

Ćwiczenie 1

BEZPIECZEŃSTWO PRACY W LABORATORIUM CHEMICZNYM

1. Podczas przebywania w laboratorium należy nosić własne okulary ochronne (nie tylko w trakcie wykonywania ćwiczeń). Szklane kontaktowe należy zastąpić okularami korekcyjnymi.
2. W pracowni obowiązuje stosowanie fartuchów ochronnych wykonanych z włókien naturalnych.
3. Długie włosy należy związać lub upiąć w sposób uniemożliwiający ich kontakt z odczynnikami i źródłami ciepła.
4. Wzbronione jest jedzenie, picie, żucie gumy i palenie papierosów.
5. Należy znać najbliższe miejsca, gdzie znajdują się środki bezpieczeństwa, takie jak gaśnice, koce gaśnicze oraz sanitarne środki pierwszej pomocy. **Każdy** wypadek należy zgłosić natychmiast prowadzącemu ćwiczenia. Miejsce termicznego oparzenia (najczęściej dłonie) natychmiast schłodzić strumieniem zimnej wody. W razie chwilowej niedyspozycji należy powiadomić prowadzącego zajęcia o niemożności wykonywania pewnych czynności laboratoryjnych.
6. Każdy odczynnik trzeba traktować jako potencjalnie niebezpieczny. Należy zapobiegać wprowadzeniu chemikaliów do organizmu oraz unikać kontaktu odczynników ze skórą rąk, twarzy i ubraniem. W razie kontaktu odczynnika ze skórą lub oczyma należy natychmiast miejsce skażenia zmyć dużą ilością wody.
Nie wolno:
 - **napelniać** pipet ustami
 - **próbować** smaku jakiegokolwiek odczynnika (nawet jeżeli sądzimy, jest to tylko sól kuchenna)
 - **bezpośrednio wachać żadnych par i gazów**. Jeżeli instrukcja ćwiczenia przewiduje zapoznanie się z zapachem odczynnika, należy wykonać to w sposób zademonstrowany przez prowadzącego ćwiczenia.
 - **zaglądać z bliska do wnętrza** naczyń laboratoryjnych, w których znajdują się szkodliwe substancje lub prowadzi się eksperyment
 - **przecierać oczu** rękami, jeżeli nie mamy pewności, że ręce te są czyste.
7. Eksperymenty, w których wydzielają się, lub są stosowane, gazy lub pary, które są palne, toksyczne, drażniące skórę i drogi oddechowe lub posiadające

nieprzyjemny zapach, wykonuje się wyłącznie pod wyciągiem (dygestorium). Wszystkie czynności pod wyciągiem wykonywać na stojąco, przy włączonym wyciągu i opuszczonej szybie. Nie wkładać głowy do wnętrza wyciągu!

8. Ogrzewanie cieczy w probówkach należy prowadzić pod wyciągiem, kierując wylot probówki w stronę wnętrza wyciągu. Ogrzewając ciecz w innych naczyniach laboratoryjnych należy stosować kamyczki wrzenne. Nie wolno dodawać kamyczków wrzennych i żadnych ciał stałych do cieczy ogrzanych do temperatur bliskich ich temperaturze wrzenia.

9. **Zawsze wlewać kwas do wody.** Mieszanie kwasu (zwłaszcza stężonego kwasu siarkowego) z wodą jest procesem silnie egzotermicznym. Woda wlana do kwasu zawrze na jego powierzchni i spowoduje wyprysnięcie kwasu.

10. W czasie eksperymentów z substancjami łatwopalnymi (większość rozpuszczalników organicznych) nie wolno używać palników gazowych. Przed użyciem palnika gazowego sprawdzić, czy w pobliżu nie znajduje się łatwopalna substancja.

11. Sprzętem szklanym należy posługiwać się ostrożnie. Szczególną ostrożność należy zachować przy cięciu rurek szklanych, osadzaniu szklanych rurek, lejeków itp. w korkach gumowych, nakładaniu węży gumowych na chłodnice. Czynności te należy wykonywać ochraniając dłonie rękawicami z grubego materiału lub ściereczką. O stłuczonym sprzęcie szklanym (z wyjątkiem stłuczonych probówek, które można wyrzucać do kosza) informować laborantów, w celu jego wymiany i natychmiast usuwać go ze stołu laboratoryjnego.

12. O zaistnieniu w czasie ćwiczeń awarii sprzętu itp. niezwłocznie powiadomić osobę prowadzącą zajęcia. W przypadku przerwy w dopływie wody, gazu lub prądu elektrycznego należy zakręcić odpowiednie kurki i wyłączyć urządzenia znajdujące się uprzednio pod napięciem.

13. Pracować w miejscu wskazanym przez prowadzącego zajęcia i nie zmieniać go w sposób dowolny. Zgłaszać prowadzącemu każdy fakt opuszczania pracowni na czas przerwy i po zakończeniu ćwiczeń.

14. **Nie wolno:**

- wykonywać eksperymentów niezatwierdzonych przez pracownika prowadzącego zajęcia laboratoryjne
- pracować w laboratorium bez opieki pracownika prowadzącego zajęcia laboratoryjne

– wynosić odczynników chemicznych poza pomieszczenia laboratoryjne.

15. Z wyjątkiem sytuacji nagłych, wzbronione jest bieganie w pracowni oraz jakiegokolwiek nadmierny pośpiech. Wzbronione jest zastawianie ciągów komunikacyjnych.

16. Nieodpowiednie żarty i inne nieodpowiedzialne zachowania w pomieszczeniach laboratoryjnych są wzbronione.

17. Przed przystąpieniem do wykonywania eksperymentów student ma obowiązek zapoznać się ze szczegółami doświadczenia. Należy przeczytać cały opis doświadczenia, zwracając uwagę na zamieszczone ostrzeżenia, zapoznać się z właściwościami używanych odczynników (ich palność, toksyczność, reaktywność – patrz wykaz odczynników niebezpiecznych w niniejszej instrukcji).

PRZEPISY PORZĄDKOWE

1. Wyniki eksperymentów oraz obserwacje należy na bieżąco zapisywać w **zeszycie laboratoryjnym (dziennik laboratoryjny)**. Nie zapisywać na kartkach, kawałkach bibuły itp. Opisane obserwacje i wyniki przeprowadzonych eksperymentów powinny być na zakończenie ćwiczeń podpisane przez prowadzącego.
2. Okrycie wierzchnie należy zostawiać w szatni. Torby, teczki i itp. nie mogą znajdować się na sali laboratoryjnej. Należy je umieścić w szafkach na korytarzu. Klucze do szafek pobiera się u laborantów, pozostawiając w zastaw legitymację studencką.
3. Nadmiar odczynników w postaci roztworów wodnych lub roztwory po eksperymentach chemicznych wylewa się do **zlewu** przy stole laboratoryjnym **lub do zlewu pod wyciągiem**, jeśli eksperyment zgodnie z instrukcją był wykonywany pod wyciągiem, splukując dużą ilością wody. Natomiast rozpuszczalniki organiczne lub zlewki substancji silnie toksycznych zlewa się do butelek oznaczonych napisem „**zlewki...**”.
4. Korków do butelek z odczynnikami nie należy kłaść na stole. **Nie wolno zamieniać korków w butelkach!**
5. Butelkę z odczynnikami należy odstawić na właściwe miejsce.
6. Nie należy zabierać odczynników lub sprzętu laboratoryjnego z innych stołów. Brakujący sprzęt lub odczynnik można zawsze pobrać w pokoju laborantów.
7. W eksperymentach używać wody destylowanej.
8. Podczas ważenia nie wsypywać odczynników bezpośrednio na szalki wagi. Używać naczynek wagowych lub kawałków papieru do ważenia. Nie ważyć ciepłych, ani tym bardziej gorących przedmiotów. Przedmioty ważone powinny mieć temperaturę pokojową.
9. Utrzymywać porządek i czystość na stołach laboratoryjnych. Po zakończonym ćwiczeniu umyć szkło laboratoryjne najpierw detergentem w wodzie z kranu, a następnie przepłukać wodą destylowaną. Używany sprzęt laboratoryjny ułożyć na tacach zgodnie z opisem i po sprawdzeniu przez panie laborantki umieścić w odpowiedniej szafce, a taborety ustawić na stołach. Po skończonych ćwiczeniach starannie umyć ręce.
10. Jedna lub dwie osoby z grupy pełnią w trakcie ćwiczeń funkcję dyżurnego. Do obowiązków dyżurnego należy: pobranie kluczy do szafek, w których znajduje się sprzęt do danego ćwiczenia (w zastaw należy oddać legitymację studencką), uzupełnianie zużytego sprzętu lub odczynników w trakcie ćwiczeń oraz dopilnowanie grupy, aby pozostawiła po sobie pracownię stanie takim, w jakim ją zastała.
11. Każdy student powinien posiadać zapałki lub zapalniczkę do zapalania gazu i ściereczkę.
12. Po zapoznaniu się z przepisami BHP oraz regulaminem pracowni każdy student podpisuje zobowiązanie do ich przestrzegania.

