

Podstawy Chemii

Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych

(dla studentów I roku kierunku „Technologia chemiczna”)

Opracowali:

Stanisław Krompiec, Michał Krompiec, Michał Filapek, Beata Marcol,
Iwona Grudzka, Joanna Malarz, Mateusz Penkala, Tomasz Flak, Łukasz Skórka,
Sławomir Michalik, Dominik Tabak

*Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego
w Katowicach, Instytut Chemii
Zakład Chemii Nieorganicznej i Koordynacyjnej*

Spis Treści

Wprowadzenie

Literatura

Program ćwiczeń laboratoryjnych

1. Zasady pracy w laboratorium chemicznym. Pierwiastki chemiczne – wybrane właściwości fizyczne i chemiczne
2. Wybrane klasy związków chemicznych: otrzymywanie, niektóre właściwości fizyczne i chemiczne
3. Mieszaniny i roztwory: sporządzanie i rozdzielanie
4. Typy reakcji chemicznych

Wprowadzenie

Ćwiczenia laboratoryjne stanowią praktyczną ilustrację wybranych treści programowych będących przedmiotem wykładu z „Podstaw chemii”. Wszystkie eksperymenty są wykonywane przez uczestników ćwiczeń samodzielnie. Także notatki laboratoryjne (prowadzone na bieżąco, w trakcie ćwiczeń, w zeszytach) prowadzi każdy student oddzielnie.

Ważnym celem ćwiczeń laboratoryjnych z podstaw chemii jest zapoznanie studentów z podstawowym szkłem laboratoryjnym (zlewki, różnego rodzaju kolby, rozdzielacze, wkraplacze, chłodnice, pipety, termometry laboratoryjne i inne) oraz podstawowym wyposażeniem spotykanym w laboratoriach chemii analitycznej, nieorganicznej i organicznej (wagi, wyparki próżniowe, pompy próżniowe, regulatory napięcia, elementy służące do konstruowania prostych zestawów laboratoryjnych, mieszadła, podgrzewacze i inne).

Równie istotnym celem tych zajęć będzie zapoznanie uczestników z podstawowymi elementami techniki laboratoryjnej takimi jak: wykonywanie reakcji w probówkach, zlewkach, kolbach, wykonywanie reakcji z mieszaniem, ogrzewaniem lub chłodzeniem układu reakcyjnego, destylacja prosta, destylacja z użyciem wyparki próżniowej, ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz, krystalizacja, pomiar temperatury, przygotowywanie odważek za pomocą wag o różnej dokładności, pomiar gęstości roztworu, sporządzanie roztworów o zadanym stężeniu i innymi.

Przed rozpoczęciem zajęć studenci zapoznają się z zasadami pracy w laboratorium chemicznym. Szczególny nacisk zostanie położony na zasady bezpiecznego operowania substancjami chemicznymi i bezpiecznego wykonywania eksperymentów chemicznych. Uczestnicy zajęć zapoznają się także z zasadami postępowania z odpadami powstałymi w trakcie wykonywania eksperymentów chemicznych.

Przed przystąpieniem do każdego ćwiczenia studenci muszą zapoznać się z instrukcją oraz przyswoić sobie wiedzę (z wykładu i podręczników wymienionych w spisie literatury) niezbędną do jego wykonania i zrozumienia.

Na ocenę z laboratorium składać się będą oceny z: kolokwium (lub sprawdzianu pisemnego) przed rozpoczęciem zajęć, wykonania części eksperymentalnej, sposobu prowadzenia notatek, sprawozdania z ćwiczenia.

Literatura

Podano tytuły podręczników z chemii ogólnej, nieorganicznej i organicznej dostępnych na polskim rynku lub w Bibliotece Uniwersytetu Śląskiego. Do przygotowania się do zajęć laboratoryjnych wystarczy pozycja 1 (szczególnie) lub 3 lub 5, albo też np. połączenie pozycji 3 i 6.

1. L. Jones, P.W. Atkins, „Chemia ogólna”, PWN, W-wa (2004).
2. A. Bielański, „Podstawy chemii nieorganicznej”, PWN, W-wa (1987).
3. M. J. Sienko, R. A. Plane, „Chemia, podstawy i zastosowania”, WNT, W-wa (1999).
4. F. A. Cotton, G. Wilkinson, P. L. Gaus, „Chemia nieorganiczna”, PWN, W-wa (1995).
5. L. Pajdowski, „Chemia ogólna”, PWN, W-wa (1999).
6. M. Hornby, J. Peach, „Podstawy chemii organicznej”, WNT, W-wa (1996).
7. R. T. Morrison, R. N. Boyd, „Chemia Organiczna”, PWN, W-wa (1990).
8. L. Koditz, „Chemia nieorganiczna”, PWN, W-wa (1994).
9. L. Pauling, P. Pauling, „Chemia”, PWN, W-wa (1997).

Ćwiczenie 1

Zasady pracy w laboratorium chemicznym.

Pierwiastki chemiczne – wybrane właściwości fizyczne i chemiczne

Celem ćwiczenia jest pokazanie wybranych, „żywych” pierwiastków chemicznych (ułożonych tak jak w układzie okresowym) oraz zapoznanie się z ich wybranymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Właściwości pierwiastków będą analizowane przez studentów w kontekście układu okresowego (położenie pierwiastka w układzie okresowym a jego właściwości). Przed rozpoczęciem ćwiczenia prowadzący omówi zasady pracy w laboratorium chemicznym zwracając szczególną uwagę na bezpieczeństwo pracy (w tym ochronę przed niebezpiecznymi substancjami, zasady postępowania z odpadami). Ponadto uczestnicy zajęć zapoznają się z podstawowym wyposażeniem laboratorium chemicznego (szkło laboratoryjne, wagi, palniki i inne) oraz z podstawowymi elementami techniki laboratoryjnej (np. odmierzaniem cieczy, odważaniem substancji stałej, ogrzewaniem mieszaniny reakcyjnej w probówce).

Odczynniki i sprzęt

Odczynniki: sól, lit, potas, beryl, magnez (wiórki), wapń, bor, glin (folia, granulki, proszek), gal, ind, tal, węgiel, krzem, cyna, ołów, fosfor czerwony, arsen, antymon, bizmut, siarka, selen, tellur, chlor, brom, jod, miedź (blaszki), srebro, złoto, kadm, cynk (granulki, blaszki), rtęć, tytan, tantal, chrom, platyna, molibden, mangan, ren, osm, pallad, kwas siarkowy(VI) (stężony i 1M), kwas azotowy (stężony i 1M), kwas solny (stężony i 1M), woda bromowa, wodorotlenek sodu - 1M roztwór.

Sprzęt: pęseta, zlewki o pojemności 50 cm³, krystalizator, cylinder miarowy na 50 cm³, probówki, łąpy drewniane do probówek, szkiełka zegarkowe, bagietki szklane, pipety, bibuła filtracyjna, łopatka metalowa, łyżeczki do spalań, papierki uniwersalne, palniki gazowe, nóż.

Zagrożenia i środki ostrożności: praca z litem, sodem, wapniem: bardzo reaktywne metale, gwałtownie reagują z wodą – praca w okularach ochronnych; spalanie fosforu, siarki i selenu: tworzą się niebezpieczne, trujące i drażniące drogi oddechowe gazy (tlenki) – praca pod wyciągiem; stężone kwasy: niszczą skórę, drażnią drogi oddechowe (szczególnie kwas solny i azotowy), żrące – praca w rękawicach ochronnych i pod wyciągiem; woda bromowa: drażni

drogi oddechowe i niszczy skórę – praca w rękawicach ochronnych, unikać wdychania par bromu; wodorotlenek sodu: niebezpieczny dla oczu, niszczy skórę – praca w okularach i rękawicach ochronnych; rtęć: pary rtęci są silnie trujące – praca pod wyciągiem, wypadek rozlania rtęci zgłosić prowadzącemu; kadm, arsen i osm: trujące metale ciężkie – praca pod wyciągiem i w rękawicach ochronnych; beryl: toksyczny metal – ogrzewanie berylu wykonać pod wyciągiem.

Wykonanie ćwiczenia

1. Pokaz wybranych pierwiastków chemicznych ułożonych w formie układu okresowego

a) Omówienie wybranych właściwości fizycznych (wygląd zewnętrzny, gęstość, stan skupienia i inne) i chemiczne pierwiastków. Wszyscy studenci zapoznają się z wyglądem pierwiastków. Ponadto właściwości pierwiastków są analizowane przez studentów (z pomocą prowadzącego) w kontekście układu okresowego: położenie pierwiastka w układzie a jego właściwości fizyczne i chemiczne.

b) Porównanie twardości litu i sodu oraz magnezu i wapnia

Wykonać próbę przekrojenia kawałka litu, sodu i magnezu za pomocą noża. Obserwować zmiany wyglądu powierzchni litu i sodu w zetknięciu z powietrzem. Jakie reakcje zachodzą na „świeżych” powierzchniach tych metali? Dlaczego mimo przechowywania pod powierzchnią inertnej cieczy (jaka to może być ciecz?) powierzchnie takich metali jak lit i sód ulegają zmianom?

2. Sublimacja jodu

Niewielką ilość (około 0,5g) przeznaczonego do sublimacji jodu umieścić w suchej, czystej zlewce o poj. 10 lub 25 cm³. Zlewkę nakryć kolbką okrągłodenną lub krystalizatorem napełnionym zimną wodą. Zlewkę ustawić na siatce nad płomieniem palnika i ogrzewać ją aż do pojawienia się ciemnofioletowych par wewnątrz zlewki. Obserwować co dzieje się z parami po zetknięciu z chłodzoną wodą dnem kolbki (krystalizatora) zakrywającej wylot zlewki. Opisać przebieg zjawiska sublimacji. Zdefiniować pojęcie sublimacji i resublimacji, wyjaśnić dlaczego jod łatwo ulega sublimacji i podać przykłady innych pierwiastków (substancji) łatwo ulegających temu procesowi. W jakim celu przeprowadza się sublimację?

