

ZADANIA III-go ETAPU XI KONKURSU CHEMICZNEGO
05 marca 2005, POZNAŃ

Czas: 180 min.

Suma punktów: 56

ZADANIA EKSPERYMENTALNE

1.

W U-rurce znajduje się bezbarwny roztwór pewnej soli, zawierający fenoloftaleinę i skrobię. W ramionach rurki umieszczono elektrody platynowe podłączone do źródła prądu stałego. Po pewnym czasie ciecz wokół jednej z elektrod przybrała barwę (elektroda A), z kolei wokół drugiej (elektroda B). Pewną ilość znajdującą się w roztworze soli wprowadzono, za pomocą drucika platynowego, do płomienia palnika gazowego, w wyniku czego zabarwił się on na kolor Ustal wzór znajdującego się w roztworze związku, zapisz równania reakcji elektrodowych i zidentyfikuj elektrody. Jakie produkty elektrolizy spowodowały zmianę barwy roztworu w ramionach U-rurki? Podaj przykład trzech procesów technologicznych, wykorzystujących zjawisko elektrolizy. (5 pkt.)

2.

W trzech kolejnych probówkach ogrzanych na łaźni wodnej do temperatury 70°C znajdują się roztwory estrów: 4-nitrobenzoesanu etylu, benzoesanu etylu i 4-metoksybenzoesanu etylu o tym samym stężeniu. Jednocześnie do każdej z probówek dodano kroplę roztworu fenoloftaleiny i kroplę roztworu NaOH. Zaobserwuj zmiany zachodzące w probówkach i wytłumacz, dlaczego nastąpiły one w różnym czasie. Zapisz równania zachodzących reakcji. (8 pkt.)

ZADANIA TEORETYCZNE

3.

W przeszłości, zanim dokonano usystematyzowania nomenklatury substancji chemicznych, wiele z nich funkcjonowało pod nazwami zwyczajowymi, związanymi z ich pochodzeniem, zastosowaniem, odkrywcą bądź sytuacją, w której zostały odkryte. Pomimo wysiłków czynionych przez chemicznych „purystów językowych” często nie udało się ich wykorzenić i nadal są stosowane, zatem warto je znać. Rozszyfruj, jakie związki chemiczne ukryte są pod następującymi nazwami oraz podaj ich wzory strukturalne. (10 pkt.)

- a. Brausztyn (*niem. Braunstein* – brazowy kamień) – ta czarnobrunatna substancja stosowana jest w przemyśle szklarskim do barwienia i odbarwiania szkła oraz w przemyśle elektrotechnicznym jako składnik suchych elektrolitów w ogniwach Leclanchego.
- b. Lapis infernalis (*łac. lapis* – kamień, *infernum* – piekło) – biały, krystaliczny związek stosowany w medycynie, w formie mieszaniny z azotanem potasu, do przyżegania kurzajek, w chemii analitycznej, w galwanotechnice i w fotografii. Zdaniem niektórych twórców kultury masowej jest skutecznym środkiem odstraszającym wampiry:).

- c. Siny kamień – związek ten, zawdzięczający nazwę swojej barwie, jest szeroko stosowany w przemyśle środków ochrony roślin do produkcji fungicydów i w galwanotechnice do nanoszenia powłok ochronnych i ozdobnych.
- d. Sól gorzka – substancja ta zawdzięcza swoją nazwę, jak można się domyślać, gorzkiemu smakowi, stosowana jest w medycynie jako środek przeczyszczający, w przemyśle tekstylnym do impregnacji tkanin, jako składnik nawozów sztucznych. Występuje w naturze w wodzie morskiej oraz jako minerał – kizeryt.
- e. Czad - ten bezbarwny i bezwonny gaz stanowi niebezpieczną i podstępą truciznę. Powstaje podczas utleniania związków organicznych. Stosowany jest jako ważny substrat w syntezie organicznej
- f. Salmiak – związek stosowany w produkcji suchych ogniw galwanicznych, jako topnik do lutowania i w produkcji cukierków i likierów w krajach północnej Europy.
- g. Cukier ołowiany – ta słodka substancja jest związkiem silnie toksycznym, stosowanym w farbiarstwie jako zaprawa do tkanin. Dawniej stosowany (zewnętrznie) w medycynie jako środek ściągający i odkażający, tzw. woda gulardowa.
- h. Kalomel – związek stosowany dawniej w medycynie jako środek przeczyszczający i moczopędny oraz składnik maści i zasypek odkażających i przeciwkiflowych. Aktualnie, ze względu na działanie toksyczne – nie stosowany. Powszechnie stosowany w elektrochemii do budowy elektrod odniesienia.
- i. Boraks (*arab.* – biały) – występuje w naturze jako minerał. Stosowany w przemyśle jako topnik, zmiękczaczy wody, składnik w produkcji szkła, w garbarstwie i lecznictwie. W laboratorium używany jest w analizie jakościowej do otrzymywania tzw. pereł boraksowych.
- j. Bawełna strzelnicza – substancja organiczna używana w przemyśle pirotechnicznym i wojskowym jako materiał miotający i kruszący. W formie roztworów alkoholowo-eterowych używana jako kolodium – preparat stosowany w medycynie i biologii.

