

Zadanie 1. (4 pkt)

W mieszaninie gazowej ułamek wagowy chloru wynosi 0,15. Suma ciśnień cząstkowych tlenu oraz azotu wynosi 2100 hPa, a ułamek molowy azotu wynosi 0,25. Temperatura mieszaniny gazowej wynosi 260 K, a jej objętość jest równa 180 dm³. Wyniki podaj z dokładnością do 3 cyfr znaczących.

a) Oblicz objętość ciekłego chloru (cm³) o gęstości 1,56 g/cm³, jaką można uzyskać z powyższej mieszaniny gazowej (zakładając pełne wyizolowanie i skroplenie chloru). (2p)

b) Oblicz minimalną kubaturę pomieszczenia (w m³), w którym uwolnienie całego chloru z mieszaniny spowoduje stężenie równe wartości IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health – stężenie natychmiastowo niebezpieczne dla życia lub zdrowia), wynoszącej 10 ppm (parts per million – części na milion, wyrażone objętościowo). Przyjmij temperaturę 298 K i ciśnienie 1013 hPa, przy równomiernym mieszaniu gazu. (2p)

Zadanie 2. (7 pkt)

Podczas elektrolizy wodnego roztworu chlorku sodu w układzie bez przegrody, na anodzie zachodzi utlenianie jonów chlorkowych do chloru ($2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$) oraz częściowe utlenianie jonów hydroksylowych do tlenu ($4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$). Na katodzie wydzielą się wyłącznie wodór z redukcji wody ($2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$). Chlor nie jest obserwowany, gdyż w zasadowym środowisku elektrolitu ulega reakcji dysproporcjonacji do dwóch anionów, w których wartości bezwzględne stopni utlenienia chloru są sobie równe.

- a) Oblicz, jaki procent ładunku elektrycznego przepływającego przez elektrolit jest zużywany na wydzielanie tlenu, jeśli objętościowy udział wodoru w mieszaninie gazów wynosi 85,00%, a tlenu – 15,00%. (2p)

- b) Zapisz, w formie jonowej skróconej, równanie reakcji jakiej ulega chlor. Współczynniki dobierz metodą bilansu jonowo-elektronowego pisząc równania procesów utleniania i redukcji. (2p)

Zadanie 3. (4 pkt)

Podczas reakcji wytrącania chlorku srebra (AgCl) zachodzi równowaga: $\text{AgCl(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ z iloczynem rozpuszczalności K_s wynoszącym $1,8 \times 10^{-10}$. W obecności amoniaku tworzy się trwały kompleks według równania reakcji: $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ze stałą tworzenia $\beta = 1,7 \times 10^7$.

a) Oblicz rzeczywistą masę osadu AgCl , który powstanie po zmieszaniu 100 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ roztworu azotanu srebra (AgNO_3) z 150 cm^3 $0,05 \text{ mol/dm}^3$ roztworu chlorku sodu (NaCl), uwzględniając rozpuszczalność AgCl w powstałym roztworze (reakcja stechiometryczna: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl(s)}$). (2p)

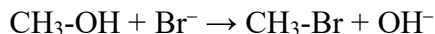
b) Oblicz minimalną objętość $0,50 \text{ mol/dm}^3$ wodnego roztworu amoniaku (NH_3), w której rozpuści się $1,00 \text{ g}$ AgCl , uwzględniając dominującą rolę kompleksu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ w zwiększaniu rozpuszczalności. (2p)

Zadanie 4. (4 pkt)

Dwie próbki radionuklidów, których produkty rozpadu są gazami, ustawiono na szalkach wagi. Okresy półtrwania tych próbek wynosiły $T_{1/2L} = 0,25$ h i $T_{1/2P} = 0,5$ h. Masy początkowe tych próbek wynosiły $m_L = 20$ g i $m_P = 10$ g. Indeksy L i P oznaczają wartości odniesione do lewej i prawej szalki. Oblicz czas, po którym zrówna się położenie szalek wagi. (2p)

Zadanie 5. (2 pkt)

Dana jest reakcja substytucji nukleofilowej:



O równaniu kinetycznym $v = k[\text{CH}_3\text{OH}][\text{Br}^-]$, gdzie $k = 0,0214 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$. Oblicz, jaką masę ma alkohol, który zmienia się w bromek metylu w czasie jednej sekundy, w 100 cm^3 mieszaniny reakcyjnej, jeżeli stężenia reagentów są jednakowe i wynoszą $0,1 \text{ mol/dm}^3$. (2p)

Zadanie 6. (4 pkt)

Do 100 cm³ roztworu NaOH o stężeniu 0,15 mol/dm³ dodano kilka kropel roztworu fenoloftaleiny. Następnie wprowadzono stechiometryczną ilość stałego fenolu, a zawartość naczynia wymieszano aż do całkowitego zaniku substancji stałej. Załóż, że objętość roztworu nie uległa zmianie.

a) Za pomocą obliczeń wykaż, czy fenoloftaleina ulegnie całkowitemu odbarwieniu po zakończeniu reakcji. Potrzebne dane liczbowe zaczerpnij z najnowszych tablic maturalnych. (2p)

b) Oblicz, jakie maksymalne stężenie początkowe roztworu NaOH (w mol/dm³) należy zastosować, aby po dodaniu stechiometrycznej ilości stałego fenolu, roztwór osiągnął dolną granicę zakresu zmiany barwy zieleni malachitowej. Zakres zmiany barwy zieleni malachitowej: 11,5 - 13,0; w którym przechodzi z formy zielonej w bezbarwną). Wynik podaj z dokładnością do 3 cyfr znaczących. (2p)

Zadanie 7. (5 pkt)

Próbkę organicznego związku A, zawierającego węgiel, wodór i chlor, poddano serii doświadczeń. Analiza elementarna związku A wykazała, że zawiera on 62,7% masowych chloru. Pierwszą część próbki A poddano działaniu wodnego roztworu KOH w warunkach łagodnej hydrolizy. Otrzymano organiczny związek B, który jest związkiem chiralnym. Drugą część próbki A ogrzewano z nadmiarem stężonego, alkoholowego roztworu KOH. W wyniku reakcji otrzymano gazowy produkt C, który charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- odbarwia wodę bromową w stosunku molowym 1:2,
- w reakcji z amoniakalnym roztworem AgNO_3 wytrąca biały osad.

a) Wykonując stosowne obliczenia ustal wzór sumaryczny związku A. (2p)

b) Podaj wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne związków A, B i C. (3p)