Po zakończeniu ćwiczenia otrzymane, wysublimowane kryształki jodu zebrać z dna kolbki i zlewki i przenieść do czystego, suchego naczynia opisanego „jod przesublimowany”.

3. Alotropia. Odmiany alotropowe siarki

Ten eksperyment należy wykonać pod wyciągiem, w formie pokazu.

Trzymaną w drewnianej łąpce probówkę napełnioną do 1/3 wysokości krystaliczną siarką ostrożnie ogrzewać w płomieniu palnika. Obserwować zmiany zachodzące w probówce (topienie się siarki, zmiany barwy i lepkości powstałej cieczy). Gdy stopiona jasnożółta ciecz, przejdzie w gęstą, lepka, brunatną masę – odwrócić na chwilę probówkę do góry dnem zwracając uwagę na konsystencję siarki. Następnie dalej ogrzewać probówkę – aż do temperatury wrzenia (nadal obserwować zmiany barwy i lepkości siarki w trakcie ogrzewania). Wrzącą siarkę (temp. wrzenia 444 °C) szybkim ruchem przelać do dużej zlewki z zimną wodą. Zbadać właściwości plastyczne otrzymanej w ten sposób odmiany siarki. Opisać postać i barwę wszystkich otrzymywanych w trakcie eksperymentu postaci (odmian) siarki. Zdefiniować pojęcia: alotropia i polimorfizm. Podać i scharakteryzować odmiany alotropowe siarki.

4. Reakcje litu, sodu, magnezu, wapnia i bromu z wodą

a) Do czterech zlewek o pojemności 50 cm³ zawierających po około 20 cm³ wody wprowadzić niewielkie próbki litu (o wymiarach około 2 x 3 mm), sodu, magnezu i wapnia. Obserwować zachowanie się metali w zetknięciu z wodą – zwrócić uwagę na zróżnicowaną szybkość reakcji (lub brak reakcji) w poszczególnych zlewkach. Zbadać odczyn (pH) zawartości zlewek za pomocą papierka uniwersalnego. Zapisać równania zachodzących reakcji. Pamiętając o położeniu badanych metali w układzie okresowym, wyjaśnić przyczyny ich zróżnicowanej reaktywności względem wody.

Po zakończeniu eksperymentów z litem, sodem i wapniem wylać ciekłą zawartość probówek do kanalizacji – sprawdzając uprzednio czy metale uległy całkowitemu rozтворzeniu (jeśli nie – pozostawić probówkę aż do całkowitego rozтворzenia się metalu i dopiero potem wylać jej zawartość do kanalizacji). W przypadku próby z magnezem metal umieścić w pojemniku na stałe odpady nieorganiczne, natomiast ciecz wylać do kanalizacji.

b) Zbadać odczyn (pH) tak zwanej wody bromowej uprzednio przygotowanej przez prowadzącego ćwiczenia. Co to jest woda bromowa? Jaka reakcja zachodzi podczas przechowywania wody bromowej? Jak reaguje z wodą gazowy chlor?

Po zakończeniu eksperymentu przelać wodę bromową do butelki z tym odczynnikiem (znajdującej się pod wyciągiem).

5. Próby spalania berylu, magnezu, fosforu, siarki i selenu w tlenie z powietrza

a) Niewielki wiórek magnezowy trzymany za pomocą pęsety wprowadzić do płomienia palnika. Gdy rozpocznie się reakcja usunąć płomień. Obserwować i opisać przebieg reakcji. Kolejny eksperyment należy wykonać pod wyciągiem: do płomienia palnika wprowadzić niewielki kawałek berylu i ogrzewać go przez kilka sekund, aż do czerwonego żaru, następnie ochłodzić. Wyjaśnić przyczynę zróżnicowanego zachowania się berylu i magnezu w płomieniu palnika. Zapisać równanie reakcji zachodzącej w przypadku magnezu. Otrzymany produkt spalania magnezu umieścić w probówce z wodą destylowaną, lekko ogrzać w płomieniu palnika, a następnie zbadać odczyn pH otrzymanego roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego. Zapisać równanie reakcji. Jakie właściwości wykazuje otrzymany tlenek magnezu?

Po zakończeniu ćwiczenia otrzymany tlenek magnezu przenieść do pojemnika na stałe odpady nieorganiczne. Próbkę berylu po ochłodzeniu przekazać prowadzącemu ćwiczenia.

b) Te eksperymenty należy wykonać pod wyciągiem. Na łyżeczce do spalań umieścić szczyptę kolejno – czerwonego fosforu, siarki i selenu. Wprowadzić łyżeczkę z próbką pierwiastka do płomienia palnika. Po zainicjowaniu spalania usunąć płomień i obserwować dalszy przebieg reakcji. Zapisać równania zachodzących reakcji i podać nazwy otrzymanych produktów.

Po zakończeniu spalań starannie wyczyścić (umyć) łyżeczkę z produktów spalania i wysuszyć za pomocą papierowego ręcznika.

6. Reakcje magnezu, cynku i glinu z rozcieńczonym i stężonym kwasem siarkowym(VI)

a) Niewielki wiórek magnezowy wprowadzić do probówki zawierającej 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M roztworu kwasu siarkowego(VI). Obserwować i zapisać równanie zachodzącej reakcji – w postaci cząsteczkowej i jonowej. Który zapis lepiej oddaje istotę zachodzącej przemiany? Dlaczego nie wykonuje się podobnych reakcji z użyciem metalicznego sodu, potasu lub wapnia?

Analogiczne doświadczenie wykonać dla cynku (użyć 1-2 granulek) i dla glinu (zastosować kawałek folii tego metalu).

Po zakończeniu ćwiczeń nieroztworzone metale przenieść do pojemnika na stałe odpady nieorganiczne. Z kolei roztwory (zawierające kwas i siarczany metali) przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

b) Ten eksperyment wykonuje najpierw prowadzący, a potem wszyscy studenci. Kawałek folii aluminiowej wprowadzić do próbówki zawierającej około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) stężonego kwasu siarkowego(VI). Obserwować zachowanie się metalu w kwasie. Delikatnie ogrzać zawartość próbówki w płomieniu palnika obserwując zachodzące zmiany. Porównać wynik tego eksperymentu z rezultatem uprzednio wykonanej próby z rozcieńczonym kwasem.

Po zakończeniu eksperymentu opisać i pozostawić próbówkę pod wyciągiem.

7. Reakcja glinu i miedzi ze stężonym i rozcieńczonym kwasem azotowym(V)

a) Do dwóch probówek zawierających po około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M kwasu azotowego(V) wprowadzić: do pierwszej niewielki kawałek metalicznego glinu, do drugiej małą blaszkę miedzianą. Obserwować zachowanie się metali w kwasie. Zapisać równania zachodzących reakcji – w postaci cząsteczkowej i jonowej.

Po zakończeniu tych eksperymentów przelać ciecze z probówek do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi, a nieroztworzone metale umieścić w pojemniku na stałe odpady nieorganiczne.

b) Ten eksperyment wykonuje najpierw prowadzący, a potem wszyscy studenci. Kawałek folii aluminiowej wprowadzić do próbówki zawierającej około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) stężonego kwasu azotowego(V). Obserwować zachowanie się metalu w kwasie. Delikatnie ogrzać zawartość próbówki w płomieniu palnika obserwując zachodzące zmiany. Porównać wynik tego eksperymentu z rezultatem uprzednio wykonanej próby z rozcieńczonym kwasem.

Po zakończeniu eksperymentu opisać próbówkę i pozostawić ją pod wyciągiem.

8. Reakcja cynku i miedzi z 1M roztworem kwasu solnego

Do 2 probówek zawierających po około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M kwasu solnego wprowadzić: do jednej blaszkę miedzianą a do drugiej blaszkę cynkową. Obserwować zachowanie się metali, zapisać równania (równanie) zachodzących reakcji.

Po zakończeniu ćwiczeń przelać ciekłą zawartość probówek do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi, a nieroztworzone metale przenieść do pojemnika na stałe odpady nieorganiczne.

9. Reakcje glinu z rozcieńczonym roztworem NaOH

a) Do dwóch probówek zawierających 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M roztworu NaOH wprowadzić: do jednej granulkę glinu, a do drugiej szczyptę proszku tego metalu. Obserwować przebieg reakcji w obu probówkach (w razie potrzeby delikatnie ogrzać zawartość probówki w płomieniu palnika). Napisać równanie zachodzącej przemiany i podać nazwę jej produktu. Jak (i dlaczego) stopień rozdrobnienia reagenta wpływa na szybkość reakcji?

b) Ogrzać w płomieniu palnika probówkę zawierającą granulkę glinu i 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M roztworu NaOH (patrz punkt a) – obserwować zmianę szybkości reakcji. Jak (i dlaczego) wzrost temperatury wpływa na szybkość reakcji chemicznych?

Po zakończeniu ćwiczenia ciekłą zawartość probówek zubożyć rozcieńczonym roztworem kwasu solnego i wylać do kanalizacji. Można ją także przelać do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne. Nieroztworzone resztki metalu przenieść do pojemnika ze stałymi odpadami nieorganicznymi.

Sprawozdanie z wykonania ćwiczenia

Sprawozdanie musi zawierać opisy wykonanych eksperymentów, poczynione obserwacje, odpowiedzi na pytania zawarte w instrukcji, równania zachodzących reakcji.

