładu azotanu(V) amonu w podanych w zadaniu warunkach.
4. Oblicz ciepło wydzielone w wyniku reakcji rozkładu 1 mola azotanu(V) amonu (załóż, że produkty reakcji doprowadzono do warunków standardowych)

**Punktacja:**

**Zadanie 1**      **13** pkt.

**Zadanie 2**      **20** pkt.

**Zadanie 3**      **15** pkt.

**Zadanie 4**      **35** pkt.

**Zadanie 5**      **20** pkt.

**Zadanie 6**      **43** pkt.

---

**Łącznie**      **146** pkt.

**Czas trwania zawodów: 180 min.**

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

**Lantanowce**

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

**Aktynowce**

## TABELA ROZPUSZCZALNOŚCI

	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	SCN <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup>	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>
Na <sup>+</sup>																		
K <sup>+</sup>																		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>																		
Mg <sup>2+</sup>						C					B	B				B	A	
Ca <sup>2+</sup>						D					A	B	C	A	A	B	C	
Ba <sup>2+</sup>						D	A					B	B	D	C	B		A
Al <sup>3+</sup>	H					A	H		H	H	B	H				C		
Cr <sup>3+</sup>	H						H		H	H	B	H	A		B	C		
Zn <sup>2+</sup>							B		C		B	B	B			B	B	B
Mn <sup>2+</sup>							B		B		B	B	A			B	D	B
Co <sup>2+</sup>							B		C		B	B	B		B	B	D	D
Fe <sup>2+</sup>							B		B		B	B	B			B	D	D
Fe <sup>3+</sup>	H						B		B	H	B	H	B			C		D
Ag <sup>+</sup>	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	C	B	D	D
Pb <sup>2+</sup>			B	C	C	B	B	A	C		B	B	B	B	B	B	A	B
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	B	B		
Hg <sup>2+</sup>			A	A	D				D		B	B	B		C	B	D	
Cu <sup>2+</sup>						B	B	B	C		B	B	B			B		D
Bi <sup>3+</sup>	H		H	H	B				C	H	B	H	B	H	B	C	D	D
Cd <sup>2+</sup>							B	A	C		B	B	B		B	B	B	B
Sn <sup>2+</sup>	H					B			B		B	B	B		B	B	D	D

A – trudno rozpuszczalny w wodzie

B – nierozpuszczalny w wodzie, rozpuszczalny w kwasach organicznych i nieorganicznych

C – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach organicznych, rozpuszczalny w kwasach nieorganicznych

D – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach

H – związek ulega hydrolizie

brak oznaczenia oznacza dobrą rozpuszczalność