WYKAZ NIEBEZPIECZNYCH ODCZYNNIKÓW

* 1 * SUBSTANCJE TOKSYCZNE

Wszystkie odczynniki są substancjami potencjalnie niebezpiecznymi. Należy zapobiegać wprowadzaniu chemikaliów do organizmu oraz unikać kontaktu odczynników ze skórą rąk, twarzy i ubraniem. Poniżej wymieniono wybrane substancje silnie toksyczne. Pyły toksycznych substancji stałych oraz gazy i pary toksycznych cieczy stwarzają duże niebezpieczeństwo zatrucia podczas oddychania.

substancje stałe	gazy	ciecze
* związki arsenu	* amoniak NH_3	* dwusiarczek węgla CS_2
* cyjanki nieorg.	* cyjanowodór HCN	* chlorowcopochodne metanu i etanu (szczególnie CCl_4 i CHCl_3)
* kwas szczawiowy i jego sole	* fluor, chlor	* węglowodory aromatyczne (szczególnie benzen)
* fosfor biały	* fluorowodór HF	* aminy alifatyczne i aromatyczne (np. anilina)
* związki baru	* chlorowodór HCl	* brom
* związki rtęci	* jodowodór HI	* rtęć
* związki ołowiu	* fosforowodór PH_3	* metanol CH_3OH
* związki kadmu	* arsenowodór AsH_3	
* tioacetamid AKT	* tlenek węgla CO	
	* tlenki azotu NO_2 , NO	
	* siarkowodór H_2S	
	* ozon O_3	

* 2 * SUBSTANCJE ŻRĄCE

Wywołują poważne uszkodzenia przy zetknięciu ze skórą lub ich wdychaniu w postaci par lub pyłów.

Kwasy – gwałtownie reagujące z zasadami:

* bromowodorowy HBr	* siarkowy H_2SO_4 (uwaga, zachować szczególną ostrożność przy rozcieńczaniu stężonego kwasu wodą, (zawsze dodawać kwas do wody !)
* fluorowodorowy HF	
* solny HCl	

- * azotowy HNO_3
- * mieszanina chromowa (tzw. chromianka) – roztwór dwuchromianu potasu w stężonym kwasie siarkowym

Zasady – gwałtownie reagujące z kwasami:

- * tlenek wapniowy CaO
- * wodorotlenek wapniowy $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- * wodorotlenek potasowy KOH
- * wodorotlenek sodowy NaOH

Inne:

- * fluorowce
- * chromiany i dwuchromiany (własności żrące wykazują również ich pyły)

* 3 * SUBSTANCJE STWARZAJĄCE NIEBEZPIECZEŃSTWO POŻARU

W czasie eksperymentów z substancjami łatwopalnymi nie wolno używać palników i innych otwartych źródeł ciepła.

Przed użyciem palnika gazowego należy sprawdzić, czy w pobliżu nie znajdują się substancje łatwopalne.

* palne ciecze (większość rozpuszczalników organicznych jest lotna i łatwopalna!):

- eter dietylowy
- węglowodory alifatyczne (np. pentan, heksan, heptan, benzyna lekka)
- węglowodory aromatyczne (np. benzen, toluen, ksylen)
- węglowodory alicykliczne (np. cyklopentan, cykloheksan)
- tetrahydrofuran THF
- aminy
- estry
- alkohole (np. metanol, etanol)
- dimetyloformamid DMF

* palne gazy:

- wodór
- metan, etan, propan, butan
- acetylen
- fosforowodór, arsenowodór

* palne substancje stałe:

- sól, potas (Nie gasić wodą! Gasić za pomocą gaśnicy proszkowej lub suchym piaskiem!)
- fosfor biały (Nie gasić wodą ! Gasić za pomocą gaśnicy proszkowej lub suchym piaskiem!)

* 4 * MIESZANINY POTENCJALNIE NIEBEZPIECZNE

Silne utleniacze tworzą niebezpieczne mieszaniny ze związkami łatwo utleniającymi się takimi jak: alkohole, węglowodory, materiały celulozowe, siarka, fosfor, węgiel aktywny, rozdrobnione metale itp.

Silne utleniacze:

- * kwas nadchlorowy HClO_4 , nadchlorany, chlorany
- * mieszanina chromowa (chromianka), chromiany i dwuchromiany
- * stężony kwas azotowy (HNO_3) i azotany (np. NH_4NO_3)
- * nadmanganiany
- * skroplony tlen, skroplone powietrze

5 * SUBSTANCJE RAKOTWÓRCZE

- * benzen
- * aminy aromatyczne
- * tioacetamid AKT
- * azbest
- * benzydyna i jej pochodne

Ćwiczenie 2

OZNACZANIE WODY KRYSTALIZACYJNEJ W HYDRATACH

* Krystaliczne hydraty przy ogrzewaniu do określonej temperatury tracą jedynie wodę krystalizacyjną, przechodząc w sól bezwodną, której ewentualny dalszy rozkład zachodzi w wyższych temperaturach. W ćwiczeniu, metodą analizy wagowej, oznacza się liczbę moli wody przypadającą na 1 mol krystalicznego hydratu.

Cel ćwiczenia. Ilustracja zasad techniki analizy wagowej i zasad stechiometrii. Przystrojenie sobie zasad ważenia. Nabycie umiejętności posługiwania się palnikiem gazowym, tygłem porcelanowym, ekсыkatorem.

Zakres materiału naukowego. Obliczanie wzorów chemicznych na podstawie składu ilościowego związków chemicznych.

Literatura. A. Śliwa "Obliczenia chemiczne", rozdz. 7.2.

Wykonanie ćwiczenia. Z ekсыkatora wyjąć tygiel porcelanowy i zważyć na wadze z dokładnością do 0,02 g. Do wszystkich wagań używać tej samej wagi. Do tygla wsypać około 1/2 szpachelki soli wskazanej przez prowadzącego (zalecane wielkości odważek podaje tabela) i zważyć tygiel wraz próbką. Obliczyć masę soli. Tygiel z analizowaną solą ogrzewać na łaźni piaskowej (metoda A) lub bezpośrednio w płomieniu palnika gazowego (metoda B), aż do całkowitego odwodnienia soli, a następnie przenieść do ekсыkatora i pozostawić do całkowitego ostygnięcia. Ostudzony do temperatury pokojowej tygiel zważyć. Czynności ogrzewania, studzenia i ważenia powtarzać aż do uzyskania stałej masy tygla (z dokładnością do 0,02 g). Po zakończeniu ćwiczenia tygiel umyć.