Ćwiczenie 2

Wybrane klasy związków chemicznych: otrzymywanie, niektóre właściwości fizyczne i chemiczne

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z niektórymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi wybranych rodzajów związków chemicznych – nieorganicznych (tlenki, wodorotlenki, kwasy, ...), organicznych (węglowodory, fluorowcopochodne, alkohole, ...), koordynacyjnych, metaloorganicznych i innych.

Odczynniki i sprzęt

Odczynniki: tlenek magnezu, tlenek wapnia, tlenek baru, tlenek glinu, ditlenek krzemu, tlenek ołowiu(II), dekatlenek tetrafosforu, tlenek miedzi(II), tlenek cynku, tlenek rtęci(II), tlenek lantanu(III), tlenek węgla(IV) – stały, tlenek tytanu(IV), tlenek wanadu(V), tlenek chromu(III), tlenek chromu(VI), tlenek manganu(IV), tlenek osmu(VIII), KOH (stały), NaOH (stały i 1M roztwór), Ca(OH)₂ (stały), siarczan(VI) żelaza(II) (0,5M roztwór), siarczan(VI) żelaza(III) (0,5M roztwór), azotan(V) glinu (0,5M roztwór), 10% H₂O₂, metanol, heptan, cykloheksan, bezwodny i uwodniony siarczan(VI) miedzi(II), uwodniony i bezwodny chlorek glinu, wodorek wapnia, chlorki: chromu(III), kobaltu(II) (uwodniony), niklu(II), miedzi(I), miedzi (II), manganu(II), manganian(VII) potasu, kwasy: H₂SO₄ (stężony i 1M roztwór), HCl (stężony i 1M roztwór), HNO₃ (stężony), H₃PO₄, HClO₄, H₃BO₃ (stały i 1M roztwór), związki koordynacyjne: K₃[Fe(CN)₆] (heksacyjanożelazian(III) potasu), K₄[Fe(CN)₆] (heksacyjanożelazian(II) potasu), [Ru(acac)₃] (tris(2,4-pentano-dioniano)ruten(III)), [RuClH(CO)(PPh₃)₃] (chlorohydrydokarbonyltris(tri-fenylofosfina) ruten(II)), Bu₄N⁺HSO₄⁻ (wodorosiarczan(VI) tetrabutylamoniowy), {[RuCl₂(1,5-COD)]_x}, 18-korona-6 (roztwór chloroformowy 1g/100cm³), chlorek palladu(II), chlorek sodu, tetracyjanoeten (TCNE; 0,1% roztwór w dichlorometanie), trietyloamina, metoksybenzen, ksylen (mieszanina izomerów), N,N-dietyloanilina, limonen, etanian etylu (octan etylu), butanian metylu (maślan metylu), bezwodnik etanowy (bezwodnik octowy), mocznik, pentan, heptan, cykloheksan, sacharoza, kamfora, eter dietylowy, tetrahydrofuran (THF), pirydyna, etanoamid (acetamid), benzamid, N,N-dimetylmetanoamid (dimetyloformamid, DMF), benzenokarbonylnitryl (benzonitryl), chlorek etanoilu (chlorek acetylu), kwas etanowy (kwas octowy), kwas benzenokarboksylowy (kwas benzoowy), kwas 4-metylobenzenosulfonowy, metanal (40% wodny roztwór), 3-fenylopropenal, 2-propanon (aceton), cykloheksanon, 1M roztwór Na₂CO₃, 1M roztwór AgNO₃, amoniak (stężony), metanol, 1-heksanol, geraniol, mentol,

1,4-dihydroksybenzen (hydrochinon), naftalen, 1-decen, dichlorometan (chlorek metylenu), trichlorometan (chloroform), tetrachlorometan (czterochlorek węgla)

Sprzęt: probówki, łapy drewniane do probówek, pipety, uniwersalne papierki wskaźnikowe, bagietki, szkiełka zegarkowe, palniki gazowe, zlewki 250 cm³, termometr, zarodniki wrzenia

Zagrożenia i środki ostrożności: metanol: trujący – nie wdychać par; formaldehyd – trujący, drażni drogi oddechowe – praca w rękawicach ochronnych, nie wdychać par; roztwór HBF₄: żrący, toksyczny, silnie drażni drogi oddechowe, niebezpieczny dla oczu – okulary, rękawice ochronne; tlenek chromu(VI): toksyczny, rakotwórczy, żrący – praca w rękawicach ochronnych; tlenek baru: silnie trujący – praca w rękawicach ochronnych; tlenek fosforu(V): gwałtownie reaguje z wodą, żrący, silnie drażni drogi oddechowe (pylisty) – praca pod wyciągiem w rękawicach ochronnych; stały tlenek węgla(IV): -40°C, uszkodza skórę – nie brać do ręki, dotykać przez grubą rękawicę; wodorek wapnia: gwałtownie reaguje z wodą; stężone roztwory kwasów (solnego, siarkowego i azotowego): żrące, parzące, drażniące drogi oddechowe – praca w rękawicach ochronnych i pod wyciągiem (dotyczy kwasu solnego i azotowego); chlorek acetylu: toksyczny, silnie drażni drogi oddechowe, gwałtownie reaguje z wodą – bezwarunkowo praca pod wyciągiem w rękawicach ochronnych; pentan, heksan, heptan, cykloheksan, eter dietylowy, tetrahydrofuran: łatwopalne ciecze – unikać kontaktu par i cieczy z otwartym ogniem; pirydyna: toksyczna – praca w rękawicach ochronnych pod wyciągiem; 18-korona-6: toksyczny – nie wdychać par, praca pod wyciągiem; trietyloamina: toksyczna, silnie drażni drogi oddechowe – bezwarunkowo praca pod wyciągiem w rękawicach ochronnych; bezwodny chlorek glinu – gwałtownie reaguje z wodą z wydzieleniem chlorowodoru; chloroform, dichlorometan: toksyczne, działają narkotycznie, drażnią drogi oddechowe – unikać wdychania par; bezwodnik etanowy: toksyczny, silnie drażni drogi oddechowe – praca pod wyciągiem; stężony roztwór nadtlenu wodoru: niszczy skórę, niebezpieczny dla oczu - praca w okularach i rękawicach ochronnych; wodorotlenek sodu i potasu: żrące, szczególnie niebezpieczne dla oczu - praca wyłącznie w okularach i rękawicach ochronnych.

Wykonanie ćwiczenia

1. Wybrane tlenki

a) Pokaz tlenków: Mg, Ca, Ba, Al, Si, Pb, P, Cu, Zn, Hg, La, C, Ti, V, Cr, Mn, Os. Wszyscy studenci zapoznają się z wyglądem tlenków. Ponadto studenci i prowadzący omawiają niektóre właściwości fizyczne i chemiczne wybranych tlenków (uwzględniając relację między położeniem pierwiastka w układzie okresowym, a właściwościami jego tlenku).

b) Do siedmiu probówek zawierających po 2-3 cm³ wody wprowadzić po szczypcie: CaO, BaO, MgO, Cr₂O₃, CrO₃, Al₂O₃, P₄O₁₀. Wstrząsać zawartość probówek przez kilka sekund, a następnie zbadać odczyn cieczy (pH) znad osadu. Opisać wykonane eksperymenty, zanotować zmiany w barwie powstających roztworów i zapisać równania zachodzących reakcji (jeśli miały miejsce).

Po zakończeniu tych eksperymentów przenieść zawartość probówek do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

c) Ten eksperyment należy wykonywać pod wyciągiem, w formie pokazu. Do zlewki o pojemności 250 cm³ włożyć termometr, wprowadzić do niej 100 cm³ acetonu, a następnie kilka niewielkich kawałków stałego ditlenku węgla (przez grubą rękawicę lub szczypcami). Obserwować zachowanie się cieczy i spadek jej temperatury. Jakie może być zastosowanie stałego CO₂ w laboratorium chemicznym?

Po zakończeniu eksperymentu pozostawić zlewkę pod wyciągiem (gdy cały stały CO₂ „rozpuści się” aceton zostanie przelany do odpowiedniej, opisanej butelki).

2. Wybrane wodorotlenki metali

a) Pokaz wodorotlenków: potasu, sodu i wapnia. Wszyscy uczestnicy ćwiczenia zapoznają się z wyglądem związków. Omówienie ich właściwości fizycznych i chemicznych (przez studentów i prowadzącego).

Sporządzić wodne roztwory: NaOH i Ca(OH)₂ rozpuszczając niewielkie ilości stałych wodorotlenków tych metali w wodzie (w probówkach). Zaobserwować czy proces rozpuszczania tych wodorotlenków jest endo- czy egzotermiczny. Zbadać pH wodnego roztworu wodorotlenku sodu, i wapnia za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego (w probówkach).

b) Otrzymywanie i właściwości wodorotlenków: żelaza i glinu

Do dwóch probówek wlać po około 2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety): do jednej 0,5M roztworu siarczanu(VI) żelaza(II), a do drugiej 0,5M roztworu siarczanu(VI) żelaza(III), a następnie do każdej probówki po około 2 cm³ 1M roztworu NaOH. Obserwować wytrącanie się osadu wodorotlenków żelaza(II) i żelaza(III), zanotować ich barwy. Do pierwszej probówki zawierającej wytrącony wodorotlenek żelaza(II) dodać kilka kropli 10% roztworu nadtlenu wodoru. Obserwować zmianę barwy osadu. Zapisać równania wykonanych reakcji.

Do dwóch probówek nalać po około 2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 0,5M roztworu azotanu(V) glinu, a następnie po około 1 cm³ 1M roztworu NaOH. Następnie do jednej z probówek dodawać powoli, kroplami 1M NaOH – aż do rozтворzenia się osadu wodorotlenku glinu. Do drugiej zaś, dodawać powoli, kroplami 1M roztwór H₂SO₄ – także aż do rozтворzenia się osadu wodorotlenku. Zapisać równania wszystkich wykonanych reakcji. Jakie właściwości ma wodorotlenek glinu? Wodorotlenki jakich metali mają podobne właściwości?

