

Zadanie 1. Woda królewska (12 pkt)

Woda królewska (łac. aqua regia) - mieszanina stężonego kwasu solnego i azotowego w stosunku objętościowym 3:1. Ma bardzo silne właściwości utleniające, rozтворя m. in. złoto. W reakcji tej tworzy się: chlorkowy kompleks jonów złota(III) o liczbie koordynacyjnej 4, bezbarwny gaz brunatniejący na powietrzu i woda.

a) Zapisz równania półokwowe (w formie jonowo-elektronowej) procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas rozтворяnia złota w wodzie królewskiej.

Złoto rozтворя się też, w obecności tlenu z powietrza, w roztworach cyjanków alkalicznych, przy czym powstaje ponownie jon kompleksowy o liczbie koordynacyjnej 4, a roztwór po reakcji jest bardziej zasadowy niż przed.

b) Zapisz równanie reakcji w formie cząsteczkowej rozтворяnia złota w roztworze cyjanku potasu.

Świeżo przygotowany roztwór wody królewskiej jest bezbarwny, ale dość szybko przybiera kolor pomarańczowy na skutek powstawania chlorku nitrozylu (NOCl). Tworzy się on w reakcji pomiędzy kwasem chlorowodorowym a kwasem azotowym(V) w stosunku molowym 3:1.

c) Zapisz równanie reakcji, która jest przyczyną nadawania wodzie królewskiej pomarańczowej barwy.

d) Zaproponuj budowę cząsteczki chlorku nitrozylu, pisząc jej wzór elektronowy kreskowy z uwzględnieniem niewiązających par elektronowych. Określ liczbę wiązań typu σ i typu π oraz niewiązających par elektronowych w tej cząsteczce.

Do przygotowania roztworu wody królewskiej użyto roztworu kwasu azotowego(V) o stężeniu 68%(m/m) i gęstości 1,40 g/cm³ oraz roztworu kwasu chlorowodorowego o stężeniu 38%(m/m) i gęstości 1,19 g/cm³.

e) Oblicz stosunek liczby moli kwasu chlorowodorowego do liczby moli kwasu azotowego w tak przygotowanym roztworze. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

f) Wykonaj niezbędne obliczenia i określ stężenie molowe roztworu kwasu chlorowodorowego użytego do przygotowania roztworu wody królewskiej.

g) Oblicz minimalną objętość (w cm³) wody królewskiej potrzebnej do rozтворяnia próbki złota o masie 2,364 g. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Zadanie 2. Mieszanki kwasów (10 pkt)

Mieszanina nitrująca - mieszanina stężonych kwasów azotowego(V) i siarkowego (VI) w stosunku masowym 1:2 służąca do nitrowania związków organicznych, jak również do otrzymywania niektórych estrów kwasu azotowego(V). Nitrogliceryna otrzymywana jest przez estryfikację gliceryny mieszaniną nitrującą. W mieszaninie nitrującej zachodzi proces, który można podzielić na dwa etapy. W pierwszym na skutek reakcji pomiędzy cząsteczkami kwasów (w stosunku molowym 1:1) wytwarza się para jonów. Drugi etap obejmuje rozpad jednego z jonów na dwie drobiny.