** Ogrzewanie tygla na łaźni piaskowej (metoda A)

W łaźni piaskowej ogrzewamy sole, które w temperaturach osiąganych w tyglu ogrzewanym bezpośrednio palnikiem ulegają rozkładowi. Łażnię piaskową (metalowe naczynie z piaskiem) umieścić na trójnogu. W statywie umocować termometr umieszczony w probówce, której dno jest zanurzone w piasku. W pobliżu termometru umieścić tygiel z analizowaną solą. Ogrzewanie łaźni płomieniem palnika regulować tak, aby utrzymywać temperaturę odpowiednią dla dehydratacji danej soli.

*** Ogrzewanie tygla w płomieniu palnika (metoda B)

Tygiel umieścić w trójkącie porcelanowym i ogrzewać, początkowo jak najmniejszym płomieniem. Następnie stopniowo należy zwiększać płomień, aż wewnętrzny stożek płomienia osiągnie dno tygla i rozgrzeje. Ogrzewać 5 – 10 minut.

**** Warunki analizy soli

sól	zalecana wielkość odważki	metoda ogrzewania	temperatura łaźni	barwa soli bezwodnej
$\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1 – 1,5 g	A	240 – 260°C	biała
$\text{CoCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1 – 1,5 g	A	150 – 160°C	jasnoniebieska
$\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	3,5 – 5 g	B		
$\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	2 – 4 g	B		

Sprawozdanie

Wyniki zapisać według schematu:

masa tygla
masa tygla z solą
masa tygla z solą po prażeniu
masa wody krystalizacyjnej
masa soli bezwodnej

Obliczyć ilość wody przypadającej na jeden mol soli bezwodnej i podać wzór chemiczny hydratu. Zamieścić obliczenia. Zastanowić się, jak wpłyną na wyniki oznaczenia następujące błędy doświadczalne:

- niedostateczne wyprażenie soli
- zbyt wysoka temperatura prażenia (rozkład soli)
- zważenie ciepłego tygla

Ćwiczenie 3

REAKCJE CHEMICZNE (I)

Cel ćwiczenia. Obserwacja niektórych typowych reakcji chemicznych, identyfikacja produktów i zapis przemian chemicznych w postaci zbilansowanych równań chemicznych.

Zakres materiału. Klasyfikacja, nazewnictwo i właściwości prostych związków nieorganicznych (tlenki, wodorotlenki, kwasy, sole; typy tlenków [kwasowe, zasadowe, amfoteryczne, obojętne]). Podział pierwiastków na metale i niemetale i ich położenie w układzie okresowym. Reakcje otrzymywania soli. Wartościowość, stopień utlenienia.

Literatura. Dowolny podręcznik chemii nieorganicznej.

Równania chemiczne obrazują, co dzieje się w trakcie reakcji chemicznej. Aby reakcję można było przedstawić równaniem, należy ustalić wzory chemiczne substratów i produktów reakcji, a następnie dobrać współczynniki przez porównanie liczby atomów lub grup atomów po prawej i lewej stronie równania. Ustalenie produktów reakcji wymaga zaobserwowania wydzielania się gazów, tworzenia osadu lub zmiany barwy, które towarzyszą reakcji, oraz identyfikacji produktów w oparciu o ich właściwości fizyczne i chemiczne, jak również poprzez analizę. Reakcje chemiczne można podzielić na reakcje, w których zachodzi przeniesienie elektronu między atomami (reakcje redox), oraz te, które zachodzą bez przeniesienia elektronu. Formalnie, reakcje dzieli się również na następujące typy:

synteza	$A + B \rightarrow C$
analiza	$C \rightarrow A + B$
wymiana pojedyncza	$AB + C \rightarrow AC + B$
wymiana podwójna	$AB + CD \rightarrow AD + CB$

Wykonanie ćwiczenia. Wykonując poniższy zestaw doświadczeń, należy na bieżąco zapisywać w dzienniku laboratoryjnym wyniki w formie następującej tabelki:

substraty	obserwacje	zidentyfikowane produkty
-----------	------------	--------------------------

Informacje zawarte w tabelce należy następnie wykorzystać do zapisania zbilansowanego równania reakcji. W równaniach produkty **gazowe** oznaczyć **strzałką skierowaną w górę**, natomiast produkty **nierozpuszczalne** **strzałką skierowaną w dół** (lub podkreślić).

UWAGA! WSZYSTKIE DOŚWIADCZENIA NALEŻY PRZEPROWADZIĆ POD WYCIĄGIEM.

1. Rozkład szczawianu żelaza(II).

Suchą, małą probówkę napełnić do 1/5 objętości żółtym szczawianem żelaza(II). Umieścić ją w metalowej łapie i po zamocowaniu ukośnie na statywie ostrożnie ogrzewać w płomieniu palnika (**Uwaga! nie należy palić łap**). Gdy temperatura szczawianu osiągnie 160°C, rozpocznie się rozkład związku z wydzielaniem proszku metalicznego żelaza oraz gazowego dwutlenku węgla (jak można zidentyfikować CO₂?). Ogrzewanie należy zakończyć, gdy cała zawartość probówki z jasnożółtej stanie się matowoszara (na ściankach probówki nie powinno być kropelek wody). Probówkę oddalić od palnika i wysypywać powoli jej zawartość do dużej parownicy. Zaobserwować spalanie się żelaza. Sprawdzić rozpuszczalność otrzymanego tlenku żelaza Fe₃O₄ w wodzie.

- Zapisać obserwacje, ułożyć odpowiednie równania reakcji.
- Napisać reakcję identyfikacji wydzielającego się CO₂.
- Wyjaśnić, dlaczego żelazo nie zapaliło się w probówce w czasie ogrzewania.

2. Reakcje metali z wodą i kwasami

2.1. Działanie sodu metalicznego na wodę

Zlewkę o pojemności 50 cm³ napełnić do ¼ objętości wodą destylowaną. Mały kawałek sodu metalicznego, otrzymany od laboranta (na bibule do sączenia) przenieść szczypcami lub zsunąć z bibuły (nie dotykać) do zlewki z wodą. Jaki gaz się wydziela? Po zakończeniu reakcji dodać do otrzymanego roztworu kroplę fenoloftaleiny.

- Jakie jony obecne w roztworze zmieniają zabarwienie fenoloftaleiny?
- Wyjaśnić obserwowane zjawisko i podać cząsteczkowe i jonowe równania reakcji.

2.2. Reakcja magnezu metalicznego z wodą.

Kawałek wstążki magnezowej (ok. 1 cm) oczyścić od nalotu tlenku papierem ściernym. Magnez umieścić w probówce z kilkoma kroplami wody destylowanej. Zwrócić uwagę, że w temperaturze pokojowej reakcja nie zachodzi. Probówkę ogrzać płomieniem palnika. Obserwować przebieg reakcji. Do otrzymanego roztworu dodać kroplę fenoloftaleiny.

- *Jakie jony obecne w roztworze zmieniają zabarwienie fenoloftaleiny?*
- *Wyjaśnić obserwowane zjawisko i podać cząsteczkowe i jonowe równania reakcji.*

2.3. Reakcja glinu z wodą. Rola ochronnej błonki tlenkowej na powierzchni glinu.

Uwaga: sole rtęci są silnie toksyczne!!

