



XIX Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Ponadgimnazjalnych

Etap finałowy

ZADANIA EKSPERYMENTALNE

Zadanie 1

W probówce znajduje się stechiometryczna mieszanina chloru z wodorem. Probówkę oświetlono kolejno światłem czerwonym, zielonym i niebieskim. Wyjaśnij zaobserwowane różnice w zachowaniu mieszaniny gazów. Jaki jest mechanizm reakcji chloru z wodorem – zapisz równania?

Zadanie 2

Do zlewki wiano 1 cm^3 wodnego roztworu chlorku żelaza(III) (1 M) i 1 cm^3 roztworu tiocyjanianu amonu (1 M). Zawartość zlewki rozcieńczono i przelano do 5 probówek.

- do probówki nr 1 dodano 1 cm^3 wody;
- do probówki nr 2 dodano 1 cm^3 nasyconego roztworu chlorku amonu;
- do probówki nr 3 dodano 1 cm^3 roztworu tiocyjanianu amonu (1 M);
- do probówki nr 4 dodano 1 cm^3 roztworu azotanu(V) srebra(I) (1 M);
- do probówki nr 5 dodano 1 cm^3 roztworu fluorku sodu (1M).

Wyjaśnij różnice zabarwienia roztworów. Zapisz równania reakcji, zachodzących w probówkach.

ZADANIA TEORETYCZNE

Zadanie 3

Azotany(V) stanowią istotny składnik wielu produktów przemysłowych, na przykład nawozów sztucznych. Ze względu na doskonałą rozpuszczalność soli azotanowych(V) oraz niewielką ilość barwnych reakcji charakterystycznych, ilościowe oznaczanie jonów azotanowych(V) narażone na pewne trudności. Jedną z klasycznych metod analitycznych, pozwalających oznaczyć jony NO_3^- , jest tytanometria. Jest to miareczkowa technika reduktometryczna, wykorzystująca redukujące właściwości jonu Ti^{3+} . Próbkę wodnego roztworu, zawierającą jony azotanowe(V) miareczkowano za pomocą roztworu siarczanu(VI) tytanu(III), zawierającego 67,2 mg tej soli w 1 cm^3 . Zużyto 42,8 cm^3 titranta. Oblicz zawartość jonów azotanowych(V) w próbce wiedząc, że redukują się one do amoniaku. Wynik wyraż w gramach. Zapisz równanie zachodzącej reakcji. Podaj dowolny, inny niż w chemii rolnej, przykład zastosowania nieorganicznych azotanów(V).

Zadanie 4

Zidentyfikuj opisane poniżej węglowodory – podaj ich wzory strukturalne i nazwy. Podane właściwości fizykochemiczne odnoszą się do warunków normalnych. Zapisz równania reakcji, o których mowa w zadaniu.

- Węglowodór **A** jest cieczą o charakterystycznym zapachu. Ulega reakcji z bromem zarówno w obecności kwasów Lewisa jak i pod wpływem światła. Jest substratem do produkcji trotylu.
- Węglowodór **B** powstaje w wyniku elektrolizy roztworu octanu potasu. Jest gazem o gęstości 1,3393 mg/cm^3 .
- Węglowodory **C** i **D** są izomerami. W wyniku całkowitego spalenia 1 dm^3 **C** i rozpuszczania powstałego tlenku węgla(IV) w 1 dm^3 wody, uzyskuje się roztwór o pH wynoszącym 3,61 ($pK_1 = 6,35$; zaniedbaj drugą stałą dysocjacji). Związki **C** i **D** przyłączają cząsteczkę bromu. Powstające dibromopochodne mają różne struktury.
- Węglowodór **E** jest bezbarwnym ciałem stałym, stosowanym do zwalczania moli oraz odstraszania oposów. Otrzymywany jest ze smoły węglowej lub ropy naftowej.

