

EKSPERYMENT
CHEMICZNY
W
KSZTAŁCENIU
FAKULTATYWNYM

ANDRZEJ BUREWICZ PIOTR JAGODZIŃSKI ROBERT WOLSKI

EKSPERYMENT
CHEMICZNY
W
KSZTAŁCENIU
FAKULTATYWNYM

ZAKŁAD DYDAKTYKI CHEMII UAM
POZNAŃ 2005

Andrzej Burewicz Piotr Jagodziński Robert Wolski

Eksperyment chemiczny
w kształceniu fakultatywnym

Recenzent:
Prof. dr hab. Stefan Lis

Projekt okładki:
Piotr Jagodziński Robert Wolski

Zakład Dydaktyki Chemii UAM
Poznań 2005

Ryciny pochodzą z książki:
Technik der anorganischen Experimentalchemie
Autorstwa Rudolfa Arendta, Hamburg und Leipzig 1910

ISBN 83-8972319-0

WSTĘP

W ramach zajęć fakultatywnych na Wydziale Chemii UAM realizowany jest przedmiot „Eksperyment chemiczny”, który obejmuje wykłady i ćwiczenia laboratoryjne.

Trwałe zainteresowanie naszych studentów tym przedmiotem z jednej strony, a z drugiej też duże zainteresowanie uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, którzy uczestniczą w „spotkaniach z chemią”, organizowanych od wielu lat przez Zakład Dydaktyki Chemii UAM, zachęciło nas do opracowania zestawu tych eksperymentów w formie drukowanej.

Eksperymentator pracując w laboratorium z substancjami chemicznymi musi zdawać sobie sprawę z odpowiedzialności, jaka na nim ciąży w kontekście własnego bezpieczeństwa jak i osób przyglądających się tym doświadczeniom. Ta świadomość zmusza go do opanowania zasad bezpiecznej pracy w laboratorium, które obowiązują w naszym kraju. Dlatego też w pierwszych rozdziałach omówiliśmy zasady bezpiecznej pracy oraz zasady składowania i utylizacji odpadów laboratoryjnych, a w części merytorycznej prezentujemy eksperymenty, które podzieliliśmy na kilka działów takich, jak:

Chemiczne reakcje barwne;

Reakcje utleniania-redukcji;

Efekty energetyczne różnych reakcji chemicznych;

Reakcje chemiczne o znaczeniu analitycznym;

Reakcje zubożenia;

Reakcje powstawania gazów;

Chemia w naszym otoczeniu;
Pochodne węglowodorów – cukry;
Reakcje fotochemiczne i procesy fotograficzne;
Reakcje strącania osadów.

Oddajemy w ręce naszych czytelników zbiór eksperymentów chemicznych, które po opanowaniu prostych czynności laboratoryjnych można wykonać samodzielnie, zgodnie z obowiązującymi przepisami bezpieczeństwa w tym zakresie, najlepiej w obecności nauczyciela.

Życzymy czytelnikom twórczego niepokoju i zadowolenia z dobrze wykonanego eksperymentu.

Autorzy

Spis treści

I. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym

1. Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym	13
1.1. Oznaczenia odczynników chemicznych ze względu na niebezpieczeństwo	14
1.1.1. Symbole zagrożeń określające rodzaje materiałów niebezpiecznych (piktogramy w kolorze żółto-pomarańczowym)	15
1.2. Informacje o rodzaju niebezpieczeństwa (zagrożenia)	17
1.2.1. Kombinacje symboli i opisów	19
1.3. Wybrane porady związane z bezpieczeństwem w pracowni chemicznej	23
1.3.1. Kombinacje symboli i opisów dotyczących porad bezpieczeństwa	25

II. Praca w laboratorium chemicznym

1. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym	29
1.1. Odzież ochronna w laboratorium	29
1.2. Przeciwdziałanie powstawaniu ładunków elektrostatycznych w laboratorium chemicznym	29
1.3. Przenoszenie narażonych na rozbicie naczyń z odczynnikami chemicznymi	30
1.4. Ogrzewanie	30
1.5. Chłodzenie	31
1.6. Destylacja	31
1.7. Ekstrakcja	32
1.8. Praca z substancjami wybuchowymi	32
1.9. Praca z rtęcią	33
1.10. Bezpieczne przechowywanie odczynników chemicznych	33
1.10.1. Odczynniki wrażliwe na wilgoć	33
1.10.2. Odczynniki ulegające utlenieniu	34
1.10.3. Odczynniki wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza w laboratorium	34
1.10.4. Odczynniki wrażliwe na polimeryzację	34
1.10.5. Odczynniki wrażliwe na temperaturę	35
1.10.6. Sole zawierające wodę krystalizacyjną	35
1.10.7. Odczynniki łatwo tworzące dymy (opary)	35

III. Składowanie i utylizacja odpadów laboratoryjnych

1. Składowanie i utylizacja odpadów laboratoryjnych	39
1.1. Magazynowanie odpadów chemicznych	39
1.2. Neutralizacja i utylizacja odpadów chemicznych	40

IV. Chemiczne reakcje barwne

1. Suchy lód i wskaźniki	49
2. Badanie zmiany równowagi chemicznej na przykładzie rodankowych kompleksów żelaza(III)	50
3. Ilustracja prawa zachowania masy	50

4. Pięć barw z jednego roztworu	51
5. Zielone — czerwone — żółte	52
6. Dwukolorowy zegar formaldehydowy	52
7. Proste rozdzielanie soli kobaltu i niklu	54
8. Kolory tęczy	54
9. Wielobarwny wanad	55
10. Wpływ wodnych roztworów różnych substancji na barwnik czerwonej kapusty	56

V. Reakcje utleniania-redukcji

1. Związki chemiczne manganu(II) oraz utlenianie wodorotlenku manganu(II) do wodorotlenku manganu(IV)	61
2. Właściwości chemiczne aldehydu mrówkowego i glukozy	61
3. Reakcja stężonego i rozcieńczonego kwasu azotowego(V) z miedzią	62
4. Reakcja manganianu(VII) potasu z nadtlutkiem wodoru	63
5. Chemiczne właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI)	63
6. Kropla rtęci i elektrony	64
7. Utleniające właściwości stężonego kwasu azotowego(V)	64
8. Reakcja chemiczna nadtlutku wodoru z jodkami	65
9. Utlenianie alkoholu metylowego	66
10. Badanie zależności szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów	66

VI. Efekty energetyczne różnych reakcji chemicznych

1. Działanie jodu na magnez	71
2. Reakcje silnie endotermiczne	71
3. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji chemicznej	72
4. Spalanie magnezu w parze wodnej	72
5. Błyskawice w zlewce	73
6. Reakcja chemiczna manganianu(VII) potasu z glicerolem	74
7. Fajerwerki zapalane lodem	74
8. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych triazotanu(V) celulozy	75
9. Reakcja chemiczna rozkładu jodku azotu(III)	76
10. Proch dymny	76
11. Barwne ognie bengalskie	77

VII. Reakcje chemiczne o znaczeniu analitycznym

1. Analiza płomieniowa	81
2. Badanie higroskopijnych właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI).	82
3. Asocjacja tlenku azotu(IV)	82
4. Wykrywanie nikotyny metodą mikrokryształiczną	83
5. Reakcja charakterystyczna jonów siarczanowych(VI)	84
6. Reakcja charakterystyczna jonu azotanowego(V) (reakcja z utworzeniem obrączki)	84
7. Przygotowanie koloidowego roztworu wodorotlenku żelaza(III) i kałafonii.	85
8. Wyznaczenie stałej dysocjacji kwasu octowego	86
9. Właściwości stężonego kwasu azotowego(V)	86

10. Odmiany alotropowe siarki	87
11. Identyfikacja analityczna kwasu solnego i chlorków	88

VIII. Reakcje zobojętniania

1. Płonący żel	91
2. Reakcja tlenku cynku z kwasem i wodorotlenkiem	91
3. Miareczkowanie alkacymetryczne	92
4. Otrzymywanie wodorotlenku glinu i badanie jego właściwości	93
5. Działanie tlenku węgla(IV) na wodny roztwór wodorotlenku wapnia	93
6. Reakcje chemiczne węglanów z kwasami	94
7. Reakcje chemiczne w fazie gazowej- tworzenie dymu chlorku amonu	95
8. Działanie kwasu chlorowodorowego na zasadę sodową w obecności wskaźnika	95
9. Otrzymywanie szczawianu sodu i badanie jakości wody wodociągowej	96

IX. Reakcje powstawania gazów

1. Reakcja nadtlenku wodoru z manganianem(VII) potasu	99
2. Otrzymywanie tlenu i wodoru w aparacie Hofmanna	99
3. Spalanie siarki w powietrzu. Badanie produktu spalania siarki	100
4. Otrzymywanie azotu z chlorku amonu i azotanu(III) sodu	101
5. Otrzymywanie tlenu i spalanie wybranych pierwiastków w tlenie	101
6. Otrzymywanie wodoru w reakcji kwasu z metalem	102
7. Otrzymywanie tlenku węgla(IV) z węglanów i spalanie magnezu w otrzymanym gazie	103
8. Reakcja chemiczna tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym	103
9. Jakie produkty powstaną w reakcji chemicznej karbidu z wodą?	104
10. Otrzymywanie chloru i spalanie miedzi w chlorze	105

X. Chemia w naszym otoczeniu

1. Otrzymywanie żywicy fenolowo-formaldehydowej	109
2. Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej	109
3. Depolimeryzacja poli(metakrylanu metylu) - "szkła organicznego" i polimeryzacja otrzymanego monomeru	110
4. Tradycyjny wyrób mydła	110
5. Wykrywanie fosforanów w proszkach do prania	111
6. Wykrywanie witaminy C w soku kiszzonej kapusty	112
7. Badanie zawartości aldehydu mrówkowego w dymie papierosowym	113
8. Wykrywanie fenolu w ściekach	114
9. Otrzymywanie poliuretanów	114
10. Otrzymywanie żywicy poliestrowej (polistyrenowej)	115

XI. Pochodne węglowodorów - cukry

1. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z bromem	119
2. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z wodorotlenkiem miedzi(II)	119
3. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z odczynnikiem Tollensa	120
4. Odróżnianie glukozy od fruktozy	121
5. Hydroliza sacharozy i badanie produktów hydrolizy	121

6. Hydroliza skrobi i badanie produktów hydrolizy	122
7. Reakcja charakterystyczna skrobi	122
8. Badanie produktów hydrolizy celulozy	123
9. Spalanie cukru w obecności katalizatora	123
10. Dehydratacja sacharozy	124

XII. Reakcje fotochemiczne i procesy fotograficzne

1. Cyjanotypia	127
2. Otrzymywanie chlorku srebra i jego fotochemiczny rozkład	127
3. Otrzymywanie bromku srebra i jego fotochemiczny rozkład	128
4. Reakcja ciekłego alkanu z bromem	129
5. Sepiowanie czarnobiałej fotografii	129
6. Wywoływanie obrazu srebrowego	130
7. Na czym polega proces chemiczny utrwalania obrazu srebrowego?	130
8. Fotogramy cytrynianowe	131
9. Reakcja usuwania obrazu srebrowego z fotografii	132
10. Fotochemiczna redukcja barwnika tiazynowego	132

XIII. Reakcje strącania osadów

1. Termiczny rozkład wodorotlenku miedzi(II)	137
2. Reakcje wodorotlenków litowców z solami miedzi(II), ołowiu(II) i żelaza(III)	137
3. Żółty deszcz kryształów jodku ołowiu(II)	138
4. Odwracalna niebiesko-żółta reakcja	139
5. Strącanie węglanów i siarczanów(VI) z roztworów soli	140
6. Reakcja chemiczna otrzymywania wodorotlenku żelaza(III) i wodorotlenku magnezu	140
7. Modelowanie równań reakcji strącaniowych	141
8. Tiosiarczan(VI) sodu i zachodzące słońce	142
9. Otrzymywanie szczawianu żelaza(II)	142
10. Reakcja otrzymywania gipsu	143

Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium







1. Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym

Praca w laboratorium chemicznym, ciekawa i frapująca, jest jednak związana z określonym niebezpieczeństwem i zagrożeniem zarówno dla eksperymentatora, jak i otoczenia. Zagrożenie to można w znacznym stopniu zredukować. Wymaga to rozsądku, określonej wiedzy, umiejętności eksperymentowania oraz odpowiedniego wyposażenia.

Każde laboratorium chemiczne powinno być zaopatrzone w środki zapewniające bezpieczeństwo osobom w nim pracującym. Do wyposażenia zapewniającego bezpieczeństwo należą: dobrze działające wyciągi, ekrany ochronne, okulary ochronne, rękawice i fartuchy ochronne, maski przeciwgazowe i respiratory, gaśnice, koce gaśnicze, piasek gaśniczy, ewentualnie hydranty przeciwpożarowe i urządzenia zraszające, apteczka pierwszej pomocy oraz naczynie (kieliszek) do płukania oczu. Wyjścia ewakuacyjne powinny być wyraźnie oznaczone, a przy najbliższym aparacie telefonicznym wywieszone numery telefonów pogotowia ratunkowego i straży pożarnej. Każda osoba podejmująca pracę w laboratorium powinna dokładnie zapoznać się z wyposażeniem zapewniającym bezpieczeństwo oraz z zasadami zachowania się podczas ewentualnych wypadków. Należy także przestudiować instrukcje bezpieczeństwa pracy obowiązujące w laboratorium. Ryzyko wypadku można zminimalizować poprzez stosowanie się do wszystkich obowiązujących instrukcji bezpiecznej pracy oraz dokładne poznanie właściwości używanych związków chemicznych. Jeżeli, mimo wszystko, zdarzy się wypadek, jego konsekwencje mogą być ograniczone do minimum poprzez stosowanie odpowiednich zabezpieczeń. Jeżeli zaistnieją jakiegokolwiek wątpliwości odnośnie do bezpiecznego stosowania poszczególnych odczynników chemicznych lub substancji pomocniczych, a także używanych przyrządów i urządzeń, należy zasięgnąć porady u osoby kierującej laboratorium.

Aby zapobiegać wypadkom podczas pracy w laboratorium, należy przestrzegać następujących zasad:

- pod żadnym pozorem nie zażywać chemicznych odczynników



laboratoryjnych,

- podczas pracy z chemikaliami należy zawsze zakładać odzież ochronną,
- wszystkie prace ze związkami łatwopalnymi i toksycznymi należy prowadzić pod wyciągiem,
- unikać kontaktów odczynników chemicznych ze skórą, śluzówkami i oczami (okulary ochronne),
- w laboratorium chemicznym obowiązuje bezwzględne stosowanie okularów ochronnych,
- nie ogrzewać palnych rozpuszczalników płomieniem gazowym,
- jeżeli odzież weszła w kontakt ze znaczną ilością chemikaliów, należy natychmiast ją zdjąć,
- w laboratorium chemicznym pod żadnym pozorem nie można jeść, pić, ani palić papierosów, ze względu na niebezpieczeństwo wystąpienia zatrucia lub pożaru,
- jeżeli osoba pracująca w laboratorium, a szczególnie osoba biorąca udział w wypadku, źle się czuje (np. bóle głowy, zawroty głowy, nudności, wymioty), należy natychmiast skonsultować się z lekarzem.

1.1. Oznaczenia odczynników chemicznych ze względu na niebezpieczeństwo

W krajach Wspólnoty Europejskiej stosowane są następujące typy oznaczeń:

- symbole zagrożeń (piktogramy) określające rodzaje niebezpiecznych materiałów,
- informacje o rodzaju niebezpieczeństwa, oznaczane literą R (risk information) z odpowiednimi liczbami precyzującymi bardziej szczegółowo typ zagrożenia,
- porady bezpieczeństwa oznaczone literą S (safety advice) z odpowiednimi liczbami wskazującymi na sposób obchodzenia się z odczynnikiem wraz z dodatkowymi informacjami.



1.1.1. Symbole zagrożeń określające rodzaje materiałów niebezpiecznych (piktogramy w kolorze żółto-pomarańczowym)



PIKTOGRAM E — (Explosive) - materiał wybuchowy (grożący eksplozją). Piktogram uprzedza: substancja nawet bez tlenu atmosferycznego wybuchu (reaguje egzotermicznie) w określonych warunkach. Środki ostrożności: unikać uderzeń, wstrząsów, tarcia, iskrzenia, ogrzewania oraz kontaktu z ogniem. Np. 2,4,6-trinitrofenol (kwas pikrynowy).



PIKTOGRAM O — (Oxidising) - materiał utleniający, łatwopalny, sprzyjający zapłonowi. Piktogram uprzedza: substancja jest silnym utleniaczem, podtrzymującym palenie. W zetknięciu z palnymi substancjami może spowodować zapłon. Sprzyja także utrzymywaniu się ognia substancji już płonących i przeszkadza w walce z ogniem. Środki ostrożności: unikać wszelkich kontaktów z palnymi materiałami. Na przykład nadtlenek sodu, manganian(VII) potasu.



PIKTOGRAM F+ — Extremely flammable - materiał nadzwyczaj łatwopalny. Piktogram uprzedza: materiał jest cieczą o temperaturze zapłonu poniżej 0°C i temperaturze wrzenia poniżej 35°C, lub jest gazem lub mieszaniną gazów (włączając gazy skroplone), które łatwo zapalają się w powietrzu pod normalnym ciśnieniem i w temperaturze pokojowej. Środki ostrożności: unikać jakichkolwiek kontaktów ze źródłem ognia oraz unikać tworzenia się mieszanin zapalających z powietrzem. Trzymać z dala od źródła ciepła i iskrzenia.



PIKTOGRAM F — Flammable - materiał łatwopalny. Piktogram uprzedza: substancja samozapalająca się lub zapalająca się w kontakcie z powietrzem. Środki ostrożności: unikać kontaktu z powietrzem. Na przykład biały fosfor, alkiloglin; substancja wrażliwa na wilgoć, tworząca w kontakcie z wodą palne gazy. Środki ostrożności: unikać kontaktu z wodą i wilgocią. Na przykład sól; ciecz z temperaturą zapłonu poniżej 21°C. Środki ostrożności: unikać kontaktu z wszelki-



mi źródłami zapłonu (ogień, iskry, źródła ciepła). Na przykład aceton; materiały ulegające zapaleniu po krótkotrwałym kontakcie ze źródłem ognia. Środki ostrożności: unikać kontaktu z wszelkimi źródłami zapłonu (ogień, iskry, źródła ciepła). Na przykład propan, butan.



PIKTOGRAM Xn — Harmful - materiał szkodliwy.

Piktogram uprzedza: po wprowadzeniu do organizmu przez wdychanie poprzez przewód pokarmowy oraz w wyniku penetracji przez skórę materiał stanowi zagrożenie dla zdrowia. Długotrwała ekspozycja może powodować nieodwracalne szkody w organizmie. Środki ostrożności: nie wdychać par, unikać kontaktu ze skórą. W wypadku objawów zatrucia (złe samopoczucie) skontaktować się z lekarzem. Na przykład pirydyna, kwas szczawiowy.



PIKTOGRAM Xi — Irritant - materiał drażniący.

Piktogram uprzedza: substancja drażni skórę, oczy i układ oddechowy. Środki ostrożności: nie wdychać par, chronić oczy, unikać kontaktu ze skórą. Na przykład bromek benzylu, chlorek benzylu.



PIKTOGRAM T+ — Very toxic - materiał bardzo toksyczny.

Piktogram uprzedza: materiał jest bardzo toksyczny. Inhalacja, połknięcie lub absorpcja przez skórę powoduje poważne schorzenie, a w niektórych wypadkach śmierć lub kalectwo. Środki ostrożności: nie wdychać par, unikać wszelkich kontaktów ze skórą i śluzówkami. W przypadku objawów zatrucia skontaktować się z lekarzem. Na przykład tal i jego związki.



PIKTOGRAM T — Toxic - materiał toksyczny.

Piktogram uprzedza: substancja jest toksyczna. Środki ostrożności: nie wdychać par, unikać kontaktów ze skórą i śluzówkami. W przypadku objawów zatrucia skontaktować się z lekarzem. Na przykład anilina.



PIKTOGRAM C — Corrosive - materiał żrący. Piktogram uprzedza: materiał w kontakcie z żywymi tkaninami oraz wyposażeniem laboratoryjnym powoduje zniszczenia. Środki ostrożności: nie wdychać oparów, unikać kontaktu ze skórą, oczami i odzieżą. W razie złego samopoczucia skontaktować się z lekarzem. Na przykład brom, kwas siarkowy(VI), fluorowodór, kwas azotowy(V).



PIKTOGRAM N — Dangerous for the environment - materiał niebezpieczny dla środowiska. Piktogram uprzedza: materiał wprowadzony do środowiska powoduje zmiany w równowadze biologicznej. Sam materiał lub produkty jego rozpadu mogą oddziaływać na różne obszary zarówno środowiska wodnego, jak i bezwodnego. Środki ostrożności: nie dopuszczać do rozprzestrzenienia się w glebie, nie wprowadzać do systemu kanalizacyjnego. Przestrzegać specjalnych instrukcji utylizacji. Na przykład tetrachlorometan.

W katalogach, a także na opakowaniach odczynników niektórych firm, podawane są na przykład dawki śmiertelne lub stężenia śmiertelne. Niekiedy podawane są tak zwane maksymalne limity ekspozycji MEL (maximum exposure limit) w mg/m^3 . MEL określa maksymalne dopuszczalne stężenie związku w powietrzu przy założeniu 40 godzinnego tygodnia i 8 godzinnego dnia pracy.

1.2. Informacje o rodzaju zagrożenia

Informacje o zagrożeniach oznaczane literą R wraz z określonymi liczbami, precyzują niebezpieczeństwa związane z ekspozycją organizmu ludzkiego na dany odczynnik. Oto zestawienie oznaczeń R:

- R 1 Wybuchowy w stanie suchym
- R 2 Zagrożenie wybuchem pod wpływem wstrząsu, uderzenia, ognia lub innych źródeł zapłonu
- R 3 Wyjątkowe zagrożenie wybuchem pod wpływem wstrząsu, uderzenia ognia lub innych źródeł zapłonu
- R 4 Tworzy bardzo wrażliwe, wybuchowe związki metaliczne
- R 5 Ogrzewanie może spowodować wybuch



- R 6 Wybuchowy zarówno z dostępem, jak i bez dostępu powietrza
- R 7 Stanowi zagrożenie pożarowe
- R 8 W kontakcie z materiałem palnym stanowi zagrożenie pożarowe
- R 9 Wybuchowy w mieszaninie z materiałem palnym
- R10 Palny
- R11 Łatwopalny
- R12 Wyjątkowo łatwopalny
- R14 Reaguje gwałtownie z wodą
- R15 Kontakt z wodą powoduje wydzielanie wyjątkowo łatwo palnych gazów
- R16 Wybuchowy w mieszaninie z gazami utleniającymi
- R17 Samorzutnie zapala się na powietrzu
- R18 Może tworzyć palne/wybuchowe mieszaniny par z powietrzem
- R19 Może tworzyć wybuchowe nadtlenki
- R20 Szkodliwy przy wdychaniu
- R21 Szkodliwy w kontakcie ze skórą
- R22 Szkodliwy po spożyciu
- R23 Toksyczny przy wdychaniu
- R24 Toksyczny w kontakcie ze skórą
- R25 Toksyczny po spożyciu
- R26 Bardzo toksyczny przy wdychaniu
- R27 Bardzo toksyczny w kontakcie ze skórą
- R28 Bardzo toksyczny po spożyciu
- R29 W kontakcie z wodą uwalnia toksyczne gazy
- R30 Może stać się bardzo łatwopalny w czasie użycia
- R31 W kontakcie z kwasami uwalnia toksyczny gaz
- R32 W kontakcie z kwasami uwalnia bardzo toksyczny gaz
- R33 Niebezpieczny z powodu kumulowania szkodliwych efektów
- R34 Powoduje oparzenia
- R35 Powoduje dotkliwe oparzenia
- R36 Drażniący oczy
- R37 Drażniący układ oddechowy
- R38 Drażniący skórę
- R39 Niebezpieczny z powodu bardzo groźnych nieodwracalnych zmian



- R40 Możliwe zagrożenie z powodu nieodwracalnych zmian
- R41 Niebezpieczeństwo poważnego uszkodzenia oczu
- R42 Wdychany może powodować uczulenie
- R43 Może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą
- R44 Niebezpieczeństwo wybuchu podczas ogrzewania w zamkniętym naczyniu
- R45 Może być rakotwórczy
- R46 Może powodować uszkodzenia materiału dziedziczenia genetycznego.
- R47 Może powodować ułomność
- R48 Niebezpieczny dla zdrowia w czasie przedłużonej ekspozycji
- R49 Wdychany może być rakotwórczy
- R50 Bardzo toksyczny dla organizmów żyjących w wodzie
- R51 Toksyczny dla organizmów żyjących w wodzie
- R52 Szkodliwy dla organizmów żyjących w wodzie
- R53 Może powodować długotrwałe niekorzystne skutki dla środowiska wodnego
- R54 Toksyczny dla flory
- R55 Toksyczny dla fauny
- R56 Toksyczny dla organizmów żyjących w glebie
- R57 Toksyczny dla pszczoł
- R58 Może powodować długotrwałe niekorzystne skutki dla środowiska naturalnego
- R59 Niebezpieczny dla warstwy ozonowej
- R60 Może zaburzać proces zapłodnienia
- R61 Może powodować uszkodzenia płodu
- R62 Możliwe zagrożenie zaburzenia procesu zapłodnienia
- R63 Możliwe zagrożenie uszkodzenia płodu
- R64 Może być szkodliwy dla dzieci karmionych piersią
- R65 Szkodliwy: po spożyciu może powodować uszkodzenie płuc

1.2.1. Zestaw symboli i opisów

R14/15 Reaguje gwałtownie z wodą wydzielając wyjątkowo łatwopalny gaz



- R15/29 W kontakcie z wodą uwalnia wyjątkowo łatwopalne gazy
- R20/21 Szkodliwy przy wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R20/21/22 Szkodliwy przy wdychaniu, po spożyciu i w kontakcie ze skórą
- R20/22 Szkodliwy przy wdychaniu i po spożyciu
- R21/22 Szkodliwy po spożyciu i w kontakcie ze skórą
- R23/24 Toksyczny przy wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R23/24/25 Toksyczny przy wdychaniu, w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R23/25 Toksyczny przy wdychaniu i po spożyciu
- R24/25 Toksyczny w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R26/27 Bardzo toksyczny przy wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R26/27/28 Bardzo toksyczny przy wdychaniu, w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R26/28 Bardzo toksyczny przy wdychaniu i po spożyciu
- R27/28 Bardzo toksyczny w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R36/37 Drażniący oczy i układ oddechowy
- R36/37/38 Drażniący oczy, układ oddechowy i skórę
- R36/38 Drażniący oczy i skórę
- R37/38 Drażniący układ oddechowy i skórę
- R39/23 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu
- R39/23/24 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R39/23/24/25 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu, w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R39/23/25 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na szereg nieodwracalnych zmian przy wdychaniu i po spożyciu
- R39/24 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany w kontakcie ze skórą
- R39/24/25 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R39/25 Toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany po spożyciu



- R39/26 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu
- R39/26/27 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R39/26/27/28 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu, w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R39/26/28 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany przy wdychaniu i po spożyciu
- R39/27 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany w kontakcie ze skórą
- R39/27/28 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany w kontakcie ze skórą i po spożyciu
- R39/28 Bardzo toksyczny: niebezpieczny ze względu na nieodwracalne zmiany po spożyciu
- R40/20 Szkodliwy: możliwe niebezpieczeństwo powstania nieodwracalnych zmian przy wdychaniu
- R40/21/22 możliwe niebezpieczeństwo powstania nieodwracalnych zmian w kontakcie i po spożyciu
- R40/22 Możliwe niebezpieczeństwo powstania nieodwracalnych zmian po spożyciu
- R42/43 Może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą i przy wdychaniu
- R48/20 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu
- R48/20/21 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R48/20/21/22 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu, kontakcie ze skórą i układem pokarmowym
- R48/20/22 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu i w kontakcie z układem pokarmowym
- R48/21 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym kontakcie ze skórą
- R48/21/22 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia



- zdrowia przy przedłużonym kontakcie ze skórą i układem pokarmowym
- R48/22 Szkodliwy: niebezpieczeństwo poważnego zagrożenia zdrowia przy przedłużonym kontakcie z układem pokarmowym
- R48/23 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu
- R48/23/24 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu i w kontakcie ze skórą
- R48/23/24/25 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu, kontakcie ze skórą i układem pokarmowym
- R48/23/25 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym wdychaniu i kontakcie z układem pokarmowym
- R48/24 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym kontakcie ze skórą
- R48/24/25 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym kontakcie z układem pokarmowym i skórą
- R48/25 Toksyczny: poważne niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia przy przedłużonym kontakcie z układem pokarmowym
- R50/53 Bardzo toksyczny dla organizmów żyjących w wodzie, może powodować długotrwałe niekorzystne skutki dla środowiska wodnego
- R51/53 Toksyczny dla organizmów żyjących w wodzie, może powodować długotrwałe niekorzystne skutki dla środowiska wodnego
- R52/53 Szkodliwy dla organizmów żyjących w wodzie, może powodować długotrwałe niekorzystne skutki dla środowiska wodnego



1.3. Wybrane informacje związane z bezpieczeństwem w pracowni chemicznej

Porady bezpieczeństwa oznaczone literą **S** wraz z określonymi liczbami zalecają sposoby przechowywania i obchodzenia się z chemikaliami, pozwalające na zachowanie bezpieczeństwa. Niżej przedstawiono zestawienie oznaczeń **S**.

- S1 Przechowywać w zamkniętym miejscu
- S2 Przechowywać w miejscach niedostępnych dla dzieci
- S3 Przechowywać w chłodnym miejscu
- S4 Przechowywać w miejscach niezamieszkałych
- S5 Przechowywać zawartość w: 1 - nafcie, 2 - oleju parafinowym, 3 - wodzie, 4 - metanolu
- S6 Przechowywać zawartość w atmosferze odpowiedniego obojętnego gazu wskazanego przez producenta
- S7 Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty
- S8 Przechowywać pojemnik w suchym miejscu
- S9 Przechowywać pojemnik w dobrze wentylowanym miejscu
- S12 Nie przechowywać pojemnika szczelnie zamkniętego
- S13 Przechowywać z dala od żywności, napojów i karmy dla zwierząt
- S14 Przechowywać z dala od: 1 - substancji łatwopalnych, 2 - silnych kwasów i zasad, 3 - kwasów
- S15 Przechowywać z dala od źródeł ciepła
- S16 Przechowywać z dala od źródeł ognia. Nie palić!
- S17 Przechowywać z dala od materiałów łatwopalnych
- S18 Ostrożnie otwierać i obchodzić się z pojemnikiem
- S20 Zabronione jedzenie i picie w czasie pracy
- S21 W czasie pracy nie palić
- S22 Nie wdychać pyłu
- S23 Nie wdychać gazu, dymu, par, aerozolu
- S24 Unikać kontaktu ze skórą
- S25 Unikać kontaktu z oczami
- S26 W przypadku kontaktu z oczami, przemyć natychmiast dużą ilością wody i konsultować się z lekarzem
- S27 Zrzucić natychmiast zanieczyszczoną odzież
- S28 W przypadku kontaktu ze skórą przemyć natychmiast dużą ilością: 1 - wody, 2 - glikolu polietylenowego 400, 3 - wody



- i mydła, 4 - etanolu
- S29 Nie wylewać do zlewu
- S30 Nigdy nie dolewać wody do tego produktu
- S33 Podjąć odpowiednie środki przeciw wyładowaniom atmosferycznym
- S35 Niniejszy odczynnik i pojemnik muszą być zniszczone w bezpieczny sposób
- S36 Używać odpowiedniej odzieży ochronnej
- S37 Używać odpowiednich rękawic
- S38 W przypadku niewystarczającej wentylacji używać sprzętu do oddychania
- S39 Używać okularów lub maski ochronnej
- S40 Dla oczyszczenia podłogi i wszystkich obiektów zanieczyszczonych tą substancją należy używać środków wskazany przez producenta
- S41 W przypadku pożaru lub wybuchu nie wdychać gazów
- S42 W czasie zadymienia lub rozpylenia używać odpowiedniego sprzętu do oddychania
- S43 W przypadku pożaru używać: 1 - wody, 2 - wody lub środka gaszącego w proszku, 3 - gaśnicy proszkowej, nie używać wody!, 4 - dwutlenku węgla CO₂, nie używać wody!, 6 - piasku, nie używać wody!, 7 - proszku metalicznego ppoż. - nie używać wody!, 8 - piasku, dwutlenku węgla lub gaśnicy proszkowej - nie używać wody!
- S44 W przypadku złego samopoczucia lub wystąpienia niepokojących objawów skontaktować się z lekarzem
- S45 W razie wypadku lub wystąpienia objawów zatrucia, kontaktować się natychmiast z lekarzem i jeżeli jest to możliwe przedstawić mu etykietę stosowanej substancji niebezpiecznej
- S46 W przypadku połknięcia, kontaktować się natychmiast z lekarzem i pokazać mu pojemnik lub etykietę substancji niebezpiecznej
- S47 Przechowywać w temperaturze nie przekraczającej 0°C, 10°C, 50°C
- S48 Przechowywać w stanie zwilżonym: 1 - wodą, 2 - alkoholem etylowym, 3 - alkoholem izopropylowym, 4 - 1,1,2-trichloroetanem



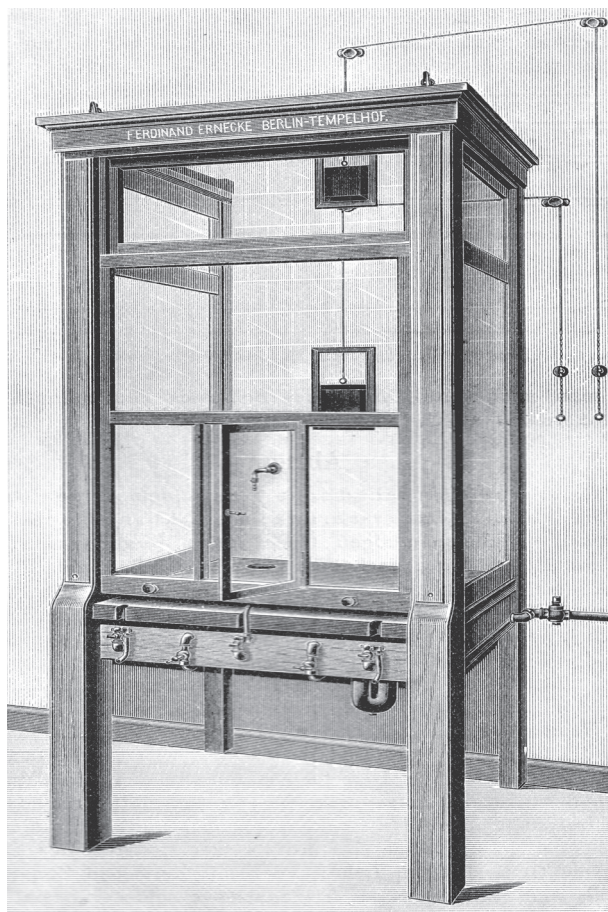
- S49 Przechowywać tylko w oryginalnym opakowaniu
- S50 Nie mieszać z: 1 - kwasami i aminami, 2 - kwasami i zasadami, 3 - kwasami
- S51 Używać tylko w dobrze wentylowanych miejscach
- S52 Nie stosować na dużych powierzchniach w zamkniętych miejscach
- S53 Unikać kontaktu - zapoznać się ze specjalną instrukcją przed użyciem
- S56 Odpadowe ilości i pojemnik przekazać do punktu usuwania substancji niebezpiecznych
- S57 Wykorzystać właściwy pojemnik, aby uniknąć skażenia środowiska
- S59 Zastosować się do wskazówek producenta dotyczących wtórnego wykorzystania
- S60 Substancja i pojemnik muszą być utylizowane jako odpady niebezpieczne
- S61 Unikać skażenia środowiska substancją. Postępować zgodnie z odpowiednią instrukcją
- S62 Jeśli substancja została połknięta, nie powodować wymiotów. Kontaktować się natychmiast z lekarzem, jeżeli to możliwe pokazać lekarzowi pojemnik lub etykietę

1.3.1. Zestaw symboli i opisów dotyczących informacji o bezpieczeństwie

- S1/2 Przechowywać w zamknięciu i w miejscach niedostępnych dla dzieci
- S3/7 Przechowywać pojemnik w chłodnym miejscu szczelnie zamknięty
- S3/9/14 Przechowywać w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu z dala od ... (materiały wykluczające się wskaże producent)
- S3/9/14/49 Przechowywać w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu i w oryginalnym opakowaniu z dala od (materiały wykluczające się wskaże producent)
- S3/9/49 Przechowywać w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu i w oryginalnym opakowaniu

- S3/14 Przechowywać w chłodnym miejscu z dala od...(producent wskaże materiały, które się wykluczają do przechowywania w bezpośrednim sąsiedztwie)
- S7/8 Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty i w suchym miejscu
- S7/9 Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty i w dobrze wentylowanym miejscu
- S7/47 Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w temperaturze nie przekraczającej ... (temperatura zostanie określona przez producenta)
- S20/21 Zabronione jedzenie, picie i palenie w czasie pracy
- S24/25 Unikać kontaktu ze skórą i oczami
- S29/56 Nie wylewać do zlewu, odpadowe ilości i pojemnik przekazać do punktu usuwania substancji niebezpiecznych
- S36/37 Używać odpowiedniej odzieży ochronnej i rękawic
- S36/37/39 Używać odpowiedniej odzieży ochronnej, rękawic i okularów lub maski ochronnej
- S36/39 Używać odpowiedniej odzieży ochronnej i okularów lub maski ochronnej
- S37/39 Używać rękawic i okularów lub maski ochronnej
- S47/49 Przechowywać w oryginalnym opakowaniu w temperaturze nie przekraczającej ... (temperaturę określi producent)

Praca w laboratorium chemicznym







1. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym

Niezbędnym czynnikiem zmniejszającym do minimum ryzyka wypadku jest dokładne poznanie właściwości używanych materiałów. Należy zapoznać się z informacjami o rodzaju niebezpieczeństwa (R) oraz z poradami bezpieczeństwa (S). Poza tym należy przestrzegać wszystkich instrukcji bezpiecznej pracy w laboratorium. Jeżeli mimo wszystko zdarzy się wypadek, jego konsekwencje mogą być zredukowane do minimum poprzez zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń oraz określonego trybu postępowania.

1.1. Odzież ochronna w laboratorium

Podczas pracy w laboratorium chemicznym należy zakładać fartuch ochronny, okulary ochronne i, jeżeli jest to konieczne, rękawice. Fartuch powinien być zapinany na guziki (nie stosować zamków błyskawicznych) i sporządzony z materiału bawełnianego lub wełnianego. Nie należy używać fartuchów uszytych z łatwopalnych materiałów syntetycznych. Jeżeli osoba pracująca w laboratorium chemicznym ma długie włosy to powinna schować je pod bawełnianym czepkiem, a na pewno powinna mieć je spięte. Zapobiega to samozapaleniu się włosów podczas prac przy włączonym palniku. Na czas pracy w laboratorium należy zdejmować biżuterię jak: pierścionki, obrączki, bransolety czy naszyjniki, które mogą ulec zniszczeniu, a także mogą przeszkadzać w ratowaniu osoby pracującej w laboratorium, gdyby zaistniał wypadek.

1.2. Przeciwdziałanie powstawaniu ładunków elektrostatycznych w laboratorium chemicznym

Ładunki elektrostatyczne, gromadzące się między innymi



na plastikowych powierzchniach mogą być przyczyną zapłonu niektórych substancji. Elektrostatyczne ładunki, a co za tym idzie - iskrzenie może powstawać podczas przechodzenia osób izolowanych od ziemi przez nieprzewodzące obuwie lub wykładzinę podłogową. Ładunki elektrostatyczne mogą powstawać podczas napełniania pojemników takimi cieczami jak: cykloheksan, toluen, disiarczek węgla, eter dietylowy. Iskrzenie może mieć miejsce podczas nagłego wydzielania się gazów takich jak: wodór czy acetylen, zawierających rozpylone cząstki rdzy. Należy więc za wszelką cenę przeciwdziałać powstawaniu ładunków elektrostatycznych i unikać iskrzenia. W tym celu ciecze powinno się przelewać powoli wzdłuż ścianek naczynia. Podczas przelewania łatwopalnych cieczy nie można używać metalowych lejków łącznie ze szklanym lub plastikowym pojemnikiem. Powinno stosować się lejki lub wkraplacze sięgające dna napełnianego naczynia, co zapobiega rozpryskiwaniu i parowaniu przelewanej cieczy.

1.3. Przenoszenie narażonych na rozbicie naczyń z odczynnikami chemicznymi

Podnosząc lub przenosząc naczynia z chemikaliami, należy chwycić je nie tylko za szyjkę, lecz także podtrzymywać je od strony dna. Specjalnej ostrożności wymagają silnie ochłodzone naczynia szklane, gdyż kondensująca się na ich powierzchni woda powoduje, iż stają się one śliskie i łatwo wypadają z rąk. Do przenoszenia naczyń z chemikaliami należy używać specjalnych transporterów.

1.4. Ogrzewanie

Podczas ogrzewania istotne jest dobranie odpowiedniego medium grzewczego. Media grzewcze powinny charakteryzować się dobrym przewodnictwem cieplnym, wysoką temperaturą wrzenia, niską lotnością i palnością oraz powinny być nietoksyczne. Do ogrzewania w temperaturze 100°C doskonale nadaje się łożnia wodna. Dla ogrzewania w temperaturze do 250°C używa się zwykle olejów silikonowych. Nie należy stosować olejów mineralnych, gdyż



w wyższych temperaturach parują ich niskocząsteczkowe składniki. Do ogrzewania w temperaturach powyżej 250°C należy stosować metalowe łaźnie ze stopem Wooda lub łaźnie piaskowe.

1.5. Chłodzenie

Podczas prowadzenia reakcji egzotermicznych, w procesach skraplania gazów, a także podczas pracy pod obniżonym ciśnieniem, stosuje się intensywne chłodzenie. Skład używanych w laboratoriach mieszanin chłodzących podany jest w kalendarzu chemicznym lub w informatorach chemicznych. Zwykle mieszaniny chłodzące, obniżające temperaturę poniżej -50°C, przygotowuje się w odpowiednich, szerokoszyjnych termosach. Należy tu zwrócić uwagę na możliwość niebezpieczeństwa implozji. Specjalne termosy stosuje się do pracy z ciekłym azotem (-196°C). Ponieważ tlen ma tendencję do skraplania się w ciekłym azocie, istnieje niebezpieczeństwo wybuchu. Jeśli w skroplonym azocie wystąpi niebieskie zabarwienie, wskazujące na obecność ciekłego tlenu, należy natychmiast opróżnić łaźnię chłodzącą wylewając jej zawartość najlepiej na podłogę (azot błyskawicznie odparowuje). Nie należy wylewać zawartości łaźni chłodzącej na stół laboratoryjny. Podczas pracy z substancjami nisko schłodzonymi jak ciekły azot lub stały dwutlenek węgla (suchy lód), należy szczególnie chronić oczy, skórę i śluzówki, używając fartucha, rękawic oraz okularów ochronnych.

1.6. Destylacja

Podczas destylacji cieczy może nastąpić jej przegrzanie, to jest ogrzanie cieczy powyżej temperatury wrzenia. W takim przypadku, w wyniku wibracji, wstrząsów lub obniżenia ciśnienia następuje spontaniczne wrzenie połączone z gwałtownym wyrzuceniem cieczy na zewnątrz. Dlatego podczas destylacji ciecz w kolbie należy intensywnie mieszać, na przykład mieszadłem magnetycznym, lub też dodać kawałki "kamyka wrzennego", na przykład wyprażonego kaolinu. Kaolin należy dodawać do zimnej jeszcze cieczy. Po



jednorazowym użyciu kamyk taki traci swoje właściwości.

1.7. Ekstrakcja

Proces ekstrakcji stosowany jest do wydzielania np. z roztworu wodnego, substancji lepiej rozpuszczającej się w cieczy nie mieszającej się z wodą. Ekstrakcję prowadzi się najczęściej w rozdzielaczach. Podczas mieszania się dwóch ciekłych faz, w rozdzielaczu bardzo często wytwarza się nadciśnienie. W związku z tym proces ekstrakcji należy prowadzić bardzo ostrożnie, usuwając nadciśnienie z wnętrza naczynia. W tym celu wylot rozdzielacza należy skierować ku górze pod wyciągiem, a następnie ostrożnie wyrównywać ciśnienie, otwierając powoli kurek. Pod żadnym pozorem wylotu rozdzielacza nie można kierować w stronę laboratorium lub ku sąsiednim osobom. Szczególnie niebezpieczną ekstrakcją jest ekstrakcja fazy wodnej, zawierającej węglany, takimi rozpuszczalnikami jak: chloroform, zawierającymi niewielkie ilości chlorowodoru. Tworzy się wówczas dwutlenek węgla, a powstałe nadciśnienie może wyrzucić zawartość rozdzielacza na zewnątrz. Tego typu ekstrakcje bezpieczniej jest prowadzić w otwartym naczyniu, w którym miesza się obydwie ciecze do chwili, aż przestanie wydzielać się gaz. Następnie zawartość naczynia przelewa się do rozdzielacza w celu oddzielenia faz. Podczas prowadzenia ekstrakcji należy stosować okulary ochronne i jednorazowe rękawice.

1.8. Praca z substancjami wybuchowymi

Do substancji wybuchowych należą np. nitro- i nitrozozwiązki, estry kwasu azotowego(III), związki diazoniowe, chlorek nitrozyłu, nadtlutki i nadkwasy. Utleniacze takie jak np.: chromiany(VI), azotany(V), stężony kwas chlorowy(VII), dymiący kwas azotowy(V), roztwory nadtlutku wodoru o stężeniu powyżej 30%, mogą gwałtownie reagować z palnymi rozpuszczalnikami organicznymi. Rozpuszczalnikami ulegającymi takim reakcjom są np. eter dietylowy, aceton, etanol. Podczas pracy ze związkami wybuchowymi należy unikać podgrzewania, tarcia oraz płomieni



i iskier. Należy pracować z niewielkimi ilościami substancji, w dobrze osłoniętym miejscu, używając zabezpieczającego ekranu.

1.9. Praca z rtęcią

Ze względu na toksyczność rtęci wszelkie prace należy wykonywać pod dobrze działającym wyciągiem. Wszystkie operacje powinno się przeprowadzać nad odpowiednią kuwetą, aby można było łatwo zebrać ewentualnie rozlane krople rtęci. Jeśli to jest możliwe prace z rtęcią należy prowadzić w zamkniętych naczyniach. Jeżeli niezbędna jest praca w naczyniach otwartych, wskazane jest pokrycie rtęci warstwą parafiny. Wszelkie otwory aparatury należy zamknąć rurkami zawierającymi jodowany węgiel drzewny. Jodowany węgiel drzewny otrzymuje się przez rozpuszczenie około 10 g jodu w 30 cm³ eteru dietylowego, który następnie miesza się z 100 g aktywowanego węgla drzewnego. Z utworzonej pasty odparowuje się następnie eter uzyskując odpowiedni preparat. Rozlane krople rtęci w szparach np. podłogi posypuje się siarką. Po kilku dniach powstaje nielotny siarczek rtęci, który można łatwo usunąć.

1.10. Bezpieczne przechowywanie odczynników chemicznych

Większość odczynników chemicznych może być bezpiecznie przechowywana w suchych, dobrze wietrzonych zimnych pomieszczeniach z dala od bezpośredniego źródła światła. Niektóre ze związków chemicznych wymagają jednak specjalnych warunków.

1.10.1. Odczynniki wrażliwe na wilgoć

Lit, sód, potas oraz wodorotlenki metali alkalicznych są wrażliwe na wilgoć. Wrażliwe są także wodorki metali, na przykład wodorek litowo-glinowy. Metale alkaliczne oraz wodorki metali mogą w zetknięciu z parą wodną wytwarzać wodór. Są one oznaczane symbolem R15 co oznacza: "Kontakt z wodą powo-



duje wydzielanie łatwopalnych gazów”. Dlatego też wszystkie tego typu odczynniki transportowane są w zatopionych naczyniach polietylenowych oraz wodoodpornych metalowych kontenerach. W laboratorium raz otwarte naczynie powinno być przechowywane w eksykatorze. Do odczynników wrażliwych na wilgoć należy także tlenek fosforu(V).

1.10.2. Odczynniki ulegające utlenieniu

Niektóre związki chemiczne mimo przechowywania w zamkniętych naczyniach mogą wchodzić w reakcję z tlenem atmosferycznym na skutek wielokrotnego odkrywania. Do takich odczynników należą między innymi anilina oraz fenole. Powstające w wyniku utlenienia zabarwienie może być usunięte przez prostą destylację lub krystalizację.

1.10.3. Odczynniki wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza w laboratorium

Produkty stanowiące bardzo dobre adsorbenty takie jak silikażel czy też płytki do chromatografii cienkowarstwowej powinny być chronione przed atmosferą panującą w laboratorium. Tego typu materiały należy przechowywać w specjalnych pojemnikach, gdyż w przeciwnym razie stopniowo tracą swą aktywność, co wpływa na ich zdolności separacyjne.

1.10.4. Odczynniki wrażliwe na polimeryzację

Odczynniki typu akrylanów i metakrylanów są zwykle stabilizowane fenolowymi inaktywatorami rodników w celu zapobieżenia niepożądanego polimeryzacji. Przed użyciem odczynników stabilizatory mogą być usunięte poprzez ekstrakcję 1-5% wodnym roztworem wodorotlenku sodu. Innym przykładem związku ulegającego polimeryzacji jest wodny roztwór aldehydu mrówkowego - formaldehyd. Ponieważ paraformaldehyd tworzy



się zwykle w przedziale temperatury $+15 \sim +20^{\circ}\text{C}$, przechowywanie w niskiej temperaturze zapobiega temu procesowi.

1.10.5. Odczynniki wrażliwe na temperaturę

Niektóre produkty pochodzenia naturalnego lub ich syntetyczne analogi należy przechowywać w obniżonej temperaturze w celu zachowania aktywności biologicznej. Dotyczy to przede wszystkim enzymów i koenzymów, które łatwo tracą aktywność wraz ze wzrostem temperatury. Chłodzenie jest polecane nie tylko ze względu na stabilność niektórych odczynników, lecz także ze względu na stosunkowo wysoką prężność par (np. pentan, kwas mrówkowy). Niektóre firmy oznaczają na etykietach temperaturę, w której powinny być przechowywane.

1.10.6. Sole zawierające wodę krystalizacyjną

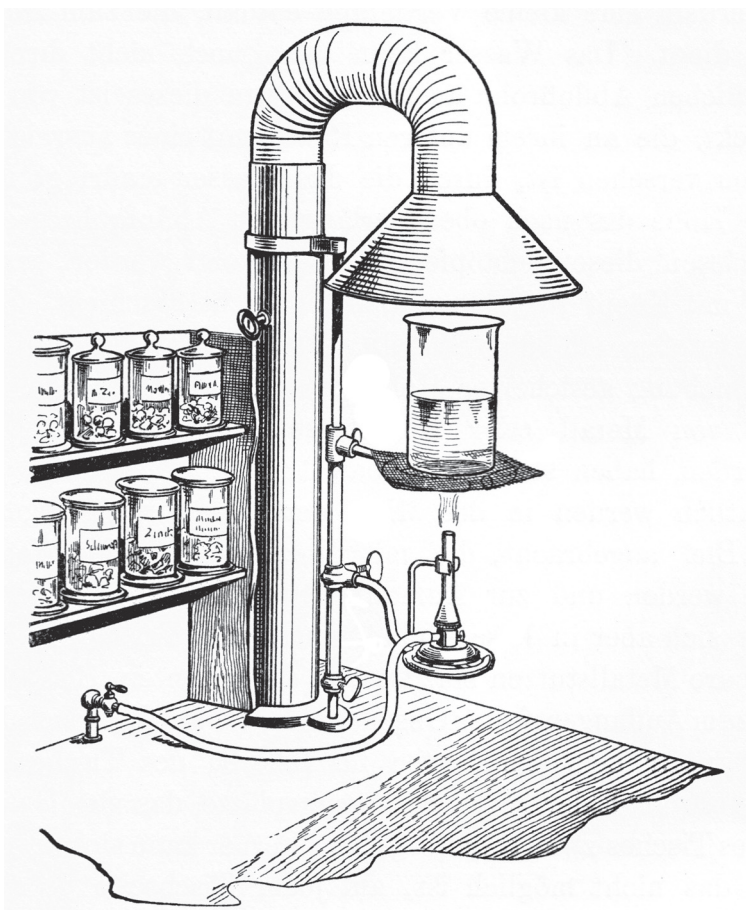
Sole krystaliczne czyli wodziany mogą łatwo oddawać wodę po ogrzaniu powyżej 35°C . Dlatego należy zwracać uwagę, czy w naczyniu na wierzchu nie wytworzyła się faza wodna lub nie nastąpiło zbrylenie, co może powodować błędy podczas naważania próbki.

1.10.7. Odczynniki łatwo tworzące dymy (opary)

Wysoce stężone kwasy jak: dymiący kwas siarkowy(VI), dymiący kwas azotowy(V), kwas solny lub brom wytwarzają opary powodujące korozję i powinny być magazynowane w dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Dlatego też do ich przechowywania powinny być stosowane wyciągi zaopatrzone w antykorozyjne rezerwuary.



Składowanie i utylizacja odpadów laboratoryjnych







1. Składowanie i utylizacja odpadów laboratoryjnych

Wszystkie substancje chemiczne stanowiące pozostałość po pracy laboratoryjnej powinny być zbierane, a następnie utylizowane. Niebezpieczne odpady należy magazynować osobno i co pewien czas przekazywać do likwidacji. Utylizacją odpadów zajmują się wyspecjalizowane firmy i powinna ona być prowadzona w takich odstępach czasu, aby nie gromadzić zbyt wielkiej ilości materiału, mogącego stworzyć niebezpieczeństwo podczas przechowywania i transportu. Należy pamiętać, że wylewanie odpadów chemicznych do kanalizacji jest zabronione, gdyż wiele związków chemicznych nie ulega rozkładowi w oczyszczalni ścieków, zatruwając i niszcząc naturalne środowisko. Dlatego przed przystąpieniem do usuwania odpadów należy je w miarę możliwości poddać wstępnej obróbce takiej jak: destylacja czy dalsze przekształcanie chemiczne.

1.1. Magazynowanie odpadów chemicznych

Odpady chemiczne należy składować w specjalnych pojemnikach, które powinny być: szczelne, odporne chemicznie i dokładnie zamykane, co umożliwia ich transport. Pojemniki należy ustawiać w miejscu dobrze wentylowanym, przy czym powinny one być dobrze zamknięte, aby uniknąć wydostawania się zawartości na zewnątrz. Najczęściej do gromadzenia rozpuszczalników organicznych stosuje się pojemniki metalowe, pokryte od wewnątrz warstwą polietylenu, beczki ze stali nierdzewnej lub pojemniki z polietylenu. Kwasy i zasady przechowuje się w pojemnikach z polietylenu lub w pojemnikach metalowych pokrytych warstwą polietylenu. Odpady stałe należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach, w których zostały zakupione odczynniki. Odpady laboratoryjne powinny być zbierane w zależności od ich właściwości chemicznych w osobnych pojemnikach. Zgodnie z przepisami obowiązującymi we Wspólnocie Europejskiej pojemniki opisuje się według podanego niżej schematu:



- a. Rozpuszczalniki organiczne i rozpuszczone substancje organiczne, nie zawierające fluorowców (halogenów).
- b. Rozpuszczalniki organiczne i rozpuszczone substancje organiczne zawierające fluorowce (halogeny). Do gromadzenia tych odpadów nie można używać pojemników aluminiowych.
- c. Stałe pozostałości odczynników organicznych, dobrze zapakowane w worki z tworzywa sztucznego lub oryginalne opakowania producenta.
- d. Roztwory soli. Wartość pH w tym pojemniku należy utrzymywać w przedziale 6 - 8.
- e. Toksyczne odpady nieorganiczne oraz sole metali ciężkich i ich roztwory w szczelnie zamkniętych, nietłukących się pojemnikach z wyraźnym, widocznym i trwałym oznakowaniem.
- f. Toksyczne, palne związki w szczelnie zamkniętych nietłukących się pojemnikach zaopatrzonych w informację o ich zawartości.
- g. Rtęć i nieorganiczne odpady soli rtęci.
- h. Nadające się do regeneracji odpady soli metali. Sole każdego metalu powinny być magazynowane oddzielnie.
- i. Nieorganiczne odpady stałe.
- j. Zbierane oddzielnie odpady: szkła, metali, tworzyw sztucznych, kolumn do HPLC ze stali nierdzewnej itp.

1.2. Neutralizacja i utylizacja odpadów chemicznych

Przed przekazaniem odpadów laboratoryjnych do magazynowania należy je zneutralizować. Podczas neutralizacji zużytych odczynników chemicznych zalecana jest szczególna ostrożność, gdyż mogą niekiedy zachodzić gwałtowne reakcje chemiczne. Prace związane z neutralizacją mogą być wykonywane przez osoby wykwalifikowane, przy zachowaniu wszelkich zabezpieczeń (wyciąg, ekran ochronny, okulary ochronne, rękawice, fartuchy, maski). Przed zastosowaniem jakiegokolwiek metody neutralizacji po raz pierwszy, należy ją przeprowadzić na niewielkiej ilości odpadów aby stwierdzić, jakie problemy mogą wystąpić podczas prowadzenia procesu. Niżej podane są ogólne



zasady neutralizacji poszczególnych, wybranych typów odpadów. Ogólne zasady neutralizacji i gromadzenia odpadów w oparciu o przepisy obowiązujące we Wspólnocie Europejskiej:

- **Rozpuszczalniki organiczne zawierające fluorowce** zgodnie z regulacjami prawnymi Wspólnoty Europejskiej powinny być odbierane przez dostawców, którzy są następnie odpowiedzialni za proces ich neutralizacji lub zagospodarowania. Rozpuszczalniki te powinny być gromadzone w oddzielnych, odpowiednio opisanych pojemnikach B. Nie należy stosować pojemników aluminiowych, a w przypadku pochodnych chloru zawierających wodę nie używać pojemników ze stali nierdzewnej.
- **Mało reaktywne ciekłe odczynniki organiczne** zbiera się w pojemnikach typu A. Jeżeli odczynniki te zawierają fluorowce mogą być przechowywane w pojemniku B. Odpady stałe umieszcza się w plastikowych workach lub oryginalnych opakowaniach producenta i przechowuje w pojemniku C.
- **Wodne roztwory kwasów organicznych** można zneutralizować przy pomocy wodorowęglanu sodu lub wodorotlenku sodu. Po skontrolowaniu pH wskaźnikiem uniwersalnym (wartość pH powinna się zamykać w granicach 6-8), zneutralizowane roztwory umieszcza się w pojemniku D. Aromatyczne kwasy karboksylowe można wytrącić rozcieńczonym roztworem kwasu solnego i odsączyć. Osad umieszcza się w pojemniku C, natomiast przesącz w pojemniku D.
- **Roztwory amin lub innych zasad organicznych** umieszcza się w pojemniku A lub B. Aby uniknąć nieprzyjemnego zapachu zaleca się wcześniejszą ostrożną neutralizację za pomocą rozcieńczonego roztworu kwasu solnego lub kwasu siarkowego(VI). Należy skontrolować pH wskaźnikiem uniwersalnym.
- **Nitryle i merkaptany** wstępnie można utlenić przez kilkugodzinne mieszanie z roztworem chloranu(I) sodu. Nadmiar chloranu(I) sodu można zlikwidować tiosiarczanem(VI) sodu. Fazę organiczną umieszcza się w pojemniku A, natomiast fazę wodną, po sprowadzeniu pH do wartości w granicach 6-8, w pojemniku D.
- **Aldehydy** rozpuszczalne w wodzie przeprowadza się



w odpowiednie pochodne stężonym roztworem wodorosiarczanu(IV) sodu. Uzyskany produkt umieszcza się w metalowym pojemniku A lub B. Metalowe pojemniki nie mogą być wykonane z aluminium.

- **Związki metaloorganiczne** wrażliwe na hydrolizę, są zwykle rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych. Roztwory takie można ostrożnie wkraplać do alkoholu n-butyłowego, ciągle mieszając. Wkraplanie należy prowadzić pod wyciągiem z zamkniętą szybą frontową. Po zakończeniu wydzielania gazów mieszanie kontynuuje się jeszcze przez godzinę, dodając nadmiar wody. Fazę organiczną umieszcza się w pojemniku A ze stali nierdzewnej, zaś fazę wodną o wartości pH w granicach 6-8, w pojemniku D.
- **Halogenki kwasowe** można neutralizować poprzez przeprowadzenie w estry metylowe. W tym celu wkrapla się je do metanolu, przy czym w celu przyspieszenia reakcji można dodać kilka kropel kwasu solnego, po czym neutralizuje roztworem wodorotlenku sodu. Przed umieszczeniem pozostałości w pojemniku B, wykonanego z trwałego materiału (oprócz aluminium) należy skontrolować pH roztworu, które powinno mieścić się w granicach 6-8.
- **Kwasy nieorganiczne i ich bezwodniki** należy na wstępie rozcieńczyć lub zhydrolizować przez ostrożne wkraplanie do wody z lodem. W końcu roztwór neutralizuje się roztworem wodorotlenku sodu. Przed umieszczeniem odpadów w pojemniku D z trwałego tworzywa, należy skontrolować wskaźnikiem uniwersalnym wartość pH (6-8). Oleum, czyli dymiący stężony kwas siarkowy(VI) wkrapla się ostrożnie, ciągle mieszając, do 40% roztworu kwasu siarkowego(VI). Podczas wkraplania należy mieć przygotowaną dostateczną ilość lodu do chłodzenia. Po schłodzeniu powstały stężony kwas siarkowy(VI) neutralizuje się wyżej opisanym sposobem. Kwaśne gazy jak: chlorowodór, bromowodór, jodowodór, chlor, fosgen, tlenek siarki(IV) można wprowadzać do rozcieńczonego roztworu wodorotlenku sodu i traktować dalej jak kwasy nieorganiczne. Operacje wykonuje się pod wyciągiem w rękawicach i okularach ochronnych.
- **Zasady nieorganiczne** rozcieńcza się, jeżeli jest to konieczne, przez ostrożne mieszanie z wodą. Następnie neutralizuje się



kwasem solnym. Operacje wykonuje się pod wyciągiem. Roztwór umieszcza się w pojemniku D (z trwałego tworzywa) po uprzednim zmierzeniu wartości pH, która powinna zawierać się w granicach 6-8.

- **Sole nieorganiczne** umieszcza się w oddzielnym pojemniku przeznaczonym na nieorganiczne substancje stałe. Roztwory obojętne tych soli przechowuje się w osobnym pojemniku.
- **Roztwory i ciała stałe zawierające metale ciężkie** umieszcza się w pojemniku E. Nikiel Raneya, a także nikiel Urushibara, w postaci wodnej zawiesiny można rozpuścić w kwasie solnym ciągle mieszając i umieścić w pojemniku E. Sam nikiel Raneya jak i jego pozostałości na filtrze nie mogą być osuszone, ponieważ zapalają się na powietrzu.
- **Sole talu i ich wodne roztwory** wymagają szczególnej ostrożności. Należy bezwzględnie wystrzegać się kontaktu ze skórą. Związki te umieszcza się w pojemniku E. Wodne roztwory soli także mogą być potraktowane wodorotlenkiem sodu, w celu wytrącenia tlenku talu(II), który może być powtórnie użyty.
- **Nieorganiczne związki selenu** są toksyczne. Umieszcza się je w pojemniku F z zachowaniem szczególnej ostrożności. Selen można odzyskać poprzez utlenienie soli selenu kwasem azotowym(V) w roztworze wodnym, a następnie dodanie do roztworu wodorosiarczanu(IV) sodu i wytrącenie wolnego selenu. Fazę wodną umieszcza się w pojemniku D.
- **Beryl i jego sole** są rakotwórcze w związku z czym należy zachować szczególną ostrożność przy pracy. Unikać wdychania i kontaktu ze skórą. Odpady umieszczać w pojemniku E.
- **Nieorganiczne odpady rtęci** - niewielkie ilości rtęci neutralizuje się wolną siarką - powstaje siarczek rtęci(II) lub posypuje się pyłem cynkowym - powstaje amalgamat cynku. Można także użyć jodowanego węgla drzewnego lub preparatu Chemisorb np. firmy Merck. Nieorganiczne związki rtęci oraz zebraną wolną rtęć należy umieszczać w pojemniku G.
- **Cyjanki i azydki** można utlenić przy pomocy nadtlenku wodoru przy pH około 10,50. Najpierw powstają cyjaniany, które przy dalszym dodawaniu środków utleniających w pH 8-9 tworzą dwutlenek węgla. Kompletność procesu utleniania można sprawdzić przy pomocy testów firmy Merck. Odpady umieszcza



się w pojemniku D. Azydki można rozłożyć działaniem jodu w obecności tiosiarczanu(VI) sodu. Powstaje w tej reakcji również azot. Odpady umieszcza się w pojemniku D.

- **Nadtlenki nieorganiczne i substancje utleniające** takie jak brom i jod można przeprowadzić w mniej niebezpieczne produkty redukcji wprowadzając je do kwaśnego roztworu tiosiarczanu(VI) sodu. Odpady umieszcza się w pojemniku D.
- **Fosfor biały i czerwony oraz związki fosforu.** Fosfor biały utlenia się pod wpływem tlenu w podwyższonej temperaturze do tlenku fosforu(V). Dlatego należy przechowywać go pod wodą. Ponieważ fosfor biały jest silnie toksyczny należy zachować ostrożność. Fosfor czerwony nie jest toksyczny. Nie może stykać się z substancjami palnymi. Odpady fosforu czerwonego należy umieszczać w pojemniku I. Związki fosforu powinny być utleniane pod wyciągiem, w atmosferze gazu obojętnego, za pomocą 5% roztworu chloranu(I) sodu. Następnie po dodaniu wodorotlenku wapnia wytrącają się fosforany wapnia, które należy odsączyć. Osad umieszcza się w pojemniku I, zaś przesącz w pojemniku D.
- **Metale alkaliczne** należy umieścić w obojętnym rozpuszczalniku i neutralizować przez stopniowe dodawanie alkoholu 2-propylowego przy ciągłym mieszaniu. Wytwarzający się podczas reakcji wodór może prowadzić do powstania mieszaniny piorunującej i w konsekwencji do wybuchu. Wodór należy odprowadzać bezpośrednio do otworu wentylacyjnego wyciągu. Po zakończeniu reakcji dodaje się kilka kropel wody. Odpady umieszcza się w pojemniku D. Odpadki sodu utylizuje się ostrożnie, dodając jego niewielkie kawałki do etanolu. Należy uważać na wydzielający się wodór. Mieszaninę pozostawia się aż do całkowitego rozpuszczenia metalu. Następnie, ostrożnie i powoli dodaje się wodę, a powstający alkaliczny roztwór neutralizuje. Jeżeli podczas gaszenia pożaru piaskiem powstanie mieszanina z sodem, należy umieścić ją w ognioodpornym naczyniu i ostrożnie dodawać alkoholu etylowego.
- **Pozostałości zawierające metale szlachetne** umieszcza się w pojemniku H w celu ponownego wykorzystania.
- **Roztwory wodne** umieszcza się w pojemniku D.
- **Laboratoryjne płyny czyszczące** używane do usuwania



substancji szkodliwych dla środowiska, po zakończeniu mycia należy gromadzić w pojemniku D.

- **Substancje pochodzenia naturalnego** takie jak na przykład węglowodany, aminokwasy i inne, rozpuszczalne w wodzie pozostałości występujące często w laboratoriach biochemicznych gromadzi się w pojemniku D. Jeżeli pozostałości te są w roztworach organicznych, należy je gromadzić w pojemniku A lub B.



IV. Chemiczne reakcje barwne







1. Suchy lód i wskaźniki

Przebieg doświadczenia:

Do czterech zlewek pojemności 800 cm^3 wlewamy po 600 cm^3 wody. Następnie dodajemy do nich po około 5 cm^3 jednego z roztworów wskaźników i około 10 cm^3 roztworu wodorotlenku sodu o stężeniu $0,1\text{ mola/dm}^3$. Do zabarwionych zasadowych roztworów w zlewkach wrzucamy kawałki suchego lodu wielkości orzecha włoskiego.

Roztwór nr 1

$0,05\text{ g}$ fenoloftaleiny rozpuszczamy w 50 cm^3 etanolu i roztwór rozcieńczamy wodą do 100 cm^3

Roztwór nr 2

$0,02\text{ g}$ czerwieni metylowej rozpuszczamy w 50 cm^3 etanolu i roztwór rozcieńczamy wodą do 100 cm^3

Roztwór nr 3

$0,04\text{ g}$ czerwieni fenolowej rozpuszczamy w 1 cm^3 $0,1$ molowego roztworu wodorotlenku sodu i roztwór rozcieńczamy wodą do 100 cm^3

Roztwór nr 4

$0,005\text{ g}$ błękitu tymolowego, $0,012\text{ g}$ czerwieni metylowej, $0,06\text{ g}$ błękitu bromotymolowego i $0,1\text{ g}$ fenoloftaleiny rozpuszczamy w 100 cm^3 etanolu. Następnie dodajemy roztwór wodorotlenku sodu $0,01$ molowego, aż do uzyskania barwy zielonej, po czym rozcieńczamy go wodą do 200 cm^3 .

Problemy do rozwiązania:

1. Co to jest suchy lód?
2. Napisz równanie reakcji suchego lodu z wodą.
3. Napisz równanie reakcji wodorotlenku sodu z suchym lodem.



4. Dlaczego po wrzuceniu suchego lodu do roztworów w zlewkach następuje zmiana barwy wskaźników?
5. Jakie zjawisko fizyczne występuje podczas przetrzymywania suchego lodu na powietrzu?

2. *Badanie zmiany równowagi chemicznej na przykładzie rodankowych kompleksów żelaza(III)*

Przebieg doświadczenia:

Do zlewki wprowadzamy jedną kroplę 1 molowego roztworu chlorku żelaza(III) i dodajemy dwie krople 1 molowego roztworu rodanku amonu. Roztwór przyjmuje czerwone zabarwienie. Roztwór rozcieńczamy wodą destylowaną, aż do pojawienia się żółtej barwy. Następnie rozdzielamy otrzymany roztwór na dwie równe części przelewając je do dwóch probówek. Do jednej probówki dodajemy kroplami roztwór chlorku żelaza(III), a do drugiej kroplami roztwór rodanku amonu tak długo, aż pojawi się w obu probówkach jednakowa, czerwona barwa roztworów.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką barwę i wzór ma związek chemiczny powstały w wyniku reakcji chemicznej jonów rodankowych z kationami żelaza(III)?
2. Co dzieje się z powstałym związkiem chemicznym w wyniku rozcieńczania roztworu wodą?
3. Jaką barwę podczas rozcieńczania wodą przyjmuje ten roztwór?
4. Napisz równanie reakcji rozpadu anionu heksacyjanożelaza(III) podczas rozcieńczania wodą.
5. W jaki sposób można wpływać na zmiany stanu równowagi chemicznej reakcji?

3. *Ilustracja prawa zachowania masy*

Przebieg doświadczenia:

Do kolby stożkowej nalewamy 10 cm³ 1 molowego roztworu soli żelaza(III) zakwaszonej kwasem solnym. Do małej probówki nalewamy około 5 cm³ 1 molowego roztworu rodanku



amonu. Probówkę z roztworem wstawiamy ostrożnie do kolby. Kolbę zamykamy dokładnie korkiem gumowym i ważymy. Następnie przechylamy kolbę tak, aby zawartość probówki wylała się i zmieszała z roztworem obecnym w kolbie. Kolbę wraz z jej zawartością ważymy ponownie po zajściu reakcji chemicznej.

W identyczny sposób wykonujemy doświadczenie umieszczając w kolbce stożkowej 10 cm^3 1 % roztworu azotanu(V) srebra zakwaszonego kwasem azotowym(V), a w probówce umieszczamy około 5 cm^3 1 % roztworu chlorku sodu. Ważymy układ przed i po reakcji chemicznej.

Problemy do rozwiązania:

1. Co świadczy o przebiegu reakcji chemicznej w zmieszanych roztworach?
2. Czy masa substratów uległa zmianie w czasie reakcji?
3. Jaki wniosek wynika z doświadczeń?
4. Napisz równania zachodzących reakcji chemicznych.
5. Podaj treść prawa zachowania masy.

4. Pięć barw z jednego roztworu

Przebieg doświadczenia:

1 cm^3 1 % roztworu fenoloftaleiny dodajemy do 100 cm^3 wody w pierwszej zlewce. Następnie bezbarwny roztwór wlewamy do drugiej zlewki, zawierającej 5 kropel 5% roztworu węglanu sodu. Obserwujemy zmiany barwy. Mieszaninę przelewamy dalej do trzeciej zlewki, która zawiera 5 kropel 5% roztworu chlorku żelaza(III). Obserwujemy zmiany. W czwartej zlewce umieszczamy 5 kropel 10 % roztworu rodanku amonu, który powoduje dalszą zmianę barwy, gdy przelejemy do niej ciecz z trzeciej zlewki. W końcu zawartość czwartej zlewki przelewamy do zlewki nr 5, w której znajduje się 5 kropel 2,5 % roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego fenoloftaleina zmieniła swoją barwę w roztworze węglanu sodu?



2. Napisz równanie reakcji jonów żelaza(III) w trzeciej zlewce z substratem reakcji zlewki nr 2.
3. Dlaczego w zlewce czwartej pojawiło się krwistoczerwone zabarwienie? Napisz równanie odpowiedniej reakcji chemicznej.
4. Jaki wzór chemiczny ma błękit pruski i jak można go otrzymać?
5. Przypomnij teorię barwności nieorganicznych związków chemicznych.

5. Zielone — czerwone — żółte

Przebieg doświadczenia:

Zlewkę pojemności 600 cm^3 napełnioną roztworem glukozy ogrzewamy do temperatury około 35°C . Następnie dodajemy $0,04\text{ g}$ indygokarminu jako wskaźnika. Roztwór staje się niebieski. Dalej dodajemy roztwór wodorotlenku sodu w wyniku czego barwa ulega zmianie. Po krótkim czasie obserwujemy zmianę barwy poprzez barwę czerwoną do żółtej. Gdy żółtożółty roztwór wylewamy z wysokości około przynajmniej 60 cm do pustej zlewki (1000 cm^3), jego barwa znów ulega zmianie na kolor zielony, a następnie na czerwony i żółtożółty. Doświadczenie można powtórzyć lecz barwy z upływem czasu będą bledsze.

Roztwór A - 7 g glukozy w 350 cm^3 wody.

Roztwór B - 3 g wodorotlenku sodu w 100 cm^3 wody.

Problemy do rozwiązania:

1. Na obecność którego gazu wrażliwy jest niebieski barwnik indygokarmin?
2. Co powoduje zawarty w powietrzu tlen?
3. Do jakich cukrów zalicza się glukoza?
4. Czy sacharoza jest cukrem wykazującym właściwości redukujące?
5. Jaką specyficzną właściwość fizyczną wykazują cukry?



6. Dwukolorowy zegar formaldehydowy

Przebieg doświadczenia:

Do 200 cm³ roztworu A dodajemy 20 kropeł wskaźnika I. Gdy otrzymany roztwór mieszamy z 200 cm³ roztworu B, mieszanina zmienia barwę na złotożółtą. Po 30 - 40 sekundach kolor zmienia się w zielony.

Eksperyment ten można również wykonać w inny sposób.

Do 200 cm³ roztworu A dodajemy 20 kropeł wskaźnika II. Następnie dodajemy jeszcze 200 cm³ roztworu B, powstaje jak poprzednio złotożółty roztwór. Po upływie 30-40 sekund barwa zmienia się w czerwoną.

Barwy są lepiej widoczne, gdy bezpośrednio na naczynia reakcyjne umieszczone na ciemnym tle skieruje się światło.

Roztwór A: 22 cm³ roztworu formaldehydu rozpuszczamy w 1 dm³ wody i pozostawiamy na 24 godziny, aby zaszła zupełna depolimeryzacja. Stężenie aldehydu mrówkowego wynosi 0,3 mol/dm³.

Roztwór B: 20,8 g wodorosiarczanu(IV) sodu i 6,3 g siarczanu(IV) sodu rozpuszczamy w wodzie, tak aby otrzymać 1 dm³ roztworu. Roztwór jest 0,2 molowy względem NaHSO₃ i 0,05 molowy względem Na₂SO₃. Dodajemy 0,37 g EDTA (wersenianu dwusodowego). Roztwór można przechowywać przez 3 dni.

Roztwór wskaźnikowy I: 10 cm³ roztworu tymoloftaleiny (1,5 g w 100 cm³ etanolu) miesza się z 45 cm³ roztworu p-nitrofenolu (5,0 g w 100 cm³ etanolu). Odcień zieleni można zmieniać przez zmianę proporcji składników.

Roztwór wskaźnikowy II: 30 cm³ roztworu fenoloftaleiny (1,5 g w 100 cm³ etanolu) mieszamy z 20 cm³ roztworu p-nitrofenolu, także można w pewnym stopniu zmieniać odcień czerwonej barwy.

Problemy do rozwiązania:

1. Narysować wzór strukturalny p-nitrofenolu.
2. Wyjaśnić przyczynę zmiany barwy roztworów.
3. Jaką rolę w tym eksperymencie spełnia EDTA?
4. Kiedy w analizie chemicznej stosuje się sól dwusodową kwasu wersenowego?



5. Wskaż utleniacz i reduktor w tym doświadczeniu.

7. Proste rozdzielanie soli kobaltu i niklu

Przebieg doświadczenia:

W rozdzielaczu umieszczamy 25 cm³ 1% roztworu chlorku kobaltu(II) i 25 cm³ 4% roztworu chlorku niklu(II). Do roztworu o barwie szarej dodajemy 100 cm³ 2-butanonu, a następnie około 0,6 - 0,7 g rodanku potasu. Po krótkim wytrząsaniu zawartości rozdzielacza następuje oddzielenie się dwóch faz: górna warstwa ma barwę ciemnoniebieską, a dolna — cytrynowozieloną.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego proste sole kobaltu i niklu wykazują określoną barwę?
2. Co powoduje, że w solach tych kationy metali występują na drugim stopniu utlenienia, natomiast w związkach kompleksowych w otoczeniu niektórych ligandów metale te występują na III stopniu utlenienia?
3. Napisać wzory chemiczne powstających w tym eksperymencie związków kompleksowych.
4. Napisać równania reakcji chemicznych tworzenia się wszystkich możliwych związków chemicznych o strukturze koordynacyjnej.
5. Od czego zależy trwałość określonego związku kompleksowego?

8. Kolory tęczy

Do sześciu probówek wprowadzamy po 50 mg następujących wskaźników: czerwień fenolową (probówka 1), chlorowodorek czerwieni metylowej i fenoloftaleinę w stosunku wagowym 5:1 (2), chlorowodorek czerwieni metylowej (3), chlorowodorek czerwieni metylowej i błękit metylenowy w stosunku wagowym 4:1 (4), zielen brylantową i purpurę m-krezolową w stosunku wagowym 5:1 (5) oraz błękit bromofenolowy i czerwień alizarynową w równych ilościach (6).

Do każdej probówki dodajemy 7 cm³ roztworu przygotowanego



z 40 cm³ roztworu kwasu solnego o stężeniu 0,002 mol/dm³ i 10 cm³ etanolu. Otrzymujemy następujące barwy (od 1 do 6): pomarańczową, różową, czerwoną, niebieską, niebieskozieloną, żółtą. Gdy na te roztwory podziela się równą ilością wodorotlenku sodu o stężeniu 0,01 mol/dm³, pojawią się odpowiednio kolory tęczy: czerwony, pomarańczowy, żółty, zielony, niebieski i fioletowy. Dla lepszego efektu za probówkami można ustawić kartkę białego papieru.

Nazwa barwnika	Barwa 1	Barwa 2	Zakres pH
Purpura m-krezolowa	czerwona	żółta	1,2-2,8
Błękit tymolowy	czerwona	żółta	1,2-2,8
Żółcień dimetylowa	czerwona	żółta	2,9-4,1
Czerwień metylowa	czerwona	żółta	4,4-6,2
Błękit bromofenolowy	żółta	niebieskofioletowa	3,0-4,6
Czerwień Kongo	niebieska	czerwona	3,0-5,2
Oranż metylowy	czerwona	pomarańczowa	3,1-4,4
Zieleń bromokrezolowa	żółta	niebieska	3,8-5,4
Czerwień metylowa	czerwona	żółta	4,4-6,2
Czerwień alizarynowa	żółta	czerwonofioletowa	5,0—6,6
Błękit bromotymolowy	żółta	niebieska	6,0-7,6
Czerwień fenolowa	żółta	czerwona	6,4-8,2
Błękit tymolowy*	żółta	niebieska	8,0-9,6
Fenoloftaleina	bezbarwna	czerwonofioletowa	8,2-10,0

Problemy do rozwiązania:

1. Jakiego typu związkami chemicznymi są najczęściej wskaźniki?
2. Co to jest wskaźnik uniwersalny?
3. Pewien wskaźnik w postaci stałej i roztworach o odczynie obojętnym ma barwę pomarańczową. Dlaczego więc dano mu nazwę błękit tymolowy?
4. Czy fenoloftaleina jest dobrym wskaźnikiem na badanie środowiska o odczynie kwasowym?
5. Które wskaźniki pomagają zróżnicować paletę barw?



9. Wielobarwny wanad

Przebieg doświadczenia:

Do 200 cm³ wody wprowadzamy 1 g metawanadanu(V) amonu NH₄VO₃. Początkowo bezbarwny roztwór po dodaniu 2 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI) staje się żółty i strąca się mała ilość osadu o barwie czerwonej. Dodanie 6 - 8 granulek cynku, oraz pierwszej porcji 25 cm³ kwasu solnego (1:1), a po chwili drugiej porcji 40 - 50 cm³ tego kwasu wywołuje reakcję, której towarzyszy gwałtowne wydzielanie się gazu. Mieszanina zmienia barwę na błękitną, następnie na zieloną i w końcu przybiera barwę turkusową.

Przez chwilę można zaobserwować bladoliliową barwę, która dość szybko zmienia się z powrotem w turkusową.

Problemy do rozwiązania:

1. W której grupie układu okresowego pierwiastków chemicznych znajduje się wanad?
2. Jakie stopnie utlenienia mogą przyjmować atomy wanadu w związkach chemicznych?
3. Jaki gaz powstaje w tym doświadczeniu i jaką pełni rolę?
4. Jakiemu procesowi w tej reakcji chemicznej ulega cynk - utlenieniu czy redukcji?
5. Dlaczego w tym doświadczeniu następują zmiany barwy roztworu?

10. Wpływ wodnych roztworów różnych substancji na barwnik czerwonej kapusty

Przebieg doświadczenia:

Sporządzamy wodny wyciąg z pokrojonych liści czerwonej kapusty. Wyciąg dzielimy na tyle porcji, ile prób zamierzamy przeprowadzić. Do każdej próbówki z wyciągiem wlewamy po kilka kropel roztworów: soli kamiennej, kwasu cytrynowego, cukru, glicerolu, wody wapiennej. Obserwujemy, które substancje



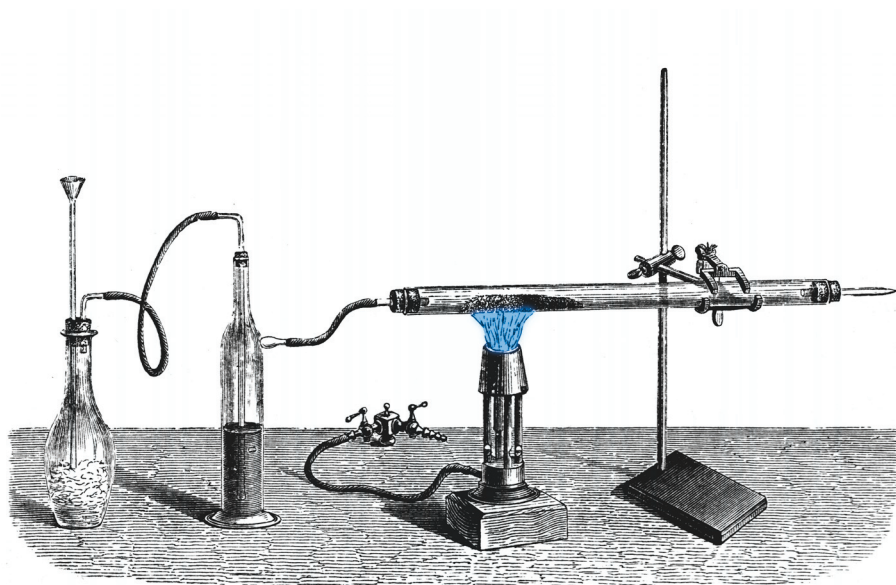
wywołują zmianę koloru barwnika.

Problemy do rozwiązania:

1. Które roztwory nie zmieniają koloru barwnika?
2. Na jaki kolor zmieniają barwę wskaźnika pozostałe roztwory.
3. Dlaczego roztwór soli kamiennej nie powoduje zmian barwy wskaźnika?
4. Na jaki kolor kwasy barwią wyciąg z czerwonej kapusty, a na jaki zasady?
5. Jaką barwę przyjmie wyciąg z czerwonej kapusty w roztworze, w którym zaszła reakcja chemiczna pomiędzy tlenkiem siarki(IV) i wodorotlenkiem sodu.



V. Reakcje utleniania-redukcji







1. Związki chemiczne manganu(II) oraz utlenianie wodorotlenku manganu(II) do wodorotlenku manganu(IV)

Przebieg doświadczenia:

Do 2 probówek wlewamy po około 2 cm³ 0,5 molowego roztworu soli manganu(II), a następnie do jednej z nich dodajemy kilka kropel nafty lub benzyny. Dalej po ściankach obu probówek dodajemy powoli 0,1 molowy roztwór wodorotlenku sodu. Do otrzymanego pod warstwą nafty wodorotlenku manganu(II) dodajemy kilka kropel 30 % wody utlenionej.

Obserwujemy zachodzące zmiany. Porównujemy wygląd osadu w drugiej probówce.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką barwę przyjął osad w drugiej probówce?
2. Jaka reakcja chemiczna zaszła pod wpływem nadtlenu wodoru?
3. Napisz równania wszystkich reakcji chemicznych zachodzących w tym doświadczeniu.
4. Podać równania przeprowadzonych reakcji chemicznych w postaci jonowej.
5. Jaki jest wygląd wodorotlenku manganu(II) oraz jak zmienia się on z upływem czasu?

2. Właściwości chemiczne aldehydu mrówkowego i glukozy

Przebieg doświadczenia:

Do dokładnie odtłuszczonej probówki wlewamy około 5 cm³ 4% roztworu azotanu(V) srebra, a następnie dodajemy kroplami 25% wodę amoniakalną, aż do rozpuszczenia strąconego początkowo osadu.

Następnie do otrzymanego w ten sposób roztworu wlewamy



po ściankach probówki około $0,5\text{ cm}^3$ formaliny i umieszczamy probówkę w zlewce z gorącą wodą lub ostrożnie ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego.

Drugą reakcję chemiczną należy przeprowadzić w podobny sposób lecz zamiast aldehydu mrówkowego należy zastosować glukozę.

Problemy do rozwiązania:

1. O czym świadczy powstanie lustra srebrowego?
2. Jaką grupę funkcyjną glukozy pozwala wykryć przeprowadzone doświadczenie?
3. Napisz równania zachodzących reakcji chemicznych. Wyznacz utleniacz i reduktor.
4. Wskaż stopnie utlenienia obu reagentów
5. Gdzie ma praktyczne zastosowanie ta reakcja chemiczna?

3. Reakcja stężonego i rozcieńzonego kwasu azotowego(V) z miedzią

Przebieg doświadczenia:

W probówce umieszczamy wiórki miedzi i dodajemy roztwór 15% kwasu azotowego(V). Powtarzamy te same czynności stosując stężony kwas azotowy(V). Do wylotu probówek zbliżamy pustą probówkę odwróconą dnem do góry i zbieramy w niej niewielką ilość powstającego brunatnego gazu. Następnie do tej probówki dodajemy wodę destylowaną, zamykamy wylot korkiem i całość energicznie wstrząsamy do zaniku barwy gazu. W tym momencie dodajemy roztworu wskaźnika.

Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Czy w reakcji miedzi z kwasem azotowym(V) wydzielił się wodór?
2. Jaka jest barwa gazu uzyskanego w doświadczeniu?
3. Czy powstały w doświadczeniu gaz rozpuszcza się w wodzie?
4. Napisz równanie reakcji powstałych tlenków azotu z wodą.
5. Uwolnione kationy którego z metali mają barwę niebieską?



4. Reakcja manganianu(VII) potasu z nadtlenkiem wodoru

Przebieg doświadczenia:

Do probówki wlewamy około 2 cm^3 15 % roztworu wody utlenionej oraz 2 cm^3 1% roztworu kwasu siarkowego(VI). Następnie dodajemy do probówki 1 kroplę 0,1 molowego roztworu manganianu(VII) potasu. Czekamy aż zniknie barwa dodanego odczynnika i dodajemy dwie następne krople. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Co stało się z zabarwieniem manganianu(VII) potasu. Czego to dowodzi?
2. Jakie właściwości chemiczne wykazuje w tej reakcji chemicznej nadtlenek wodoru, a jakie manganian(VII) potasu?
3. Jak to jest możliwe, że dwa utleniacze mogą ze sobą reagować ze zmianą stopni utlenienia? Kiedy może zachodzić taki przypadek?
4. Napisz równanie reakcji chemicznej manganianu(VII) potasu z nadtlenkiem wodoru w środowisku kwasowym.
5. Napisz równanie reakcji chemicznej manganianu(VII) potasu z siarczanem(IV) sodu w środowisku kwasowym.

5. Chemiczne właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg doświadczenia:

Przygotowujemy dwie probówki z gorącym, stężonym kwasem siarkowym(VI) (**zachować szczególną ostrożność !!!**). Następnie do jednej z nich wrzucamy kilka wiórków miedzi, a do drugiej krysztalek siarki. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. O czym świadczy fakt, że miedź reaguje ze stężonym kwasem siarkowym(VI).



2. Określ stopień utlenienia pierwiastków przed i po reakcji chemicznej.
3. Które substancje uległy utlenieniu?
4. Do jakiego związku chemicznego zredukował się stężony kwas siarkowy(VI)?
5. Napisz równania reakcji chemicznych miedzi i siarki ze stężonym kwasem siarkowym(VI).

6. Kropla rtęci i elektrony

Przebieg doświadczenia:

Na szkiełku zegarkowym umieszczamy tyle rtęci, aby utworzyła kroplę o średnicy około 2 cm. Szkiełko można postawić na płycie grafoskopu. Następnie kroplę rtęci pokrywamy 30% roztworem kwasu siarkowego(VI) i dodajemy kilka kropel 0,1 molowego roztworu manganianu(VII) potasu lub kilka kryształków, gdy jest on w postaci stałej. Żelazną igłę kładziemy na brzegu szkiełka tak, aby jej końcówka prawie dotykała powierzchni rtęci. Następnie dodajemy kilka kropel do łącznej objętości 2 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI). Obserwujemy zachowanie się kropli rtęci.

Problemy do rozwiązania:

1. W jakim kierunku przepływają elektrony w tym doświadczeniu, z żelaza do rtęci czy odwrotnie?
2. Czym wywołane są rytmiczne ruchy rtęci?
3. Dlaczego obserwowane zjawisko zachodzi cyklicznie?
4. Napisz równania wszystkich reakcji chemicznych zachodzących w doświadczeniu.
5. Gdzie w chemii wykorzystywane jest zjawisko pokazane w doświadczeniu?

7. Utleniające właściwości stężonego kwasu azotowego(V)

Przebieg doświadczenia:

Do czterech probówek nalewamy po około 2 cm³ stężonego



kwasu azotowego(V) i ogrzewamy probówkę pod wyciągiem do wrzenia kwasu, trzymając probówkę wylotem od siebie.

Następnie wprowadzamy do kwasu kawałek rozżarzonego węgla drzewnego, płonąca siarkę na stalowym pręcie oraz kilka kropel terpentyny.

Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jak zachowuje się drewno, siarka i terpentyna w parach wrzącego kwasu azotowego(V)?
2. Jak działa kwas azotowy(V) na terpentynę?
3. Jaki gaz powstaje w wyniku spalania siarki i węgla w kwasie azotowym(V)?
4. O czym świadczą otrzymane produkty powyższych reakcji chemicznych? Napisz równania odpowiednich reakcji.
5. Jakie właściwości wykazuje w tym doświadczeniu kwas azotowy(V)?

8. Reakcja chemiczna nadtlenu wodoru z jodkami

Przebieg doświadczenia:

Do probówki z zakwaszonym roztworem jodku potasu i skrobi dodajemy od 1 do 2 cm³ 3% roztworu nadtlenu wodoru (wody utlenionej). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej nadtlenu wodoru z jodkiem potasu.
2. Jaką rolę pełni nadtlenek wodoru w tej reakcji chemicznej?
3. Jod nie rozpuszcza się w wodzie. Jak zatem przygotować roztwór jodu w wodzie?
4. Jakie związki chemiczne powstają w wyniku działania jodu na jodki?
5. Dlaczego w tej reakcji chemicznej skrobia może pełnić rolę wskaźnika?



9. Utlenianie alkoholu metylowego

Przebieg doświadczenia:

Do probówki wlewamy około 3 cm^3 alkoholu metylowego. Następnie w płomieniu palnika gazowego w części utleniającej płomienia rozżarzamy drut miedziany. Obserwujemy wygląd drutu po ostygnięciu. Rozżarzamy drut ponownie i gorący zanurzamy w alkoholu metylowym w probówce.

Badamy zapach powstałego produktu reakcji i porównujemy go z zapachem formaliny.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaka jest woń powstałego produktu w tej reakcji?
2. Jak zmienił się wygląd drutu?
3. Napisz równanie reakcji chemicznej, która zaszła w tym doświadczeniu?
4. W obserwowanej reakcji chemicznej utleniania-redukcji podaj nazwę utleniacza i reduktora.
5. Dokonaj bilansu liczby oddanych i pobranych elektronów.

10. Badanie zależności szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów

Przebieg doświadczenia:

Do zlewki pojemności 600 cm^3 wsypujemy 25 g tiosiarczanu(VI) sodu i uzupełniamy wodą do łącznej objętości 500 cm^3 . Następnie na czarnym tle ustawiamy cztery wysokie zlewki objętości 400 cm^3 . Do pierwszej zlewki wlewamy 120 cm^3 przygotowanego roztworu tiosiarczanu(VI) sodu, do drugiej 60 cm^3 tego roztworu i 60 cm^3 wody, do trzeciej 30 cm^3 roztworu i 90 cm^3 wody, a do czwartej 15 cm^3 roztworu i 105 cm^3 wody. Zawartość zlewek dokładnie mieszamy szklanymi bagietkami. Następnie do czterech cylindrów miarowych pojemności 25 cm^3 odmierzamy po 20 cm^3 roztworu kwasu solnego przygotowanego przez rozcieńczenie 32 cm^3 stężonego kwasu solnego wodą destylowaną do objętości 100 cm^3 . Do każdej zlewki wlewamy



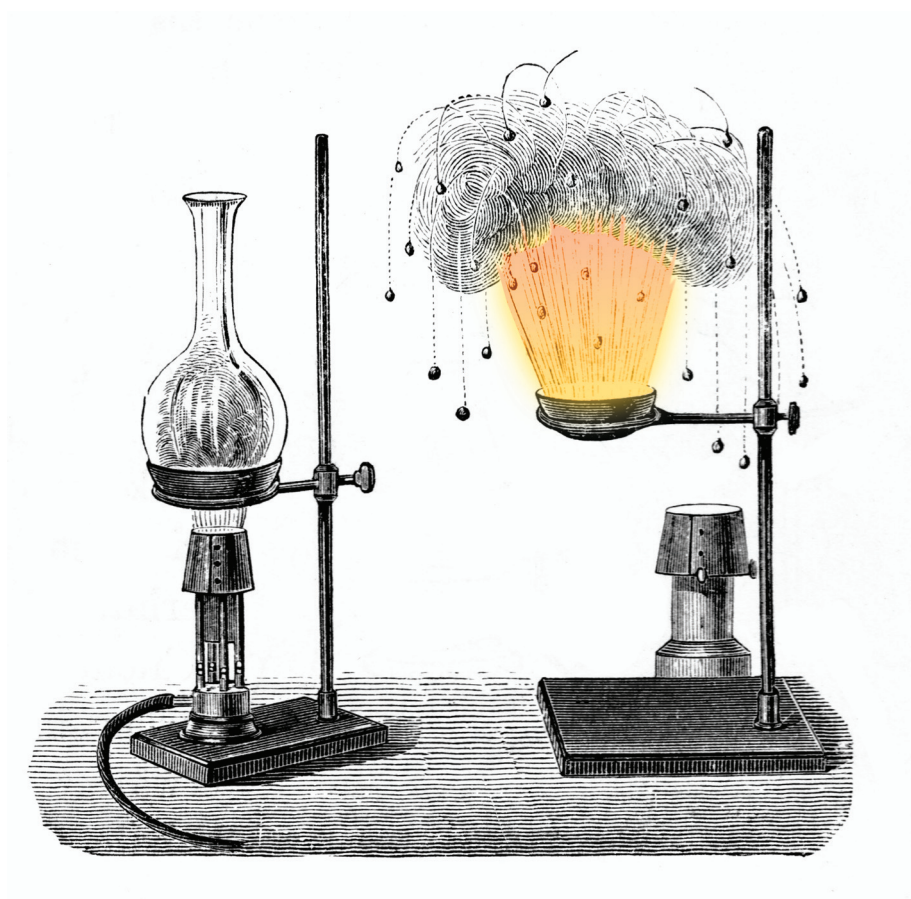
równocześnie odmierzone ilości roztworów kwasu solnego i natychmiast mieszamy je bagietką uruchamiając jednocześnie stopery. Notujemy czas pojawienia się zmętnienia w kolejnych zlewkach licząc czas od chwili wiania roztworu kwasu solnego do roztworu tiosiarczanu(VI) sodu. Należy pamiętać o tym, aby temperatury roztworów tiosiarczanu(VI) sodu jak i roztwory kwasu solnego były jednakowe. W przeciwnym razie wyniki doświadczenia mogą być nieprawidłowe, gdyż wpływ na szybkość reakcji będzie mieć również różna temperatura roztworów.

Problemy do rozwiązania:

1. Od jakich czynników może zależeć szybkość reakcji chemicznej?
2. W jaki sposób szybkość reakcji chemicznej zależy od stężenia substratów?
3. Jakie zmiany zachodzą po stronie substratów, a jakie po stronie produktów podczas przebiegu reakcji chemicznej?
4. Jak nazywa się dział chemii, który zajmuje się badaniem czynników wpływających na przebieg oraz szybkość reakcji chemicznych?
5. Napisać równanie reakcji chemicznej tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym.



VI. Efekty energetyczne różnych reakcji chemicznych







1. Działanie jodu na magnez

Przebieg doświadczenia:

Do próbki wrzucamy kilka gramów opiłków magnezowych i szczyptę jodu. Probówkę umieszczamy w łapie statywu. Reakcja chemiczna nie zachodzi. Następnie do mieszaniny w próbce dodajemy dwie krople wody. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej w postaci jonowej.
2. Podaj kierunek przemieszczania się elektronów w tej reakcji.
3. Co można powiedzieć o wzajemnej reaktywności chemicznej jodu i magnezu?
4. Co to jest katalizator a co nazywamy inhibitorem reakcji chemicznej?
5. Jaką rolę pełni woda w reakcji chemicznej jodu z magnezem?

2. Reakcje silnie endotermiczne

Przebieg doświadczenia:

Mieszmamy dokładnie 15 g wodorotlenku baru z taką samą ilością rodanku amonu w zlewce i stawiamy ją na deskę lub kafelek, której powierzchnia została uprzednio zwilżona wodą. Po około minucie można wyczuć zapach amoniaku. Mieszanina z postaci stałej staje się cieczą, a jej temperatura spada po około 2 minutach z $+20^{\circ}\text{C}$ do -25°C . Próbujemy podnieść zlewkę.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji chemicznej wodorotlenku baru z rodankiem amonu.
2. Jaka to reakcja chemiczna pod względem energetycznym?



3. Gdzie praktycznie wykorzystuje się ten oziębiający efekt?
4. Jakie zjawisko występuje podczas rozpuszczania w wodzie azotanu(V) amonu? Czy efekt ten powstaje na tej samej zasadzie co w powyższej reakcji rodanku amonu z wodorotlenkiem baru?
5. Dlaczego podczas rozpuszczania w wodzie wodorotlenku sodu roztwór ogrzewa się?

3. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji chemicznej

Przebieg doświadczenia:

Do trzech kolb stożkowych odmierzymy po 20 cm³ roztworu kwasu azotowego(V). Roztwór powyższy otrzymuje się przez zmieszanie 68% kwasu azotowego(V) z wodą w stosunku objętościowym 1:3. Zawartość pierwszej kolby pozostawiamy w temperaturze otoczenia. Zawartość drugiej kolby ogrzewamy do temperatury 40°C, a trzeciej do temperatury 80°C. Do wszystkich trzech kolb dodajemy równocześnie po 10 cm³ roztworu jodku potasu otrzymanego przez rozpuszczenie 3,4 g soli w 40 cm³ wody. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz wzór strukturalny cząsteczki kwasu azotowego(V).
2. Jaka jest różnica w szybkości reakcji chemicznej wydzielania jodu w poszczególnych kolbach?
3. Od czego zależy badana szybkość reakcji?
4. Napisz równanie reakcji chemicznej jodku potasu z kwasem azotowym(V).
5. Na podstawie jakich zmian można wnioskować o tym, że w tym przypadku zaszła reakcja chemiczna?

4. Spalanie magnezu w parze wodnej

Przebieg doświadczenia:

Do kolby stożkowej pojemności 500 cm³ wlewamy około



50 cm³ wody i podgrzewamy ją do wrzenia. Gdy wewnątrz kolby wypełnią pary wprowadzamy do jej wnętrza na łyżce do spalań zapalone wiórki magnezowe. Obserwujemy wylot kolby. Następnie powstały ochłodzony produkt reakcji wsypujemy do wody w kolbie i dodajemy roztwór fenoloftaleiny. Obserwujemy zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaki gaz powstaje w wyniku reakcji chemicznej magnezu z parą wodną?
2. Napisz równanie tej reakcji.
3. Jaki związek chemiczny powstaje podczas spalania magnezu w parze wodnej?
4. Jakie właściwości chemiczne ma ten związek chemiczny?
5. Jak w laboratorium można otrzymać niewielkie ilości wodoru?

5. Błyskawice w zlewce

Przebieg doświadczenia:

Do suchej wysokiej zlewki pojemności 150 cm³ wlewamy ostrożnie 50 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI), a następnie ostrożnie na jego powierzchnię wprowadzamy pipetą 30 cm³ alkoholu etylowego zwracając uwagę na to, aby obie ciecze nie uległy zmieszaniu. Następnie do zlewki wrzucamy kilka (np. 5) kryształów manganianu(VII) potasu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji manganianu(VII) potasu ze stężonym kwasem siarkowym(VI).
2. Napisać równanie reakcji rozkładu tlenku manganu(VII).
3. Do jakiego produktu utlenia się w tych warunkach alkohol etylowy?
4. Do jakiego produktu może utlenić się alkohol etylowy w środowisku silnego utleniacza?
5. Jaka reakcja chemiczna zachodzi w miejscach pojawiania się błysków?



6. Reakcja chemiczna manganianu(VII) potasu z glicerolem

Przebieg doświadczenia:

Na kawałku metalowej blachy stawiamy porcelanową parownicę. W parownicy umieszczamy około 20 g manganianu(VII) potasu. Następnie z małej zlewki na powierzchnię manganianu(VII) potasu wylewamy około 5 cm³ glicerolu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej manganianu(VII) potasu z glicerolem.
2. Do jakiego produktu w tej reakcji chemicznej utlenia się glicerol?
3. Do jakiej grupy alkoholi zalicza się glicerol?
4. Napisać wzór strukturalny glicerolu.
5. Na czym polega różnica w określeniach „utlenianie” i „spalanie”?

7. Fajerwerki zapalane lodem

Przebieg doświadczenia:

Odważamy 4 g pyłu cynkowego i umieszczamy go w małej zlewce (50 cm³) oraz przygotowujemy mieszaninę 4 g azotanu(V) amonu, 1 g chlorku amonu i 0,5 g azotanu(V) baru i umieszczamy ją w drugiej zlewce (50 cm³). Zawartość obu naczyń dokładnie mieszamy (bez rozcierania) i usypujemy z niej stożek na kafelku lub metalowej blasze. Jako „zapalnik” posłuży kostka lodu, starannie umieszczona na stożku za pomocą szczypiec. Po kilku sekundach stożek zapala się bladozielonym płomieniem z utworzeniem dużej liczby iskier.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaki jest efekt energetyczny przeprowadzonej reakcji chemicznej?
2. Jaką rolę pełni woda w tej reakcji chemicznej?



3. Skąd pochodzi zielona barwa płomienia?
4. Narysować wzory strukturalne azotanu(V) amonu i azotanu(V) baru.
5. Skąd pochodzi czerwona, pomarańczowa i zielona barwa sztucznych ogni?

8. *Badanie właściwości fizycznych i chemicznych triazotanu(V) celulozy*

Przebieg doświadczenia:

Badamy barwę i stan skupienia próbki triazotanu(V) celulozy. Porównujemy ją z próbką zwykłej waty celulozowej.

Badanie palności: ujmujemy w szczypce próbkę waty celulozowej i zapalamy ją w płomieniu palnika gazowego. Obserwujemy szybkość palenia się waty. Tak samo postępujemy w przypadku próbki triazotanu(V) celulozy. Porównujemy szybkość spalania się obu substancji.

Badanie termicznego rozkładu: do próbki wprowadzamy do dna niewielką próbkę triazotanu(V) celulozy. Wylot próbki zatykamy gumowym korkiem i umieszczamy ją w łapie statywu pod określonym kątem. Następnie dno próbki ogrzewamy płomieniem palnika gazowego i odsuwamy się na bezpieczną odległość.

Uwaga! Wylot próbki należy skierować w bezpieczną stronę (nie w stronę stojących osób lub nie w stronę okna itp.).

Problemy do rozwiązania:

1. W jaki sposób otrzymuje się w laboratorium triazotan(V) celulozy?
2. Jakie właściwości chemiczne wykazuje triazotan(V) celulozy?
3. Dlaczego stosowana nieraz nazwa „nitroceluloza” jest nazwą niewłaściwą?
4. W jaki sposób można otrzymać najprostszy ester organiczny?
5. Gdzie zastosowanie praktyczne znalazł triazotan(V) celulozy?



9. *Reakcja chemiczna rozkładu jodku azotu(III)*

Przebieg doświadczenia:

Do zlewki pojemności 100 cm³ wlewamy 50 cm³ 25% roztworu wody amoniakalnej i wrzucamy od 0,5 do 1 g jodu. Mieszanie pozostawiamy na około 10 minut.

Następnie oddzielamy powstały osad jodku azotu(III) poprzez sączenie. Krysztaly przemywamy kilkakrotnie wodą na sączku, a następnie niewielką ilością alkoholu etylowego. Wilgny sączek z pozostałością rozkładamy ostrożnie na metalowej blasze lub na porcelanowym kaflu. Po upływie około 15 do 20 minut lekko uderzamy szczypcami lub długą listwą w suche krysztaly jodku azotu(III). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Należy zachować bezpieczną odległość (2 – 3 m) podczas uderzania w krysztaly.

Problemy do rozwiązania:

1. W jaki sposób następuje rozkład jodku azotu(III)?
2. Jaką barwę mają powstające dymy podczas reakcji rozkładu?
3. Jakie produkty powstają w tej reakcji chemicznej?
4. Jaką charakterystyczną właściwość fizyczną ma jod?
5. O których reakcjach chemicznych mówi się, że zachodzą wybuchowo?

10. *Proch dymny*

Przebieg doświadczenia:

Odważamy dokładnie 3,75g azotanu(V) potasu, 0,75g węgla drzewnego i 0,5g siarki. Każdy z tych składników oddzielnie rozdrabniamy w moździerzu na proszek. Następnie mieszamy je razem w małej (50 cm³) zlewce. Połowę zawartości zlewki umieszczamy, stosując w tym celu łyżkę, na metalowej płytce. Następnie zapalone łuczywo ujmujemy w szczypce i zbliżamy płomień do mieszaniny. W drugiej wersji eksperymentu można metalową płytkę z prochem położyć na trójnogu i od spodu podgrzewać płomieniem palnika gazowego.

Uwaga! Należy zachować szczególną ostrożność! W pobliżu



nie powinny znajdować się inne osoby i bezzwłocznie stosować okulary ochronne.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką rolę pełni azotan(V) potasu w tym doświadczeniu?
2. Czy stopień rozdrobnienia substratów w fazie stałej ma wpływ na szybkość reakcji chemicznej?
3. Gdzie obecnie ma zastosowanie proch dymny?
4. W jakim kraju po raz pierwszy opracowano recepturę na proch dymny?
5. Jaki związek chemiczny stosuje się do produkcji strzelniczego prochu bezdymnego?

11. Barwne ognie bengalskie

Przebieg doświadczenia:

Odpowiednie substancje chemiczne ważymy, przenosimy na duży arkusz papieru i starannie mieszamy przez poruszanie papierem. Wysypujemy je następnie na ognioodporną podstawę, tak aby tworzyły wydłużony stos. Mieszaniny zapalamy z jednej strony przez dodanie z pipety 1-2 kropel stężonego kwasu siarkowego(VI).

Proporcje składników:

Czerwony ogień

2,5 g KClO_3 , 2,5 g cukru pudru, 5 g $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$.

Zielony ogień

2,5 g KClO_3 , 2,5 g cukru pudru, 5 g $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

Żółty ogień

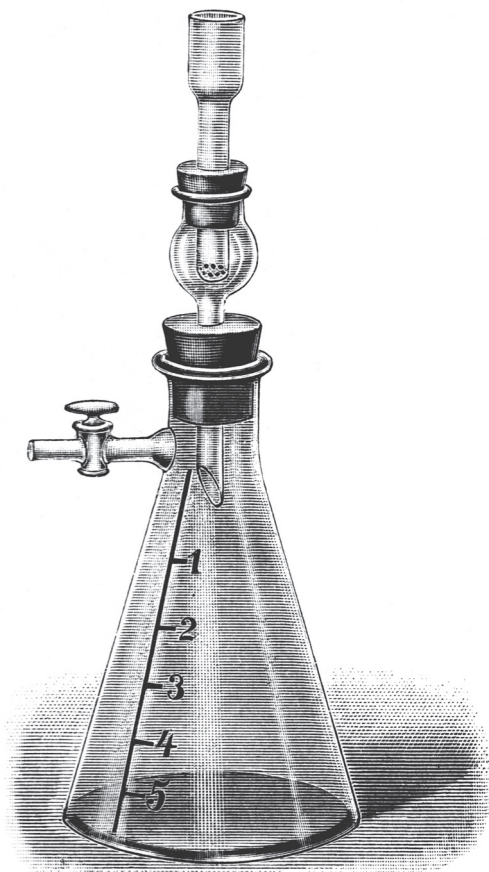
2,5 g KClO_3 , 2,5 g cukru pudru, 5 g NaNO_3 .

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką rolę w tym doświadczeniu pełni chloran(V) potasu?
2. Czy atomy metali w azotanach(V) ulegają w tym doświadczeniu wzbudzeniu?
3. Jakemu zjawisku fizycznemu ulegają w tym eksperymencie atomy strontu, baru i sodu?

4. Jak w laboratorium chemicznym można otrzymać tlen z chloranu(V) potasu?
5. Jakie zastosowanie ma saletra potasowa w przemyśle spożywczym?

VII. Reakcje chemiczne o znaczeniu analitycznym







1. Analiza płomieniowa

Przebieg doświadczenia:

Przygotowujemy w probówkach stężone roztwory soli litowców (Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+), berylowców (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) i miedzi(II). Najlepiej do tego celu nadają się chlorki oraz azotany(V). Przygotowujemy drucik platynowy osadzony w bagietce szklanej, dwie probówki, jedną z około 1 cm^3 stężonego roztworu kwasu solnego, drugą z wodą destylowaną i zapalamy palnik gazowy. Wprowadzamy koniec drucika do płomienia palnika i wyżarzamy go. Zanurzamy do stężonego roztworu kwasu solnego i ponownie do płomienia. Następnie zanurzamy go do roztworu soli i wprowadzamy do nieświecącego płomienia palnika. Za pomocą drucika platynowego badamy jak zabarwia się płomień palnika w przypadku pozostałych soli. Po każdej próbie zanurzamy drucik w stężonym roztworze kwasu solnego, wodzie destylowanej i wyżarzamy go. Czynności czyszczące powtarzamy tak długo, aż pręcik nie będzie zabarwiał płomienia palnika. W przypadku stosowania azotanów trzeba czynność zanurzenia do roztworu kwasu solnego powtarzać kilka razy.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego atomy niektórych metali „świecą” w płomieniu palnika?
2. Na czym polega wzbudzenie atomu danego pierwiastka?
3. Czy atomy w stanie wzbudzonym są stabilne?
4. W jakiej analizie ma zastosowanie zjawisko wzbudzenia atomów pierwiastków chemicznych?
5. Na jaki kolor barwi się płomień palnika, gdy wprowadzimy do niego kationy wapnia, strontu, baru, miedzi?



2. Badanie higroskopijnych właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg doświadczenia:

Do małego krystalizatora wlewamy stężony kwas siarkowy(VI). Naczynie stawiamy na wadze technicznej i ważymy. W odstępach kilku minut sprawdzamy wskazania wagi (2 - 3 razy). W probówce ogrzewamy nad płomieniem palnika gazowego kryształ uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II). Do drugiej probówki dodajemy szczyptę tej soli i około 2 cm^3 stężonego kwasu. Obserwujemy zmiany w obu probówkach.

Dalej rozcieramy w moździerzu cukier i wysypujemy do zlewki do pełna. Do cukru dodajemy niewielką ilość wody i mieszamy zawartość bagietką. Następnie wlewamy jeszcze do zlewki stężony kwas siarkowy(VI) tak, by przykrył powierzchnię cukru. Po upływie około 1 minuty obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jak wytłumaczyć zwiększanie się masy stężonego kwasu siarkowego(VI) pozostawionego w atmosferze powietrza?
2. Odbarwianie ogrzewanego siarczanu(VI) miedzi(II) polegało na utracie wody krystalizacyjnej. Co można powiedzieć o właściwościach stężonego kwasu siarkowego(VI), który wywołał ten sam efekt?
3. O czym świadczą zmiany zachodzące w warstwie cukru?
4. Jaka jest wspólna przyczyna zjawisk obserwowanych w tym doświadczeniu?
5. Dlaczego powinniśmy zawsze wlewać stężony kwas siarkowy(VI) do wody a nigdy odwrotnie?

3. Asocjacja tlenku azotu(IV)

Przebieg doświadczenia:

Zamkniętą probówkę z tlenkiem azotu(IV) zanurzamy w wodzie z lodem. Następnie wyjmujemy i ogrzewamy ją dłońmi. Znowu chłodzimy probówkę umieszczając ją w wodzie z lodem.



Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką barwę ma tlenek azotu(IV) i tlenek azotu(II)?
2. Na czym polega zjawisko asocjacji tlenku azotu(IV)?
3. Napisać równanie reakcji chemicznej laboratoryjnego otrzymywania tlenku azotu(IV).
4. W jakich warunkach reakcji chemicznej można otrzymać tlenek azotu(II)?
5. Który z tlenków azotu jest bezwodnikiem kwasu azotowego(V)?

4. Wykrywanie nikotyny metodą mikrokrystaliczną

Przebieg doświadczenia:

Tytoń wyjęty z kilku papierosów należy zalkalizować wodorowęglanem sodu (sprawdź papierkiem lakmusowym lub uniwersalnym). Następnie otrzymany roztwór tytoniu w wodorowęglanie sodu ekstrahujemy eterem. W tym celu do kolby stożkowej pojemności 250 cm³ przenosimy zalkalizowaną mieszaninę i dodajemy 5 cm³ eteru. Ekstrakt eterowy odparowujemy pod wyciągiem.

Wykrywanie nikotyny metodą mikrokrystaliczną

Małą ilość wyciągu z tytoniu wlewamy do probówki i dodajemy kroplę roztworu jodku bizmutu(III) w jodku potasu.

Problemy do rozwiązania:

1. Do jakiej grupy związków chemicznych należy nikotyna?
2. Jaki aldehyd znajduje się w dymie papierosowym?
3. Jaki wpływ na organizm ludzki wykazuje większość znanych alkaloidów?
4. Dlaczego palenie papierosów po pewnym czasie staje się nałogiem?
5. Czy amfetamina zalicza się do alkaloidów?



5. *Reakcja charakterystyczna jonów siarczanowych(VI)*

Przebieg doświadczenia:

W statywie umieszczamy 4 probówki i do dwóch z nich dodajemy po około 2 cm^3 1 % roztworu kwasu siarkowego(VI), a do dwóch pozostałych 2 % roztwór siarczanu(VI) sodu. Następnie do jednej pary roztworów z kwasem i siarczanem(VI) dodajemy po około 2 cm^3 2 % roztworu węglanu sodu (aż roztwór przestanie się pienić).

Do dwóch pozostałych probówek dodajemy 1 % roztwór chlorku baru.

Obserwujemy wynik reakcji.

Do wszystkich czterech probówek dodajemy po kilka cm^3 kwasu solnego.

Problemy do rozwiązania:

1. Co obserwujemy po dodaniu węglanu sodu do badanych roztworów?
2. Co nastąpiło po zakwaszeniu tych roztworów?
3. Jak reagowały substancje chemiczne w tym doświadczeniu z solami baru?
4. Czy także tym razem kwas rozpuścił powstałe osady?
5. Która reakcja chemiczna jest charakterystyczna dla jonu siarczanowego(VI)?

6. *Reakcja charakterystyczna jonu azotanowego(V) (reakcja z utworzeniem obrączki)*

Przebieg doświadczenia:

Do dwóch probówek nalewamy: do pierwszej około 2 cm^3 5% roztwór kwasu azotowego(V), a do drugiej roztwór 5% azotanu(V) sodu. Następnie do obu probówek dodajemy po około 2 cm^3 nasyconego roztworu siarczanu(VI) żelaza(II) i zawartości probówek mieszamy. Pochylając każdą z probówek nalewamy ostrożnie po ich ściankach po 2 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI). Kwas siarkowy(VI) o większej gęstości od wody spływa na dno probówki i tworzy oddzielną warstwę.



Obserwujemy granicę między warstwą stężonego kwasu i znajdującym się nad nim roztworu.

Problemy do rozwiązania:

1. W reakcji miedzi z rozcieńczonym roztworem kwasu azotowego(V) wydzielilo się $1,12 \text{ dm}^3$ tlenku azotu(II) w warunkach normalnych. Ile miedzi weszło w reakcję chemiczną?
2. Podaj wzór chemiczny tlenku azotu, zawierającego 29,9% azotu.
3. Napisz równania reakcji chemicznych miedzi z rozcieńczonym i stężonym roztworem kwasu azotowego(V).
4. Dlaczego w tym eksperymencie na granicy roztworów powstaje brunatna obrączka?
5. Napisz wzór chemiczny powstałego brunatnego związku chemicznego.

7. Przygotowanie koloidowego roztworu wodorotlenku żelaza(III) i kalafonii

Przebieg doświadczenia:

Do 100 cm^3 wrzącej wody w zlewce wkraplamy powoli 10% roztwór chlorku żelaza(III). Z upływem czasu roztwór przybiera coraz bardziej intensywne czerwonebrunatne zabarwienie, podczas gdy roztwór chlorku żelaza(III) ma barwę żółtą.

Około $0,1 \text{ g}$ kalafonii rozpuszczamy w 20 cm^3 acetonu. Acetonowy roztwór kalafonii wlewamy do 500 cm^3 wody destylowanej i dokładnie mieszamy.

Wykorzystując wąską wiązkę światła z rzutnika zbadaj efekt Tyndalla w roztworach koloidowych.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji hydrolizy chlorku żelaza(III).
2. Czy zhydrolizowany roztwór chlorku żelaza(III) zaliczyć można do koloidów?
3. Czym charakteryzują się roztwory rzeczywiste, roztwory koloidalne i zawiesiny?
4. Na czym polega efekt Tyndalla?
5. Podaj kilka przykładów występowania efektu Tyndalla w życiu



codziennym.

8. Wyznaczenie stałej dysocjacji kwasu octowego

Przebieg doświadczenia:

Przygotowujemy 1 molowy roztwór kwasu octowego. Dokonujemy dodatkowych rozcieńczeń tego podstawowego roztworu uzyskując roztwór 0.1, 0.01, 0.001 molowy. Rozcieńczeń tych możemy dokonać używając cylindra miarowego, do którego wlewamy 10 cm³ roztworu pierwotnego i uzupełniamy wodą destylowaną do 100 cm³. Sprawdzamy papierkiem uniwersalnym pH otrzymanych roztworów. Zmierzone wartości odpowiadają określonemu stężeniu jonów wodorowych w badanych roztworach (gdyż $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$, a więc i stężeniu cząsteczek, które uległy dysocjacji).

Problemy do rozwiązania:

1. Podać definicję stężenia molowego substancji w roztworze?
2. Jak wyraża się stopień dysocjacji kwasu octowego?
3. Znając stopień dysocjacji obliczyć stałą dysocjacji uwzględniając prawo rozcieńczeń Ostwalda.
4. Jak z kwasu octowego przygotować roztwór buforowy?
5. Czy kwas octowy jest palny?

9. Właściwości stężonego kwasu azotowego(V)

Przebieg doświadczenia:

Ogrzewamy w probówce 1 cm³ stężonego kwasu azotowego(V) (ostrożnie). Do parownicy zawierającej kilka cm³ stężonego kwasu azotowego(V) wrzucamy (pod wyciągiem) kawałek węgla drzewnego lub siarki.

Do probówki zawierającej 1 cm³ kwasu azotowego(V) wrzucamy kawałek cynku. Następuje dość gwałtowna reakcja. Po jej zakończeniu dodajemy do roztworu nadmiar wodorotlenku sodu i ogrzewamy.



Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej termicznego rozkładu stężonego kwasu azotowego(V).
2. Napisać równanie reakcji chemicznej stężonego kwasu azotowego(V) z siarką i z węglem.
3. Wskazać utleniacz i reduktor w powyższych reakcjach chemicznych.
4. Jaka reakcja w analizie chemicznej nosi nazwę reakcji ksantoproteinowej?
5. Napisać równanie reakcji chemicznej cynku ze stężonym kwasem azotowym(V).

10. Odmiany alotropowe siarki

Przebieg doświadczenia:

Napełniamy tygiel siarką do połowy objętości, umieszczamy na trójnogu w trójkącie kaolinowym i ogrzewamy powoli palnikiem gazowym. Po stopieniu siarki odstawiamy palnik i czekamy aż siarka zakrzepnie. Gdy na powierzchni siarki powstanie skorupa, przebijamy ją bagietką i wylewamy, trzymając tygiel w szczypcach, zawartość do drugiego tygla, następnie wyjmujemy szczypcami skorupę obserwując jej spodnią stronę.

Następnie ponownie łączymy wszystkie części siarki w tyglu i ogrzewamy ponownie. Obserwujemy zmiany barwy i lepkości ciekłej siarki podczas ogrzewania. Przerywamy ogrzewanie, gdy ciekła siarka barwy żółtej przejdzie poprzez czerwono-brunatną, bardzo lepka masę, ponownie w ciecz o mniejszej lepkości. Wówczas wylewamy zawartość tygla do zlewki z zimną wodą. Obserwujemy oziębiony produkt.

Problemy do rozwiązania:

1. W jakich odmianach alotropowych może występować siarka?
2. Jak wygląda siarka jednoskośna a jak siarka rombową?
3. Jakie zastosowanie ma siarka w przemyśle chemicznym?
4. Jakimi metodami wydobywa się siarkę z jej złóż rodzimych?
5. Gdzie w Polsce występują złoża siarki?

11. Identyfikacja analityczna kwasu solnego i chlorków

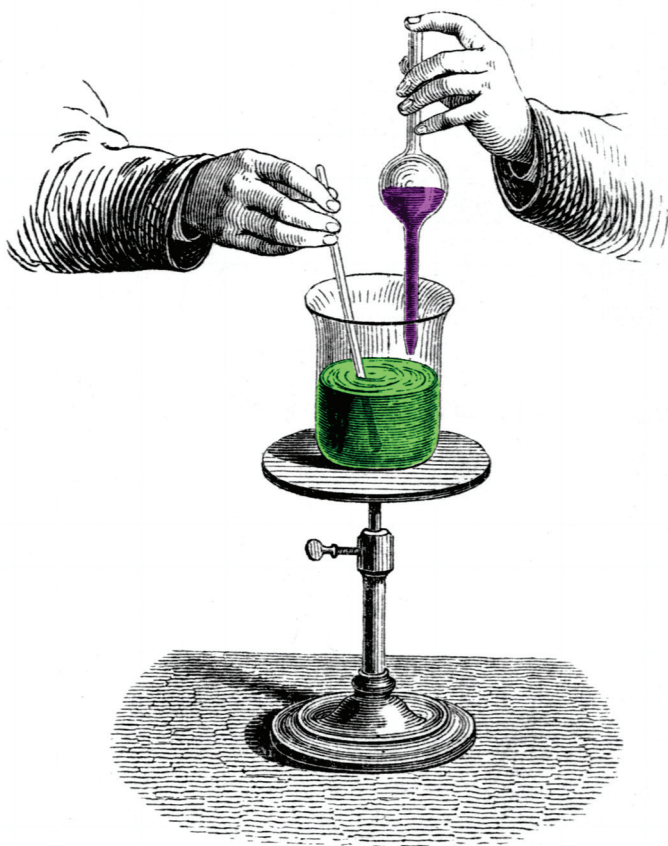
Przebieg doświadczenia:

Przygotowujemy w probówkach po kilka cm^3 1 % roztworu chlorku sodu i 1 % roztworu kwasu solnego. Do każdego z tych roztworów dodajemy po kilka kropel 1 % roztworu azotan(V) srebra. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką rolę odgrywa azotan(V) srebra w prowadzonych reakcjach?
2. Jaki związek chemiczny strącił się w postaci osadu?
3. Napisz równania zachodzących reakcji chemicznych w postaci jonowej i cząsteczkowej.
4. Co dzieje się z powstałym osadem pod wpływem światła?
5. Jak można wykryć obecność soli srebra w roztworze?

VIII. Reakcje zobojętniania







1. Płonący żel

Przebieg doświadczenia:

W 30 cm³ wody rozpuszczamy 12 g octanu wapnia. Roztwór powinien być nasycony więc jeśli trzeba to należy dodać więcej octanu wapnia. Następnie dodajemy roztwór wodorotlenku sodu, aż roztwór wykaże słabo zasadowy odczyn w stosunku do fenoloftaleiny. Dalej 8 cm³ tego roztworu przenosimy do większej zlewki i dodajemy 60 cm³ alkoholu etylowego i 1 cm³ roztworu fenoloftaleiny.

Mieszaninę przelewamy z jednej zlewki do drugiej, aż utworzy się różowy żel. Następnie pokój zaciemniamy i zapalamy żel.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaka jest różnica pomiędzy żelem a zolem?
2. W jakim celu dodano alkohol etylowy do nasyconego roztworu octanu wapnia?
3. Napisz wzór strukturalny octanu wapnia.
4. Co w chemii nazywamy rozpuszczalnością danego związku chemicznego?
5. Co to jest iloczyn rozpuszczalności substancji trudno rozpuszczalnej?

2. Reakcja tlenku cynku z kwasem i wodorotlenkiem

Przebieg doświadczenia:

Szczyptę tlenku cynku wsypujemy do dwóch probówek, z których jedna zawiera około 2 cm³ stężonego kwasu solnego, druga roztwór stężonego wodorotlenku sodu (30%). Obie probówki ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego (okulary ochronne!!!). Analogiczne doświadczenie przeprowadzamy dodając do probówki z tlenkiem cynku kilka cm³ wody.



Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji tlenku cynku z kwasem solnym i wodorotlenkiem sodu.
2. Jaki charakter chemiczny ma tlenek cynku skoro reaguje z kwasami i zasadami?
3. Jaki jest wynik próby reakcji tlenku cynku z wodą?
4. Podaj przykłady kilku tlenków o właściwościach amfoterycznych.
5. Napisz równania reakcji tych tlenków, z mocnymi kwasami i zasadami, w postaci jonowej.

3. *Miareczkowanie alkałymetryczne*

Przebieg doświadczenia:

W statywie mocujemy pionowo biuretę. Do kolby stożkowej pojemności 250 cm^3 odmierzamy 25 cm^3 roztworu wodorotlenku sodu o nieznanym stężeniu molowym i rozcieńczamy używając około 25 cm^3 wody destylowanej. Do roztworu dodajemy 2-3 krople alkoholowego roztworu fenoloftaleiny. Napełniamy biuretę do kreski „0” roztworem kwasu solnego o stężeniu $0,1\text{ mol/dm}^3$. Kolbę stawiamy na białej kartce papieru pod wylotem biurety. Ostrożnie otwierając kran biurety dodajemy roztwór kwasu solnego ciągle mieszając zawartość w kolbie. Dodawanie kwasu prowadzimy tak długo, aż roztwór w pobliżu strumienia zacznie ulegać odbarwieniu. Następnie roztwór kwasu dodajemy kroplami aż do całkowitego, trwałego odbarwienia. Zapisujemy dokładnie objętość zużytego roztworu kwasu.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji chemicznej kwasu solnego z wodorotlenkiem sodu.
2. Obliczyć ile gramów wodorotlenku sodu należy użyć do całkowitego zobojętnienia 20 g kwasu siarkowego(VI).
3. Na zmiareczkowanie roztworu wodorotlenku sodu zużyto 25 cm^3 roztworu kwasu ortofosforowego(V) o stężeniu $0,1\text{ mol/dm}^3$. Ile gramów wodorotlenku sodu znajdowało się w badanym roztworze?
4. Dlaczego fenoloftaleina wprowadzona do stężonego roztworu



- wodorotlenku sodu lub wodorotlenku potasu zabarwia się na kolor malinowy po czym po chwili roztwór odbarwia się?
5. Naszkicować krzywe miareczkowania alkacymetrycznego kwasu zasadą i odwrotnie.

4. Otrzymywanie wodorotlenku glinu i badanie jego właściwości

Przebieg doświadczenia:

Do 2% roztworu soli glinu dodajemy kroplami wodę amoniakalną. Strącony osad wodorotlenku glinu sączymy na lejku przez bibułę i przemywamy go wodą. Osad dzielimy na dwie części. Próbkę osadu umieszczamy w probówce i dodajemy 5% roztwór kwasu solnego. Obserwujemy wynik reakcji chemicznej. Drugą część osadu w probówce zadajemy roztworem 5% wodorotlenku sodu. Obserwujemy zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Co stało się z osadem w obu przypadkach?
2. Napisz w postaci jonowej równanie reakcji otrzymywania wodorotlenku glinu.
3. Jak przebiega reakcja wodorotlenku glinu z kwasem solnym?
4. Napisz równanie reakcji badanego wodorotlenku z kwasem solnym w postaci jonowej.
5. Do jakich pierwiastków chemicznych zalicza się glin?

5. Działanie tlenku węgla(IV) na wodny roztwór wodorotlenku wapnia

Przebieg doświadczenia:

Do probówki lub małej zlewki wlewamy kilka cm^3 klarownego roztworu wodorotlenku wapnia (wody wapiennej). Do roztworu wkładamy koniec rurki szklanej, którą wprowadzamy tlenek węgla(IV).

Obserwujemy zmiany zachodzące w pierwszym momencie w roz-



tworze wodorotlenku wapnia. Na chwilę przerywamy dopływ tlenu węgla(IV) do roztworu. Oglądamy produkt powstały w probówce. Ponownie przepuszczamy przez zawieszinę tlenek węgla(IV) i obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej mętnienia wody wapiennej.
2. Jakie zjawisko zachodzi podczas nasycania zmętniałej wody wapiennej tlenkiem węgla(IV)
3. Napisać równanie odpowiedniej reakcji chemicznej.
4. Narysować wzór strukturalny tlenu węgla(IV).
5. Dlaczego po otwarciu butelki z gazowaną wodą mineralną uchodzi z niej gaz?

6. Reakcje chemiczne węglanów z kwasami

Przebieg doświadczenia:

Do probówki wprowadzamy niewielką ilość (około 3 g) węglanu sodu. Następnie dodajemy roztwór 1% kwasu solnego i obserwujemy zachodzące zmiany. W celu zidentyfikowania powstałego gazu do wylotu probówki zbliżamy szkiełko zegarkowe zwilżone wodą wapienną.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej węglanu sodu z kwasem solnym.
2. Napisać równanie reakcji chemicznej wodorotlenku wapnia z tlenkiem węgla(IV).
3. Zaprojektować zestaw do otrzymywania większych ilości tlenu węgla(IV) w laboratorium.
4. Jaki produkt gazowy powstaje w wyniku prażenia węglanu wapnia?
5. Stosując między innymi wapń i tlenek węgla(IV) otrzymać węglan wapnia?



7. Reakcje chemiczne w fazie gazowej- tworzenie dymu chlorku amonu

Przebieg doświadczenia:

Ustawiamy pod dygestorium dwa krystalizatory pojemności 250 - 300 cm³ w dużej odległości od siebie. Następnie do jednego z krystalizatorów wlewamy stężony kwas solny tak aby pokryć jego dno. Do drugiego krystalizatora w ten sam sposób wlewamy 25% roztwór wody amoniakalnej. Obserwujemy czy coś się dzieje. Następnie powoli zbliżamy do siebie na odległość około 15 - 20 cm oba krystalizatory. Obserwujemy także zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej tworzenia się chlorku amonu.
2. Napisać równanie reakcji chemicznej chlorku amonu z wodorotlenkiem sodu.
3. Narysować wzór strukturalny ortofosforanu(V) amonu.
4. Do jakiego typu reakcji chemicznych można zaliczyć reakcję chlorowodoru z amoniakiem?
- 5 Czy amoniak jest gazem palnym?

8. Działanie kwasu chlorowodorowego na zasadę sodową w obecności wskaźnika

Przebieg doświadczenia:

Do zlewki pojemności 150 cm³ wlewamy około 1% roztwór zasady sodowej i kilka kropel wskaźnika uniwersalnego. Następnie pipetą lub wkraplaczem dodajemy 1% roztwór kwasu solnego. W momencie gdy od jednej dodanej kropli roztworu kwasu solnego wskaźnik przyjmie barwę żółtą, przerywamy dodawanie kwasu. Tak otrzymany roztwór odparowujemy w parownicy do sucha.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakiego typu związki chemiczne powstają w wyniku reakcji kwasów z wodorotlenkami?

2. Jaka jest rozpuszczalność chlorowodoru w wodzie?
3. Jak otrzymuje się wskaźnik uniwersalny?
4. Napisz równanie odpowiedniej reakcji chemicznej w postaci jonowej i cząsteczkowej.
5. Jak nazywa się dział chemii analitycznej, w którym wykorzystuje się reakcje kwasów z wodorotlenkami?

9. Otrzymywanie szczawianu sodu i badanie jakości wody wodociągowej

Przebieg doświadczenia:

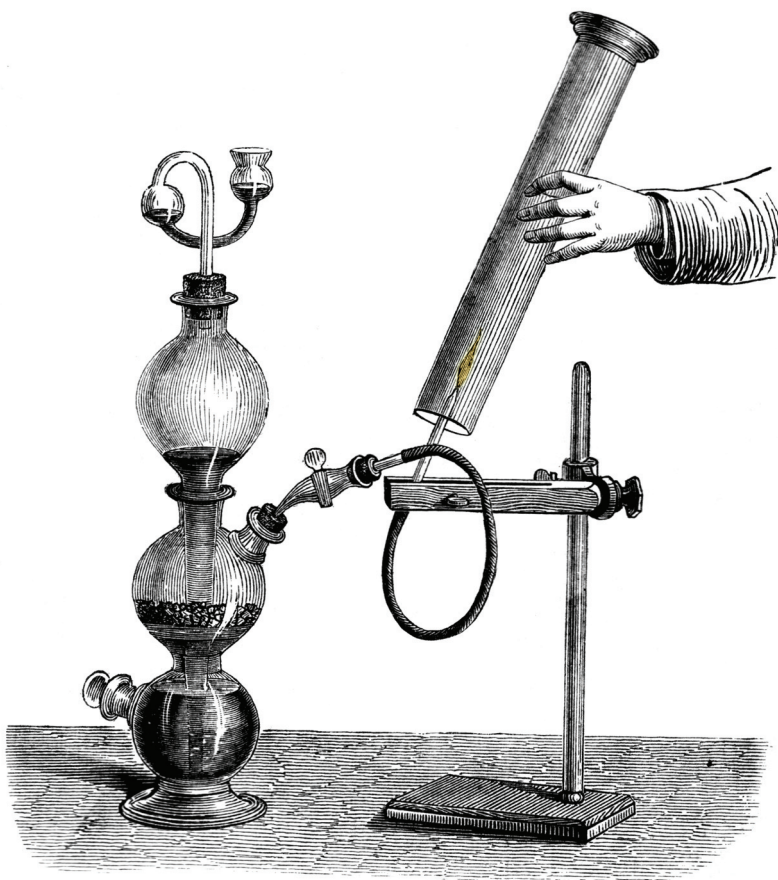
Do zlewki pojemności 100 cm^3 wsypujemy 4 g kwasu szczawiowego i dodajemy 40 cm^3 wody destylowanej. Dodajemy kilka kropel fenoloftaleiny jako wskaźnika. Następnie wkraplamy 5% roztwór wodorotlenku sodu, aż powstanie karminowoczerwone zabarwienie.

Próbkę wody wodociągowej (około 50 cm^3) umieszczamy w zlewce objętości 100 cm^3 i dodajemy 10 cm^3 otrzymanego roztworu szczawianu sodu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równie reakcji chemicznej kwasu szczawiowego z wodorotlenkiem sodu.
2. Narysuj wzór strukturalny kwasu szczawiowego.
3. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych zachodzących w drugiej części doświadczenia?
4. Co to jest twardość wody i jaką jednostką ją określamy?
5. Jakie związki chemiczne odpowiedzialne są za twardość wody wodociągowej?

IX. Reakcje powstawania gazów







1. Reakcja nadtlenu wodoru z manganianem(VII) potasu

Przebieg doświadczenia:

W kolbie stożkowej umieszczamy 100 cm³ 10% roztworu nadtlenu wodoru. Następnie dodajemy około 0,2 g stałego manganianu(VII) potasu. Zachodzi gwałtowna reakcja chemiczna.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakie właściwości chemiczne ma nadtlenek wodoru i manganian(VII) potasu?
2. Napisz wzory strukturalne obu związków chemicznych.
3. Napisz równanie reakcji chemicznej zachodzącej pomiędzy nadtlenkiem wodoru i manganianem(VII) potasu.
4. Dlaczego podczas tej reakcji chemicznej pojawia się dużo pary wodnej i tlenu?
5. Który substrat reakcji jest tu utleniaczem, a który reduktorem?

2. Otrzymywanie tlenu i wodoru w aparacie Hofmanna

Przebieg doświadczenia:

Rozkład wody przeprowadza się za pomocą elektrolizy prądem elektrycznym. Do doświadczenia należy stosować wodę lekko zakwaszoną kwasem siarkowym(VI), który ułatwia przepływ prądu przez wodę.

Do środkowego zbiornika w kształcie gruszki wlewamy zakwaszoną wodę przy otwartych kranikach bocznych rurek. Po napełnieniu rurek zamykamy kurki i podłączamy aparat do źródła prądu stałego. Rozpoczyna się elektroliza.

Z jednego ramienia rurki pobieramy wodór do probówki i identyfikujemy go.

Do końcówki drugiego ramienia aparatu zbliżamy żarzące się łuczywko i otwieramy delikatnie kran. Obserwujemy zachodzące



zjawisko.

Problemy do rozwiązania:

1. Z jakich części zbudowany jest aparat Hofmanna?
2. W którym ramieniu aparatu zbiera się tlen, a w którym wodór?
3. Dlaczego objętość gazu w jednej z rurek jest 2 razy większa niż w rurce drugiej?
4. Jak w szkolnym laboratorium chemicznym identyfikuje się tlen, wodór i tlenek węgla(IV)?
5. W jaki sposób można w laboratorium chemicznym otrzymać niewielkie ilości tlenu? Podaj 3 przykłady.

3. Spalanie siarki w powietrzu. Badanie produktu spalania siarki

Przebieg doświadczenia:

Umieszczamy na łyżce do spalań niewielką ilość siarki i podgrzewamy w płomieniu palnika gazowego. Palącą się siarkę wprowadzamy na łyżce do kolby stożkowej, w której znajduje się około 50 cm^3 wody. Po wyjęciu łyżki z kolby zamykamy jej wylot korkiem i wstrząsamy zawartością kolby. Następnie do kolby dodajemy roztworu oranżu metylowego. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji utleniania siarki.
2. Dlaczego pod wpływem powstałego gazu następuje zmiana barwy oranżu metylowego?
3. Napisz równanie reakcji powstałego gazu z wodą.
4. Jaki kwas powstaje w wyniku reakcji tlenku siarki(IV) z wodą?
5. Wymień odmiany alotropowe siarki.



4. Otrzymywanie azotu z chlorku amonu i azotanu(III) sodu

Przebieg doświadczenia:

Do 50 cm³ stężonego roztworu chlorku amonu umieszczonego w kolbie stożkowej dodajemy 1 cm³ 1% roztworu dichromianu(VI) potasu. Kolbę zamykamy korkiem z wkraplaczem i rurką odprowadzającą. Do wkraplacza wlewamy 1 molowy roztwór azotanu(III) sodu. Roztwór w kolbie ogrzewamy prawie do wrzenia, odstawiamy palnik i powoli wkraplamy azotan(III) sodu. Zaczyna wydzielać się gaz. Czekamy chwilę aż zostanie usunięte powietrze z zestawu. Gaz zbieramy w cylindrze metodą wypierania wody. Badamy palność otrzymanego gazu.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji chemicznej zachodzącej w doświadczeniu.
2. Jaka jest rola dichromianu(VI) potasu w tej reakcji chemicznej?
3. Czy otrzymany gaz jest lżejszy czy cięższy od powietrza?
4. Wskaż związki chemiczne które są reduktorem i utleniaczem w tym doświadczeniu.
5. Co to jest reakcja dysproporcjonowania?

5. Otrzymywanie tlenu i spalanie wybranych pierwiastków w tlenie

Przebieg doświadczenia:

Do kolby kulistej pojemności 250 cm³ wlewamy 100 cm³ wody i 30 cm³ 30% roztworu nadtlenu wodoru (perhydrołu). Następnie wsypujemy szczyptę tlenku manganu(IV) i natychmiast zamykamy wylot kolby korkiem z rurką odprowadzającą. Powstający gaz zbieramy w trzech kolbach stożkowych pojemności 250 – 300 cm³ metodą wypierania wody. Obserwujemy przebieg reakcji chemicznej. Następnie w zebranym w kolbach gazie spalamy następujące pierwiastki chemiczne: magnez, siarkę i węgiel drzewny.



Problemy do rozwiązania:

1. W jaki sposób zachodzi reakcja chemiczna rozkładu nadtlenu wodoru?
2. Jaką rolę pełni w tej reakcji chemicznej tlenek manganu(IV)?
3. Napisać równanie reakcji chemicznej rozkładu nadtlenu wodoru?
4. Jaką rolę pełni nadtlenek wodoru w reakcji chemicznej manganianu(VII) potasu z nadtlenkiem wodoru w środowisku kwaśnym – utleniacza czy reduktora?
5. Napisać równania reakcji chemicznych utleniania magnezu, siarki i węgla oraz narysować wzory strukturalne powstałych tlenków.

6. Otrzymywanie wodoru w reakcji kwasu z metalem

Przebieg doświadczenia:

W kolbie kulistej pojemności 250 cm^3 umieszczamy 100 cm^3 roztworu kwasu solnego otrzymanego przez zmieszanie 50 cm^3 stężonego kwasu z taką samą objętością wody (1:1). Następnie do kolby wrzucamy granulki cynku i jej wylot natychmiast zamykamy korkiem z rurką odprowadzającą. Powstający gaz zbieramy w pięciu probówkach metodą wypierania wody. Badamy różne właściwości fizyczne i chemiczne otrzymanego gazu: barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie, palność, zachowanie się w mieszaninie z powietrzem w obecności płomienia.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej cynku z kwasem solnym.
2. Podać inną reakcję chemiczną niż reakcje metalu z kwasem, w której powstanie wodór.
3. Jaki produkt powstaje podczas spalania piorunującej mieszaniny tlenu z wodorem?
4. Dlaczego wodór jako pierwiastek chemiczny znajduje się na pierwszym miejscu w układzie okresowym pierwiastków chemicznych?
5. Który wodór jest bardziej reaktywny chemicznie: wodór



w postaci atomowej czy wodór w postaci cząsteczkowej?

7. Otrzymywanie tlenku węgla(IV) z węglanów i spalanie magnezu w otrzymanym gazie

Przebieg doświadczenia:

Do kolby stożkowej pojemności 250 - 300 cm³ wsypujemy węglan wapnia lub węglan potasu. Wylot kolby zamykamy korkiem, w którym osadzone są wkraplacz i rurka odprowadzająca gaz. Następnie wkraplacz napełniamy roztworem kwasu solnego (1:2). Rozpoczynamy wkraplać kwas do kolby. Obserwujemy zachodzące zmiany. Gaz zbieramy w kolbie stożkowej metodą wypierania powietrza.

W płomieniu palnika gazowego zapalamy wióry magnezowe na łyżce do spalań. Łyżkę z magnezem wprowadzamy do kolby z tlenkiem węgla(IV). Obserwujemy barwy powstałych produktów reakcji chemicznej.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej otrzymywania tlenku węgla(IV) z węglanu wapnia oraz równanie reakcji termicznego rozkładu węglanu wapnia.
2. Napisać wzór strukturalny tlenku węgla(IV).
3. Podać równanie reakcji chemicznej magnezu z tlenkiem węgla(IV).
4. Dlaczego tlenek węgla(IV) można zbierać w naczyniu metodą wypierania powietrza?
5. Jak w najprostszy sposób zidentyfikować w laboratorium tlenek węgla(IV)?

8. Reakcja chemiczna tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym

Przebieg doświadczenia:

W kolbie stożkowej pojemności 250 cm³ umieszczamy 100



cm^3 wody i rozpuszczamy w niej 4g tiosiarczanu(VI) sodu. Następnie do kolby dodajemy roztwór kwasu solnego (1:7), tak długo, aż pojawią się pierwsze objawy reakcji chemicznej (około 10 – 15 cm^3). Badamy zmiany zachodzące podczas reakcji chemicznej. Określamy zapach powstającego gazu.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym.
2. Narysować wzór strukturalny tiosiarczanu(VI) sodu.
3. Jaką barwę przyjmie oranż metylowy lub fenoloftaleina dodane do wodnego roztworu tlenku siarki(IV)?
4. Zaproponować i napisać równanie innej reakcji chemicznej prowadzącej do otrzymania tlenku siarki(IV).
5. Jakie zastosowanie w fotografii ma tiosiarczan(VI) sodu? Odpowiedź uzasadnij odpowiednim równaniem reakcji chemicznej.

9. *Jakie produkty powstaną w reakcji chemicznej karbidu z wodą?*

Przebieg doświadczenia:

W kolbie stożkowej pojemności 250 cm^3 umieszczamy 2 - 3 grudki karbidu wielkości orzecha laskowego. Kolbę zamykamy korkiem z wkraplaczem i rurką odprowadzającą. Do wkraplacza wlewamy około 100 cm^3 wody. Następnie powoli zaczynamy wlewać wodę do kolby regulując przepływ kranem wkraplacza. Wydzielający się gaz zbieramy do 6 probówek metodą wypierania wody.

Badamy różne właściwości fizyczne i chemiczne otrzymanego gazu: barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie, palność, zachowanie się w mieszaninie z powietrzem w obecności płomienia. Do dwóch probówek z etynem dodajemy po około 1 cm^3 wody bromowej i rozcieńczony roztwór manganianu(VII) potasu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Problemy do rozwiązania:**

1. Napisać równanie reakcji chemicznej węgliku wapnia (karbidu) z wodą.
2. Podać równania reakcji chemicznych całkowitego spalania, półspalania i spalania niecałkowitego otrzymanego gazu.
3. Jakie właściwości chemiczne wykazuje otrzymany gaz jeśli zachodzi reakcja chemiczna z wodą bromową lub manganianem(VII) potasu?
4. Określ typy wiązań pomiędzy atomami węgla w otrzymanym związku chemicznym.
5. Jaką hybrydyzację mają atomy węgla w tym związku chemicznym?

10. Otrzymywanie chloru i spalanie miedzi w chlorze**Przebieg doświadczenia:**

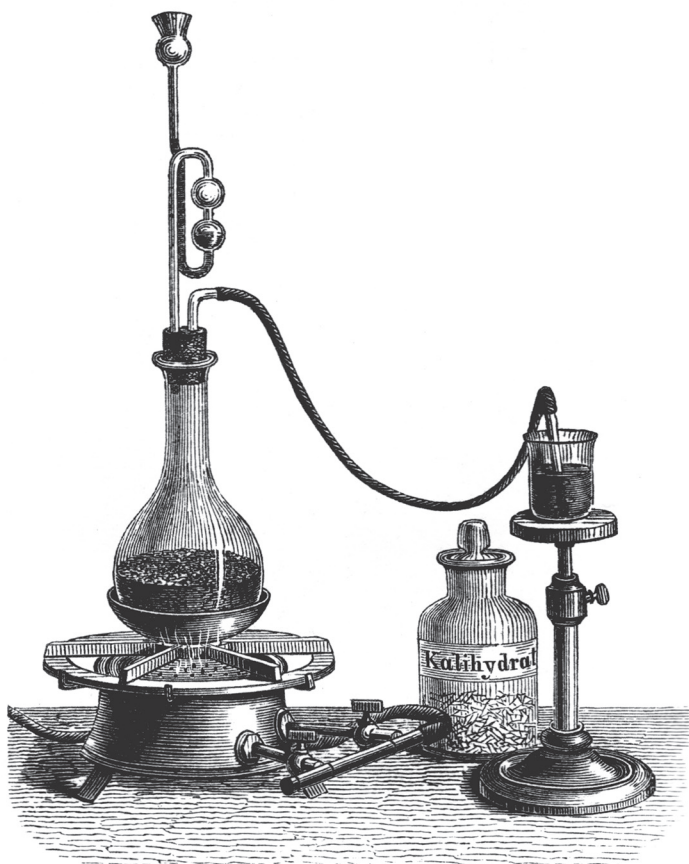
Korzystając z bagietki szklanej, ołówka lub długopisu przygotowujemy spiralę z cienkiego drutu miedzianego długości około 10 cm. Spiralę zaczepiamy do korka gumowego. Do kolby stożkowej pojemności 250 cm³ wsypujemy około 1 g manganianu(VII) potasu, a następnie dodajemy 1 cm³ stężonego kwasu solnego. Wydzielający się w tej reakcji chlor powoli wypełnia wnętrze kolby. Gdy chlor prawie całkowicie wypełni kolbę rozgrzewamy nad palnikiem koniec miedzianej spirali, po czym szybko wkładamy ją do kolby. Obserwujemy zachodzące zmiany. **Doświadczenie przeprowadzamy pod wyciągiem.**

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej manganianu(VII) potasu z kwasem solnym.
2. Dlaczego miedź pali się w atmosferze chloru, a nie spala się w powietrzu?
3. W której grupie i w którym okresie układu okresowego pierwiastków chemicznych znajduje się chlor i miedź?
4. Ustalić na podstawie szeregu napięciowego metali reaktywność chemiczną miedzi.
5. Napisać równanie reakcji chemicznej miedzi z rozcieńczonymi kwasami: azotowym(V) i siarkowym(V).



X. Chemia w naszym otoczeniu







1. Otrzymywanie żywicy fenolowo-formaldehydowej

Przebieg doświadczenia:

Do dwóch probówek wlewamy po 2 cm³ formaliny i dodajemy po 2 g fenolu. Do pierwszej z nich dodajemy następnie kilka kropel stężonego roztworu kwasu solnego, a do drugiej kilka kropel stężonego roztworu wodorotlenku sodu, a następnie umieszczamy obie probówki we wrzącej łaźni wodnej. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Zbadaj stan skupienia otrzymanych produktów po kilku minutach.
2. Czy powstałe produkty różnią się właściwościami w zależności od środowiska przebiegu reakcji?
3. Jakie może mieć zastosowanie tego rodzaju żywica?
4. Narysować wzory strukturalne fenolu i aldehydu mrówkowego.
5. Podać mechanizm reakcji polimeryzacji żywicy fenolowo-formaldehydowej.

2. Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej

Przebieg doświadczenia:

Do probówki zawierającej 10 cm³ formaliny wsypujemy 5g mocznika. Po rozpuszczeniu mocznika dodajemy 1 cm³ stężonego roztworu kwasu solnego i wstawiamy probówkę do wrzącej łaźni wodnej. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaki produkt pod względem fizycznym powstał w probówce?
2. Jaki jest stan produktu po kilku minutach?
3. Przedstaw mechanizm reakcji tworzenia się żywicy mocznikowo-formaldehydowej.



4. Narysować wzór strukturalny mocznika oraz podać naturalne źródło mocznika.
5. Na czym polega w chemii reakcja biuretowa?

3. Depolimeryzacja poli(metakrylanu metylu) - “szkła organicznego” i polimeryzacja otrzymanego monomeru

Przebieg doświadczenia:

Do dużej probówki wrzucamy 10g drobno pokruszonego “szkła organicznego”. Probówkę zamykamy korkiem z osadzoną w nim wygiętą rurką szklaną i ogrzewamy intensywnie płomieniem palnika, zbierając do probówki oddestylowany produkt. Ogrzewanie przerywamy po zebraniu około 2 cm³ destylatu. Wykonujemy próbę z wodą bromową. Do pozostałej ilości destylatu dodajemy kilka małych kawałków “szkła organicznego” i wstawiamy probówkę do łaźni wodnej o temperaturze 60°C. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakim zapachem charakteryzuje się otrzymany produkt reakcji?
2. Co dzieje się z wodą bromową w obecności destylatu? O czym to świadczy?
3. Co dzieje się z pozostałą częścią destylatu odstawioną do łaźni wodnej?
4. Wyjaśnij na czym polega proces polimeryzacji?
5. Czym różni się „szkło organiczne” od szkła sodowego?

4. Tradycyjny wyrób mydła

Przebieg doświadczenia:

Do parownicy z 7 g masła lub smalcu dodajemy 20 cm³ stężonej zasady sodowej i 5 cm³ alkoholu etylowego. Parownicę z mieszaniną ustawiamy na płytce metalowej i mieszając ostrożnie ogrzewamy, około 10 minut. W miarę odparowywania wody dodajemy nowe jej porcje, aby objętość reagującej mieszaniny nie



ulegała zmianie. Następnie do otrzymanej kleistej masy wlewamy 15 cm^3 nasyconego roztworu chlorku sodu. Po dokładnym wymieszaniu całości mieszaninę odstawiamy do wystygnięcia. Zbieramy z wierzchu powstały związek chemiczny do parownicy i stapiamy go. Następnie wlewamy go do pudełka po zapalnicach i odstawiamy do zakrzepnięcia.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakimi właściwościami fizycznymi charakteryzuje się nowopowstały związek chemiczny?
2. Jaka jest jego rozpuszczalność w wodzie?
3. Napisz równanie reakcji powstawania mydła sodowego.
4. Dlaczego w wodzie twardej mydło sodowe lub potasowe tworzy osad? Podać wzór chemiczny tworzącego się osadu.
5. Dlaczego roztwór wodny mydła pieni się?

5. Wykrywanie fosforanów w proszkach do prania

Przebieg doświadczenia:

1. Próba z siedmiomolibdenianem amonu.

Do probówki z kwasem ortofosforowym(V) dodajemy około 3 cm^3 10% roztworu heptamolibdenianu amonu. Roztwór zakwaszamy dodatkowo kwasem azotowym(V). Obserwujemy powstające zmiany, a na produkt reakcji działamy wodą amoniakalną.

2. Próba z chlorkiem baru.

Do probówki z rozcieńczonym roztworem kwasu ortofosforowego(V) dodajemy kilka kropel 1-molowego roztworu chlorku baru. Na powstały produkt reakcji działamy kwasem octowym.

3. Próba z azotanem(V) srebra.

Do probówki wlewamy około 5 cm^3 1-molowego roztworu wodoroortofosforanu(V) potasu, a następnie dodajemy do niej kilka kropel roztworu azotanu(V) srebra. Dzielimy powstały produkt reakcji na dwie części i do jednej z nich dodajemy kwasu octowego, a do drugiej wody amoniakalnej. Obserwujemy, jakie



zmiany zachodzą pod wpływem dodanych odczynników.

4. Próba z mieszaniną magnezową.

Przygotowujemy roztwór mieszaniny magnezowej. W tym celu do jednej probówki sypimy około 0,5 g chlorku amonu i dodajemy około 10 cm³ wody oraz 1 cm³ wody amoniakalnej. Do drugiej probówki wlewamy rozcieńczony roztwór kwasu ortofosforowego(V). Do tego roztworu dodajemy około 3 cm³ przygotowanego roztworu mieszaniny magnezowej i obserwujemy, jakie zachodzą zmiany. Na powstały produkt reakcji działamy kwasem octowym i obserwujemy zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji kwasu ortofosforowego(V) z molibdenianem(VI) amonu.
2. W jakim celu dodaje się do proszków piorących heksametafosforanu sodu (calgonu)?
3. Czym można zastąpić fosforany w proszkach do prania?
4. W jakim celu dodaje się do proszków piorących sodę kaustyczną lub węglan sodu?
5. Dlaczego obecność proszków do prania w ściekach przyczynia się do eutrofizacji wód jezior i rzek?

6. Wykrywanie witaminy C w soku kiszzonej kapusty

Przebieg doświadczenia:

Rozpuszczamy 1/2 tabletki witaminy C w wodzie destylowanej. Sok z kiszzonej kapusty rozcieńczamy wodą destylowaną w stosunku 1:1. Na dwa paski bibuły наносimy, w odległości 1 cm od brzegu, po kropili: na pierwszy roztwór witaminy C, a na drugi roztwór soku z kiszzonej kapusty. Bibułę suszymy, a następnie wkładamy do małej zlewki z mieszaniną etanolu i benzenu (w stosunku 3:1). Po 5 minutach wyjmujemy paski i wkładamy do drugiej zlewki z jodem. Przykrywamy zlewkę szkiełkiem zegarkowym i czekamy kilka minut. Po chwili na obu paskach i w tych samych miejscach pojawiają się brunatne plamy, świadczące o tym, że w kiszzonej kapuście znajduje się witamina C.



Pozostałą część soku z kiszonej kapusty gotujemy przez 5 minut i powtarzamy próbę. Porównujemy wyniki z otrzymanymi wcześniej. Należy wyciągnąć wnioski dotyczące odporności witaminy C na wysoką temperaturę. Zawartość witaminy C w kiszonej kapuście jest bardzo duża, bo wynosi około 500 mg w 1 kg surowca. W procesie gotowania zmniejsza się zawartość witaminy. Kwas askorbinowy, czyli witamina C, jest estrem wewnętrznym (laktonem).

Problemy do rozwiązania:

1. Podać nazwę chemiczną witaminy C.
2. Podać ogólną zasadę rozdzielania składników mieszaniny metodą chromatografii cienkowarstwowej.
3. Dlaczego człowiek powinien spożywać produkty bogate w witaminę C?
4. Dlaczego nie należy gotować warzyw zawierających witaminę C?
5. Podaj kilka warzyw i owoców bogatych w witaminę C.

7. *Badanie zawartości aldehydu mrówkowego w dymie papierosowym***Przebieg doświadczenia:**

W rurce połączonej z płuczką, zawierającą wodę z odczynnikiem Schiffa (roztwór fuksyny nasycony tlenkiem siarki(IV)) umieszczamy papieros bez filtra. Płuczkę łączymy z pompą wodną. Następnie zapalamy papieros i włączamy pompę wodną. Przechodzący przez płuczkę dym zawiera aldehyd mrówkowy, który rozpuszcza się w wodzie powodując po kilku minutach zabarwienie się roztworu na kolor fioletowy. Przeciętnie jeden papieros zawiera 40 μg aldehydu mrówkowego.

Problemy do rozwiązania:

1. W jakim stanie skupienia w warunkach normalnych występuje aldehyd mrówkowy?
2. Co to jest formalina?
3. Zaproponować laboratoryjną metodę otrzymywania tlenku



siarki(IV).

4. Napisać równania reakcji otrzymywania kwasu siarkowego(IV) i kwasu siarkowego(VI) z tlenku siarki(IV).
5. Jaką właściwość chemiczną wykazują związki chemiczne zawierające grupę aldehydową?

8. *Wykrywanie fenolu w ściekach*

Przebieg doświadczenia:

Do probówki zawierającej badaną próbkę wody dodajemy kilka kropel 0,5 molowego roztworu chlorku żelaza(III). Obserwujemy czy zachodzi zmiana barwy roztworu potwierdzająca obecność fenolu w próbce.

Zabarwienie pojawi się jeżeli stężenie fenolu wynosi co najmniej 5 mg/m^3 .

Problemy do rozwiązania:

1. Z jakiego powodu rozcieńczony roztwór chlorku żelaza(III) po pewnym czasie mętnieje?
2. Dlaczego fenolu nie zalicza się do alkoholi?
3. Dlaczego obecność fenolu w ściekach stanowi poważny problem dla oczyszczalni ścieków?
4. Jakie właściwości wykazuje wodny roztwór fenolu; kwasowe czy zasadowe?
5. Dlaczego należy chronić skórę i oczy przed bezpośrednim kontaktem z fenolem?

9. *Otrzymywanie poliuretanów*

Przebieg doświadczenia:

Odmierzamy po 20 cm^3 alkoholu wielowodorotlenowego (np glikolu etylenowego) i diizocjanianu (np. 2,4-diizocjanianu toluenu). Wlewamy je do zlewki i mieszamy. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Problemy do rozwiązania:**

1. Narysuj wzór ogólny wiązania uretanowego.
2. Jak inaczej nazywamy związki poliuretanowe?
3. Napisz mechanizm reakcji polimeryzacji pomiędzy glikolem etylenowym a 2,4 diizocyanianem toluenu.
4. Gdzie mają zastosowanie tworzywa poliuretanowe?
5. Dlaczego sztywne pianki poliuretanowe są dobrymi izolatorami cieplnymi?

10. Otrzymywanie żywicy poliestrowej (polistyrenowej)**Przebieg doświadczenia:**

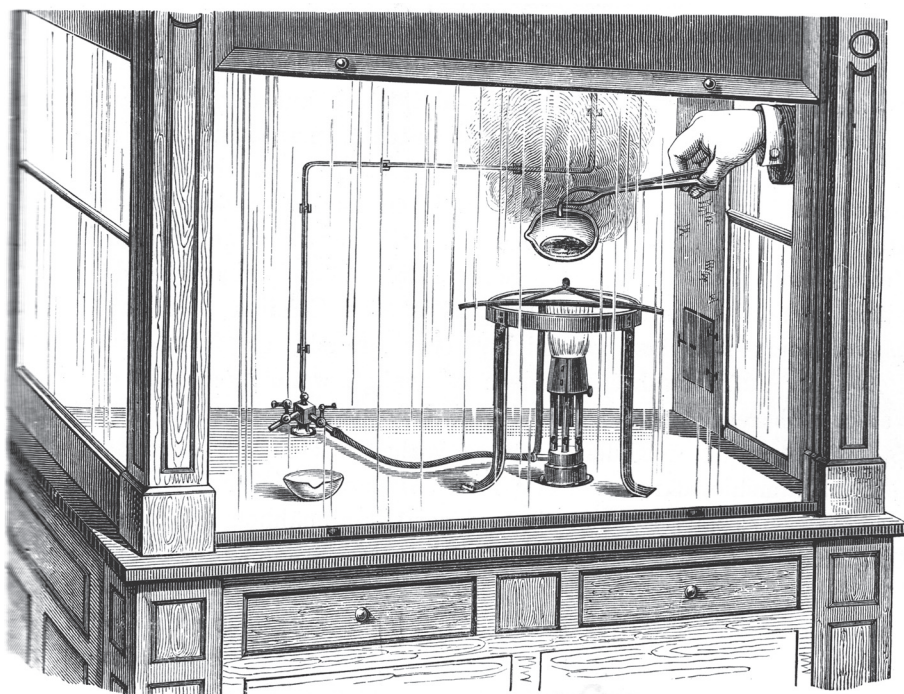
W plastikowej zlewce umieszczamy 20 g styrenu. Następnie dodajemy 1 g pasty zawierającej nadtlenek benzoilu. Całość dokładnie mieszamy, po czym zawartość zlewki wylewamy do formy wykonanej z folii aluminiowej. Pozostawiamy przez 10 minut do zastygnięcia.

Problemy do rozwiązania:

1. Narysuj wzór strukturalny styrenu.
2. Przedstaw mechanizm polimeryzacji styrenu.
3. Gdzie wykorzystuje się obecnie wyroby z polistyrenu?
4. Czy polistyren i styropian wykonane są z takiego samego tworzywa?
5. Co to jest monomer?



XI. Pochodne węglowodorów - cukry







1. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z bromem

Przebieg doświadczenia:

Do dwóch probówek wlewamy po 2 cm³ 5% roztworu wodorowęglanu sodu i po 1 kropli bromu. Następnie do pierwszej z nich dodajemy 10 cm³ 10% roztworu glukozy, a do drugiej 10 cm³ 10% roztworu fruktozy. Porównujemy zmiany zachodzące w obu probówkach.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakie zmiany barwy zaszły w badanych roztworach pod wpływem dodanych monosacharydów?
2. Czy w obu probówkach zmiany są identyczne?
3. Jakie właściwości chemiczne mają badane cukry?
4. Czy przeprowadzona reakcja może posłużyć do odróżniania glukozy od fruktozy?
5. Z jakich cukrów składa się naturalny miód pszczeli?

2. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z wodorotlenkiem miedzi(II)

Przebieg doświadczenia:

Do 5 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu dodajemy kilka kropel 2% roztworu siarczanu(VI) miedzi(II). Co obserwujemy? Następnie dodajemy 3 cm³ 10% roztworu glukozy i wstrząsamy zawartością probówki. Obserwujemy zmiany. Wkładamy probówkę do gorącej łaźni wodnej. Wykonujemy eksperymenty opisane wyżej zastępując glukozę fruktozą i porównujemy wyniki obu serii doświadczeń.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakiej barwy związek chemiczny powstaje po zalkalizowaniu roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) wodorotlenkiem sodu?



2. Co dzieje się po dodaniu glukozy do strąconego osadu wodorotlenku i podgrzaniu powstałej mieszaniny? Jak zmieniła się barwa powstałego produktu?
3. Czy wyniki prób wykonanych z fruktozą są podobne do wyników prób w przypadku badania glukozy?
4. Czy wynik próby Trommera dla glukozy i fruktozy można wyjaśnić na podstawie budowy ich cząsteczek?
5. Napisać równania zachodzących reakcji chemicznych.

3. Reakcja chemiczna glukozy i fruktozy z odczynnikiem Tollensa

Przebieg doświadczenia:

Wykonujemy próbę Tollensa. Przygotujemy amoniakalny roztwór azotanu(V) srebra poprzez wlanie do zlewki pojemności 100 cm^3 20 cm^3 4% roztworu azotanu(V)srebra i paru kropel stężonego roztworu(40%) wodorotlenku sodu. Do strąconego osadu tlenku srebra w zlewce dodajemy wodę amoniakalną do momentu jego rozpuszczenia. Następnie do dwóch odtłuszczonych probówek wlewamy po 10 cm^3 10% roztworu glukozy i 10% roztworu fruktozy. Dalej dodajemy do dwóch probówek po 10 cm^3 odczynnika Tollensa. Probówki wstawiamy do gorącej łaźni wodnej. Porównujemy otrzymane wyniki.

Problemy do rozwiązania:

1. Co dzieje się z wewnętrzną powierzchnią probówki w próbie Tollensa w obecności glukozy oraz w próbie drugiej w obecności fruktozy?
2. Czy budowa cząsteczek glukozy i fruktozy pozwala na wyjaśnienie tego zjawiska?
3. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych.
4. Gdzie zastosowanie praktyczne ma omawiana reakcja chemiczna próby Tollensa?
5. Jaką charakterystyczną właściwość chemiczną ma azotan(V) srebra?



4. Odróżnianie glukozy od fruktozy

Przebieg doświadczenia:

Do jednej probówki wlewamy 2 cm³ 10% roztworu glukozy, a do drugiej tyle samo roztworu fruktozy o podobnym stężeniu. Do obu probówek wlewamy po 2 cm³ świeżo przygotowanego odczynnika, będącego roztworem rezorcyny w stężonym kwasie solnym. Do zlewki pojemności 50 cm³ wlewamy 10 cm³ stężonego kwasu solnego i rozpuszczamy w nim 1 kryształek rezorcyny (rozpuszcza się dość trudno). Następnie do probówek wrzucamy po kawałku pumeksu lub potłuczonej porcelanki i umieszczamy w gorącej łaźni wodnej.

Problemy do rozwiązania:

1. Czy nastąpiła określona zmiana w probówce zawierającej glukozę?
2. Jaka zmiana barwy wystąpiła w probówce z fruktozą?
3. Czy różnice w reakcjach dla obu prób można wykorzystać do odróżniania aldoz od ketoz?
4. Narysuj wzory strukturalne glukozy i fruktozy.
5. Na podstawie wzorów strukturalnych glukozy i fruktozy wyjaśnij dlaczego można odróżnić chemicznie glukozę od fruktozy?

5. Hydroliza sacharozy i badanie produktów hydrolizy

Przebieg doświadczenia:

Do 10 cm³ 10% roztworu sacharozy w probówce dodajemy kilka kropel 10% roztworu kwasu solnego i ogrzewamy w gorącej łaźni wodnej przez 10 minut. Po ochłodzeniu wykonujemy dla otrzymanego roztworu próbę Trommera. Jaki jest jej wynik?

Problemy do rozwiązania:

1. Jakie zmiany zaszły w probówce pod wpływem odczynnika Trommera dodanego do roztworu sacharozy z kwasem solnym?
2. O czym świadczy barwa powstałego produktu reakcji w próbie Trommera?
3. Jakiej przemianie uległa sacharoza pod wpływem kwasu



solnego?

4. Do jakiego typu cukrów zalicza się sacharoza?
5. Czy sacharoza wykazuje właściwości redukujące?

6. Hydroliza skrobi i badanie produktów hydrolizy

Przebieg doświadczenia:

Do probówki zawierającej 10 cm³ roztworu skrobi dodajemy kilka kropel stężonego kwasu solnego i ogrzewamy w gorącej łaźni wodnej przez 10 minut. Do drugiej probówki z taką samą ilością roztworu skrobi dodajemy nieco śliny i wstawiamy do łaźni wodnej ogrzanej do temperatury 40°C również na 10 minut. Po upływie tego czasu wykonujemy dla obu roztworów próbę Trommera. O czym świadczą otrzymane wyniki?

Problemy do rozwiązania:

1. Co dzieje się w probówce podczas próby Trommera ze skrobią?
2. Jaka barwa pojawia się w mieszaninie odczynnika Trommera ze skrobią z dodatkiem kwasu solnego?
3. Czy wynik próby Trommera z mieszaniną skrobi i śliny jest podobny do próby z kwasem solnym?
4. Jakim przemianom ulega skrobia pod wpływem kwasu solnego?
5. Jakie właściwości chemiczne ma produkt tej przemiany?

7. Reakcja charakterystyczna skrobi

Przebieg doświadczenia:

Do ochłodzonego do temperatury pokojowej rozcieńczonego roztworu skrobi dodajemy kilka kropel roztworu jodu uzyskanego przez rozpuszczenie 1 g jodu i 2 g jodku potasu w 15 cm³ wody. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką barwą ma roztwór skrobi w wodzie lub kleik skrobiowy?
2. Jakie zmiany zachodzą po dodaniu jodu do roztworu skrobi?
3. W jakim celu można wykorzystać obserwowane zmiany



- w analizie chemicznej?
4. Na skutek czego powstaje charakterystyczna barwa skrobi w obecności jodu?
 5. Jak w chemii analitycznej nazywa się dział dotyczący wykorzystania jodu w oznaczeniach ilościowych?

8. Badanie produktów hydrolizy celulozy

Przebieg doświadczenia:

Do probówki wrzucamy 1 - 2 g drobno pociętej bibuły filtracyjnej, zalewamy 5 cm³ 40% kwasu siarkowego(VI) i ogrzewamy we wrzącej łaźni wodnej przez 15 minut. Po ochłodzeniu zobojętniamy otrzymaną mieszaninę roztworem wodorotlenku sodu i wykonujemy próbę Trommera. Wykonujemy również próbę Trommera z celulozą. Porównujemy wyniki obu prób.

Problemy do rozwiązania:

1. Jaką barwę przyjmuje mieszanina odczynnika Trommera z celulozą po ogrzaniu?
2. Czy podobny jest wynik próby Trommera z celulozą poddaną wcześniej działaniu kwasu solnego?
3. Jaka w tej próbie tworzy się barwa mieszaniny? O czym to świadczy?
4. Jaką barwę ma tlenek miedzi(II) a jaką tlenek miedzi(I)?
5. Jaki produkt powstanie jeżeli na celulozę podziała się mieszaniną stężonych kwasów: kwasu azotowego(V) i kwasu siarkowego(VI)?

9. Spalanie cukru w obecności katalizatora

Przebieg doświadczenia:

Ujmujemy w metalowe szczypce kostkę cukru i wkładamy do płomienia palnika gazowego. Następnie wyciągamy ją z płomienia i obserwujemy zachodzące zjawisko. Dalej na powierzchnię tej samej lub innej kostki cukru nanosimy niewielką ilość popiołu

z papierosa i wkładamy kostkę z popiołem w płomień palnika gazowego. Obserwujemy, jakie zmiany zaszły w tym przypadku.

Problemy do rozwiązania:

1. Czy cukier pali się w płomieniu palnika?
2. Jakie zmiany zachodzą w kostce cukru po jej wyjęciu z płomienia?
3. Co dzieje się z kostką cukru posypaną popiołem i umieszczoną w płomieniu palnika?
4. Dlaczego w tym przypadku cukier inaczej zachowuje się w stosunku do płomienia palnika gazowego?
5. Jaki pierwiastek chemiczny katalizuje reakcję spalania cukru?

10. Dehydratacja sacharozy

Przebieg doświadczenia:

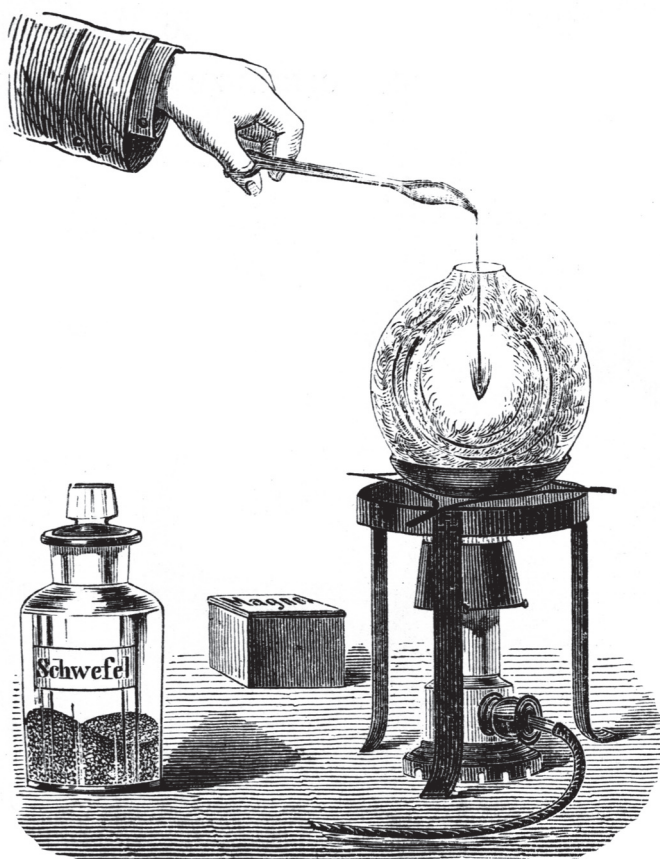
Do wysokiej zlewki pojemności 150 cm³ wsypujemy sacharozę do objętości 100 cm³. Sacharozę w zlewce zwilżamy niewielką ilością wody i całość dokładnie mieszamy bagietką. Następnie na powierzchnię wilgotnego cukru wlewamy stężony kwas siarkowy(VI) tak, aby pokrył on powierzchnię cukru i również dokładnie mieszamy bagietką.

Obserwujemy po chwili zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego cukry nazywa się węglowodanami.
2. Jaką barwę ma produkt powstały pod wpływem działania stężonego kwasu siarkowego(VI) na sacharozę?
3. Jakie właściwości fizyczne i chemiczne wykazuje w tym doświadczeniu stężony kwas siarkowy(VI)?
4. Dlaczego stężony kwas siarkowy(VI) stosuje się w eksykatorach?
5. Dlaczego rozpuszczając stężony kwas siarkowy(VI) w wodzie mieszanina silnie ogrzewa się?

XII. Reakcje fotochemiczne i procesy fotograficzne







1. Cyjanotypia

Przebieg doświadczenia:

Gładką bibułę filtracyjną zanurzamy w roztworze otrzymanym przez rozpuszczenie 10 g heksacyjanożelazianu(III) potasu i 13 g cytrynianu żelaza(III) i amonu w 250 cm³ wody. Następnie układamy ją w krystalizatorze i przykrywamy kartonem z wyciętym wzorem np. myszki Miki, żyletką itp.. Całość naświetlamy z góry lampą halogenową przez około 10 sekund. Obserwujemy zachodzące zmiany. Otrzymany w ten sposób negatyw utrwalamy najpierw przez zanurzenie w 1 molowym roztworze kwasu solnego na okres około 5 minut, a następnie płuczemy pod bieżącą wodą z kranu, aby usunąć wszystkie pozostałości chemikaliów.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego podczas naświetlania bibuły powstał obraz nałożonego wzoru?
2. Co dzieje się z jonem cytrynianowym podczas naświetlania lampą halogenową?
3. Napisz wzory strukturalne obu substratów reakcji.
4. Jaką budowę przestrzenną ma tlenek węgla(IV)?
5. Gdzie w elektronice mają zastosowanie procesy fotograficzne?

2. Otrzymywanie chlorku srebra i jego fotochemiczny rozkład

Przebieg doświadczenia:

Do 5 cm³ 1% roztworu azotan(V) srebra w próbówce dodajemy 5 cm³ 2% roztworu chlorku sodu lub kwasu solnego. Obserwujemy barwę powstałego produktu. Probówkę wystawiamy na działanie światła na kilka minut lub naświetlamy żarówką. Po naświetleniu dokonujemy obserwacji zmiany barwy produktu.



Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej otrzymywania chlorku srebra z kwasu solnego.
2. Podać równanie reakcji chemicznej działania światła na chlorek srebra.
3. Jaki związek chemiczny stosowany jest w medycynie pod nazwą handlową „Lapis infernalis” i w jakim celu się go stosuje?
4. Napisać równanie reakcji chemicznej srebra z wodą królewską.
5. Jaką rolę pełni w reakcjach fotochemicznych światło?

3. Otrzymywanie bromku srebra i jego fotochemiczny rozkład

Przebieg doświadczenia:

Do 5 cm³ 1% roztworu azotanu(V) srebra w probówce dodajemy 5 cm³ 2% roztworu bromku potasu. Obserwujemy barwę powstałego produktu. Probówkę wystawiamy na działanie światła na kilka minut lub naświetlamy żarówką. Po naświetleniu dokonujemy obserwacji zmiany barwy produktu.

Problemy do rozwiązania:

1. Czy barwa naświetlonego bromku srebra jest podobna do barwy naświetlonego chlorku srebra?
2. Podać równanie reakcji chemicznej działania światła na bromek srebra.
3. Czy bromek srebra można otrzymać w reakcji chemicznej azotanu(V) srebra z wodą bromową?
4. Napisać równanie reakcji chemicznej bromku srebra z tiosiarczanem(VI) sodu.
5. Czy bromek srebra może być stosowany do produkcji światłoczułych materiałów fotograficznych?



4. Reakcja ciekłego alkanu z bromem

Przebieg doświadczenia:

Do probówki wlewamy około 10 cm³ heksanu. Następnie dodajemy jedną kroplę bromu. Probówkę zamykamy korkiem i jej zawartość mieszamy. Następnie probówkę naświetlamy około 2 minuty lampą. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Do jakiej grupy związków chemicznych zalicza się heksan? Podać ogólny wzór tej grupy związków chemicznych.
2. Jednym z produktów reakcji chemicznej bromowania heksanu jest bromowodór. Do jakiego typu zalicza się ta reakcja chemiczna?
3. Wskaż różnicę pomiędzy bromem a wodą bromową.
4. Który z pierwiastków chemicznych z wyjątkiem bromu ma w warunkach normalnych ciekły stan skupienia?
5. Czy reakcja chemiczna bromowania heksanu zajdzie w ciemności?

5. Sepiowanie czarnobiałej fotografii

Przebieg doświadczenia:

Czarnobiałą fotografię moczymy około 1 minutę w wodzie i wkładamy do roztworu odbielającego, składającego się z heksacyjanożelazianu(III) potasu i bromku potasu. Po wybieleniu obrazu srebrowego zdjęcie płuczemy w bieżącej wodzie i wkładamy do roztworu siarczku sodu otrzymanego przez rozpuszczenie 4 g soli w 250 cm³ wody. Obserwujemy powstawanie obrazu.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równania reakcji chemicznej srebra z heksacyjanożelazianem(III) potasu w obecności bromku potasu.
2. Napisać równanie reakcji chemicznej produktu wybielenia srebra z siarczkiem sodu.
3. Jaką barwę ma nowy obraz fotograficzny?
4. Dlaczego srebrne sztuczki po pewnym czasie ciemnieją?
5. Do jakiej grupy metali zalicza się srebro? Odpowiedź uzasadnij.



6. *Wywoływanie obrazu srebrowego*

Przebieg doświadczenia:

Do roztworu wywoływacza (8g hydrochinonu, 50g siarczanu(IV) sodu i 100g węglanu potasu w 1 dm³ roztworu) wkładamy biały naświetlony kawałek światłoczułego papieru fotograficznego. Jakie zachodzą zmiany w warstwie światłoczułej papieru?

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego pod wpływem wywoływacza światłoczuły papier ciemnieje?
2. Jaką rolę pełni w tej reakcji chemicznej hydrochinon?
3. Narysować wzory strukturalne hydrochinonu, pirokatechiny i rezorcyny.
4. Czy po naświetleniu, a przed wywołaniem światłoczułego papieru fotograficznego istnieje już obraz fotograficzny?
5. Z czego utworzony jest obraz fotografii barwnych?

7. *Na czym polega proces chemiczny utrwalania obrazu srebrowego?*

Przebieg doświadczenia:

Roztwór utrwalacza fotograficznego przygotowujemy przez rozpuszczenie 200g tiosiarczanu(VI) sodu krystalicznego w 900 cm³ wody. Na naświetloną kartkę papieru fotograficznego наносimy utrwalacz pędzelkiem rysując dowolny wzór. Po upływie około 1 minuty kartkę papieru płuczemy w wodzie i wkładamy do roztworu wywoływacza (patrz poprzednie doświadczenie). Jakie zmiany zachodzą na kartce papieru?

Problemy do rozwiązania:

1. Jaka reakcja chemiczna zachodzi podczas utrwalania obrazu fotograficznego?
2. Napisać równanie reakcji chemicznej utrwalania obrazu fotograficznego?



3. Narysować wzór strukturalny tiosiarczanu(VI) sodu.
4. Dlaczego czarnobiałe papier fotograficzny nie ulega naświetleniu światłem o barwie czerwonej?
5. Wymień nazwy kilku soli o właściwościach światłoczułych.

8. Fotogramy cytrynianowe

Przebieg doświadczenia:

Do celów fotograficznych nadają się cytryniany — sole kwasu cytrynowego.

W zaciemnionym pomieszczeniu zwilżamy spodnią stronę kartki papieru wodą, a wierzchnią pokrywamy 20% roztworem cytrynianu amonu i żelaza(III). Zapas roztworu przechowujemy w butelce z ciemnego szkła. Papier wysuszony suszarką lub na grzejniku przymocowujemy szpilkami do drewnianej deski, kładziemy szablon — wycinankę lub źdźbło trawy — i oświetlamy 4 min 300-watową żarówką umieszczoną w odległości 25 cm. Następnie papier przenosimy do naczynia z wywoływaczem czyli w tym przypadku w 10% roztworze heksacyjanożelazianu(III) potasu. Obserwujemy zmiany barwy w miejscach naświetlonych. Następnie kartkę moczymy w wodzie i suszymy.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakiej przemianie ulega cytrynian amonu i żelaza(III) pod wpływem światła?
2. Napisać równanie reakcji chemicznej jonów żelaza(II) z heksacyjanożelazianem(III) potasu.
3. Napisać równanie reakcji chemicznej tworzenia błękitu pruskiego.
4. Narysować wzór strukturalny kwasu cytrynowego.
5. Jaką liczbę koordynacyjną wykazuje atom żelaza w heksacyjanożelazianie(II) potasu oraz w heksacyjanożelazianie(III) potasu?



9. Reakcja usuwania obrazu srebrowego z fotografii

Przebieg doświadczenia:

Do roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu z bromkiem potasu wkładamy czarnobiałą fotografię na kilka minut. Obserwujemy, jak zmienia się obraz na fotografii.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równania reakcji chemicznej usuwania obrazu srebrowego z fotografii.
2. Co dzieje się w tej reakcji chemicznej ze srebrem?
3. W której grupie układu okresowego pierwiastków chemicznych znajduje się srebro i o czym to świadczy?
4. Dlaczego srebro stosowane jest w elektronice do produkcji przewodów elektrycznych?
5. Który z metali jest bardziej reaktywny chemicznie: miedź czy srebro? Odpowiedź uzasadnij odpowiednim przykładem.

10. Fotochemiczna redukcja barwnika tiazynowego

Przebieg doświadczenia:

Do 480 cm³ roztworu otrzymanego przez rozpuszczenie 2g siedmiowodnego siarczanu(VI) żelaza(II) w 500 cm³ wody, 10 cm³ 20-procentowego kwasu siarkowego(VI) i 10 cm³ roztworu fioletu Lautha (tianiny) mieszamy w zlewce pojemności 600 cm³. Mieszanina zmienia kolor na fioletowy. Zawartość zlewki oświetlamy następnie światłem z lampy, którą umieszczamy około 4 cm nad powierzchnią. Odbarwienie następuje praktycznie natychmiast. Lampę usuwamy i zlewkę owijamy czarnym papierem: fioletowa barwa powraca po kilku sekundach.

Problemy do rozwiązania:

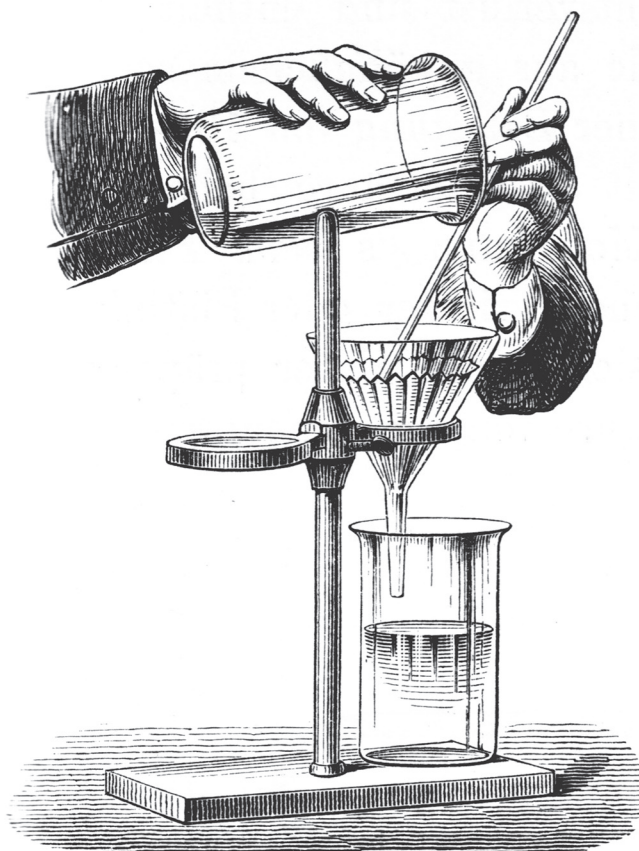
1. Napisać równanie reakcji otrzymywania siarczanu(VI) żelaza(II).
2. W jaki sposób można otrzymać do badań analitycznych wskaźnik uniwersalny?
3. Podać wzór chemiczny soli Mohra.



4. Czy może istnieć proces redukcji chemicznej bez procesu utleniania i odwrotnie?
5. Dlaczego promieniowanie elektromagnetyczne może przyspieszać lub wywoływać niektóre procesy chemiczne?



XIII. Reakcje strącania osadów







1. Termiczny rozkład wodorotlenku miedzi(II)

Przebieg doświadczenia:

W zlewce zawierającej 50 cm³ wody destylowanej rozpuszczamy szczyptę siarczanu(VI) miedzi(II). Następnie dodajemy ostrożnie, unikając nadmiaru, 2 % roztwór wodorotlenku sodu. Zlewkę z zawartością ogrzewamy prawie do sucha palnikiem na siatce, mieszając stale szklaną bagietką.

Problemy do rozwiązania:

1. Dlaczego barwa osadu zmienia się stopniowo na ciemniejszą?
2. Dlaczego osad przybiera w końcu barwę czarną?
3. Napisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej w tym doświadczeniu.
4. Co nazywamy w chemii wodą higroskopijną, wodą krystalizacyjną i wodą konstytucyjną?
5. Jaka woda wchodzi w skład wodorotlenku miedzi(II)?

2. Reakcje wodorotlenków litowców z solami miedzi(II), ołowiu(II) i żelaza(III)

Przebieg doświadczenia:

W trzech probówkach przygotowujemy po 10 cm³ rozcieńczonych roztworów soli: siarczanu(VI) miedzi(II), azotanu(V) ołowiu(II), chlorku żelaza(III). Do roztworów soli dodajemy rozcieńczony roztwór wodorotlenku sodu. Obserwujemy przebieg zachodzących reakcji chemicznych. Osady dokładnie dekantujemy i przemywamy wodą. Po przemyciu dodajemy wodę i roztwór fenoloftaleiny.

Do probówek z powstałymi osadami dodajemy po około 1 cm³ roztworu kwasu azotowego(V).



Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równania zachodzących reakcji chemicznych soli z wodorotlenkiem sodu.
2. Przedstaw równania reakcji w postaci jonowej.
3. Jakie barwy mają poszczególne wodorotlenki?
4. Czy barwa roztworu fenoloftaleiny ulega zmianie po dodaniu jej do poszczególnych wodorotlenków?
5. Czy osady otrzymanych wodorotlenków roztwarzają się w kwasie azotowym(V)?

3. Złoty deszcz kryształów jodku ołowiu(II)

Przebieg doświadczenia:

Wodny roztwór 3 g octanu ołowiu(II) w 250 cm³ wody mieszamy z roztworem 4 g jodku potasu w 50 cm³ wody. Otrzymaną zawiesinę pozostawiamy na chwilę, a następnie zlewamy roztwór znad żółtego osadu. Osad przenosimy bez suszenia do kolby okrągłodennej wypełnionej około 800 cm³ gorącej wody o temp. 70 - 80°C. Następnie dodajemy niewielką ilość stężonego kwasu octowego, aby uzyskać roztwór o odczynie kwaśnym.

Gdy ilość jodku ołowiu(II) jest odpowiednia, roztwór jest jednorodny i prawie bezbarwny w tej temperaturze. Nasycony roztwór ma stężenie około 9 mmol/dm³, dlatego najlepiej wziąć nieco mniej niż 3 g jodku ołowiu(II).

Następnie kolbę chłodzimy pod strumieniem zimnej wody obracając ją. Po kilkunastu sekundach powoli zaczynają wypełniać kolbę błyszczące kryształy. Gdy kolbę podświetlimy lampą na ciemnym tle, wówczas proces krystalizacji wygląda jak "złoty deszcz" o pięknym połysku.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisz równanie reakcji tworzenia jodku ołowiu(II).
2. Jakie zjawisko fizyczne wykorzystano w tym doświadczeniu?
3. Co nazywamy rozpuszczalnością określonego związku chemicznego?
4. W jakich jednostkach można wyrażać stężenie substancji rozpuszczonej w roztworze?



5. Jak z roztworu nasyconego uzyskać roztwór nienasycony i odwrotnie?

4. Odwracalna niebiesko-żółta reakcja

Przebieg doświadczenia:

Roztwór winianu sodowo - potasowego, o wzorze chemicznym $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ i o stężeniu 1 mol/dm^3 , w ilości 60 cm^3 mieszamy z 40 cm^3 3% procentowego roztworu nadtlenu wodoru. Mieszaninę ogrzewamy do temperatury 50°C w zlewce pojemności 500 cm^3 i ciągle mieszając dodajemy 1 cm^3 roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) o stężeniu 1 mol/dm^3 . Roztwór staje się błękitny, jego temperatura wzrasta do 80°C i pieni się z powodu wydzielania się gazu. Następnie zmienia barwę na żłotopomarańczową. Następnie dodajemy kolejnych 40 cm^3 3% roztworu nadtlenu wodoru. Obserwujemy zachodzące zmiany. Proces dodawania roztworu nadtlenu wodoru można powtórzyć od pięciu do sześciu razy. Należy zwracać uwagę aby temperatura roztworu nie spadła poniżej 70°C .

Problemy do rozwiązania:

1. Narysować wzór strukturalny kwasu winowego.
2. Jaką barwę ma siarczan(VI) miedzi(II) krystaliczny, a jaką bezwodny?
3. Wyjaśnić rolę nadtlenu wodoru w tej reakcji chemicznej.
4. Jakie jest pochodzenie barwy błękitnej roztworu i barwy żłotopomarańczowej?
5. Czy sole miedzi(II) zalicza się w laboratorium do substancji niebezpiecznych? Jak postąpić z resztkami tego związku chemicznego po wykonaniu doświadczeniu?



5. Strącanie węglanów i siarczanów(VI) z roztworów soli

Przebieg doświadczenia:

W statywie nr 1 umieszczamy pięć probówek kolejno ponumerowanych. Następnie do poszczególnych probówek nalewamy odpowiednio po 5 cm³ 5% roztworów: 1 — roztwór chlorku ołowiu(II), 2 — roztwór chlorku magnezu, 3 — roztwór chlorku cynku, 4 — roztwór chlorku miedzi(II), 5 — roztwór chlorku żelaza(III). Równocześnie przygotowujemy drugi identyczny zestaw roztworów w statywie nr 2. Z kolei do probówek w statywie nr 1 dodajemy po 5 cm³ 5% roztworu węglanu sodu, a do probówek w statywie nr 2 po 5 cm³ 5% roztworu siarczanu(VI) sodu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać wszystkie możliwe równania reakcji chemicznych zachodzących w tym eksperymencie.
2. Jak wyraża się iloczyn rozpuszczalności substancji trudnorozpuszczalnej?
3. Jakie barwy mają osady otrzymane w tym doświadczeniu?
4. Napisać równania reakcji chemicznych roztwarzania powstałych osadów w odpowiednich kwasach.
5. Jaki związek chemiczny miedzi(II) tworzy się pod wpływem czynników atmosferycznych na powierzchni zabytkowych budynków pokrytych miedzianą blachą i jaką on ma barwę?

6. Reakcja chemiczna otrzymywania wodorotlenku żelaza(III) i wodorotlenku magnezu

Przebieg doświadczenia:

Do 10 cm³ 10% roztworu chlorku żelaza(III) w probówce dodajemy kroplami 10% roztwór wodorotlenku amonu do pojawienia się lekkiego zapachu amoniaku. Probówkę odstawiamy na kilka minut i obserwujemy powstały osad. Określamy jego barwę oraz rozpuszczalność w kwasach (np. w kwasie solnym).

Podobny eksperyment wykonujemy z 10% roztworem chlorku



lub siarczynu(VI) magnezu. Określamy właściwości fizyczne i chemiczne powstałego osadu.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej otrzymywania wodorotlenku żelaza(III).
2. Napisać równanie reakcji chemicznej otrzymywania wodorotlenku magnezu.
3. W jaki sposób zabezpiecza się żelazo przed korozją?
4. Co to jest magnezja i w jakim celu wykorzystywano dawniej sproszkowany magnez w fotografii?
5. Napisać równania reakcji chemicznych powstałych wodorotlenków z kwasem solnym i kwasem siarkowym(VI).

7. Modelowanie równań reakcji strąceniowych

Przebieg doświadczenia:

Do trzech probówek zawierających 1% roztwory: wodorotlenku sodu, węglanu sodu oraz siarczynu(VI) sodu dodajemy 1% roztwór chlorku wapnia. Obserwujemy dokładnie powstałe produkty reakcji chemicznych.

Problemy do rozwiązania:

1. Jakie jony znajdują się w roztworach użytych do reakcji chemicznych?
2. Jakie związki chemiczne powstały w wyniku przeprowadzonych reakcji?
3. Napisać równania odpowiednich reakcji chemicznych w postaci cząsteczkowej i w postaci jonowej.
4. Które jony połączyły się ze sobą tworząc związki chemiczne, które strąciły się w roztworze?
5. Jakiego rodzaju mieszaninę stanowi osad w roztworze wodnym?



8. *Tiosiarczan(VI) sodu i zachodzące słońce*

Przebieg doświadczenia:

W kolbie kulistej płaskodennej pojemności 1000 cm^3 rozpuszczamy 32g tiosiarczanu(VI) sodu krystalicznego w 900 cm^3 wody. Przygotowujemy także roztwór kwasu solnego przez rozcieńczenie 1 objętości stężonego kwasu 7 częściami objętościowymi wody (1:7). Następnie przed obiektywem rzutnika przezroczy z włączonym źródłem światła stawiamy kolbę z przygotowanym roztworem. Przed rzutnikiem ustawiamy również biały ekran. Na ekranie widać okrągły jasny obraz kolby w której znajduje się przezroczysty roztwór tiosiarczanu(VI) sodu. Dalej roztwór wprowadzamy w ruch wirowy obracając kilka razy kolbę i natychmiast dodajemy do roztworu pipetą około 25 cm^3 roztworu kwasu solnego. Obserwujemy zmiany obrazu na ekranie.

Problemy do rozwiązania:

1. Napisać równanie reakcji chemicznej tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym.
2. O czym świadczy zmętnienie roztworu po reakcji?
3. Wymienić kilka odmian alotropowych siarki?
4. Co jest przyczyną zmian barwy obrazu na ekranie?
5. Jaki efekt obserwuje się w roztworach koloidalnych przez które przepuszczono wiązkę światła?

9. *Otrzymywanie szczawianu żelaza(II)*

Przebieg doświadczenia:

Należy przygotować gorący roztwór 25 g krystalicznego kwasu szczawowego w 75 cm^3 wody. Następnie zobojętniamy go 67,5 g 10% roztworu amoniaku do obojętnego odczynu (wobec fenoloftaleiny). Roztwór ten mieszamy na gorąco z gorącym roztworem 52,5 g krystalicznego siarczanu(VI) żelaza(II) w 125 cm^3 wody. Powstaje osad, który należy po ochłodzeniu odsączyć i przemyć wodą do usunięcia siarczanów(VI). Osad suszymy na bibule filtracyjnej w temperaturze pokojowej.

**Problemy do rozwiązania:**

1. Napisać równania reakcji chemicznej otrzymywania szczawianu żelaza(II).
2. Narysować wzór strukturalny szczawianu amonu i szczawianu żelaza(II).
3. Jaką barwę ma szczawian żelaza(II)?
4. Jak ze stalowych gwoździ otrzymać siarczan(VI) żelaza(II)?
5. Na czym polega zjawisko korozji żelaza i co to jest rdza?

10. Reakcja otrzymywania gipsu**Przebieg doświadczenia:**

W zlewce umieszczamy 5g gipsu palonego, a następnie dodajemy taką samą ilość wody. Całość mieszamy i wlewamy do przygotowanej foremki wykonanej na przykład z folii aluminiowej. Po kilku minutach badamy twardość i właściwości otrzymanego produktu. Foremkę można dowolnie ukształtować (np. według kształtu maskotki).

Problemy do rozwiązania:

1. Podać wzór chemiczny gipsu.
2. Czym różni się gips palony od gipsu naturalnego?
3. Dlaczego przygotowana w doświadczeniu zaprawa gipsowa po upływie określonego czasu twardnieje?
4. Jakie zastosowanie w medycynie znalazł gips palony?
5. Czy proces uwadniania gipsu palonego jest endo- czy egzo-termiczny?

Literatura:

1. B. Z. Shakhashiri, Chemical Demonstrations. A handbook for Teachers of Chemistry, University of Wisconsin Press, Madison, London, 1983, t1
2. B. Z. Shakhashiri, Chemical Demonstrations. A handbook for Teachers of Chemistry, University of Wisconsin Press, Madison, London, 1989
3. A. Burewicz, P. Jagodziński, Doświadczenia chemiczne w szkole podstawowej cz.1, WSiP, Warszawa 1997
4. A. Burewicz, P. Jagodziński, Doświadczenia chemiczne dla szkół średnich cz.2, WSiP, Warszawa 1998
5. A. Burewicz, P. Jagodziński, Doświadczenia chemiczne w gimnazjum, ZDCH UAM, Poznań 2004
6. A. Burewicz, P. Jagodziński, R. Wolski, Eksperymentalne przedstawienie wybranych reakcji w liceum, Chemia w Szkole, Warszawa, 1/2002
7. A. Burewicz, P. Jagodziński, Ćwiczenia laboratoryjne z dydaktyki chemii. Eksperyment w liceum, ZDCH UAM, Poznań, 2002
8. R. Hoffmann, The Metamict State, University of Central Florida Press, Orlando, 1987
9. W. V. Ligon, Jr., J. Chem. Eduk., 1987, 64
10. L. P. Silverman, J. Chem. Eduk., 1992, 69
11. O. Krätz, Historisch – chemische Versucher, Aulis – Verlag, Köln, 1987
12. F. Cramer, Chaos and Order, VCH, Weinheim, 1993
13. O. Krätz, Historisch – chemische Versucher, Aulis – Verlag, Köln, 1993
14. D. M. Sullivan, J. Chem. Eduk., 1992, 75
15. I. Hofmann, Ann. Chem. Pharm., 1863, Neue Reihe, 49
16. W. Drost, Diagonal, Journal of the Universität – GH Siegen, 1993
17. F. A. Cotton, G. Wilkonson, Advanced Inorganic Chemistry, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1988
18. Kirk – Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 4th, Vol 4, John Wiley & Sons, Inc., 1992
19. N. N. Greenwood, A. Earnshaw, Chemistry of the Elements, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, 1984
20. P. D. Dewar, J. Chem. Eduk., 1992, 69
21. D. C. Sherrington, J. Carruthers, J. Chem. Eduk., 1986
22. F. Krafft, "Phosphorus. From elemental light to chemical element", Angew. Chem., 1969, 81; Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 1969, 8
23. F. Bukatsch, O. P. Krätz, G. Probeck, R. J. Schwankner, So interessant ist Chemie, Aulis – Werlag, Köln, 1987