4.

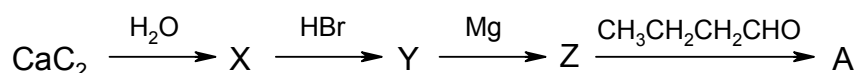
Podstawowym problemem polskiego przemysłu energetycznego jest znaczna emisja zanieczyszczeń, zarówno gazowych jak i stałych. Jednym z głównych składników niebezpiecznych, zawartych w spalinach powstających podczas produkcji energii elektrycznej z węgla kamiennego i/lub brunatnego jest tlenek siarki(IV). Największa polska elektrownia (Elektrownia Bełchatów) jeszcze na początku lat 90 ubiegłego wieku znajdowała się w ścisłej światowej czołówce emiterów SO₂. Rocznie z kominów Elektrowni Bełchatów do atmosfery trafiało około 335 000 ton SO₂. Sytuację tą zaczęto systematycznie poprawiać budując instalacje odsiarczania spalin (IOS). Zastosowano technologię odsiarczania metodą moką wapienną, polegającą na zraszaniu wstępnie odpylonych i dotlenionych (zawartość O₂ około 6 % obj.) gazów odlotowych wodną zawiesiną wapna, bądź kamienia wapiennego. Dzięki zwiększonej zawartości tlenu w spalinach, półprodukt otrzymany w reakcji wapna (lub kamienia wapiennego) z SO₂ ulega utlenieniu tworząc w efekcie gips, który po wysuszeniu (wilgotność do 10%) zużywany jest do produkcji zapraw murarskich, płyt kartonowo-gipsowych czy pustaków. Zakładając, że jeden blok energetyczny zużywa na godzinę średnio 200 ton węgla o zawartości siarki około 0,8 % wagowych i wiedząc, że sprawność instalacji odsiarczania wynosi około 93 % oblicz, ile gipsu handlowego jest w stanie wyprodukować 12 blokowa Elektrownia Bełchatów w przeciągu roku (rok technologiczny dla pojedynczego bloku trwa 300 dni) i o ile zmniejszona została emisja związków siarki w porównaniu ze stanem z początku lat 90-tych XX wieku. Zapisz równania reakcji zachodzących w IOS oraz nazwij wszystkie produkty. (4 pkt.)

5.

Zielony malachit i niebieski azuryt są zasadowymi węglanami miedzi. Ustal ich wzory wiedząc że w wyniku rozpuszczenia 1 g każdego z nich w rozcieńczonym roztworze kwasu azotowego(V) powstaje odpowiednio 101,3 i 130,0 cm³ gazu. Po odparowaniu obu roztworów i rozpuszczeniu pozostałości w wodzie destylowanej wrzucono do środka po 5,0000 g magnezu. Gdy roztwory odbarwiły się, metal odsączono, wysuszono i zważono. W przypadku malachitu masa osadu wynosiła 5,3547 g natomiast dla azurytu 5,3414 g. (6 pkt.)

6.

Obecnie wiele produktów spożywczych zawiera szeroką gamę substancji chemicznych, wprowadzanych tam celowo i pełniących funkcję sztucznych aromatów smakowych i zapachowych (choć często „identycznych z naturalnymi”), barwników, konserwantów, regulatorów kwasowości, emulgatorów, substancji zagęszczających i żelujących, wypełniaczy itd. Prawdziwą skarbnicą produktów przemysłu chemicznego są liczne zupki w proszku, sosy i inne potrawy, gotowe do spożycia w kilka minut po zalaniu wrzątkiem. Szczególnie istotne są w nich substancje aromatyzujące. Związek **A** charakteryzuje się silnym aromatem grzybowym i jest stosowany we wszystkich zupkach i sosach o tym smaku. Związek **A** można uzyskać na drodze poniższych przemian:



- Ustal wzór i nazwę związku **A** oraz wzory związków **X**, **Y** i **Z**.
- Jak można otrzymać, użyty w syntezie butanal, stosując wyłącznie związki nieorganiczne?
- Związek **A** może tworzyć stereoizomery – narysuj je. Jak nazywamy ten typ izomerii?
- Podaj dwa przykłady innych, powszechnie stosowanych aromatów spożywczych (nazwę systematyczną lub zwyczajową i zapach związku). (6 pkt.)

7.