Zadanie 5

Halogeny w postaci pary ulegają częściowej dysocjacji. W jej efekcie, w parach halogenów współistnieją cząsteczki dwuatomowe i pojedyncze atomy. W celu ustalenia wartości stałej równowagi dysocjacji cząsteczki jodu na atomy, w kwarcowym naczyniu umieszczono 2,380 mmol jodu. Z naczynia usunięto powietrze, a następnie ogrzano je do 800°C. Po ustaleniu się stanu równowagi ciśnienie w naczyniu wynosiło 89440 Pa. Oblicz stężeniową stałą równowagi reakcji rozpadu cząsteczek I_2 wiedząc, że objętość naczynia wynosiła 250,7 cm^3 . Załóż, że pary jodu są gazem doskonałym.

Zadanie 6

Jednym ze sposobów pozyskiwania energii przez mikroorganizmy jest fermentacja alkoholowa. Proces ten wykorzystujemy w produkcji napojów alkoholowych. Do produkcji wina użyto 100 L moszczu z winogron. Zawartość glukozy w użytym surowcu wynosiła $9,74 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$, natomiast fruktozy – $9,87 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$. Stwierdzono, że po zakończeniu fermentacji zawartość heksoz spadła do $30 \text{ g}/\text{L}$, natomiast stosunek glukozy do fruktozy wynosił $0,1$. Standardowa entalpia spalania glukozy wynosi $\Delta_c H^\circ = -2805 \text{ kJ}/\text{mol}$, etanolu $\Delta_c H^\circ = -1330 \text{ kJ}/\text{mol}$, natomiast ciepło reakcji izomeryzacji glukozy do fruktozy wynosi $\Delta H^\circ = -5 \text{ kJ}/\text{mol}$. Oblicz ciepło wydzielone podczas fermentacji. Zaniedbaj zmianę objętości roztworu, ciepło solwatacji oraz reakcje uboczne. Zapisz wzory strukturalne dowolnych α -anomerów glukozy i fruktozy.

Zadanie 7

Na półce w laboratorium znajdują się cztery słoiki. Niestety, odpadły z nich etykiety. Wiesz, że w słoikach znajdują się: azotan(V) srebra(I), azotan(V) rtęci(I), azotan(V) rtęci(II) i azotan(V) ołowiu(II). Zaproponuj, jak zidentyfikować zawartość słoików, stosując wyłącznie klasyczne metody analizy jakościowej. Zapisz równania reakcji. Masz nieograniczony dostęp do innych odczynników.

Zadanie 8

Molibden stanowi jeden z najważniejszych metali, stosowanych w technice. Jest używany jako dodatek stopowy, składnik smarów oraz do wyrobu elementów pracujących w wysokich temperaturach.

- Głównym minerałem molibdenu jest molibdenit. Molibdenit nie zawiera tlenu. Zawartość molibdenu w tym mineralu wynosi $59,94\%$ wagowych. Przeróbka molibdenitu polega na jego prażeniu w strumieniu tlenu (lub powietrza). W jej wyniku powstaje jeden z tlenków molibdenu (**A**) oraz tlenek niemetalu (**B**). Tlenek **A** zawiera molibden na najwyższym możliwym dla tego pierwiastka stopniu utlenienia. Tlenek **B** to gaz o gryzącym zapachu. Jego gęstość wynosi $2,8616 \text{ g}/\text{dm}^3$ (warunki normalne). Ustal wzór molibdenitu oraz tlenków **A** i **B**. Zapisz równanie reakcji utleniania molibdenitu.
- W reakcji tlenku **A** z wodorotlenkiem sodu otrzymuje się sól **C**. Związek ten jest hydrat. Ubytek masy podczas suszenia **C** wynosi $14,9\%$. Podaj wzór **C**, zapisz równanie reakcji otrzymywania **C**.
- Reakcja **C** z nadtlentem wodoru w środowisku kwaśnym prowadzi do powstania żółtego nadtlenu kwasu o wzorze H_2MoO_n (**D**). Ustal wartość n wiedząc, że w reakcji 100 mg **D** z jodkiem potasu wydziela się $142,6 \text{ mg}$ jodu. Zapisz równania reakcji.
- W reakcji metalicznego molibdenu z chlorem powstaje zielony chlorek molibdenu (**E**). Z 25 g molibdenu otrzymano $64,08 \text{ g}$ **E**. Ustal wzór tego związku wiedząc, że wydajność reakcji wynosiła 90% (w przeliczeniu na molibden). Zapisz równanie reakcji.
- Brazowy chlorek molibdenu **F** powstaje z **E** w wyniku reakcji z benzenem. Proces przebiega ilościowo. Po reakcji **E** z benzenem otrzymano chlorek **F**, bezbarwny gaz o drażniącym zapachu (**H**) i chlorobenzen. Gaz **H**, otrzymany w wyniku reakcji 1 g **E** z