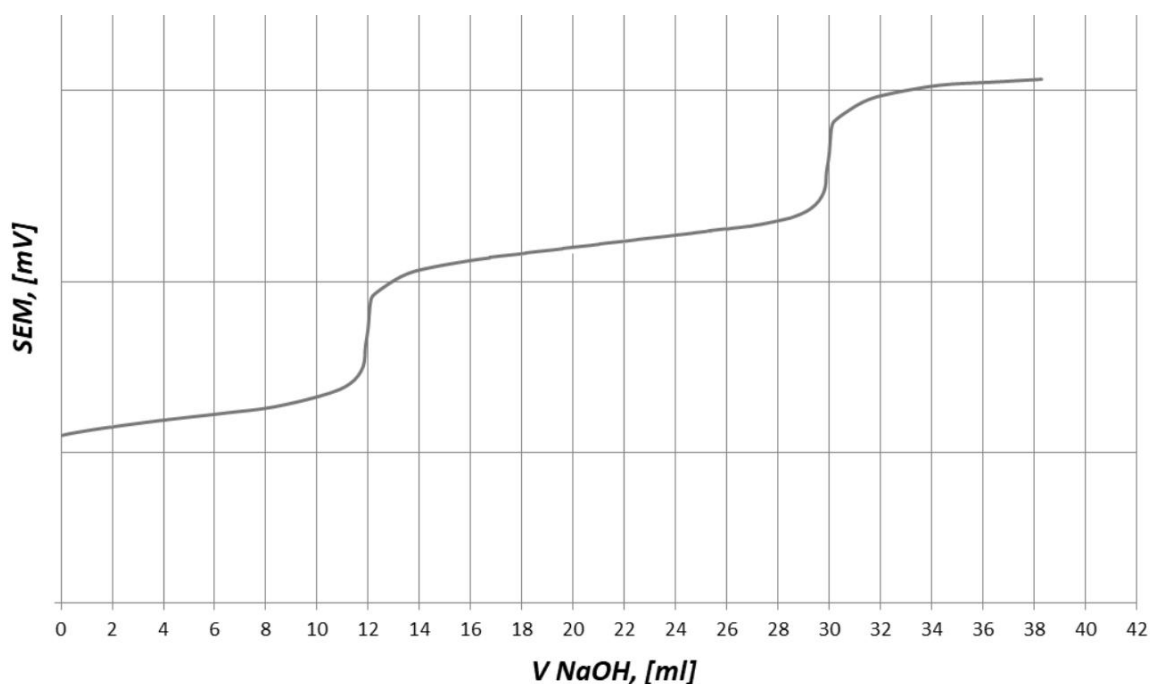
a) Zapisz równania reakcji opisujące każdy z opisanych etapów. Dla etapu 1 wpisz do tabeli wzory drobin stanowiące odpowiednie pary kwas-zasada zgodnie z teorią Brönsteda.



Potencjometryczne oznaczanie obok siebie kwasu karboksylowego i mocnego kwasu nieorganicznego opiera się na różnicującym działaniu niektórych rozpuszczalników organicznych. Miareczkowanie takiej mieszaniny prowadzone w środowisku wodnym daje jeden skok potencjału w punkcie odpowiadającym sumie odmiareczkowanych kwasów. Po dodaniu do roztworu acetonu moc kwasu karboksylowego zostaje znacznie osłabiona wskutek zasocjowania grupy karboksylowej kwasu i grupy karbonylowej acetonu - różnica mocy kwasów zwiększa się. W wyniku miareczkowania otrzymuje się wykres z dwoma wyraźnymi punktami przegięcia umożliwiającymi ilościowe oznaczenie każdego z kwasów. PK miareczkowania wyznacza się graficznie metodą środkowej równoległych stycznych. Odczytane na osi odciętych liczby ml roztworu NaOH przelicza się na zawartość kwasów w próbce.

Oznaczenie ilości kwasu octowego i solnego w mieszaninie wykonano następująco. Z kolby miarowej o pojemności 250 ml odpipetowano 50 ml roztworu do zlewki o pojemności 250 ml, dodano 50 ml acetonu, zainstalowano mieszađło magnetyczne oraz elektrody i miareczkowano mianowanym roztworem NaOH o stężeniu $0,2 \text{ mol/dm}^3$. Otrzymane wyniki SEM w funkcji ilości dodanego roztworu titranta przedstawia wykres.

b) Wykorzystując wzory grupowe kwasu octowego i acetonu narysuj sposób tworzenia się asocjatu cząsteczek tych substancji.



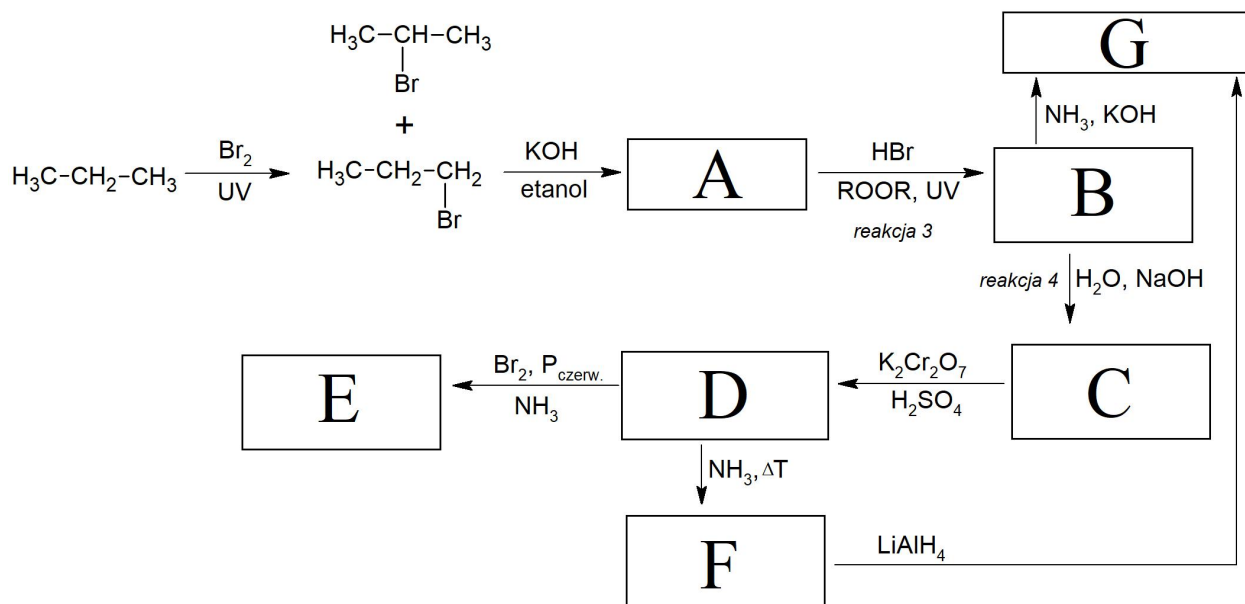
c) Dokonaj odpowiednich obliczeń i wyznacz masę każdego z kwasów zawartych w próbce. Wyniki końcowe podaj z dokładnością do całkowitych ilości miligramów.