Po zakończeniu tych eksperymentów przenieść zawartość probówek do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

3. Wybrane kwasy

a) Pokaz wybranych kwasów nieorganicznych: H₂SO₄, HNO₃, HCl, HClO₄, H₃PO₄, H₃BO₃. Omówienie ich właściwości fizycznych i chemicznych (przez studentów i prowadzącego). Podział kwasów ze względu na ich moc oraz właściwości oksydacyjno - redukcyjne.

b) Wprowadzić do probówek po około 1 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) wodnych 1M roztworów następujących kwasów: solnego, siarkowego(VI) i borowego. Porównać ich pH za pomocą papierków wskaźnikowych.

Po zakończeniu tych eksperymentów przelać zawartość probówek do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

c) Działanie stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego na sacharozę (cukier)

Do dwóch probówki wsypać po około 0,5g sacharozy, a następnie wlać około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety): do jednej stężonego kwasu siarkowego(VI) (tę reakcję wykonujemy pod wyciągiem), a do drugiej rozcieńczonego 1M roztworu tego kwasu. Zawartość obu probówek wymieszać i odstawić do statywu. Obserwować przebieg zachodzących reakcji. Wyjaśnić różnicę między właściwościami stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI).

Po zakończeniu tego eksperymentu próbkę zawierającą stężony kwas pozostawić pod wyciągiem. Zawartość próbki z rozcieńczonym kwasem przelać do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

4. Wybrane sole

a) Pokaz: bezwodnego i uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II), uwodnionego i bezwodnego chlorku glinu, uwodnionego i bezwodnego chlorku kobaltu(II), chlorków: chromu(III), niklu(II), manganu(II), miedzi(I) i (II), manganianu(VII) potasu, wodoru wapnia. Wszyscy uczestnicy ćwiczenia zapoznają się z wyglądem omawianych związków. Następnie analizowane są ich właściwości fizyczne i chemiczne – przez studentów i prowadzącego.

b) Ogrzewanie hydratu chlorku kobaltu(II)

Do próbki wsypać około 0,3 g uwodnionego chlorku kobaltu(II) i zawartość próbki podgrzewać płomieniem palnika. Obserwować zmiany jakim ulega ogrzewana substancja i co wydziela się na ściankach próbki, zwrócić szczególną uwagę na zmiany barwy. Zapisać równanie zachodzącej reakcji.

c) Reakcja bezwodnego chlorku glinu z wodą

Do dwóch suchych próbek dodać szczyptę: do jednej bezwodnego chlorku glinu, a do drugiej uwodnionego chlorku glinu. Obie próbki umieścić w statywie pod wyciągiem i wlać do każdej z nich po około 1-2 cm³ wody odmierzonej za pomocą pipety. Obserwować przebieg reakcji, wyjaśnić zachodzące efekty, porównać wynik obu eksperymentów. Napisać równania zachodzących reakcji.

Po zakończeniu doświadczenia zawartość próbek przelać do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

d) Rozpuszczalność manganianów(VII) w wodzie i cieczach organicznych

Do próbki wlać około 2-3 cm³ wody, a następnie wrzucić 1 kryształek manganianu(VII) potasu. Wytrząsnąć zawartość próbki i zanotować barwę cieczy. Następnie wlać do próbki około 1-2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) chloroformu (trichlorometanu), wytrząsnąć kilka razy i odstawić do statywu. Zanotować wygląd zawartości próbki (czy jest jednorodna, zwrócić uwagę na barwę cieczy). Dodać do próbki około 10 mg (szczyptę) wodorosiarczanu(VI) tetrabutylamonowego i ponownie wytrząsnąć (kilkanaście razy). Wyjaśnić dlaczego warstwa chloroformowa zmieniła barwę po dodaniu wodorosiarczanu. Napisać równanie zachodzącej reakcji (z pomocą prowadzącego).

Po zakończeniu eksperymentu zawartość próbówki przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi zawierającymi fluorowce.

e) Reakcja wodoru wapnia z wodą

Do próbówki wlać za pomocą pipety około 2 cm³ wody, a następnie wsypać szczyptę wodoru wapnia (eksperyment wykonujemy pod wyciągiem). Obserwować przebieg reakcji, zapisać jej równanie. Po pewnym czasie od wsypania wodoru zbadać pH cieczy w próbówce. Czy wodorek wapnia możemy nazywać solą?

Po zakończeniu tego eksperymentu zawartość próbówki przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

5. Związki koordynacyjne(kompleksowe)

a) Pokaz wybranych związków koordynacyjnych: K₃[Fe(CN)₆], K₄[Fe(CN)₆], [Ru(acac)₃], [RuClH(CO)(PPh₃)₃], {[RuCl₂(1,5-COD)]_x}. Omówienie ich struktur oraz właściwości fizycznych i chemicznych – przez studentów i prowadzącego.

Narysować struktury następujących jonów i związków kompleksowych (jednego z możliwych izomerów – jeśli izomeria jest możliwa) i nazwać je: [Fe(CN)₆]³⁻, [PtCl₄]²⁻, [PdBr₂(NH₃)₂], [RhCl(CO)(PPh₃)₂].

b) Otrzymywanie kompleksu z eterem koronowym

W tym eksperymencie cieczy należy odmierzyć za pomocą pipet. Do jednej próbówki wlać około 1 cm³ chloroformu, a do drugiej około 1 cm³ chloroformowego roztworu 18-korona-6 (1g eteru koronowego w 100 cm³ rozpuszczalnika). Następnie do obu probówek dodać po jednym kryształku KMnO₄. Wytrząsać zawartość probówek przez kilka chwil, a potem odstawić je do statywu. Opisać wygląd zawartości obu probówek – szczególnie należy zwrócić uwagę na barwę cieczy. Dlaczego chloroform zawierający eter koronowy zabarwił się? Narysować strukturę kationu kompleksowego powstałego po dodaniu eteru (z pomocą prowadzącego). Dlaczego manganian(VII) potasu nie rozpuszcza się w cieczach organicznych takich jak chloroform, heksan czy benzen?

Po zakończeniu eksperymentu zawartość probówek przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi zawierającymi fluorowce.

c) Kompleksy CT z tetracyanoetenem (TCNE)

Do pięciu probówek wprowadzić po około 1 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 0,1% roztworu tetracyanoetenu (TCNE) w dichlorometanie. Następnie dodać do probówek po kilka kropli (za pomocą pipet): do pierwszej pirydyny, do drugiej metoksybenzenu, do trzeciej ksylenu, do czwartej trietyloaminy i do piątej *N,N*-dietyloaniliny. Obserwować powstawanie barwnych kompleksów CT. Z pomocą prowadzącego zaproponować struktury powstających związków. Jakie orbitale molekularne donora i akceptora (TCNE) uczestniczą w powstawaniu kompleksów CT?

Po zakończeniu tych eksperymentów zawartość probówek przelać do pojemnika na ciekłe odpady organiczne zawierające fluorowce.

7. Wybrane związki organiczne

a) Węglowodory: pentan, heptan, cykloheksan, ksylen, limonen, naftalen, 1-decen

Zapoznać się z zapachem węglowodorów – sposób zademonstruje prowadzący.

Do dwóch probówek za pomocą pipety wlać po 1-2 cm³ pentanu tak aby w każdej z probówek była ta sama ilość cieczy. Następnie do jednej z nich wprowadzić zarodniki wrzenia (2-3 kawałeczki porcelany) i włożyć obie probówki do zlewki z wodą o temperaturze około 50-60°C (daleko od otwartego ognia). Obserwować zachowanie się cieczy w obu probówkach. Jaką rolę pełnią „zarodniki wrzenia”. Dlaczego węglowodory nie rozpuszczają się w wodzie (sprawdzić to eksperymentalnie na przykładzie pentanu i ksylenu - mieszaniny izomerów)?

Po zakończeniu doświadczeń zawartość probówek przelać do pojemnika na ciekłe odpady organiczne nie zawierające fluorowców.

b) Chlorowc pochodne: dichlorometan, trichlorometan, tetrachlorometan

Do probówki wprowadzić po około 1 cm³ wody i dichlorometanu (ciecze odmierzyć za pomocą pipet). Wytężyć zawartość probówki i odstawić na jedną minutę do statywu. Dlaczego mieszanina uległa rozwarstwieniu? Jak można sprawdzić, która warstwa jest „organiczna”? Czy wynik tego eksperymentu pozwala przewidzieć gęstości chloroformu i tetrachlorometanu?

c) Alkohole i fenole: metanol, 1-heksanol, geraniol, mentol, 1,4-dihydroksybenzen

Do trzech probówek wprowadzić 2-3 cm³ wody, a następnie do jednej z nich 1 cm³ metanolu, do drugiej 0,5 cm³ 1-heksanolu, a do trzeciej około 0,5g 1,4-dihydroksybenzenu (cieczkę odmierzyć za pomocą pipet). Po wytrząśnięciu zawartości probówek (szczególnie tej z 1,4-dihydroksybenzenem) zbadać pH otrzymanych roztworów. Zapisać równania zachodzących reakcji – jeśli mają miejsce. Dlaczego metanol miesza się z wodą nieograniczenie, podczas gdy 1-heksanol jest w niej praktycznie nierozpuszczalny (sprawdzić to eksperymentalnie)? Dlaczego 1,4-di-hydroksybenzen jest w wodzie rozpuszczalny, a benzen nie? Czy można przewidzieć jaka jest rozpuszczalność hydroksybenzenu (fenolu), w porównaniu do benzenu i 1,4-dihydroksybenzenu?