benzenem, rozpuszczono w wodzie. Do tak uzyskanego roztworu dodano nadmiar roztworu azotanu(V) srebra(I). Wydzieliło się 264,4 mg białego, serowatego osadu. Ustal wzór **F** i zapisz równania reakcji.

- f. Chloromolibdenian potasu (**G**), sól zawierająca anion MoCl_6^{y-} , otrzymuje się w wyniku elektrolizy roztworu tlenku **A** w kwasie solnym, w obecności chlorku potasu. Ustal wzór **G**, wiedząc że podczas prowadzenia procesu w przestrzeni katodowej powstało 1,012 g **G**, a wydajność prądowa elektrolizy wynosiła 55%. Elektrolizę prowadzono prądem o natężeniu 5 A przez 250 s. Zapisz równanie reakcji, zachodzącej na katodzie.
- g. Izotop ^{99}Mo znajduje ważne zastosowanie w diagnostyce medycznej. Jest to izotop o czasie połowicznego rozpadu wynoszącym 66 h. Służy on do produkcji metastabilnego izomeru jądrowego ^{99m}Tc ($T_{1/2} = 6$ h). Izomer ^{99m}Tc przechodzi w ^{99}Tc , ten z kolei jest β promieniotwórczy. Emisja związana z przemianą ^{99m}Tc w ^{99}Tc wykorzystywana jest w diagnostyce, do obrazowania (m.in. nowotworów kości). Produkcja ^{99m}Tc w zakładach nuklearnych i jego transport do jednostek medycznych jest nieopłacalna, ze względu na szybką przemianę tego izomeru. Dlatego w placówkach medycyny nuklearnej stosuje się tzw. generatory technetu (ang. *technetium cow*). Zawierają one izotop ^{99}Mo (na przykład w postaci związku **C**), związany z nośnikiem – tlenkiem glinu bądź jonitem. Powstające w wyniku przemian jądrowych jony technetanowe(VII) są wymywane z nośnika za pomocą odpowiednio dobranego rozpuszczalnika (eluentu) i używane do diagnostyki. Zapisz równania przemian jądrowych, prowadzących od ^{99}Mo do produktu rozpadu ^{99}Tc . Pacjent otrzymuje preparat zawierający ^{99m}Tc o aktywności do 1100 MBq (w próbce o aktywności 1 Bq zachodzi 1 przemiana jądrowa na 1 s). Jaka będzie aktywność ^{99m}Tc dobowo po podaniu preparatu (zaniedbaj wydalanie izotopu z organizmu). Wynik wyraż w kiurach (Ci). 1 Ci to ilość rozpadów, która zachodzi w ciągu 1 s w 1 g ^{226}Ra (izotop ten jest α promieniotwórczy; $T_{1/2} = 1600$ lat). Dlaczego jony technetanowe(VII) łatwiej zdesorbować z nośnika niż aniony, wchodzące w skład soli **C**.

Punktacja:

Zadanie 1	10 pkt.
Zadanie 2	15 pkt.
Zadanie 3	20 pkt.
Zadanie 4	20 pkt.
Zadanie 5	20 pkt.
Zadanie 6	20 pkt.
Zadanie 7	20 pkt.
Zadanie 8	56 pkt..
Łącznie	181 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