Kawałek folii aluminiowej o pow. ok. 1 cm² oczyścić papierem ściernym, spłukać wodą, wysuszyć bibułą i wrzucić do probówki wypełnionej wodą destylowaną. Obserwować powierzchnię folii. Wylać z probówki wodę i wyjąć blaszkę. Wytrzeć ją do sucha i zwilżyć powierzchnię blaszki kroplą roztworu chłorku rtęci(II). Po upływie 2-3 min., za pomocą bibuły usunąć roztwór soli z blaszki glinowej (**użyć rękawiczek ochronnych**) i wrzucić blaszkę do małej zlewki z wodą destylowaną. Blaszkę w zlewce nakryć małym lejkiem, na lejek nałożyć probówkę wypełnioną wodą. Obserwować wydzielanie się pęcherzyków wodoru na powierzchni blaszki. Po wypełnieniu probówki wodorem, zatkać probówkę palcem i wyciągnąć z wody. Probówkę umieścić w statywie, usunąć palec i natychmiast (wydzielający się gaz bardzo szybko dyfunduje) przytknąć zapaloną zapałkę do wylotu probówki. Wyjąć blaszkę glinową z wody, zarysować ją w kilku miejscach i pozostawić na powietrzu. Obserwować tworzenie się pulchnego białego nalotu.

Napisać równania: a) reakcji zachodzącej między glinem a chlorkiem rtęci(II); b) reakcji między glinem a wodą; c) tworzenia się pulchnego białego nalotu.

Uwaga. Przez utworzenie amalgamatu zostaje zniszczona spoista struktura ochronnej warstwy tlenku glinu na powierzchni blaszki, pozwalając na ujawnienie prawdziwej aktywności chemicznej glinu.

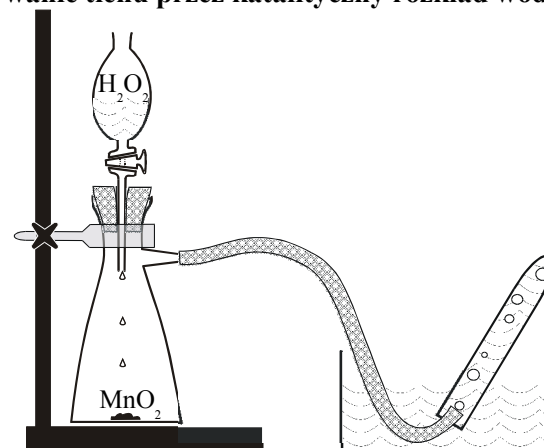
2.4. Reakcja cynku, magnezu i miedzi z kwasem solnym

Do trzech probówek wprowadzić po około 2 cm³ 4 M roztworu kwasu solnego i do każdej wprowadzić kawałek odpowiedniego metalu (cynk, magnez, miedź). Porównać intensywność wydzielania się gazu w trzech probówkach. Kiedy reakcja będzie dostatecznie intensywnie, do wylotu probówki przytknąć suchą probówkę w celu zebrania wydzielającego się gazu. Zidentyfikować zebrany gaz.

- *Zapisać obserwacje dla wszystkich przeprowadzonych w ćwiczeniu reakcji.*
- *Ułożyć równania reakcji.*
- *Określić stopnie utlenienia substratów i produktów.*
- *Wskazać utleniacz i reduktor.*
- *Uszeregować badane metale ze względu na ich reaktywność.*
- *Ułożyć również jonowe równania reakcji, które w tych przypadkach lepiej ilustrują proces przeniesienia elektronów.*

Uwaga ! W jonowych równaniach pomija się jony, które nie biorą aktywnego udziału w reakcji, a służą tylko do zapewnienia elektrycznej obojętności roztworu.

3. Otrzymywanie tlenu przez katalityczny rozkład wody utlenionej



Zmontować aparaturę do otrzymywania i zbierania tlenu według rysunku. W kolbie ssawkowej umieścić około 1 g (jedna łyżeczka) tlenku manganu (IV). Wkraplaczkę wypełnić do połowy 3% roztworem wody utlenionej. Wąż gumowy umieścić w krystalnicy wypełnionej wodą. Przygotować cztery probówki (duże)

wypełnione po brzegi wodą, zatkać korkiem gumowym i umieścić pod wodą. Pod wodą wyjąć korek z probówki (prawidłowo wprowadzona do krystalnicy probówka nie zawiera pęcherzy powietrza). Wkraplać wodę utlenioną do kolby utrzymując stałą szybkość wydzielania tlenu. Odczekać aż wydzielony tlen wypchnie powietrze z aparatury (kilka minut). Zebrać wydzielający się gaz do jednej probówki. Po wyjęciu z wody sprawdzić czy probówka jest wypełniona czystym tlenem przy pomocy żarzącego się łuczywa. Jeśli tak, napełnić gazem pozostałe probówki pozostawiając w każdej niewielką ilość wody, zatkać korkiem gumowym **pod wodą** i pozostawić w statywie (lub dużej zlewce) do doświadczenia 4.

- *Napisać reakcje rozkładu (dysproporcjonowania) wody utlenionej. Tlenek manganu (IV) pełni rolę katalizatora.*

4. Spalanie metali i niemetali w tlenie

4.1. Spalanie siarki

Na łyżce do spalań umieścić niewielką ilość **siarki**, zainicjować w płomieniu palnika zapłon i szybko umieścić całość w probówce z tlenem otrzymanym w ćwiczeniu 3. Gdy siarka przestanie się palić, wyjąć łyżkę, probówkę zatkać korkiem i wstrząsnąć. Podczas spalania uważać, by łyżka do spalań nie dotknęła dna probówki.

4.2. Spalanie fosforu

Podobnie jak siarkę spalić **fosfor**.

Łyżkę do spalań, przed każdym doświadczeniem, należy umyć, wysuszyć w płomieniu palnika i całkowicie ostudzić.

4.3. Spalanie magnezu

Wstążkę **magnezową** o długości 1 - 2 cm ująć w metalowe szczypce, rozgrzać w płomieniu palnika aż się zapali i wprowadzić do naczynia z tlenem.

UWAGA! Podczas spalania magnezu nie patrzeć na płomień w probówce.

5. Reakcje tlenków z wodą i reakcje pomiędzy tak otrzymanymi roztworami

5.1. Produkty spalania wymieszać z wodą destylowaną (poprzez mieszanie stałych produktów spalania i wytrząsanie produktów gazowych). Probówki odkorkować

pod wyciągiem i sprawdzić papierkiem uniwersalnym odczyn każdego z uzyskanych w ten sposób roztworów.

5.2. Do roztworu otrzymanego przez rozpuszczenie tlenku magnezu dodać kilka kropli fenoloftaleiny, a następnie dolać roztwór otrzymany w wyniku rozpuszczenia pentatlenku difosforu lub ditlenku siarki.