Przygotowano 1 dm^3 roztworu kwasu octowego o stężeniu $0,2 \text{ mol/dm}^3$. Następnie dodano $0,5 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu chlorowodorowego o stężeniu 2 mol/dm^3 .

d) Oblicz wartość pH roztworu kwasu octowego przed dodaniem do niego roztworu kwasu solnego oraz wartość stopnia dysocjacji słabego kwasu po dodaniu do niego mocnego kwasu. Oba wyniki podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Dla uproszczenia obliczeń zaniedbaj zmianę objętości roztworu na skutek dodania mocnego elektrolitu.

Zadanie 3. Związki organiczne zawierające azot (8 pkt)

Do związków organicznych, w skład których wchodzi atomy azotu, zaliczamy między innymi: związki nitrowe, aminy, związki azowe, nityle, aminokwasy, amidy kwasowe, estry kwasów azotowych.



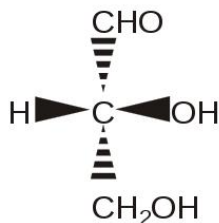
a) Uzupełnij schemat przemian związków prowadzący do powstania różnych związków azotu. Zapisz wzory **grupowe** brakujących związków (A - G). Zwróć uwagę na warunki prowadzenia poszczególnych reakcji.

W reakcji substytucji radicalowej alkanów, ilość powstałych izomerów (monohalogenopochonej) zależy od trwałości i rzędowości powstających radicali. W przypadku etanu możliwe jest utworzenie tylko radicala pierwszorzędowego poprzez homolizę wiązania C-H. Z cząsteczki metylopropanu można utworzyć radical trzeciorzędowy (jeden trzeciorzędowy atom wodoru w cząsteczce) oraz radical pierwszorzędowy (dziewięć pierwszorzędowych atomów wodoru). Względna reaktywność atomów wodoru połączonych z atomami węgla o różnej rzędowości dla reakcji bromowania przedstawia tabela:

Rzędowość atomów wodoru	1°	2°	3°
Selektywność w reakcji bromowania	1	82	1600

b) Oblicz stosunek molowy 1-bromopropanu do 2-bromopropanu w mieszaninie otrzymanej w wyniku monobromowania propanu, załóż 100% wydajność reakcji. Odpowiedź wyraż za pomocą ułamka o najmniejszej wartości.

Konfiguracja D i L (konfiguracja względna) - sposób określania i nazywania izomerów optycznych związków chemicznych poprzez analizę korelacyjną względem aldehydu glicerynowego. Poniższy wzór przedstawia cząsteczkę aldehydu D-glicerynowego.



W schemacie przemian występuje tylko jeden związek mogący tworzyć izomery optyczne oraz dodatkowo można jego enancjomerom przypisać konfigurację względną L i D.

c) Uzupełnij puste miejsca tak, aby powstały wzory związków będących względem siebie enancjomerami spełniającymi jednocześnie odpowiedni warunek konfiguracji względnej (D i L).

d) Określ typ oraz mechanizm reakcji oznaczonych na schemacie numerami 3 i 4. Wpisz odpowiednie określenia do tabeli.

Sumaryczna punktacja za zadania – 30 pkt.

Czas rozwiązywania zadań – 120 minut