Po zakończeniu ćwiczeń zawartość probówek przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi nie zawierającymi chlorowców.

d) Aldehydy i ketony: metanal (40% wodny roztwór – zwyczajowo zwany formaliną), 3-fenylopropenal (aldehid cynamonowy), aceton, cykloheksanon, kamfora.

Do dwóch probówek wlać po około 1 cm³ 1M AgNO₃, a następnie po około 1 cm³ stężonego amoniaku (uwaga – doświadczenie wykonujemy pod wyciągiem, a ciecze odmierzamy za pomocą pipet). Do otrzymanych roztworów wprowadzić następnie: do jednego około 0,5 cm³ roztworu metanal (formaliny), a do drugiego około 0,5 cm³ acetonu. Po wstrząśnięciu można w razie potrzeby ogrzać zawartość probówek w płomieniu palnika w celu przyspieszenia reakcji. W której probówce zaszła przemiana (i dlaczego tylko w jednej). Zapisać równanie tej reakcji w postaci jonowej. Jak nazywa się ta reakcja i jakie jest jej praktyczne znaczenie?

Zapoznać się – ostrożnie, pod nadzorem prowadzącego – z zapachem 3-fenylopropenal (aldehidu cynamonowego) i kamfory. Czy zawsze można wykonać próbę zapachową dla dowolnego związku chemicznego (np. propenalu)?

Po zakończeniu tych eksperymentów zawartość probówek przelać do pojemnika na ciekłe odpady organiczne nie zawierające fluorowców.

e) Kwasy karboksylowe i sulfonowe: kwas etanowy (kwas octowy), kwas benzenokarboksylowy (kwas benzoowy), kwas 4-metylobenzenosulfonowy (kwas *p*-toluenosulfonowy)

Do dwóch probówek z wodą destylowaną (około 2 cm³) wprowadzić: do jednej szczyptę kwasu benzoowego, a do drugiej szczyptę kwasu 4-metylobenzenosulfonowego (kwasu *p*-toluenosulfonowego). Po wytrząśnięciu zbadać pH otrzymanych roztworów,

a następnie dodać do obu probówek po około 1cm^3 1M roztworu Na_2CO_3 (za pomocą pipety) i ponownie zbadać pH roztworów. Zapisać równania zachodzących reakcji.

Po zakończeniu ćwiczeń zawartość probówek przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi nie zawierającymi fluorowców.

f) Estry, bezwodniki, amidy, nityle, chlorki kwasowe: etanian etylu (octan etylu), butanian metylu (maślan metylu), bezwodnik etanowy (bezwodnik kwasu octowego), mocznik, etanoamid (acetamid) lub benzamid, DMF (N,N-dimetylformamid) (N,N-dimetymetanoamid), benzenokarbonitryl (benzonitryl), chlorek etanoilu (chlorek acetylu).

Ten eksperyment wykonuje się pod wyciągiem. Do probówki zawierającej około 3cm^3 wody dodać ostrożnie za pomocą pipety około $0,1\text{cm}^3$ chlorku etanoilu. Obserwować gwałtownie zachodzącą przemianę, zapisać równanie tej przemiany. Dlaczego etanoamid jest ciałem stałym a DMF cieczą? Zapoznać się z zapachem benzonitrylu i butanianu metylu. Dlaczego próby zapachowej nie wolno wykonać z bezwodnikiem octowym i chlorkiem acetylu?

Po zakończeniu doświadczenia zawartość probówki przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi zawierającymi fluorowce.

g) Aminy, etery: trietyloamina, pirydyna, eter dietylowy, tetrahydrofuran (THF).

Narysuj wzory strukturalne wyżej wymienionych związków. Czy wszystkie są zasadami Lewisa (odpowieź uzasadnij)?

Do probówki wlać $2-3\text{cm}^3$ wody a następnie $0,2\text{cm}^3$ trietyloaminy (doświadczenie wykonujemy pod wyciągiem, a ciecze odmierzamy za pomocą pipet). Zbadać odczyn (pH) powstałego roztworu za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego. Napisać równanie reakcji trietyloaminy z wodą.

Po zakończeniu ćwiczeń zawartość probówki przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi nie zawierającymi fluorowców.

Sprawozdanie z wykonania ćwiczenia

Ćwiczenie nr 3

Mieszaniny i roztwory: sporządzanie i rozdzielanie

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się z technikami sporządzania i rozdzielania mieszanin i roztworów związków chemicznych – w tym o zadanym stężeniu (procentowym, molowym lub wyrażonym w ułamkach molowych składników roztworu lub mieszaniny). Ćwiczenie służy także praktycznemu zapoznaniu się z takimi operacjami jak: ważenie za pomocą wag o różnej dokładności, filtracja, ekstrakcja, suszenie, destylacja prosta.

Odczynniki i sprzęt

Odczynniki: bezwodny i dziesięciowodny siarczan(VI) sodu, kwas (2R,3R)-2,3-dihydroksybutanodiowy (kwas winowy), stężony kwas siarkowy(VI), węglan sodu, 1-butanol, octan etylu, azotan(V) potasu, woda destylowana, bis(2,4-pentanodioniano)oksowanad(IV) (acetyloacetonian wanadylu), etanol

Sprzęt: kolby stożkowe na szlif o pojemności 25 – 50 cm³, kolby miarowe o pojemności 25 i 50 cm³, cylindry miarowe o pojemności 10, 50 i 100 cm³, zlewki o pojemności 250, 100 i 50 cm³, pipety szklane o pojemności 1, 2, 5, 10 cm³, lejki szklane, bibuła filtracyjna, rozdzielacze o pojemności 25 cm³, szkiełka zegarkowe lub szalki Petry'ego, zestaw do destylacji prostej, waga techniczna, bagietki szklane, areometry (1,000-1,200), kapilary szklane, płytki chromatograficzne pokryte żelem krzemionkowym, poradnik fizykochemiczny, katalog odczynników (np. firmy „ALDRICH”).

Zagrożenia i środki ostrożności: stężony kwas siarkowy(VI): bardzo niebezpieczny - niszczy skórę, szczególnie groźny dla oczu. Praca ze stężonymi roztworami kwasu siarkowego(VI) wymaga bezwzględnie użycia rękawic i okularów ochronnych; octan etylu: łatwopalny, działa narkotycznie – unikać wdychania par; 1-butanol: palny, toksyczny – unikać wdychania par.

Wykonanie ćwiczenia

1. Mieszanina, roztwór, filtracja, ekstrakcja, destylacja

Do kolbki stożkowej (z korkiem na szlif) o pojemności 25-50 cm³ wprowadzić około 150 mg bis(2,4-pentanodioniano)oksowanadu(IV) (acetyloacetonianu wanadylu) i 15 cm³ wody destylowanej (za pomocą cylindra miarowego). Wytrząsać zawartość kolbki co pewien czas - przez około 15 minut. Następnie odsączyć osad nierozpuszczonego ciała stałego do kolbki z użyciem sączka karbowanego. Sączek wraz z osadem pozostawić do wysuszenia – pod koniec zajęć przekazać go prowadzącemu. Przesącz umieścić w kolbce stożkowej o pojemności 25-50 cm³ (z korkiem szlifowym). Należy użyć tej samej kolbki, w której sporządzono wyjściową zawiesinę - po uprzednim przepłukaniu jej wodą. Przeprowadzić operację ekstrakcji substancji rozpuszczonej w przesączu. W tym celu należy dodać do kolbki z przesączem 10 cm³ octanu etylu (odmierzone za pomocą cylindra miarowego). Wytrząsać zawartość kolbki co pewien czas - przez kilka minut. Obserwować zmiany zachodzące w kolbce w trakcie ekstrakcji*. Następnie rozdzielić zawartość kolbki za pomocą rozdzielacza – sposób wykonania tych operacji zademonstruje prowadzący. Ekstrakt przenieść do nowej, suchej kolbki, a roztwór wodny poddać jeszcze dwukrotnej ekstrakcji używając za każdym razem po 10 cm³ ekstrahenta. Zanotować zmiany intensywności barwy ekstraktów i roztworu ekstrahowanego po kolejnych ekstrakcjach. Po wykonaniu trzech ekstrakcji połączyć ekstrakty i dodać do nich po około 1g bezwodnego siarczanu(VI) sodu. Wytrząsać ekstrakt ze środkiem suszącym co pewien czas, przez około pół godziny – aż stanie się klarowny. Następnie odsączyć osad siarczanu(VI) sodu na sączku karbowanym, przy czym przesącz należy wprowadzać wprost do uprzednio zmontowanej aparatury do destylacji prostej (kolba kulista na 50-100 cm³, nasadka destylacyjna z chłodnicą, termometr, odbieralnik, elektryczna czasza grzewcza, statyw, łączniki, węże gumowe do chłodnicy). Aparaturę do destylacji prostej zmontować pod nadzorem prowadzącego – użyć jej do destylacji dopiero po sprawdzeniu poprawności montażu przez prowadzącego. Oddestylować około 80% objętości roztworu, a pozostałość oddestylować na próżniowej wyparce rotacyjnej do sucha**. Sposób użycia próżniowej wyparki zademonstruje prowadzący. Destylat tj. octan etylu, przenieść do odpowiednio opisanej butelki.

Zdefiniować pojęcia: mieszanina, mieszanina jednorodna, zawiesina, filtracja, przesącz, roztwór nasycony, ekstrakcja, ekstrakt, ekstrahent, wrzenie, temperatura wrzenia. Jakie zastosowanie w chemii mają filtracja, ekstrakcja i destylacja (podaj przykłady)?

