

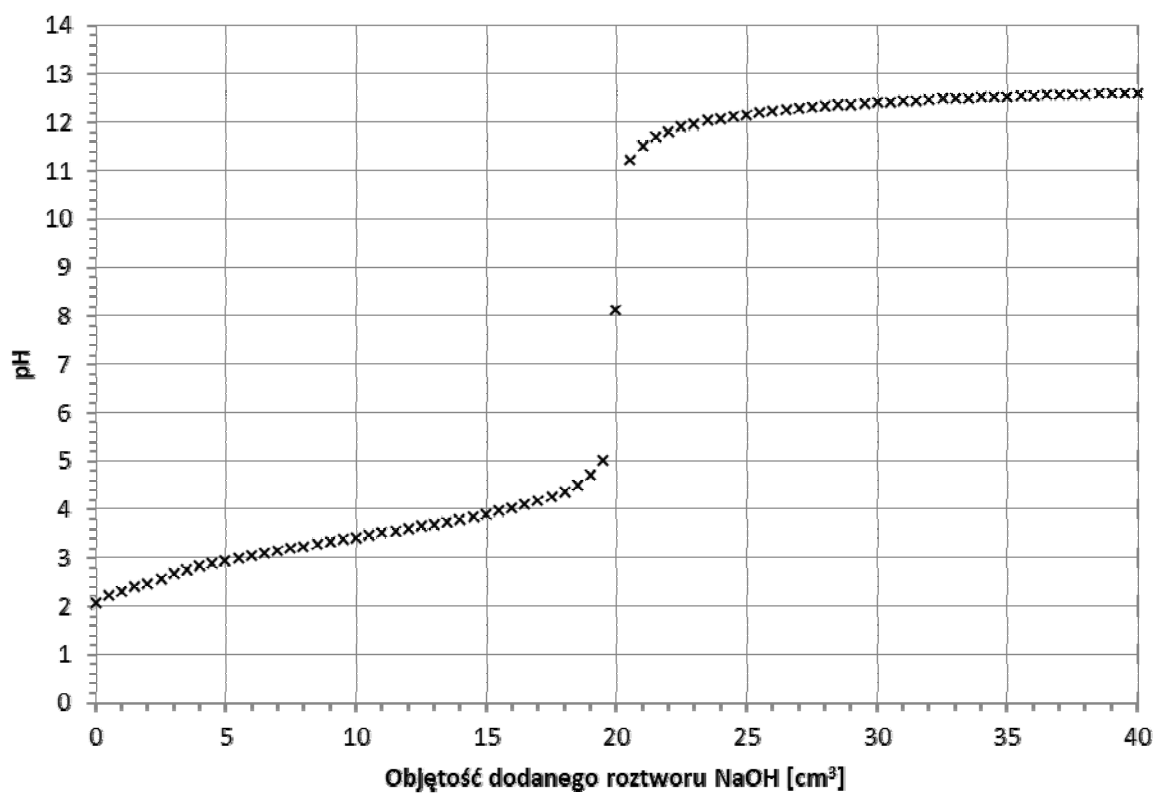


XXIV Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap finałowy

Zadanie 1

Związek A to krystaliczne ciało stałe, dobrze rozpuszczalne w wodzie oraz wielu rozpuszczalnikach organicznych. Analiza elementarna związku A wykazała, że zawiera on 63,15% C i 5,30% H oraz tlen. W kolbie miarowej o pojemności 100 cm³ rozpuszczono 3,043 g związku A w wodzie, a następnie 10 cm³ tak uzyskanego roztworu miareczkowano za pomocą roztworu NaOH o stężeniu 0,1 M. Krzywą miareczkowania (zależność *pH* roztworu zawierającego związek A od objętości dodanego roztworu NaOH) przedstawiono na rysunku:

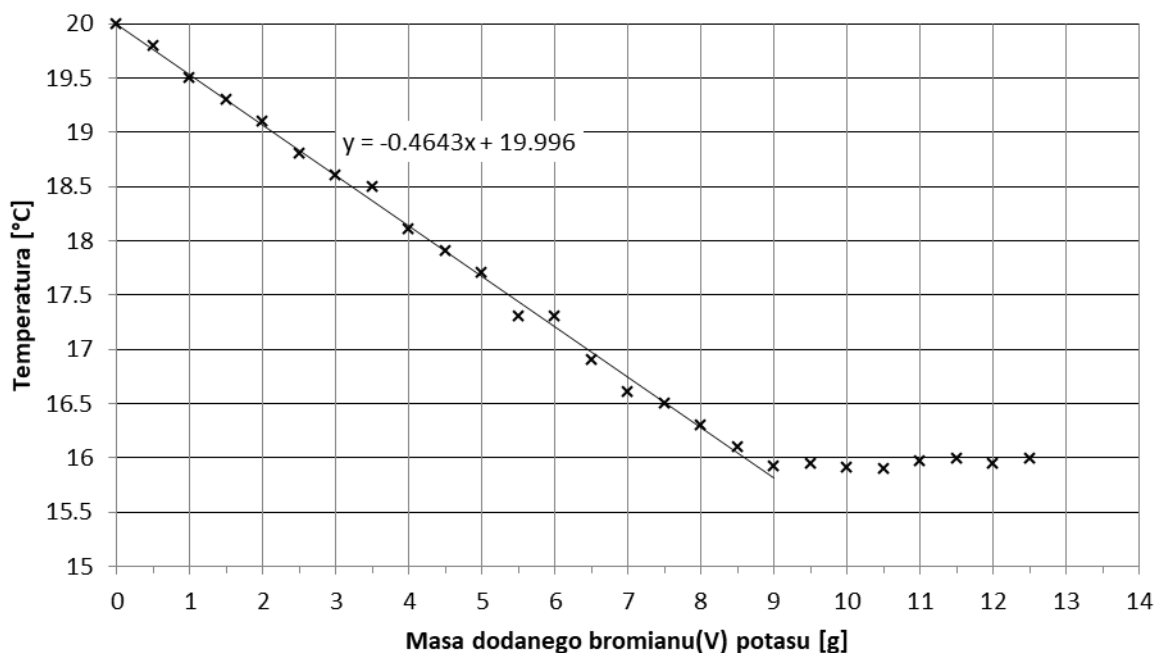


Stwierdzono, że roztwór związku A skręca płaszczyznę polaryzacji światła. W reakcji związku A z mieszaniną kwasów azotowego(V) i siarkowego(VI) jako główny produkt uzyskano związek B, zawierający 7,10% azotu.

- Ustal strukturę związków A i B oraz podaj ich nazwy systematyczne;
- Oblicz pK_a związku A;
- Zaproponuj syntezę związku A z dowolnych substratów nieorganicznych.

Zadanie 2

W izolowanym termicznie naczyniu (tzw. kalorymetrze) umieszczono 128 g wody o temperaturze początkowej 20°C. Do naczynia małymi porcjami wprowadzano bromian(V) potasu, mieszano do rozpuszczenia soli i odczytywano temperaturę. Wykres zależności temperatury od ilości dodanego bromianu(V) potasu przedstawiono na rysunku (dla punktów odpowiadających masie soli mniejszej niż 9 g na wykresie przedstawiono także linię najlepszego dopasowania wraz z równaniem). Oblicz iloczyn rozpuszczalności bromianu(V) potasu oraz ciepło rozpuszczania tej soli zakładając, że gęstość roztworu i jego ciepło właściwe są równe wartościom dla czystej wody i nie zmieniają się z temperaturą. Zaniedbaj pojemność cieplną kalorymetru. Ciepło właściwe wody wynosi $4,19 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

**Zadanie 3**

Piorunian rtęci(II), $\text{HgC}_2\text{N}_2\text{O}_2$, został otrzymany po raz pierwszy przez alchemików na początku XVII w. i ponownie opisany przez E. Howarda w 1800 r. Zaliczany jest do związków metalorganicznych, czyli zawierających bezpośrednie wiązanie metal-węgiel. Jest silnym, inicjującym materiałem wybuchowym. Rozkłada się z wydzieleniem trzech produktów (w tym dwóch pierwiastków), z których dwa są gazami w warunkach normalnych. Jedną z metod otrzymywania piorunianu rtęci(II) jest reakcja roztworu azotan(V) rtęci(II) w 65% kwasie azotowym(V) z nadmiarem etanolu. Obok piorunianu rtęci(II) powstaje w tej reakcji także woda, kwas azotowy(III) i tlenek węgla(IV).

- Zapisz równanie reakcji otrzymywania piorunianu rtęci(II) według powyżej opisanej metody;
- Zapisz równanie rozkładu piorunianu rtęci(II);
- Narysuj wzór strukturalny piorunianu rtęci(II);
- Oblicz entalpię rozkładu piorunianu rtęci(II), korzystając z danych termodynamicznych podanych w tabeli (wartości podano w kJ/mol).

	$\text{HgC}_2\text{N}_2\text{O}_2$	HgO	CO	CO_2	NO	NO_2	HNO_3	NH_3
ΔH_{fw}	386	-91	-	-394	-	33.2		-46
ΔH_{sp}	-	-	-283	-	-57	-	-	-383

Zadanie 4

Reakcje metali z kwasem azotowym(V) mogą przebiegać różnie, w zależności od aktywności metalu, stężenia kwasu, temperatury mieszaniny reakcyjnej i obecności dodatkowych reagentów w roztworze. Zaplanuj eksperymenty, które pozwolą Ci ustalić, jakie produkty powstają w reakcji metalicznego talu z kwasem azotowym(V). Planując doświadczenia załóż, że w mieszaninie reakcja zachodzi tylko według jednego schematu. Zapisz równania możliwych reakcji talu z kwasem azotowym(V).

Zadanie 5

Podstawową metodą datowania materiałów geologicznych, paleontologicznych i archeologicznych jest datowanie radioizotopowe. W zależności od rodzaju materiału wykorzystuje się pomiar stężeń różnych izotopów promieniotwórczych i trwałych izotopów potomnych. Jedną z metod datowania jest technika uranowo-olowiowa. Próbką minerału, bröggeritu z Huggenåskilen w Norwegii, zawiera 38,23% UO_2 , 50,42% UO_3 i 9,72% PbO (wartości podano w procentach masowych). Oblicz wiek minerału, jeśli próbka nie zawierała toru, a skład izotopowy ołowiu (tylko ^{206}Pb) wskazuje na to, że w całości pochodził z rozpadu jąder uranu. $T_{1/2}(^{238}\text{U}) = 4,47$ mld lat, zaniedbaj zawartość innych izotopów uranu.

Zadanie 6

Aby ustalić stężenie nasyconego roztworu uranu w rtęci Tammann i Hinnüber (Z. Anorg. Chem. 1927) przeprowadzili następujące eksperymenty:

a. Przygotowano amalgamat kadmowy o stężeniu $1,89 \times 10^{-5}\%$ Cd. Roztwór ten wykorzystano jako elektrodę (anodę) w półogniwie, zawierającym jako elektrolit nasycony roztwór siarczanu(VI) kadmu(II). Drugim półogniwem była normalna elektroda kalomelowa (NEK), stanowiąca elektrodę odniesienia (katodę). Półogniwa połączono kluczem elektrolitycznym. *SEM* tego ogniwa wynosiła 724 mV.

b. Nasycony roztwór uranu w rtęci poddano działaniu roztworu siarczanu(VI) kadmu(II). W wyniku reakcji wymiany powstały jony U^{4+} , które przeszły do roztworu. Wydzielony kadm rozpuścił się w rtęci. Proces zachodzi ze 100% wydajnością.

c. Amalgamat kadmowy otrzymany według procedury opisanej w podpunkcie **b** wykorzystano do budowy ogniwa analogicznego do opisanego w punkcie **a**. *SEM* tego ogniwa wynosiła 735 mV.

Oblicz stężenie nasyconego roztworu uranu w rtęci (w % masowych); $d(\text{Hg}) = 13,6 \text{ g cm}^{-3}$ (załóż, że gęstość badanych amalgamatów uranu i kadmu jest taka sama, jak czystej rtęci). Nasycony roztwór siarczanu(VI) kadmu(II) zawiera 76 g soli w 100 cm^3 wody; $d = 1,7 \text{ g cm}^{-3}$. Potencjał NEK wynosi 244 mV. Wszystkie pomiary wykonano w 18°C .

Zadanie 7

Jedynym związkiem chromu w szkolnym laboratorium chemicznym jest dichromian(VI) potasu. Zaproponuj, jak otrzymasz z niego i wyizolujesz następujące substancje:

- a.** chromian(VI) potasu
- b.** siarczan(VI) chromu(III) i potasu
- c.** azotan(V) chromu(III)
- d.** tlenek chromu(III)
- e.** dichromian(VI) srebra(I)

Zapisz równania zachodzących reakcji.

Punktacja:

Zadanie 1 36 pkt.

Zadanie 2 20 pkt.

Zadanie 3 20 pkt.

Zadanie 4 32 pkt.

Zadanie 5 15 pkt.

Zadanie 6 25 pkt.

Zadanie 7 25 pkt.

Łącznie 173 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 14,067	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

TABELA ROZPUSZCZALNOŚCI

	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	F ⁻	CN ⁻	SCN ⁻	S ²⁻	CH ₃ COO ⁻	OH ⁻	CO ₃ ²⁻	(COO) ₂ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Fe(CN) ₆ ³⁻	Fe(CN) ₆ ⁴⁻
Na ⁺																		
K ⁺																		
NH ₄ ⁺																		
Mg ²⁺						C					B	B				B	A	
Ca ²⁺						D					A	B	C	A	A	B	C	
Ba ²⁺						D	A					B	B	D	C	B		A
Al ³⁺	H					A	H		H	H	B	H				C		
Cr ³⁺	H						H		H	H	B	H	A		B	C		
Zn ²⁺							B		C		B	B	B			B	B	B
Mn ²⁺							B		B		B	B	A			B	D	B
Co ²⁺							B		C		B	B	B		B	B	D	D
Fe ²⁺							B		B		B	B	B			B	D	D
Fe ³⁺	H						B		B	H	B	H	B			C		D
Ag ⁺	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	C	B	D	D
Pb ²⁺			A	C	C	B	B	A	C		B	B	B	B	B	B	A	B
Hg ₂ ²⁺	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	B	B		
Hg ²⁺			A	A	D				D		B	B	B		C	B	D	
Cu ²⁺						B	B	B	C		B	B	B			B		D
Bi ³⁺	H		H	H	B				C	H	B	H	B	H	B	C	D	D
Cd ²⁺							B	A	C		B	B	B		B	B	B	B
Sn ²⁺	H					B			B		B	B	B		B	B	D	D
Tl ⁺			A	A	A			b.d.	A						B	b.d.	b.d.	b.d.
Tl ³⁺	b.d.	H			b.d.	H	b.d.	b.d.	b.d.		B	H	b.d.	H	b.d.	b.d.	b.d.	b.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; b.d. – brak danych
brak oznaczenia oznacza dobrą rozpuszczalność