Wspomniane powyżej substancje aromatyzujące, dodawane do żywności, wykazują często ograniczoną trwałość i łatwo ulegają rozkładowi pod wpływem wody lub tlenu. Sposobem na zwiększenie ich stabilności jest związanie ich z produkowanymi przez niektóre bakterie związkami – cyklodekstrynami (CD). Cyklodekstryny to cykliczne oligosacharydy, których cząsteczki mają kształt kubelków bez dna, o ścianach utworzonych przez reszty glukozy. Związki te tworzą kompleksy z wieloma substancjami (kompleksowane molekuly wnikają do wnętrza „kubelka”). Molekuly umieszczone we wnęce cyklodekstryny są odizolowane od wpływu środowiska, a zatem nie ulegają utlenianiu czy hydrolizie. Połączenia te są trwałe w temperaturze pokojowej lecz rozkładające się na składniki (cyklodekstrynę i związaną w niej substancję) po ogrzaniu, np.: w następstwie zalania zupki wrzątkiem. Uwolnienie ich pod wpływem ciepła wyzwala zarazem aromat. Oszacuj wartość stałej równowagi reakcji tworzenia (w temperaturze pokojowej) kompleksu CD ze związkiem o aromacie cebulowym wiedząc, że po ostygnięciu zupa traci aromat a próg wykrywalności aromatu wynosi 10⁻⁸ M. Początkowa zawartość jego kompleksu z CD (stechiometrii 1:1), w paczce wystarczającej na przygotowanie 200 cm³ potrawy, wynosi 10⁻³ mola. (4 pkt.)

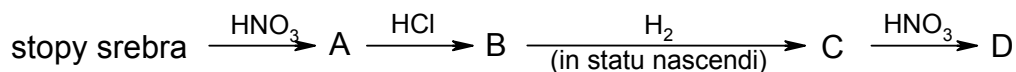
8.

Obecnie coraz częściej zwraca się uwagę na poziom radioaktywności w mieszkaniach. Szczególnie często poruszany jest problem stężenia α -promieniotwórczego izotopu radonu - ^{222}Rn , wydzielającego się rzekomo z materiałów budowlanych, produkowanych z substratów odpadowych, np.: popiołów, żużla itp. Zagadnienie to wzbudza jednak wiele kontrowersji, a szkodliwość i poziom obecnego w pomieszczeniach radonu jest dyskusyjna, tym bardziej że, jak wykazały badania, poziom radonu w zamkach budowanych z bazaltu był znacznie wyższy a jednak ich mieszkańcy nie cierpieli na schorzenia przypisywane oddziaływaniu Rn-222 . Wiedząc, że płuca człowieka mieszczą średnio $4,5 \text{ dm}^3$ powietrza, a zawartość radonu w powietrzu lochów szkockiego zamku wynosi $5 \cdot 10^{-15} \text{ mol/m}^3$ oblicz, ile cząstek α wchłania tkanka płucna podczas jednego wdechu trwającego 5 s. $T_{1/2}(^{222}\text{Rn}) = 3,824 \text{ d}$. Jaki nuklid tworzy się podczas rozpadu jądra radonu-222? (5 pkt.)

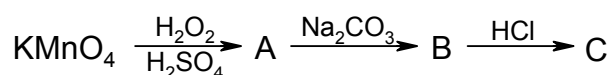
9.

Dostępność odczynników w domowym laboratorium jest często ograniczona, dlatego autorzy książek przeznaczonych dla młodych chemików proponują niecodzienne źródła różnych pierwiastków. Poniżej podano kilka procedur opisanych we wspomnianych opracowaniach. Zapisz równania wszystkich reakcji zachodzących w tych procesach. (4 pkt.)

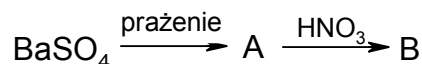
- a. Proponowanym źródłem srebra był, między innymi, złom srebrny. Przed młodym chemikiem stało jednak zadanie oddzielenia pożądanego składnika od innych metali, takich jak miedź czy cynk. Pozwalała na to następująca procedura:



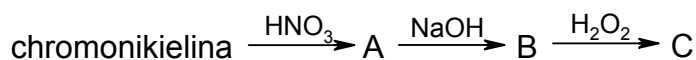
- b. Związki manganu(II) są trudno dostępne, można je jednak stosunkowo łatwo otrzymać, wykorzystując sprzedawany w aptekach nadmanganian potasu.



- c. Jako źródło związków baru proponowany był kontrast stosowany w rentgenodiagnostyce przewodu pokarmowego, będący zawiesiną siarczanu(VI) baru. Jego przekształcenia w użyteczne w domowym laboratorium związki baru można dokonać w następujący sposób:



- d. Tak przydatne w eksperymentach sole chromu(VI) można otrzymać z chromonikieliny, stopu niklu i chromu stosowanego do produkcji drutów oporowych. Kluczowym zadaniem jest rozdzielenie tych dwóch pierwiastków.



10.

Tworzywa sztuczne (głównie polimery organiczne) towarzyszą współczesnemu człowiekowi praktycznie w każdej dziedzinie jego życia. Liczba ich typów jest ogromna. Różnią się między sobą zarówno właściwościami fizycznymi takimi jak odporność mechaniczna, elastyczność czy temperatura topnienia, jak i chemicznymi np. wielkość cząsteczek, reaktywność, palność itd. W związku z tym chemik chcąc uniknąć kłopotów powinien umieć rozpoznać najpopularniejsze tworzywa sztuczne. Jak metodami chemicznymi rozróżnić polietylen, poli(chlorek winylu) i nylon? (4 pkt.)