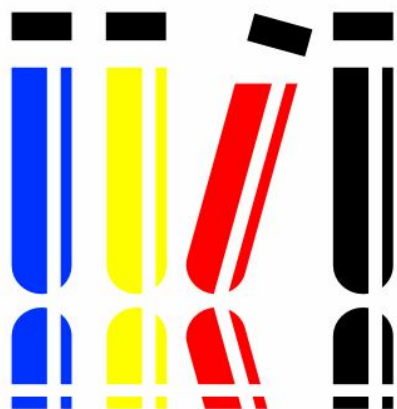


CENTRUM CHEMICZNEGO KSZTAŁCENIA PRAKTYCZNEGO

INSTYTUT CHEMII

UNIwersytet PRZYRODNICZO-HUMANISTYCZNY w SIEDLCACH



chemia
WIEM, UMIEM, ROZUMIEM

**KATALOG ĆWICZEŃ
LABORATORYJNYCH**

WYKAZY SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW







SZKOŁA PONADGIMNAZJALNA

ZAKRES ROZSZERZONY

Publikacja dostępna na stronie: www.innowacyjnachemia.uph.edu.pl



Oznakowania substancji niebezpiecznych

<i>Symbol</i>	<i>Znaczenie</i>	<i>Oznaczenie na etykiecie</i>	<i>Znak ostrzegający</i>
C	substancja żrąca		
E	substancja wybuchowa		
F	substancja wysoce łatwopalna		
F+	substancja skrajnie łatwopalna		
O	substancja utleniająca		
T	substancja toksyczna		
T+	substancja bardzo toksyczna		
Xi	substancja drażniąca		
Xn	substancja szkodliwa		
N	substancja niebezpieczna dla środowiska		

ZWROTY WSKAZUJĄCE RODZAJ ZAGROŻENIA ORAZ ICH NUMERY [zagrożenia R]

- R1** - Produkt wybuchowy w stanie suchym.
- R2** - Zagrożenie wybuchem wskutek uderzenia, tarcia, kontaktu z ogniem lub innymi źródłami zapłonu.
- R3** - Skrajne zagrożenie wybuchem wskutek uderzenia, tarcia, kontaktu z ogniem lub innymi źródłami zapłonu.
- R4** - Tworzy łatwo wybuchające związki metaliczne.
- R5** - Ogrzanie grozi wybuchem.
- R6** - Produkt wybuchowy z dostępem i bez dostępu powietrza.
- R7** - Może spowodować pożar.
- R8** - Kontakt z materiałami zapalnymi może spowodować pożar.
- R9** - Grozi wybuchem po zmieszaniu z materiałem zapalnym.
- R10** - Produkt łatwo palny.
- R11** - Produkt wysoce łatwo palny.
- R12** - Produkt skrajnie łatwo palny.
- R14** - Reaguje gwałtownie z wodą.
- R15** - W kontakcie z wodą uwalnia skrajnie łatwopalne gazy.
- R16** - Produkt wybuchowy po zmieszaniu z produktami utleniającymi.
- R17** - Samorzutnie zapala się w powietrzu.
- R18** - Podczas stosowania mogą powstawać łatwopalne lub wybuchowe mieszaniny par z powietrzem.
- R19** - Może tworzyć wybuchowe nadtlarki.
- R20** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe.
- R21** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą.
- R22** - Działa szkodliwie po połknięciu.
- R23** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe.
- R24** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą.
- R25** - Działa toksycznie po połknięciu.
- R26** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe.
- R27** - Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą.
- R28** - Działa bardzo toksycznie po połknięciu.
- R29** - W kontakcie z wodą uwalnia toksyczne gazy.
- R30** - Podczas stosowania może stać się wysoce łatwo palny.
- R31** - W kontakcie z kwasami uwalnia toksyczne gazy.
- R32** - W kontakcie z kwasami uwalnia bardzo toksyczne gazy.
- R33** - Niebezpieczeństwo kumulacji w organizmie.
- R34** - Powoduje oparzenia.
- R35** - Powoduje poważne oparzenia.
- R36** - Działa drażniąco na oczy.
- R37** - Działa drażniąco na drogi oddechowe.
- R38** - Działa drażniąco na skórę.
- R39** - Zagroza powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R40** - Ograniczone dowody działania rakotwórczego.
- R41** - Ryzyko poważnego uszkodzenia oczu.
- R42** - Może powodować uczulenie w następstwie narażenia drogą oddechową.
- R43** - Może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą.
- R44** - Zagrożenie wybuchem po ogrzaniu w zamkniętym pojemniku.
- R45** - Może powodować raka.
- R46** - Może powodować dziedziczne wady genetyczne.
- R48** - Stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R49** - Może powodować Raka w następstwie narażenia drogą oddechową.
- R50** - Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne.
- R51** - Działa toksycznie na organizmy wodne.
- R52** - Działa szkodliwie na organizmy wodne.
- R53** - Może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym.
- R54** - Działa toksycznie na rośliny.
- R55** - Działa toksycznie na zwierzęta.
- R56** - Działa toksycznie na organizmy glebowe.
- R57** - Działa toksycznie na pszczoły.
- R58** - Może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku.
- R59** - Stwarza zagrożenie dla warstwy ozonowej.
- R60** - Może upośledzać płodność.
- R61** - Może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki.
- R62** - Możliwe ryzyko upośledzenia płodności.
- R63** - Możliwe ryzyko szkodliwego działania na dziecko w łonie matki.
- R64** - Może oddziaływać szkodliwie na dzieci karmione piersią.
- R65** - Działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia.
- R66** - Powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry.
- R67** - Pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy.
- R68** - Możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.

ŁĄCZONE ZWROTY R

- R14/15** - Reaguje gwałtownie z wodą, uwalniając skrajnie łatwo palne gazy.
- R15/29** - W kontakcie z wodą uwalnia skrajnie - łatwo palne, toksyczne gazy.
- R20/21** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą.
- R20/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu.
- R20/21/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R21/22** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R23/24** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą.
- R23/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu.
- R23/24/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R24/25** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R26/27** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą.
- R26/28** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu.
- R26/27/28** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R27/28** - Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu.
- R36/37** - Działa drażniąco na oczy i drogi oddechowe.

- R36/38** - Działa drażniąco na oczy i skórę.
- R36/37/38** - Działa drażniąco na oczy, drogi oddechowe i skórę.
- R37/38** - Działa drażniąco na drogi oddechowe i skórę.
- R39/23** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/24** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/25** - Działa toksycznie po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/23/24** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/23/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/24/25** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/23/24/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w - stanie zdrowia.
- R39/26** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/27** - Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/28** - Działa bardzo toksycznie po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/26/27** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/26/28** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/27/28** - Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R39/26/27/28** - Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R42/43** - Może powodować uczulenie w następstwie narażenia drogą oddechową i w kontakcie ze skórą.
- R48/20** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/21** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/22** - Działa szkodliwie po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/20/21** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/20/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/21/22** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/20/21/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/23** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/24** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/25** - Działa toksycznie po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/23/24** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/23/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/24/25** - Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R48/23/24/25** - Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia.
- R50/53** - Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym.
- R51/53** - Działa toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym.
- R52/53** - Działa szkodliwie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym.
- R68/20** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/21** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/22** - Działa szkodliwie po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/20/21** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/20/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/21/22** - Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.
- R68/20/21/22** - Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia.

**ZWROTY S OKREŚLAJĄCE WARUNKI BEZPIECZNEGO STOSOWANIA SUBSTANCJI
NIEBEZPIECZNEJ ORAZ ICH NUMERY
[Środki bezpieczeństwa S, zwroty S]**

- S1** - Przechowywać pod zamknięciem.
S2 - Chronić przed dziećmi.
S3 - Przechowywać w chłodnym miejscu.
S4 - Nie przechowywać w pomieszczeniach mieszkalnych.
S5 - Przechowywać w ... (cieczy wskazanej przez producenta).
S6 - Przechowywać w atmosferze ... (obojętnego gazu wskazanego przez producenta).
S7 - Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty.
S8 - Przechowywać pojemnik w suchym pomieszczeniu.
S9 - Przechowywać pojemnik w miejscu dobrze wentylowanym.
S12 - Nie przechowywać pojemnika szczelnie zamkniętego.
S13 - Nie przechowywać razem z żywnością, napojami i paszami dla zwierząt.
S14 - Nie przechowywać razem z ... (materiałami określonymi przez producenta).
S15 - Przechowywać z dala od źródeł ciepła.
S16 - Nie przechowywać w pobliżu źródeł zapłonu - nie palić tytoniu.
S17 - Nie przechowywać razem z materiałami zapalnymi.
S18 - Zachować ostrożność w trakcie otwierania i manipulacji z pojemnikiem.
S20 - Nie jeść i nie pić podczas stosowania produktu.
S21 - Nie palić tytoniu podczas stosowania produktu.
S22 - Nie wdychać pyłu.
S23 - Nie wdychać gazu/dymu/pary/rozpylonej cieczy (rodzaj określi producent).
S24 - Unikać zanieczyszczenia skóry.
S25 - Unikać zanieczyszczenia oczu.
S26 - Zanieczyszczone oczy przemyć natychmiast dużą ilością wody i zasięgnąć porady lekarza.
S27 - Natychmiast zdjąć całą zanieczyszczoną odzież.
S28 - Zanieczyszczoną skórę natychmiast przemyć dużą ilością ... (cieczy określonej przez producenta).
S29 - Nie wprowadzać do kanalizacji.
S30 - Nigdy nie dodawać wody do tego produktu.
S33 - Zastosować środki ostrożności zapobiegające wyładowaniom elektrostatycznym.
S35 - Usuwać produkt i jego opakowanie w sposób bezpieczny.
S36 - Nosić odpowiednią odzież ochronną.
S37 - Nosić odpowiednie rękawice ochronne.
S38 - W przypadku niedostatecznej wentylacji stosować odpowiednie indywidualne środki ochrony dróg oddechowych.
- S39** - Nosić okulary lub ochronę twarzy.
S40 - Czyścić podłogę i wszystkie inne obiekty zanieczyszczone tym produktem ... (środkiem wskazanym przez producenta).
S41 - Nie wdychać dymów powstających w wyniku pożaru lub wybuchu.
S42 - Podczas fumigacji/rozpylania/natryskiwania stosować odpowiednie środki ochrony dróg oddechowych (rodzaj określi producent).
S43 - W przypadku pożaru używać ... (podać rodzaj sprzętu przeciwpożarowego. Jeżeli woda zwiększa zagrożenie, dodać: "nigdy nie używać wody").
S45 - W przypadku awarii lub jeżeli źle się poczujesz, niezwłocznie zasięgnij porady lekarza - jeżeli to możliwe, pokaż etykietę.
S46 - W razie połknięcia niezwłocznie zasięgnij porady lekarza - pokaż opakowanie lub etykietę.
S47 - Przechowywać w temperaturze nieprzekraczającej ... °C (określi producent).
S48 - Przechowywać produkt zwilżony ... (właściwy materiał określi producent).
S49 - Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu.
S50 - Nie mieszać z ... (określi producent).
S51 - Stosować wyłącznie w dobrze wentylowanych pomieszczeniach.
S52 - Nie zaleca się nanoszenia na duże płaszczyzny wewnątrz pomieszczeń.
S53 - Unikać narażenia - przed użyciem zapoznać się z instrukcją.
S56 - Zużyty produkt oraz opakowanie dostarczyć na składowisko odpadów niebezpiecznych.
S57 - Używać odpowiednich pojemników zapobiegających skażeniu środowiska.
S59 - Przestrzegać wskazówek producenta lub dostawcy dotyczących odzysku lub wtórnego wykorzystania.
S60 - Produkt i opakowanie usuwać jako odpad niebezpieczny.
S61 - Unikać zrzutów do środowiska. Postępować zgodnie z instrukcją lub kartą charakterystyki.
S62 - W razie połknięcia nie wywoływać wymiotów: niezwłocznie zasięgnąć porady lekarza i pokazać opakowanie lub etykietę.
S63 - W przypadku zatrucia drogą oddechową wyprowadzić lub wynieść poszkodowanego na świeże powietrze i zapewnić warunki do odpoczynku.
S64 - W przypadku połknięcia wypłukać usta wodą - nigdy nie stosować u osób nieprzytomnych.

ŁĄCZONE ZWROTY S

- S1/2** - Przechowywać pod zamknięciem i chronić przed dziećmi.
- S3/7** - Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w chłodnym miejscu.
- S3/9/14** - Przechowywać w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu, z dala od ... (materiału wskazanego przez producenta).
- S3/9/14/49** - Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu, w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu; nie przechowywać razem z ... (materiałami wskazanymi przez producenta).
- S3/9/49** - Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu.
- S3/14** - Przechowywać w chłodnym miejscu; nie przechowywać razem z ... (materiałami wskazanymi przez producenta).
- S7/8** - Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w suchym pomieszczeniu.
- S7/9** - Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w miejscu dobrze wentylowanym.
- S7/47** - Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w temperaturze nieprzekraczającej ... °C (określi producent).
- S20/21** - Nie jeść i nie pić oraz nie palić tytoniu podczas stosowania produktu.
- S24/25** - Unikać zanieczyszczenia skóry i oczu.
- S27/28** - W przypadku zanieczyszczenia skóry natychmiast zdjąć całą zanieczyszczoną odzież i przemyć zanieczyszczoną skórę dużą ilością ... (rodzaj cieczy określi producent).
- S29/35** - Nie wprowadzać do kanalizacji, a produkt i opakowanie usuwać w sposób bezpieczny.
- S29/56** - Nie wprowadzać do kanalizacji, a zużyty produkt i opakowanie dostarczyć na składowisko odpadów niebezpiecznych.
- S36/37** - Nosić odpowiednią odzież ochronną i odpowiednie rękawice ochronne.
- S36/37/39** - Nosić odpowiednią odzież ochronną, odpowiednie rękawice ochronne i okulary lub ochronę twarzy.
- S36/39** - Nosić odpowiednią odzież ochronną i okulary lub ochronę twarzy.
- S37/39** - Nosić odpowiednie rękawice ochronne i okulary lub ochronę twarzy.
- S47/49** - Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu w temperaturze nieprzekraczającej ... °C (określi producent).

REGULAMIN PRACOWNI CHEMICZNEJ

1. W laboratorium uczniowie mogą przebywać wyłącznie w obecności nauczyciela.
2. Obowiązkiem ucznia jest utrzymanie ładu i czystości na stanowisku pracy.
3. Wszelkie eksperymenty (lub ćwiczenia) należy przeprowadzać dokładnie według wskazówek podanych przez nauczyciela lub zapisanych w instrukcji do danego ćwiczenia.
4. Eksperymenty można wykonywać wyłącznie na polecenie nauczyciela.
5. W laboratorium zabrania się organoleptycznego próbowania jakichkolwiek substancji.
6. Podczas wykonywania ćwiczeń należy zachować spokój, powagę. Unikać głośnych rozmów.
7. Pobrane odczynniki, szkło i przyrządy niezbędne do wykonania danego eksperymentu należy po zakończeniu ćwiczeń odnieść w stanie czystym na właściwe miejsce.
8. W laboratorium niedozwolone jest jedzenie i picie produktów spożywczych.
9. Każde uszkodzenie sprzętu lub szkła musi być zgłoszone nauczycielowi.
10. Naczynia z chemikaliami należy zaraz po użyciu zamknąć właściwym korkiem, aby nie dopuścić do pomieszania chemikaliów.
11. Nie wolno wrzucać do kosza resztek substancji chemicznych i zbitego szkła laboratoryjnego, lecz zbierać je do przeznaczonych na ten cel pojemników.
12. W razie wypadku (skaleczenie, poparzenie, nieplanowane zapalenie się substancji, rozlanie lub rozsypanie związku chemicznego, rozbicie naczynia itp.) lub pożaru należy natychmiast powiadomić nauczyciela.
13. Każdy uczeń powinien znać miejsce, gdzie w pracowni znajduje się: zestaw pierwszej pomocy, myjka oczu, gaśnica, koc gaśniczy.
14. Z laboratorium nie wolno nikomu dawać, ani brać do domu żadnych substancji ani sprzętu laboratoryjnego.
15. Wszystkich uczniów zobowiązuje się do ścisłego przestrzegania przepisów BHP dotyczących wykonywanych eksperymentów.

Przepisy BHP dotyczące wykonywania eksperymentów chemicznych

Każdy uczeń pracujący w laboratorium zobowiązany jest:

1. Zapoznać się z:

- dokładnym opisem wykonywanego eksperymentu;
- właściwościami używanych substancji, stwarzanymi przez nie zagrożeniami oraz bezpiecznym sposobem postępowania z nimi;
- zasadami bezpieczeństwa obowiązującymi podczas wykonywania eksperymentu i ściśle ich przestrzegać.

2. Pamiętać o:

- założeniu niezbędnych środków ochrony osobistej (fartuch, okulary ochronne, rękawice), zgodnie z poleceniem nauczyciela;
- pobraniu niezbędnego sprzętu i odczynników oraz przygotowaniu miejsca pracy zgodnie ze wskazówkami nauczyciela;

3. Sprawdzić czy:

- używany sprzęt jest sprawny;
- szkło laboratoryjne jest czyste i nieuszkodzone (nie ma pęknięć lub wyszczerbień);
- substancje wykorzystywane w eksperymencie są opatrzone prawidłowymi etykietami, zawierającymi informacje o zagrożeniach.

4. Wszelkie usterki należy niezwłocznie zgłosić nauczycielowi. Nie wolno wykonywać eksperymentów, posługując się uszkodzonym lub brudnym szkłem laboratoryjnym albo niesprawnymi urządzeniami.

Podczas wykonywania eksperymentu należy pamiętać, że:

1. Wykonywanie eksperymentu można rozpocząć tylko na wyraźne polecenie nauczyciela.
2. W czasie wykonywania jakichkolwiek prac należy w pierwszym rzędzie zwrócić uwagę na zabezpieczenie oczu.
3. W trakcie przeprowadzania eksperymentu należy się skoncentrować na nim, zachować spokój i nie prowadzić głośnych rozmów.
4. Nie wolno samodzielnie modyfikować sposobu wykonywania eksperymentów bez uprzedniego zezwolenia nauczyciela.
5. Należy ściśle przestrzegać reguł wykonywania podstawowych czynności laboratoryjnych (przelewanie, pipetowanie, ogrzewanie itp.), zasad postępowania z substancjami niebezpiecznymi oraz instrukcji obsługi urządzeń znajdujących się w pracowni.
6. Ćwiczenia z substancjami, które są szczególnie szkodliwe dla zdrowia i niebezpieczne należy wykonywać pod wyciągiem na polecenie i według instrukcji nauczyciela.
7. Szczególną ostrożność należy zachować przy pracach z substancjami żrącymi (np. stężone kwasy i ługi), aby zapobiec poparzeniu ciała i zniszczeniu odzieży, w razie wypadku polaną powierzchnię zmyć obficie silnym strumieniem wody i zgłosić nauczycielowi.
8. Nie pochylać się nad naczyniem, w którym coś wrze lub do którego wlewa się ciecz (zwłaszcza żrącą). Nie dopuszczać do dużego wzrostu ciśnienia wewnątrz naczynia i możliwości wybuchu wskutek zatkania odpływu lub rurki.
9. Probówkę, w której ogrzewa się ciecz, trzymać otworem w bok, a nie do siebie i nie w stronę sąsiada. Nie ogrzewać próbki tylko od dołu, lecz całą jej zawartość. Zaleca się używanie kamyków wrzennych (porcelanka lub sita molekularne).
10. Nie wolno pozostawiać żadnych substancji w naczyniach bez etykiety (opisu).
11. Jeżeli są jakiegokolwiek wątpliwości jak postępować w trakcie wykonywania eksperymentu lub zaobserwuje się jego nieoczekiwany, nietypowy przebieg, natychmiast należy zgłosić do nauczyciela.

Po zakończeniu eksperymentu należy:

1. Wszelkie odpady chemiczne po wykonaniu eksperymentu zagospodarować w sposób wskazany przez nauczyciela.
2. Dokładnie umyć szkło laboratoryjne. W przypadku problemów z umyciem używanej aparatury, trzeba zwrócić się o pomoc do nauczyciela. Wszystkie pojemniki z odczynnikami, czyste szkło laboratoryjne oraz sprzęt odkłada się na wskazane przez nauczyciela miejsce.
3. Po ukończeniu pracy i uporządkowaniu swojego stanowiska umyć dokładnie ręce.

Spis ćwiczeń

I. Systematyka związków nieorganicznych str. 12

- I-1. **POKAZ:** Reakcja syntezy MgO
- I-2. **POKAZ:** Reakcja syntezy SO_2 i badanie jego charakteru chemicznego
- I-3. Badanie charakteru chemicznego tlenku wapnia
- I-4. Otrzymywanie wodorotlenków:
 - a) **POKAZ:** $NaOH$,
 - b) $Cu(OH)_2$
- I-5. Badanie charakteru chemicznego wodorotlenków
- I-6. Badanie właściwości kwasów H_2SO_4 i HCl
- I-7. Badanie właściwości soli $CuSO_4$

II. Szybkość reakcji chemicznych str. 16

- II-1. Wpływ rodzaju substancji na szybkość reakcji
- II-2. Wpływ stężenia substratu na szybkość reakcji
- II-3. Wpływ temperatury na szybkość reakcji
- II-4. Wpływ rozdrobnienia substratu na szybkość reakcji
- II-5. Wpływ katalizatora na szybkość reakcji
- II-6. Endotermiczna reakcja analizy na przykładzie rozkładu $Cu(OH)_2$
- II-7. Reakcja egzotermiczna na przykładzie reakcji Mg z H_2SO_4

III. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych str. 21

III-A Przygotowywanie roztworów o różnym stężeniu str. 21

- III-A.1. Przygotowanie naważki substancji
- III-A.2. Przygotowanie 70 g 10% roztworu $NaCl$
- III-A.3. Przygotowanie 250 cm^3 0,5 molowego roztworu $NaCl$
- III-A.4. Przygotowanie roztworu 3% kwasu octowego z roztworu 10%
- III-A.5. Przygotowanie roztworu 6% kwasu octowego z roztworów 10% i 3%

III-B Metody rozdzielania mieszanin str. 25

- III-B.1. **POKAZ:** Destylacja jednorodnej mieszaniny alkoholi i barwnika
- III-B.2. Sączenie mieszaniny piasku z roztworem soli kuchennej
- III-B.3. Odparowanie rozpuszczalnika z roztworu soli kuchennej
- III-B.4. Ekstrakcja oleju benzyną
- III-B.5. Chromatografia bibułowa barwnika pisaka
- III-B.6. Adsorpcja barwnego soku na węglu aktywnym

III-C Reakcje jonowe str. 29

- III-C.1. Miareczkowanie alkacymetryczne $NaOH$ za pomocą HCl w obecności różnych wskaźników
- III-C.2. Reakcje strącania:
 - a) reakcje charakterystyczne kationów: Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} ,
 - b) reakcje charakterystyczne anionów Cl^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} ,
- III-C.3. Amfoteryczny charakter $Al(OH)_3$

IV. Reakcje utleniania i redukcji. Metale i niemetale str. 33

IV-A Elektrochemia str. 33

- IV-A.1. Porównanie aktywności chemicznej metali
- IV-A.2. Ogniwo jako źródło prądu elektrycznego
 - a) ogniwo Daniella
 - b) ogniwo z produktów naturalnych
- IV-A.3. Elektroliza wodnych roztworów soli

IV-B Pierwiastki bloku d (mangan)**str. 37**

- IV-B.1. Badanie właściwości $Mn(OH)_2$
 IV-B.2. Badanie właściwości MnO_2
 IV-B.3. Reakcja kameleonu mineralnego – właściwości redukcyjne MnO_2
 IV-B.4. Badanie właściwości utleniających $KMnO_4$
 IV-B.5. Redukcja jonów MnO_4^- do jonów MnO_4^{3-}
 IV-B.6. **POKAZ:** Działanie H_2SO_4 na $KMnO_4$ – otrzymywanie Mn_2O_7

V. Węglowodory. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole**str. 41**

- V-1. Otrzymywanie węglowodorów nienasyconych i badanie ich właściwości (palność; reakcje z wodą bromową i $KMnO_4$)
 a) acetyleny (**POKAZ**)
 b) etylenu
 V-2. Utlenianie alkoholi o różnej rzędowości za pomocą CuO
 V-3. Badanie właściwości gliceryny
 V-4. **POKAZ:** Wykrywanie fenolu solami Fe^{3+}
 V-5. **POKAZ:** Reakcja fenolu z wodą bromową

VI. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Kwasy karboksylowe. Estry, tłuszcze**str. 45**

- VI-1. Próba Tollensa dla etanal i propanonu
 VI-2. Próba Trommera dla etanal i propanonu
 VI-3. Próba jodoformowa
 VI-4. Badanie właściwości kwasu etanowego
 VI-5. Reakcja estryfikacji
 VI-6. Badanie rozpuszczalności tłuszczów w różnych rozpuszczalnikach
 VI-7. Odróżnianie tłuszczów ciekłych od stałych
 VI-8. Odróżnianie tłuszczu od substancji tłustej – próba akroleinowa

VII. Związki organiczne zawierające azot. Białka**str. 49**

- VII-1. Badanie zasadowych właściwości mocznika
 VII-2. Reakcja biuretowa mocznika
 VII-3. Badanie amfoterycznego charakteru glicyny
 VII-4. Wysalanie i denaturacja białka
 VII-5. Wykrywanie białek
 a) reakcja ksantoproteinowa
 b) biuretowa.
 VII-6. Badanie składu pierwiastkowego białka

VIII. Cukry**str. 53**

- VIII-1. **POKAZ:** Czynność optyczna cukrów. Hydroliza sacharozy
 VIII-2. Reakcja cukrów z wodorotlenkiem miedzi(II)
 VIII-3. Badanie składu pierwiastkowego cukrów
 VIII-4. Wykrywanie skrobi płynem Lugola

Opisy wykonania ćwiczeń z każdego działu poprzedzone są spisem ćwiczeń z wyraźnym podziałem na ćwiczenia wykonywane przez personel CCKP oraz ćwiczenia wykonywane indywidualnie przez uczniów/uczennice.

SUBSTANCJE NIEBEZPIECZNE, używane jako odczynniki, zestawione są w tabeli pod spisem ćwiczeń, wraz z ich **oznaczeniami** oraz **zwrotami R**, określającymi rodzaj zagrożenia i **zwrotami S**, określającymi warunki bezpiecznego stosowania.

Wykonujący doświadczenia mają obowiązek zapoznać się z nimi przed zajęciami w CCKP.

Do każdego bloku ćwiczeń opracowano **WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW**.

Ze sprzętu i odczynników niezbędnych do wykonania **pokazów** korzysta wyłącznie personel CCKP.

Sprzęt i odczynniki dla grupy dostępne są dla wszystkich uczestników zajęć, ale dysponuje nimi personel CCKP.

Pozostałe odczynniki są do dyspozycji wszystkich uczestników zajęć.

Sprzęt i szkło laboratoryjne niezbędne do samodzielnego wykonania ćwiczeń zawiera **zestaw indywidualny**, do dyspozycji każdego z uczestników zajęć.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt do pokazów:

- łyżeczka do spalań
- palnik
- kolba stożkowa (250-300 cm³)
- szczypce
- bibuła

Odczynniki do pokazów:

- Mg (wstążka lub wiórki)
- S sproszkowana
- Na metaliczny
- oranż metylowy (0,1% r-r wodny)
- 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- zlewka 100 cm³
- 8 probówek
- statyw do probówek

Odczynniki:

- CaO (stały)
- CuO (stały)
- Mg (wiórki)
- Zn (pył)
- 0,5 M roztwór CuSO₄
- 0,5M roztwór Na₂CO₃
- 1M roztwór AgNO₃
- 1M roztwór H₂SO₄
- 2M roztwór NaOH
- 2M roztwór KOH
- 2M roztwór HCl
- 0,3M roztwór H₃PO₄
- 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

I-1. POKAZ: Reakcja syntezy MgO

Sprzęt:

- łyżeczka do spalań

Odczynniki:

- wstążka (lub wiórki) magnezowa

Na łyżeczce do spalań umieść niewielki kawałek wstążki magnezowej. Ostrożnie wprowadź łyżeczkę ze wstążką w płomień palnika. Po zakończeniu reakcji porównaj wygląd produktu i użytej wstążki magnezowej.

I-2. POKAZ: Reakcja syntezy SO₂ i badanie jego charakteru chemicznego

Sprzęt:

- łyżeczka do spalań
 - palnik
 - kolba stożkowa (250-300 cm³)

Odczynniki:

- siarka sproszkowana
 - woda (100 cm³)
 - oranż metylowy (0,1% r-r wodny)

Do kolby stożkowej, o pojemności 250-300 cm³, wlej niewielką ilość wody destylowanej. Na łyżeczce do spalań umieść niewielką ilość sproszkowanej siarki. Ostrożnie umieść łyżeczkę z siarką w płomieniu palnika celem zapalenia jej. Zapaloną siarkę na łyżeczce umieść w kolbie stożkowej z wodą (nie zanurzaj łyżeczki w wodzie) i przykryj szczelnie kartką papieru. Po zakończeniu reakcji dodaj do roztworu w kolbie 3 krople oranżu metylowego, jako wskaźnika pH.

Uwaga:

Lepiej jest dodać 3 krople oranżu metylowego przed rozpoczęciem eksperymentu (zanim wprowadzi się siarkę) i dokładnie wymieszać. Po wypaleniu siarki należy wyjąć łyżeczkę i ponownie kartką zakryć kolbę, wymieszać r-r – efekt zmiany barwy jest wówczas lepiej widoczny.

I-3. Badanie charakteru chemicznego tlenku wapnia

Sprzęt:

- probówka

Odczynniki:

- CaO
 - 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

Do probówki wsyp niewielką ilość CaO. Następnie dodaj ok. 5 cm³ wody (zawartość probówki dokładnie wymieszaj) i 2-3 krople fenoloftaleiny (możesz ostrożnie ogrzać probówkę celem przyspieszenia reakcji).

I-4. Otrzymywanie wodorotlenków

Sprzęt:

- probówki
 - zlewka
 - szczypce
 - bibuła

Odczynniki:

- 0,5M roztwór CuSO₄
 - 2M roztwór NaOH
 - metaliczny Na
 - 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

a) POKAZ: NaOH

Do zlewki wlej ok. 200 cm³ wody. Szczypcami ostrożnie ułam mały kawałek sodu, dokładnie osusz go bibułą i bardzo ostrożnie wrzuć go do zlewki z wodą. Po zakończeniu reakcji dodaj do otrzymanego roztworu kilka kropel fenoloftaleiny.

b) Cu(OH)₂

Do probówki wlej ok. 1cm³ roztworu CuSO₄. Następnie dodaj ok. 0,5 cm³ roztworu NaOH.

I-5. Badanie charakteru chemicznego wodorotlenków

Sprzęt:

- probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 1M roztwór H_2SO_4
- 2M roztwór NaOH
- 2M roztwór KOH
- $Cu(OH)_2$
- 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

a) Do 2 probówek wlej po ok. 1 cm^3 roztworu NaOH i 1-2 krople fenoloftaleiny. Następnie dodaj po ok. 1 cm^3 : do jednej roztworu H_2SO_4 a do drugiej roztworu KOH.

b) Do 2 probówek wlej dodaj po ok. 1 cm^3 roztworu wraz z osadem $Cu(OH)_2$ (otrzymany w poprzednim doświadczeniu). Następnie dodaj po ok. 1 cm^3 : do jednej roztworu H_2SO_4 a do drugiej roztworu KOH. Zawartość probówek za każdym razem wymieszaj.

I-6. Badanie właściwości kwasów

Sprzęt:

- 8 probówek
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 1M roztwór H_2SO_4
- 2M roztwór HCl
- 2M roztwór NaOH
- 1M roztwór $AgNO_3$
- CuO (stały)
- Mg (wiórki)
- 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny

a) Do 4 probówek wlej po ok. 1 cm^3 roztworu H_2SO_4 . Dodaj do nich kolejno: Mg, CuO, roztwór NaOH z dodatkiem 1-2 kropli fenoloftaleiny.

b) Do 4 probówek wlej po ok. 1 cm^3 roztworu HCl. Dodaj do nich kolejno: Mg, CuO, roztwór NaOH z dodatkiem fenoloftaleiny, roztwór $AgNO_3$

I-7. Badanie właściwości soli

Sprzęt:

- 4 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 0,5M roztwór $CuSO_4$
- 0,5M roztwór Na_2CO_3
- 0,3M roztwór H_3PO_4
- 2M roztwór KOH
- Zn (pył)

Do 4 probówek wlej po ok. 1 cm^3 roztworu $CuSO_4$. Dodaj do nich kolejno: Zn, $0,5\text{ cm}^3$ roztworu KOH, roztwór H_3PO_4 , roztwór Na_2CO_3 .

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt - zestaw indywidualny:

- 4 probówki
- statyw do probówek
- pipeta wielomiarowa
- palnik spirytusowy
- łapa drewniana
- parownicza porcelanowa
- szczypce metalowe

Odczynniki:

- Mg metaliczny (wstążka, wióry)
- Fe metaliczne
- Zn metaliczny (pył)
- Zn metaliczny (granulki)
- CuO stały
- MnO₂ stały
- NaHCO₃ stały
- 5% roztwór HCl
- 10% roztwór HCl
- 2M roztwór HCl
- 1M roztwór H₂SO₄
- 1M roztwór NaOH
- 0,5M roztwór CuSO₄
- 0,5M roztwór Na₂S₂O₃
- 3% roztwór H₂O₂
- surowy ziemniak
- cukier w kostkach
- popiół roślinny

II-1. Wpływ rodzaju substancji (Mg, Fe) na szybkość reakcji

Sprzęt:

- 2 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- metaliczny magnez
- metaliczne żelazo
- 5% roztwór HCl

Do 2 probówek wlej po ok. 2 cm³ roztworu HCl o jednakowym stężeniu. Następnie wrzuć do roztworów w probówkach niewielkie kawałki metali: do jednej magnez, do drugiej żelazo. Obserwuj zmiany zachodzące w obu probówkach.

II-2. Wpływ stężenia substratu na szybkość reakcji

a) reakcja metalu z kwasem: $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$

Sprzęt:

- 2 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- metaliczny cynk
- 5% roztwór HCl
- 10% roztwór HCl

Do 2 probówek wlej po ok. 2 cm³ roztworu HCl o różnym stężeniu (np. do jednej roztworu 5% a do drugiej roztworu 10%). Następnie wrzuć do roztworów w obu probówkach niewielkie granulki cynku. Obserwuj zmiany zachodzące w obu probówkach.

b) reakcja redoks: $Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + SO_2 \uparrow + S \downarrow + H_2O$

Sprzęt:

- 4 probówki
- statyw do probówek
- pipeta wielomiarowa

Odczynniki:

- 0,5 M roztwór Na₂S₂O₃
- 2 M roztwór HCl
- woda destylowana

Do 4 probówek wprowadź podane w tabeli ilości roztworu Na₂S₂O₃, uzupełnij wodą destylowaną do łącznej objętości 4 cm³ i dokładnie wymieszaj zawartość probówek.

Probówka	roztwór Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O	czas zmętnienia [s]
1	4 cm ³	0 cm ³	
2	2 cm ³	2 cm ³	
3	1 cm ³	3 cm ³	
4	0,5 cm ³	3,5 cm ³	

Następnie do pierwszej probówki wlej 2 cm³ kwasu solnego włączając stoper. Zmierz i zanotuj czas do momentu pojawienia się zmętnienia. Tak samo postępuj z probówkami 2-4. Porównaj zanotowane czasy reakcji we wszystkich probówkach.

II-3. Wpływ temperatury na szybkość reakcji

Sprzęt:

- 2 probówki
- palnik spirytusowy
- łapa drewniana
- statyw do probówek

Odczynniki:

- CuO
- roztwór H₂SO₄

Do 2 probówek wlej po ok. 2 cm³ rozcieńczonego roztworu H₂SO₄ o jednakowym stężeniu. Następnie wsyp do roztworów w obu probówkach niewielkie ilości CuO. Jedną probówkę pozostaw w statywie, a drugą ogrzej nad płomieniem palnika. Obserwuj zmiany zachodzące w obu probówkach.

II-4. Wpływ rozdrobnienia substratu na szybkość reakcji

Sprzęt:

- 2 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- granulki cynku
- pył cynkowy
- 5% roztwór HCl

Do 2 probówek wlej po ok. 2 cm³ roztworu HCl o jednakowym stężeniu. Następnie wrzuć jednocześnie do roztworów w obu probówkach niewielką ilość cynku: do jednej granulki cynku a do drugiej pył cynkowy. Porównaj przebieg reakcji w obu probówkach

II-5. Wpływ katalizatora na szybkość reakcji

a) rozkład nadtlenku wodoru

Sprzęt:

- 3 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- MnO₂
- 3% roztwór H₂O₂
- surowy ziemniak

Do 3 probówek wlej po ok. 2 cm³ 3% roztworu H₂O₂. Następnie wsyp do roztworu w jednej probówce niewielką ilość MnO₂, do drugiej wprowadź kawałek surowego ziemniaka, a trzecią probówkę potraktuj jako próbkę kontrolną. Obserwuj zmiany zachodzące we wszystkich probówkach.

b) spalanie cukru

Sprzęt:

- parownicza porcelanowa
- palnik spirytusowy
- szczypce metalowe

Odczynniki:

- cukier w kostkach
- popiół roślinny
- soda (NaHCO₃)

Kostkę cukru wprowadź przy pomocy szczypiec w płomień palnika. Obserwuj zachodzące zmiany (barwę, zapach). Drugą kostkę zanurz w popiele (sodzie) i wprowadź (ostrożnie) w płomień palnika. Co teraz dzieje się z kostką cukru?

II-6. Endotermiczna reakcja analizy na przykładzie rozkładu Cu(OH)₂

Sprzęt:

- probówka
- łąpa do probówek
- palnik

Odczynniki:

- 0,5M roztworu CuSO₄
- 1M roztworu NaOH

W celu otrzymania Cu(OH)₂ do 1 cm³ 0,5M roztworu CuSO₄ dodaj 1 cm³ 1M roztworu NaOH. Probówkę z otrzymanym wodorotlenkiem miedzi (II) umieść w łąpie do probówek i ostrożnie ogrzewaj w płomieniu palnika. Zwróć uwagę na barwę substancji przed i po reakcji. Zastanów się, co było niezbędne do zajścia tej reakcji?

II-7. Reakcja egzotermiczna na przykładzie reakcji Mg z H₂SO₄**Sprzęt:**

- probówka

Odczynniki:- roztwór 1M H₂SO₄ lub 2M HCl
- wstążka lub wióry magnezowe

Do probówki wlej ok. 2 cm³ 1M roztworu H₂SO₄. Następnie dodaj ok. 2 cm wstążki magnezowej. Obserwuj zachodzące zmiany. Porównaj temperaturę probówki przed i po reakcji dotykając jej.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt dla grupy:

- waga techniczna
- waga analityczna
- areometr
- cylinder miarowy 500 cm³

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- naczynko wagowe
- 2 zlewki 100 cm³
- cylinder miarowy 100 cm³
- kolba miarowa 100 cm³
- lejek szklany
- 2 pipety wielomiarowa
- bagietka szklana
- tryskawka

Odczynniki:

- NaCl stały
- 3% roztwór CH₃COOH
- 10% roztwór CH₃COOH

III-A.1. Przygotowanie naważki chlorku sodu

Sprzęt:

- waga techniczna
- waga analityczna
- zlewka 100 cm³
- naczynko wagowe

Odczynniki:

- suchy NaCl

Naważka I – do sporządzenia roztworu 10%

Na wadze technicznej umieść zlewkę i wytaruj wagę. Następnie odważ obliczoną wcześniej naważkę I suchego NaCl. Naważkę I użyjesz do otrzymania roztworu 10% NaCl (ćw. A.2).

Naważka II – do sporządzenia roztworu 0.5 molowego

Naczynko wagowe (suche) zważ na wadze technicznej, a następnie na wadze analitycznej, zanotuj wynik jako masę pustego naczynka. Na wadze technicznej umieść naczynko, wytaruj wagę i odważ w nim masę NaCl potrzebną do sporządzenia roztworu 0.5 molowego (ćw. A.3). Zważ całość na wadze analitycznej. Zanotuj wynik. Oblicz masę naważki.

III-A.2. Przygotowanie 70 g 10% roztworu NaCl

Sprzęt:

- zlewka 100 cm³
- cylinder miarowy 100 cm³
- bagietka szklana,
- tryskawka

Odczynniki:

- naważka I NaCl
- woda destylowana

Przygotowaną w doświadczeniu A.1 naważkę I wykorzystaj do sporządzenia 70 g 10% roztworu NaCl.

Za pomocą cylindra miarowego odmierz odpowiednią ilość wody (użyj tryskawki, aby osiągnąć właściwy poziom wody w cylindrze). Wlej odmierzoną wodę do zlewki z NaCl i dokładnie wymieszaj bagietką.

III-A.3. Przygotowanie 100 cm³ 0,5 molowego roztworu NaCl

Sprzęt:

- kolba miarowa 100 cm³
- lejek szklany
- tryskawka
- naczynko wagowe (z naważką)

Odczynniki:

- naważka II NaCl
- woda destylowana

Naważkę II NaCl rozpuść w małej ilości wody destylowanej w naczynku wagowym i przenieś ilościowo do kolby miarowej o objętości 100 cm³. Następnie wlej tyle wody, aby jej poziom sięgnął do szyjki. Zatkaj kolbę korkiem i dokładnie wymieszaj zawartość, a następnie dopełnij wodą destylowaną (z tryskawki) do kreski (menisk dolny powinien leżeć na poziomie kreski wytrawionej na szyjce) i ponownie wymieszaj.

Oblicz rzeczywiste stężenie roztworu.

III-A.4. Przygotowanie roztworu 3% kwasu octowego z roztworu 10%

Sprzęt:

- zlewka 100 cm³
- cylinder miarowy
- pipeta wielomiarowa
- bagietka szklana

Odczynniki:

- woda destylowana
- 10% roztwór CH₃COOH

W oparciu o wykonane obliczenia, przygotuj 50 cm³ 3% roztworu CH₃COOH mając do dyspozycji 10 % roztwór tego kwasu.

Do zlewki zawierającej odmierzoną cylindrem miarowym wodę dodaj za pomocą pipety obliczoną objętość 10% kwasu octowego. Wymieszaj oba roztwory bagietką.

Sporządzony roztwór wykorzystaj w ćwiczeniu A.5.

III-A.5. Przygotowanie roztworu 6% z roztworów 10% i 3%

Sprzęt:

- zlewki 100 cm³
- pipety wielomiarowe
- bagietka szklana

Odczynniki:

- roztwór 3% CH₃COOH
- roztwór 10% CH₃COOH

W oparciu o wcześniej wykonane obliczenia przygotuj 50 cm³ 6% roztworu CH₃COOH mając do dyspozycji roztwory 3% i 10% tego kwasu.

Do zlewki zawierającej odmierzoną pipetą ilość roztworu 3% kwasu octowego dodaj za pomocą drugiej pipety odpowiednią ilość roztworu 10%. Wymieszaj oba roztwory bagietką.

Sporządzony roztwór zachowaj w celu zmierzenia jego gęstości przy pomocy areometru (pokaż).

POKAZ: Pomiar gęstości roztworu przy pomocy areometru (densymetru)

Do cylindra miarowego wlej sporządzone w ćwiczeniu A.5 roztwory kwasu octowego.

Zanurz areometr w roztworze, zaczekaj, aż ustali się wskazanie i odczytaj gęstość z podziałki.

Porównaj odczytaną wartość z wartością „tablicową”: $d_{6\%}=1.0060 \text{ g/cm}^3$.

Co może być przyczyną rozbieżności między gęstością roztworu otrzymanego, a wartością literaturową?

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt do pokazu:

- kolba okrągłodenna
- kolby stożkowe
- nasadka destylacyjna
- chłodnica prosta
- przedłużacz do destylacji
- termometr
- statywy z łapami
- płaszcz grzewczy
- węże gumowe
- siła molekularne

Odczynniki do pokazu:

- cykloheksanol
- etanol
- barwnik spożywczy lub atrament

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- statyw z łapą i pierścieniem
- 2 zlewki 100 cm³
- lejek szklany
- sącdek z bibuły
- pasek bibuły filtracyjnej
- parownicza porcelanowa
- rozdzielacz 100 cm³
- cylinder miarowy 25 lub 50 cm³
- kolba stożkowa 100 cm³
- bagietka
- kolorowy mazak (zielony, brązowy, fioletowy, pomarańczowy)

Odczynniki:

- ok. 20% roztwór soli kuchennej
- piasek
- olej lniany
- benzyna ekstrakcyjna
- 10 % roztwór kwasu octowego
- etanol
- węgiel aktywny
- rozcieńczony roztwór soku owocowego

III-B.1. POKAZ: Destylacja jednorodnej mieszaniny alkoholi i barwnika

Sprzęt:

- kolba okrągłodenna
- kolby stożkowe
- nasadka destylacyjna
- chłodnica prosta
- przedłużacz do destylacji
- termometr
- statywy z łapami
- płaszcz grzewczy
- węże gumowe
- siata molekularne

Odczynniki:

- cykloheksanol
- etanol
- barwnik spożywczy lub atrament

Zbuduj aparaturę do destylacji prostej.

Do kolby wlej mieszaninę alkoholi i barwnika. Podgrzewaj zawartość kolby przy pomocy płaszcza grzewczego, obserwując temperaturę par oraz skraplanie się cieczy po przejściu przez chłodnicę. W momencie ustalenia się temperatury pod przedłużacz podstaw pustą kolbę i zbieraj destylat dopóki temperatura nie zacznie wzrastać. Zmień kolbę na poprzednią do czasu ustalenia się nowej, wyższej temperatury par. W tym momencie podstaw pustą kolbę i zbieraj do niej destylat. Destylację zakończ zanim odparuje cała zawartość kolby okrągłodennej. Zbadaj pozostałość po destylacji oraz oba destylaty i porównaj ich właściwości z właściwościami mieszaniny oraz jej czystych składników.

III-B.2. Sączenie mieszaniny piasku z roztworem soli kuchennej

Sprzęt:

- statyw z łapą i pierścieniem
- 2 zlewki 100 cm³
- lejek szklany
- bagietka
- sączek z bibuły

Odczynniki:

- ok. 20% roztwór soli kuchennej
- piasek

Do jednej zlewki nalej ok. 20 cm³ roztworu soli kuchennej i wysyp dwie łyżeczki piasku. Wymieszaj dokładnie bagietką. Zwróć uwagę na wygląd powstałej mieszaniny.

Przygotuj sączek dwukrotnie składając krążek bibuły na pół. Umieść sączek w lejku szklanym. Pustą zlewkę ustaw pod lejkiem umocowanym w łapie statywu. Nóżka lejka powinna stykać się z boczną ścianką zlewki. Trzymając bagietkę pionowo nad lejkiem, przelej po niej zawartość zlewki na sączek. **Przesącz zachowaj do następnego ćwiczenia.**

III-B.3. Odparowanie rozpuszczalnika z roztworu soli kuchennej

Sprzęt:

- parowniczką porcelanową

Odczynniki:

- przesącz z ćw. B.2

Przelej przesącz uzyskany w Ćw. B.2 do parowniczkę. Parowniczkę ustaw na płycie grzejnej. Ogrzewaj parowniczkę powoli aż do odparowania cieczy, nie dopuszczając do gwałtownego wrzenia zawartości. Po ostudzeniu parowniczkę obejrzyj jej zawartość.

III-B.4. Ekstrakcja oleju benzyną

Sprzęt:

- zlewka 100 cm³
- rozdzielacz 100 cm³
- statyw z łapą i pierścieniem
- cylinder miarowy 25 lub 50 cm³
- pipeta wielomiarowa 25 lub 10 cm³

Odczynniki:

- olej lniany
- woda
- benzyna ekstrakcyjna

Umieść rozdzielacz w statywie. Do cylindra miarowego wlej 10 cm^3 oleju i dopełnij wodą do 20 cm^3 . Wlej zawieszinę oleju lnianego z wodą do rozdzielacza, następnie dolej 20 cm^3 benzyny ekstrakcyjnej (**UWAGA! W pobliżu nie może znajdować się źródło otwartego ognia!**). Zamknij szczelnie naczynie korkiem i trzymając oburącz energicznie wytrząśnij zawartość jednocześnie dociskając korek rozdzielacza. Po zamocowaniu rozdzielacza w łapie statywu usuń korek. Po kilku minutach nastąpi rozwarstwienie cieczy. Dolną warstwę spuść do podstawionej pod rozdzielacz zlewki. W tym celu powoli odkręcaj kranik rozdzielacza. W której warstwie jest olej?

III-B.5. Chromatografia bibułowa barwnika pisaka

Sprzęt:

- cylinder miarowy 25 lub 50 cm^3
- kolorowy mazak (zielony, brązowy, fioletowy, pomarańczowy)

Odczynniki:

- pasek bibuły filtracyjnej
- 10 % roztwór kwasu octowego
- etanol

Do cylindra miarowego wlej ok. 1 cm^3 mieszaniny roztworu kwasu octowego i etanolu (1:1). Na pasku bibuły narysuj mazakiem dużą kropkę w odległości ok. 2 cm od końca. Drugi koniec zagnij tak, aby sam koniec z narysowaną kropką był zanurzony. (**UWAGA! Kropka z tuszem nie może być zanurzona w roztworze!**). Obserwuj jak ciecz „wędruje” do góry. Co dzieje się z kropką tuszu?

III-B.6. Adsorpcja barwnego soku na węglu aktywnym

Sprzęt:

- kolbka stożkowa 100 cm^3
- zlewka 100 cm^3
- lejek z sączkiem
- bagietka
- statyw z łapą i pierścieniem

Odczynniki:

- węgiel aktywny
- rozcieńczony roztwór soku owocowego

Do kolby stożkowej wlej ok. 10 cm^3 roztworu soku i wsyp ok. pół łyżeczki węgla aktywnego. Dokładnie wymieszaj (ok. 5 min.). Odsącz węgiel na sączku. Porównaj barwy roztworów soku przed dodaniem węgla i po przesączeniu.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt dla grupy:

- zlewka 250 cm³
- bagietka szklana

Odczynniki dla grupy:

- 1M roztwór AlCl₃
- 1M roztwór NaOH
- roztwory:
 AgNO₃, CuCl₂, FeCl₂, FeCl₃, NaCl,
 Na₂CO₃, Na₃PO₄, NaBr, Ca(NO₃)₂,
 Fe(NO₃)₂

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- biureta 25 cm³
- kolba stożkowa 250 cm³
- lejek szklany
- pipeta jednomiarowa 20 cm³
- 12 probówek
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 0,05M roztwór NaOH
- 0,05M roztwór HCl
- fenoloftaleina
- oranż metylowy
- lakmus
- błękit bromofenyłowy
- rozc. roztwór H₂SO₄

III-C.1. Miareczkowanie zasady sodowej za pomocą kwasu solnego w obecności różnych wskaźników

Sprzęt:

- biureta 25 cm³
- kolba stożkowa 250 cm³
- lejek szklany
- pipeta jednomiarowa 20 cm³

Odczynniki:

- roztwór zasady sodowej
- kwas solny 0.05 molowy
- fenoloftaleina
- oranż metylowy
- lakmus
- błękit bromofenylowy

Do biurety zamocowanej w statywie wlej roztwór kwasu solnego (i ustaw poziom zerowy, spuszczać nadmiar roztworu do zlewki.). Do kolby stożkowej wlej dokładnie odmierzoną ilość (20 cm³) roztworu zasady sodowej o nieznanym stężeniu oraz dodaj kilka kropli wskaźnika (np. fenoloftaleiny). Kolbę ustaw pod biuretą. Odkręcaj delikatnie kranik biurety i wkraplaj stopniowo roztwór kwasu do kolby z zasadą. Cały czas mieszaj zawartość w kolbie poruszając ją ruchem okrężnym. Gdy roztwór w kolbie zacznie zmieniać zabarwienie, dodawaj kwas z biurety pojedynczymi kroplami. Zaprześć dodawania kwasu, gdy roztwór całkowicie zmieni barwę. Dokładnie odczytaj objętość dodanego kwasu solnego.

Oblicz stężenie zasady ze wzoru: $C_z V_z = C_k V_k$

Doświadczenie powtórz z innym wskaźnikiem.

III-C.2. Reakcje strącania

Sprzęt:

- 12 probówek
- statyw do probówek

Odczynniki:

- wodne roztwory:
 AgNO₃, CuCl₂, FeCl₂, FeCl₃,
 NaCl, Na₂CO₃, Na₃PO₄,
 NaBr, Ca(NO₃)₂, Fe(NO₃)₂

a) Reakcje charakterystyczne wybranych kationów

Do trzech probówek wlej taką samą ilość (ok. 1 cm³) roztworu AgNO₃, a następnie dodawaj kroplami: do pierwszej – roztwór NaCl, do drugiej – roztwór Na₂CO₃, do trzeciej – roztwór Na₃PO₄.

Tabela 1.

Zawartość probówki \ Odczynnik dodawany	NaCl	Na ₂ CO ₃	Na ₃ PO ₄
AgNO ₃			
CuCl ₂			
FeCl ₂			
FeCl ₃			

Zaobserwuj zmiany. Czy wszystkie reakcje zaszły? Wpisz w tabeli 1 kolor powstałego osadu. Powtórz te same czynności dla trzech próbek roztworów chlorków: miedzi (II), żelaza (II) i żelaza (III). Wyniki zanotuj w tabeli 1.

b) Reakcje charakterystyczne wybranych anionów

Powtórz doświadczenie napełniając kolejno probówki roztworami (wskazanymi w pierwszej kolumnie *tabeli 2*) zawierającymi aniony: Cl^- , Br^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} . Kroplami dodawaj odczynniki wskazane w pierwszym wierszu *tabeli 2*. Uzupełnij *tabelę 2* wpisując kolor i postać osadu, lub zanotuj, że reakcja nie zaszła.

Tabela 2

Odczynnik dodawany \ Zawartość probówki	AgNO_3	$\text{Ca(NO}_3)_2$	$\text{Fe(NO}_3)_2$
NaCl			
NaBr			
Na_2CO_3			
Na_3PO_4			

III-C.3. Badanie amfoterycznego charakteru wodorotlenku glinu

Sprzęt:

- 3 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- świeżo strącony Al(OH)_3
- roztwór H_2SO_4
- roztwór NaOH
- woda destylowana

Do 3 ponumerowanych probówek wprowadź Al(OH)_3 . Do pierwszej wlej kroplami wodę destylowaną, do drugiej roztwór H_2SO_4 , a do trzeciej roztwór NaOH. Jakie zmiany obserwujesz w probówkach?

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt – dla grupy:

- dioda lub miernik prądu stałego

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- 8 probówek
- statyw do probówek
- 2 zlewki 100 cm³
- klucz elektrolityczny (*sznurek baweł. namoczony w nas KCl*)
- gwoździe żelazne (4 cm)
- drut miedziany (4 cm)
- izolowane przewody zakończone obustronnie „krokodylkami
- 2 elektrody węglowe
- zasilacz prądu stałego lub bateria płaska 4,5 V
- bagietka szklana

Odczynniki:

- Zn metaliczny (małe kawałki)
- Fe metaliczne (małe gwoździe)
- Cu metaliczna (małe kawałki)
- Zn blaszka
- Cu blaszka
- 2M roztwór HCl
- roztwór AgNO₃⁻
- roztwór FeCl₃
- 1M roztwór CuSO₄
- 1M roztwór ZnSO₄
- 2M roztwór KCl
- 0,5M roztwór CuCl₂
- 0,5M roztwór KI
- jabłko
- ziemniak
- ogórek kiszony,
- cytryna,
- mandarynka
- cebula
- kleik skrobiowy
- fenoloftaleina

IV-A.1. Porównanie aktywności chemicznej metali

Sprzęt:

- 8 probówek
- statyw do probówek

Odczynniki:

- roztwór CuSO_4 - metaliczny cynk
- roztwór AgNO_3 - metaliczne żelazo
- roztwór FeCl_3 - metaliczna miedź
- roztwór HCl

Do 8 probówek wlej po ok. 2 cm^3 roztworów zgodnie z tabelą. Następnie wrzuć do roztworów w probówkach niewielkie kawałki metali tak jak pokazano w tabeli:

Lp.	Roztwór	Metal	Reakcja zachodzi: tak/nie
1.	CuSO_4	Zn	
2.	CuSO_4	Fe	
3.	AgNO_3	Cu	
4.	AgNO_3	Zn	
5.	FeCl_3	Cu	
6.	FeCl_3	Zn	
7.	HCl	Cu	
8.	HCl	Zn	

IV-A.2. Ogniwo jako źródło prądu elektrycznego

a) Ogniwo Daniella

Sprzęt:

- zlewki – 2 sztuki
- klucz elektrolityczny
- izolowane przewody zakończone obustronnie „krokodylkami”
- galwanometr lub dioda

Odczynniki:

- roztwór 1-molowy CuSO_4
- roztwór 1-molowy ZnSO_4
- blaszka cynkowa
- blaszka miedziana
- roztwór 2-molowy KCl

Do dwóch jednakowych zlewek wlej po ok. 50 cm^3 1-molowych roztworów: do jednej CuSO_4 , do drugiej ZnSO_4 . W zlewkach z roztworami umieść blaszki: miedzianą w roztworze CuSO_4 , cynkową w roztworze ZnSO_4 . Obie zlewki ustaw blisko siebie i połącz je kluczem elektrolitycznym (U-rurka wypełniona masą porowatą nasyczona roztworem KCl). Blaszki metali stanowiące elektrody ogniwa połącz przewodnikiem włączając w obwód galwanometr lub diodę.

b) Ogniwo z produktów naturalnych

Sprzęt:

- gwóźdź żelazny
- drucik miedziany
- dioda lub miernik prądu stałego
- izolowane przewody zakończone obustronnie „krokodylkami”

Odczynniki:

- jabłko
- ziemniak
- ogórek kiszony,
- cytryna,
- mandarynka
- cebula

W jabłko wbij gwóźdź żelazny, a w odległości ok. 1 cm drut miedziany tak, aby się nie stykały. Dotknij drutu i gwoździa stykami diody (miernika). Powtórz te same czynności używając pozostałych owoców i warzyw. Porównaj efekty podłączenia diody (miernika) w każdym przypadku.

Połącz tak uzyskane ogniwa w baterię (szeregowo), a skrajne: drut i gwóźdź połącz ze stykami diody. Jak teraz świeci dioda?

Przy połączeniu szeregowym biegun dodatni każdego ogniwa łączymy z ujemnym biegunem następnego ogniwa. Biegunami tak połączonej baterii są bieguny skrajnych ogniw (zawsze będą różnych znaków).

Przy n jednakowych ogniwach, SEM baterii ogniw połączonych szeregowo jest n krotnie większa od SEM pojedynczego ogniwa.

IV-A.3. Elektroliza wodnych roztworów soli

Sprzęt:

- elektrolizer
- elektrody węglowe
- zasilacz prądu stałego lub bateria płaska 4,5 V
- bagietka szklana

Odczynniki:

- roztwór 0.5 molowy CuCl_2
- roztwór 0.5 molowy KI
- kleik skrobiowy
- fenoloftaleina

a) Elektrolizer napełnij roztworem **chlorku miedzi (II)** tak, aby wstawione do niego elektrody grafitowe były w połowie zanurzone. Wstaw elektrody grafitowe i połącz je z biegunami baterii lub zaciskami zasilacza. Obserwuj powierzchnię elektrod i przestrzeń wokół nich. Po 2-3 minutach przepuszczania prądu wyjmij elektrody i ostrożnie powąchaj roztwór.

b) Elektrolizer napełnij roztworem **jodku potasu** i dodaj kilka kropli fenoloftaleiny. Roztwór wymieszaj bagietką. Wstaw elektrody grafitowe i połącz je ze źródłem prądu. Obserwuj zabarwienie roztworu wokół elektrod. Następnie dodaj kilka kropli kleiku skrobiowego i obserwuj barwę roztworu.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt do pokazu:

- *moździerz porcelanowy*
- *parownica*
- *bagietka*
- *pipeta*

Odczynniki do pokazu:

- *stały $KMnO_4$*
- *etanol*
- *stężony H_2SO_4*

Sprzęt dla grupy:

- *moździerz porcelanowy*
- *pistel porcelanowy*
- *termometr*

Odczynniki dla grupy:

- *stały MnO_2*
- *stały KNO_3*
- *stały KOH*

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- 3 probówki
- statyw do probówek
- łyżeczka do spalań
- palnik
- zlewka $100cm^3$
- bagietka

Odczynniki:

- stały MnO_2
- *roztwory w buteleczkach z wkraplaczem:*
 - 0.5M roztwór $MnCl_2$
 - 1M roztwór NaOH
 - 2M roztwór NaOH
 - 30% roztwór NaOH
 - 1M roztwór HCl
 - stężony HCl
 - 0,02M roztwór $KMnO_4$
 - 1M roztwór KOH
 - 1M roztwór H_2SO_4
 - 0,02M roztwór Na_2SO_3
 - 0,001M roztwór Na_2SO_3

IV-B.1. Badanie właściwości $Mn(OH)_2$

Sprzęt:

- 2 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- roztwór 0.5 molowy $MnCl_2$
- roztwór 1 molowy NaOH
- roztwór 1 molowy HCl

Do 1 cm³ roztworu $MnCl_2$ dodaj 1 cm³ roztworu wodorotlenku sodu. Wytrącony osad podziel na dwie części. Do jednej dodaj szybko 1cm³ roztworu HCl, po czym zawartość probówki wymieszaj. Drugą pozostaw i obserwuj zmianę barwy osadu pod wpływem powietrza.

IV-B.2. Badanie właściwości MnO_2

Sprzęt:

- probówka
- statyw do probówek

Odczynniki:

- stały MnO_2
- stężony HCl

Do probówki wsyp szczyptę MnO_2 i wlej ostrożnie 1 cm³ stężonego roztworu HCl. Sprawdź bardzo ostrożnie zapach wydzielającego się gazu i barwę (umieszczając probówkę na białym tle, np. kartce papieru).

IV-B.3. Reakcja kameleonu mineralnego – właściwości redukcyjne MnO_2

Sprzęt:

- moździerz porcelanowy
- pistel porcelanowy
- łyżeczka do spalań
- palnik
- zlewka 100cm³
- bagietka

Odczynniki:

- stały MnO_2
- stały KNO_3
- stały KOH
- 2M roztwór NaOH

Przygotuj w moździerze mieszaninę złożoną z takich samych ilości stałego: MnO_2 , KNO_3 i KOH. Po roztarciu, umieść mieszaninę na łyżeczce do spalań i ogrzewaj w płomieniu palnika. Obserwuj zmianę barwy (aż do zielonej). Otrzymaną substancję rozpuść w zlewce z wodą i przez ok. 15 minut obserwuj zmiany barwy. Następnie do obserwowanego roztworu dodaj kilka kropli roztworu zasady i ponownie obserwuj barwę.

IV-B.4. Badanie właściwości utleniających $KMnO_4$

Sprzęt:

- 3 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 0,02M roztwór $KMnO_4$
- 1M roztwór KOH
- 1M roztwór H_2SO_4
- 0,02M roztwór Na_2SO_3

Do trzech probówek wlej po ok. 1cm³ $KMnO_4$. Do jednej dodaj 1cm³ roztworu kwasu, do drugiej 1cm³ roztworu zasady, a do trzeciej 1cm³ wody. Do każdej dodawaj kroplami, mieszając roztwór Na_2SO_3 . Obserwuj zmiany barwy roztworów w każdej z probówek.

IV-B.5. Redukcja jonów MnO_4^- do jonów MnO_4^{3-}

Sprzęt:

- 3 probówki
- pipety
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 0,02M roztwór $KMnO_4$
- 30% roztwór NaOH
- 0,001M roztwór Na_2SO_3

Do 1cm³ roztworu KMnO₄ dodaj podwójną ilość 30% roztworu NaOH (ostrożnie!). Otrzymany roztwór umieść w mieszaninie oziębiającej (złożonej z 3 części lodu i 1 części soli kuchennej) aż temperatura spadnie kilka stopni poniżej 0°C. Do schłodzonej mieszaniny dodaj kroplami (tak samo schłodzony) roztwór Na₂SO₃. Obserwuj barwę powstałego roztworu.

Podpowiedź: Powstaje niebieski roztwór jonów MnO₄³⁻ (podmanganian), w którym mangan jest na V stopniu utlenienia. Następuje również redukcja do MnO₂.

IV-B.6. POKAZ: Działanie H₂SO₄ na KMnO₄ – otrzymywanie Mn₂O₇

Sprzęt:

- moździerz porcelanowy
- parownica
- bagietka
- pipeta

Odczynniki:

- stały KMnO₄
- etanol
- stężony H₂SO₄

W moździerzu rozetrzyj KMnO₄ na zupełnie miłąki proszek. Do parowniczkę wlej kilka cm³ alkoholu. Bagietkę umocz w stężonym H₂SO₄ a następnie w sproszkowanym KMnO₄ i natychmiast zanurz w alkoholu.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt do pokazu V-1a:

- kolba stożkowa z bocznym tubusem 250 cm³
- probówka
- wygięta rurka szklana
- wężyk gumowy
- łuczywko

Odczynniki do pokazu V-1a:

- węgiel wapnia (karbid)
- etanol
- woda bromowa
- roztwór KMnO₄

Sprzęt do pokazów V-4 i V-5:

- 4 probówki
- pipety Pasteura

Odczynniki do pokazów V-4 i V-5:

- fenol
- woda bromowa
- roztwór FeCl₃
- papierki uniwersalne

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- 8 probówek
- probówka z bocznym tubusem (lub probówka i wygięta rurka szklana)
- korek gumowy z otworkiem
- łapa drewniana
- palnik spirytusowy
- łuczywko
- szczypce metalowe

Odczynniki:

- drobne kawałki folii polietylenowej
- woda bromowa
- rozc. roztwór KMnO₄
- Cu siatka lub drut
- alkohol etylowy
- propan-2-ol
- 2-metylopropan-2-ol
- gliceryna
- heksan
- 5% roztwór CuSO₄
- 5% roztwór NaOH
- papierki uniwersalne

V-1. a) POKAZ: Otrzymywanie acetylenu i badanie właściwości (palność; reakcje z wodą bromową i $KMnO_4$)

Sprzęt:

- kolba stożkowa z bocznym tubusem o poj. 250 cm^3
- probówka
- wygięta rurka szklana
- wężyk gumowy
- łuczywko

Odczynniki:

- węgiel wapnia (karbid)
- etanol
- woda bromowa
- roztwór $KMnO_4$

Do kolby stożkowej o pojemności 250 cm^3 z bocznym tubusem wrzuć kilka kawałków karbidu. Boczny wylot kolby przedłuż wężykiem gumowym i odpowiednio zgiętą rurką. Wylot rurki umieść w probówce z wodą bromową, i ostrożnie wkraplaj do kolby mieszaninę wody i etanolu. Następnie wylot rurki umieść w probówce z roztworem $KMnO_4$. Obserwuj zachodzące zmiany. Do wylotu probówki z acetylenem zbliż palące się łuczywko. Obserwuj zachodzące zmiany.

V-1. b) Otrzymywanie etylenu i badanie właściwości (palność; reakcje z wodą bromową i $KMnO_4$)

Sprzęt:

- probówki
- wygięta rurka szklana
- korek gumowy z otworkiem
- łapa drewniana
- palnik spirytusowy
- łuczywko

Odczynniki:

- drobne kawałki folii polietylenowej
- woda bromowa
- roztwór $KMnO_4$

Do suchej probówki wrzuć kilka kawałków folii polietylenowej, zatkaj probówkę korkiem z umieszczoną w nim rurką szklaną. Probówkę ogrzewaj ostrożnie w płomieniu palnika trzymając ją pod kątem w łapie drewnianej. W czasie ogrzewania wylot rurki umieść w probówce z wodą bromową. Po zaobserwowaniu zmian zastąp probówkę z wodą bromową probówką z $KMnO_4$ i obserwuj zmiany. Następnie do wylotu rurki zbliż palące się łuczywko. Obserwuj zmiany.

V-2. Utlenianie alkoholi o różnej rzędowości za pomocą CuO

Sprzęt:

- probówki
- palnik spirytusowy
- szczypce metalowe

Odczynniki:

- siatka lub drut miedziany
- alkohol etylowy
- propan-2-ol
- 2-metylopropan-2-ol

Zwitek siatki lub drutu miedzianego ogrzewaj w płomieniu palnika gazowego do czerwoności. Obserwuj barwę powierzchni siatki po wyjęciu z płomienia. Ponownie rozgrzej siatkę i wrzuć ją do probówki zawierającej 2 cm^3 etanolu. Zbadaj ostrożnie zapach wydzielającego się produktu.

Te same czynności wykonaj dla probówki z propan-2-olem i 2-metylopropan-2-olem.

V-3. Badanie właściwości gliceryny

Sprzęt:

- probówki

Odczynniki:

 - gliceryna
 - woda destylowana
 - heksan
 - 5% roztwór CuSO_4
 - roztwór NaOH
 - papierki uniwersalne

Zbadaj podstawowe właściwości fizyczne alkoholu: stan skupienia, barwa, rozpuszczalność w wodzie i heksanie, oraz odczyn roztworu wodnego.

Przygotowuj w probówce zawiesinę wodorotlenku miedzi (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, dodając do 1 cm^3 5% roztworu CuSO_4 , 1 cm^3 NaOH . Do otrzymanej zawiesiny dodaj, intensywnie wstrząsając, 2 cm^3 glicerolu.

Zwróć uwagę na właściwości fizyczne gliceryny: stan skupienia, barwę, rozpuszczalność w wodzie, rozpuszczalność w heksanie, odczyn roztworu wodnego

V-4. POKAZ: Wykrywanie fenolu solami Fe^{3+}

Sprzęt:

- probówki

Odczynniki:

 - fenol
 - woda destylowana
 - papierek uniwersalny
 - roztwór FeCl_3

Wsyp do probówki kilka kryształków fenolu i dodawaj wody destylowanej aż do ich rozpuszczenia. Zbadaj odczyn tego roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego o dużej czułości. Następnie dodaj kilka kropli nasyconego roztworu chlorku żelaza (III). Obserwuj zmianę zabarwienia roztworu.

V-5. POKAZ: Reakcja fenolu z wodą bromową

Sprzęt:

 - probówki
 - pipety wielomiarowe

Odczynniki:

 - kryształki fenolu
 - woda destylowana
 - woda bromowa
 - papierki uniwersalne

Kilka kryształków fenolu rozpuść w probówce w 3 cm^3 wody i dodaj ok. 3 cm^3 wody bromowej. Co obserwujesz?

Papierkiem wskaźnikowym zbadaj odczyn roztworu po reakcji.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt dla grupy:

- *łaźnia wodna*
- *płyta grzewcza*
- *szcypce metalowe*

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- 2 zlewki 250 cm³
- 2 probówki
- łąpa drewniana
- pipeta
- 2 parownice porcelanowe

Odczynniki:

- ~4% roztwór AgNO₃
- ~10% roztwór NH₃·H₂O
- ~2% roztwór CuSO₄
- 5% roztwór NaOH
- etanal (aldehyd octowy)
- aceton (propanon)
- płyn Lugola
- roztwór CH₃COOH
- stęż. roztwór H₂SO₄
- etanol
- benzyna
- olej roślinny
- tłuszcz zwierzęcy (masło lub łój wołowy)
- olej mineralny
- woda bromowa
- 0,02M roztwór KMnO₄

VI-1. Próba Tollensa dla etanal i propanonu

Sprzęt:

- 2 probówki
- łaźnia wodna

Odczynniki:

- ~4% roztwór azotanu(V) srebra
- ~10% roztwór wody amoniakalnej
- etanal (aldehyd octowy)
- aceton (propanon)

Do 2 czystych, przemytych roztworem wodorotlenku sodu, probówek wlej po 5 cm³ 4% roztworu azotanu(V) srebra. Następnie dodawaj stopniowo 10% roztwór amoniaku, aż do rozpuszczenia wytrącającego się pierwotnie osadu.

Do otrzymanych w ten sposób roztworów wlej: do pierwszego 1 cm³ aldehydu octowego, do drugiego 1 cm³ acetonu i umieść probówki w łaźni wodnej o temperaturze ~60⁰ C, lub w zlewce z gorącą wodą.

Obserwuj zjawiska zachodzące w probówkach.

VI-2. Próba Trommera dla etanal i propanonu

Sprzęt:

- 2 probówki
- łąpa drewniana
- łaźnia wodna

Odczynniki:

- ~2% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)
- roztwór wodorotlenku sodu
- etanal (aldehyd octowy)
- propanon

Do 2 probówek wlej po około 5 cm³ 2% roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), a następnie dodawaj stopniowo roztwór wodorotlenku sodu, aż do wytrącenia się osadu.

Następnie wlej do pierwszej 1 cm³ aldehydu octowego, do drugiej 1 cm³ acetonu i umieść probówki w łaźni wodnej. Obserwuj zmiany zachodzące w probówkach.

VI-3. Próba jodoformowa

Sprzęt:

- probówka
- łaźnia wodna

Odczynniki:

- płyn Lugola
- roztwór wodorotlenku sodu
- propanon

Do probówki wlej 1 cm³ propanonu i około 5 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu.

Do tej mieszaniny wlej taką ilość płynu Lugola aby roztwór zabarwił się na jasny żółty kolor.

Probówkę umieść w łaźni wodnej ogrzanej do temperatury 60⁰C.

Obserwuj zmiany zachodzące w mieszaninie.

VI-4. Badanie właściwości kwasu etanowego

Sprzęt:

- 4 probówki
- statyw do probówek

Odczynniki:

- 10% roztwór CH₃COOH
- 5% roztwór NaOH
- CaCO₃ stały
- Mg (wiórki)
- 0,5 – 1% etanolowy roztwór fenoloftaleiny
- oranż metylowy (0,1% r-r wodny)

Do 4 probówek wlej po ok. 1 cm³ roztworu CH₃COOH. Dodaj do nich kolejno: 2 krople roztworu oranżu metylowego, wiórki magnezu, szczyptę CaCO₃, roztwór NaOH z dodatkiem fenoloftaleiny (kroplami).

VI-5. Reakcja estryfikacji

Sprzęt:

- 2 probówki
- łaźnia wodna
- 2 zlewki 250 cm³
- pipeta

Odczynniki:

- roztwór kwasu octowego
- etanol
- stężony kwas siarkowy.

Do 2 probówek wlej po 2 cm³ etanolu i po 2 cm³ kwasu octowego. Do pierwszej probówki wprowadź ostrożnie pipetą (po ściankach probówki) 1 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI). Wstrząśnij zawartości obu probówek.

Tak przygotowane mieszaniny umieść na około 5 minut w łaźni wodnej o temperaturze 80°C. Zawartość probówek wlej do zlewek zawierających po 50 cm³ zimnej wody. Przebieg reakcji badaj, sprawdzając zapach substancji w obu probówkach.

VI-6. Badanie rozpuszczalności tłuszczów

Sprzęt:

- 3 probówki

Odczynniki:

- olej jadalny
- etanol
- benzyna
- woda destylowana

Do trzech probówek zawierających kolejno: 1cm³ wody, 1cm³ etanolu i 1cm³ benzyny, dodaj po kilka kropli oleju jadalnego. Każdą probówką wstrząśnij.

Co dzieje się w każdej z probówek bezpośrednio po wstrząśnięciu, a co po chwili.

VI-7. Odróżnianie tłuszczów nienasyconych od tłuszczów nasyconych

Sprzęt:

- 4 probówki

Odczynniki:

- woda bromowa
- 0,02M KMnO₄
- olej roślinny
- tłuszcz zwierzęcy (masło lub łój wołowy)

a) Do probówki 1 wlej kilka kropli oleju jadalnego, do probówki 2 wprowadź grudkę masła lub łoju. Następnie do obu probówek dodawaj kroplami wodę bromową. Wstrząśnij zawartością probówek. Obserwuj zachodzące zmiany.

b) Do probówki 1 wlej kilka kropli oleju jadalnego, do probówki 2 wprowadź grudkę masła lub łoju. Następnie do obu probówek dodawaj kroplami roztwór KMnO₄. Wstrząśnij zawartością probówek. Obserwuj zachodzące zmiany.

VI-8. Odróżnianie tłuszczu od substancji tłustej – próba akroleinowa

Sprzęt:

- 2 parownice
- płyta grzewcza

Odczynniki:

- olej roślinny
- olej mineralny (samochodowy, maszynowy)

W jednej parownicy umieść ok. 2 cm³ oleju roślinnego a w drugiej taką samą ilość oleju mineralnego. Obie parownice intensywnie ogrzewaj. Zwróć uwagę na wydzielający się zapach.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- zlewka 250 cm³
- 8 probówek
- statyw na probówki
- łapa drewniana do probówek
- palnik spirytusowy
- pipeta

Odczynniki:

- 10% roztwór mocznika
- roztwór białka jaja kurzego
- glicyna
- 5% roztwór NaOH
- 5% roztwór HCl
- 2% roztwór HCl
- 5% roztwór CuSO₄
- stężony HNO₃
- stężony H₂SO₄
- nasycony roztwór (NH₄)₂SO₄
- rozc. roztwór Pb(NO₃)₂
- etanol
- fenoloftaleina
- oranż metylowy
- papierek uniwersalny

VII-1. Badanie zasadowych właściwości mocznika

Sprzęt:

- 3 probówki
- statyw na probówki

Odczynniki:

- roztwór mocznika
- 2% roztwór kwasu solnego
- fenoloftaleina
- papierek uniwersalny
- oranż metylowy (0,1% r-r wodny)

Do trzech probówek wprowadź po 2 cm³ roztworu mocznika. Zbadaj odczyn wodnego roztworu mocznika przy pomocy papierka uniwersalnego (pierwsza probówka) i fenoloftaleiny (druga probówka).

Do wodnego roztworu mocznika w trzeciej probówce dodawaj kroplami roztwór kwasu solnego, zabarwionego oranżem metylowym. Obserwuj zmiany zabarwienia wskaźnika po dodaniu każdej kropli.

VII-2. Reakcja biuretowa mocznika

Sprzęt:

- probówka
- zlewka
- łapa drewniana do probówek
- palnik spirytusowy
- statyw do probówek

Odczynniki:

- roztwór mocznika
- roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)
- roztwór wodorotlenku sodu

Do probówki wlej 2 cm³ roztworu mocznika i ogrzewaj ją do wrzenia., Po ostudzeniu w zlewce z zimną wodą dodaj 2 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu i kilka kropli roztworu siarczanu(VI) miedzi(II).

Probówkę lekko wstrząśnij. Obserwuj zmiany zachodzące w probówce.

VII-3. Badanie amfoterycznego charakteru glicyny

Sprzęt:

- 3 probówki
- statyw na probówki

Odczynniki:

- glicyna
- ~5% roztwór wodorotlenku sodu
- ~5% roztwór kwasu solnego
- fenoloftaleina
- papierek uniwersalny

Do roztworu zawierającego 0.5 g glicyny w 5 cm³ wody dodawaj kroplami 5% roztwór wodorotlenku sodu, zabarwionego kroplą fenoloftaleiny. Obserwuj zmiany zabarwienia wskaźnika.

Do 2 probówek wlej po około 3 cm³ wody, po czym w pierwszej z nich rozpuść 0,5 g glicyny. Następnie do każdej z probówek wprowadź po 0,5 cm³ 5% kwasu solnego i zbadaj odczyny za pomocą papierka uniwersalnego. Porównaj barwę papierka w probówce z glicyną i kwasem.

VII-4. Reakcje charakterystyczne dla białek

Sprzęt:

- zlewka 250 cm³
- 2 probówki
- pipeta

Odczynniki:

- białko jaja kurzego
- stężony kwas azotowy(V)
- roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)
- roztwór wodorotlenku sodu.

Białko otrzymane z jednego jajka kurzego rozpuść w 100 cm³ wody. Roztwór ten wykorzystaj do doświadczeń 4, 5 i 6.

a) reakcja ksantoproteinowa

Do probówki wlej 2 cm³ przygotowanego roztworu białka i dodaj pipetą kroplę stężonego kwasu azotowego(V). Obserwuj zmiany.

b) reakcja biuretowa

Do probówki wlej 2 cm³ przygotowanego roztworu białka po czym dodaj 2 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu i kilka kropli rozcieńczonego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II).

Probówkę lekko wstrząśnij. Obserwuj zmiany zachodzące w probówkach.

VII-5. Wysalanie i denaturacja białka

Sprzęt:

- 5 probówek
- łąpa drewniana do probówek
- palnik spirytusowy
- statyw do probówek

Odczynniki:

- roztwór białka
- nasycony roztwór siarczanu(VI) amonu
- 5% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)
- stężony kwas siarkowy(VI)
- etanol

Do 5 probówek wlej po 2 cm³ białka. Następnie do kolejnych probówek dodaj po kilka kropli:

a) 2 cm³ nasyconego roztworu siarczanu(VI) amonu

b) 5% roztworu siarczanu(VI) miedzi(II)

c) stężonego kwasu siarkowego(VI)

d) etanolu

e) ostatnią probówkę ogrzej do wrzenia.

Następnie do każdej z probówek wlej po kilka cm³ wody i lekko wstrząśnij.

VII-6. Badanie składu pierwiastkowego białka

Sprzęt:

- probówka
- łąpa do probówek
- palnik

Odczynniki:

- roztwór wodorotlenku sodu
- roztwór Pb(NO₃)₂
- białko jajka kurzego

a) Do probówki wlej niewielką ilość roztworu białka jajka, a następnie dodaj ostrożnie 1 cm³ stężonego roztworu wodorotlenku sodu. Probówkę ogrzewaj w płomieniu palnika (ostrożnie, aby mieszanina nie wytrysnęła z probówki). U wylotu probówki umieść zwilżony papierek uniwersalny. Obserwuj zmianę zabarwienia papierka uniwersalnego. Sprawdź zapach wydzielającego się gazu.

b) Następnie do tej samej probówki dodaj kilka kropli roztworu azotanu(V) ołowiu(II). Zawartość probówki wstrząśnij. Obserwuj zachodzące zmiany.

WYKAZ SPRZĘTU I ODCZYNNIKÓW

Sprzęt do pokazu:

- polarymetr (z kuetą pomiarową)
- 4 zlewki
- cylinder 100 cm³
- stoper

Odczynniki do pokazu:

- 1 M roztwór fruktozy
- 1 M roztwór glukozy
- 1 M roztwór sacharozy
- 6 M roztwór HCl

Sprzęt – zestaw indywidualny:

- 4 probówki
- palnik spirytusowy
- 2 szalki Petriego
- pipetka

Odczynniki:

- ~5% roztwór CuSO₄
- 5% roztwór NaOH
- roztwór glukozy
- roztwór fruktozy
- roztwór sacharozy
- stężony H₂SO₄
- roztwór jodu w KI
- sacharoza (cukier w kostkach)
- mąka pszenna,
- chleb
- ziemniak
- banan
- jabłko
- twarożek
- jogurt
- „cukier puder
- bibuła filtracyjna

VIII-1. POKAZ: Czynność optyczna cukrów. Hydroliza sacharozy

Sprzęt:

- polarymetr
- zlewka
- cylinder 100 cm³
- stoper

Odczynniki:

- 1 M roztwór fruktozy
- 1 M roztwór glukozy
- 1 M roztwór sacharozy
- 6 M roztwór HCl

Zmierz przy pomocy polarymetru kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła dla jednomolowych roztworów glukozy, fruktozy, mieszaniny glukozy i fruktozy w stosunku molowym 1:1 oraz sacharozy.

Wyniki zanotuj w tabeli 1.

Do kuwety pomiarowej zawierającej roztwór sacharozy wprowadź niewielką ilość 6 M HCl, zawartość kuwety szybko wymieszaj i odczytaj wartość kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji. Zapisz wynik w tabeli 2, Kolejnych pomiarów dokonuj co 15 min.

Tabela 1

cukier	Kąt α
fruktoza	
glukoza	
fruktoza+glukoza	
sacharoza	

Tabela 2

Czas [min]	Kąt α
0	
15	
30	
45	
60	

Na czym polega czynność optyczna substancji? Jakie cząsteczki mogą być czynne optycznie? Czy mieszanina fruktozy i sacharozy wykazuje taką samą skręcalność jak sacharoza?

Jakiej reakcji ulega sacharoza pod wpływem kwasu solnego?

VIII-2. Reakcja cukrów z wodorotlenkiem miedzi(II)

Sprzęt:

- 3 probówki
- palnik spirytusowy

Odczynniki:

- ~2% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)
- roztwór wodorotlenku sodu
- roztwór glukozy
- roztwór fruktozy
- roztwór sacharozy

Do 3 ponumerowanych probówek wlej około 1 cm³ 2% roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), a następnie dodawaj stopniowo roztwór wodorotlenku sodu, aż do wytrącenia się osadu.

Do probówek z tak otrzymanym osadem wlej po ok. 2 cm³ roztworów cukrów:

do pierwszej – roztwór glukozy, do drugiej – roztwór fruktozy, do trzeciej – roztwór sacharozy. Każdą probówkę silnie wstrząśnij. Zaobserwuj zmiany zachodzące w probówkach.

Następnie umieść probówki w gorącej łaźni wodnej. Zaobserwuj zmiany.

VIII-3. Badanie składu pierwiastkowego cukrów

Sprzęt:

- szalka Petriego
- pipetka

Odczynniki:

- sacharoza (cukier w kostkach)
- chleb
- bibuła filtracyjna
- stężony kwas siarkowy(VI)

Na szalce Petriego umieść kostkę cukru, okruszek chleba, kawałek bibuły. Na każdą próbkę nanieś kroplę stężonego kwasu siarkowego(VI). Odstaw szalkę na kilka minut. Obserwuj zachodzące zmiany.

VIII-4. Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych za pomocą płynu Lugola

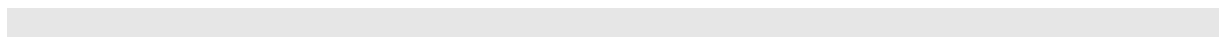
Sprzęt:

- szalka Petriego
- pipetka

Odczynniki:

- roztwór jodu w KI
- mąka pszenna
- chleb
- ziemniak
- banan
- jabłko
- twarożek
- jogurt
- „cukier puder”

Na szalce Petriego umieść małe próbki produktów spożywczych. Na każdą próbkę nanieś pipetką kilka kropli płynu Lugola (roztwór jodu w jodku potasu). Obserwuj zabarwienie próbek. Które produkty zawierają skrobię?





Projekt Innowacyjny

„Chemia – wiem, umiem, rozumiem”

Program Operacyjny Kapitał Ludzki

Priorytet III. Wysoka jakość systemu oświaty

Działanie 3.3 Poprawa jakości kształcenia

Nr Projektu WND-POKL.03.03.04-00-081/10

Nr umowy dofinansowania UDA-POKL.03.03.04-00-081/10-01

Materiały opracowane przez Zespół w składzie:

Grażyna Barcińska, Małgorzata Krasnodębska, Barbara Kwiatkowska, Magdalena Mamrot, Joanna Przybyłek, Bożena Walenciej, Małgorzata Wieczorek, Grażyna Zdunek, Iwona Kiersztyn, Barbara Pezler.

Opracowując instrukcje do ćwiczeń korzystano z następujących źródeł:

W. Danikiewicz, *Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część III. Chemia organiczna + DVD*, Wydawnictwo Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 2012.

H. Gulińska, K. Kuśmierczyk, *Po prostu chemia*, WSiP Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2012.

R. Hassa, A. Mrzigod, J. Mrzigod, *To jest chemia Zakres podstawowy Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych + CD*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa 2012

J. Kulig, J. Bednarczyk, *Wybrane doświadczenia dla licealistów*, Wydawnictwo MAC EDUKACJA S.A., Kielce 2003.

M. Litwin, Sz. Styka-Wlazło, J. Szymońska, *Chemia ogólna i nieorganiczna. Kształcenie ogólne w zakresie podstawowym i rozszerzonym. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa 2005.

K. Pazdro, *Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część II*, Wydawnictwo Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 2009.

M. Poźniczek, Z. Kluz, *Wybieram chemię I*, Wydawnictwo Zamkor, Kraków.

R. Piosik, E. Kowalik, *Chemia środków czystości*, Chemia w szkole Nr 4/2009.

K. Łopata, *Chemia a środowisko – zbiór ciekawych doświadczeń*, WSiP Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1994.

Z. Matysik, B. Lenarcik, A. Bujewski, *Zbiór doświadczeń z chemii organicznej*, PZWS, Warszawa 1969.

CZŁOWIEK – NAJLEPSZA INWESTYCJA