- *Określić charakter chemiczny badanych tlenków (w oparciu o odczyn ich roztworów wodnych) i napisać odpowiednie równania reakcji tworzenia kwasów lub zasad.*
- *Czy wszystkie tlenki są rozpuszczalne w wodzie?*
- *Jakie jony są obecne w roztworach otrzymanych przez zmieszanie tlenków z wodą?*
- *Które jony są odpowiedzialne za zmianę zabarwienia papierka uniwersalnego?*
- *Jak zmienia się barwa fenoloftaleiny w probówce zawierającej roztwór rozpuszczonego tlenku magnezu w wodzie po dodaniu roztworu wodnego wybranego tlenku niemetalu w ćwiczeniu 5.2? Wyjaśnić przyczynę tej zmiany na podstawie równania odpowiedniej reakcji.*

Sprawozdanie

1. *Odpowiedzieć na wszystkie zadane w instrukcji pytania.*
2. *Przedstawić przeprowadzone reakcje równaniami jonowymi. Dla reakcji redox podać schemat przenoszenia elektronów od reduktora do utleniacza.*
3. *Określić charakterystyczne własności gazów wydzielonych w trakcie przeprowadzonych reakcji.*
4. *Wymienić znane Ci kwasy i ich bezwodniki (nazwa i wzór) oraz podać nazwy ich soli. Kwasy podzielić na mocne i słabe.*

Ćwiczenie 4

ROZDZIELANIE I OCZYSZCZANIE SUBSTANCJI METODĄ KRYSTALIZACJI I EKSTRAKCJI

Cel ćwiczenia. Poznanie zjawiska krystalizacji oraz metody oznaczania temperatury topnienia. Konstruowanie zestawów eksperymentalnych (ogrzewanie pod chłodnicą zwrotną, sączenie pod zmniejszonym ciśnieniem). Technika ekstrakcji, posługiwanie się rozdzielaczem.

Zakres materiału naukowego. Podstawy krystalizacji jako metody służącej do rozdziału substancji, temperatura topnienia jako kryterium czystości substancji. Prawo Nernsta. Podstawy ekstrakcji.

Literatura. "Preparatyka organiczna", wyd. zbiorowe pod red. Bochwica, PWN Warszawa 1975, str.52 - 57, 79 - 86, 99 - 101.

1. Krystalizacja kwasu benzoowego w obecności węgla aktywnego

8 g kwasu benzoowego technicznego przenieść do kolby o pojemności 500 cm³, dodać szczyptę węgla aktywnego, wlać 300 cm³ wody destylowanej i wrzucić mały kawałek porcelany (w jakim celu?). Kolbę zaopatrzyć w chłodnicę zwrotną chłodzoną bieżącą wodą.

Mieszaninę w kolbie ogrzewać do całkowitego rozpuszczenia kwasu benzoowego i utrzymywać w stanie łagodnego wrzenia przez 10 minut. Przez lejek szklany z karbowaną bibułą, ogrzany gorącą wodą, przesączyć gorący roztwór. Przesącz ochłodzić. Wykryształowany kwas benzoowy odsączyć na lejku Büchnera i przemyć trzema porcjami zimnej wody. Produkt przenieść na bibułę i suszyć na powietrzu, pozostawiając do następnych zajęć. Po osuszeniu produkt zważyć i obliczyć wydajność krystalizacji.

Zmierzyć temperaturę topnienia technicznego kwasu benzoowego oraz kwasu przekryształowanego. W tym celu należy z rurki szklanej wyciągnąć dwie szklane kapilary, napęlić je próbkami technicznego i przekryształowanego kwasu benzoowego. Następnie pod nadzorem prowadzącego ćwiczenia asystenta przeprowadzić oznaczenie temperatur topnienia.

2. Oddzielanie chlorku ołowiu (II) od chlorku srebra

Do zlewki o pojemności 100 cm³ odmierzyć za pomocą cylindra miarowego 25 cm³ mieszaniny roztworów Pb(NO₃)₂ i AgNO₃, a następnie dodać 12 cm³ roztworu HCl. Roztwór wraz z osadem ogrzać do wrzenia i szybko przesączyć do czystej zlewki na lejku z sączkiem uprzednio ogrzanym gorącą wodą. Pozostały na sączku osad chlorku srebrnego przemyć porcją gorącej wody i umieścić wraz z sączkiem na szkiełku zegarkowym. Otrzymany przesącz ochłodzić wstawiając do większej zlewki z zimną wodą. Wydzielone kryształy chlorku ołowiu odsączyć.

3. Ekstrakcyjny rozdział jodu i chlorku niklu (II)

Do rozdzielacza wlać 10 cm³ roztworu wodnego jodu i oraz 10 cm³ roztworu chlorku niklu(II), a następnie 5 cm³ chloroformu. Wytrząsać, rozdzielić warstwy. Warstwę wodną powtórnie wytrząsać z nową porcją (5 cm³) chloroformu. Na szkiełko zegarkowe pobrać kilka kropel warstwy wodnej i sprawdzić, czy zawiera ona jeszcze jod, dodając skrobi. Dla porównania należy przeprowadzić na oddzielnym szkiełku reakcję charakterystyczną skrobi z jodem, używając wodnego roztworu jodu z butelki.

Na podstawie otrzymanego wyniku określić, czy współczynniki podziału K dla jodu i chlorku niklu(II) są większe czy mniejsze od jedności.

$$K = \frac{C_{\text{faza chloroformowa}}}{C_{\text{faza wodna}}}$$

Sprawozdanie należy oddać po wykonaniu oznaczenia temperatury topnienia.

Ćw. 1.

- Podać masę preparatu po wysuszeniu (wydajność bezwzględną) oraz wydajność względną krystalizacji.
- Podać zmierzoną temperaturę topnienia kwasu benzoowego oraz wartość literaturową (podać źródło danych literaturowych).

Ćw.2 Jakie właściwości obu substancji wykorzystuje się przy oddzieleniu chlorku ołowiu od chlorku srebra?

Ćw. 3. Omówić krótko ideę przeprowadzonego doświadczenia. Należy również udzielić odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaką praktyczną przewagę podczas ekstrakcji z roztworu wodnego ma zastosowanie rozpuszczalnika cięższego od wody nad lżejszym od wody?
- Dlaczego korek szlifowy powinien być wyjęty ze szlifu każdorazowo przed wypuszczeniem zawartości z rozdzielacza?
- Dlaczego powinno zależeć nam na minimalizacji objętości użytego rozpuszczalnika ekstrahującego?

Ćwiczenie 7

ROZTWORY CIAŁ STAŁYCH I CIECZY

Cel ćwiczenia. Poznanie techniki sporządzania roztworów (prawidłowe użycie naczyń miarowych). Nauka ważenia na wadze analitycznej.

Zakres materiału naukowego. Sposoby wyrażania stężeń roztworów. Przejście od jednego sposobu wyrażania stężenia do innych.

Literatura. A. Śliwa, "Obliczenia chemiczne"

1. Sporządzanie roztworu KMnO_4

Odważyć na wadze analitycznej, w naczynku wagowym, około 0,14 g KMnO_4 . Naważkę wsypać do czystej kolby miarowej o pojemności 500 cm^3 przez suchy lejek. Naczynko wagowe oraz powierzchnię lejka spłukać wodą destylowaną z tryskawki. Dodać około 250 cm^3 wody destylowanej i mieszać zawartość kolby ruchem okrężnym. Po całkowitym rozpuszczeniu osadu kolbę uzupełnić wodą destylowaną do kreski miarowej. Kolbę zamknąć korkiem i roztwór starannie wymieszać. Otrzymany roztwór rozcieńczyć pięciokrotnie. W tym celu odmierzyć 10 cm^3 roztworu za pomocą pipety jednomiarowej, uprzednio przepłukanej odmierzanym roztworem. Zawartość pipety wlać do kolbki miarowej o pojemności 50 cm^3 . Kolbkę uzupełnić do kreski miarowej wodą destylowaną i po zatkaniu korkiem wymieszać.

Obliczyć stężenie molowe tak otrzymanego roztworu.

Kolbkę oddać prowadzącemu ćwiczenia do sprawdzenia wraz z zeszytem laboratoryjnym, w którym zanotowano wyniki obliczeń.