* Etap ekstrakcji studenci wykonują w grupach 2-osobowych

** Etap destylacji w formie pokazu dla całej grupy

2. *Sporządzanie 120 g 5,0% roztworu siarczanu(VI) sodu - Na_2SO_4 - z użyciem stałej uwodnionej soli - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ i wody destylowanej.*

Do zlewki o pojemności 250 cm^3 wprowadzić uprzednio obliczoną i odważoną na wadze technicznej naważkę $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Następnie dodać do zlewki wodę destylowaną (niezbędną ilość wody odmierzyć za pomocą cylindra miarowego przyjmując, iż gęstość wody wynosi $1,00 \text{ g/cm}^3$). Otrzymany roztwór mieszać bagietką, aż do całkowitego rozpuszczenia się soli. W razie trudności z rozpuszczeniem naważki podgrzać roztwór.

Należy także wyznaczyć gęstość otrzymanego roztworu za pomocą areometru (gęstość rzeczywista roztworu) i przeliczyć stężenie procentowe otrzymanego roztworu na stężenie molowe. Odczytać gęstość 5,0% roztworu siarczanu(VI)sodu z poradnika fizykochemicznego i porównać ją z gęstością rzeczywistą sporządzonego roztworu.

Otrzymany wodny roztwór siarczanu(VI) sodu będzie wykorzystany w następnym doświadczeniu.

3. *Sporządzanie 90,0 g 2,0% roztworu uwodnionego siarczanu(VI) sodu - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - z wykorzystaniem wcześniej otrzymanego roztworu bardziej stężonego (5,0%).*

Do zlewki o pojemności 100 cm^3 wprowadzić uprzednio obliczoną i odważoną na wadze technicznej naważkę roztworu Na_2SO_4 o stężeniu 5,0% wagowych. Następnie dodać do zlewki wodę destylowaną (niezbędną ilość wody odmierzyć za pomocą cylindra miarowego przyjmując, iż gęstość wody wynosi $1,00 \text{ g/cm}^3$) i wymieszać bagietką w celu uzyskania jednorodnego roztworu.

Należy także wyznaczyć gęstość otrzymanego roztworu za pomocą areometru (gęstość rzeczywista roztworu) i przeliczyć stężenie procentowe otrzymanego roztworu na stężenie molowe. Odczytać gęstość 2,0% roztworu siarczanu(VI) sodu z poradnika fizykochemicznego i porównać ją z gęstością rzeczywistą sporządzonego roztworu.

Po zakończeniu ćwiczeń roztwory siarczanu(VI) sodu należy przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

4. *Sporządzanie 25 cm^3 0,50 M roztworu kwasu (2R,3R)-2,3-dihydroksybutanodiowego (kwasu winowego) z użyciem stałego kwasu i wody destylowanej.*

Do kolby miarowej o pojemności 25 cm^3 wprowadzić uprzednio obliczoną i odważoną na wadze technicznej naważkę kwasu winowego. Następnie uzupełnić wodą destylowaną kolbkę do kreski (za pomocą pipety) i dokładnie wymieszać roztwór. Uzupełnianie „do kreski” wykonać następująco: dodać wody za pomocą cylindra lub zlewki

w pobliże kreski, a na końcu, precyzyjnie, kroplami uzupełnić za pomocą pipety do samej kreski (tj. tak, by najniższa część menisku znajdowała się na poziomie kreski).

Należy także wyznaczyć gęstość otrzymanego roztworu za pomocą areometru i przeliczyć stężenie molowe otrzymanego roztworu na stężenie procentowe. Otrzymany roztwór kwasu winowego będzie wykorzystany w następnym doświadczeniu.

5. Sporządzanie 25,0 cm³ 0,10 M roztworu kwasu winowego z uprzednio przygotowanego roztworu bardziej stężonego (0,50 M).

Do kolby miarowej o pojemności 25 cm³ wprowadzić – za pomocą pipety szklanej - uprzednio obliczoną objętość 0,50 M roztworu kwasu winowego (wcześniej sporządzonego). Następnie uzupełnić roztwór wodą destylowaną „do kreski”. Uzupełnianie „do kreski” wykonać następująco: dodać wody za pomocą cylindra lub zlewki w pobliże kreski, a na końcu, precyzyjnie, kroplami uzupełnić za pomocą pipety do samej kreski.

Po zakończeniu ćwiczenia roztwór kwasu winowego należy przenieść do pojemnika na ciekłe odpady organiczne nie zawierające fluorowców.

6. Sporządzanie 25 cm³ 10,0% roztworu H₂SO₄ z odpowiedniej ilości stężonego kwasu siarkowego i wody destylowanej.

Do kolby miarowej o pojemności 25 cm³ wprowadzić 20 cm³ wody destylowanej, a następnie – za pomocą pipety szklanej – obliczoną objętość stężonego, handlowego kwasu siarkowego(VI). Pobieranie i dozowanie stężonego kwasu siarkowego należy wykonać pod nadzorem prowadzącego ćwiczenia. Do obliczenia objętości kwasu niezbędne jest odczytanie (z etykiety na opakowaniu) stężenia i gęstości handlowego, stężonego H₂SO₄. Niezbędne jest także znalezienie w poradniku fizykochemicznym gęstości 10,0% H₂SO₄ (w temperaturze pokojowej – przyjąć 20-25°C). Po dodaniu kwasu uzupełnić otrzymany roztwór wodą destylowaną „do kreski” (za pomocą pipety szklanej).

Po zakończeniu ćwiczeń roztwór kwasu siarkowego należy przelać do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

7. *Sporządzenie 3,00 g równomolowej mieszaniny octanu etylu i 1-butanolu (ułamki molowe składników są równe i wynoszą 0,50)*

Do kolby stożkowej, zaopatrzonej w korek o pojemności 25 cm³ wprowadzić uprzednio obliczone objętości octanu etylu i 1-butanolu. Dane niezbędne do obliczeń zaczerpnąć z katalogu odczynników (np. firmy ALDRICH). Obliczone objętości składników należy odmierzyć za pomocą pipety szklanej (pod nadzorem prowadzącego). Doświadczenie wykonujemy pod wyciągiem.

Po zakończeniu ćwiczenia mieszaninę octanu etylu i 1-butanolu wprowadzić do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi nie zawierającymi fluorowców.

8. *Pokaz krystalizacji azotanu(V) potasu*

Do zlewki o pojemności 25 cm³ wprowadzić uprzednio odważoną na wadze technicznej naważkę 6,0 g KNO₃ i dodać 10 cm³ gorącej wody. Otrzymany roztwór mieszać bagietką, aż do całkowitego rozpuszczenia się soli (w razie trudności z rozpuszczeniem naważki roztwór podgrzać na łaźni wodnej). Otrzymany roztwór ochłodzić i obserwować (a następnie opisać w sprawozdaniu) przebieg zjawiska krystalizacji. Sprawdzić w poradniku fizykochemicznym rozpuszczalność KNO₃ w różnych temperaturach (np. 20°C; 50°C; 80°C).

Zdefiniować pojęcia roztworu nasyconego, przesyconego i nienasyconego. Jak można wywołać proces krystalizacji (wymień te sposoby)?

Po zakończeniu ćwiczenia przekazać zlewkę z krystalizującym roztworem prowadzącemu.

9. *Chromatografia cienkowarstwowa TLC*

Do poniższego eksperymentu użyć handlowych płytek chromatograficznych pokrytych żelalem krzemionkowym jako nośnikiem.

Przygotować 5 cm³ roztworu o następującym składzie objętościowym: octan etylu : etanol : woda = 5 : 3 : 2. W tym celu do kolbki stożkowej zaopatrzonej w szklany korek wprowadzić obliczone objętości poszczególnych cieczy (odmierzone za pomocą pipet), a następnie kolbkę szczelnie zamknąć i jej zawartość dobrze wymieszać. Przygotować komorę chromatograficzną – do zlewki o pojemności 100 cm³ wprowadzić za pomocą pipety szklanej taką ilość wcześniej przygotowanej fazy ruchomej, aby uzyskać na dnie zlewki warstwę roztworu o grubości 3-5mm. Zlewkę przykryć szczelnie szalką Petry'ego lub szkiełkiem zegarkowym.

Za pomocą cienkiej kapilary szklanej nanieść na płytkę chromatograficzną niewielkie ilości 4 próbek różnych tuszy flamastrów (wyługowanych odpowiednim rozpuszczalnikiem, np. octanem etylu), w taki sposób, aby średnice plamek nie przekroczyły 2 mm. Próbkę tuszu można także nakładać poprzez dotknięcie płytki końcówką flamastra. Plamki startowe nanosić w odległości, co najmniej 1 cm od dolnej krawędzi płytki i w jak największej odległości od siebie. Im mniej próbki się nanosi, tym mniejszą plamkę tworzy mieszanina na płytce i tym wyraźniejszy będzie później chromatogram. W to samo miejsce można nakładać próbkę kilkakrotnie.

Wysuszoną płytkę chromatograficzną wstawić do uprzednio przygotowanej komory chromatograficznej i obserwować rozwijanie chromatogramu. Po dojściu czoła fazy ruchomej na odległość ok. 0,5 cm od końca płytki, płytkę chromatograficzną wyjąć z komory chromatograficznej, szybko zaznaczyć granicę czoła fazy ruchomej ołówkiem, a następnie wysuszyć. Uzyskany chromatogram obejrzeć w świetle widzialnym i ultrafioletowym.

Z pomocą prowadzącego obliczyć współczynniki R_F poszczególnych plamek. Jakie wnioski można wyciągnąć z tego eksperymentu, jakie może być zastosowanie chromatografii?

Po zakończeniu ćwiczenia zawartość komory chromatograficznej (fazę ruchomą) wylać do pojemnika na ciekłe odpady organiczne.

Sprawozdanie z wykonania ćwiczenia

Ćwiczenie nr 4

Typy reakcji chemicznych

Celem tego ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się z różnymi typami reakcji chemicznych oraz różnymi sposobami klasyfikacji przemian chemicznych.