Uwaga. W czasie sporządzania i rozcieńczania roztworu należy pamiętać, że kolba miarowa jest kalibrowana na wlew, natomiast pipeta na wylew.

Sprawozdanie

1. Podać dokładne obliczenia stężenia sporządzonych roztworów (stężonego i rozcieńzonego).

2. Co to jest rzetelność i czułość wagi?

2. Sporządzanie roztworu kwasu siarkowego (pokaz)

Należy sporządzić 250 cm^3 0,6 M roztworu kwasu siarkowego przez rozcieńczenie 96-procentowego roztworu tego kwasu o gęstości 1,84 g/cm^3 . Obliczyć potrzebną objętość stężonego roztworu kwasu siarkowego. Obliczoną

objętość odmierzyć cylindrem miarowym i wlewać małymi porcjami, przy ciągłym mieszaniu, do kolby stożkowej zawierającej 100 cm^3 wody. Pozostałego w cylindrze kwasu nie spłukiwać wodą, ponieważ cylinder jest kalibrowany na wylew. Zawartość kolby stożkowej ostudzić, a następnie przenieść ilościowo do kolby miarowej poj. 250 cm^3 . Kolbkę stożkową spłukać małymi porcjami wody, dołączając je do roztworu w kolbie. Dopełnić kolbę miarową wodą destylowaną do kreski. Roztwór wymieszać. Po ochłodzeniu ponownie uzupełnić wodą destylowaną do kreski miarowej.

3. Oznaczenie stężenia roztworu kwasu siarkowego otrzymanego w ćwiczeniu 2

Odmierzyć pipetą jednomiarową (Mohra) 10 cm^3 0.1 M mianowanego roztworu (tzn. roztworu o znanym stężeniu) NaOH i umieścić w zlewce o pojemności 100 cm^3 (pamiętać o przepłukiwaniu pipety odmierzanym roztworem). Dodać kilka kropli roztworu fenoloftaleiny.

Odmierzyć pipetą (jednomiarową) 5 cm^3 roztworu ~ 0.6 M H_2SO_4 (otrzymanego w ćw. 2) i rozcieńczyć w kolbie miarowej dziesięciokrotnie. Po wymieszaniu, część roztworu otrzymanego kwasu przelać do małej zleweczki, przepłukanej uprzednio przygotowanym roztworem. Pipetę miarową (z podziałką) o pojemności 10 cm^3 napęlić roztworem kwasu do kreski miarowej, po czym **miareczkować** roztwór zasady w zlewce (tzn. roztwór kwasu dodawać kroplami do roztworu zasady mieszając delikatnie otrzymaną mieszaninę) do zaniku barwy fenoloftaleiny.

Zapisać objętość kwasu zużytego do zobojętnienia zasady. Miareczkowanie wykonać dwa razy. **Obliczyć średnią objętość** kwasu zużytego do zobojętnienia zawartej w zlewce zasady. Jeśli wyniki dwu miareczkowań różnią się znacznie, miareczkowanie należy przeprowadzić po raz trzeci.

Obliczyć a) stężenie roztworu rozcieńzonego kwasu, b) dokładne stężenie kwasu otrzymanego w ćwiczeniu 2, c) stężenie procentowe roztworu kwasu otrzymanego w ćwiczeniu 2.

Sprawozdanie

1. Zamieścić obliczenia.

2. Wyjaśnić, dlaczego przy sporządzaniu roztworu kwasu siarkowego przeprowadza się wstępne rozcieńczenie roztworu, wlewając odmierzoną objętość stężonego kwasu do kolby z wodą.

Ćwiczenie 9

REAKCJE CHEMICZNE (II). WYKRYWANIE JONÓW

Zakres materiału. Elektrolity mocne i słabe, reakcje jonowe (podwójnej wymiany), kierunek reakcji wymiany w roztworach elektrolitów. Jonowy zapis równań reakcji. Analiza jakościowa. Reakcje charakterystyczne. Twardość wody, jej rodzaje

Literatura: Z.S. Szmal, T. Lipiec „Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej”, Wyd. Lekarskie W-wa 1996, 4.3.1.1 str.283, 4.3.1.5 str. 290, 4.3.3.2 str. 299, 4.3.6.1 str 314.
M.J. Sienko, R.A. Plane Chemia. Podstawy i zastosowania. WNT W-wa 1992, 17.5 str. 493.

WYPIERANIE KWASÓW I ZASAD Z SOLI

1. Reakcje jonowe otrzymywania trudno rozpuszczalnych kwasów i zasad

1.1. Przygotować dwie probówki. Do pierwszej wlać 1 cm³ roztworu **siarczanu(VI) żelaza(III)**, do drugiej – 1 cm³ roztworu **chlorku glinu(III)**, a następnie do obu probówek wkraplać roztwór **NaOH** (1 M), aż do wytrącenia się osadów. Z badać rozpuszczalność otrzymanych wodorotlenków w nadmiarze zasady, oceniając ich właściwości amfoteryczne.

1.2. Do probówki wprowadzić 2 cm³ roztworu **krzemianu sodu** i dodawać kroplami roztwór **HCl** (1M), wstrząsając probówką po dodaniu każdej porcji kwasu. *Opisać barwę i postać każdego z otrzymanych osadów. Napisać jonowe równania wszystkich przeprowadzonych reakcji.*

2. Reakcje jonowe, w których wydzielają się produkty gazowe

Uwaga: doświadczenia wykonać pod wyciągiem!

2.1. Przygotować dwie probówki. Do pierwszej wlać 1 cm³ roztworu **chlorku amonu**, do drugiej - 1 cm³ roztworu **siarczanu(VI) amonu**. Do obu probówek dodać 1 cm³ roztworu **NaOH**. Do wylotu probówek zbliżyć uniwersalny papierek wskaźnikowy (najpierw suchy, a następnie zwilżony wodą). Nie dotykać ścianek probówek. Następnie probówki lekko ogrzać. Wydzielający się gaz zidentyfikować na podstawie charakterystycznego zapachu.

2.2. Przygotować trzy suche probówki. Do pierwszej wsypać stały **węgiel sodu**, do drugiej – stały **siarczan(IV) sodu** (siarczyn sodu), do trzeciej – stały **chlorek sodu**. Do dwóch pierwszych probówek dodać kilka kropli 1 M **kwasu siarkowego**, do trzeciej dodać kilka kropli stężonego (powyżej 50%) **kwasu siarkowego**. Ostrożnie zbadać zapach wydzielających się gazów.

2.3. Korzystając z dostępnych odczynników otrzymać gazowy **siarkowodor**.

Uwaga: H₂S jest silnie toksycznym gazem o nieprzyjemnym zapachu. Probówkę, w której przeprowadzono reakcję, należy bezwzględnie umyć pod wyciągiem.

- *Czym była spowodowana zmiana barwy papierka lakmusowego w doświadczeniu 1.1 ? Dlaczego papierek musi być zwilżony wodą ?*
- *Napisać jonowe równania reakcji otrzymywania kwasu węglowego oraz siarkowego(IV) oraz reakcje ich rozkładu na odpowiedni bezwodnik i wodę.*
- *Napisać jonowe równanie reakcji otrzymywania siarkowodoru.*
- *Jakie inne kwasy można zastosować do wyparcia CO₂ z węglanów?*

WYTRĄCANIE OSADÓW TRUDNOROZPUSZCZALNYCH SOLI

3. Reakcje jonowe otrzymywania osadów soli trudnorozpuszczalnych w wodzie i badanie ich rozpuszczalności w kwasach. Reakcje charakterystyczne jonów.

Do dwóch probówek wlać po kilka kropli roztworu zawierającego **jony węglanowe** (CO₃²⁻). Do pierwszej dodawać kroplami roztwór **azotanu(V) srebra(I)**, do drugiej – roztwór **chlorku baru**. Jeżeli w reakcji wydzieli się osad, należy zbadać jego rozpuszczalność w 1 M roztworze **HNO₃**.

Doświadczenie powtórzyć badając **jony chlorkowe** (Cl⁻) oraz **jony siarczanowe** (SO₄²⁻).

- *Wyniki przeprowadzonych reakcji (barwę osadu i jego rozpuszczalność w kwasie) zamieścić w Tabeli I.*
- *Napisać jonowe równania wszystkich przeprowadzonych reakcji.*

Tabela I. Reakcje charakterystyczne wybranych anionów

	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Ba ²⁺			
rozpuszczalność osadu w HNO ₃			
Ag ⁺			
rozpuszczalność osadu w HNO ₃			

4. Analiza zawartości jonów obecnych w wodzie wodociągowej. Porównanie czystości wody wodociągowej i destylowanej

4.1. Zagotować w jednej zlewce 50 cm³ **wody destylowanej**, a w drugiej – 50 cm³ **wody wodociągowej**. Po ostudzeniu porównać zawartość obu zlewek.

- *Napisać równanie wytrącania osadu (wskutek ogrzewania), biorąc pod uwagę jony odpowiedzialne za tzw. twardość przemijającą.*

4.2. Do zlewki wlać 50 cm³ **wody wodociągowej** (odmierzonej cylindrem miarowym). Do wody dodać 2 cm³ 2 M HNO₃, zamieszać roztwór, następnie dodać 2 cm³ 5% roztworu BaCl₂ i znowu zamieszać. Te same czynności powtórzyć dla próbki 50 cm³ **wody destylowanej**. Po upływie 15 minut porównać próbki.

Zidentyfikować wytrącony osad, biorąc pod uwagę reakcje przeprowadzone w doświadczeniu 3 (zestawione w Tabeli I) oraz uwzględniając, że do próbek wody przed reakcją z jonami Ba²⁺ dodano HNO₃.

4.3. Do zlewki wlać 50 cm³ **wody wodociągowej**, zakwasić 2 cm³ 2 M HNO₃, dodać 1 cm³ 0.1 M roztworu AgNO₃ i wymieszać. Analogiczne czynności powtórzyć dla próbki **wody destylowanej**. Porównać wyniki otrzymane dla obydwu próbek.

Zidentyfikować wytrącony osad, biorąc pod uwagę reakcje przeprowadzone w doświadczeniu 3 i zestawione w Tabeli I oraz uwzględniając, że do próbek wody przed reakcją z jonami Ag⁺ dodano HNO₃.

4.4. Do jednej zlewki wlać 50 cm³ **wody wodociągowej**, do drugiej 50 cm³ **wody destylowanej**. Do każdej próbki wody dodać 2 cm³ 2 M HNO₃ i ogrzać do wrzenia w celu utlenienia związków Fe(II) (ewentualnie obecnych) do związków Fe(III).

Przeprowadzić w próbówce reakcję charakterystyczną między jonami Fe³⁺ i jonami SCN⁻, odmierzając do próbki po kilka kropli roztworów odpowiednich odczynników. Zanotować obserwacje. Napisać równanie reakcji.

Ostudzone próbki wody wodociągowej i destylowanej przelać do cylindrów miarowych i dodać po 5 cm³ 20% roztworu **tiocyjanianu (rodanku) potasowego** (KSCN). Porównać obie próbki, patrząc od góry na cylindry ustawione na białej kartce. Podać, jaki jon zidentyfikowano.

- *Wymienić jony, których obecność stwierdzono w wodzie wodociągowej.*
- *Które z tych jonów są odpowiedzialne za twardość przemijającą, a które za twardość trwałą?*

Tabela II. Reguły rozpuszczalności w wodzie soli i wodorotlenków pospolitych kationów

SUBSTANCJE ROZPUSZCZALNE

- Wszystkie *azotany* są rozpuszczalne.
- Wszystkie *octany* są rozpuszczalne.
- Wszystkie *chlorki, bromki i jodki* są rozpuszczalne z wyjątkiem chlorków, bromków i jodków srebra(I), rtęci(I) i ołowiu(II).
- Wszystkie *siarczany* są rozpuszczalne z wyjątkiem siarczanów baru, strontu i ołowiu;

CaSO₄, Ag₂SO₄ i Hg₂SO₄, są słabo rozpuszczalne

- Wszystkie sole *sodowe, potasowe i amonowe* są rozpuszczalne z wyjątkiem

NaSb(OH)₆, K₂PtCl₆, K₃Co(NO₂)₆, KClO₄

SUBSTANCJE PRAKTYCZNIE NIEROZPUSZCZALNE

- Wszystkie *wodorotlenki* z wyjątkiem wodorotlenków metali alkalicznych, amonowego i barowego

Ca(OH)₂ i Sr(OH)₂ są słabo rozpuszczalne.

- Wszystkie *obojętne węglany i fosforany* są nierozpuszczalne z wyjątkiem amonowych oraz litowców.

- Wśród *wodorowęglanów* i *wodorofosforanów* jest wiele rozpuszczalnych.

- Wszystkie *siarczki* są nierozpuszczalne z wyjątkiem amonowych, litowców i berylowców.

Ćwiczenie 10

DYSOCJACJA ELEKTROLITYCZNA SUBSTANCJI W ROZTWORZE

Cel ćwiczenia. Obserwacja przewodzenia prądu przez roztwory substancji oraz interpretacja obserwacji na gruncie teorii dysocjacji elektrolitycznej

Zakres materiału naukowego. Elektrolity i nieelektrolity. Wiązanie jonowe i atomowe. Teoria dysocjacji elektrolitycznej. Układanie jonowych równań reakcji chemicznych

Literatura. L. Pajdowski, "Chemia ogólna", od rozdziału 14.1.1 do 14.2, A. Bielański, "Chemia ogólna", rozdz. 8.1.

M. J. Sienko, R. A. Plane, "Chemia. Podstawy i własności", WNT Warszawa 1980; Rozdz. 8.4.; 8.5.; 8.6.

Przewodnictwem elektrycznym nazywamy *odwrotność oporu elektrycznego*. Przewodnictwo elektryczne jest więc współczynnikiem proporcjonalności w zależności natężenia prądu od przyłożonego napięcia (prawo Ohma). Jednostką przewodnictwa jest siemens.

W metodzie zastosowanej w ćwiczeniu mierzy się *natężenie prądu* przepływającego przez roztwór przy ustalonym napięciu. Wartość natężenia prądu jest miarą przewodnictwa roztworu.

Aparatura. Zestawić i połączyć w obwód szeregowo, źródło prądu stałego (zasilacz), miliamperomierz, parę elektrod węglowych.

1. Porównanie przewodnictwa roztworów różnych związków o tym samym stężeniu

1.1. Posługując się 0,1 M roztworem HCl zbadać wpływ głębokości zanurzenia elektrod na natężenie prądu. Na elektrodzie zaznaczyć ołówkiem w jednakowych odstępach pięć pomiarowych punktów. Dla każdego z nich zmierzyć natężenie prądu. Wnioski z eksperymentu uwzględnić w następnych ćwiczeniach.

1.2. Zbadać względne przewodnictwo następujących roztworów o jednakowych stężeniach (0,1 M): HCl, CH₃COOH, NaOH, NH₃(aq), NaCl, HgCl₂.

Uwaga! Aby ograniczyć zużycie odczynników, w dośw. 1.2. należy użyć jednego zestawu zlewek z wymienionymi roztworami dla wszystkich 2-osobowych grup.

3. Wpływ rozcieńczenia na przewodnictwo kwasu solnego i octowego

Zmierzyć natężenie prądu dla roztworów kwasu solnego i octowego o stężeniach: **0,5 M; 0,4 M; 0,3 M; 0,2 M; 0,1 M; 0,05 M i 0,025 M.**

Sporządzanie roztworów.

Należy przygotować po 25 cm³ roztworów kwasu solnego i po 50 cm³ roztworów kwasu octowego.

a) Roztwory o stężeniach: **0,5 M; 0,4 M; 0,3 M i 0,2 M** sporządzić używając cylindrów miarowych, poprzez odpowiednie rozcieńczenie roztworu **1 M**. Do cylindra o odpowiedniej objętości (25 cm³ dla kwasu solnego i 50 cm³ dla kwasu octowego) wlać obliczoną objętość kwasu 1M i uzupełnić wodą do kreski. Roztwór z cylindra przelać do suchej zlewki o pojemności 50 cm³ i delikatnie zamieszać.

b) Roztwory kwasów o stężeniach: **0,1 M i 0,05 M** należy sporządzić przez stopniowe rozcieńczenie roztworu **0,2 M**. Ponownie przyrządzić roztwór 0,2 M. W celu otrzymania roztworu 0,1 M, roztwór 0,2 M przelać do cylindra o 2 razy większej pojemności, uzupełnić do kreski i przelać do suchej zlewki celem wymieszania. Połowę roztworu ze zlewki użyć do sporządzenia roztworu 0,05 M (rozcieńczając dwukrotnie w większym cylindrze), drugą połowę użyć do pomiarów.

c) Roztwór **0,025 M** sporządzić z roztworu **0,05 M** powtarzając powyższą procedurę.

Uwaga!! Przygotowanie roztworów o zadanym stężeniu metodą rozcieńczania przy pomocy cylindra **nie jest metodą** prowadzącą do uzyskania roztworów **o dokładnym, analitycznym stężeniu**. Dokładność stężenia roztworu, otrzymanego przez prawidłowe i staranne rozcieńczanie roztworów za pomocą cylindra miarowego, jest jednak wystarczająca do uzyskania prawidłowych wyników w wykonywanym ćwiczeniu.

Wykonanie pomiarów

Pomiary wykonujemy w zlewkach o **pojemności 50 cm³**, umieszczając w nich każdorazowo **25 cm³** roztworu kwasu **solnego** i **50 cm³** kwasu **octowego**. Do zlewki wkładamy elektrody, opierając ich końce o dno naczynia. Notujemy wartość natężenia przepływającego prądu

Uwaga! W danej serii pomiarów stosujemy tę samą zlewkę w celu uniknięcia błędów związanych z wpływem głębokości zanurzenia elektrod.

3. Reakcje w roztworach elektrolitów

Umytą i przepłukaną wodą destylowaną biuretę o pojemności 25 cm³ umocować w statywie. Biuretę przepłukać i następnie napełnić do kreski 0,2 M roztworem HCl. Do zlewki o pojemności 150 cm³ odmierzyć 30 cm³ 0,1M NaOH i dodać 2 krople roztworu fenoloftaleiny. Zmierzyć natężenie prądu. Do zlewki dodawać roztwór kwasu z biurety, porcjami po 1,5 cm³. Po każdorazowym dodaniu porcji kwasu zmierzyć natężenie prądu, pamiętając o zanurzeniu elektrod na tę samą głębokość i wymieszaniu roztworu. Pomiary powtarzać aż do zużycia całego roztworu z biurety. Zanotować objętość kwasu, przy której nastąpiła zmiana barwy roztworu.

Ćwiczenie powtórzyć dla zestawu Ba(OH)₂ – H₂SO₄. Do zlewki zawierającej 30 cm³ roztworu Ba(OH)₂ o nieznanym stężeniu dodawać z biurety 0, 2 M H₂SO₄.

Sprawozdanie

1. Wyniki notować wg poniższych wzorów.

Ćwiczenie 1. 1.

Zanurzenie [cm]	Natężenie prądu [A]

Ćwiczenie 1. 2.

Substancja	prąd [A]	schemat dysocjacji

Ćwiczenie 2.

Stężenie kwasu [mol/dm ³]	prąd [A]

Ćwiczenie 3.

Objętość dodanego kwasu [cm ³]	prąd [A]	barwa wskaźnika

2. Jaki warunek musi być spełniony, aby można było porównać względne przewodnictwo w ćwicz. 1.2 ?

3. Uszeregować badane w ćw. 2.2 substancje ze względu na przewodnictwo. Dokonać podziału na elektrolity mocne i słabe.

4. Wykonać wykresy (ćw. 3) zależności natężenia prądu od stężenia kwasu (dla obu kwasów na jednym rysunku) oraz zależności natężenia prądu od pierwiastka kwadratowego stężenia kwasu octowego (na osobnym rysunku).

5. Wyjaśnić przedstawione na wykresie zachowanie się obu kwasów w miarę rozcieńczania (ćw. 3).

6. Napisać cząsteczkowe i jonowe równania odpowiednich reakcji (ćw. 4).

7. Wykonać wykresy zależności natężenia prądu od objętości dodanego kwasu (ćw. 4).

8. Na wykresach zaznaczyć punkt równoważnikowy (PR).

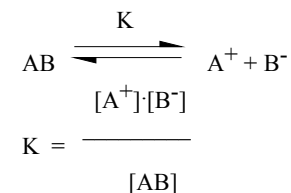
9. Obliczyć stężenie roztworu Ba(OH)₂.

10. Uzasadnić przebieg otrzymanych zależności na gruncie teorii dysocjacji elektrolitycznej.

11. Podać jakie jony są odpowiedzialne za przewodzenie prądu przed PR, w PR i po PR.

*Komentarz do ćwiczenia 2. Wpływ rozcieńczenia na przewodnictwo roztworu kwasu solnego i octowego

Dla ustalonego położenia elektrod natężenie prądu przepływającego przez roztwór przy przyłożonym stałym napięciu jest wprost proporcjonalne do ilości nośników prądu, tj. do stężenia jonów substancji zdysocjowanej znajdującej się w roztworze. Dla mocnego elektrolitu (zdysocjowanego w 100%) istnieje zatem prosta proporcjonalność między stężeniem analitycznym (całkowitym) substancji a natężeniem prądu. W roztworze substancji słabo zdysocjowanej AB należy uwzględnić równowagę dysocjacji:



$$c = [AB] + [A^+] = [AB] + [B^-]$$

gdzie:

K - stała dysocjacji

c - stężenie całkowite substancji rozpuszczonej

[AB], [A⁺], [B⁻] - stężenia (aktywności) odpowiednich form obecnych w roztworze.

Ponieważ [A⁺] = [B⁻] oraz [AB] = c - [A⁺] to:

$$K = \frac{[A^+]^2}{c - [A^+]}$$

Dla niezbyt rozcieńczonych roztworów (małych wartości stopnia dysocjacji), gdy stężenie formy zdysocjowanej jest małe w stosunku do stężenia całkowitego c można przyjąć, że:

$$K \cdot c = [A^+]^2$$

stąd

$$[A^+] = \sqrt{K \cdot c}$$

Ponieważ

$$I \sim [A^+],$$

$$\text{zatem } I \sim \sqrt{c}$$