Odczynniki i sprzęt

Odczynniki: manganian(VII) potasu, kwas solny (stężony, roztwory 1M i 10%), miedź (płytki i drut), cynk metaliczny (pył i granulki), siarka („strażona”), stężony roztwór amoniaku, 15% roztwór nadtlenu wodoru, siarczan(VI) żelaza(II), siarczan(VI) żelaza(III), dichromian(VI) amonu, pięciowodny siarczan(VI) miedzi(II), cyna (opiłki i granulki), węglan sodu, 1M roztwór azotanu(V) srebra(I), 1M roztwór azotanu(V) ołowiu(II), 1M roztwór jodku potasu, 1M roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 1M roztwór azotanu(V) żelaza(III), 1M roztwór tiocyjanianu amonu (rodanku amonu), woda destylowana, trioleinian gliceryny (1M roztwór w 1,4-dioksanie), brom (1M roztwór w 1,4-dioksanie), olej parafinowy, octan ołowiu(II) (roztwór), 2-metylo-2-propanol (*tert*-butanol), 1M roztwór dichromianu(VI) potasu, 1M roztwór wodorotlenku sodu, 1M roztwór kwasu siarkowego(VI), 0,05M roztwór manganianu(VII) potasu, siarczan(IV) sodu, etanol

Sprzęt: probówki, drewniane łapy do probówek, pęsety, palniki gazowe, pipety, łopatkę metalową, drut stalowy, kolbki stożkowe na szlif o pojemności 25 i 50 cm³, szalki Petry’ego, szkiełka zegarkowe, parownice i tygle porcelanowe, cylindry miarowe, rozdzielacze o pojemności 10 cm³, zlewki o pojemności 100 cm³, bibuła filtracyjna.

Zagrożenia i środki ostrożności: reakcja miedzi z chlorem: wydziela się ciepło - rękawice ochronne, okulary, wykonuje się pod wyciągiem (ze względu na chlor); synteza siarczku cynku: gwałtowna przemiana, z błyskiem i wyrzuceniem mieszaniny reakcyjnej z naczynia reakcyjnego - rękawice i okulary ochronne, praca pod wyciągiem; brom (roztwór wodny): brom jest bardzo niebezpieczny, powoduje oparzenia skóry, jego pary drażnią błony śluzowe - rękawice i okulary ochronne, pod wyciągiem; dichromian(VI) amonu: toksyczny, rakotwórczy - okulary ochronne, praca pod wyciągiem; stężony kwas solny: silnie drażni drogi oddechowe (paraliżuje), bardzo niebezpieczny dla oczu - praca w okularach ochronnych i pod wyciągiem; 15% nad-tlenek wodoru: niszczy skórę - praca w rękawicach

ochronnych; stężony roztwór amoniaku: silnie drażni drogi oddechowe, niszczy skórę - praca pod wyciągiem, w rękawicach ochronnych; 2-metylo-2-propanol (tert-butanol): palny, toksyczny; stężony kwas siarkowy: silnie żrący, zwęglą wiele substancji organicznych – praca w rękawicach kwasoodpornych; siarkowodór: silnie toksyczny – reakcje, w których wydziela się siarkowodór bezwzględnie muszą być prowadzone pod wyciągiem; chlorek amonu: jego pary są silnie drażniące – unikać wdychania; chlor: silnie toksyczny, duszący gaz, silnie drażni (paraliżuje) drogi oddechowe – praca pod wyciągiem; chlorek tert-butyłu: łatwo lotny, działa narkotycznie, toksyczny – unikać wdychania par; 1M, wodny roztwór azotanu(V) srebra(I): niszczy i czerni skórę – praca w rękawicach ochronnych; stężony, wodny roztwór amoniaku: bardzo silnie drażni drogi oddechowe i oczy – praca pod wyciągiem i rękawicach ochronnych.

Wykonanie ćwiczenia

1. Reakcje syntezy

a) Synteza chlorku miedzi(II)

Ten eksperyment należy wykonać pod wyciągiem. Do kolby stożkowej o pojemności 50 cm³ wsypać około 0,5g manganianu(VII) potasu, a następnie odmierzyć i wlać powoli za pomocą pipety 5 cm³ stężonego kwasu solnego. Przykryć kolbkę szalką Petry'ego lub szkiełkiem zegarkowym i obserwować wydzielanie się gazowego chloru. Po chwili – gdy chlor wypełni kolbkę - wprowadzić do niego uprzednio rozgrzany w płomieniu palnika cienki drucik miedziany. Obserwować reakcję „spalania” się miedzi w chlorze. Opisać jej przebieg. Zapisać równania zachodzących przemian – w tym reakcji manganianu(VII) potasu z kwasem solnym.

Po zakończeniu ćwiczenia kolbkę wraz z zawartością pozostawić pod wyciągiem.

b) Synteza siarczku cynku

Eksperyment wykonuje wpieryw prowadzący zajęcia (pod wyciągiem, w okularach ochronnych), a następnie studenci.

W porcelanowej parownicy dokładnie mieszać ze sobą niewielkie ilości pyłu cynkowego i silnie rozdrobnionej siarki (po około 0,1g). Ostrożnie zainicjować reakcję za pomocą rozgrzanego do czerwoności w płomieniu palnika długiego, stalowego drutu. Obserwować i opisać przebieg wykonanego eksperymentu. Napisać równanie zachodzącej reakcji. W jakiej fazie skupienia materii zachodzi reakcja? Jakie znaczenie dla przebiegu wykonanej syntezy miało rozdrobnienie reagentów?

Po zakończeniu ćwiczenia otrzymany siarczek cynku przenieść do pojemnika na stałe odpady nieorganiczne.

c) Synteza chlorku amonu

Eksperyment należy wykonywać pod wyciągiem. Przygotować dwie probówki – do pierwszej wprowadzić około 1 cm³ stężonego kwasu solnego, a do drugiej około 1 cm³ stężonego roztworu amoniaku (ciecz odmierzyć za pomocą pipet). Następnie zbliżyć do siebie wylotami obie probówki i obserwować powstawanie par chlorku amonu. Zapisać równanie zachodzącej reakcji.

Po zakończeniu eksperymentu przelać zawartość probówek do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

2. Reakcje analizy (rozkładu)

a) Rozkład nadtlenu wodoru

Eksperyment wykonać pod wyciągiem i w okularach ochronnych. W kolbie stożkowej o pojemności 50 cm³ umieścić 5,0 cm³ 15% nadtlenu wodoru (ciecz odmierzyć za pomocą cylindra miarowego). Następnie za pomocą pipety wprowadzić do kolby kilka kropli roztworu dowolnej soli żelaza(II) lub żelaza(III) (np. chlorku, siarczanu lub azotanu). Uwaga reakcja przebiega bardzo gwałtownie! Po wymieszaniu reagentów nie wolno pochylać się nad wylotem kolbki! Obserwować, a następnie opisać przebieg eksperymentu. Jak można wykazać, że wydzielającym się gazem jest tlen? Powtórzyć wykonany eksperyment dodając do roztworu nadtlenu wodoru szczyptę KMnO₄ zamiast soli żelaza.

Po zakończeniu ćwiczenia wodę powstałą z rozkładu nadtlenu wodoru wylać do kanalizacji.

b) Rozkład termiczny dichromianu(VI) amonu

Eksperyment należy przeprowadzać pod wyciągiem. W małej parownicy lub tyglu porcelanowym umieścić około 1-2g rozdrobnionego dichromianu(VI) amonu. Zainicjować reakcję rozkładu za pomocą rozgrzanego do czerwoności w płomieniu palnika drutu stalowego. Obserwować, a następnie opisać przebieg eksperymentu. Napisać równanie zachodzącej reakcji przyjmując, iż jedynymi jej produktami są tlenek chromu(III), azot i woda.

Po zakończeniu ćwiczenia powstały w wyniku rozkładu dichromianu tlenek chromu(III) umieścić w pojemniku na stałe odpady nieorganiczne.

c) Dehydratacja uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II)

Do suchej probówki wsypać szczyptę uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II). Trzymając probówkę w drewnianej lub metalowej łapie ogrzać jej zawartość w płomieniu palnika. Obserwować zmiany zachodzące w wyglądzie ogrzewanej soli. Zapisać równanie zachodzącej reakcji. Co naprawdę oznacza termin „sól uwodniona”? Po wystudzeniu wprowadzić ostrożnie do probówki kropelkę wody. Jaka reakcja zaszła - zapisać jej równanie. Jaki jest efekt cieplny obserwowanej przemiany?

Po zakończeniu eksperymentu przenieść zawartość probówki do pojemnika z odpadami nieorganicznymi.

3. Reakcje wymiany pojedynczej

a) Reakcja metalicznej cyny z rozcieńczonym kwasem solnym

Do probówki wlać 2-3 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 10% roztworu kwasu solnego, a następnie wprowadzić szczyptę opiłków cyny. Wykonać także podobny eksperyment ale zamiast rozdrobnionej cyny użyć jednej granulki tego metalu. Obserwować i opisać przebieg obu eksperymentów. Zapisać równania zachodzących reakcji – w postaci cząsteczkowej i jonowej. Dlaczego cyna i ołów tworzą trwałe związki na drugim stopniu utlenienia podczas gdy węgiel i krzem nie? Czy wykonana reakcja jest w istocie reakcją wymiany pojedynczej? Na ile znane Ci z wcześniejszych etapów nauczania chemii określenia „wymiana pojedyncza” i „wymiana podwójna” mają sens?

Po zakończeniu ćwiczenia otrzymane roztwory chlorku cyny(II) zubożyć węglanem sodu (uwaga – mieszanina silnie pieni się) i wprowadzić do kanalizacji spłukując dużą ilością bieżącej wody. Można też przenieść go (bez zubożniania) do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne. Nieroztworzony osad cyny (jeśli pozostanie) przenieść do pojemnika na stałe odpady nieorganiczne.

b) Reakcja metalicznej miedzi (w postaci płytki) z roztworem azotanu(V) srebra(I).

Do probówki wprowadzić kilka cm³ 1M roztworu azotanu(V) srebra(I), a następnie płytkę metalicznej miedzi. Obserwować zmiany zachodzące w wyglądzie płytki a także roztworu. Zapisać równanie zachodzącej reakcji w postaci jonowej i cząsteczkowej. Który zapis lepiej oddaje istotę zachodzącej przemiany – jonowy czy cząsteczkowy? Czy wykonana reakcja jest w istocie reakcją wymiany pojedynczej?

Po zakończeniu ćwiczenia powstały roztwór (zawiera azotany srebra i miedzi) przelać do specjalnego pojemnika (z tego rodzaju odpadów odzyskuje się srebro).

4. Reakcje wymiany podwójnej

a) Synteza jodku ołowiu

Do probówki wprowadzić (za pomocą pipety) $2,0 \text{ cm}^3$ 1,0M roztworu azotanu(V) ołowiu(II), a następnie powoli, kroplami $2,0 \text{ cm}^3$ 1,0M roztworu jodku potasu (także za pomocą pipety). Obserwować wytrącanie się osadu po dodaniu roztworu jodku (zwrócić uwagę na wizualną szybkość reakcji). Zapisać równanie zachodzącej reakcji w postaci jonowej. Czy wykonana reakcja jest w istocie reakcją wymiany podwójnej?

Po zakończeniu ćwiczenia powstały roztwór wraz z osadem przenieść do specjalnego pojemnika na odpady nieorganiczne.

b) Synteza siarczanu(VI) tetraaminamiedzi(II) w reakcji siarczanu(VI) miedzi(II) ze stężonym roztworem amoniaku

Do probówki wprowadzić za pomocą pipety szklanej $2,0 \text{ cm}^3$ roztworu 1 M roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), a następnie $0,5 \text{ cm}^3$ stężonego roztworu amoniaku (ciecz odmierzyć za pomocą pipety). Obserwować stopniową zmianę barwy roztworu w czasie dodawania amoniaku (reakcja jest wieloetapowa i powolne wprowadzanie amoniaku pozwala na zaobserwowanie produktów pośrednich). Zapisać równanie zachodzącej reakcji – w postaci jonowej i cząsteczkowej. Dlaczego reakcja ta jest zaliczana do reakcji podwójnej wymiany?

Po zakończeniu ćwiczenia powstały roztwór zobojętnić rozcieńczonym kwasem solnym i wprowadzić do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

c) Synteza heksatiocyjanianożelazianu(III) amonu w reakcji azotanu(V) żelaza(III) z tiocyjanianem amonu (rodankiem amonu)

Do probówki wprowadzić za pomocą pipety szklanej kropelkę 1M roztworu azotanu(V) żelaza(III) i rozcieńczyć ją wodą destylowaną do objętości ok. 10 cm^3 (reakcja jest bardzo czuła i wprowadzenie od razu dużych ilości odczynnika nie pozwala zaobserwować prawdziwego koloru otrzymanego kompleksu – przy dużym stężeniu wydaje się być czarny). Następnie za pomocą pipety dodawać kroplami $1,0 \text{ cm}^3$ 1M roztworu tiocyjanianu amonu. Obserwować zmiany barwy roztworu po dodaniu tiocyjanianu. Zapisać równanie przebiegającej reakcji – w postaci jonowej i cząsteczkowej. Który zapis lepiej oddaje istotę zachodzącej reakcji? Dlaczego reakcja ta jest zaliczana do reakcji podwójnej wymiany?

Po zakończeniu ćwiczenia powstały roztwór wprowadzić do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

5. Reakcje addycji

Addycja bromu do wiązania podwójnego węgiel-węgiel

Do kolbki stożkowej o pojemności 25 cm³ wprowadzić 5,0 cm³ (odmierzone za pomocą cylindra miarowego) 1M roztworu trioleinianu gliceryny w 1,4-dioksanie, a następnie 5 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M roztworu bromu w 1,4-dioksanie. Po starannym wymieszaniu zawartości kolbki (zamkniętej korkiem szlifowym) wylać jej zawartość do zlewki zawierającej około 100 cm³ wody. Opisać wykonaną reakcję – w tym napisać równanie zachodzącej przemiany. Podać nazwę otrzymanego produktu. Porównaj ogólny schemat reakcji addycji z ogólnym schematem reakcji syntezy.

Po zakończeniu ćwiczenia zawartość zlewki przenieść do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi zawierającymi fluorowce.

6. Reakcje eliminacji

Eliminacja cząsteczki wodoru z cząsteczki alkanu (odwodornienie)

Ten eksperyment należy wykonać pod wyciągiem. Do probówki wlać około 1 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) oleju parafinowego (jest to mieszanina wysokowrzących, nasyconych węglowodorów), a następnie wsypać około 0,25 g siarki („strąconej”). Trzymając probówkę za pomocą drewnianej lub metalowej łapy ogrzać jej zawartość w płomieniu palnika do łagodnego wrzenia. Obserwować wydzielanie się gazu (mieszanina pieni się). U wylotu probówki umieścić pasek bibuły nasączonej roztworem octanu ołowiu(II) – obserwować zmianę zabarwienia bibuły z chwilą spowodowaną zetknięciem się z gazem wydzielającym się w trakcie reakcji. Można także, ale dopiero po ochłodzeniu zawartości probówki – ostrożnie i pod nadzorem prowadzącego – sprawdzić zapach gazu. Zapisać równanie zachodzącej reakcji. Jak można upewnić się, iż jej produktami są alkeny?

Po zakończeniu eksperymentu zawartość probówki przenieść do pojemnika z ciekłymi odpadami organicznymi nie zawierającymi fluorowców.

7. Reakcje substytucji

Otrzymywanie 2-chloro-2-metylopropanu (chlorku *tert*-butylu) w reakcji 2-metylo-2-propanolu (*tert*-butanolu) ze stężonym kwasem solnym

W małym rozdzielaczu umieścić około 2,5 cm³ stężonego kwasu solnego, a następnie dodać do niego około 1 cm³ *tert*-butanolu (cieczkę odmierzyć za pomocą szklanych pipet). Wstrząsać zawartość rozdzielacza co pewien czas - przez kilkanaście minut - aż do

wyraźnego rozdzielania się warstw. Opisać wykonaną syntezę chlorku *tert*-butylu i napisać równanie zachodzącej reakcji. Dlaczego zaliczamy tę reakcję do reakcji substytucji? Dlaczego *tert*-butanol rozpuszcza się w kwasie solnym, a chlorek *tert*-butylu nie? Porównać ogólny schemat reakcji substytucji z ogólnym schematem reakcji wymiany.

Po zakończeniu ćwiczeń zawartość rozdzielacza przenieść do zlewki o pojemności 100 cm³ (pod wyciągiem). Dodać do zlewki z mieszaniną około 30 cm³ wody, a następnie zobojętnić węglanem sodu (ostrożnie, mieszanina pieni się). Po zobojętnieniu umieścić mieszaninę w pojemniku na ciekłe odpady organiczne zawierające fluorowce.

9. Reakcje odwracalne

Równowaga: dichromian - chromian

Do próbki wlać około 2 cm³ (odmierzone za pomocą pipety) 1M dichromianu(VI) potasu, a następnie szklaną pipetą dodawać kroplami 1M roztwór NaOH, aż do zmiany barwy z pomarańczowej na żółtą. Następnie dodawać – także kroplami – 1M roztwór kwasu siarkowego(VI), aż do ponownego uzyskania barwy pomarańczowej. Zapisać równania zachodzących reakcji.

Po zakończeniu eksperymentu przelać zawartość próbki do pojemnika z ciekłymi odpadami nieorganicznymi.

10. Reakcje utleniania-redukcji

a) Utleniające właściwości manganianu(VII) potasu

W tym eksperymencie wszystkie ciecze należy odmierzyć za pomocą pipet szklanych. Do trzech probówek wlać po około 2 cm³ 0,05M roztworu manganianu(VII) potasu. Następnie do pierwszej probówki dodać kilka kropel 1M roztworu kwasu siarkowego(VI), a do trzeciej kilka kropel 1M roztworu wodorotlenku sodu. Do każdej z probówek dodać następnie szczyptę siarczanu(IV) sodu i dobrze wymieszać zawartość wszystkich probówek. Obserwować zmiany barwy poszczególnych roztworów. Zapisać równania zachodzących reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej. Jakie wnioski można wyciągnąć z tego eksperymentu?

Po zakończeniu ćwiczenia zawartość probówek wylać do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

b) Utleniające właściwości dichromianu(VI) potasu

W tym ćwiczeniu wszystkie ciecze należy odmierzyć za pomocą pipet szklanych. Do probówki wlać około 2 cm³ 1M roztworu dichromianu(VI) potasu, następnie dodać kilka kropel 1M roztworu kwasu siarkowego(VI), a na koniec około 2 cm³ alkoholu etylowego (etanolu) i dobrze wymieszać zawartość probówki. Obserwować zmianę barwy roztworu. Zapisać równania zachodzących reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.

Po zakończeniu eksperymentu zawartość probówki przelać do pojemnika na ciekłe odpady nieorganiczne.

10. Wśród wykonanych uprzednio reakcji wskazać reakcje (odpowiedź uzasadnić):

- egzotermiczne i endotermiczne
- wolne (przebiegające względnie powoli) i bardzo szybkie
- homogeniczne i heterogeniczne
- jonowe i cząsteczkowe
- katalityczne (biegnące z udziałem katalizatorów)
- utleniania i redukcji
- odwracalne i praktycznie nieodwracalne

Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia