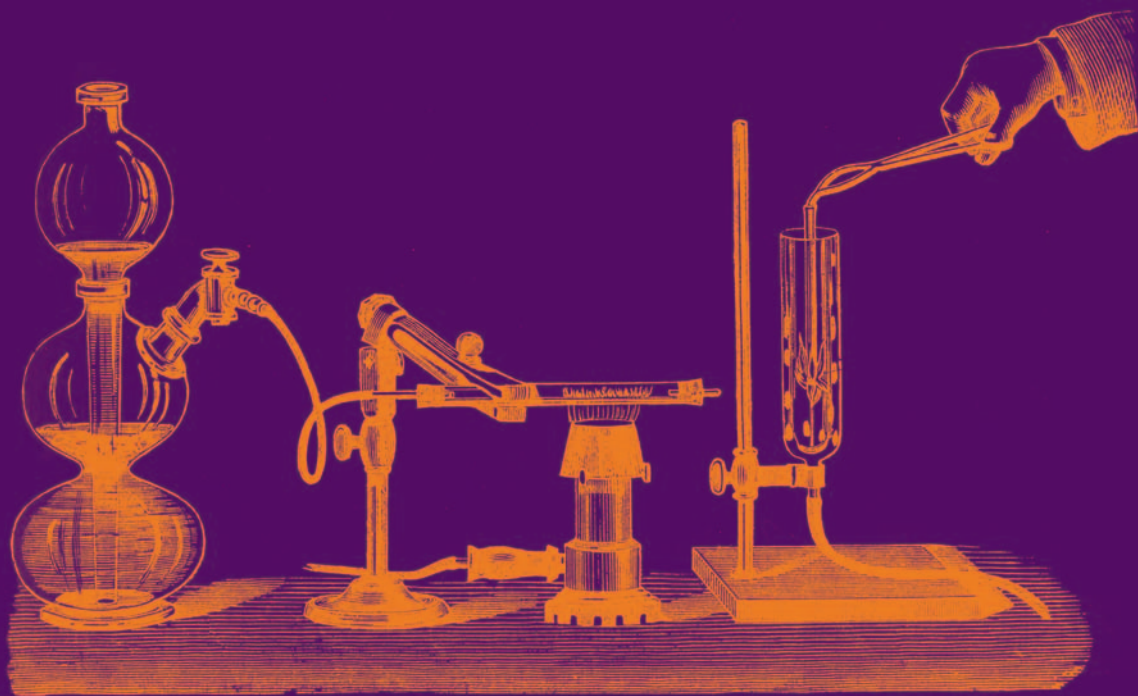


Andrzej Burewicz Piotr Jagodziński

PRACOWNIA CHEMICZNA Z DYDAKTYKI CHEMII DOŚWIADCZENIA CHEMICZNE DLA SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH



Zakład Dydaktyki Chemii
UAM Poznań 2004

Andrzej Burewicz, Piotr Jagodziński

Pracownia chemiczna z dydaktyki chemii

**Doświadczenia chemiczne
dla szkół ponadgimnazjalnych**

**Zakład Dydaktyki Chemii
UAM Poznań
2004**

Andrzej Burewicz Piotr Jagodziński

Pracownia chemiczna z dydaktyki chemii

**Doświadczenia chemiczne
dla szkół ponadgimnazjalnych**

Recenzenci:

Prof. dr hab. Stefan Lis

Prof. dr hab. Józef Skrzypczak

Projekt okładki:

Piotr Jagodziński Robert Wolski

Rycina na okładce skryptu pochodzi z książki:

Technik der anorganischen Experimentalchemie

Autorstwa Rudolfa Arendta, Hamburg und Leipzig 1910

Opracowanie komputerowe:

Robert Wolski

Zakład Dydaktyki Chemii

UAM Poznań

2004

ISBN 83-89723-06-9

Wstęp

Skrypt ten adresujemy do studentów realizujących ćwiczenia laboratoryjne z dydaktyki chemii w trybie studiów dziennych i nauczycieli kształcących się w ramach studiów podyplomowych. Został on podzielony na dwie części.

W części pierwszej zawarty jest materiał teoretyczny dotyczący opisu eksperymentów chemicznych pod kątem ich typów, rodzajów, funkcji jakie pełnią w procesie edukacyjnym oraz różnych możliwości ich stosowania na lekcjach przez nauczyciela. Ta część skryptu zawiera wykaz sprzętu i odczynników niezbędnych do wykonania większości eksperymentów w liceum, zgodnych z założeniami podstawy programowej. Ponieważ eksperymenty opisane w tej pracy dotyczą zagadnień chemii nieorganicznej jak i chemii organicznej, podano tu również obowiązujące zasady nazewnictwa związków chemicznych nieorganicznych i organicznych poparte odpowiednimi przykładami. Ponieważ praca laboratoryjna wymaga od eksperymentatora znajomości zasad bezpiecznego postępowania podczas przebywania w pracowni, a także odpowiedzialnego zachowania się podczas zagrożenia lub wypadku, opisano zasady bezpieczeństwa i higieny

pracy podczas wykonywania doświadczeń chemicznych w laboratorium, a także zasady niesienia pierwszej pomocy w nagłych przypadkach. Podano również obowiązujące oznakowania substancji chemicznych zgodne z zaleceniami Unii Europejskiej.

W dalszej części skryptu zawarte są wiadomości dotyczące podstawowego sprzętu i szkła laboratoryjnego wraz z zasadami właściwego postępowania podczas wykonywania podstawowych czynności laboratoryjnych oraz opisy eksperymentów chemicznych, pogrupowanych w dziesięciu działach tematycznych. Ta część skryptu ma charakter zeszytu ćwiczeń, w którym pozostawiono wolne miejsca umożliwiające samodzielną pracę użytkownikom skryptu - eksperymentatorom. W tym przypadku praca polegać będzie na samodzielnym opracowaniu schematów aparatury stosowanej w wybranych doświadczeniach oraz udzieleniu odpowiedzi na pytania znajdujące się pod każdym opisanym eksperymentem i sformułowaniu wniosków z nich płynących.

Autorzy

Spis treści

1. Eksperymenty w nauczaniu chemii	1
1.1. Rola eksperymentów na lekcjach chemii	1
1.2. Rodzaje doświadczeń chemicznych i ich funkcje	8
1.3. Charakterystyka zabiegów dydaktycznych prowadzących do rozwiązywania zadań problemowych za pomocą eksperymentu	15
1.3.1. Funkcje eksperymentu w procesie rozwiązywania zadań problemowych.....	15
1.4. Schemat eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych	17
1.4.1. Eksperyment i metoda eksperymentalna w rozwiązywaniu problemów	18
1.4.2. Jak upodobnić proces dydaktyczny w chemii do badania naukowego ?	20
1.4.3. Lekcje chemii w systemie problemowym	23
1.4.4. Czego oczekujemy od doświadczenia laboratoryjnego ?	23
1.4.5. Przewidywanie, a doświadczenie laboratoryjne	25
1.4.6. Struktury problemowych zadań laboratoryjnych z chemii.....	26
 2. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym	 28
2.1. Oznaczenia odczynników chemicznych ze względu na niebezpieczeństwo.....	31
2.1.1. Symbole zagrożeń określające rodzaje niebezpiecznych materiałów (piktogramy w kolorze żółto-pomarańczowym)	31
2.2. Informacje o rodzaju niebezpieczeństwa (zagrożenia).....	34
2.2.1. Kombinacje symboli i opisów	36
2.3. Wybrane porady związane z bezpieczeństwem w pracowni chemicznej	40
2.3.1. Kombinacje symboli i opisów dotyczących porad bezpieczeństwa	42

3. Podstawowe odczynniki i sprzęt laboratoryjny niezbędny do wykonania eksperymentów zgodnych z podstawą programową liceum profilowanego	44
3.1. Odczynniki chemiczne	44
3.2. Laboratoryjny sprzęt szklany.....	47
4. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym	49
4.1. Odzież ochronna w laboratorium.....	49
4.2. Przeciwdziałanie powstawaniu ładunków elektrostatycznych w laboratorium chemicznym.....	49
4.3. Przenoszenie narażonych na rozbitcie naczyń z odczynnikami chemicznymi	50
4.4. Ogrzewanie.....	50
4.5. Chłodzenie	51
4.6. Destylacja	51
4.7. Ekstrakcja	52
4.8. Praca z substancjami wybuchowymi	52
4.9. Praca z rtęcią.....	53
4.10. Bezpieczne przechowywanie odczynników chemicznych	53
4.10.1. Odczynniki wrażliwe na wilgoć	53
4.10.2. Odczynniki ulegające utlenieniu.....	54
4.10.3. Odczynniki wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza w laboratorium	54
4.10.4. Odczynniki wrażliwe na polimeryzację.....	54
4.10.5. Odczynniki wrażliwe na temperaturę	55
4.10.6. Sole zawierające wodę krystalizacyjną	55
4.10.7. Odczynniki łatwo tworzące dymy (opary).....	55
5. Składowanie i utylizacja odpadów laboratoryjnych	56
5.1. Magazynowanie odpadów chemicznych	56
5.2. Neutralizacja i utylizacja odpadów chemicznych.....	57
6. Wypadki najczęściej zdarzające się w laboratorium chemicznym	63
6.1. Pęknięcie naczynia zawierającego substancje chemiczne	63

6.2. Rozlanie rtęci.....	63
6.3. Pożar.....	64
7. Toksyczne pierwiastki oraz związki chemiczne.....	65
7.1. Arsen	65
7.2. Chrom.....	65
7.3. Cyna	66
7.4. Kadm	66
7.5. Kobalt.....	66
7.6. Mangan.....	66
7.7. Ołów i jego związki.....	67
7.8. Rtęć.....	67
7.9. Kwas azotowy(V).....	67
7.10. Siarkowodór	68
7.11. Chlor.....	68
7.12. Brom.....	68
7.13. Bromocyjan	68
8. Sposoby zachowania się w laboratorium chemicznym w nagłych, niepożądanych wypadkach	69
8.1. Pożar.....	69
8.2. Porażenia prądem elektrycznym	70
8.3. Oparzenia	71
8.3.1. Oparzenia suche	71
8.3.2. Oparzenia stężonymi kwasami	71
8.3.3. Oparzenia stężonymi zasadami	71
8.3.4. Oparzenia stopionym sodem	71
8.3.5. Oparzenia białym fosforem	72
8.3.6. Oparzenia bromem	72
8.3.7. Oparzenia fenolem i jego pochodnymi.....	72
8.3.8. Kontakt innych niebezpiecznych substancji ze skórą	72
8.3.9. Kontakt niebezpiecznej substancji z okiem.....	72

9. Zatrucia	73
9.1. Zatrucie gazem	73
9.2. Zatrucie tlenkiem węgla(II) (czadem)	73
9.3. Zatrucie tlenkami azotu	73
9.4. Zatrucie żrącymi gazami	73
9.5. Połknięcie niepożądaney substancji chemicznej	74
9.6. Zatrucie kwasami.....	74
9.7. Zatrucie silnymi zasadami	74
9.8. Zatrucia aniliną i jej pochodnymi	74
9.9. Zatrucia solami baru	75
9.10. Zatrucie bromem.....	75
9.11. Zatrucie fenolem.....	75
9.12. Zatrucia rtęcią.....	75
9.13. Zatrucia parami węglowodorów aromatycznych.....	76
 10. Wyposażenie podręcznej apteczki w laboratorium chemicznym.....	 77
10.1. Środki opatrunkowe.....	77
10.2. Drobnny sprzęt	77
10.3. Roztwory	77
10.4. Leki oraz inne środki pomocnicze	77
 11. Podstawowe zasady nomenklatury związków chemicznych.....	 78
11.1. Nazwy i symbole pierwiastków.....	78
11.2. Przedrostki zwielokrotniające i przedrostki strukturalne w nazwach związków chemicznych	79
 12. Nazwy systematyczne związków chemicznych.....	 80
12.1. Nazewnictwo tlenków w systemie Stocka.....	81
12.2. Nazewnictwo anionów	81
 13. Nazewnictwo kwasów	 82
 14. Nazewnictwo wodorotlenków	 84
14.1. Tworzenie nazw systematycznych wodorotlenków	84

15. Nazewnictwo soli	85
15.1. Nazewnictwo soli beztlenowych	85
15.2. Nazewnictwo soli w systemie Stocka.....	85
15.3. Nazewnictwo soli zawierających anion oksokwasu - sole tlenowe.....	85
15.4. Wodorosole	86
15.5. Hydroksosole.....	86
15.6. Oksosole	86
15.7. Sole podwójne	87
 16. Podwójne wodorotlenki i tlenki.....	 88
 17. Podwójne tlenki	 89
 18. Wodorki.....	 90
18.1. Nazewnictwo wodorków	90
19. Związki koordynacyjne.....	91
19.1. Skład chemiczny kompleksów	91
19.2. Klasyfikacja związków kompleksowych	92
19.3. Nazwy ligandów.....	92
19.3.1. Nazewnictwo ligandów anionowych.....	92
19.3.2. Nazewnictwo ligandów obojętnych	93
19.4. Sposób zapisu związków koordynacyjnych	93
19.4.1. Związki koordynacyjne zawierające anion kompleksowy	93
19.4.2. Związki koordynacyjne zawierające kation kompleksowy.....	93
19.4.3. Nazewnictwo związków koordynacyjnych wg systemu Stocka	94
19.4.4. Nazewnictwo kompleksów dwu - i wielordzeniowych.....	94
 20. Przykłady nazewnictwa wybranych grup związków	
organicznych.....	96
20.1. Alkany, czyli nasycone węglowodory o budowie łańcuchowej.....	96
20.2. Nazewnictwo alkanów	97
 21. Nienasycone węglowodory łańcuchowe	 102
21.1. Węglowodory z jednym wiązaniem podwójnym - alkeny	102

21.2. Węglowodory z dwoma wiązaniami podwójnymi w cząsteczce – alkadieny	103
21.3. Węglowodory łańcuchowe zawierające jedno wiązanie potrójne – alkiny.....	104
22. Monocykliczne węglowodory aromatyczne – areny	105
23. Zasady tworzenia nazw związków organicznych z grupami funkcyjnymi.....	108
24. Fluorowcopochodne.....	109
25. Aminy.....	111
25.1. Nazewnictwo amin pierwszorzędowych	111
25.2. Diaminy	112
25.3. Aminy drugorzędowe	113
25.4. Aminy trzeciorzędowe.....	113
26. Alkohole.....	115
26.1. Nazewnictwo alkoholi	115
26.2. Alkohole wielowodorotlenowe i ich nazwy	117
26.3. Alkohole nienasycone i ich nazwy	118
27. Fenole.....	119
27.1. Fenole jednowodorotlenowe.....	119
27.2. Fenole wielowodorotlenowe.....	120
28. Aldehydy.....	120
29. Ketony.....	122
29.1. Ketony łańcuchowe czyli o podstawnikach łańcuchowych.....	122
30. Kwasy karboksylowe.....	123
30.1. Kwasy karboksylowe łańcuchowe.....	123
30.1.1. Nasycone kwasy łańcuchowe jednokarboksylowe	123

30.1.2. Nienasycone kwasy łańcuchowe jednokarboksyłowe.....	124
31. Ćwiczenia laboratoryjne z chemii w liceum.....	125
31.1. Sprzęt laboratoryjny oraz podstawowe czynności w pracach eksperymentatorskich.....	126
31.2. Podstawowe czynności podczas wykonywania prac laboratoryjnych	128
32. Ogólne cele nauczania chemii w liceum.....	143
32.1. Ocenianie uczniów	143
33. Opisy eksperymentów chemicznych	145
33.1. Dział 1. Podstawy chemii	145
33.1.1. Spalanie magnezu w powietrzu i w tlenie	147
33.1.2. Synteza siarczku żelaza(II).....	149
33.1.3. Rozkład termiczny zasadowego węglanu miedzi(II)	151
33.1.4. Rozkład zasadowego węglanu miedzi(II) z pochłanianiem produktów rozkładu	152
33.1.5. Rozkład termiczny dichromianu amonu (imitacja wybuchu wulkanu).....	153
33.1.6. Powstawanie dymów salmiaku (chlorku amonu).....	154
33.1.7. Reakcje węglanów z rozcieńczonymi kwasami	154
33.1.8. Reakcja tlenku miedzi(II) z kwasem siarkowym(VI), kwasem solnym, azotowym(V) i kwasem octowym	155
33.1.9. Sporządzanie mieszaniny soli kamiennej, piasku, kredy i opiłków żelaza	156
33.1.10. Rozdzielanie sporządzonej mieszaniny	157
33.1.11. Destylacja wody wodociągowej	158
33.2. Dział 2. Obliczenia chemiczne	160
33.2.1. Ciepło rozpuszczania.....	162
33.2.2. Obserwacja efektu Tyndalla.....	163

33.2.3. Przygotowanie koloidalnego roztworu wodorotlenku żelaza(III) oraz kalafonii	163
33.2.4. Peptyzacja koloidu odwracalnego	165
33.2.5. Otrzymywanie emulsji benzenu w wodzie	165
33.2.6. Badanie odczynu różnych roztworów za pomocą wskaźników	166
33.2.7. Oznaczanie pH rozcieńczonych roztworów kwasu i zasady	167
33.2.8. Doświadczalne porównywanie gęstości różnych gazów	168
33.2.9. Określenie zdolności do rozpuszczania się różnych substancji w wodzie w zbliżonych warunkach. Badanie rozpuszczalności różnych substancji w wodzie	169
33.2.10. Badanie rozpuszczalności jednakowych ilości różnych soli w takiej samej masie wody i temperaturze	169
33.2.11. Badanie rozpuszczalności wybranych substancji w wodzie w różnych temperaturach	170
33.2.12. Strącanie chlorku ołowiu(II) w różnych temperaturach	171
33.2.13. Badanie zmiany objętości w procesie rozpuszczania	171
33.2.14. Krystalizacja siarczanu(VI) sodu.....	172
33.2.15. Wydzielanie kryształów substancji rozpuszczonej z roztworu przesyconego	173
33.2.16. Badanie efektów cieplnych rozpuszczania wodorotlenku sodu i azotanu(V) amonu w wodzie.....	174
33.2.17. Badanie efektów cieplnych rozpuszczania stężonego kwasu siarkowego(VI) i tiosiarczanu(VI) sodu w wodzie	175
33.2.18. Badanie wpływu stopnia rozdrobnienia substancji stałej na szybkość rozpuszczania w wodzie	175
33.3. Dział 3. Reakcje w roztworach wodnych.....	177
33.3.1. Wpływ środowiska reakcji na redukcję anionu manganianowego(VII) MnO_4^-	179
33.3.2. Reakcje metali z roztworami soli	180
33.3.3. Badanie reakcji kwasu solnego z węglanem sodu	181
33.3.4. Wypieranie amoniaku z soli amonowej.....	182
33.3.5. Badanie właściwości utleniających i redukujących azotanów(III)	183

33.3.6. Badanie przebiegu reakcji soli z solą w roztworze	184
33.3.7. Reakcje stężonego i rozcieńczonego kwasu azotowego(V) z miedzią	184
33.3.8. Właściwości stężonego kwasu azotowego(V).....	186
33.3.9. Badanie właściwości higroskopijnych stężonego kwasu siarkowego(VI).....	187
33.3.10. Utleniające działanie stężonego kwasu siarkowego(VI)	188
33.3.11. Reakcja ksantoproteinowa.....	189
33.3.12. Reakcja charakterystyczna dla jonu azotanowego(V)	189
33.3.13. Działanie stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) na żelazo	190
33.3.14. Przewodnictwo elektryczne stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI).....	191
33.3.15. Reakcja charakterystyczna jonu siarczanowego(VI) SO_4^{2-}	192
33.3.16. Reakcje tlenków z kwasami i zasadami	193
33.3.17. Badanie odczynu roztworów tlenków przy użyciu wskaźników..	193
33.3.18. Zobojętnianie kwasu i zasady tlenkami.....	194
33.3.19. Reakcja tlenku cynku z kwasem i zasadą.....	195
33.3.20. Reakcje zasad litowców z solami miedzi(II), ołowiu(II) i żelaza(III)	169
33.3.21. Badanie innych właściwości wodorotlenków metali.....	197
33.3.22. Reakcja tlenku fosforu(V) z wodą.....	197
33.3.23. Działanie zasady sodowej na chlorek amonu	198
33.3.24. Strącanie wodorotlenku magnezu.....	199
33.3.25. Badanie przepływu prądu przez roztwory wodne różnych substancji.....	200
33.3.26. Reakcja zobojętniania roztworu kwasu solnego przez roztwory wodorotlenków	201
33.3.27. Śledzenie reakcji zobojętniania za pomocą pH-metru	202
33.3.28. Obserwacja zmiany barwy wskaźników syntetycznych i naturalnych. Porównywanie barwy wskaźników w roztworach kwasów i zasad	203
33.3.29. Badanie zachowania się wskaźników wobec roztworów kwasów, zasad i soli.....	204

33.3.30. Badanie odczynu różnych substancji.....	204
33.3.31. Badanie zabarwienia soku z czerwonej kapusty w roztworze kwasu i zasady	206
33.3.32. Miareczkowanie kwasowo-zasadowe wobec różnych wskaźników.....	206
33.3.33. Sporządzenie wodnych roztworów różnych substancji	207
33.3.34. Różne reakcje strącania pozwalające na otrzymanie nierozpuszczalnych soli ołowiu(II), magnezu, cynku, miedzi(II), żelaza(III) i srebra(I)	208
33.4. Dział 4. Właściwości wybranych pierwiastków i ich związków	210
33.4.1. Otrzymywanie tlenu w wyniku termicznego rozkładu chlorku(V) potasu i manganianu(VII) potasu.....	212
33.4.2. Spalanie różnych substancji w powietrzu. Spalanie metali i niemetałów oraz badanie właściwości produktów spalania.....	213
33.4.3. Rozkład nadtlenku wodoru w obecności MnO_2	215
33.4.4. Otrzymywanie wodoru w reakcji reaktywnego metalu z rozcieńczonym kwasem	215
33.4.5. Wybuchające bańki mydlane	217
33.4.6. Redukcja tlenku miedzi(II) węglem	217
33.4.7. Otrzymywanie azotu w wyniku rozkładu roztworu wodnego azotan(III) amonu	219
33.4.8. Spalanie czerwonego fosforu.....	220
33.4.9. Wybuch mieszaniny czerwonego fosforu z chlorkiem(V) potasu.....	221
33.4.10. Otrzymywanie wolnej siarki w reakcji tiosiarczanki(VI) sodu z kwasem solnym.....	222
33.4.11. Otrzymywanie siarki jednoskośnej.....	222
33.4.12. Otrzymywanie chloru w reakcji manganianu(VII) potasu z kwasem solnym.....	224
33.4.13. Spalanie miedzi w chlorze	224
33.4.14. Badanie właściwości fizycznych bromu i jodu.....	225
33.4.15. Badanie właściwości fizycznych jodu – sublimacja.....	226
33.4.16. Otrzymywanie płynu Lugola	227

33.4.17. Reakcja sodu i potasu z wodą.....	227
33.4.18. Badanie właściwości fizycznych wodorotlenku sodu lub potasu.....	228
33.4.19. Wykrywanie kationów sodu i potasu na podstawie analizy płomieniowej.....	229
33.4.20. Podwodne spalanie magnezu.....	230
33.4.21. Reakcja wapnia z wodą.....	231
33.4.22. Reakcja tlenku wapnia z wodą.....	232
33.4.23. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych miedzi.....	232
33.4.24. Reakcja miedzi ze stężonymi kwasami : azotowym(V) i siarkowym(VI).....	233
33.4.25. Reakcja miedzi z roztworem azotanu(V) srebra.....	234
33.4.26. Otrzymywanie chlorku srebra i badanie jego właściwości	235
33.4.27. Badanie zawartości wody krystalizacyjnej w siarczanie(VI) miedzi(II).....	236
33.5. Dział 5. Atomy i cząsteczki	237
33.5.1. Badanie różnic w reaktywności sodu i potasu - zmiany reaktywności pierwiastków w grupach.....	239
33.5.2. Badanie różnic w reaktywności magnezu i wapnia - zmiany reaktywności w grupach.....	239
33.5.3. Porównanie reaktywności chloru, bromu i jodu.....	240
33.5.4. Właściwości chemiczne chloru, bromu i jodu.....	241
33.5.5. Zachowanie się miedzi wobec chloru i siarki.....	242
33.6. Dział 6. Mechanizmy reakcji chemicznych	244
33.6.1. Badanie efektu cieplnego reakcji spalania sodu w tlenie	246
33.6.2. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji jodku potasu z kwasem azotowym(V).....	246
33.6.3. Badanie zależności szybkości reakcji od stężenia reagentów na przykładzie szybkości wydzielania się siarki z roztworu tiosiarczanu(VI) sodu.....	247
33.6.4. Reakcje cynku z kwasem solnym o różnych stężeniach	249

33.6.5. Porównywanie szybkości reakcji kwasu solnego z cynkiem i żelazem	249
33.6.6. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji kwasu solnego z żelazem	250
33.6.7. Badanie wpływu stężenia kwasu solnego na przebieg jego reakcji z cynkiem	251
33.6.8. Porównywanie szybkości reakcji kwasu solnego z cynkiem o różnym stopniu rozdrobnienia.....	252
33.6.9. Badanie wpływu katalizatora w postaci soli miedzi(II), na szybkość reakcji cynku z kwasem solnym	253
33.6.10. Rozkład nadtlenu wodoru przy udziale tlenku manganu(IV)	254

33.7. Dział 7. Chemia wokół nas

33.7.1. Badanie właściwości octanu celulozy	257
33.7.2. Badanie właściwości poliestrów i poliamidów.....	258
33.7.3. Otrzymywanie żywicy fenolowo-formaldehydowej	258
33.7.4. Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej	259
33.7.5. Badanie właściwości wybranych tworzyw sztucznych	260
33.7.6. Depolimeryzacja poli(metakrylanu metylu) - "szkła organicznego" i polimeryzacja otrzymanego monomeru	261
33.7.7. Tradycyjny wyrób mydła.....	262
33.7.8. Badanie mechanizmu działania mydła na przykładzie mieszaniny wody z olejem w obecności mydła	262

33.7.9. Badanie wpływu soli wapnia rozpuszczanych w wodzie na pienienie się roztworów mydła i detergentów syntetycznych ...	263
---	-----

33.7.10. Laboratoryjne badanie efektu cieplarnianego.....	264
---	-----

33.8. Dział. 8 Podstawy chemii organicznej.....

33.8.1. Badanie zachowania się benzenu wobec wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu	268
33.8.2. Badanie zachowania się benzenu i ciekłego alkanu wobec bromu	268

33.8.3. Badanie zachowania się benzenu i ciekłego alkanu wobec mieszaniny stężonego kwasu azotowego(V) i stężonego kwasu siarkowego(VI)	270
33.8.4. Reakcja stężonego kwasu siarkowego(VI) z substancjami organicznymi - reakcja z sacharozą	270
33.8.5. Otrzymywanie etenu przez odwodnienie alkoholu etylowego za pomocą stężonego kwasu siarkowego(VI)	271
33.8.6. Różne sposoby otrzymywania metanu. Otrzymywanie metanu z octanu sodu	273
33.8.7. Spalanie metanu i wykrywanie produktów reakcji	275
33.8.8. Badanie temperatury zapłonu różnych alkanów	276
33.8.9. Badanie zachowania się alkanów wobec wody bromowej	276
33.8.10. Badanie reakcji metanu i heksanu z bromem w ciemności i na świetle	277
33.8.11. Otrzymywanie etenu i badanie jego właściwości fizycznych	278
33.8.12. Badanie palności etenu	279
33.8.13. Zachowanie się etenu wobec roztworu manganianu(VII) potasu i wody bromowej	279
33.8.14. Otrzymywanie etynu (acetylenu) z węglika wapnia	280
33.8.15. Badanie palności etynu (acetylenu)	281
33.8.16. Reakcja etynu z wodą bromową i manganianem(VII) potasu	282
33.8.17. Badanie właściwości fizycznych benzenu	282
33.8.18. Zachowanie się benzenu wobec wody bromowej	284
33.8.19. Badanie właściwości toluenu	284
33.9. Dział. 9 Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów	286
33.9.1. Badanie właściwości fizycznych metyloaminy i aniliny	288
33.9.2. Badanie reakcji aniliny z kwasem solnym	288
33.9.3. Badanie właściwości mocznika	289
33.9.4. Badanie właściwości kwasu aminooctowego	290
33.9.5. Badanie właściwości glikolu etylenowego i glicerolu	291
33.9.6. Badanie właściwości fizycznych fenolu	292
33.9.7. Badanie właściwości kwasowych fenolu	293
33.9.8. Badanie reakcji fenolu z wodą bromową	293

33.9.9. Badanie reakcji fenolu z wodnym roztworem chlorku żelaza(III)	294
33.9.10. Reakcja aldehydu mrówkowego z amoniakalnym roztworem tlenku srebra(I) - próba Tollensa.....	295
33.9.11. Reakcja aldehydu mrówkowego z wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku zasadowym - próba Trommera	296
33.9.12. Badanie reakcji metanolu z tlenkiem miedzi(II).....	297
33.9.13. Badanie właściwości acetonu	297
33.9.14. Badanie właściwości kwasu mrówkowego.....	298
33.9.15. Badanie właściwości kwasu octowego	299
33.9.16. Badanie właściwości kwasu stearynowego	300
33.9.17. Badanie właściwości fizycznych metanolu i etanolu.....	301
33.9.18. Otrzymywanie etanolanu sodu	302
33.9.19. Wykrywanie etanolu w reakcji z dichromianem(VI) potasu	302
33.9.20. Badanie właściwości glicerolu	303
33.9.21. Otrzymywanie octanu etylu.....	304
33.9.22. Utlenianie kwasu benzoowego do kwasu salicylowego.....	305
33.9.23. Badanie właściwości kwasu salicylowego	306
33.9.24. Ekstrakcja tłuszczów z materiału biologicznego	307
33.9.25. Wykrywanie tłuszczów za pomocą kamfory	308
33.10. Dział 10. Wielofunkcyjne pochodne węglowodorów	309
33.10.1. Badanie właściwości fizycznych glukozy i fruktozy.....	311
33.10.2. Reakcja glukozy i fruktozy z wodą bromową w obecności wodorowęglanu sodu.....	311
33.10.3. Reakcja glukozy i fruktozy z wodorotlenkiem miedzi(II).....	312
33.10.4. Reakcja glukozy i fruktozy z odczynnikiem Tollensa.....	313
33.10.5. Odróżnianie glukozy od fruktozy	314
33.10.6. Czy sacharoza wykazuje właściwości redukujące ?	315
33.10.7. Hydroliza sacharozy i badanie produktów hydrolizy	315
33.10.8. Hydroliza skrobi i badanie produktów hydrolizy	316
33.10.9. Reakcja charakterystyczna skrobi.....	317
33.10.10. Badanie właściwości fizycznych celulozy.....	317
33.10.11. Hydroliza celulozy i badanie produktów hydrolizy.....	318

33.10.12. Spalanie cukru w obecności katalizatora.....	319
33.10.13. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych glicyny	320
33.10.14. Wykrywanie białek za pomocą reakcji biuretovej.....	321
33.10.15. Denaturacja białek pod wpływem czynników fizycznych i chemicznych	322
34. Bibliografia	323
35. Karta zaliczenia ćwiczeń.....	326

1. Eksperymenty w nauczaniu chemii

Współczesne tendencje w nauczaniu przyrodoznawstwa zmierzają do takiego kierowania postępowaniem uczących się, aby proces kształcenia maksymalnie zbliżyć do pracy badawczej. Cenną metodą nauczania jest kształcenie w systemie problemowym, w toku którego uczeń przestaje być biernym przedmiotem zabiegów dydaktycznych nauczyciela, a staje się rzeczywistym współtwórcą procesu dydaktycznego. Nowe podejście do czynności uczniów i roli nauczyciela w procesie edukacyjnym pociąga za sobą konieczność nie tylko zmian w strukturze przedmiotu nauczania, zastosowania ściśle określonych metod postępowania, ale również szerszego i bardziej precyzyjnego spojrzenia na cele kształcenia i środki dydaktyczne stosowane w tym procesie. Efektywność uczenia się zależy od możliwości tworzenia struktur poznawczych i umiejętności przewyższania szeregu towarzyszących im problemów. Wytwarzanie struktur poznawczych dokonuje się przez heurystyczne czynności zorganizowane na wzór badań naukowych, skrótowo nazywane czynnościami badawczymi. W każdym rodzaju badań naukowych rozwiązuje się określone rodzaje problemów, przy czym droga do rozwiązania tych problemów wiedzie przez szereg uporządkowanych czynności, nazywanych w tym przypadku metodą naukową. Istotnym zadaniem więc jest przeniesienie metody naukowej na grunt nauczania chemii. Pojawia się tym samym zagadnienie nauczania problemowego. Idzie o taki proces, w czasie którego uczący się pod wpływem aktywności wywołanej treścią zadania dostrzega określony problem, a następnie w rezultacie świadomego wysiłku umysłowego formułuje go i samodzielnie rozwiązuje, w drodze samodzielnych prób poszukiwawczych.

1.1. Rola eksperymentów na lekcjach chemii

Uczeń w procesie dydaktyczno-wychowawczym na lekcjach przedmiotów przyrodniczych ma odkrywać i badać, ma być więc "badaczem", niezależnie od tego, jaki będzie w przyszłości wykonywał zawód. Rzecz

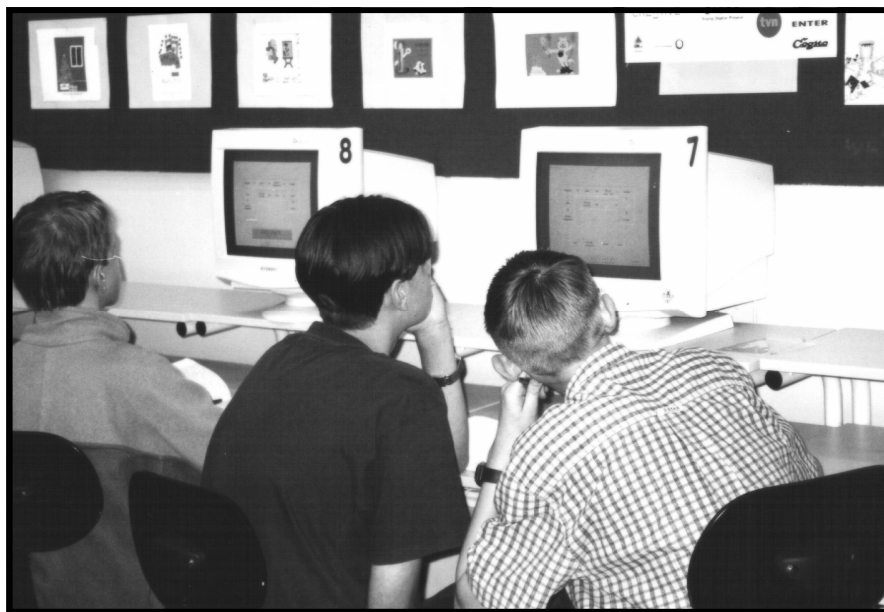
bowiem w tym, że w sytuacjach upodobnienia procesu dydaktyczno-wychowawczego do procesu badawczego tkwią ogromne wartości poznawcze. Aby pedagogiczna idea kształtowania postawy badawczej ucznia w procesie nauczania i uczenia się chemii mogła być realizowana w praktyce szkolnej, musi być do tego przede wszystkim przygotowany nauczyciel. Kształtowanie u uczniów postawy badawczej w procesie edukacyjnym ściśle wiąże się z działalnością laboratoryjną nauczyciela i uczniów, jako że chemia jest przecież nauką doświadczalną. W procesie nauczania i uczenia się chemii ważnym zagadnieniem jest racjonalne stosowanie środków dydaktycznych. Za pomocą środków dydaktycznych można ilustrować abstrakcyjne pojęcia, prawa i teorie chemiczne, a także pokazywać przedmioty i obiekty trudne lub niemożliwe do bezpośredniego postrzegania. Środki dydaktyczne w dużym stopniu pozwalają na rozwijanie twórczego działania uczniów oraz aktywizują ich w procesie nauczania. W nauczaniu chemii stosuje się różne rodzaje środków dydaktycznych, począwszy od kolekcji przedmiotów naturalnych, modeli, plansz i foliogramów, a skończywszy na przezroczach, filmach, audycjach radiowych, programach telewizyjnych oraz multimedialnych programach komputerowych. Szkoły wyposażone są w różnorodne urządzenia techniczne jak: diaskopy, grafoskopy, magnetowidy i komputery, które pozwalają uatrakcyjnić proces dydaktyczny. Jak wiadomo, żaden środek dydaktyczny nie ma wartości samej w sobie, lecz staje się efektywną pomocą dopiero wtedy, gdy jest w właściwy sposób zastosowany i użytkowany przez nauczyciela.

Dobry nauczyciel chemii nie tylko przekazuje uczniom informacje werbalnie, lecz rozwija także ich umiejętności intelektualne i praktyczne, oraz aktywizuje uczniów zwiększając ich zainteresowania. Właśnie w osiągnięciu tych wszystkich celów nieodzowne są środki dydaktyczne. W procesie kształcenia chemicznego uczniowie odbierają informacje głównie przez receptory wzroku i słuchu; duże znaczenie mają też inne zmysły: dotyk, smak, węch. Istotne są także receptory kontrolujące koordynację ruchów motorycznych, głównie w kształceniu umiejętności praktycznych. Dlatego też obok środków wizualnych i dźwiękowych, podstawowe znaczenie w nauczaniu chemii ma racjonalne stosowanie środków dydaktycznych



Rys. 1. Studenci wykonujący reakcję magnezu z tlenem będącą przykładem reakcji syntezy, spalania oraz utleniania - redukcji

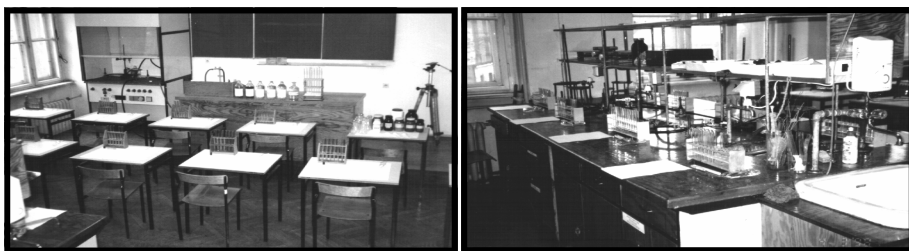
typu laboratoryjnego: aparatury, sprzętu, materiałów i odczynników chemicznych. Istotne znaczenie w chemii ma racjonalnie zorganizowana i wyposażona pracownia chemiczna, albowiem w nauczaniu tym eksperyment chemiczny zajmuje centralne miejsce i to niezależnie od tego, czy zaprojektowano w danym momencie procesu edukacyjnego doświadczenia uczniowskie czy też pokazy nauczycielskie. Doświadczenia chemiczne muszą być starannie przygotowane zarówno pod kątem doboru odpowiedniej aparatury jak i jasno sprecyzowanego celu jaki ma być osiągnięty za jego pośrednictwem. Ważną rzeczą jest, aby instrukcja przedstawiająca sposób wykonania doświadczenia, jasno opisywała poszczególne czynności jakie należy wykonać, aby eksperyment przeprowadzić z pozytywnym skutkiem. Najlepiej jest, gdy eksperyment laboratoryjny stawia uczniów w odpowiedniej sytuacji problemowej. Podczas pokazu eksperymentu chemicznego przez nauczyciela istnieje brak samodzielnego i bezpośredniego uczestnictwa ucznia w procesie badawczym. Dlatego dąży się do zwracania większej uwagi na czynniki, które aktywnie oddziałują na uczniów. W procesie dydaktycz-



Rys. 2. Lekcja chemii z wykorzystaniem animacji komputerowych dla interpretacji określonych zjawisk

nym stwarza się więc takie warunki, aby podczas pokazu nauczycielskiego uwagę uczniów koncentrować na tej części aparatury, która ma decydujący wpływ na przebieg reakcji chemicznej, która ma rozwiązać pewien problem, a także ma stworzyć sytuację problemową i potwierdzić lub obalić, w dalszym etapie badań, wysuniętą wcześniej hipotezę.

W doświadczeniach uczniowskich duży wpływ na sposób wykonania doświadczenia i uzyskanie poprawnego wyniku ma wykaz poszczególnych czynności jakie należy wykonać, aby osiągnąć założony cel. Dlatego ważne jest, w jaki sposób przedstawia się uczniom listę niezbędnych poleceń do zrealizowania w ramach wykonywanego eksperymentu. Taką listę stanowi instrukcja doświadczenia chemicznego opisująca sposób jego wykonania, a także zawierająca informacje dotyczące odczynników i sprzętu laboratoryjnego i innych materiałów niezbędnych do jego przeprowadzenia.



Rys. 3. a, b - Miejsca ćwiczeń uczniowskich: a - w klasie; b - w pracowni chemicznej

BARWY WYBRANYCH ZWIĄZKÓW CHROMU I MANGANU ORAZ WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE WODOROTLENKU CHROMU (III)

Odczynniki:

chlerek chromu(III),
chromian(VI) potasu,
dichromian(VI) potasu,
chlerek manganu(II),
manganian(VII) potasu

1m roztwór wodorotlenku sodu,

1m roztwór kwasu solnego,

1 roztwór wodorotlenku amonu

0,1m roztwór soli chromu(III) np chlerek chromu(III)

Sprzęt:

próbówki,
pipety

Do 5 próbek wlewamy po około 5 cm³ rozcieńczonych roztworów soli zawierających jony Cr³⁺, CrO₄²⁻, Cr₂O₇²⁻, Mn²⁺ i MnO₄⁻.

Można zauważyć, że roztwór zawierający jony Cr³⁺ ma barwę zieloną, CrO₄²⁻ żółtą, Cr₂O₇²⁻ barwę pomarańczową, Mn²⁺ barwę blado-różową, a roztwór zawierający jony MnO₄⁻ barwę ciemnofioletową. Z kolei do dwóch następnych próbek dodajemy po 3 cm³ 0,1 m roztworu chlorku chromu(III) i 3 cm³ roztworu wody amoniakalnej. Obserwujemy powstawanie osadu.

Następnie do jednej z tych próbek dodajemy jeszcze 5 cm³ 1m roztworu wodorotlenku sodu, a do drugiej 5 cm³ 1m roztworu kwasu solnego.

Obserwujemy zachodzące zmiany.

Napisz równania reakcji wiedząc, że w próbce z dodatkiem NaOH powstaje związek zawierający anion Cr(OH)₄⁻.

1.

2.

Spostrzeżenia:.....

Wnioski:.....

Przykładowa instrukcja doświadczenia chemicznego

REAKCJA MANGANIANU(VII) POTASU Z KWASEM SOLNYM, AZOTANEM(III) POTASU, SIARCZANEM(VI) ŻELAZA(II).**Odczynniki:**1m roztwór KNO_3 , stężony HCl ,1m roztwór FeSO_4 ,rozcieńczony roztwór H_2SO_4 ,rozcieńczony roztwór NaOH ,0,1m roztwór KMnO_4 **Sprzęt:**

probówki

pipety

W trzech probówkach znajdują się: w jednej kwas solny, w innej roztwór siarczanu(VI) żelaza(II), a w kolejnej roztwór azotanu(III) potasu.

Wykorzystując zaproponowane odczynniki dokonaj identyfikacji, w której probówce znajduje się stężony kwas solny, w której azotan(III) potasu, a w której siarczan(VI) żelaza(II).

Jakie zachodzą zmiany podczas wykonywania poszczególnych prób ?

Spostrzeżenia:

.....

Wnioski:

.....

Napisz równania wszystkich reakcji podając bilans elektronowy:

1.
2.
3.
4.

Przykładowa instrukcja doświadczenia chemicznego w wersji problemowej.

1.2. Rodzaje doświadczeń chemicznych i ich funkcje dydaktyczne

W procesie edukacyjnym chemii, nastawionym na odkrywcze działania ucznia, wyróżnia się cztery rodzaje laboratoryjnych doświadczeń chemicznych:

- A — obserwacja naukowa
- B — obserwacja z pomiarem
- C — eksperyment chemiczny
- D — eksperyment chemiczny z pomiarem

Obserwacja naukowa — jest najbardziej elementarnym rodzajem doświadczenia, prowadząc tylko do stwierdzeń naukowych na poziomie opisu i klasyfikacji. Obserwacja to zamierzone, planowe spostrzeganie prowadzone w konkretnym celu. Obserwator, stosując proste lub złożone techniki badania zjawisk bez zmiany ich przebiegu, gromadzi fakty w sposób narzucony przez naturę. Aby obserwacja mogła nosić miano naukowej, powinna być powtarzalna i niezależna od osoby badającej. Podobne wymagania odnoszą się do obserwacji prowadzonej przez uczniów na lekcjach chemii.

Obserwacje zapewniają uczniom poznanie podstawowych właściwości substancji jak: stan skupienia, barwa, zapach, twardość itd., a więc tych wiadomości, które mają uczniowie zdobyć w ramach opisu i klasyfikacji substancji, zjawisk i procesów. Uczeń w stosunkowo krótkim czasie dostrzega istotne cechy obserwowanego obiektu.

Obserwacja z pomiarem — jest formą doświadczeń chemicznych, dających pełniejsze i bardziej wiarygodne wyniki. Obserwacja z pomiarem polega na przyporządkowaniu danej wielkości pewnej liczby zwanej wartością tej wielkości. Porównania wartości mierzonej z wielkością (uznaną na mocy konwencji za jednostkę) dokonuje się za pomocą sprzętu pomiarowego. Zapis obserwacji pomiaru w tabeli lub graficznie, za pomocą wykresu, daje duże możliwości uogólnienia wyników pomiaru.

W nauczaniu chemii, obserwacje z pomiarem tradycyjnie nazywa się doświadczeniami ilościowymi. Przez określenie to należy rozumieć wszelkie doświadczenia chemiczne, w których dokonuje się pomiaru ; w szkole na

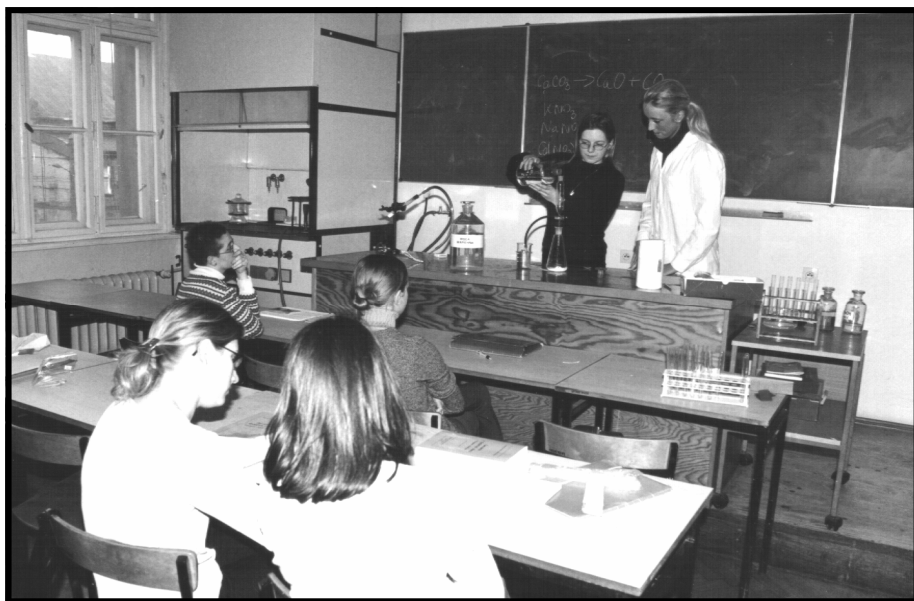
przykład masy i objętości. Tego rodzaju doświadczenia służą do tworzenia praw chemicznych, pojęć, wyznaczania wzorów związków chemicznych, oznaczania zawartości poszczególnych pierwiastków w różnych substancjach.



Rys. 4, 5. Uczniowie na lekcji chemii podczas obserwacji minerałów

Eksperyment chemiczny — jest kolejną formą metody naukowego badania rzeczywistości, polegającą na wywołaniu lub zmianie przebiegu procesów poprzez dodanie do nich pewnego nowego czynnika i obserwowaniu zmian powstałych pod jego wpływem. Ten nowy, w sposób zamierzony wprowadzony do procesu czynnik, nazywa się zmienną niezależną, obserwowane zaś zmiany powstałe pod jego wpływem, noszą miano zmiennych zależnych. Eksperyment określa się jako obserwację czynną, prowadzącą do wykrycia prawidłowości, ponieważ nieodzowna jest tu ingerencja badacza w rzeczywistość. Ingerencja ta polega na izolowaniu i kontroli działających czynników. Cechą charakterystyczną eksperymentowania jest aktywny stosunek ucznia do badanych zjawisk. Uczeń stwarza warunki, w których występuje pożądane zjawisko, eliminuje wpływ jednych czynników, dopuszczając oddziaływanie innych.

W eksperymencie laboratoryjnym, dzięki postępowaniu zgodnemu z millowskim kanonem jednej różnicy, istnieją proste możliwości izolowania zmiennej niezależnej, i tym samym łatwego obserwowania skutków jej działania. Jeżeli np. ogrzewamy w probówce wodorotlenek miedzi(II) w środowisku zasadowym w obecności glukozy, to aby wykluczyć hipote-



Rys. 6. Eksperyment jako czynnik weryfikujący hipotezę badawczą

zę, iż zauważone w doświadczeniu zmiany powstają pod wpływem ogrzewania, wykonuje się równolegle drugie doświadczenie kontrolne, różniące się od pierwszego jedynie brakiem glukozy w środowisku reakcji.

Analizując podane wcześniej cechy eksperymentu naukowego, doświadczenie chemiczne wykonane przez nauczyciela lub ucznia można nazywać eksperymentem szkolnym, jeżeli można wyodrębnić w nim następujące czynniki:

- przyjęcie czynnika eksperymentalnego (zmiennej niezależnej) i założenie przypuszczalnego kierunku zmian powodowanego przez ten czynnik,
- badanie działania tego czynnika (proces sprawdzania słuszności przypuszczeń przez wywoływanie lub zmianę biegu zjawisk),
- obserwowanie i notowanie zmian zmiennych zależnych.

Eksperyment z pomiarem — różni się od eksperymentu wyżej opisanego tym, iż decydującą rolę odgrywa w nim wynik pomiaru służącego poznaniu nowej wiedzy lub zweryfikowaniu ustalonej hipotezy roboczej. Dlatego pomiar, w eksperymentach z pomiarem, należy wykonywać z odpowiednią dokładnością.

Opierając się na analizie czynności poznawczych uczniów, wyszczególnia się:

- eksperyment ilustracyjny,
- eksperyment badawczy.

Eksperyment badawczy — istnieje w dwóch odmianach, jako:

- eksperyment wprowadzający,
- eksperyment problemowy.

Eksperyment problemowy może mieć charakter eksperymentu problemowo-odkrywającego i problemowo-weryfikującego.

Eksperyment ilustracyjny — charakteryzuje się tym, iż wykorzystanie doświadczenia uczniowskiego lub pokazu w tej formie polega na ilustrowaniu wiadomości przekazywanych przez nauczyciela lub podręcznik. Czynności ucznia sprowadzają się jedynie do słuchania i przyswajania gotowych treści. Obserwacja jest w tym przypadku jedynie ułatwieniem przyswajania treści. Nie ma wymogu samodzielnego opracowania wyników doświadczenia przez ucznia, ani wprowadzania wniosków.

Eksperyment badawczy wprowadzający — stanowi źródło informacji dla ucznia i punkt wyjścia do rozumowania wyjaśniającego na drodze indukcyjnej. Eksperyment tego rodzaju powinien mieć zastosowanie w nauczaniu treści dotychczas nieznanych, co do których uczniowie nie mają wystarczających przesłanek pozwalających na formułowanie hipotez. Celem tak wykorzystanego eksperymentu jest doprowadzenie uczniów do badań odkrywczych, w których najistotniejsze jest samodzielne dochodzenie do określonych prawd. Uczniowie wywołują określone zjawiska po to, aby zaobserwować zmiany zachodzące pod wpływem pewnego czynnika, i w ten sposób dojść do wykrycia związków i zależności przyczynowo-skutkowych między zjawiskami.

Eksperyment problemowy — jest nieodzownym składnikiem metod laboratoryjno-problemowych. Rozwiązanie każdego problemu szczegółowego odbywa się na drodze indukcyjnej (od konkretności do abstrakcji), lub na drodze dedukcyjnej (od abstrakcji do konkretności). W zależności od drogi rozwiązywania problemu wyodrębnia się:

- eksperyment problemowo-odkrywający,

- eksperyment problemowo-weryfikujący.

W metodzie problemowej o toku indukcyjnym, *eksperyment odkrywający* jest wykorzystywany jako źródło wiadomości. Do czynności nauczyciela należy zorganizowanie sytuacji problemowej oraz pomoc w ustaleniu sposobu wykonania doświadczenia. Zadaniem uczniów jest sprecyzowanie sposobu badania i jego przeprowadzenie oraz obserwacja i opracowanie wyników.

Eksperyment weryfikujący — stosowany w procesie problemowym nauczania o toku dedukcyjnym. Jest sposobem empirycznego weryfikowania hipotez. Wymaga od ucznia odpowiedniego zasobu wiedzy teoretycznej i poziomu intelektualnego.

Czynności uczniów związane z tą metodą polegają na:

- uświadomieniu sobie problemu,
- zaproponowaniu hipotez,
- zaproponowaniu empirycznego ich zweryfikowania,
- przeprowadzeniu doświadczenia,
- porównaniu zgodności przewidywań z uzyskanymi wynikami,
- teoretycznym opracowaniu zagadnienia.

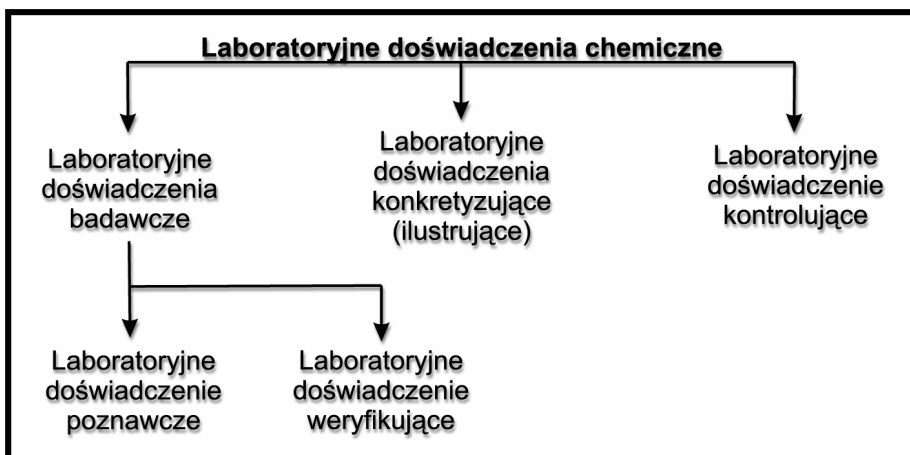
Przedstawiona liczba i rodzaj czynności badawczych uczniów wskazuje na fakt, iż eksperyment weryfikujący ma duże walory kształcące.

W zależności od tego, kto wykonuje na lekcji dany eksperyment i w jakim stopniu jest zaangażowany w jego realizacji, dzieli się je na:

- eksperymenty uczniowskie,
- pokazy nauczycielskie.

W stosowaniu metody praktycznej wykorzystuje się na lekcjach chemii, opisane niżej, różne odmiany doświadczeń uczniowskich.

Eksperymenty uczniowskie *równym frontem* - polegają na jednoczesnym wykonywaniu przez poszczególnych uczniów, lub grupy uczniów tworzących odrębne zespoły, jednakowych doświadczeń pod kierunkiem nauczyciela. Aby możliwe było realizowanie tej odmiany doświadczeń uczniow-



Rys. 7. Podział laboratoryjnych doświadczeń chemicznych

skich, wymagane jest wyposażenie stołów laboratoryjnych w odpowiednio przygotowane zestawy odczynników chemicznych i sprzętu laboratoryjnego. Wykonywanie doświadczeń "równym frontem" oparte jest na instrukcji słow-



Rys. 8. - Uczniowie wykonujący doświadczenia „równym frontem”

nej nauczyciela lub ucznia, pisemnej lub graficznej. W instrukcji podaje się opis przyrządów, kolejność czynności, ukierunkowuje się obserwacje oraz zwraca uwagę na bezpieczeństwo pracy. Propozycja wykonania doświadczenia może być dziełem nauczyciela, lecz także - co jest cenniejsze - dziełem ucznia. Projektodawcą doświadczenia uczniowskiego może być także podręcznik szkolny, film dydaktyczny czy program komputerowy, lub specjalnie opracowane instrukcje pisemne. W każdym jednak przypadku, opis doświadczenia, jego wynik i wnioski powinny być samodzielnym dziełem ucznia.

Inną odmianą doświadczeń uczniowskich są *"doświadczenia zespołowo-problemowe"* (weryfikacyjne). Doświadczenia te mają na celu weryfikację hipotezy, postawionej uprzednio, w oparciu o posiadany zasób wiadomości. Istota tych doświadczeń polega na tym, iż uczniowie wykonują podobne tematycznie doświadczenia, stosując jednak różne substraty, a czasem także odmienną aparaturę.

Wyróżnia się także *doświadczenia wiązane*. W wariacie tym uczniowie wykonując doświadczenie otrzymują produkt, który jest substratem wykorzystanym do przeprowadzenia następnego doświadczenia, zaś produkt tego drugiego eksperymentu jest substratem wykorzystywanym w kolejnym doświadczeniu, itd.

Doświadczenia wiązane pozwalają na wszechstronne badanie substancji, a tym samym na gromadzenie wielu wniosków doświadczalnych, co prowadzi do dogłębnego zrozumienia podstawowych praw i przemian chemicznych oraz fizycznych, a także właściwości substancji.

1.3. Charakterystyka zabiegów dydaktycznych prowadzących do rozwiązywania zadań problemowych za pomocą eksperymentu

W rozwiązywaniu zadań problemowych za pomocą eksperymentu istotną rzeczą są funkcje, jakie mogą te eksperymenty pełnić. Eksperyment może przecież zajmować różne miejsca w procesie poznawczym, a więc różne są także jego funkcje w tym procesie.

1.3.1. Funkcje eksperymentu w procesie rozwiązywania zadań problemowych

Funkcja motywacyjna eksperymentu

Podczas rozwiązywania problemu, w określonej fazie procesu poznawczego, często stosuje się eksperyment. Przez analizę wyników eksperymentalnych dochodzi się do nowej, często nieoczekiwanej wiedzy, do nowego opisu zjawisk. W wyniku analizy sytuacji problemowej odkryta zostaje pewna sprzeczność, która zawiera w sobie istotę problemu. Dochodzi się więc do sformułowania problemu, często w formie pytania. W tej fazie zazwyczaj stosuje się środki heurystyczne. Następnie formułuje się hipotezę i poszukuje optymalną drogę jej weryfikacji.

Funkcja odkrywczą eksperymentu

Często formułowane jest zadanie, którego rozwiązanie polega na ustaleniu właściwości określonej substancji. Eksperymentalne badania danej substancji mogą przebiegać na różnych poziomach, w zależności od zastosowanych technik eksperymentalnych, np. badań spektralnych, elektrochemicznych, polarograficznych itp. Przy poznawaniu właściwości substancji, eksperyment jest pierwszym, głównym krokiem procesu poznawczego. W kolejnym etapie następuje zbieranie danych eksperymentalnych i ich klasyfikacja, która jest wynikiem przeprowadzonych przez eksperymentatora doświadczeń. W dalszym etapie analizuje się dane i prowadzi pierwsze próby uogólnienia, zmierzające do określenia właściwości badanej substancji. Następnym krokiem jest eksperymentalne sprawdzenie słuszności wyprowadzonych uogólnień.

Funkcja sprawdzająca eksperymentu

Poprzez analizę logiczną formułowane są zazwyczaj hipotezy teoretyczne. Można, np. na podstawie interpretacji modelu matematycznego, symulować reaktywność badanej substancji organicznej. Następnie sprawdza się w praktyce wiedzę zdobytą drogą dedukcji, zgodnie z jedną z teorii poznania: "od żywego oglądu do teorii - i stąd do praktyki". Eksperyment ma w tym przypadku funkcję sprawdzającą. Jest on następstwem hipotezy wy-



Rys. 9. Pracownia mikronauczania, w której kształci się umiejętność prowadzenia lekcji z zastosowaniem różnych metod

suniętej w wyniku symulacji, przeprowadzonej za pomocą modelu (ogólnie: hipotezy teoretycznej).

1.4. Schemat eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych

Kolejność etapów, a więc czynności wykonywanych w czasie eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych wynika z funkcji i miejsca eksperymentu w danym zadaniu. Kolejność ta przedstawia się następująco:

1. Sformułowanie zadania.
2. Analiza zadania połączona z poszukiwaniem głównej sprzeczności charakteryzującej sytuację problemową.
3. Sformułowanie problemu.
4. Analiza problemu, jego transformacja na pytanie lub system pytań.
5. Dalsza, pogłębiona analiza częściowych pytań i problemów, mająca na celu sformułowanie hipotez cząstkowych, stanowiących części składowe głównej hipotezy.
6. Przygotowanie planu sprawdzenia hipotez, to jest planowanie i przygotowanie eksperymentów, jako instrumentów sprawdzania hipotez cząstkowych i hipotezy głównej (weryfikacja).
7. Realizacja eksperymentów.
8. Interpretowanie danych eksperymentalnych czyli ustalanie wyników jakościowych i ilościowych, ich zestawienie, analizowanie i klasyfikowanie.
9. Poszukiwanie zależności przyczynowych między jakościowymi i ilościowymi efektami i wynikami.
10. Porównanie wyników otrzymanych w procesie analiz i syntez z przesłankami hipotetycznymi. W przypadku przyjęcia hipotezy następuje dalszy etap, natomiast w przypadku jej odrzucenia niezbędne jest cofnięcie się do etapów 4 i 5 i powtórzenie dalszego postępowania.
11. Dokonanie możliwych uogólnień wyników eksperymentalnych przez wykonanie takich operacji jak: analiza, porównanie, synteza, generalizacja.

W nauczaniu chemii zadania problemowe często rozwiązywane są bezpośrednio za pomocą eksperymentu. Eksperyment podporządkowany zostaje wtedy teoretycznemu procesowi poznania - jest sterowany przez

teorię. W tym przypadku, z dydaktycznego punktu widzenia, eksperyment można umiejscowić w następującym, uproszczonym układzie czynności:

1. Sformułowanie celu eksperymentu.
2. Przygotowanie i planowanie eksperymentu.
3. Przeprowadzenie eksperymentu.
4. Opracowanie wyników eksperymentu, to jest sformułowanie wyników obserwacji i wyników pomiaru, ich uogólnienie i konfrontacja ze stanem wyjściowym.

Powyższy schemat eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych pokrywa się z ogólną strukturą eksperymentu szkolnego, w którym czynności empiryczne i teoretyczne występują równocześnie.

1.4.1. Eksperyment i metoda eksperymentalna w rozwiązywaniu problemów

Eksperyment zastosowany podczas rozwiązywania problemu wymagającego odkrywania, stanowi podstawę obserwacji, na podstawie której można ustalić dany stan rzeczy lub dane zjawisko w sposób bezpośredni.

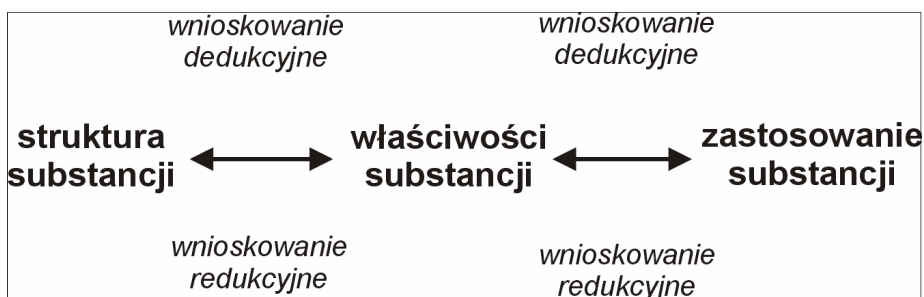
Inną funkcję mają eksperymenty zastosowane w ramach rozwiązywania problemów wymagających wyjaśnienia względnie przewidywania. Stanowią one część metody eksperymentalnej.

Eksperymentalna metoda badawcza jest metodą poznawczą, służącą eksperymentalnemu sprawdzaniu następstw, wynikających z hipotez. Zasadność hipotez powinna być gruntownie sprawdzona.

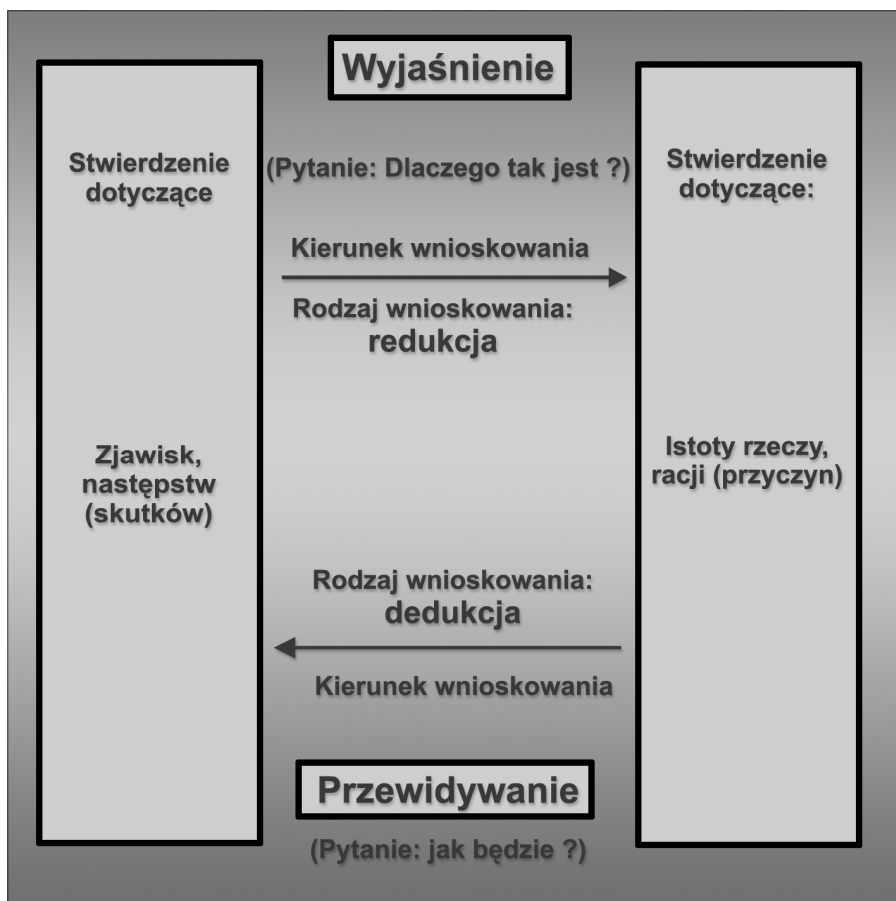
W zakresie wiedzy chemicznej, wyodrębnionej jako kategorie:

- a) struktura substancji,
- b) właściwości substancji,
- c) zastosowanie substancji, możliwe jest wnioskowanie.

W nauczaniu chemii stosuje się, oprócz metody eksperymentalnej, również metody modelowania i metodę obserwacyjną. Przy rozwiązywaniu problemów metodą eksperymentalną wyróżnia się kolejne etapy:



Rys 10. Rodzaje wnioskowania przy omawianiu struktury, właściwości i zastosowania substancji



Rys. 11. Korelacja między wyjaśnianiem, przewidywaniem oraz wnioskowaniem

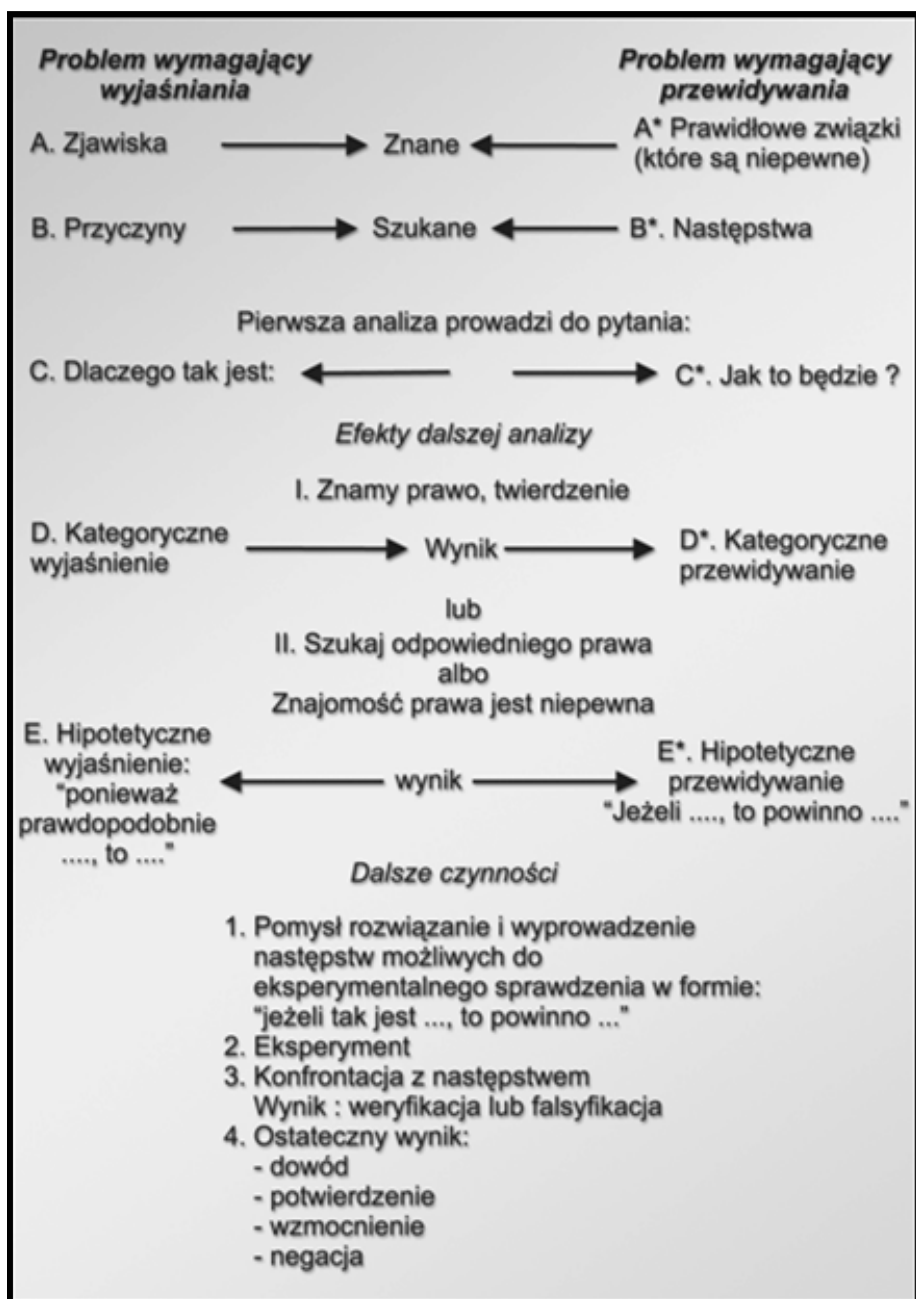
1. Z hipotez (z hipotetycznego wyjaśnienia lub przewidywania) wyprowadza się następstwa, możliwe do eksperymentalnego sprawdzenia. Orientacyjne pytanie brzmi: *Jeżeli tak jest ... to powinno...*
2. Przeprowadzenie zaplanowanych eksperymentów.
3. Konfrontacja wyników eksperymentu z przewidywanym następstwem, to znaczy ich weryfikacja lub falsyfikacja.
4. Wynikiem eksperymentalnego rozwiązania problemu, wymagającego wyjaśnienia lub przewidywania, jest:
 - dowód,
 - potwierdzenie,
 - wzmocnienie,
 - negacja.

Rysunek nr 12, obrazuje sposób postępowania przy eksperymentalnym rozwiązywaniu problemów wymagających wyjaśnienia i przewidywania.

1.4.2. Jak upodobnić proces dydaktyczny w chemii do badania naukowego ?

Celem nauczania chemii jest przede wszystkim rozwój intelektualny ucznia. Rozwój ten osiągany jest poprzez wyznaczone programem nauczania cele dydaktyczno-wychowawcze. W praktyce szkolnej pełna realizacja tych celów jest możliwa wtedy, gdy proces dydaktyczny chemii wiązany jest z zasadą dydaktycznie uzasadnionego upodobnienia procesu nauczania chemii do badania naukowego.

Z zasady tej wynika, iż uczeń powinien odkrywać nowe dla siebie fakty, zjawiska czy prawa, wyjaśniać je, a naśladując w ten sposób badacza, będąc w kontakcie z przyrodą, uczyć się metod pracy badawczej. Wychodząc z założenia, że badawcza postawa uczniów jest pochodną procesu nauczania upodobnionego do badania naukowego, należy przyjąć założenie, iż samo upodobnienie staje się problemem dydaktycznym, który należy rozwiązać w pierwszej kolejności. Wybrane przez nauczyciela, z programu nauczania, treści nauczania chemii poznawane są przez uczniów w bezpośrednim działaniu. Do tych treści należą:



Rys. 12. Schemat postępowania podczas eksperymentalnego rozwiązywania problemów wymagających wyjaśnienia i przewidywania

- wiedza dotycząca faktów chemicznych,
- wiedza dotycząca praw empirycznych,
- wiedza wyjaśniająca fakty chemiczne.

W opisanym modelu zasadniczego znaczenia nabiera działalność laboratoryjno-doświadczalna nauczyciela i uczniów, która podporządkowana zostaje bezpośredniemu poznaniu.

W procesie nauczania metodą badania naukowego uczeń musi cechować się pewnym zakresem umiejętności laboratoryjno-doświadczalnych, związanych z potrzebą projektowania doświadczeń. Efektywność tego nauczania zależna jest na każdym etapie upodabniania od właściwego dla danego etapu stopnia samodzielności uczniów w myśleniu i działaniu badawczym. Uczenie tym sposobem polega również na zapoznawaniu uczniów z wiadomościami o spostrzeganiu, wydawaniu sądów spostrzeżeniowych, istocie wnioskowania indukcyjnego i drodze naukowej.

Można wtedy łatwiej wykazać, iż do teorii naukowej nie zawsze prowadzi "gładki trakt" precyzyjnych wnioskowań.

W twórczym procesie badawczym występuje często olśnienie, intuicja, przypadek, lecz są one udziałem tylko tego twórcy, który systematycznie zajmuje się badaniem przyrody. Efektywne tworzenie i kształtowanie umiejętności laboratoryjno - doświadczalnych uczniów odbywa się na podstawie specjalnie do tego celu przystosowanych instrukcji laboratoryjnych doświadczeń chemicznych. Za pomocą zbioru takich instrukcji, w sposób systematyczny i we właściwym momencie, zapoznaje się uczniów ze sprzętem laboratoryjnym i odczytnikami. Poprzez celowe manipulowanie tekstami kolejnych instrukcji, steruje się procesem tworzenia i rozwijania umiejętności projektowania doświadczeń przez uczniów. Program kształtowania laboratoryjnych i doświadczalnych umiejętności uczniów zakodowany jest w treściach poszczególnych instrukcji doświadczeń chemicznych, a sam proces kształtowania tych umiejętności, planowy i systematyczny, realizowany jest podczas przebiegającego procesu nauczania chemii.

1.4.3. Lekcje chemii w systemie problemowym

Największe możliwości zaangażowania się uczniów, przy ich pełnej aktywności poznawczej, w samodzielne czynności badawcze, tkwią w doświadczeniach laboratoryjnych i lekcjach typu eksperymentalnego. Ponieważ w nauczaniu chemii należy stosować doświadczenia chemiczne, trzeba więc przyjąć metodę postępowania taką, aby doświadczenia były wykorzystane wszechstronnie, aby podczas ich wykonywania uczniowie jak najwięcej wnieśli dla swego intelektu, emocjonalnego, a nawet fizycznego rozwoju, kształcąc przede wszystkim sferę umiejętności.

1.4.4. Czego oczekujemy od doświadczenia laboratoryjnego?

Jakie warunki powinien spełniać eksperyment, aby stał się zadaniem badawczym? Z podanych wcześniej uwag na temat doświadczeń laboratoryjnych można wysnuć pewne postulaty, które w rozwinięciu przedstawiają się następująco:

1. Doświadczenia laboratoryjne nie mogą stanowić struktury oderwanej, mieszczącej się poza zasadniczym procesem poznawczym, lecz powinny być elementem składowym strukturalnie ujmowanych czynności badawczych.
2. Poza sprawnością manualną doświadczenia laboratoryjne powinny kształcić sprawność intelektualną, wiążąc harmonijnie przygotowanie teoretyczne z praktycznym, pracę intelektu z pracą rąk.
3. Doświadczenia laboratoryjne powinny scalać doznania uczniów pochodzących z bezpośrednich kontaktów z przyrodą z szeroko pojętą wiedzą teoretyczną - modelami teoretycznymi.
4. Doświadczenia powinny dostarczać jak najwięcej przeżyć spostrzeżeńowych, kształtować twórcze postawy uczniów wobec nauki, przyrody i wobec naturalnego środowiska człowieka, a więc powinny służyć ich wychowaniu.



Rys. 13. Uczniowie rozwiązujący problem chemiczny w drodze działań eksperymentalnych

5. Pod względem technicznym powinny być możliwe do szybkiego i bezpiecznego wykonania przez uczniów.

Wynika stąd, iż nauczyciel przystępujący do przeprowadzenia doświadczenia na lekcji musi odpowiedzieć sobie na szczególnie dużo różnorodnych pytań, dotyczących sfery merytorycznej i metodycznej procesu edukacyjnego.

1.4.5. Przewidywanie, a doświadczenie laboratoryjne

Istotne znaczenie w nauczaniu chemii i w czynnościach badawczych uczących się ma przewidywanie.

Przewidywanie jest swoistym wyprzedzeniem myślą tego wszystkiego, co ma dopiero nadejść, i oparte jest o racje, które formułujący te przewidywania potrafi wyraźnie podać. Odwołać się można przede wszystkim do praw rządzących obserwowanymi zjawiskami, do analogii uprzedmiotowionej w modelach teoretycznych, do ekstrapolacji występujących tendencji, lub w inny racjonalny sposób można uzasadnić swoje przypuszczenie. Odwołanie się do przypuszczeń intuicyjnych może być jedynie metodą uzupełniającą, wstępną, inspirującą właściwe przewidywania; nie powinny być jednak brane za podstawę strukturalizacji metod w planowaniu procesu dydaktycznego. Uzasadnienie jakiegось twierdzenia w sposób racjonalny nie jest równoznaczne z trafnością tego uzasadnienia, a zatem i trafnością wypowiedzianych twierdzeń. W dydaktyce chemii organizuje się zajęcia badawcze w taki sposób, aby uczniowie wypowiadali przewidywania, które sprawdzą się w praktyce laboratoryjnej. Należy w tej sytuacji ustrzec się metody prób i błędów, która to metoda nie jest zgodna z postulatem upodobnienia kształcenia do procesu badawczego. Zatem w przewidywaniach powinna znajdować się taka liczba hipotez, aby przynajmniej jedna z nich została potwierdzona doświadczalnie. Wyróżnia się dwie podstawowe funkcje przewidywań. Pierwsza z nich sprowadza się do skrócenia czasu przeprowadzania określonego zorganizowanego układu operacji badawczych i usamodzielnienia działań uczniowskich. Druga funkcja przewidywań dotyczy pełniejszego potwierdzenia tworzonych i wypowiedzianych twierdzeń.

Analizując czynności badawcze uczniów, można stwierdzić, że im dokładniej zostaną przeprowadzone przewidywania, tym szybciej i skuteczniej dochodzi się do rozwiązania postawionych problemów badawczych; im bardziej racjonalne i uświadomione są te przewidywania, tym mniejsza konieczność wykonywania mechanicznych i nietrafnych czynności. Stąd też przewidywania, jakie należy przeprowadzać przy rozwiązywaniu problemów dotyczących wewnętrznej organizacji materii, należą do działań stosunkowo złożonych. Przy rozwiązywaniu niektórych zagadnień, na plan pierwszy wysuwają się przewidywania dotyczące budowy produktu, w innych potrzebny jest zapis hipotetycznego równania chemicznego. Wyobraźnię uczniów pobudzają także oczekiwania na symptomy reakcji. Na tej podstawie wyróżnia się twierdzenia związane z mechanizmem i przebiegiem reakcji i traktuje się je jako pierwszy etap przewidywań, które wyrażają oczekiwanie na wystąpienie określonych symptomów reakcji. Wypowiedzenie tego rodzaju twierdzeń stanowi drugi etap przewidywań.

1.4.6. Struktury problemowych zadań laboratoryjnych z chemii

Przed problemowym zadaniem laboratoryjnym stawia się szereg wymagań, dotyczących także ich struktury. Wymagania te można przedstawić w kilku punktach:

1. W zadaniu laboratoryjnym uczniowie pytają przyrodę i tylko przyroda udziela im odpowiedzi na te pytania. Może się tak stać, jednak pod warunkiem, że uczniowie będą umieli ją o to zapytać. Niezbędne jest zatem odpowiednie instruktażowe przygotowanie uczniów.
2. Temat zadania nie może sugerować wyniku jego rozwiązania i nie powinien udzielać żadnych informacji na ten temat. W przeciwnym przypadku natychmiast zanika badawcze nastawienie uczniów.
3. Temat zadania laboratoryjnego nie może być zbyt błahy, a odpowiedź łatwo dostępna w podręczniku szkolnym. Jeżeli uczniowie w drodze przypomnienia przyswojonych uprzednio informacji mogą sformułować pełną odpowiedź na postawione pytanie, to najtrafniej nawet

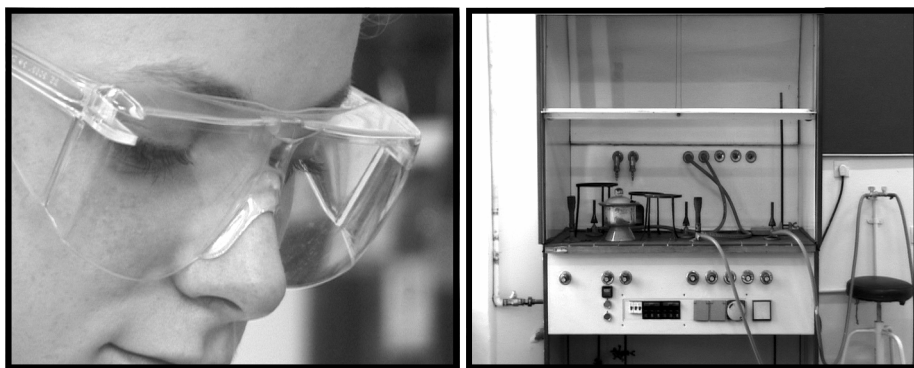
sformułowane zadanie (pod każdym innym względem) nie zmobilizuje uczniów do eksperymentowania.

4. Treść zadania laboratoryjnego nie może stwarzać potrzeby obszernego instruktażu. Długie i drobiazgowo instrukcje laboratoryjne są dla uczniów mało czytelne i zniechęcają do eksperymentowania.
5. Czynności eksperymentalne uczniów powinny być ukierunkowane i sprawnie doprowadzone do zaprogramowanego zakończenia.

2. Zasady bezpieczeństwa i higieny 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 po-



Rys. 14, 15. Laboratoryjne okulary ochronne oraz dygestorium do usuwania szkodliwych substancji gazowych

znanie 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.

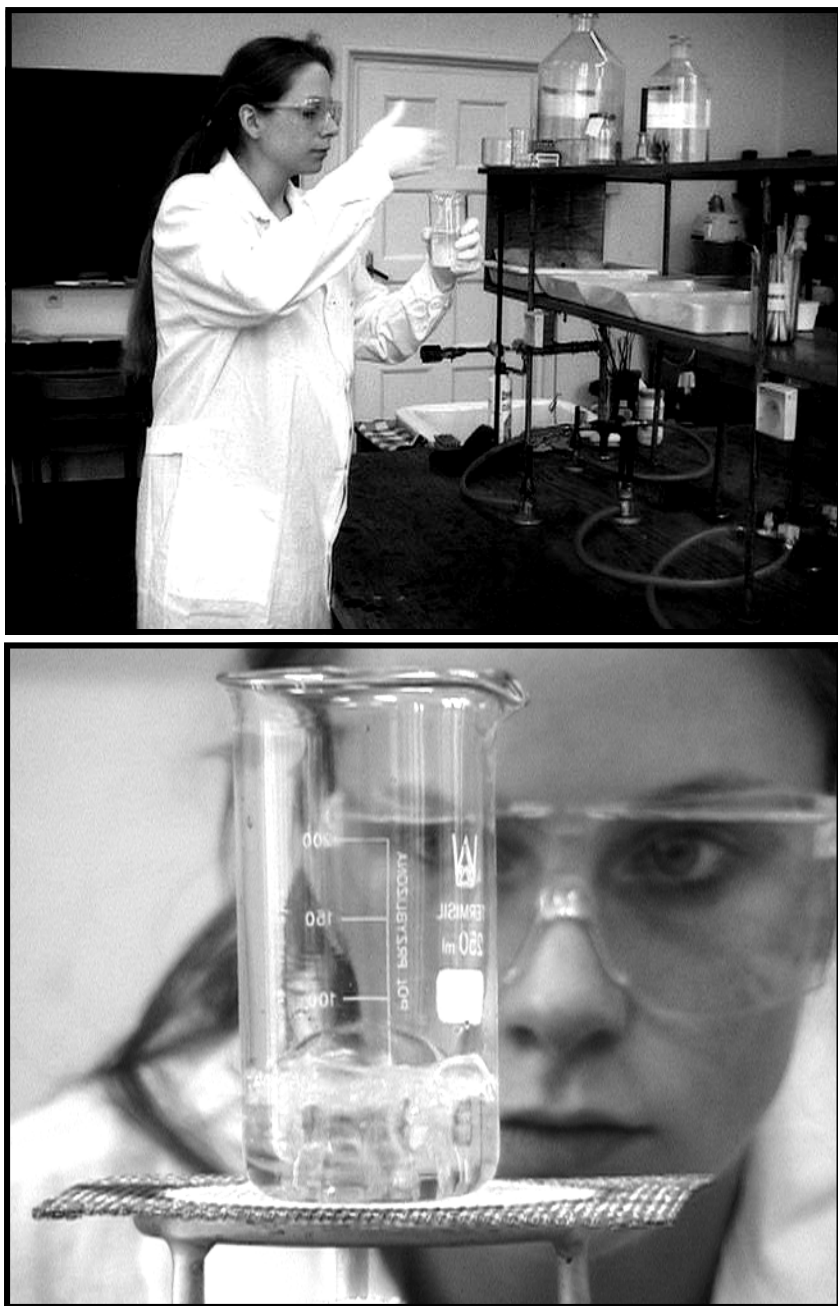
Aby zapobiegać wypadkom podczas pracy w laboratorium, należy przestrzegać następujących zasad:

- pod żadnym pozorem nie zażywać chemicznych odczynników laboratoryjnych,



Rys. 16, 17. Gaśnica przeciwpożarowa i apteczka pierwszej pomocy medycznej jako nieodzowne elementy każdej pracowni chemicznej

- 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),
- nie ogrzewać palnych rozpuszczalników płomieniem gazowym,
- jeżeli odzież weszła w kontakt ze znaczną ilością chemikaliów, należy natychmiast ją zdjąć,



Rys. 18 a, b. Zastosowanie okularów ochronnych w badaniu zapachu substancji ciekłej oraz obserwacji wrzącej cieczy

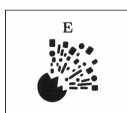
- w laboratorium chemicznym pod żadnym pozorem nie można jeść, pić, ani palić papierosów, ze względu na niebezpieczeństwo wystąpienia zatrucia lub pożaru,
- jeżeli osoba pracująca w laboratorium, a szczególnie osoba biorąca udział w wypadku, źle się czuje (np. bóle głowy, zawroty głowy, nudności, wymioty), należy natychmiast skonsultować się z lekarzem.

2.1. 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.

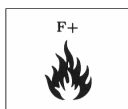
2.1.1. Symbole zagrożeń określające rodzaje materiałów niebezpiecznych (piktogramy w kolorze żółto-pomarańczowym)



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).



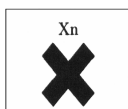
PIKTOGRAM O — (Oxidising) - materiał utleniający, łatwopalny, sprzyjający zapłonowi. Piktogram uprzedza: substancja jest silnym utleniaczem, podtrzymującym palenie. W zetknięciu z palnymi substancjami może spowodować zapłon. Sprzyja także utrzymywaniu się ognia substancji już płonących i przeszkadza 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.

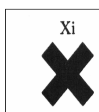


PIKTOGRAM F — Flammable - materiał łatwopalny. Piktogram uprzedza: substancja samozapalająca się lub zapalająca się w kontakcie z powietrzem. Środki ostrożności: unikać kontaktu z powietrzem. Na przykład biały fosfor, alkiloglin; substancja wrażliwa na wilgoć, tworząca w kontakcie z wodą palne gazy.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

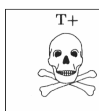


PIKTOGRAM Xn — Harmful - materiał szkodliwy. Piktogram uprzedza: po wprowadzeniu do organizmu przez wdychanie poprzez przewód pokarmowy oraz w wyniku penetracji przez skórę materiał stanowi zagrożenie dla zdrowia. Długotrwała ekspozycja może

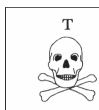
powodować nieodwracalne szkody w organizmie. Środki ostrożności: nie wdychać par, unikać kontaktu ze skórą. W wypadku objawów zatrucia (złe samopoczucie) skontaktować się z lekarzem. Na przykład pirydyna, kwas szczawiowy.



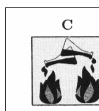
PIKTOGRAM Xi — Irritant - materiał drażniący. Piktogram uprzedza: substancja drażni skórę, oczy i układ oddechowy. Środki ostrożności: nie wdychać par, chronić oczy, unikać kontaktu ze skórą. Na przykład bromek benzylu, chlorek benzylu.



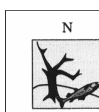
PIKTOGRAM T+ — Very toxic - materiał bardzo toksyczny. Piktogram uprzedza: materiał jest bardzo toksyczny. Inhalacja, połknięcie lub absorpcja przez skórę powoduje poważne schorzenie, a w niektórych wypadkach śmierć lub kalectwo. Środki ostrożności: nie wdychać par, unikać wszelkich kontaktów ze skórą 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 tkankami 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), fluorowódór, 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 godzinowego tygodnia i 8 godzinowego dnia pracy.

2.2. Informacje o rodzaju niebezpieczeństwa (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

2.2.1. Kombinacje 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

2.3. Wybrane porady 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 wyladowaniom 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

2.3.1. Kombinacje symboli i opisów dotyczących porad bezpieczeństwa

- 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)

3. Podstawowe odczynniki i sprzęt laboratoryjny niezbędne do wykonania eksperymentów zgodnych z podstawą programową liceum profilowanego

3.1. Odczynniki chemiczne

Niżej przedstawiony został zbiór odczynników chemicznych, które niezbędne są do wykonania eksperymentów zgodnych z podstawą programową liceum, oraz ich optymalne ilości potrzebne dla przeprowadzenia jednego pełnego cyklu edukacyjnego:

0,1 m roztwór azotanu(V) srebra	250 cm ³
0,1 m roztwór kwasu solnego	500 cm ³
1 molowy roztwór kwasu siarkowego(VI) cz.	500 cm ³
alkohol etylowy 96% cz.	500 cm ³
alkohol metylowy 99,8% cz.	500 cm ³
anilina cz.	100 cm ³
azotan(III) potasu cz.	250 g
azotan(III) sodu cz.	100 g
azotan(V) ołowiu(II) cz. bezw.	100 g
azotan(V) potasu cz.	250 g
azotan(V) sodu cz.	100 g
benzen cz.	100 cm ³
benzyna techn.	250 cm ³
bromek sodu cz.	50 g
chlerek amonu cz.	500 g
chlerek baru cz.	50 g
chlerek chromu(III) cz. $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	50 g
chlerek magnezu cz. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	100 g
chlerek manganu(II) cz. $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	100 g
chlerek potasu cz.	100 g
chlerek rtęci(II) cz.	50 g
chlerek sodu cz.	500 g
chlerek żelaza(III) cz. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	250 g
chromian(VI) potasu cz.	100 g
cynk metal. cz. opłaki	100 g

cynk metal. cz. pył	50 g
cynk metal gran. cz.	100 g
cynku blaszki cz.	50 g
dichromian(VI) potasu cz.	100 g
eter etylowy cz.	250 cm ³
fenol cz.	100 g
fenoloftaleina wskaźnik roztwór 1%	500 cm ³
formalina cz.(30% wodny roztwór metanal)	250 cm ³
gips CaSO ₄ · 0,5H ₂ O cz.	250 g
glicerol (gliceryna) bezw. cz.	250 cm ³
glin w metal. blaszki	100 g
glukoza cz.	100 g
heksan cz.	500 cm ³
jod krystaliczny cz.	50 g
jodek potasu cz.	100 g
jodek sodu cz.	50 g
kwas aminooctowy cz.	250 g
kwaz azotowy(V) cz. 65%	500 cm ³
kwaz cytrynowy cz.	100 g
kwaz fosforowy(V) 85%	250 cm ³
kwaz octowy cz. 90%	500 cm ³
kwaz oleinowy cz.	100 cm ³
kwaz siarkowy(VI) cz.	1000 cm ³
kwaz solny cz. 35-38% HCl	100 cm ³
kwaz stearynowy cz.	100 g
lakmus wskaźnik	10 g
lakmusowe papierki	5 bloczków
magnez metal. wstążka cz.	100 g
magnez wióry cz.	250 g
magnez cz. wióry	250 g
manganian(VII) potasu cz.	500 g
metaloamina cz.	100 cm ³
miedź drut cz.	50 g

miedź metal. drut cz.	50 g
miedź metal. proszek cz.	100 g
nafta techn.	250 cm ³
octan sodu bezw. cz.	250 g
olej parafinowy cz.	250 cm ³
oranż metylowy wskaźnik	5 g
parafina cz.	100 g
potas cz.	25 g
ropa naftowa techn.	500 cm ³
sacharoza cz.d.a.	250 g
siarczan(VI) baru cz.	50 g
siarczan(VI) magnezu cz. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	100 g
siarczan(VI) manganu(II) cz. $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	100 g
siarczan(VI) miedzi(II) cz. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	250 g
siarczan(VI) wapnia cz. $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	250 g
siarka subl. cz.d.a.	250 g
skrobia rozp. cz.	100 g
sód cz.	25 g
sztabka żelaza cz.	25 g
tetrachlorek węgla cz.	500 cm ³
tlenek fosforu(V) cz.	100 g
tlenek glinu cz.	100 g
tlenek krzemu(IV) cz.	100 g
tlenek magnezu cz.	100 g
tlenek manganu(IV) cz.	100 g
tlenek miedzi(II) cz.	50 g
tlenek ołowiu(II) cz.	50 g
tlenek rtęci(II) cz.	50 g
tlenek sodu cz.	100 g
tlenek wapnia cz.	250 g
tlenek żelaza(II),(III) Fe_2O_3 cz.	100 g
uniwersalne papierki wskaźnikowe	5 bloczków
węglan magnezu cz.	100 g

węglan sodu bezwodny cz.	500 g
węglan wapnia bezw. cz.	500 g
węglik wapnia (karbid) techn.	250 g
woda amoniakalna 25% roztwór NH_3	500 cm^3
wodorotlenek miedzi(II) cz.	50 g
wodorotlenek potasu cz.	500 g
wodorotlenek sodu cz.	500 g
wodorotlenek wapnia cz.	250 g

3.2. Szklany sprzęt laboratoryjny i inne materiały

Oto zestaw laboratoryjnego sprzętu szklanego i innych drobnych materiałów niezbędnych do wykonania eksperymentów w liceum:

bagietka szklana	5 szt.
bibuła filtracyjna	1 opak.
cylinder do spalań	2 szt.
cylinder miarowy o pojemności 50 cm^3	1 szt.
cylinder miarowy o pojemności 100 cm^3	1 szt.
dmuchawka ustna	1 szt.
dwie elektrody grafitowe połączone ze sobą przewodami	
kolba destylacyjna	1 szt.
kolba stożkowa pojemności 100 cm^3	2 szt.
kolba stożkowa pojemności 200 cm^3	2 szt.
korek (do probówki) z rurką	
do odprowadzania gazów	2 szt.
korek gumowy z osadzoną w nim rurką	
szklaną zgiętą pod kątem prostym	1 szt.
zlewka pojemności 500 cm^3	2 szt.
korki do probówek	5 szt.
krystalizator o pojemności 300 cm^3	2 szt.
krystalizatory objętości 100 cm^3	4 szt.
lejek szklany	2 szt.
łapa drewniana do probówek	4 szt.

łyżka metalowa do spalań	3 szt.
łyżka porcelanowa	2 szt.
moździerz porcelanowy	1 szt.
nożyk lub metalowa łopatka	1 szt.
obwód elektryczny do badania przewodnictwa	1 szt.
palnik gazowy w postaci małej butli (gaz płynny)	1 szt.
parownica porcelanowa	2 szt.
pinceta	1 szt.
pipety	4 szt.
płytką metalową (do ogrzewania cieczy na trójnogu)	2 szt.
płytką szklaną	1 szt.
próbówka	8 szt.
próbówka z boczną rurką	1 szt.
rozdzielacz	1 szt.
rurki szklane zgięte pod kątem prostym	4 szt.
sączki	1 opak.
sączki jakościowe śr. 11 cm	1 opak.
skalpel	1 szt.
statyw do probówek	1 szt.
statyw metalowy z łapą	1 szt.
szalki Petriego	8 szt.
szczypce metalowe	1 szt.
szkiełka zegarkowe	4 szt.
termometr o zakresie skali do 100°C	1 szt.
trójkąt kaolinowy	1 szt.
trójnóg metalowy	1 szt.
tygiel porcelanowy	2 szt.
wężyki gumowe	8 szt.
łączniki elektryczne (krokodylki)	4 szt.
zlewka o objętości 100 cm ³	4 szt.
zlewka o objętości 250 cm ³	4 szt.
zlewka wysoka o objętości 500 cm ³	1 szt.
zlewki o pojemności 800 cm ³	1 szt.

4. 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.

4.1. 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.

4.2. 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 powsta-

wać 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.

4.3. 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.

4.4. 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 łaźnia 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.

4.5. 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.

4.6. 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.

4.7. 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 niebezpieczne są ekstrakcje 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.

4.8. Praca z substancjami wybuchowymi

Do substancji wybuchowych należą np. nitro- i nitrozozwiązki, estry kwasu azotowego(III), związki diazoniowe, chlorek nitrozylu, nadtlarki i nadkwasy. Utleniacze takie jak np.: chromiany(VI), azotany(V), stężony kwas chlorowy(VII), dymiący kwas azotowy(V), roztwory nadtlarku 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.

4.9. 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.

4.10. 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.

4.10.1. 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 powoduje wydzielanie łatwopalnych gazów". Dlatego też wszystkie tego typu odczynniki transportowane są w zatopionych naczyniach polietylenowych oraz wodoodpornych metalowych kontenerach. W laborato-

rium raz otwarte naczynie powinno być przechowywane w eksykatorze. Do odczynników wrażliwych na wilgoć należy także tlenek fosforu(V).

4.10.2. 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.

4.10.3. 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.

4.10.4. 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.

4.10.5. 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.

4.10.6. 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.

4.10.7. 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.

5. 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.

5.1. 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 oznaczeniem.
- 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.

5.2. 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(II) sodu. Nadmiar chloranu(II) 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. Użyty 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 karcynogenne 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 nadtlenu 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 prześącz 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 konse-

kwencji 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.

6. Wypadki najczęściej zdarzające się w laboratorium chemicznym

W laboratorium chemicznym znajdującym się na przykład w zakładzie przemysłowym, gdzie dokonuje się rutynowych analiz, w placówce naukowej, gdzie często opracowywane są nowe procedury i preparatyki otrzymywania i badania różnych związków chemicznych, jak również w szkolnym laboratorium chemicznym zarówno w gimnazjum i liceum, mogą zdarzyć się różne wypadki podczas pracy laboratoryjnej.

6.1. Pęknięcie naczynia zawierającego substancje chemiczne

Jeżeli pęknięte naczynie zawiera palną ciecz, wówczas należy przede wszystkim wyłączyć wszystkie źródła ognia, takie jak: palniki gazowe, elektryczne grzejniki oraz inne urządzenia, zawierające na przykład styczniki, mogące być źródłem iskrzenia. Pomieszczenie należy natychmiast dobrze przewietrzyć, a rozlaną ciecz należy zaadsorbować granulatem o dużej chłonności. Do tego celu bardzo dobrze nadaje się adsorbent Chemisorb R firmy Merck. Za pomocą granulatu mogą być zbierane nie tylko rozpuszczalniki, lecz także inne ciekłe odczynniki takie jak: oleje, kwas siarkowy(VI) czy bezwodnik octowy. Wypełniony adsorbent zbiera się do polietylenowego naczynia i umieszcza w zbiorniku stałych odpadów laboratoryjnych.

6.2. Rozlanie rtęci

Pęknięcie lub nieszczelność przyrządów zawierających rtęć takich jak na przykład termometry czy manometry rtęciowe, stwarza niebezpieczeństwo zatrucia. Ze względu na stosunkowo wysoką prężność par rtęci, nawet niewielkie jej ilości stanowią poważne zagrożenie. Należy unikać wszelkich kontaktów rtęci z acetylenem i amoniakiem, gdyż istnieje możliwość powstawania związków wybuchowych. W przypadku rozlania większej ilości rtęci, można ją zbierać poprzez zassanie do kolby ssawkowej, przy użyciu pompy wodnej. Pozostałość neutralizuje się sproszkowaną siarką (tworzy się siarczki), lub przez posypanie pyłem cynkowym (powstaje amalgamat

cynku). Można także użyć jodowanego węgla drzewnego, którego sposób preparowania podano już w tekście wcześniej.

6.3. Pożar

W przypadku pożaru, w zależności od właściwości płonącego materiału, ważne jest zastosowanie odpowiednich środków gaśniczych. W każdym laboratorium powinny znajdować się podręczne gaśnice, koce gaśnicze oraz piasek. Najbardziej przydatne są gaśnice napełnione dwutlenkiem węgla. Ten środek gaśniczy nie zostawia pozostałości, nie niszczy czułych przyrządów, jest prawie neutralny chemicznie i może być stosowany do gaszenia urządzeń elektrycznych. Po zakończeniu pożaru należy dokładnie przewietrzyć pomieszczenia laboratorium, w celu usunięcia resztek dwutlenku węgla. Pożaru spowodowanego takimi substancjami jak: metale alkaliczne, wodorek litowo-glinowy czy alkilometale, nie można gasić wodą lub przy pomocy gaśnic zawierających wodne roztwory. Do tego celu nadaje się proszek stanowiący mieszaninę tlenku krzemu(IV) i tlenku wapnia. Można także stosować piasek. Palne ciecze gasi się dwutlenkiem węgla lub piaskiem. Dwutlenek węgla używa się także do gaszenia urządzeń elektrycznych. Jeżeli ogień pojawia się na zaworach butli zawierających sprężone lub skroplone gazy, należy użyć piasku lub gaśnic proszkowych. Paląca się butla, na przykład z acetylenem, może być gaszona wodą z bezpiecznej odległości. Jeżeli butla staje się na tyle gorąca, iż woda odparowuje, ze względu na niebezpieczeństwo eksplozji należy natychmiast ewakuować laboratorium.

7. Toksyczne pierwiastki oraz związki chemiczne

Dokładne informacje na temat toksyczności poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych podaje się w podręcznikach z zakresu toksykologii. W każdym laboratorium materiały wysoce toksyczne powinny być zarejestrowane w tzw. "zeszycie kontroli trucizn", a każda wydana ilość toksycznego związku powinna być zapisana ze wskazaniem daty oraz osoby pobierającej.

Pośród toksycznych metali i ich związków należy wymienić między innymi: arsen, chrom, cynę, kadm, kobalt, mangan, ołów, rtęć. Silnie toksycznymi są takie pierwiastki i związki chemiczne jak: chlor, brom, fosgen, cyjanowodór i cyjanki, bromocyjan, diazometan, siarkowodór, tlenki azotu powstające w wyniku redukcji kwasu azotowego(V), a także szereg innych substancji chemicznych. W katalogach firm produkujących odczynniki oraz na opakowaniach niebezpiecznych odczynników znajdują się kody wskazujące na typ niebezpieczeństwa. Na przykład: R 24 - toksyczny w zetknięciu ze skórą lub R 26 - bardzo toksyczny przez inhalację. Podawane są także porady bezpieczeństwa oznaczane literą S. Na przykład: S 3 - przechowuj w zimnym miejscu, lub S 51 - używaj jedynie w dobrze wentylowanym pomieszczeniu lub też S 44 - jeżeli masz złe samopoczucie lub wystąpią niepokojące objawy, natychmiast skonsultuj się z lekarzem. Podany wykaz zawiera tylko niewielką, wybraną część wszystkich materiałów toksycznych.

7.1. Arsen - i jego niektóre związki są toksyczne. Powstający w teście Marsha arsenowodór jest trującym gazem o silnym zapachu czosnku. Już stężenie 0,5 ppm w powietrzu stanowi silnie toksyczną dawkę. Symptomy takie jak trudności w oddychaniu i drętwienie wynikają z rozpadu czerwonych ciałek krwi. Symptomy te pojawiają się po kilkugodzinnym okresie inkubacji. Ostre zatrucie może prowadzić do śmierci w ciągu kilku minut.

7.2. Chrom. Pyły chromu mogą powodować uszkodzenie płuc. Związki chromu(VI) takie jak tlenek chromu(VI) CrO_3 są silnymi karcynogenami.

Tlenek ten powoduje także korozję, 1 ~ 2 g mogą powodować fatalne skutki. Dichromian(VI) potasu zażyty doustnie powoduje mdłości, złe samopoczucie, wymioty, uszkodzenie nerek i śmierć. Pył chromianów przy zetknięciu ze skórą prowadzi do owrzodzeń trudnych do wyleczenia. Chromiany mają zdolność do kumulacji w płucach, co może prowadzić do nowotworów płuc. Chromiany wywołują także alergię połączoną z egzemą.

7.3. Cyna i szereg nieorganicznych związków cyny to substancje raczej nietoksyczne. Jedynie chlorek cyny(II) SnCl_2 jest substancją toksyczną i korozyjną. Efekt korozyjny wynika z łatwej hydrolizy do kwasu solnego. Organiczne związki cyny resorbują się poprzez skórę i mogą powodować uszkodzenie wątroby oraz przewlekłą egzemę.

7.4. Kadm - należy do pierwiastków wysoce toksycznych w związku z tym, iż jest lotny poniżej temperatury topnienia, łatwo utlenia się i jest bardzo powoli wydalany z organizmu. Związki kadmu rozpuszczalne w wodzie i kwasach są także bardzo toksyczne. Kadm pobierany przez płuca gromadzi się w wątrobie i nerkach. Na skutek ostrego efektu toksycznego w przewodzie pokarmowym wywołuje wymioty. Przypuszcza się, iż związki kadmu działają karcynogennie.

7.5. Kobalt. Pyły kobaltu wykazują efekt toksyczny w przewodzie oddechowym i płucach. Sole kobaltu mogą wywoływać wymioty oraz uszkodzenie nerek. Dłuższe wchłanianie może być śmiertelne. Niekiedy obserwuje się schorzenia dermatologiczne i alergiczne. Szereg trudno rozpuszczalnych związków kobaltu na przykład chlorek kobaltu(II) CoCl_2 wykazuje u zwierząt efekt karcynogeny.

7.6. Mangan. Tlenek manganu(IV) MnO_2 może prowadzić do zapalenia płuc. Mangan i tlenek manganu(IV) mogą indukować manganizm u ludzi wykazujących skłonności do tego schorzenia. Manganizm jest niebezpieczną chorobą o objawach takich jak ślinotok, utrata pamięci, impotencja oraz ogólne symptomy choroby Parkinsona. Manganian(VII) potasu oraz inne manganiany(VII) powodują w roztwo-

rach wodnych silną korozję. Symptomami zatrucia są: obrzęk warg, śluzówek nosa, ust oraz przełyku. Zatrucie może prowadzić do śmierci. Dawka Śmiertelna manganianu(VII) potasu wynosi 5-8 g.

7.7. Ołów i jego związki - należą do silnych toksyn środowiskowych. Dobrze rozpuszczalne i łatwo ulegające resorpcji związki ołowiu mogą prowadzić do anemii. Prawdopodobnie powodują one uszkodzenie enzymów biorących udział w syntezie hemu. Na przykład octan ołowiu(II) ma słodki smak, rozpuszcza się w wodzie i łatwo ulega resorpcji. Dawka 10 ~ 20 g może być śmiertelna.

7.8. Rtęć. W związku z silnym efektem toksycznym rtęci i jej związków, konieczne jest przestrzeganie czystości podczas pracy. Należy szczególnie unikać wdychania par rtęci oraz kontaktu ze skórą. Wdychana rtęć wiąże się z sulfidowymi grupami białek i jest przenoszona po całym organizmie poprzez strumień krwi. Biologiczny okres półtrwania rtęci wynosi 60 dni. Organiczne związki rtęci są także toksyczne. W niskiej koncentracji w organizmie związki te mogą prowadzić do utraty owłosienia.

7.9. Kwas azotowy(V) - stosowany jest w stężeniach 65% lub 96% jako tak zwany dymiący kwas azotowy(V) mający w przemyśle określenie "hoko", co znaczy wysoko skoncentrowany (hoh konzentriert). Kwas azotowy(V) powoduje silną korozję, przy czym efekt ten zależy od jego stężenia. W kontakcie ze skórą powoduje żółte zabarwienie. Jest to wynik charakterystycznej reakcji ksantoproteinowej, która polega na nitrowaniu wchodzących w skład białek reszt aromatycznych aminokwasów, takich jak: tyrozyna czy fenyloalanina. Kwas azotowy(V) jest silnym utleniaczem redukowanym do kwasu azotowego(III). Powstający tlenek azotu(IV) wywołuje symptomy zatrucia już w dawce 0,5 g. Dawka śmiertelna wynosi 4 ~ 6 g. Tlenek azotu(IV) modyfikuje hemoglobinę odpowiedzialną za transport tlenu we krwi, blokując ten proces. Poza tym istnieje niebezpieczeństwo tworzenia silnie karcynogennych N-nitrozozwiązków.

7.10. Siarkowodór - jest rozpuszczalnym w wodzie, palnym, bezbarwnym, silnie toksycznym gazem. Siarkowodór jest cięższy od powietrza i w pewnych stężeniach ma zapach ma zapach zepsutych jaj. Jeżeli typowy zapach zepsutych jaj zanika to oznacza to, iż osiągnięte zostało toksyczne stężenie gazu. Siarkowodór może z powietrzem tworzyć mieszaninę wybuchową. Nawet w małych stężeniach może powodować mdłości, wymioty, trudności w oddychaniu, konwulsje i utratę przytomności. Śmierć może nastąpić w wyniku paraliżu układu oddechowego. Długotrwała ekspozycja na stężenia poniżej dawki toksycznej prowadzi do wymiotów, oszołomienia i trudności z koncentracją.

7.11. Chlor - jest żółto-zielonym gazem wykazującym silny efekt toksyczny na układ oddechowy, powodując podrażnienie śluzówki ust, nosa i przełyku na skutek czego występuje ostry kaszel, łzawienie oczu i skrócony oddech. Stężenie śmiertelne wynoszące 2g/m^3 odpowiada 690 ppm. Mniejsze dawki dają ten sam efekt, jeżeli ekspozycja trwa przez dłuższy okres. Chlor jest cięższy od powietrza i może gromadzić się w dolnych partiach laboratorium.

7.12. Brom - jest czerwono-brunatną łatwo parującą cieczą. Bardzo silnie drażni oczy, skórę oraz śluzówki. Powoduje martwicę tkanek skóry oraz powstawanie pęcherzy. Przejawia działanie podobne do chloru lecz w przypadku bromu efekt jest silniejszy. Podobnie jak chlor, pary bromu są cięższe od powietrza, i mogą "pełzać" po stołach lub podłódze w laboratorium.

7.13. Bromocyjan - jest stałym, wysoce lotnym już w temperaturze pokojowej, toksycznym związkiem o ostrym zapachu. W przypadku wdychania lub kontaktu ze skórą może powodować ostre zatrucie. Zwykle bromocyjan atakuje płuca oraz centralny układ nerwowy. W kontakcie z wodą bromocyjan ulega rozkładowi z wytworzeniem nadzwyczaj toksycznego cyjanowodoru. Temperatura topnienia bromocyjanu wynosi 52°C , zaś temperatura wrzenia $61\text{-}62^{\circ}\text{C}$. Ze względu na to bromocyjan powinien być przechowywany w lodówce. Jego trwałość jest jednak ograniczona mimo przechowywania w zimnym i suchym miejscu.

8. Sposoby zachowania się w laboratorium chemicznym w nagłych, niepożądanych wypadkach

W nagłych wypadkach przede wszystkim należy chronić ludzi, ewakuując wszystkie osoby z niebezpiecznego miejsca, po czym natychmiast wezwać pomoc (medyczne pogotowie ratunkowe i jeśli to konieczne to także straż pożarna). Wzywając pomocy, telefonicznie lub w inny dostępny sposób, należy podać nazwisko wzywającego oraz numer telefonu, z którego się dzwoni. Należy podać także miejsce gdzie nastąpił wypadek (tj. instytucję, ulicę, numer budynku, piętro i numer pomieszczenia). Dalej należy wyjaśnić, jaki wypadek nastąpił (tj. oparzenie, zatrucie, eksplozja, pożar itd.), czy wystąpiły jakieś obrażenia u ludzi i jaka liczba osób ucierpiała, oraz jakiego rodzaju pomoc jest niezbędna, na przykład lekarz, ambulans reanimacyjny, straż pożarna. Należy również ustalić i zanotować nazwisko osoby przyjmującej wezwanie oraz czas, w którym wezwanie zostało przyjęte. Konieczne jest też wysłanie osoby - łącznika na miejsce, do którego przybędzie pomoc. Jest to zwykle wejście do budynku lub brama wjazdowa. W ten sposób można najszybciej doprowadzić zespół ratowniczy do miejsca wypadku.

8.1. Pożar. W razie pożaru należy zachować spokój, przytomność umysłu i nie dopuścić do paniki. Należy zgasić wszelkie palniki w bliskim otoczeniu pożaru i jeśli jest to możliwe wyłączyć instalację gazową i elektryczną oraz usunąć łatwopalne materiały. Trzeba również zamknąć okna i drzwi, sprawdzając przedtem, czy nikt nie pozostał w zamykanych pomieszczeniach. Należy ewakuować ludzi przez oznaczone wyjścia ewakuacyjne i wezwać straż pożarną. Następnie należy rozpocząć walkę z płomieniami, nie podejmując jednak niepotrzebnego ryzyka. Ważne jest, aby dostatecznie wcześniej opuścić pomieszczenie, w celu uniknięcia zatrucia tlenkiem węgla (II) lub uduszenia z powodu braku tlenu. Do gaszenia pożarów w laboratorium chemicznym najczęściej stosowane są gaśnice napełnione dwutlenkiem węgla, lub gaśnice proszkowe. W przypadku, gdy zapaleniu uległy osoby, należy stosować koce gaśnicze z włókien szklanych. Poza tym, do gaszenia pożarów używa się piasku i ewentualnie wody z hydrantów prze-

ciwpożarowych lub systemu zraszającego. Wodą nie można gasić urządzeń elektrycznych. Żarzący się lub tłący ogień najlepiej gasić za pomocą gaśnic proszkowych. Do najłatwiej żarzących się materiałów należą: węgiel, drewno, papier i odzież. W przypadku palących się metali używa się piasek. Dwutlenek węgla nie nadaje się do gaszenia palących się lub żarzących metali, gdyż ulega on redukcji z utworzeniem tlenków metali, co jest procesem silnie egzotermicznym. Niewielki pożar na stole laboratoryjnym gasi się gaśnicami wypełnionymi dwutlenkiem węgla lub tłumiąc ogień kocem gaśniczym. Do tego celu używać można także piasku gaśniczego. W przypadku palenia się sodu lub potasu nie stosuje się gaśnic wypełnionych tetrachlorometanem, gdyż może dojść do wybuchu. Jeżeli pali się olej lub organiczne rozpuszczalniki, wówczas do gaszenia nie należy używać wody, gdyż powoduje to rozpryskiwanie palącej się substancji. W takich wypadkach najlepiej sprawdzają się gaśnice proszkowe lub wypełnione dwutlenkiem węgla. Płonącą osobę należy przykryć wilgotnym kocem gaśniczym. Zdejmowanie ubrania z miejsc oparzonych najlepiej pozostawić wykwalifikowanemu personelowi medycznemu, gdyż nieumiejętne rozbieranie oparzonego naraża go na utratę ciepła i infekcję. W ciężkich przypadkach oparzeń należy natychmiast wezwać lekarza i stosować się do jego poleceń. W lżejszych przypadkach stosować zabiegi opisane niżej.

8.2. Porażenia prądem elektrycznym. Porażenie tego typu następuje zwykle na skutek zetknięcia się z przewodami prądu lub transformatorami wysokiego napięcia. W takim przypadku, gdy jest to możliwe, należy natychmiast wyłączyć instalację elektryczną. Porażonego należy usunąć spod działania prądu za pomocą laski lub kija, uważając, aby samemu nie ulec porażeniu. Jeżeli osoba porażona prądem elektrycznym nie oddycha, należy zastosować sztuczne oddychanie najlepiej przy użyciu worka AMBU, i natychmiast wezwać lekarza. Worek AMBU jest samorozprężalnym aparatem do prowadzenia sztucznego oddychania, wykonanym z gumy lub sztucznego tworzywa.

8.3. Oparzenia. W praktyce laboratoryjnej często zdarzają się różnego typu oparzenia spowodowane np. gorącymi przedmiotami, palącymi się rozpuszczalnikami, bromem, stężonymi kwasami lub stężonymi roztworami zasad itp. W lżejszych przypadkach można udzielić pomocy na miejscu, obmywając oparzoną powierzchnię strumieniem bieżącej zimnej wody przez 5 - 10 minut, ewentualnie skonsultować się z lekarzem. W przypadkach poważniejszych oparzeń, należy natychmiast wezwać pogotowie lub przetransportować chorego do lekarza.

8.3.1. Oparzenia suche rozpalonymi przedmiotami lub palącymi się rozpuszczalnikami bądź gorącą wodą lub parą wodną mogą być opatrzone na miejscu w laboratorium, pod warunkiem, iż uszkodzona została niewielka powierzchnia ciała. W takim wypadku najlepsze jest obmycie uszkodzonej powierzchni bieżącą wodą. Istotne jest, aby oparzone miejsca zostały po obmyciu zabezpieczone jałowym opatrunkiem luźno zabandażowanym. W przypadku silnych bólów można zastosować maść zawierającą środek znieczulający, np. anestetynę oraz leki przeciwbólowe doustne lub w iniekcjach.

8.3.2. Oparzenia stężonymi kwasami. Miejsce oparzone przemywa się dużą ilością zimnej wody, a następnie 3-5% roztworem wodorowęglanu sodu. W przypadku otwartej rany skóry, postępowanie uzależnione jest od stopnia uszkodzenia, to znaczy głębokości i rozległości.

8.3.3. Oparzenia stężonymi zasadami. Oparzenia przemywa się dużą ilością zimnej wody, a następnie 1% roztworem kwasu octowego lub kwasu cytrynowego, ewentualnie 3% roztworem kwasu borowego. Oparzoną powierzchnię można opatrzyć okładem z wymienionych roztworów kwasów.

8.3.4. Oparzenia stopionym sodem. Drobne kawałki sodu usuwa się z powierzchni skóry za pomocą pincety. Następnie uszkodzone miejsca przemywa się obficie bieżącą wodą, po czym 1% roztworem kwasu octowego; można nałożyć opatrunek z maści tranowej lub bornej.

8.3.5. Oparzenia fosforem białym. Oparzone miejsce przemywa się dużą ilością 5% roztworu siarczynu(VI) miedzi(II). Gdy bóle są silne, najlepiej nałożyć opatrunek z maści zawierającej opatrunek przeciwbólowy np. anestetykę, podając również środki przeciwbólowe doustne lub w iniekcji. Konieczna jest interwencja lekarska.

8.3.6. Oparzenia bromem. Brom należy szybko zmyć z powierzchni skóry za pomocą benzyny lub alkoholu etylowego, a następnie przemyć 5% roztworem tiosiarczynu(VI) sodu, lub 5% roztworem wodorowęglanu sodu. Na miejsce oparzone nakłada się opatrunek np. z maści tranowej lub maści Kocho.

8.3.7. Oparzenia fenolem i jego pochodnymi. Fenol należy szybko zmyć z powierzchni skóry alkoholem, a następnie wodą wapienną. Można nałożyć opatrunek z maści cynkowej.

8.3.8. Kontakt innych niebezpiecznych substancji ze skórą

W przypadku kontaktu niebezpiecznej substancji ze skórą należy miejsce skażenia intensywnie przemyć dużą ilością wody, aby zapobiec resorpcji odczynnika. Jeżeli substancja ma charakter lipofilowy, do przemywania stosuje się glikol polietylenowy.

8.3.9. Kontakt niebezpiecznej substancji z okiem

Jeżeli do oka dostały się stężone kwasy, przemywa się je dużą ilością zimnej wody, stosując specjalny kieliszek lub inne urządzenie do przemywania oczu. Następnie oko przemywa się 1% roztworem wodorowęglanu sodu. Jeżeli do oka dostały się rozcieńczone kwasy, do przemywania używa się 0,5 ~ 1% roztworu wodorowęglanu sodu. W przypadku dostania się do oka silnej zasady, najpierw przemywa się je zimną wodą, a następnie 1% roztworem kwasu bornego. Po każdym kontakcie oczu z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi lub rozpuszczalnikami, należy przemyć je dużą ilością zimnej wody i jak najszybciej skierować chorego do lekarza okulisty.

9. Zatrucia. Zatrucia związkami chemicznymi mogą być spowodowane wdychaniem trujących par lub gazów, bądź też przypadkowym zażyciem niebezpiecznych chemikaliów doustnie. Zasadą pierwszej pomocy jest możliwie najszybsze usunięcie substancji trujących z organizmu. W tym celu stosuje się płukanie żołądka, środki wymiotne i przeczyszczające. Płukanie żołądka powinno odbywać się w placówce służby zdrowia, gdyż istnieje niebezpieczeństwo zachłyśnięcia się popłuczynami. Można także zmniejszyć działanie trucizn przez ich rozcieńczenie w organizmie lub neutralizację. Takie próby należy podjąć jak najszybciej, podając zatrutemu do picia wodę ze sproszkowanym węglem aktywnym, lub samą wodę w dużej ilości.

9.1. Zatrucie gazem, takim jak: np. gaz świetlny, tlenek węgla(II), arsenowodor, fosgen, tlenki azotu, amoniak, chlor, chlorowodor. Należy natychmiast usunąć zatrutą osobę z niebezpiecznej strefy, pamiętając jednocześnie o zabezpieczeniu osoby ratującej przed zatruciem. Poszkodowanego należy przetransportować do miejsca, w którym ma on dostęp do dużych ilości świeżego powietrza. W razie omdlenia i ustania oddechu, zastosować sztuczne oddychanie, najlepiej przy użyciu worka AMBU. Nie stosować sztucznego oddychania w przypadku zatrucia cyjanowodorem lub fosgenem. Należy natychmiast sprowadzić lekarza.

9.2. Po zatruciu tlenkiem węgla(II) (czad) należy doustnie podać 0,5% roztwór wodny nadtlenku wodoru (łyżkę stołową co 10 minut) oraz środki pobudzające ośrodek oddechowy, takie jak na przykład kardiamid. Następnie należy natychmiast skontaktować się z lekarzem.

9.3. Po zatruciu tlenkami azotu należy podawać do wdychania powietrze z parami amoniaku. Doustnie podaje się 2% roztwór tiosiarczanu(VI) sodu. Następnie należy natychmiast skontaktować się z lekarzem.

9.4. Po zatruciu żrącymi gazami jak: chlor, chlorowodor, bromowodor, amoniak należy poszkodowanego wynieść na świeże powietrze. W razie utraty przytomności stosować sztuczne oddychanie, najlepiej przy użyciu

worka AMBU. W przypadku zatrucia amoniakiem wykonuje się inhalację z rozcieńczonego roztworu kwasu octowego, natomiast w przypadku kwaśnych gazów - inhalację z rozcieńczonego amoniaku. Następnie należy natychmiast skontaktować się z lekarzem.

9.5. Połknięcie niepożądaney substancji chemicznej. W przypadku połknięcia substancji chemicznej należy spowodować wymioty, podając poszkodowanej osobie wodny roztwór soli kuchennej (łyżka stołowa na szklankę wody). Nie można wywoływać wymiotów jeżeli poszkodowany jest nieprzytomny, ponieważ istnieje niebezpieczeństwo zachłyśnięcia się. Nie można także wywoływać wymiotów, jeżeli pacjent połknął kwasy, zasady lub inne substancje żrące, gdyż istnieje niebezpieczeństwo dalszego zranienia przewodu pokarmowego. W każdym przypadku należy jednak wezwać lekarza.

9.6. Po zatruciu kwasami podaje się tlenek magnezu, wodę wapienną, a także środki osłaniające, jak: jaja, mleko, odwar siemienia lnianego. W trakcie oczekiwania na przybycie lekarza układa się nogi chorego nieco wyżej od tułowia.

9.7. Po zatruciu silnymi zasadami należy podać środki zobojętniające, takie jak: 0,5% roztwór kwasu octowego, cytrynowego, mlekowego lub winowego, a także środki osłaniające, jak mleko i białko jaja kurzego. Nie wolno stosować środków wymiotnych i przeczyszczających, ani też przeprowadzać płukania żołądka. Należy natychmiast skontaktować się z lekarzem.

9.8. Zatrucia aniliną i jej pochodnymi. Tego typu zatrucie może nastąpić nie tylko poprzez połknięcie, lecz także wskutek obłania dużej powierzchni skóry aniliną lub też w wyniku wdychania par aniliny. Po przypadkowym zażyciu aniliny doustnie, należy zastosować płukanie żołądka przez lekarza, środki wymiotne oraz środki przeczyszczające. Nie wolno podawać mleka, tłuszczu ani alkoholu. Przy zatruciu parami aniliny należy przenieść zatrutego do dobrze przewietrzonego pomieszczenia i podawać środki aktywizują-

ce np. czarną kawę, oraz środki wzmacniające, np. glukozę. Lekarz może podać dożylnie 10 cm³ 2% roztworu tiosiarczanu(VI) sodu. W przypadku obłania skóry aniliną należy zmywać ją 1% roztworem kwasu solnego. Również trzeba skontaktować się z lekarzem.

9.9. W przypadku zatrucia solami baru stosuje się środki wymiotne. Należy także podawać co 10 minut porcję wielkości stołowej łyżki 10% roztworu siarczanu(VI) magnezu. Wskazane jest przepłukiwanie żołądka 1% roztworem siarczanu(VI) magnezu. Postępowanie to prowadzi w zasadzie lekarz. Dobrze jest przy tym podawać środek osłaniający, jak: mleko, białko jaja czy albumina (roztwór 5g w szklance wody).

9.10. Zatrucie bromem może być spowodowane przypadkowym jego przyjęciem doustnie lub wdychaniem par. W przypadku zatrucia doustnego stosuje się środki wymiotne lub płukanie żołądka 0,5% roztworem tiosiarczanu(VI) sodu. Podaje się także tlenek magnezu, zawiesinę medycznego węgla aktywnego, mleko oraz środki moczopędne. W przypadku zatrucia parami należy przepłukać nos i gardło 0,5% roztworem tiosiarczanu(VI) sodu lub wodorowęglanu sodu. Można stosować inhalację amoniaku i pić zimne mleko. Dalszej pomocy udziela lekarz.

9.11. Po zatruciu fenolem stosuje się środki wymiotne i płukanie żołądka, które może prowadzić lekarz wodą wapienną lub 3% roztworem tlenu magnezu. Środki te podaje się również doustnie. Nie należy stosować alkoholu etylowego lub tłuszczów, natomiast poleca się środki aktywizujące jak mocna kawa zawierająca kofeinę. Następnie należy natychmiast skontaktować się z lekarzem.

9.12. Zatrucia rtęcią mogą być spowodowane wdychaniem par lub przyjęciem rozpuszczalnych soli rtęci. W takim przypadku należy zastosować płukanie żołądka wodą z dodatkiem siarczanu(VI) magnezu lub wodorotlenku magnezu. Doustnie podaje się także duże ilości odtłuszczonego mleka lub

białko jaja. Resztki rtęci można absorbować, podając aktywny węgiel. Następnie należy niezwłocznie skontaktować się z lekarzem.

9.13. Zatrucia parami węglowodorów aromatycznych. W przypadku cięższych zatruc wskazane jest leczenie kliniczne. W razie lekkich objawów zatrucia jak: bóle głowy, mdłości, bladość skóry itp., należy zatrutego ułożyć w dobrze przewietrzonym pomieszczeniu i podawać mleko. Trzeba skontaktować się z lekarzem, który zdecyduje o dalszym postępowaniu. Jeżeli węglowódor przyjęto doustnie, wskazane są środki wymiotne, środki przeczyszczające, ewentualnie płukanie żołądka, które może wykonać tylko lekarz. Należy również korzystać z ewentualnych, telefonicznych zaleceń lekarza.

We wszystkich nagłych przypadkach niezbędna jest natychmiastowa, fachowa interwencja wyspecjalizowanej osoby, najlepiej lekarza. Dotyczy to wszystkich opisanych zdarzeń i innych nie wymienionych wypadków takich jak: mechaniczne uszkodzenie oczu, wychłodzenie np. suchym lodem lub ciekłym azotem, powstanie głębokich ran zawierających obce ciała (należy przestrzegać zasady, by samemu nie usuwać obcego ciała tkwiącego w ranie, gdyż grozi to uszkodzeniem nerwów, naczyń krwionośnych lub ścięgien), złamania kości i zwichnięcia (gdy jest to możliwe unieruchamia się odłamy kostne, np. kończyn, usztywniając dwa sąsiednie stawy; podać środki przeciwbólowe), obficie krwawiące rany (można starać się zahamować krwawienie przez założenie opatrunku uciskowego), szok z utratą przytomności lub zatrzymanie oddechu (można zastosować sztuczne oddychanie oraz masaż klatki piersiowej).

Należy zawsze pamiętać iż nieumiejętna pomoc może zaszkodzić poszkodowanemu, dlatego konsultacja z lekarzem, nawet za pośrednictwem telefonu, pozwoli rozwiązać ewentualne wątpliwości udzielającego pomocy, a osobie której pomoc jest udzielana, na pewno poprawi komfort psychiczny.

10. Wyposażenie podręcznej apteczki w laboratorium chemicznym

Podręczna apteczka powinna zawierać takie środki, jak: materiały opatrunkowe, drobny sprzęt, roztwory, leki i inne środki pomocnicze.

10.1. Środki opatrunkowe - bandaż, plaster z opatrunkiem, jałowe opatrunki, lignina, wata.

10.2. Drobny sprzęt - nożyczki, pincety, scyzoryk, pipety do kropli, kieliszek do płukania oczu, oraz worek AMBU - aparat do sztucznego oddychania, jednorazowe strzykawki o objętości od 1 cm³ do 20 cm³ oraz igły.

10.3. Roztwory - 5% roztwór wodny amoniaku, 5% etanolowy roztwór tanniny, 5% wodny roztwór wodorowęglanu sodu, 5% wodny roztwór tiosiarczanu(VI) sodu, 1% roztwór wodny kwasu octowego, 3% roztwór wodny kwasu bornego, 0,5% roztwór wodny kwasu cytrynowego, 1% wodny roztwór manganianu(VII) potasu, 1% wodny roztwór fioletu krystalicznego, 1% wodny roztwór chloraminy T, 20% roztwór albuminy osocza ludzkiego.

10.4. Lek i inne środki pomocnicze - olej lniany, woda wapienna, tlenek magnezu, medyczny węgiel aktywny, środki wymiotne (np. stężony roztwór wodny soli kuchennej), środki przeczyszczające (np. siarczan(VI) magnezu, olej rycynowy), tabletki przeciwbólowe np. paracetamol, środki uspokajające (np. krople walerianowe), środki pobudzające akcję serca (np. kardiamid z kofeiną), alkohol etylowy, 3% wodny roztwór wody utlenionej, jodyna, oczyszczona benzyna, glikol polietylenowy, glukonian wapnia w żelu lub w roztworze, maści: maść borna, maść cynkowa, maść tranowa, maść Kocha. Glukoza (roztwór 10% w ampułkach 10 cm³, i roztwór 66% w ampułkach po 10 cm³), tiosiarczan(VI) sodu (roztwór 10% w ampułkach po 10 cm³ i roztwór 30% w ampułkach po 10 cm³), azotan(III) sodu (roztwór 2% w ampułkach po 1 cm³), azotan(III) amylu (w fiolkach zawierających 0,1g).

11. Podstawowe zasady nomenklatury związków chemicznych

Umiejętność prawidłowego tworzenia nazw związków nieorganicznych i organicznych jest bardzo istotna w nauce chemii, dlatego wydaje się celowym zapoznanie z podstawami nomenklatury związków chemicznych. W rozdziale tym rozpatrywane są najbardziej charakterystyczne przykłady, w sposób możliwie prosty i poglądowy.

11.1. Nazwy i symbole pierwiastków

Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) postuluje, aby nazwy pierwiastków w poszczególnych językach jak najmniej różniły się, a nowo odkrywane pierwiastki - metale miały nazwy zakończone na **-ium**, oraz by wszystkie nowo odkryte pierwiastki miały symbole dwuliterowe. Niżej podane są przykłady symboli pierwiastków chemicznych oraz ich nazwy w języku polskim i łacińskim, gdyż wiele symboli pierwiastków chemicznych wywodzi się od nazw utworzonych w języku łacińskim.

<u>Liczba atomowa</u>	<u>Symbol</u>	<u>Nazwa polska</u>	<u>Nazwa łacińska</u>
1	H	wodór	Hydrogenium
10	Ne	neon	Neon
20	Ca	wapń	Calcium
30	Zn	cynk	Zincum
40	Zr	cyrkon	Zirconium
50	Sn	cyna	Stannum
60	Nd	neodym	Neodymium
70	Yb	iterb	Ytterbium
80	Hg	rtęć	Hydrargyrum
90	Th	tor	Thorium
100	Fm	ferm	Fermium

11.2. Przedrostki zwielokrotniające i przedrostki strukturalne w nazwach związków chemicznych

Zaleca się stosowanie greckich i łacińskich przedrostków zwielokrotniających. Dopuszczalne jest także używanie polskich przedrostków zwielokrotniających. Greckie liczebniki zwielokrotniające:

1 mono	7 hepta
2 di	8 okta
3 tri	9 ennea
4 tetra	10 deka
5 penta	11 hendeka
6 heksa	12 dodeka

Stosowane są także łacińskie przedrostki:

9 nona	11 undeka
---------------	------------------

Afiksy zwielokrotniające wskazują:

— liczbę atomów w cząsteczce pierwiastka, np.

N₂ diazot lub dwuazot

O₃ tritlen lub trójtlen

O₂ ditlen lub dwutlen

— określają proporcje stechiometryczne w cząsteczce związku, np.

SO₃ tritlenek siarki lub trójtlenek siarki

— przedrostki zwielokrotniające mogą określać stopień podstawienia jednych atomów innymi, np.

SiCl₂H₂ dichlorosilan lub dwuchlorosilan

— liczbę jednakowych grup

[CrCl₂(H₂O)]₄Cl chlorek tetraakwadichlorochromu(III)

Afiksy zwielokrotniające mogą określać:

- liczbę identycznych atomów centralnych np. w polikwasach i ich anionach, np.
 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ kwas difosforowy(V) lub kwas dwufosforowy(V)
- liczbę atomów tego samego pierwiastka tworzącą szkielet niektórych cząsteczek lub jonów, np.
 B_2H_6 diborowodór lub dwuborowodór

Stosowane są także afiksy zwielokrotniające: bis, tris, tetrakis, pentakis, a także afiksy łacińskie: bi, tri, kwadri.

12. Nazwy systematyczne związków chemicznych

Nazwy systematyczne związków chemicznych tworzy się tak, aby wskazać składniki i ich wzajemne proporcje.

1. Gdy związki chemiczne można uznać za binarne, wówczas w języku polskim nazwę składnika bardziej elektroujemnego wymienia się na początku. Gdy składnik ten jest monoatomowy lub homopoliatomowy, jego nazwę formuje się dodając do rdzenia nazwy składnika końcówkę - **ek** lub - **ik**. Jeśli związek chemiczny zawiera więcej niż jeden składnik elektroujemny, wówczas kolejność należy tworzyć w porządku alfabetycznym symboli. W przypadku związków binarnych pomiędzy niemetalami umieszcza się najpierw składnik, który występuje pierwszy w podanej kolejności: Rn, Xe, Kr, B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Fe, Se, S, At, Br, Cl, O, F, np. XeF_2 , NCl_3 , OF_2 , H_2S .

Nazwę składnika bardziej elektrododatniego lub za taki uważanego (np. azot w związku NCl_3) nie ulegają zmianie: NCl_3 - tróchlorok azotu (tróchlorok azotu).

Niektórym grupom heteropoliatomowym dodaje się końcówkę - **ek**:

CN- cyjan**ek**, NH_2 - amid**ek**, NH_2 - imid**ek**, N_2H_3 - hydrazyd**ek**.

2. Z reguły, jeżeli składnik elektroujemny jest heteropoliatomowy, nosi on nazwę zakończoną na - **an**, np.:

ClO^- , ClO^{3-} chloran

SO_4^{2-} , SO_3^{2-} siarczan

Końcówka - **an** pozostaje bez względu na stopień utlenienia atomu centralnego. Gdy w grupie poliatomowej możliwe jest wskazanie pierwiastka centralnego lub charakterystycznego, wówczas grupę taką określa się jako kompleks, natomiast atomy grupy lub cząsteczki związane z atomem centralnym lub charakterystycznym określa się jako ligandy. Nazwę kompleksu o ładunku ujemnym tworzy się od nazwy atomu centralnego lub charakterystycznego, dodając końcówkę - **an**. Ligandy anionowe mają nazwy zakończone na - **o**.

3. Określenie proporcji składników w systemie Stocka.

Proporcje składników można wskazywać pośrednio, zaznaczając stopień utlenienia cyfrą rzymską, umieszczoną w nawiasie tuż za nazwą pierwiastka lub grupy, np. FeCl_3 chlorek żelaza(III), P_4O_{10} tlenek fosforu(V). System ten jest szczególnie zalecany, gdyż jest bardzo prosty, pozwala wyeliminować końcówkę - **awy** oraz przedrostki **pod** - , **nad** - , np. FeCl_2 chlorek żelaza(II), FeCl_3 chlorek żelaza(III), NaClO chloran(I) sodu, NaClO_4 chloran(VII) sodu.

12.1. Nazewnictwo tlenków w systemie Stocka

W systemie tym po słowie tlenek i nazwie łączącego się z atomem tlenu pierwiastka (bez stosowania końcówek – owy czy - awy) podawany jest stopień utlenienia pierwiastka elektrododatniego, czyli łączącego się z tlenem, pisany cyfrą rzymską, umieszczoną w nawiasie, np. NO tlenek azotu(II), NO_2 tlenek azotu(IV), FeO tlenek żelaza(II), Fe_2O_3 tlenek żelaza(III), Cr_2O_3 tlenek chromu(III), CrO_3 tlenek chromu(VI).

12.2. Nazewnictwo anionów

Nazwy anionów jednoatomowych tworzone są od nazwy pierwiastka (pełnej lub skróconej) z dodaniem końcówki - **ek** lub - **ik**, np. F^- fosforek, Cl^- chlorek, Br^- bromek, I^- jodek, S^{2-} siarczek, Se^{2-} selenek, Te^{2-} tellurek, N^{3-} azotek, P^{3-} fosforek, As^{3-} arsenek, Sb^{3-} antymonek, C^{4-} węglik, Si^{4-} krzemek, B^{3-} borek, H^- wodorek, O^{2-} tlenek.

Aniony, których nazwy zakończone są na - ek:

OH^- wodorotlenek, jon wodorotlenkowy; CN^- cyjanek, jon cyjankowy; S_2^{2-} disiarczek, jon disiarczkowy; O_2^{2-} nadtlenek, jon nadtlenkowy; O_2^- ponadtlenek, jon ponadtlenkowy; N_3^- azydek, jon azydkowy; NH_2^- amidek, jon amidkowy; NH^{2-} imidek, jon imidkowy, O_3^- ozonok, jon ozonkowy, HS^- wodorosiarczek, jon wodorosiarczkowy, HO_2^- wodoronadtlenek, jon wodoronadtlenkowy.

Aniony, których nazwy zakończone są na - an:

Nazwy takie powinny się składać z rdzenia nazwy atomu centralnego i końcówki - **an**, np. NO_3^- azotan(V), jon azotanowy(V); NO_2^- azotan(III), jon azotanowy(III); SO_3^{2-} siarczan(IV), jon siarczanowy(IV).

13. Nazewnictwo kwasów

Sposoby nazewnictwa kwasów są w dużej mierze uzależnione od ich składu.

- **Kwasy beztlenowe** można nazywać jak inne związki binarne, np. HCl chlorek wodoru, chociaż w nomenklaturze polskiej stosuje się nazwę kwas chlorowodorowy.
- **Kwasy, z których powstają aniony zakończone na - an**, można traktować podobnie jak kwasy beztlenowe, tj. nazwy ich tworzyć od nazwy anionu.
- **Nazewnictwo kwasów tlenowych.** Dla wszystkich kwasów stosuje się końcówkę —owy, natomiast stopień utlenienia atomu centralnego zaznacza się liczbą rzymską umieszczoną w nawiasie tuż za nazwą kwasu: HClO kwas chlorowy(I), HClO_2 kwas chlorowy(III), HClO_3 kwas chlorowy(V), HClO_4 kwas chlorowy(VII).

Ten system nazewnictwa pozwala łatwo rozróżnić poszczególne kwasy, wymaga jednak znajomości określenia stopnia utlenienia atomu centralnego.

- **Dla kwasów zawierających różną "ilość wody"** stosowano dawniej w nazwach przedrostki meta-, orto-, piro, np. HPO_3 kwas metafosforowy, H_3PO_4 kwas ortofosforowy, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ kwas pirofosforowy. Przedrost-

ki **meta-**, **piro-**, **orto-** są nadal stosowane, lecz w przypadku piro- lepiej jest używać przedrostka **di-** np. H_3BO_3 kwas metaborowy, H_4SiO_4 kwas ortokrzemowy, HPO_3 kwas metafosforowy(V), H_3PO_4 kwas ortofosforowy(V), $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ kwas difosforowy(V).

- **Nadtlenokwasy.** Kwasy obejmowane tą nazwą mają w swej cząsteczce ugrupowanie —O—O— . W nazwie tych kwasów stosuje się przedrostek **nadtleno-** (perokso) połączony z resztą nazwy, np. H_2SO_5 kwas nadtlenomonosiarkowy(VI), $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ kwas kwas nadtlenodisiarkowy(VI)
- **Tiokwasy.** Istnieje grupa kwasów wywodzących się z kwasów tlenowych w cząsteczkach których jeden lub więcej atomów tlenu zastąpionych jest atomem lub atomami siarki. W tych związkach atomy siarki pozostają na -II stopniu utlenienia. Kwasy te zwane są tiokwasami, np. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kwas tiosiarkowy(VI), $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_2$ kwas tiosiarkowy(IV).
- **Kwasy politionowe.** Gdy w cząsteczce tiokwasów o wzorze ogólnym $\text{H}_2\text{S}_x\text{O}_6$ gdzie $x = 2, 3, 4, 5, 6 \dots$, atomy siarki łączą się ze sobą np, $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ wówczas kwasy takie nazywa się politionowymi. W nazwie tych kwasów należy określić liczbę atomów siarki, wchodzących w skład cząsteczki, np. $\text{H}_4\text{S}_2\text{O}_6$ kwas tetratationowy (czterotitionowy), $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ kwas ditionowy (dwutitionowy), $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_6$ kwas tritionowy (trójtitionowy).
- **Nazewnictwo kwasów beztlenowych.** Kwasy beztlenowe pochodzą od związków niemetalu z wodorem, które cechują się wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym (związki te są zwykle gazami): HCl chlorowódór, HBr bromowódór, HI jodowódór, H_2S siarkowódór. Związki te w wodzie ulegają dysocjacji i wówczas stają się kwasami np. $\text{HCl}_{\text{aq}} \text{ ----> } \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. Nazewnictwo tych kwasów może wynikać z zasad obowiązujących dla innych związków binarnych. Ich nazwy mogą być tworzone od nazwy anionu, która zakończona jest na - **ek**, np. HCl chlorek wodoru, HBr bromek wodoru, H_2S siarczek diwodoru (siarczek dwuwodoru). W nomenklaturze polskiej dopuszczalna jest nadal nazwa kwas chlorowodorowy, bromowodorowy, siarkowodorowy.

14. Nazewnictwo wodorotlenków

Związki chemiczne zawierające w swej cząsteczce atomy metalu, wodoru i tlenu o wzorze ogólnym $M^{n+}(OH)_n$ gdzie **M** to atom metalu, a **n** to liczba grup wodorotlenowych noszą ogólną nazwę wodorotlenków. W przypadku gdy związki te rozpuszczają się w wodzie, wówczas dysocjują one na jony. Wtedy nazywa się je zasadami. Gdy dysocjacja jest całkowita lub zachodzi w bardzo dużym stopniu, wodorotlenki określamy jako mocne zasady, gdy zaś dysocjacja zachodzi w małym stopniu, określamy wodorotlenki jako słabe zasady, i dla nich pozostawiamy nazwę wodorotlenek.

14.1. Tworzenie nazw systematycznych wodorotlenków

- Nazwy wodorotlenków tworzy się podając nazwę: **wodorotlenek** oraz w drugim przypadku liczby pojedynczej odpowiadającą im nazwę pierwiastka, np. NaOH wodorotlenek sodu gdyż można je uważać za związki typu binarnego. Grupę **OH⁻** jako składnik elektroujemny i jego nazwę zmienia się dodając końcówkę - **ek**: wodorotlenek, a składnik elektrododatni M^{n+} określa się nazwą pierwiastka w drugim przypadku liczby pojedynczej.
- Gdy istnieje kilka wodorotlenków tego samego metalu, wówczas dla odróżnienia ich, po nazwie pierwiastka podaje się jego stopień utlenienia, zapisując go cyfrą rzymską w nawiasie, np. Fe(OH)₂ wodorotlenek żelaza(II), Fe(OH)₃ wodorotlenek żelaza(III).

Dla określenia mocnej zasady stosowano określenie "ług", np. ług sodowy - jednak obecnie te nazwy zostały całkowicie wycofane i nie stosuje się ich.

15. Nazewnictwo soli

Sole można podzielić na następujące grupy:

- sole proste,
- sole zawierające w swych cząsteczkach atomy wodoru, hydroksosole, oksosole, sole podwójne, potrójne.

15.1. Nazewnictwo soli beztlenowych

Cząsteczki soli beztlenowych składają się z kationu metalu i anionu niemetalu, np. NaCl , Na_2S , FeCl_2 , FeCl_3 . Ich nazwy tworzy się od nazw jonów składowych.

15.2. Nazewnictwo soli w systemie Stocka

W systemie Stocka nazwy soli beztlenowych tworzy się tak, iż do nazwy anionu dodaje się końcówkę —**ek** np. chlorek, a następnie nazwę pierwiastka metalu w drugim przypadku liczby pojedynczej, a tuż za nazwą podaje się stopień utlenienia metalu umieszczony w nawiasie i napisany cyfrą rzymską. FeCl_2 chlorek żelaza(II), FeCl_3 chlorek żelaza(III).

W praktyce szkolnej najłatwiej jest stosować system Stocka, gdyż jest to sposób najprostszy.

15.3. Nazewnictwo soli zawierających anion oksokwasu - sole tlenowe

W systemie Stocka nazwy soli kilku kwasów tlenowych przedstawiają się następująco: Na_2SO_4 siarczan(VI) sodu, Na_2SO_3 siarczan(IV) sodu, Na_3PO_4 ortofosforan(V) sodu, NaNO_2 azotan(III) sodu, NaNO_3 azotan(V) sodu. W przytoczonych przykładach można zaobserwować, iż wszystkie aniony mają końcówkę - an, a stopień utlenienia atomu centralnego podawany jest cyfrą rzymską ujętą w nawiasie.

15.4. Wodorosole

Gdy w cząsteczce kwasu zawierającego dwa lub więcej atomów wodoru nie wszystkie z tych atomów zostaną wymienione na atomy metalu, wówczas sole takie noszą nazwę wodorosoli, np. NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaHCO_3 . Nazwy tych soli tworzy się przez dodanie przedrostka **wodoro** - , po czym, bez odstępów, podaje się nazwę anionu, np. NaHCO_3 wodorowęglan sodu. Gdy cząsteczka soli zawiera dwa atomy wodoru, np. NaH_2PO_4 , przed słowo "wodoro" dodaje się liczebnik, np. NaH_2PO_4 diwodorofosforan(V) sodu.

15.5. Hydroksosole

Gdy w cząsteczce wodorotlenku mającego więcej niż jedną grupę atomów OH^- w trakcie tworzenia soli nie wszystkie grupy OH^- zostaną zastąpione anionem, wówczas sole takie określa się jako hydroksosole, np. $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$.

Sole tego typu można traktować jak związki podwójne:

$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ to $\text{AlCl}_3 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_3\text{Cl}_3(\text{OH})_6$. Ponieważ wzór empiryczny związku chemicznego tworzy się przez zestawienie symboli pierwiastków tworzących cząsteczkę tak, aby wyrażał najprostszy stechiometrycznie skład tego związku, zatem: $\text{AlCl}_3 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3$ - sumarycznie $\text{Al}_3\text{Cl}_3(\text{OH})_6$ można zapisać $\text{AlCl}(\text{OH})_2$ i nazwać chlorek diwodorotlenek glinu. Na przykład $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ chlorek triwodorotlenek dimiedzi(II), $\text{MgCl}(\text{OH})_3$ chlorek triwodorotlenek magnezu.

15.6. Oksosole

Znana jest grupa soli, które w swym składzie mają atomy tlenu nie będące częścią anionu, np. BiOCl , $\text{VO}(\text{SO}_4)$. Sole takie określa się nazwą oksosole. W celu ustalenia nazwy oksosoli, traktuje się je jako połączenie soli i odpowiedniego tlenku, np. $\text{BiCl}_3 \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3 = \text{Bi}_3\text{Cl}_3\text{O}_3$. Zatem najprostszy wzór to BiClO (aniony podawane są w porządku alfabetycznym).

$\text{V}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{VO}_2 = \text{V}_2\text{O}_2(\text{SO}_4)_2$ w najprostszej formie to $\text{VO}(\text{SO}_4)$.

W związku z podanymi wcześniej zasadami zapisu, omawiane sole noszą nazwy:

BiClO — chlorek tlenek bizmutu(III)

$\text{VO}(\text{SO}_4)$ — siarczan(VI) tlenek wanadu(IV).

15.7. Sole podwójne

Sole podwójne są utworzone przez połączenie ze sobą dwu różnych soli. Związki chemiczne tego typu krystalizują w odmiennej strukturze niż tworzące je sole składowe. Rozpuszczone w wodzie dysocjują tak, jak gdyby każda sól znajdowała się oddzielnie. Przykład soli podwójnej:



Nazwę tych soli tworzy się tak, aby zaznaczyć udział każdej z nich. Wzór podanej soli $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ można zapisać w prostszej postaci:

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. We wzorach chemicznych wszystkie kationy mają wyprzedzać aniony. W nazwie wszystkie kationy inne niż wodór należy czytać w porządku alfabetycznym lecz kolejność zapisu może być inna. Nazwy kationów wymienia się po nazwie anionów. Zawartość cząsteczek wody zaznacza się we wzorze odpowiednią liczbą, np. 6·hydrat. Na przykład:

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ - 12·hydrat siarczanu(VI) glinu i potasu

$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ - 6·hydrat fosforanu(V) amonu i magnezu

$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ - 12·hydrat siarczanu(VI) chromu(III) i potasu

16. Podwójne wodorotlenki i tlenki

Jest wiele związków chemicznych - minerałów, które należy rozpatrywać jak wodorotlenki lub tlenki podwójne czy nawet potrójne, np. $\text{AlCa}_2(\text{OH})_7 \cdot n\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - hydrat heptawodorotlenku glinu i diwapnia.

Zatem w celu podania wzoru i nazwy tlenków lub wodorotlenków podwójnych, potrójnych itd. należy:

- skład połączenia zapisać sumarycznie w postaci najprostszego wzoru;
- nazwy metali wchodzących w skład tlenków czy wodorotlenków podwójnych - wymienia się alfabetycznie, podając ich ilość za pomocą przedrostków di -, tri -, zaznaczając w nawiasie ich stopień utlenienia;
- gdy połączenia tego typu zawierają cząsteczki wody - wówczas przed nazwą chemiczną podaje się liczbę cząsteczek wody, np. 4-hydrat tritlenku, triwodorotlenku;
- określenie liczby każdego rodzaju tlenku lub wodorotlenku oddziela się spójnikiem "i";
- w razie potrzeby w nawiasie (za nazwą) podaje się typ struktury, np. $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ zapisuje się i nazywa:
 $\text{AlCa}_2(\text{OH})_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ n · hydrat heptawodorotlenku glinu i diwapnia,
 $\text{V}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ można zapisać i nazwać:
 V_2FeO_4 tetratlenek diwanadu(III) i żelaza(II)

17. Podwójne tlenki

W przyrodzie w sposób naturalny występują związki chemiczne, które można uważać za połączenie tlenków i są to z reguły minerały, np. $\text{CaTiO}_3 = \text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$, $\text{Al}_2\text{Ca}_4\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgTiO}_3 = \text{MgO} \cdot \text{TiO}_2$, $\text{FeTiO}_3 = \text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$

Połączenia tego rodzaju określa się jako tlenki podwójne. Należą one często do kilku odrębnych grup, mających każda odrębny typ struktury, nazwany od dobrze znanego minerału tej samej grupy, np. perowskit, ilmenit, spinel.

We wzorze dla ścisłego określenia podaje się typ struktury, umieszczany w nawiasie i pisany kursywą (pochyłym drukiem). Zapis chemiczny tlenku podwójnego może być sumarycznym podaniem liczby atomów wchodzących w skład połączenia, np. tlenek podwójny $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ można zapisać: CaTiO_3 i nazwać tritlenek wapnia i tytanu(IV). Nie zaleca się stosować nazwy - odpowiadającej nazwie soli kwasu tlenowego, np. CaTiO_3 nazywać tytanianem wapnia, ponieważ nie ma pewności czy obecne są tam kationy i oksoaniony. Gdy istnieje potrzeba podania struktury, wówczas podajemy ją w nawiasie pisaną kursywą, np. $\text{MgTiO}_3 = \text{MgO} \cdot \text{TiO}_2$ tritlenek magnezu i tytanu(II) (*typ ilmenitu*).

Jednak gdy jest to jednocześnie ten minerał wówczas nie pisze się nazwy kursywą i nie podaje się słowa "typ", a pisze się jedynie nazwę tegoż minerału, np. $\text{FeTiO}_3 = \text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ tritlenek tytanu(IV) i żelaza(II) (ilmenit), gdyż nazwa typu struktury jest tu jednocześnie nazwą minerału.

18. Wodorki

Wodorkami nazywa się związki chemiczne wodoru z innymi pierwiastkami. Wszystkie wodorki dzieli się na grupy: wodorki typu soli, wodorki kowalencyjne oraz wodorki metaliczne.

Wodorki typu soli zwane też solopodobnymi są związkami o charakterze jonowym, w których atomy wodoru występują na

-I stopniu utlenienia jako H^- . Wodorki te tworzą metale grupy 1 i 2 z wyjątkiem berylu i magnezu.

Wodorki kowalencyjne zawierają w swych cząsteczkach atomy wodoru będące na +I stopniu utlenienia, a wiązania w cząsteczkach związku są kowalencyjne (atomowe). Związki tego typu tworzą pierwiastki grup układu okresowego od 14 do 17 oraz bor (13 grupa).

Wodorki metaliczne są związkami wodoru z metalami zewnętrznoprzejściowymi, jednak ich składu chemicznego w wielu przypadkach nie da się określić prostymi wzorami.

18.1. Nazewnictwo wodorków

Nazwy binarnych związków wodoru można tworzyć według ogólnych zasad nazw systematycznych, tj.

- umieszczać składnik bardziej elektrododatni na pierwszym miejscu, np. NaH lecz HCl, H_2S .
- do nazwy pierwiastka bardziej elektroujemnego dodaje się końcówkę - **ek**, np. NaH wodore**ek** sodu, HCl chlore**ek** wodoru.
- ogólne nazwy wodorków lotnych z wyjątkiem wodorków grupy 17 układu okresowego pierwiastków - fluorowców, tlenu i azotu można tworzyć od nazwy rdzenia pierwiastka dodając końcówkę - **an** np. H_2S sulfan. Jeżeli cząsteczka wodorku zawiera więcej niż jeden atom danego pierwiastka, np. H_2S_5 , wówczas liczby tych atomów wskazuje się za pomocą greckiego przedrostka liczebnikowego, np. H_2S_5 penta-sulfan. Uznanyymi wyjątkami są: woda - zamiast tlenek wodoru lub

tlenek diwodoru, amoniak - zamiast azan, hydrazyna - zamiast diazan. Dopuszczalne jest także stosowanie następujących nazw: H_2S siarkowodór, HCl chlorowodór, HBr bromowodór, HI jodowodór, HF fluorowodór.

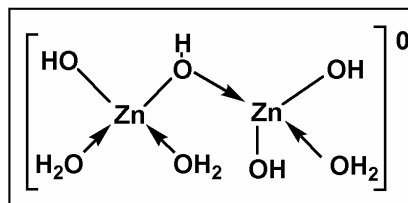
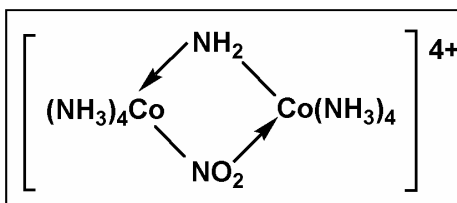
19. Związki koordynacyjne

Związki koordynacyjne to połączenia zawierające w swym składzie jon kompleksowy, lub będące same jednostką koordynacyjną. W każdym związku kompleksowym można wyróżnić atom centralny A, którym z reguły jest kation metalu przejściowego lub atom metalu na zerowym stopniu utlenienia. Atom centralny zwany jest także rdzeniem, a wszystkie inne atomy związane bezpośrednio z rdzeniem określa się jako atomy koordynujące, wiążące lub donorowe. Każdy atom centralny A ma charakterystyczną liczbę atomów bezpośrednio z nim związanych. Liczba ta zwana jest liczbą koordynacyjną. Atomy oraz grupy, które są z nim związane nazywa się ligandami.

19.1. Skład chemiczny kompleksów

Związki kompleksowe mogą zawierać jeden lub więcej jonów czy atomów centralnych. Noszą one wówczas odpowiednio nazwy: **jedno- (mono) lub wielordzeniowe**, np. zawierający dwa atomy centralne - dwurdzeniowy. Kompleksy tego typu tworzą się z reguły w przypadku, gdy ligandy mogą spełniać funkcję mostka, np.

lub wówczas, gdy liczba wolnych par elektronowych liganda wielokleszczowego jest większa niż liczba koordynacyjna metalu.

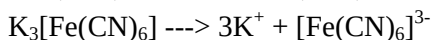
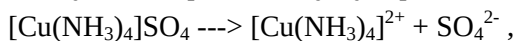


19.2. Klasyfikacja związków kompleksowych

Związki kompleksowe można podzielić na:

- jednordzeniowe, zawierające jeden atom centralny,
 - wielordzeniowe, zawierające dwa lub więcej atomów centralnych.
- Poza tym ze względu na ładunek, jakim charakteryzują się kompleksy, można je podzielić na:
- związki kompleksowe kationowe (kationy),
np. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
 - związki kompleksowe anionowe (aniony)
np. $[\text{FeF}_6]^{3-}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
 - związki kompleksowe obojętne, będące jednostką koordynacyjną, np.
 $[\text{Fe}(\text{CO})_5]^0$, $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]^0$

Związki koordynacyjne anionowe i kationowe dysocjują w roztworach wodnych na odpowiednie jony: np.



19.3. Nazwy ligandów

Nazwy ligandów tworzy się w odmienny sposób w zależności od tego, czy mają one charakter anionowy lub też kationowy.

19.3.1. Nazewnictwo ligandów anionowych

Nazwy ligandów anionowych nieorganicznych i organicznych tworzących od nazwy anionu, zakończone są na - **o**, chociaż istnieją odstępstwa od tej reguły, np. S^{2-} siarczek, ligand- tio.

Jeżeli nazwy anionu kończą się na - id (- yd), - yn (- in), to do nazwy dodaje się końcówkę - o, w wyniku czego ligandy uzyskują końcówki - **ido**,

(- ydo), - yno (- ino) lub - ano, np. CH_3COO - to nazwa liganda brzmi octano, CH_3CONH - to nazwa liganda brzmi acetamido.

Gdy ligandy mają przedrostki liczebnikowe, np. trifosforano -, lub w nazwie jest przedrostek np. tio - (tiosiarczano -), wówczas nazwę liganda umieszcza się w nawiasie, np. (trifosforano -) (tiosiarczano -).

19.3.2. Nazewnictwo ligandów obojętnych

Nazwy ligandów obojętnych nie ulegają zmianie, np. NH_3 amina, a nie amino, H_2O akwa, NO nitrozył, CO karbonył.

19.4. Sposób zapisu związków koordynacyjnych

Zapisując w postaci chemicznego wzoru cząsteczki związków koordynacyjnych, należy mieć na względzie, czy związek ten zawiera anion czy też kation kompleksowy.

19.4.1. Związki koordynacyjne zawierające anion kompleksowy

- Na pierwszym miejscu we wzorze umieszcza się symbol kationu metalu łączącego się z kompleksem anionowym podając jego liczbę, następnie zapisuje się ujęty w nawias kwadratowym kompleks, w którym z kolei jako pierwszy umieszcza się symbol atomu centralnego, następnie ligandy, zaznaczając ligandy jonowe (aniony) dalej, o ile są, ligandy obojętne.
- Wzór całej sfery koordynacyjnej kompleksu ujmuje się w nawias kwadratowy, np. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$.

19.4.2. Związki koordynacyjne zawierające kation kompleksowy

Przy zapisie związków koordynacyjnych, zgodnie z przyjętą regułą, na początku wzoru umieszcza się składnik dodatni, w tym przypadku kation

kompleksowy, a następnie łączy się z nim anion. Wszystkie zalecenia odnośnie zapisu związku kompleksowego są takie same, jak podano przy kompleksach anionowych, np. $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$.

19.4.3. Nazewnictwo związków koordynacyjnych wg systemu Stocka

W systemie Stocka stopień utlenienia atomu centralnego (lub ładunek jonu) wskazuje się cyfrą rzymską, umieszczoną w nawiasie tuż za nazwą atomu centralnego. Zerowy stopień utlenienia zaznacza się cyfrą „0”. Ligandy tak jak we wszystkich systemach umieszcza się w kolejności: ligandy jonowe (aniony), a następnie ligandy obojętne. Proporcje składników podaje się za pomocą zwielokrotnionych przedrostków, pochodzących od liczebników greckich di -, tri -, tetra -, penta -, hekso -, itd. Na przykład: $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ heksacyjanożelazian(III) potasu, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ heksacyjanożelazian(II) potasu, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ siarczan(VI) tetraaminamiedzi(II).

19.4.4. Nazewnictwo kompleksów dwu - i wielordzeniowych

Kompleksy zawierające dwa lub więcej atomów centralnych łączących się z jednym ligandem, zazwyczaj za pomocą "mostka" nazywa się dwu lub wielordzeniowymi

np. $(\text{NH}_3)_5\text{Cr} - \text{OH} - \text{Cr}(\text{NH}_3)_5$. Grupy mostkowe łączące dwa centra koordynacji mogą być dwu rodzajów: dwa centra związane są tym samym atomem grupy mostkowej, jak w przytoczonym kompleksie lub też dwa centra koordynacji związane są z różnymi atomami grupy mostkowej.

Wskazane jest, aby w przypadku pierwszym podawać symbol atomu grupy mostkowej, umieszczając go na końcu nazwy liganda (pisany kursywą). W drugim przypadku podaje się symbole wszystkich koordynujących atomów.

1. W kompleksach mających grupę mostkową łączącą dwa atomy centralne, nazwę grupy mostkowej poprzedza się literą grecką μ - oddzielając nazwę od reszty za pomocą łącznika.
2. Dwie lub więcej takich samych grup oznacza się przedrostkami liczebnikowymi di-u lub bis-u.

3. Grupy mostkowe wymienia się wraz z innymi grupami w porządku alfabetycznym z wyjątkiem, gdy można użyć przedrostków zwielokrotniających.
4. Gdy ten sam ligand pełni zarówno funkcję mostka jak i niemostkowego ligandu, nazwę jego wymienia się najpierw jako ligand mostkowy, np. $[(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3]$ tri- μ -karbonyl-bis-(trikarbonylżelazo).
5. Gdy liczba centralnych atomów związana z jedną grupą mostkową jest większa od dwóch, oznacza się to przez umieszczenie liczby: μ_3 , μ_4 , np. $[\text{Be}_4\text{O}(\text{CH}_3\text{COO})_6]$ tetra- μ -octano 0,0, - μ_4 -okso-tetraberyl(II) tj. μ_4 , gdyż 4 atomy centralne związane są mostkowo z atomem tlenu, cztery grupy CH_3COO - koordynujące przez atomy tlenu, stąd 0,0,.

20. Przykłady nazewnictwa wybranych grup związków organicznych

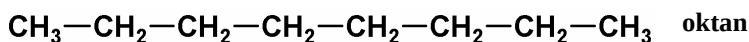
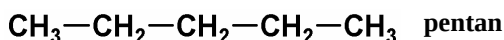
Związki organiczne mają różnego rodzaju budowę przestrzenną oraz zróżnicowany skład chemiczny. Ich przynależność do substancji organicznych wynika z obecności w cząsteczkach tych związków atomów węgla, które mogą być połączone wiązaniami chemicznymi z innymi atomami węgla lub też z atomami innych pierwiastków.

20.1. Alkany, czyli nasycone węglowodory o budowie łańcuchowej

Alkany są to węglowodory o ogólnym wzorze C_nH_{2n+2} .

Wzory alkanów zapisujemy:

- podając grupy metylowe i metylenowe, np.

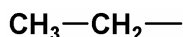


- rysując cząsteczkę w sposób uproszczony, ukazujący zbliżony do rzeczywistego kształt cząsteczki jest często stosowany, np.

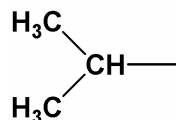
W węglowodorach mogą występować różne sekwencje połączeń atomów węgla pomiędzy sobą. Dlatego też wyróżnia się pojęcie rzędowości atomów węgla, to znaczy atomy węgla I-, II-, i III- rzędowe. I-rzędowy atom węgla jest związany tylko z jednym sąsiednim atomem węgla. II-rzędowy atom węgla jest związany z dwoma atomami węgla. III-rzędowy atom węgla jest związany z trzema sąsiednimi atomami węgla.

Przykłady rzędowości atomów węgla:

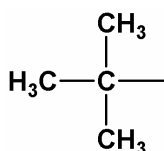
alkil I-rzędowy - atom węgla z wolną wartościowością jest związany tylko z jednym atomem węgla i z dwoma atomami wodoru



alkil II-rzędowy - atom węgla z wolną wartością jest związany z dwoma sąsiednimi atomami węgla i z jednym atomem wodoru



alkil III-rzędowy - atom węgla z wolną wartością jest związany z trzema sąsiednimi atomami węgla, w związku z czym przy trzeciorzędowym atomie węgla nie ma miejsca na wiązanie się z atomami wodoru.



20.2. Nazewnictwo alkanów

Ze względu na budowę łańcucha alkanów, można podzielić tę grupę związków chemicznych na:

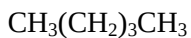
- alkany proste
- alkany rozgałęzione.

Alkany proste

Do czterech pierwszych alkanów prostych, stanowiących początek szeregu homologicznego utrzymuje się nazwy zwyczajowe:

CH_4		metan
$\text{CH}_3\text{—CH}_3$	tj. C_2H_6	etan
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	tj. C_3H_8	propan
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	tj. C_4H_{10}	butan

Tworząc nazwy następnych alkanów podajemy wybrany z zamieszczonego niżej zbioru rdzeń pochodzący od liczebnika greckiego lub łacińskiego, określający liczbę atomów węgla, oraz końcówkę - **an**.

tj. C_5H_{12} **pentan**tj. $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ **dekan**

Tworząc nazwy o końcówkach rozpoczynających się samogłoską należy pominąć literę a rdzenia, np. pentan, pentyl, penten, pentyn; heptan, heptyl, hepten, heptyn.

Liczba	Rdzenie nazw	
	liczebnikowe	zwyczajowe
1	mono -	meta -
2	di -	eta -
3	tri -	propa -
4	tetra -	buta -
5	penta -	-
6	heksa -	-
7	hepta -	-
8	okta -	-
9	nona -	-
10	deka -	-
11	undeka -	-
12	dodeka -	-
13	trideka -	-
14	tetradeka -	-
15	pentadeka -	-
16	heksadeka -	-

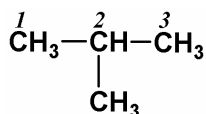
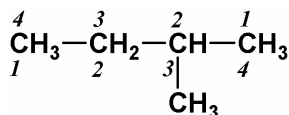
Alkany rozgałęzione

Alkany rozgałęzione składają się z łańcucha głównego i jednego lub więcej łańcuchów bocznych (podstawników). Łańcuchem głównym jest najdłuższy łańcuch w cząsteczce.

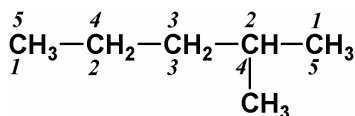
Alkany o jednym podstawniku

W celu nazwania alkanu rozgałęzionego o jednym podstawniku podaje się numer atomu węgla łańcucha głównego, przy którym znajduje się podstawnik, tzn. podaje się położenie podstawnika. Następnie wymienia się nazwę podstawnika, łącznik -o- i nazwę alkanu stanowiącego łańcuch główny.

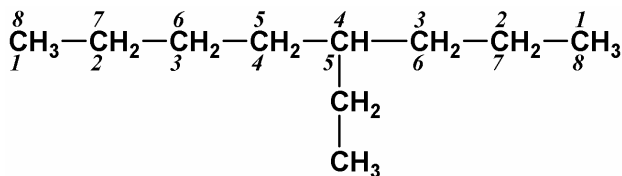
Numerację łańcucha głównego prowadzi się w taki sposób, by numer atomu węgla związanego z podstawnikiem był jak najniższy. Na przykład:

**2-metylopropan****2-metylobutan**

położenie podstawione
numeracja górna: 2 dobrze
numeracja dolna: 3 błędnie,
ponieważ $3 > 2$

**2-metylopentan**

podstawione położenie:
Numeracja górna: 2 dobrze
numeracja dolna: 4 błędnie,
ponieważ $4 > 2$

**4-etylooktan**

podstawione położenie
numeracja górna: 4 dobrze
numeracja dolna: 5 błędnie
ponieważ $5 > 4$.

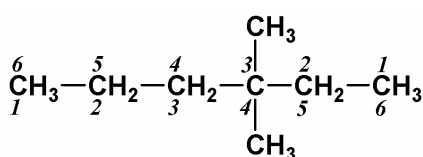
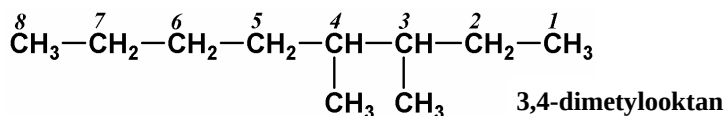
Alkany o dwu lub więcej podstawnikach

W przypadku alkanów, które zawierają w swych cząsteczkach dwa lub więcej podstawników, wyrażnia się przypadki, w których:

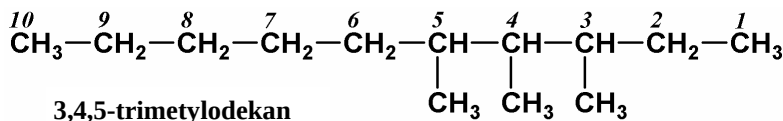
- alkany mają identyczne podstawniki,
- alkany zawierają różne podstawniki w cząsteczce.

Alkany o kilku identycznych podstawnikach w cząsteczce

Tworząc nazwy tych związków podaje się w rosnącej kolejności położenia podstawników, ich krotność (di-, tri-, tetra-, ...) i nazwę, a następnie nazwę alkanu stanowiącego łańcuch główny. Na przykład:

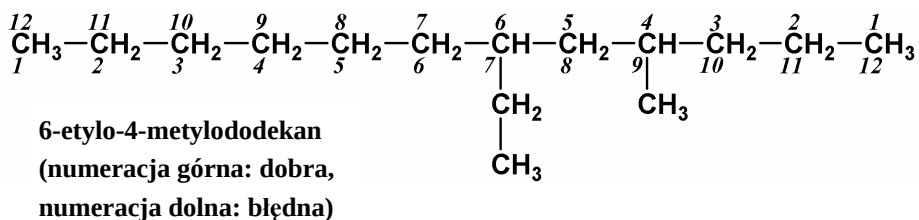
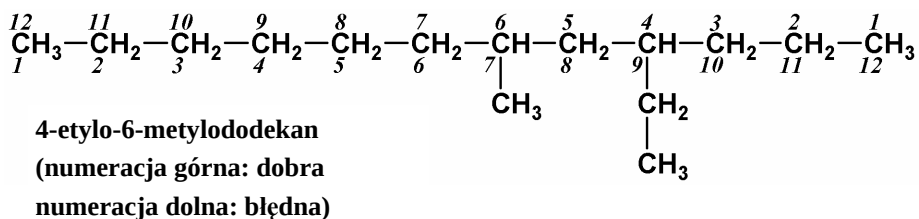


3,3-dimetyloheksan
podstawione położenie
numeracja górna: 3 dobrze
numeracja dolna: 4 błędnie,
ponieważ $4 > 3$

**Alkany o różnych podstawnikach w cząsteczce**

W celu nazwania alkanu, który zawiera kilka różnych podstawników w cząsteczce podaje się położenie pierwszego w alfabecie podstawnika, ten podstawnik, położenie drugiego w alfabecie podstawnika, ten podstawnik (ewentualnie analogicznie trzeci podstawnik), oraz nazwę alkanu stanowiącego łańcuch główny.

Należy zachować alfabetyczny porządek podstawników, bez względu na to, czy kolejność numerów atomów węgla związanych z podstawnikami jest rosnąca, czy też malejąca, np.:



21. Nienasycone węglowodory łańcuchowe

Węglowodory nienasycone są to związki chemiczne zawierające w swych cząsteczkach wiązania wielokrotne, podwójne lub potrójne. Cząsteczki węglowodorów nienasyconych mogą zawierać jedno lub więcej wiązań wielokrotnych.

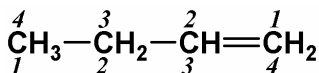
Wśród nienasyconych związków łańcuchowych występują takie, które mają:

- identyczne wiązania wielokrotne, np. alkadieny z dwoma wiązaniami podwójnymi w cząsteczce
- alkatrieny z trzema wiązaniami podwójnymi w cząsteczce
- alkadieny z trzema wiązaniami potrójnymi w cząsteczce
- związki o różnych wiązaniach wielokrotnych w cząsteczce np. alkeny - ny z jednym wiązaniem podwójnym i jednym wiązaniem potrójnym

21.1. Węglowodory z jednym wiązaniem podwójnym - alkeny

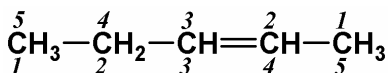
Alkeny są to węglowodory zawierające w cząsteczce jedno wiązanie podwójne i mają wzór ogólny C_nH_{2n} .

Tworząc nazwy tych związków podaje się numer atomu węgla, przy którym usytuowane jest wiązanie podwójne, a następnie rdzeń i końcówkę - en. Numerację prowadzi się w takim kierunku, aby numer atomu węgla rozpoczynającego wiązanie podwójne, był jak najniższy. Na przykład:



1 - buten

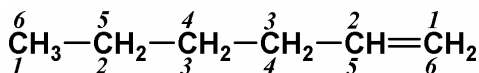
atom węgla rozpoczynający wiązanie podwójne
numeracja górna: 1 dobrze
numeracja dolna: 3 błędnie
ponieważ $3 > 1$



2 - penten

atom węgla rozpoczynający wiązanie podwójne
numeracja górna: 2 dobrze
numeracja dolna: 3 błędnie
ponieważ $3 > 2$

1 - heksen



atom węgla rozpoczynający
wiązanie podwójne

numeracja górna: 1 dobrze

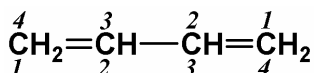
numeracja dolna: 5 błędnie
ponieważ $5 > 1$

Dopuszcza się stosowanie nazwy zwyczajowej etylen $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ dla węglowodoru o nazwie systematycznej eten.

21.2. Węglowodory z dwoma wiązaniami podwójnymi w cząsteczce - alkadieny

Tworząc nazwy alkadienów podaje się numer atomu węgla rozpoczynającego pierwsze w kolejności numeracji wiązanie podwójne, następnie numer atomu węgla rozpoczynającego drugie w kolejności numeracji wiązanie podwójne, następnie rdzeń, kolejność di- (określającą występowanie dwóch wiązań podwójnych) i końcówkę - en. Łańcuch alkadienu numeruje się w takim kierunku, aby numery atomów węgla rozpoczynających wiązania podwójne były jak najniższe, np.:

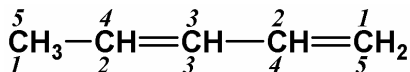
1,3 - butadien



atomy węgla rozpoczynające wiązania podwójne

numeracja górna: 1,3 dobrze

numeracja dolna: 1,3 numery są
identyczne



1,3 - pentadien

atomy węgla rozpoczynające wiązania podwójne

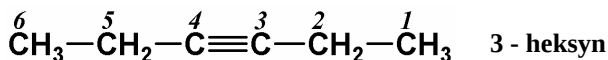
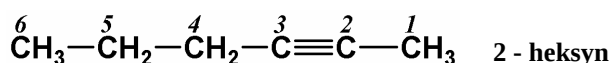
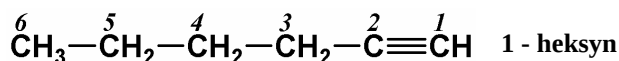
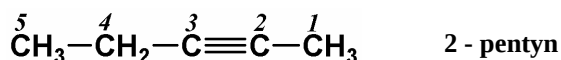
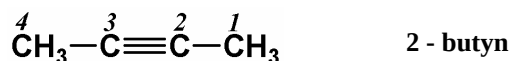
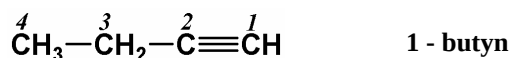
numeracja górna: 1,3 dobrze

numeracja dolna: 2,4 błędnie

21.3. Węglowodory łańcuchowe zawierające jedno wiązanie potrójne - alkiny

Alkiny zawierają jedno wiązanie potrójne w cząsteczce i mają wzór ogólny C_nH_{2n-2} .

Tworząc nazwy alkinów stosuje się takie same reguły jak w przypadku alkenów, jedynie zamieniając końcówkę - en na - **yn** lub - **in** po spółgłoskach g, k, l, np.:



Utrzymuje się nazwę zwyczajową acetylen $CH\equiv CH$ dla węglowodoru o nazwie systematycznej etyn.

22. Monocykliczne węglowodory aromatyczne - areny

Areny niepodstawione

Dla grupy związków aromatycznych zwanych arenami niepodstawionymi stosuje się nazwy zwyczajowe.

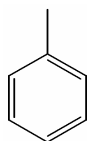
Utrzymana nazwa zwyczajowa benzen



Z arenów wywodzą się grupy jednowartościowe o ogólnej nazwie aryl i grupy dwuwartościowe, o ogólnej nazwie arylen.

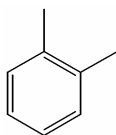
Grupy wywodzące się z benzeny są następujące:

- jedna grupa jednowartościowa

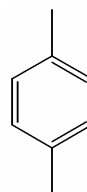


fenyl

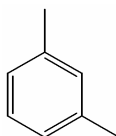
- trzy grupy dwuwartościowe



**orto-fenylene (o-fenylene,
czyli 1,2-fenylene)**



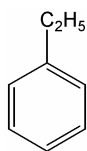
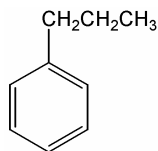
**para-fenylene (p-fenylene,
czyli 1,4-fenylene)**



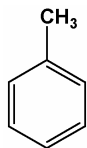
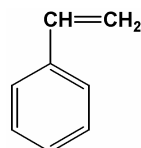
**meta-fenylene (m-fenylene,
czyli 1,3-fenylene)**

Areny monopodstawione

W celu utworzenia nazw arenów monopodstawionych (jednopodstawionych) podaje się podstawnik np. alkil, łącznik -o- i wyraz benzen, np.

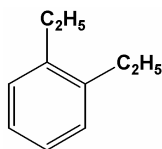
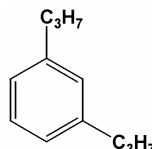
**etylobenzen****propylobenzen**

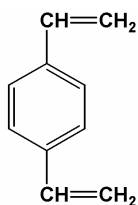
Utrzymano nazwy zwyczajowe:

**toluen****styren****Areny dipodstawione**

Wyróżnia się areny dipodstawione o obu identycznych podstawnikach oraz o dwóch różnych podstawnikach.

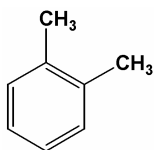
W celu utworzenia nazw tych związków podaje się numery dwóch podstawionych położeń lub ich określenia, **1,2**- czyli **orto** - , w skrócie **o** - ; **1,3** - czyli **meta** - , w skrócie **m** - ; **1,4** - czyli **para** - , w skrócie **p** - , także krotkość **di**, ponieważ są to układy dwupodstawione, podstawnik, łącznik-o- oraz nazwę arenu. Na przykład:

**1,2-dietylobenzen**
czyli o-dietylobenzen**1,3-dipropylobenzen**
czyli m-dipropylobenzen

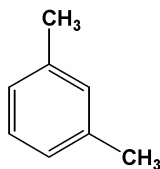


1,4-diwinylobenzen
czyli p-diwinylobenzen

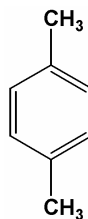
Utrzymuje się następujące nazwy zwyczajowe:



o-ksylen

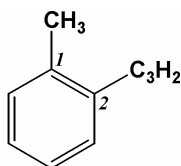


m-ksylen

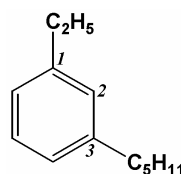


p-ksylen

W arenach o dwóch różnych podstawnikach, w celu utworzenia ich nazw, podaje się numer położenia pierwszego podstawnika oraz jego nazwę z łącznikiem -o-, a następnie numer położenia drugiego podstawnika i jego nazwę z łącznikiem -o-, zachowując alfabetyczną kolejność podstawników, a następnie wymienia się nazwę arenu, np.:



1-metylo-2-propylobenzen



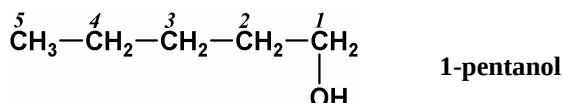
1-etylo-3-pentylobenzen

23. Zasady tworzenia nazw związków organicznych z grupami funkcyjnymi

Związki organiczne łańcuchowe z grupami funkcyjnymi dzieli się na:

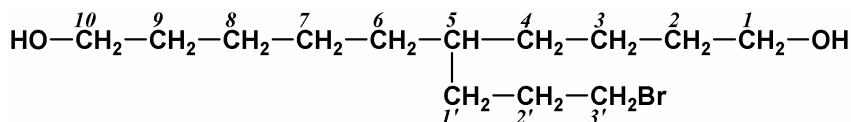
- związki zawierające grupę funkcyjną lub grupy funkcyjne w łańcuchu głównym,
- związki zawierające grupę funkcyjną lub grupy funkcyjne w łańcuchu bocznym.

W nazewnictwie związków zawierających grupę funkcyjną w łańcuchu głównym numerujemy ten łańcuch tak, aby numer atomu węgla związanego z grupą funkcyjną był jak najniższy i tworzy się nazwę odpowiadającą danej grupie funkcyjnej, np.:



Wyróżnia się dwa sposoby nazewnictwa związków zawierających grupę funkcyjną w łańcuchu bocznym:

- a) nazewnictwo z użyciem nawiasów - ujmuje się w nawias nazwę łańcucha bocznego, z grupą funkcyjną, przy czym numeruje się go rozpoczynając od miejsca jego połączenia z łańcuchem głównym,
- b) nazewnictwo bez użycia nawiasów - łańcuch boczny numeruje się jak poprzednio, rozpoczynając od miejsca jego połączenia z łańcuchem głównym, z tą jednak różnicą, iż numery łańcucha bocznego określamy indeksami, np.:



a) 5-(3-bromopropilo)-1,10-dekanodiol

b) 5,3,-bromopropilo-1,10-dekanodiol

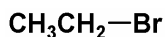
W przypadku identycznych podstawników stosuje się przedrostki krotności di-, tri-, tetra-, ...lub bis-, tris-, tetrakis-... .

24. Fluorowcopochodne

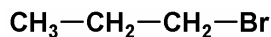
Fluorowcopochodne są pochodnymi węglowodorów zawierających atom lub atomy fluorowca. Związki te można nazwać dwoma metodami:

- podaje się numer atomu węgla związanego z fluorowcem, nazwę fluorowca, łącznik -o- oraz nazwę węglowodoru powstałego poprzez formalne zastąpienie atomu lub atomów fluorowca atomem lub atomami wodoru,
- podaje się nazwę anionu fluorowca oraz nazwę grupy powstałej poprzez formalne odłączenie od fluorowcopochodnej atomu lub atomów fluorowca.

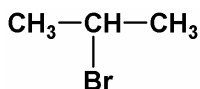
Przykłady:



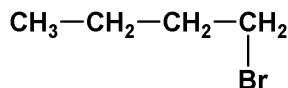
- bromoetan
- bromek etylu



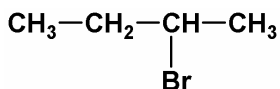
- 1-bromopropan
- bromek propylu



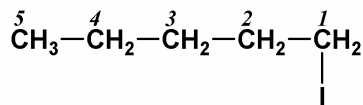
- 2-bromopropan
- bromek izopropylu



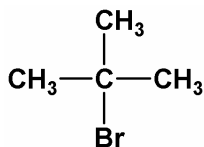
- 1-bromobutan
- bromek butylu



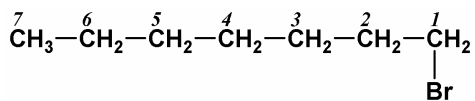
- 2-bromobutan
- bromek butylu



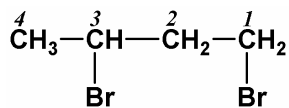
- 1-jodopentan
- jodek pentylu



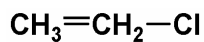
- 2-bromo-2-metylopropan
- bromek t-butylu



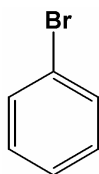
- a) 1-bromoheptan
b) bromek heptylu



1,3-dibromobutan



- a) chloroeten (chloroetylen)
b) chlorek winylu



- a) bromobenzen
b) bromek fenylu

25. Aminy

Aminy są związkami chemicznymi pochodnymi amoniaku, w cząsteczkach którego jeden, dwa lub trzy atomy wodoru zastąpiono rodnikiem alkilowym lub rodnikiem arylowym. Rozróżnia się:

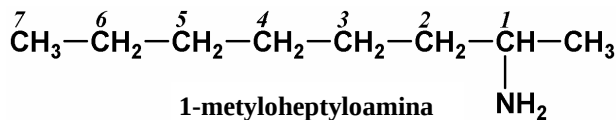
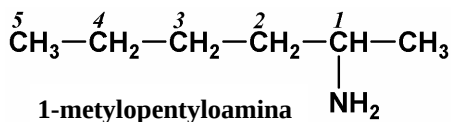
- aminy pierwszorzędowe o ogólnym wzorze $R-NH_2$,
- aminy drugorzędowe o ogólnym wzorze R_2-NH ,
- aminy trzeciorzędowe o ogólnym wzorze R_3-N .

25.1. Nazewnictwo amin pierwszorzędowych

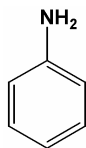
Metoda ta stosowana jest na ogół dla prostych amin wywodzących się ze związków łańcuchowych: podaje się nazwę alkilu połączonego z grupą aminową, łącznik -o- i końcówkę -amina.

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ propyloamina

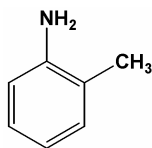
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ butyloamina



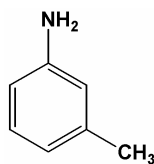
Utrzymane nazwy zwyczajowe amin:



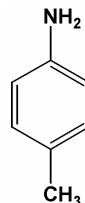
anilina



o-toluidyna



m-toluidyna



p-toluidyna

25.2. Diaminy

Wśród związków chemicznych zwanych diaminami wyróżniamy:

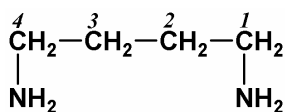
- diaminy wywodzące się ze związków łańcuchowych,
- diaminy, wywodzące się ze związków karbocyklicznych,
- diaminy wywodzące się ze związków heterocyklicznych.

Diaminy można nazwać trzema metodami:

- a) w przypadku diamin wywodzących się ze związków łańcuchowych i karbocyklicznych, podaje się nazwę dwuwartościowej grupy oraz końcówkę - diamina,
- b) w przypadku diamin wywodzących się ze związków łańcuchowych, karbocyklicznych i heterocyklicznych podaje się położenie obydwu grup aminowych, nazwę węglowodoru lub związku heterocyklicznego, łącznik -o- i końcówkę - diamina.

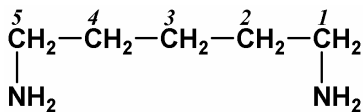
Przykłady:

diaminy wywodzące się ze związków łańcuchowych:



a) tetrametylenodiamina

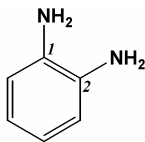
b) 1,4-butanodiamina



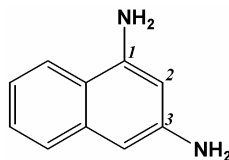
a) pentametylenodiamina

b) 1,5-pentanodiamina

diaminy wywodzące się ze związków karbocyklicznych:



a) 1,2-fenylenodiamina



a) 1,3-naftylenodiamina

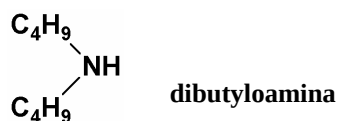
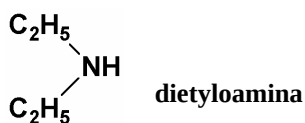
b) 1,3-naftalenodiamina

25.3. Aminy drugorzędowe

Spśród związków chemicznych należących do amin drugorzędowych wyróżniamy:

- aminy drugorzędowe o identycznych podstawnikach, o wzorze ogólnym $RRNH$,
- aminy drugorzędowe o różnych podstawnikach, o wzorze ogólnym $PRNH$.

W przypadku amin drugorzędowych o identycznych podstawnikach, tworząc nazwy tych związków podaje się krotność di, nazwę podstawnika oraz końcówkę - amina, np.

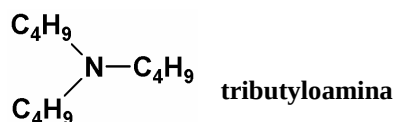
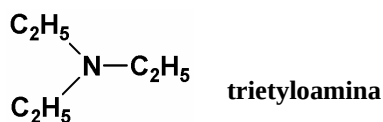


25.4. Aminy trzeciorzędowe

Aminy trzeciorzędowe dzielimy na aminy, które zawierają:

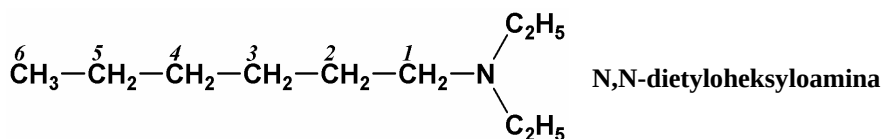
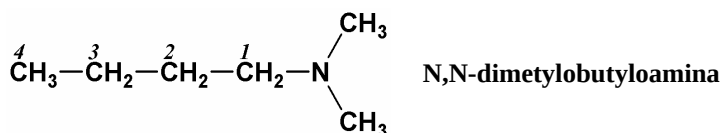
- identyczne podstawniki i mające wzór ogólny $RRRN$,
- różne podstawniki i mające wzór ogólny $RPWN$.

Aminy trzeciorzędowe o identycznych podstawnikach, np.



Aminy trzeciorzędowe o różnych podstawnikach nazywamy jako N-podstawione pochodne amin pierwszorzędowych, biorąc za podstawę najbardziej złożony podstawnik.

Tworząc nazwy np. amin trzeciorzędowych o dwóch identycznych podstawnikach prostych i trzecim podstawniku bardziej złożonym, podaje się symbole N,N, krotność di i nazwę prostszego podstawnika, a następnie nazwę bardziej złożonego podstawnika i końcówkę - amina. Symbole N określają związanie podstawnika z atomem azotu, a nie z łańcuchem lub pierścieniem, które stanowią bardziej złożony podstawnik; symbole te stosuje się



26. Alkohole

Alkohole są wodorotlenowymi pochodnymi węglowodorów łańcuchowych i niearomatycznych węglowodorów cyklicznych. Przyjmując jako kryterium podziału liczbę grup wodorotlenowych rozróżnia się:

- alkohole jednowodorotlenowe,
- wielowodorotlenowe.

Przyjmując jako kryterium obecność wiązań wielokrotnych, wyróżnia się:

- alkohole nasycone,
- alkohole nienasycone.

Przyjmując jako kryterium rzędowość atomów węgla wyszczególnia się:

- alkohole pierwszorzędowe,
- alkohole drugorzędowe,
- alkohole trzeciorzędowe.

26.1. Nazewnictwo alkoholi

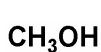
Stosuje się dwa rodzaje nazw w przypadku alkoholi jednowodorotlenowych, nasyconych:

- nazwy systematyczne,
- nazwy przymiotnikowe.

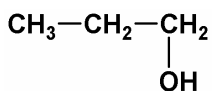
Nazwa systematyczna (-olowa): podaje się numer atomu węgla związanego z grupą wodorotlenową, nazwę węglowodoru stanowiącego łańcuch główny i końcówkę —ol.

Nazwa przymiotnikowa: podaje się określenie *alkohol* oraz nazwę alkilu wraz z końcówką -owy. Metodę tę stosuje się wyłącznie dla alkoholi pierwszorzędowych o nierozgałęzionym łańcuchu.

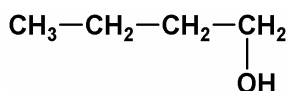
Przykłady:



- a) metanol
b) alkohol metylowy

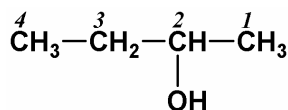


- a) 1-propanol
b) alkohol propylowy

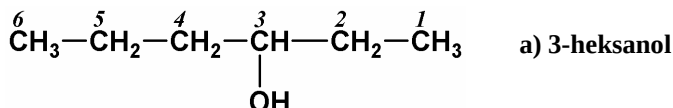


a) 1-butanol

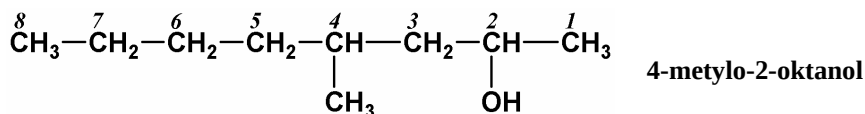
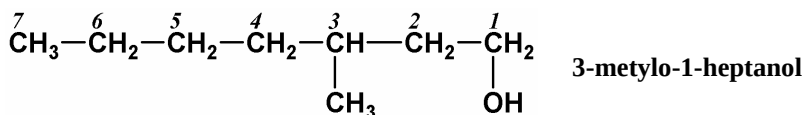
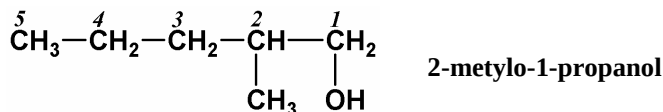
b) alkohol butylowy



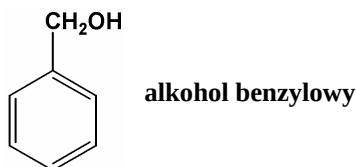
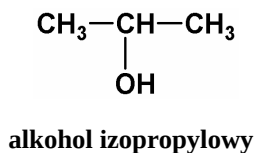
a) 2-butanol



Tworząc nazwę alkoholu o łańcuchu rozgałęzionym, podaje się numer atomu węgla związanego z bocznym łańcuchem, nazwę łańcucha bocznego wraz z łącznikiem -o- i nazwę alkanu stanowiącego łańcuch główny, a następnie numer atomu węgla związanego z grupą wodorotlenową i końcówkę - ol. Numerację prowadzi się tak, aby numer atomu węgla związanego z grupą wodorotlenową był jak najniższy. Na przykład:

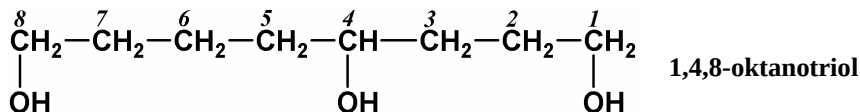
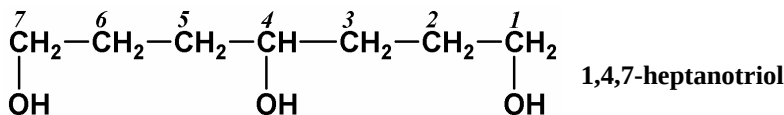
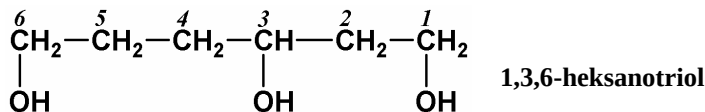
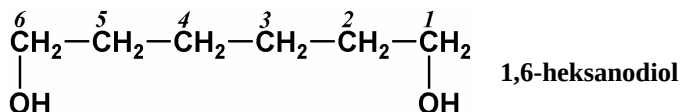
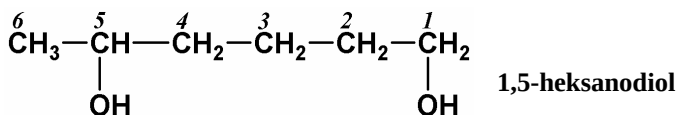
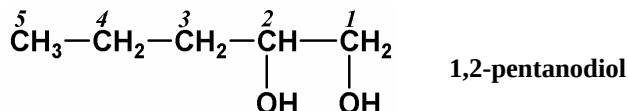


Utrzymane zostały nazwy zwyczajowe:

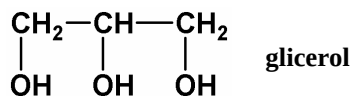
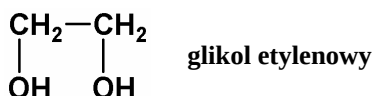


26.2. Alkohole wielowodorotlenowe i ich nazwy

Tworząc nazwy alkoholi wielowodorotlenowych nasyconych podaje się numery atomów węgla związanych z grupami wodorotlenowymi, nazwę węglowodoru stanowiącego łańcuch główny, łącznik -o-, krotność grup wodorotlenowych i końcówkę -ol. Przykłady:



Utrzymana została nazwa zwyczajowa:

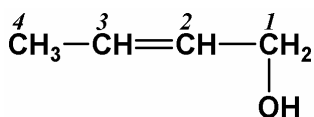


26.3. Alkohole nienasycone i ich nazwy

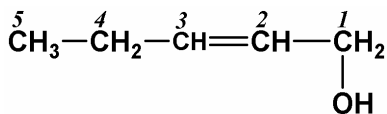
Tworząc nazwy alkoholi nienasyconych jednowodorotlenowych wyszukuje się w cząsteczce łańcuch główny, tzn. łańcuch zawierający najwięcej grup funkcyjnych, w tym przypadku najwięcej wiązań wielokrotnych i grup wodorotlenowych; łańcuch ten może być krótszy od łańcucha o największej liczbie atomów węgla, lecz zawiera mniej grup funkcyjnych.

Grupa hydroksylowa ma pierwszeństwo przed wiązaniem wielokrotnym, a zatem łańcuch główny numeruje się tak, aby numer atomu węgla związanego z grupą wodorotlenową był jak najniższy.

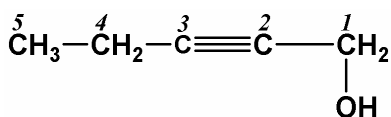
W celu nazwania alkoholu nienasyconego podaje się numer atomu węgla rozpoczynającego wiązanie wielokrotne, nazwę węglowodoru nienasyconego (alkenu lub alkinu), a następnie numer atomu węgla związanego z grupą wodorotlenową i końcówkę - ol, np.:



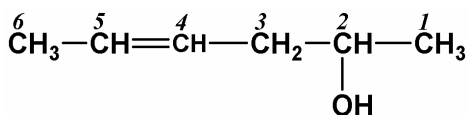
2-buten-1-ol



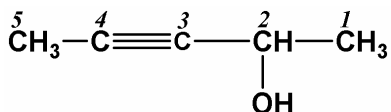
2-penten-1-ol



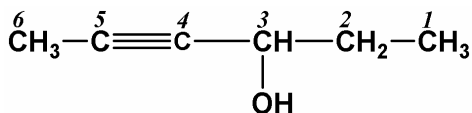
2-pentyn-1-ol



4-heksen-2-ol



3-pentyn-2-ol

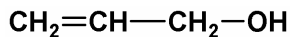


4-heksyn-3-ol

Utrzymuje się nazwy zwyczajowe:



alkohol winylowy



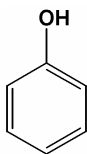
alkohol alilowy

27. Fenole

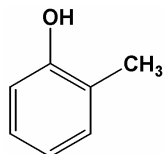
Fenole są wodorotlenowymi pochodnymi węglowodorów aromatycznych. Wyszczególnia się fenole jednowodorotlenowe i wielowodorotlenowe. Oba te rodzaje fenoli zachowują swe nazwy zwyczajowe. W celu nazwania fenoli podstawionych podaje się położenie podstawnika oraz wymienia się nazwę fenolu.

27.1. Fenole jednowodorotlenowe

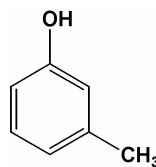
Utrzymano nazwy zwyczajowe fenoli jednowodorotlenowych:



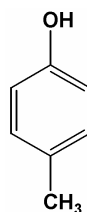
fenol



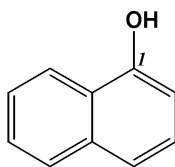
o-krezol



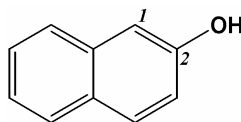
m-krezol



p-krezol



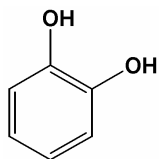
1-naftol



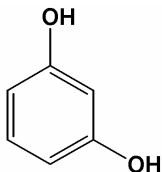
2-naftol

27.2. Fenole wielowodorotlenowe

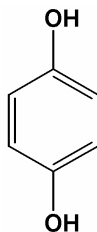
Również tak jak w poprzednim przypadku utrzymano zwyczajowe nazwy fenoli wielowodorotlenowych.



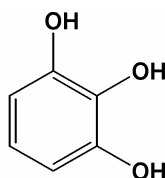
pirokatechol



rezorcyna



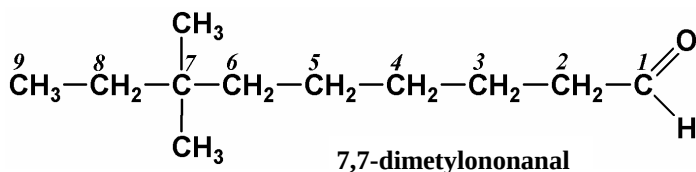
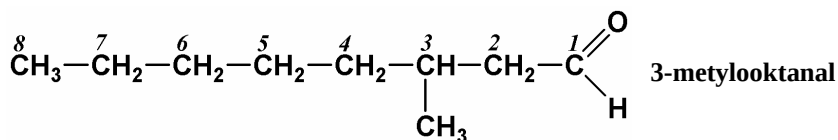
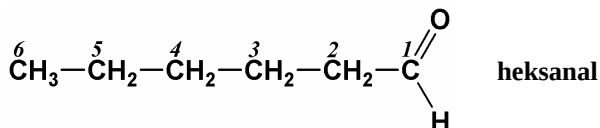
hydrochinon



pirogalol

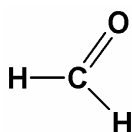
28. Aldehydy

Aldehydy są to związki chemiczne zawierające grupę -CHO. Tworząc nazwy monoaldehydów łańcuchowych podaje się nazwę węglowodoru, włączając atom węgla grupy aldehydu, i końcówkę -al. Przykład:

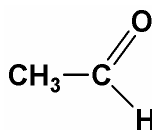


Można stosować nazwy zwyczajowe w przypadku niektórych aldehydów. Jeżeli istnieje nazwa zwyczajowa jednozasadowego kwasu, wówczas odpowiadający mu aldehyd możemy nazwać według dwóch sposobów:

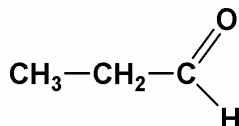
- a) zamienia się wyraz kwas na wyraz aldehyd,
b) w nazwie grupy acylowej zmienia się końcówkę - oic na końcówkę - aldehyd, np.:



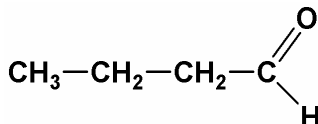
- a) aldehyd mrówkowy
b) formaldehyd



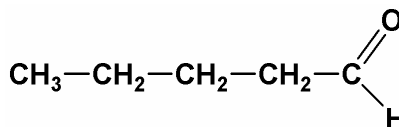
- a) aldehyd octowy
b) acetaldehyd



- a) aldehyd propionowy
b) propionaldehyd

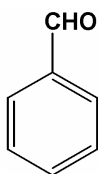


- a) aldehyd masłowy
b) butyraldehyd



- a) aldehyd walerianowy
b) waleroaldehyd

W przypadku aldehydów cyklicznych utrzymano nazwy zwyczajowe:



- a) aldehyd benzoesowy
b) benzaldehyd

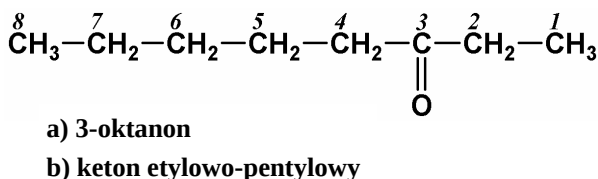
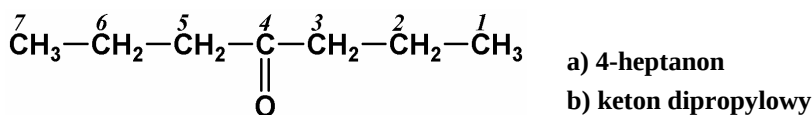
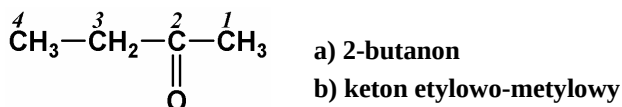
29. Ketony

Ketonami nazywane są związki chemiczne zawierające w swych cząsteczkach grupę lub grupy karbonylowe.

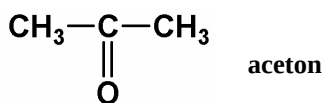
29.1. Ketony łańcuchowe czyli o podstawnikach łańcuchowych

Tworząc nazwy tych związków chemicznych należy najpierw:

- podać numer atomu węgla tworzącego grupę karbonylową, nazwę węglowodoru łańcuchowego, wliczając atom węgla grupy karbonylowej, i końcówkę -on.
- podać wyraz keton, a następnie w porządku alfabetycznym nazwę pierwszego podstawnika w formie przysłówkowej, łącznik "-" i nazwę drugiego podstawnika w formie przymiotnikowej. W przypadku obydwu identycznych podstawników podaje się krotność di- i nazwę podstawnika w formie przymiotnikowej. Na przykład:



Utrzymuje się zwyczajową nazwę:



30. Kwasy karboksylowe

Kwasy karboksylowe są to związki chemiczne zawierające w swych cząsteczkach grupę karboksylową - COOH. Wyróżnia się kwasy karboksylowe łańcuchowe i cykliczne.

30.1. Kwasy karboksylowe łańcuchowe

Kwasy te można dalej podzielić na kwasy jednokarboksylowe i kwasy dwukarboksylowe.

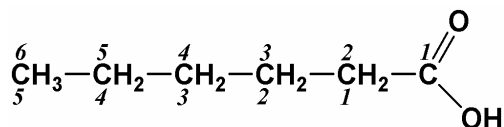
30.1.1. Nasycone kwasy łańcuchowe jednokarboksylowe

Znane są dwa rodzaje nazw kwasów łańcuchowych jednokarboksylowych:

- nazwa węglowodorowa (alkanowa),
- nazwa karboksylowa.

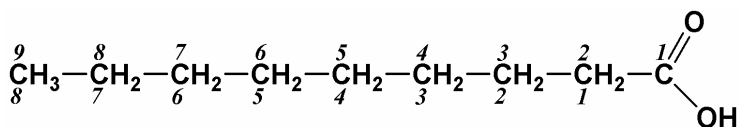
Stosując nazwę węglowodorową podaje się wyraz kwas, nazwę alkanu, włączając atom węgla grupy karboksylowej i końcówkę - ovy.

Stosując zaś nazwę karboksylową podaje się wyraz kwas, nazwę węglowodoru (alkanu) o liczbie atomów węgla w cząsteczce z wyłączeniem atomu węgla grupy karboksylowej, łącznik -o- i końcówkę -karboksylowy. Na przykład:



a) numeracja górna: kwas heksanowy

b) numeracja dolna: kwas pentanokarboksylowy



a) numeracja górna: kwas nonanowy

b) numeracja dolna: kwas oktanokarboksylowy

30.1.2. Nienasycone kwasy łańcuchowe jednokarboksylowe

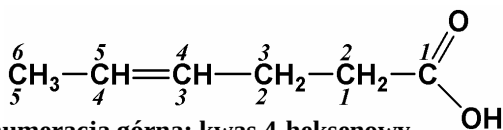
Analogicznie jak w przypadku kwasów nasyconych, w przypadku kwasów nienasyconych istnieją również dwa rodzaje nazw:

- nazwa węglowodorowa,
- nazwa karboksylowa.

W przypadku stosowania nazwy węglowodorowej podaje się wyraz kwas, numer atomu węgla, przy którym rozpoczyna się wiązanie wielokrotne, nazwę węglowodoru (alkenu lub alkinu) włączając atom węgla grupy karboksylowej i końcówkę -owy.

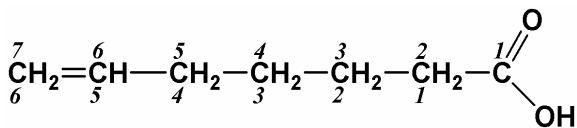
Grupa karboksylowa ma pierwszeństwo przed wiązaniem wielokrotnym, zatem numer atomu węgla grupy karboksylowej powinien być jak najniższy (najczęściej 1).

Stosując nazwę karboksylową podaje się wyraz kwas, numer atomu węgla, przy którym rozpoczyna się wiązanie wielokrotne, nazwę węglowodoru (alkenu lub alkinu) z wyłączeniem atomu węgla grupy karboksylowej, łącznik -o- i końcówkę -karboksylowy. Na przykład:



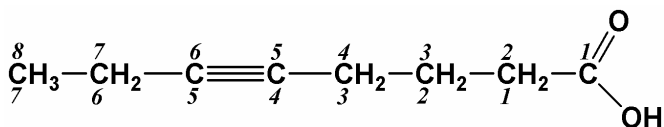
a) numeracja górna: kwas 4-heksenowy

b) numeracja dolna: kwas 3-pentenokarboksylowy



a) numeracja górna: kwas 6-heptenowy

b) numeracja dolna: kwas 5-heksenokarboksylowy



a) numeracja górna: 5-oktynowy

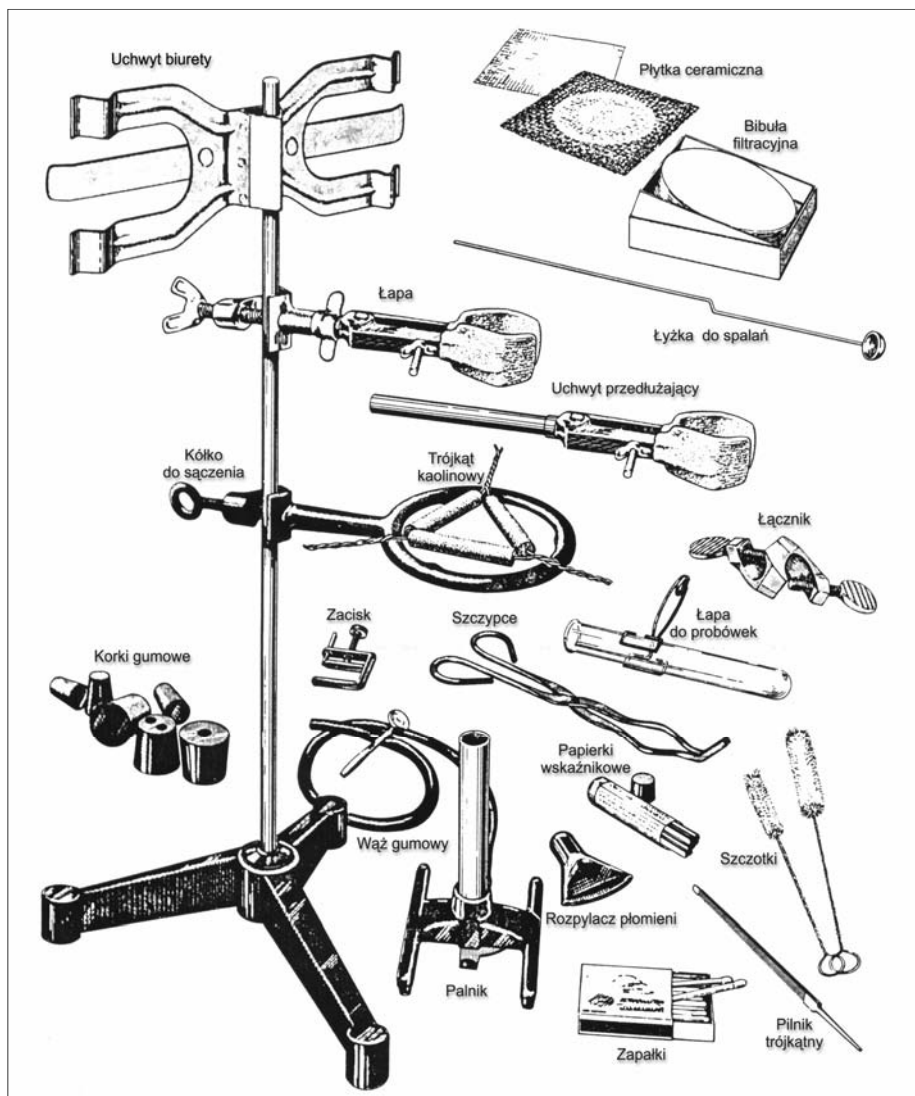
b) numeracja dolna: kwas 4-heptynokarboksylowy

31. Ćwiczenia laboratoryjne z chemii w liceum

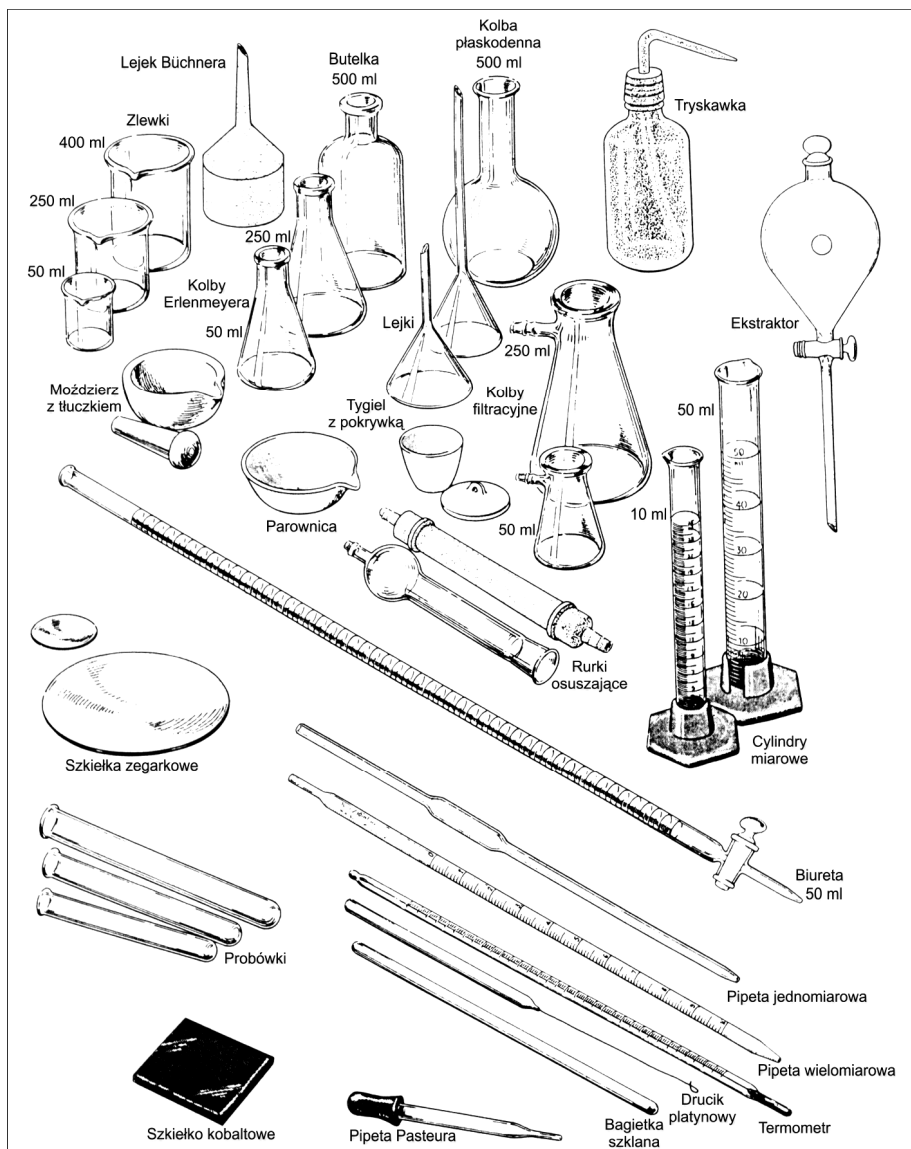
Jednym z ważniejszych elementów lekcji, na której realizowane są zagadnienia z zakresu chemii, umożliwiających przekazywanie wiadomości, kształcenie umiejętności obserwacji i wyciągania wniosków jest eksperyment chemiczny. Z tego też względu szczególną rolę odgrywa pracownia chemiczna, w której uczniowie spędzają większą część lekcji, wykonując różnego rodzaju doświadczenia chemiczne. Ćwiczenia laboratoryjne z dydaktyki chemii mają na celu przygotowanie studentów do wykonywania w przyszłości zawodu nauczyciela chemii. Konieczne jest więc, aby studenci podczas zajęć z dydaktyki chemii odbyli serię ćwiczeń laboratoryjnych, w trakcie których wykonywane są przez nich eksperymenty zgodne z założeniami programowymi liceum. Jest to niezbędny element pozwalający na zapoznanie się z materiałem rzeczowym nauczania chemii w liceum, kształcenie umiejętności metodycznych oraz zdolności do spostrzegania, wyjaśniania i interpretacji wyników eksperymentów. Kształcenie odbywa się metodą mikronauczania, podczas którego studenci prowadzą całe lekcje lub tylko ich fragmenty, z uwypukleniem kształcenia określonej umiejętności dydaktycznej. W każdym przypadku jest to jednak ściśle związane z eksperymentem chemicznym, na wykonywanie którego kładzie się duży nacisk podczas lekcji.

W tej części skryptu został przedstawiony zbiór podstawowego sprzętu i szkła laboratoryjnego stosowanego w szkolnej pracowni chemicznej, ich nazwy oraz podstawowe techniki laboratoryjne. Przytoczono również kilka przykładów niewłaściwego i właściwego postępowania podczas wykonywania podstawowych czynności laboratoryjnych.

31.1. Sprzęt laboratoryjny oraz podstawowe czynności w pracach laboratoryjnych

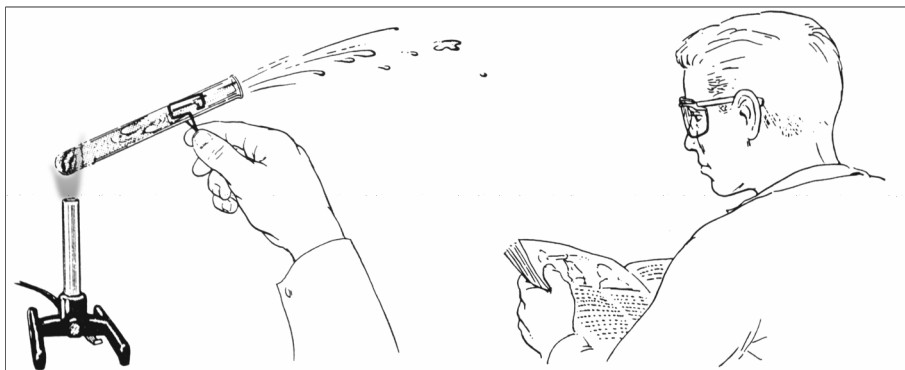


Rys. 19. Podstawowy sprzęt laboratoryjny



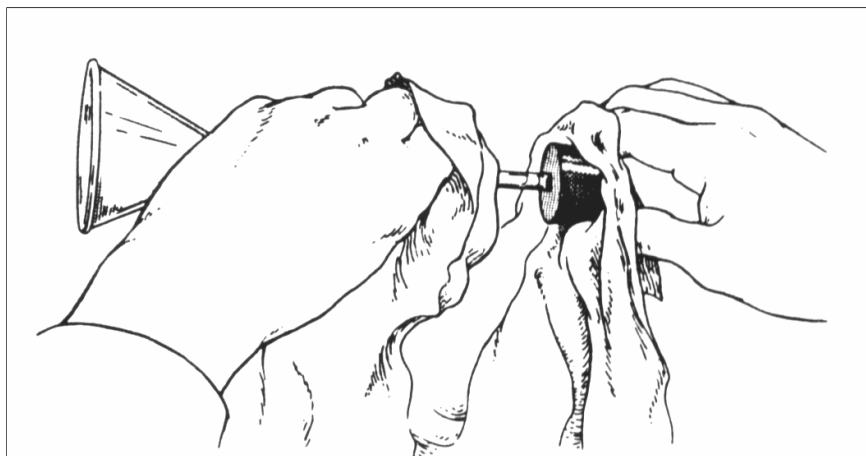
Rys. 20. Laboratoryjny sprzęt szklany

31.2. Podstawowe czynności podczas wykonywania prac laboratoryjnych



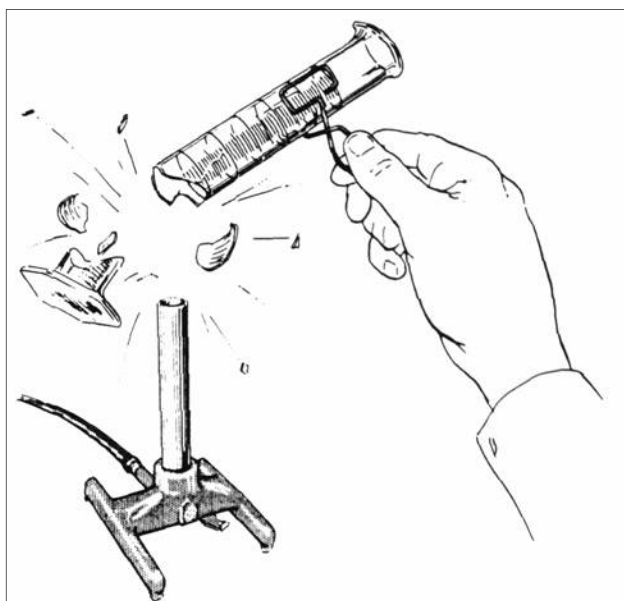
Rys. 21. Dwie ważne zasady bezpieczeństwa

Nigdy nie kieruj wylotu probówki w stronę swojego sąsiada - zawartość probówki może wyprysnąć. Noś regularnie okulary ochronne podczas pracy w laboratorium - zabezpieczą one twoje oczy.



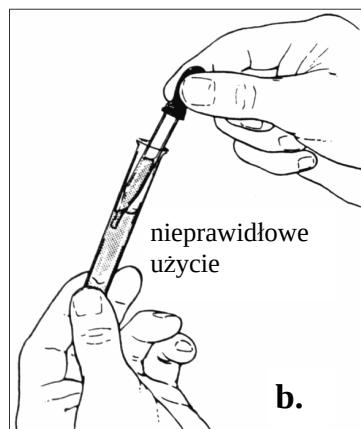
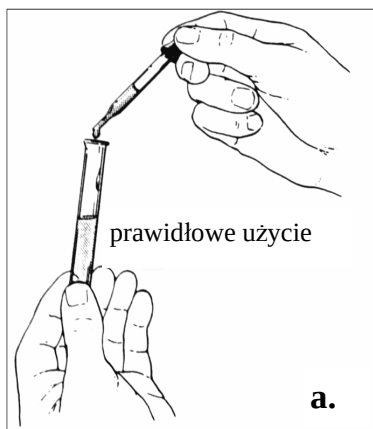
Rys. 22. Sposób wkładania szklanej rurki do gumowego korka

Nigdy nie używaj siły podczas wciskania szklanej rurki do gumowego korka. Zawsze ochraniaj ręce rękawnikami a szklaną rurkę zwilż wodą albo glicerolem. Wciskając rurkę wykonuj ruchy obrotowe korkiem.



Rys. 23. Niewłaściwe użytkowanie sprzętu laboratoryjnego

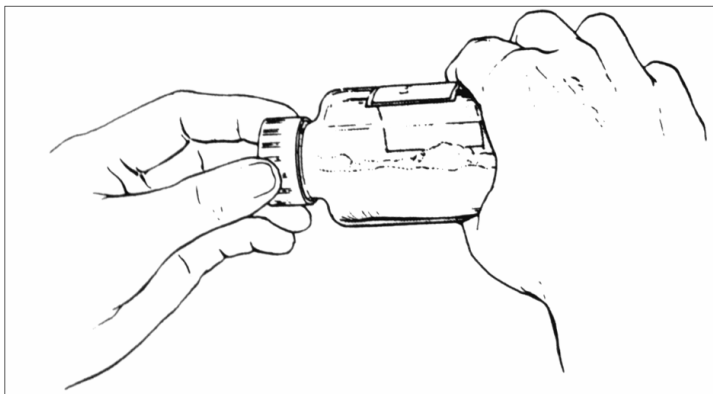
Niewłaściwe użytkowanie sprzętu laboratoryjnego może powodować wypadki. Nigdy nie ogrzewaj cylindrów oraz kolb miarowych, gdyż spowodujesz ich rozkalibrowanie, a w najgorszym przypadku pęknięcie.



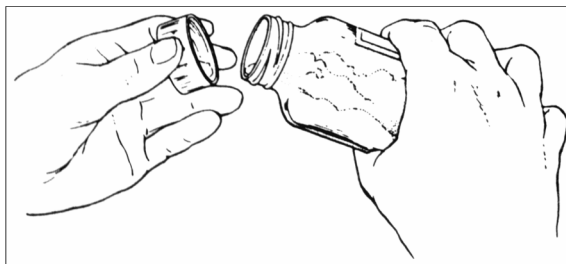
Rys. 24 a, b. Prawidłowe i nieprawidłowe stosowanie wkraplacza

Schemat obrazujący trzy sposoby pobierania substancji stałych

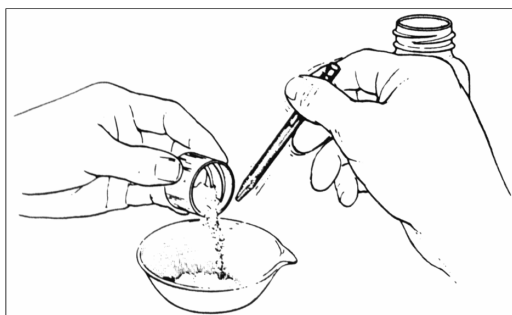
Pierwszy sposób:



Rys. 25 a. Obracaj i potrząsaj butelką, aż część odczynnika znajdzie się w środku plastikowej zakrętki

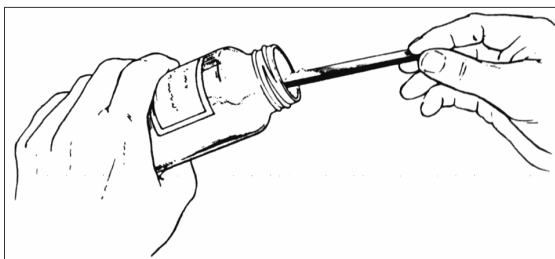


Rys. 25. b. Ostrożnie odkręć zakrętkę tak aby część odczynnika pozostała w niej



Rys. 25. c. Uderzaj w zakrętkę ołówkiem lub palcem do czasu aż pobierzesz odpowiednią ilość odczynnika

Metoda druga:

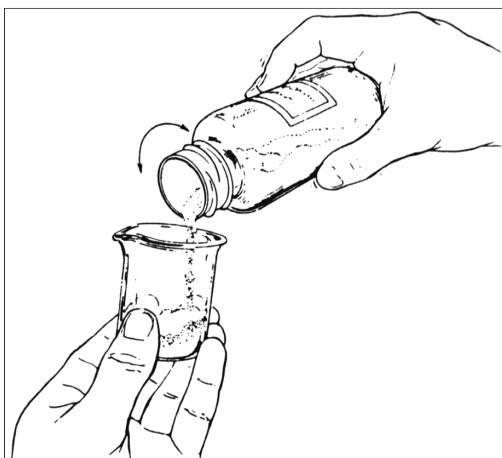


Rys. 26. a. Pobierz odczynnik z opakowania za pomocą zgiętego odpowiednio kawałka kartonika lub łyżki



Rys. 26 b. Uderzając w kartonik lub łyżkę pobierz odpowiednią ilość odczynnika

Trzecia metoda:

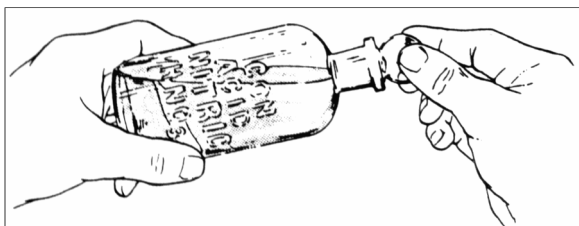


Rys. 27. Obracaj i potrząsaj słoikiem z odczynnikiem, aż pobierzesz potrzebną ilość odczynnika

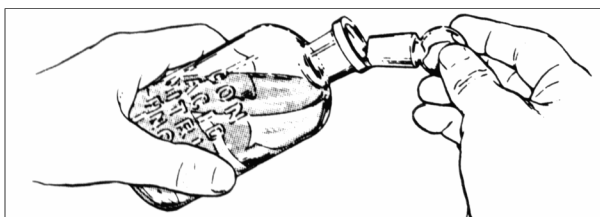
Pobieranie cieczy:



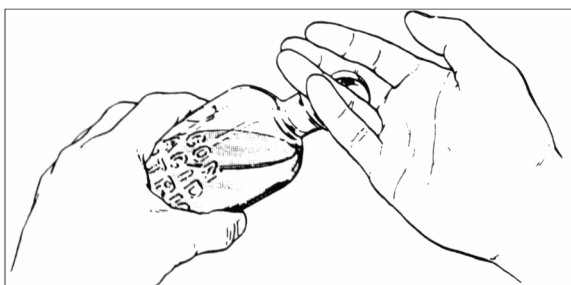
Rys. 28 a. Przeczytaj etykietkę z nazwą dwa razy



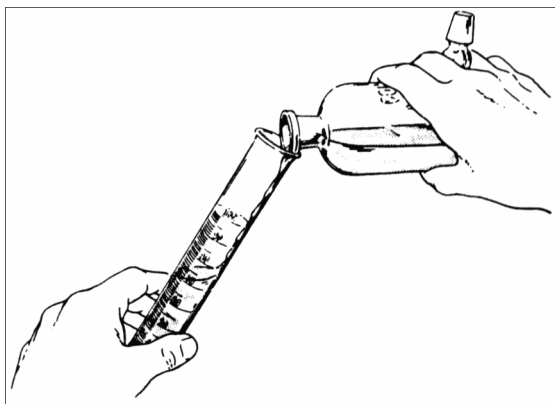
Rys. 28 b. Przytrzymując korek potrząśnij butelką aż zawartość zwilży spód korka



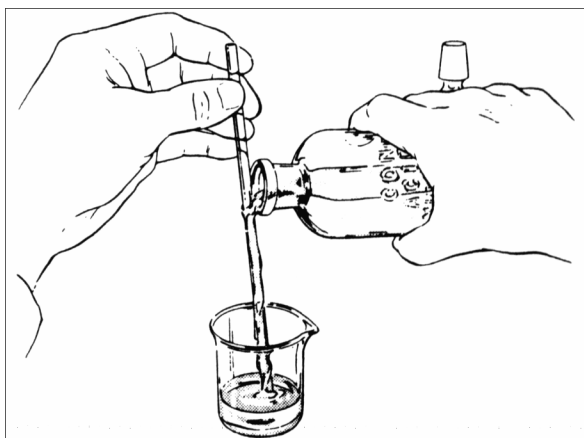
Rys. 28 c. Zwilż wewnętrzną stronę szlifu za pomocą korka



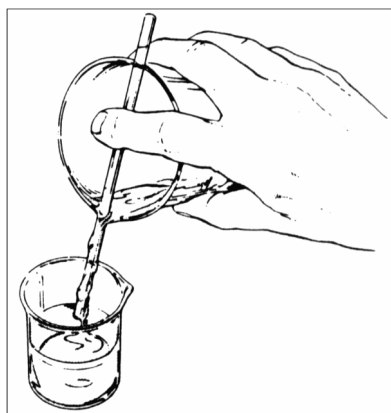
Rys. 28 d. Zamknij butelkę i wyjmij korek jeszcze raz zewnętrzną stroną dłoni



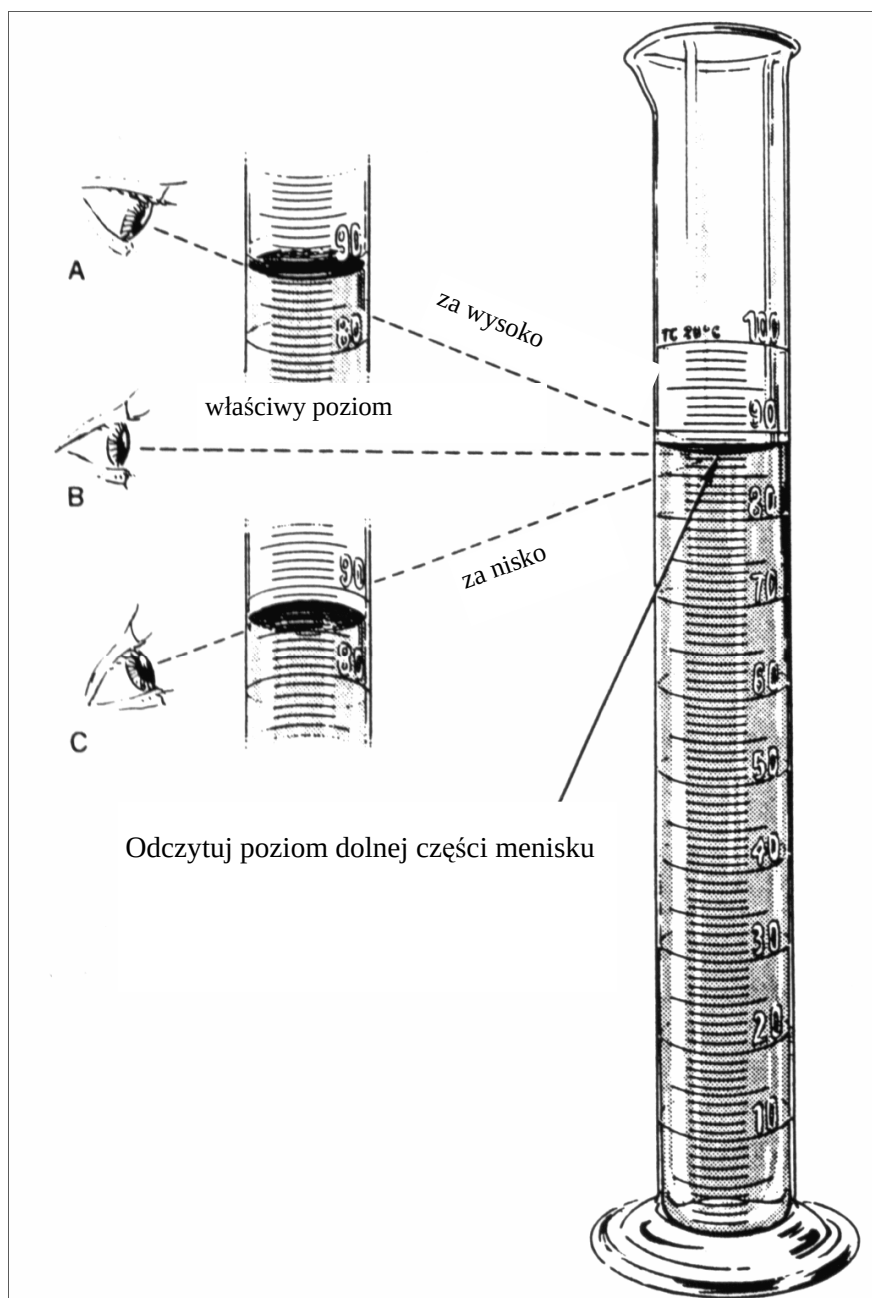
Rys. 29. Nigdy nie ustawiaj korka na dół.
Wlewaj ciecz po ściankach naczynia



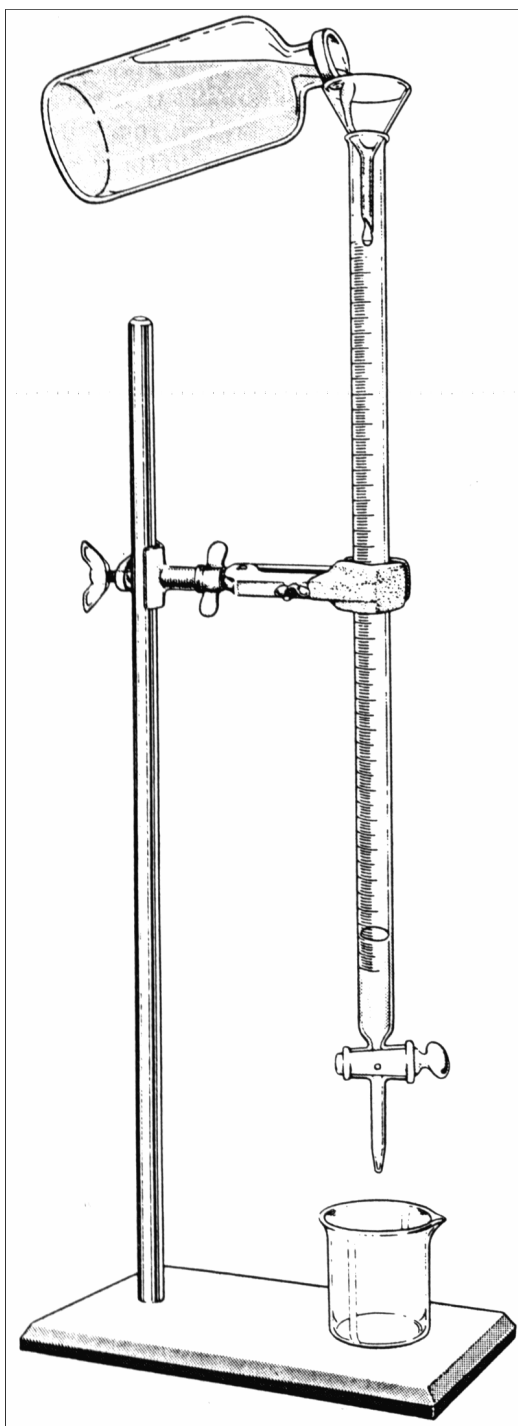
Rys. 30. Używaj szklanej bagietki kiedy to tylko możliwe



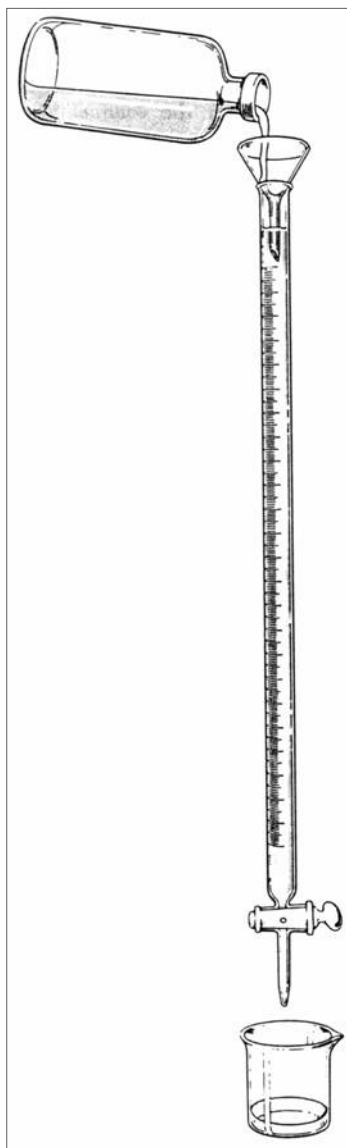
Rys. 31. Kiedy przelewasz ciecz ze zlewki przytrzymaj szklaną bagietkę przy wylewie zlewki



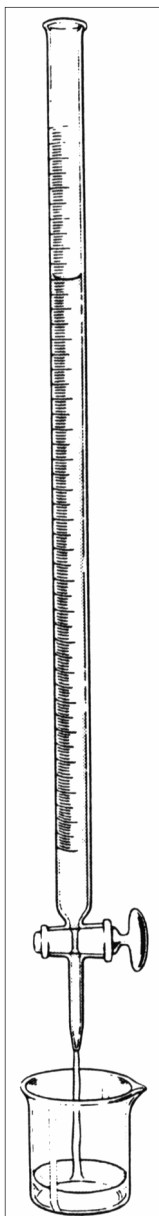
Rys. 32. Ilustracja prawidłowego sposobu odczytywania poziomu cieczy znajdującej się w cylindrze miarowym



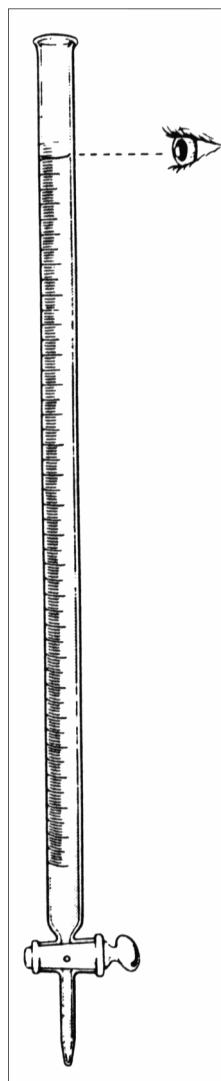
Rys. 33. Stosuj mały lejek, aby zabezpieczyć się przed rozlaniem cieczy



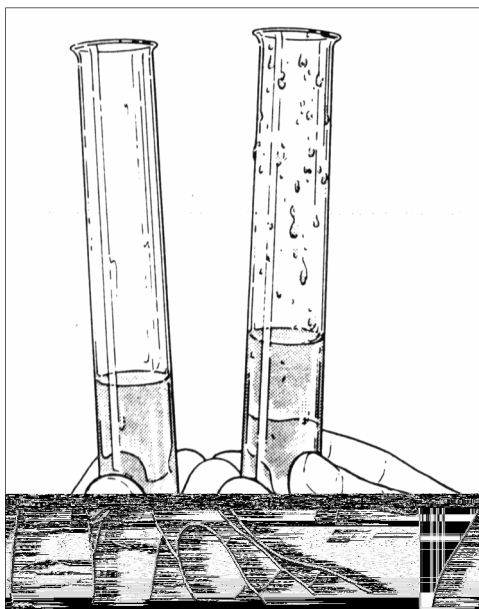
Rys. 34. Napelnij biuretę powyżej poziomu zerowego



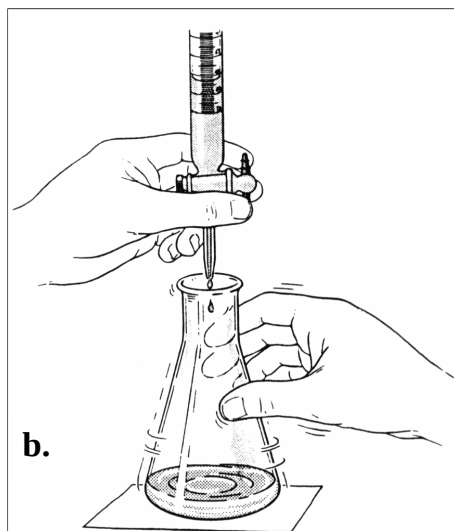
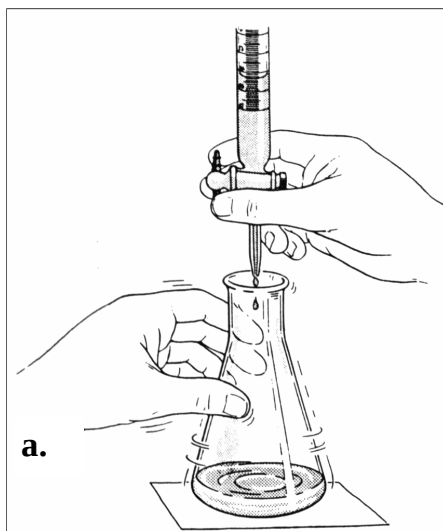
Rys 35. Otwórz kurek w celu usunięcia powietrza z wylotu biurety



Rys. 36. Dopelnij biuretę do poziomu zerowego

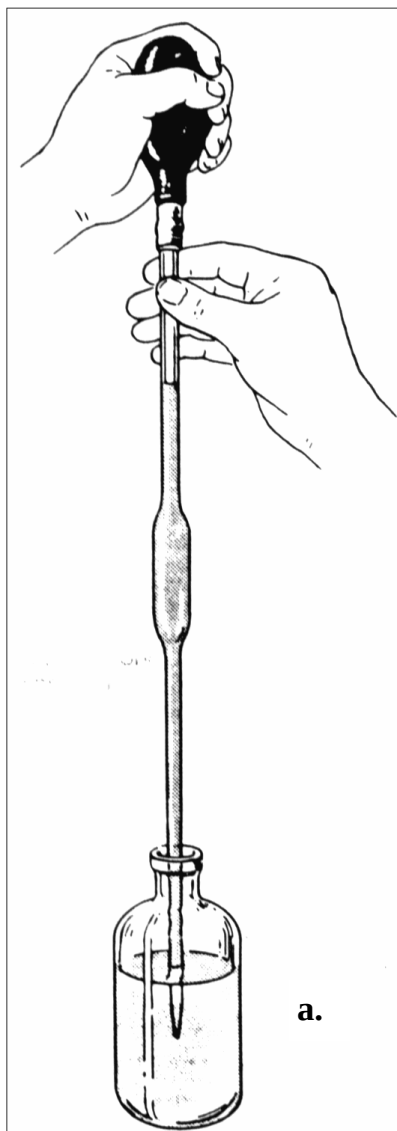


Rys. 37. Przykłady czystego i brudnego naczynia szklanego

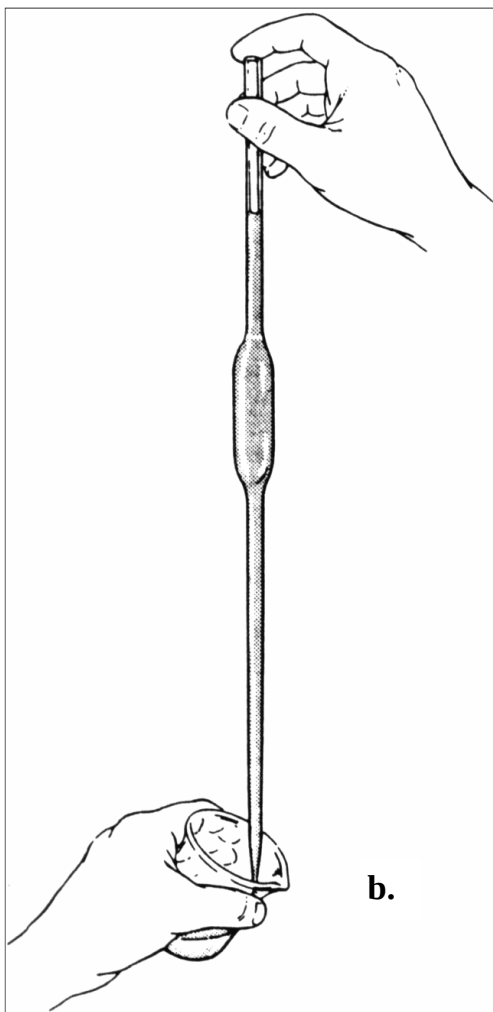


Rys. 38 a, b. Reguluj przepływ za pomocą kranu i dwóch palców, obejmując ręką biuretę. Podczas miareczkowania wprawiamy w ruch kołowy roztwór w kolbie

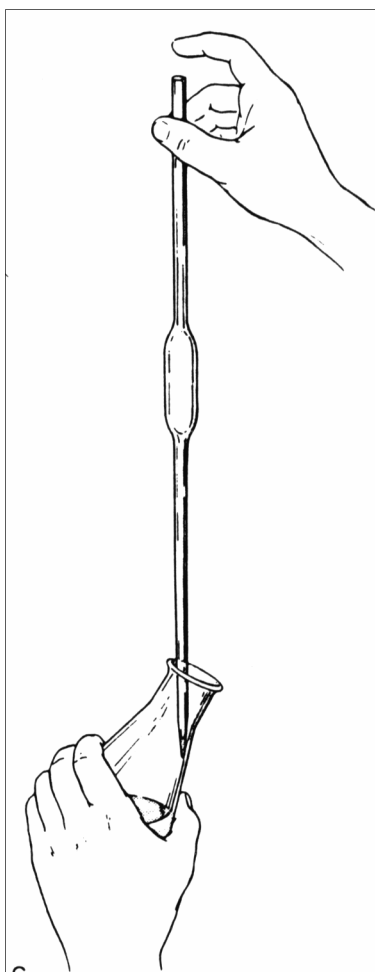
Rys. 39 a, b. Zalecany sposób pobierania i przenoszenia cieczy za pomocą pipety



Pobierz ciecz za pomocą gruszki gumowej



Wyrównaj ciecz do kreski, czekając aż krople opadną



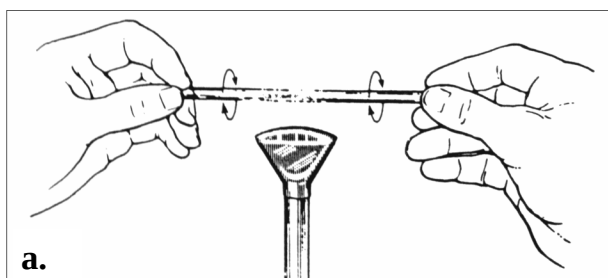
Rys. 40. Dotykając wewnętrznej ścianki naczynia końcem pipety opróżnij ją



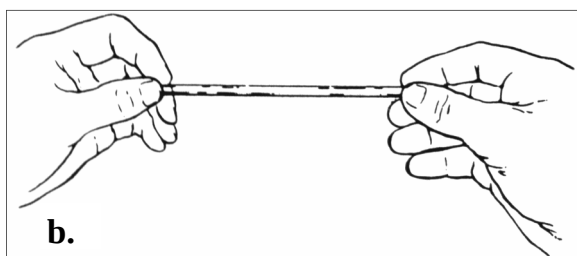
Rys. 41. Pozostała ciecz w pipecie nie powinna być usuwana, gdyż pipeta została skalibrowana tak, aby ostatnia kropla cieczy pozostawała w niej

Podstawowa obróbka szkła

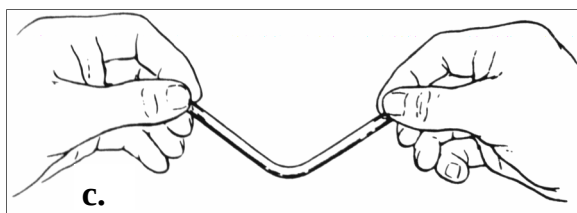
Rys. 42 a, b, c. Wykonywanie zagięć:



Obracaj szklaną rurką w najwyższej części świecącej płomienia aż nie zmięknie

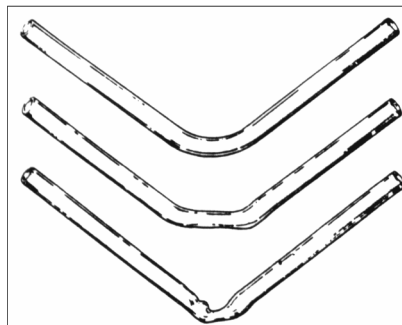


Wyjmij rurkę z płomienia i poczekaj kilka sekund, aż wyrówna się temperatura



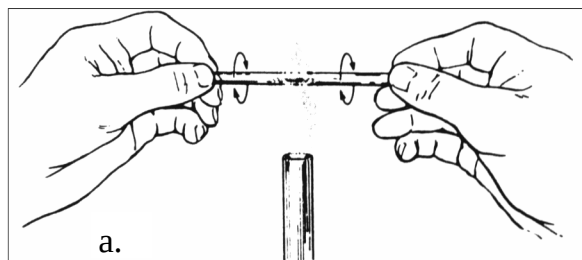
Zegnij szybko do kształtu takiego jaki potrzebujesz i przytrzymaj aż ostygnie szkło

prawidłowe zgięcie
nierównomierne ogrzanie
miejscowe przegrzanie

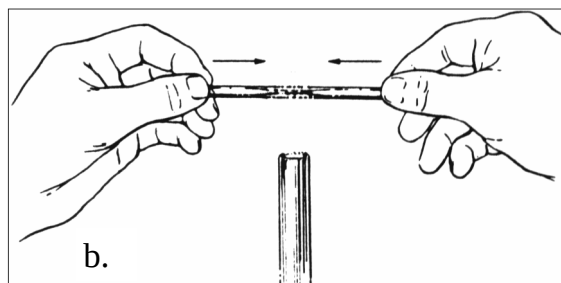


Rys. 43. Prawidłowe i nieprawidłowe przykłady zgiętych rurek

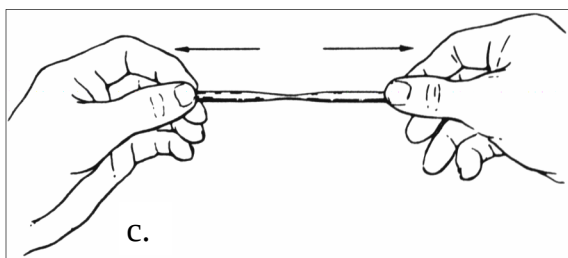
Rys. 44. Wykonywanie kapilar:



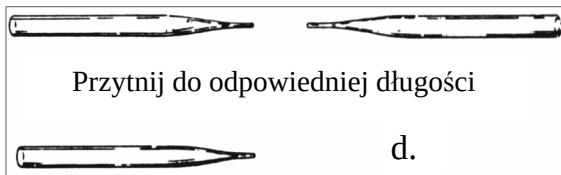
Obracając rozgrzewaj rurkę w płomieniu palnika aż zmięknie



Próbuj skrócić rurkę ściskając ją, aż ścianki rurki w miejscu ogrzewania będą około dwa razy grubsze



Wyjmij z płomienia palnika i szybko rozciągnij do takiej grubości jaką chcesz otrzymać



Obtapiamy końcówki nad palnikiem lub szlifujemy pilnikiem

32. Ogólne cele nauczania chemii w liceum

- Zrozumienie wszechstronności i znaczenia reakcji chemicznych w naszym otoczeniu
- Znajomość właściwości wybranych pierwiastków i związków chemicznych
- Umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń chemicznych
- Uświadomienie roli chemii w rozwoju cywilizacji na przestrzeni wieków
- Umiejętność dostrzegania znaczenia różnych substancji chemicznych i ich przemian w życiu codziennym
- Dostrzeganie zagrożeń skażenia środowiska naturalnego i wykształcenie postaw i działań proekologicznych
- Umiejętność planowania eksperymentu, jego wykonania, wyciągnięcia wniosków oraz dokonania opisu, co staje się obecnie bardzo ważnym elementem w różnego typu pracy, zawodowej, niekoniecznie związanej z chemią.

32.1. Ocenianie uczniów

Ważnym elementem procesu dydaktycznego jest ocena osiągnięć uczniów. Powinna ona dokonywać się w dwóch płaszczyznach. Pierwszym sposobem oceniania są tradycyjne formy sprawdzania i oceniania nabytych wiadomości i umiejętności. Stosowane są tu:

- sprawdziany ustne,
- sprawdziany pisemne w postaci testów wyboru, testów luk, testów interpretacji danych oraz zadania problemowe,
- referaty omawiające wybrane problemy, w formie w formie przypominającej wystąpienia na konferencji naukowej, a więc powinny trwać 15 - 20 minut i być ilustrowane foliogramami, a następnie prelegent powinien odpowiadać na pytania innych uczniów.

Drugim sposobem oceniania mogą być te metody, które w tradycyjnych systemach nauczania występują jeszcze wciąż dość rzadko. Należą do nich zadania praktyczne polegające na wykonywaniu przez ucznia określonych zadań

z zakresu analizy jakościowej i ilościowej, monitoring środowiska, a także przygotowanie pomocy dydaktycznych, na przykład dla uczniów gimnazjum.

Umiejętności uczniów można także badać, powołując zespoły problemowe, na przykład zespół twórców reklam radiowych i telewizyjnych, zespoły prawnicze, z fikcyjnym postępowaniem procesowym z udziałem sędziów, prokuratorów i obrońców oraz zespoły ekologiczne i inne. Może się здаwać, iż te nowoczesne metody ewaluacji mogą być trudniejsze do zrealizowania biorąc pod uwagę niewielką liczbę godzin przeznaczonych na nauczanie chemii, to jednak nie powinno się z nich rezygnować. Warto w tym celu dokonywać swoistego rodzaju korelacji i porozumiewania się z nauczycielami fizyki i biologii.

33. Opisy eksperymentów chemicznych

33.1. Dział 1. Podstawy chemii

Cele operacyjne działu 1

Po zakończeniu omawiania działu pierwszego i wykonaniu proponowanych doświadczeń uczeń powinien:

- zdawać sobie sprawę z ewolucyjnego i ciągłego postępu wiedzy dotyczącej budowy substancji, ich właściwości oraz przemian,
- znać nazwiska kilku uczonych, którzy szczególnie przyczynili się do rozwoju chemii,
- zdawać sobie sprawę z wpływu chemii na rozwój cywilizacji
- umieć odróżnić zjawisko fizyczne od reakcji chemicznej, a także podać i opisać słownie oraz za pomocą równań chemicznych kilka prostych reakcji chemicznych,
- podać objawy zachodzenia reakcji chemicznych na kilka wybranych przykładach,
- zaprojektować doświadczenie pozwalające wykazać różnice pomiędzy zjawiskiem fizycznym, a reakcją chemiczną,
- sformułować prawo zachowania masy, prawo stosunków stałych i wielokrotnych, oraz prawo Gay-Lussaca i prawo Avogadro,
- dostrzec różnice pomiędzy podstawowymi typami reakcji chemicznych syntezy, analizy i wymiany,
- wiedzieć czym różnią się mieszaniny od związków chemicznych oraz potrafić wykazać to doświadczalnie,
- wiedzieć, na czym polegają podstawowe metody rozdzielania mieszanin substancji chemicznych.

Komentarz dydaktyczny

Realizując treści programowe tego działu należy pamiętać, iż rozpoczyna się nim naukę chemii w liceum. Uczniowie kończący gimnazjum powinni dysponować zasobem wiedzy wystarczającym do płynnego przejścia do liceum i umieć pisać równania chemiczne, a także rozwiązywać wiele problemów rachunkowych. Wielu uczniów może mieć jednak braki w wiadomościach, wynikające choćby z realizacji w niektórych szkołach programu chemii w dwóch pierwszych klasach gimnazjum. Taka roczna przerwa może zaowocować sporymi lukami, nawet w podstawowym zakresie wiedzy. Dlatego też, z założenia, w pierwszym dziale wiadomości opisowe przeważają nad wiadomościami podawanymi językiem symboli i wzorów. Doświadczony nauczyciel powinien z łatwością wychwycić braki w zakresie posługiwania się symbolami i wzorami i spróbować nadrobić je. Wejście bez zbytej abstrakcji w zagadnienia tego dość trudnego przedmiotu jakim jest chemia, nie zniechęci uczniów do dalszej pracy. W kolejnych działach punkt ciężkości programu będzie przesuwiał się w stronę bardziej ścisłego przedstawiania problemów. Na początku nauczania chemii w liceum należy uzmysłowić uczniom, iż chemia jest nauką, którą najlepiej poznaje się przy pomocy doświadczeń.



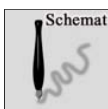
33.1.1. Spalanie magnezu w powietrzu i w tlenie

Przebieg eksperymentu

W pierwszym etapie doświadczenia otrzymujemy tlen z reakcji katalitycznego rozkładu roztworu nadtlenku wodoru. W tym celu montujemy zestaw składający się z kolby okrągłodennej pojemności 250 cm^3 , do której wprowadzamy 30 cm^3 30% roztworu nadtlenku wodoru (perhydrolu) i dodajemy 100 cm^3 wody.

Następnie do kolby dodajemy szczyptę tlenku manganu(IV) i szybko zamykamy wylot kolby korkiem z osadzoną w nim rurką szklaną zakończoną gumowym węzłem.

Zbieramy wydzielający się gaz w kolbach stożkowych, odwróconych dnem do góry metodą wypierania cieczy, których szyjki zanurzone są w krystalizatorze z wodą.



Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zachodzą po dodaniu tlenku manganu(IV) do roztworu nadtlenku wodoru?

.....

2. Jaka rolę pełni zastosowany tlenek w zachodzącej reakcji.

.....

3. Sprawdź, czy podczas reakcji tlenek manganu(IV) zużywa się. Do jakiego typu można zaliczyć przeprowadzoną reakcję ?

.....

4. Zapisz odpowiednie równanie reakcji chemicznej

.....

Wnioski:

.....

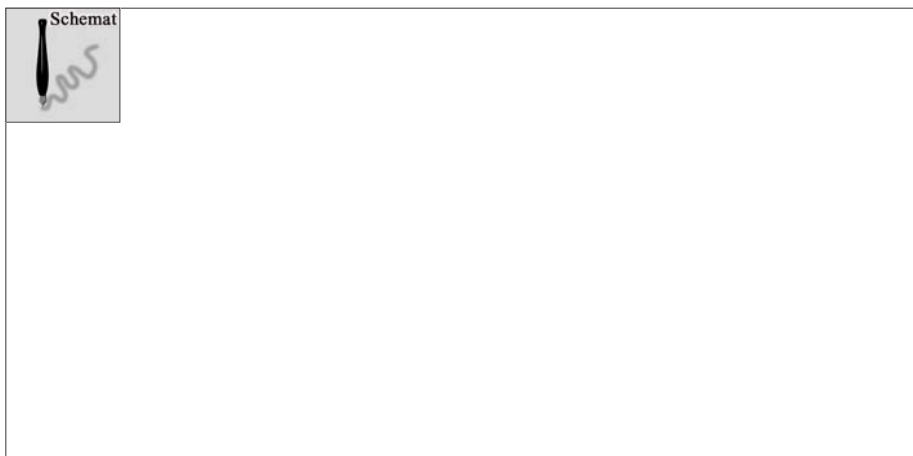
.....

.....

.....

.....

W drugiej części eksperymentu na stalowej łyżce do spalań umieszczamy wiórki magnezu lub przytwierdzamy do niej kawałek wstążki magnezowej. Następnie wiórki magnezowe ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego i obserwujemy, z jaką intensywnością zachodzi reakcja. Dalej



płonące wiórki magnezu wprowadzamy do kolby z zebranym tlenem. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy magnez reaguje z tlenem?.....
2. Czy istnieje różnica w energii reakcji utleniania magnezu w powietrzu i w tlenie?
.....
3. Jaką barwę wykazuje nowo powstały związek chemiczny i do jakiej grupy związków można go zaliczyć?
.....
4. Jak nazywa się gwałtowne reakcje utleniania?
.....
5. Napisz równanie reakcji magnezu z tlenem.
.....

Wnioski:

.....

.....



33.1.2. Synteza siarczku żelaza(II)

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy mieszaninę złożoną ze sproszkowanej siarki i opiłków żelaza, biorąc 7 części wagowych żelaza i 4 części wagowe siarki (np. 14 g Fe i 8 g S). Mieszaninę należy dobrze wymieszać, a następnie wsypujemy ją do próbówki. Probówkę ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego trzymaną w drewnianej łapie do probówek. Po zakończeniu reakcji zbadaj za pomocą magnesu „właściwości magnetyczne” otrzymanego produktu i przeprowadź próby palności produktu reakcji.

Spostrzeżenia:

1. Jaki proces przebiega w próbówce?.....
2. Czy jest to proces egzo- czy endotermiczny? W jaki sposób można to stwierdzić?
.....
3. Do jakiego typu można zaliczyć tę reakcję?.....

4. Napisz odpowiednie równanie reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

Następnie powtarzamy doświadczenie przygotowując mieszaninę złożoną z 4 g siarki i 10 g żelaza. Umieszczamy ją w innej probówce i ogrzewamy do rozpoczęcia reakcji. Po ostudzeniu rozkruszamy powstałą substancję i badamy utworzone produkty reakcji za pomocą magnesu i na palność.

Spostrzeżenia:

1. Dlaczego w produkcie reakcji stwierdzić można obecność żelaza, przy jednoczesnym braku siarki?

.....

2. Według jakiego prawa przebiegła w probówce reakcja chemiczna ?

.....

3. Jaki byłby skład produktów reakcji, gdyby w doświadczeniu użyć 6 g siarki i 7 g żelaza?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

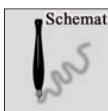
.....



33.1.3. Rozkład termiczny zasadowego węglanu miedzi(II)

Przebieg eksperymentu

W suchej zważonej probówce odważamy około 0,2 g zasadowego węglanu miedzi(II). Trzymając probówkę w łapie ogrzewamy jej dno w płomieniu palnika, zwracając uwagę na zachodzące wewnątrz zmiany. Podczas ogrzewania probówka powinna być ustawiona w pozycji poziomej. Po ukończeniu ogrzewania ważymy probówkę i określamy masę pozostałej w niej substancji.



Spostrzeżenia:

1. Jaką barwą charakteryzuje się powstały w probówce związek chemiczny?
2. Jak uzasadnić, że podczas ogrzewania badanego węglanu zachodzi przemiana chemiczna?
.....
3. Do jakiego typu reakcji chemicznych można zaliczyć tę reakcję?
.....
4. Wskaż substraty i produkty tej reakcji i napisz odpowiednie równanie.
.....
.....

Wnioski:

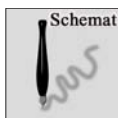
.....



33.1.4. Rozkład zasadowego węglanu miedzi(II) z pochłanianiem produktów rozkładu

Przebieg eksperymentu

Montujemy zestaw składający się z probówki z korkiem z rurką odprowadzającą. Następnie umieszczamy w probówce niewielką ilość zasadowego węglanu miedzi(II), a w niewielkiej zlewce kilka cm^3 wody wapiennej. Koniec rurki szklanej zanurzamy w roztworze wody wapiennej i rozpoczynamy ogrzewanie probówki z węglanem. Zwracamy uwagę na zachodzące zmiany. Po upływie kilku minut przerywamy ogrzewanie. Wstrząsamy lekko zawartością probówki i obserwujemy zmiany zachodzące w wodzie wapiennej.



Spostrzeżenia:

1. Sprawdź czy masa otrzymanego produktu różni się od masy użytego w doświadczeniu substratu.

.....

2. Określ liczbę produktów powstających podczas ogrzewania zasadowego węglanu miedzi(II).

.....

3. Napisz równanie reakcji mętnienia wody wapiennej.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....


33.1.5. Rozkład termiczny dichromianu(VI) amonu (imitacja wybuchu wulkanu)
Przebieg eksperymentu

Odważamy około 15 g dichromianu(VI) amonu i usypujemy z niego stożek na środku dna zlewki, posługując się w tym celu lejkiem. Następnie wycinamy niewielki pasek z bibuły filtracyjnej i nanosimy na jego powierzchnię kilka kropel alkoholu etylowego tak, aby bibuła nim nasiąkła. W ten sposób przygotowany pasek bibuły umieszczamy w centrum stożka. Z kolei za pomocą zapalanej zapalniczki, trzymanej w szczypcach, podpalamy bibułę. Zlewkę pozostawiamy otwartą.

Obserwujemy zmiany towarzyszące reakcji.

Spostrzeżenia:

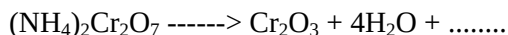
1. Jakie zjawiska fizyczne towarzyszą obserwowanej reakcji chemicznej?

.....

2. Jaką barwę przyjmuje powstający produkt reakcji?.....

3. Dlaczego produkty reakcji wykazują znaczną objętość? Odpowiedź uzasadnij i dokończ równanie tej reakcji:

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....



33.1.6. Powstawanie dymów salmiaku (chlorku amonu)

Przebieg eksperymentu

Do dwóch parownic umieszczonych na przeciwstawnych końcach dygestorium nalewamy po 10 cm³ stężonych roztworów: amoniaku i kwasu solnego. Następnie parownice powoli zbliżamy do siebie.

Spostrzeżenia:

1. Co dzieje się podczas zbliżania do siebie parownic z roztworem amoniaku i roztworem kwasu solnego?

.....

2. Jakiego typu reakcja zaszła w omawianym przypadku?

.....

3. Jaką barwę ma produkt reakcji powstały z substratów gazowych?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.1.7. Reakcje węglanów z rozcieńczonymi kwasami

Przebieg eksperymentu

Do probówek z próbkami węglanów, takich jak: węglan sodu, węglan potasu, węglan miedzi(II), węglan kobaltu(II) i węglan magnezu dodajemy po 5 cm³ wody i kolejno po kilka kropel 10% roztworu kwasu solnego. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy wybrane sole w jednakowy sposób rozpuszczają się w wodzie?

.....

2. W jaki sposób reagują badane węglany z kwasem solnym?

.....

3. Jaką barwą charakteryzują się powstałe produkty reakcji?

.....

4. Napisz odpowiednie równania reakcji chemicznych

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

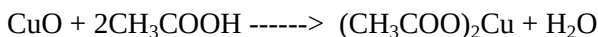
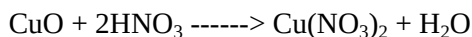
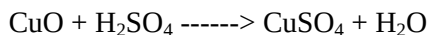
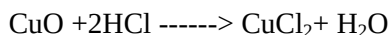
.....



33.1.8. Reakcja tlenku miedzi(II) z kwasem siarkowym(VI), kwasem solnym, azotowym(V) i kwasem octowym

Przebieg eksperymentu

Do czterech probówek wlewamy po kilka centymetrów sześciennych wody, a następnie do każdej z nich dodajemy po 1 cm³ wymienionych wyżej kwasów i wsypujemy szczyptę tlenku miedzi(II). Następnie probówki ogrzewamy kolejno przez chwilę nad płomieniem palnika, i pozostawiamy w statywie. Po opadnięciu nadmiaru tlenku miedzi(II) każdy roztwór wykazuje barwę charakterystyczną dla soli miedzi(II).



Spostrzeżenia:

1. Czy wszystkie z zastosowanych kwasów reagują z tlenkiem miedzi(II)?

.....

2. Jaką barwę przyjmują roztwory powstałych soli w probówkach nad osadem tlenku miedzi(II)?

.....

3. Wyjaśnij, dlaczego we wszystkich przypadkach omawianych reakcji w tym doświadczeniu powstają cząsteczki wody?

.....

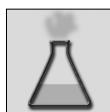
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.1.9. Sporządzanie mieszaniny soli kamiennej, piasku, kredy i opilków żelaza

Przebieg eksperymentu

Do wysokiego cylindra pojemności 500 cm^3 wlewamy około 350 cm^3 wody i sporządzamy mieszaninę, sypiąc kolejno łopatką sól kamienną, drobny piasek, sproszkowaną kredę i bardzo drobne opilki żelaza. Następnie wstrząsamy zawartość cylindra, uprzednio zamykając go korkiem. Stawiamy cylinder i obserwujemy zachowanie się ziaren substancji zawieszonych w cieczy.

Spostrzeżenia:

1. Dlaczego można stwierdzić, że powstała mieszanina jest mieszaniną niejednorodną?

.....

2. Wyjaśnij przyczynę opadania różnych cząstek tej mieszaniny z różną szybkością.

.....

3. Czy ciecz nad osadem jest klarowna. Odpowiedź uzasadnij.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.1.10. Rozdzielanie sporządzonej mieszaniny

A. Przebieg eksperymentu

1. Najpierw ostrożnie zlewamy ciecz z nad osadu z poprzedniego doświadczenia do dużej zlewki. Osad pozostały w cylindrze zalewamy kilkakrotnie małymi porcjami wody i po wymieszaniu, zlewamy mętną wodę do przygotowanej zlewki. Czynność tę powtarzamy tak długo, aż woda w cylindrze po opadnięciu ziaren piasku i opiłków będzie czysta. Przenosimy osad (mieszaninę piasku i opiłków żelaznych) z cylindra na bibułę i suszymy.

2. Do mieszaniny piasku i opiłków żelaznych zbliżamy magnes.

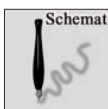
Obserwujemy zachodzące zjawisko

3. Biała zawiesina w zlewce powoli opada. Na dnie zlewki osadzają się grubsze ziarenka kredy. Lekko mleczną ciecz zlewamy z nad osadu - dekantujemy. Delikatną zawiesinę kredy sączymy przez bibułę filtracyjną na lejku. Przesącz zebrany w zlewce jest mieszaniną - wodnym roztworem soli. Na bibule pozostaje osad drobnych ziaren kredy, które po wysuszeniu bibuły (usunięciu wody) zbieramy na szkiełku zegarkowym.

4. Ogrzewamy w parownicy część otrzymanego roztworu soli.

B. Rozdzielanie mieszaniny wody z mulem i piaskiem za pomocą sączka z bibuły

Do zlewki z wodą wsypujemy mieszaninę bardzo drobnego piasku i żwiru, dokładnie mieszamy całość bagietką szklaną. Obserwujemy, jakie zmiany zachodzą w mieszaninie po pewnym czasie.



Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób można rozdzielić składniki mieszaniny niejednorodnej, w której część składników ulega rozpuszczeniu w wodzie, a niektóre z nich tworzą zawiesinę lub opadają na dno naczynia?

.....

.....

2. Jaki proces fizyczny nazywamy sedymentacją a jaki dekantacją?

.....

.....

3. Narysuj schemat podstawowego zestawu do sączenia zawiesin.

4. Zaproponuj, jak inaczej można rozdzielić składniki tej mieszaniny

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.1.11. Destylacja wody wodociągowej****Przebieg eksperymentu**

Należy rozdzielić jednorodną mieszaninę, jaką stanowi woda wodociągowa na tworzące ją składniki. Zaproponuj taki sposób oddzielenia składników badanej mieszaniny, aby również wodę, jako jeden ze składników mieszaniny, oddzielić i zebrać w osobnym naczyniu. Do destylacji wody stosujemy kolbę destylacyjną okrągłodenną pojemności 250 cm³, chłodnicę wodną, odbieralnik oraz węże gumowe do podłączenia obiegu wody. Kolbę umieszczamy w statywie i łączymy jej boczną rurkę z chłodnicą nie podłączoną do kranu z wodą chłodzącą. Do połowy objętości kolby destylacyjnej nalewamy wody wodociągowej i zamykamy szczelnie jej wylot korkiem (z termometrem). Pod wylot chłodnicy ustawiamy zlewkę pełniącą rolę odbieralnika. Do

kolby z wodą wrzucamy kilka kawałków porcelanki i zawartość kolby ogrzewamy do wrzenia. Obserwujemy zachodzące zmiany. Drugą część doświadczenia prowadzimy w ten sam sposób, lecz w tym przypadku przez chłodnicę przepuszczamy wodę chłodzącą. Obserwujemy przebieg eksperymentu.

Spostrzeżenia:

1. Na czym polega proces destylacji wody?

.....

2. Jaką rolę pełni woda chłodząca w procesie destylacji i w jaki sposób powinna ona być podłączona w stosunku do kierunku przemieszczania się par substancji wrzącej?

.....
.....

3. Dlaczego można powiedzieć, że woda z kranu jest mieszaniną jednorodną?

.....
.....

Wnioski:

.....
.....
.....
.....

33.2. Dział 2. Obliczenia chemiczne

Cele operacyjne działu drugiego

Po zakończeniu omawiania działu drugiego uczeń powinien:

- znać pojęcie mola i rozumieć celowość jego wprowadzenia,
- umieć zinterpretować w konwencji molowej równania reakcji chemicznych,
- rozwiązywać proste zadania rachunkowe związane z molową interpretacją równań chemicznych,
- znać treść prawa Avogadro,
- wiedzieć, co to jest objętość molowa i potrafić zdefiniować warunki normalne,
- umieć porównać gęstości różnych gazów i określić, które z nich są cięższe, a które lżejsze od powietrza w tych samych warunkach,
- rozwiązywać proste zadania rachunkowe związane z obliczeniem objętości gazów,
- umieć zinterpretować krzywe rozpuszczalności różnych substancji w funkcji temperatury,
- wiedzieć, jakie mogą być efekty cieplne i objętościowe procesu rozpuszczania i zdawać sobie sprawę z wynikających z tego konsekwencji praktycznych,
- rozumieć pojęcie stężenia procentowego i molowego oraz rozwiązywać proste problemy rachunkowe związane z ilościowym określeniem stężenia roztworów,
- rozumieć pojęcia roztworu stężonego i rozcieńczonego oraz nasyconego i nienasyconego, a także znać możliwości przejścia od roztworu nasyconego do nienasyconego i odwrotnie.

Komentarz dydaktyczny

W dziale tym zawartych jest dużo wiadomości teoretycznych, a także zadania rachunkowe. Te ostatnie stanowią pewną trudność dla wielu uczniów. Warto więc przyjąć zasadę, aby rozwiązywać te problemy rachunkowe, które przede wszystkim ilustrują pewne idee chemiczne, odchodząc od tych, które obok znajomości zagadnień chemicznych "sprawdzają umiejętności" arytmetyczne. Te same reguły rozwiązywania stosuje się do zadań, w których podane masy łatwo dzieli się przez masę molową, a podane objętości stanowią wielokrotność $22,4 \text{ dm}^3$ itd., jak do zadań, w których obliczane wielkości są liczbami ułamkowymi. Można uważać, iż ten pierwszy rodzaj zadań jest bardziej "przyjazny" dla ucznia. Omawiany dział tematyczny warto uatrakcyjnić nie rezygnując z doświadczeń dotyczących rozpuszczalności, ponieważ urozmaicają one teoretyczne treści działu.



33.2.1. Ciepło rozpuszczania

Przebieg eksperymentu

1. Do zlewki (o objętości ok. 100 cm^3) nalewamy 25 cm^3 wody destylowanej o temperaturze pokojowej, mierzymy za pomocą termometru temperaturę i wsypujemy do wody 27 g azotanu(V) amonu NH_4NO_3 . Po wymieszaniu roztworu bagietką szklaną mierzymy ponownie temperaturę roztworu.

2. Do zlewki (o objętości ok. 500 cm^3) nalewamy ok. 100 cm^3 wody destylowanej. Po zmierzeniu jej temperatury termometrem dolewamy powoli i ostrożnie (ciągle mieszając) ok. 20 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI). Mierzmy temperaturę powstałego roztworu.

Spostrzeżenia:

1. O czym świadczy zmiana temperatury roztworów?

.....

2. Spróbuj wyjaśnić, dlaczego w pierwszej zlewce nastąpiło obniżenie, a w drugiej podwyższenie temperatury roztworu?

.....

3. Określ, na czym polega proces egzotermiczny i endotermiczny oraz czym one się różnią?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.2. Przygotowanie koloidalnego roztworu wodorotlenku żelaza(III) oraz kalafonii

Przebieg eksperymentu

1. Do około 100 cm³ wrzącej wody (w zlewce lub kolbie stożkowej) wkraplamy powoli rozcieńczony wodny roztwór chlorku żelaza(III) FeCl₃. Ciecz przybiera coraz bardziej intensywne czerwono-brunatne zabarwienie, podczas gdy roztwór chlorku żelaza(III) miał barwę żółtą. Powstaje koloidowy roztwór wodorotlenku żelaza(III).

2. Szczypkę kalafonii (ok. 0,1 g) rozpuszczamy w 20 cm³ etanolu (może być skażony) lub w 20 cm³ metanolu. Alkoholowy roztwór kalafonii wlewamy do ok. 500 cm³ wody destylowanej i dokładnie całość mieszamy.

Spostrzeżenia:

1. Dlaczego w doświadczeniu tworzy się mleczny, koloidowy roztwór kalafonii?

.....

2. Jaką metodą tworzy się w tym przypadku rozdrobnienie koloidowe: dyspersji czy łączenia?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

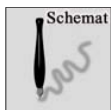


33.2.3. Obserwacja efektu Tyndalla

Przebieg eksperymentu

W wysokiej zlewce lub prostopadłościennym naczyniu szklanym umieść roztwór koloidowy kalafonii lub wodorotlenku żelaza(III). Oświetl go z boku silną żarówką, stosując odpowiednią osłonę z czarnego papieru wykorzystując w tym celu prosty rzutnik przezroczysty. Obserwuj stożek Tyn-

dalla w badanym układzie i uwidaczniające się w nim świecące punkty. Dla porównania oświetl naczynie z wodą destylowaną oraz z roztworami rzeczywistymi, np. z roztworem chlorku sodu lub dwuchromianu(VI) potasu.

**Spostrzeżenia:**

1. Dlaczego w roztworach koloidalnych powstaje charakterystyczny stożek świetlny?

.....

2. Czy podobny efekt osiąga się w roztworach rzeczywistych?

.....

Czy w tym przypadku występuje efekt Tyndalla?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.4. Peptyzacja koloidu odwracalnego

Przebieg eksperymentu

Do 10% roztworu amoniaku lub węglanu amonu dodajemy tę samą objętość i o takim samym stężeniu (najlepiej 10% roztworu) chlorku żelaza(III). Wytrąca się brunatny osad $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Osad przemywamy trzykrotnie przez dekantację wodą destylowaną. Do przemytego w ten sposób osadu wodorotlenku żelaza(III) dodajemy 30% roztworu chlorku żelaza(III) i całość silnie mieszamy w ciągu kilku minut. Osad ulega rozdrobnieniu i tworzy się roztwór barwy brunatnej - zol wodorotlenku żelaza(III).

Peptyzujące działanie wody jest tutaj wspomagane obecnością wolnych jonów Fe^{3+} pochodzących z FeCl_3 . Wodorotlenek żelaza(III) jest koloidem o ładunku dodatnim wskutek adsorpcji jonów Fe^{3+} z roztworu. Obecność jonów Fe^{3+} wpływa więc korzystnie na proces peptyzacji.

Spostrzeżenia:

1. Jakie zaszły zmiany oraz na czym polega proces peptyzacji koloidu odwracalnego?

.....

2. Jaką rolę w tym pełni procesie woda?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.5. Otrzymywanie emulsji benzenu w wodzie

Przebieg eksperymentu

Do cylindra lub kolby stożkowej (z dopasowanym korkiem) wlewamy ok. 50 cm^3 wody, dodajemy do niej ok. 10 cm^3 benzenu i energicznie wstrząsamy. Otrzymujemy emulsję benzenu w wodzie. Następnie przerywamy wstrząsanie mieszaniny. Obserwujemy powstałe zmiany. Do tej samej

mieszaniny dodajemy ok. 10 cm³ 2% roztworu mydła i ponownie energicznie wstrząsamy. Obserwujemy zachodzące zjawisko.

Spostrzeżenia:

1. Czy benzen miesza się z wodą?

.....

2. Co dzieje się z mieszaniną podczas jej wytrząsania, oraz jaki efekt powstaje gdy przerywamy wytrząsanie.

.....

3. Jaką rolę pełni roztwór mydła dodany do mieszaniny benzenu z wodą

.....

4. Spróbuj wyjaśnić, dlaczego i w jaki sposób emulgatory jak np. mydło stabilizują emulsje?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.2.6. Badanie odczynu różnych roztworów za pomocą wskaźników****Przebieg eksperymentu**

Do dziewięciu ponumerowanych, ustawionych w statywie, czystych probówek wlewamy kolejno do połowy objętości; do probówek nr 1, 2, 3 wodę destylowaną, do probówek nr 4, 5, 6 roztwór kwasu (H₂SO₄, HNO₃, lub HCl), do probówek nr 7, 8, 9 roztwór wodorotlenku sodu. Następnie do probówek nr 1, 4, 7 dodajemy kilka kropel lakmusu lub zanurzamy na chwilę papierek lakmusowy (pasek bibuły filtracyjnej nasyczonej roztworem lakmusu), obserwując wynik. Do probówek nr 2, 5, 8 dodajemy kilka kropel oranżu metylowego, a do probówek nr 3, 6, 9 kilka kropel fenoloftaleiny. Notujemy zmiany zabarwienia wody i roztworów kwasu oraz zasady, wpisując je do zeszytu.

Spostrzeżenia:

1. Jak zabarwiają się wskaźniki w badanych roztworach kwasów i zasad?
.....
2. Na czym polega działanie wskaźników?
.....
3. Do jakiego typu związków organicznych można zaliczyć badane wskaźniki?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.2.7. Oznaczanie pH rozcieńczonych roztworów kwasu i zasady****Przebieg eksperymentu**

Za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego (lub pH-metru) badamy pH roztworu kwasu solnego o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$. Następnie z tego roztworu pobieramy pipetą dokładnie 5 cm^3 i przenosimy do kolby miarowej o objętości 50 cm^3 . Kolbę dopełniamy wodą destylowaną do kreski. Otrzymujemy w ten sposób roztwór o stężeniu dziesięciokrotnie mniejszym. Badając pH — stwierdzamy, że różni się ono o około jednostkę od pH roztworu pierwotnego. W podobny sposób rozcieńczamy roztwór wyjściowy, otrzymując stężenie 100, a następnie 1000 razy mniejsze od stężenia początkowego i mierzymy pH. Analogicznie, mierzymy pH roztworu NaOH o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$, a następnie roztwór rozcieńczamy, otrzymując stężenie 0,01; 0,001; 0,0001 mol/dm^3 i mierzymy pH każdego z otrzymanych roztworów.

Spostrzeżenia:

1. Jaki wpływ na wartość pH roztworów ma stężenie substancji rozpuszczonej?
Odpowiedź uzasadnij przykładami.

.....

.....

Wnioski:

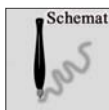
.....

.....

.....

**33.2.8. Doświadczalne porównywanie gęstości różnych gazów****Przebieg eksperymentu**

W bańkach mydlanych lub gumowych balonikach zbieramy takie gazy jak: dwutlenek węgla, wodór, tlen i metan. Obserwujemy zachowanie się baniek napełnionych poszczególnymi gazami.

**Spostrzeżenia:**

1. Na podstawie szybkości unoszenia się lub opadania baniek mydlanych napełnionych poszczególnymi gazami określ gęstość gazów względem powietrza.

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.2.9. Określenie zdolności do rozpuszczania się różnych substancji w wodzie w zbliżonych warunkach.

Badanie rozpuszczalności różnych substancji w wodzie

Przebieg eksperymentu

Do probówek z około 10 cm^3 wody wsypujemy kolejno po około 1 g wymienionych soli tj. chlorku sodu, siarczanu(VI) miedzi(II), siarczanu(VI) magnezu, siarczanu(VI) wapnia, siarczanu(VI) baru, węglanu wapnia i manganianu(VII) potasu. Następnie dokładnie mieszamy zawartości wszystkich probówek i odstawiamy je do statywu. Obserwujemy, jakie zmiany zaszły w poszczególnych probówkach.

Spostrzeżenia:

1. Które z badanych soli dobrze rozpuszczają się w wodzie, a które są nierozpuszczalne?.....

.....

2. Czy wszystkie z badanych soli tworzą bezbarwne roztwory?

.....

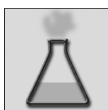
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.10. Badanie rozpuszczalności jednakowych ilości różnych soli w tej samej masie wody i w tej samej temperaturze

Przebieg eksperymentu

Do pięciu probówek wsypujemy kolejno po 3 g: do probówki pierwszej chlorku sodu; do drugiej siarczanu (VI) miedzi (II), do trzeciej węglanu magnezu; do czwartej azotanu (V) potasu, a do piątej siarczanu (VI) wapnia. Następnie do każdej probówki wlewamy dokładnie po 10 cm^3 wody o temperaturze pokojowej i zawartość każdej z nich mieszamy bagietką. Probówki pozostawiamy nieruchome na jakiś czas w statywie, po czym obserwujemy zmiany, jakie w nich zaszły.

Spostrzeżenia:

1. Które z soli tworzą w badanych warunkach klarowne roztwory? O czym to świadczy?

.....

2. Czy rozpuszczalność różnych substancji w wodzie zależy od rodzaju soli?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.2.11. Badanie rozpuszczalności wybranych substancji w wodzie w różnych temperaturach****Przebieg eksperymentu**

W dwóch probówkach umieszczamy po jednym kryształku siarczanu (VI) miedzi(II). Następnie do jednej probówki wlewamy określoną objętość zimnej wody, a do drugiej - taką samą ilość wody gorącej. Obserwujemy zmiany zachodzące w obu probówkach.

Spostrzeżenia:

1. Czy temperatura może wpływać na szybkość rozpuszczania substancji stałej w wodzie?

.....

2. Jakie warunki należy zachować prowadząc to doświadczenie, aby badać wpływ tylko temperatury na rozpuszczanie się substancji stałej w wodzie?

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.12. Strącanie chlorku ołowiu(II) w różnych temperaturach

Przebieg eksperymentu

Do 10 cm^3 0,1 m roztworu azotanu(V) ołowiu(II) ogrzanego w probówce na łaźni wodnej do temp. ok. 80°C dodajemy 10 cm^3 0,2 m roztworu kwasu solnego o tej samej temperaturze. Obserwujemy, czy zachodzi reakcja chemiczna. Następnie utworzoną mieszaninę chłodzimy w zimnej wodzie i badamy, czy w roztworze zachodzą jakieś zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jaki zaobserwowano efekt reakcji na gorąco?

.....

2. Czy oziębienie powstałej mieszaniny powoduje określone zmiany? Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

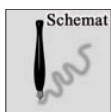
.....



33.2.13. Badanie zmiany objętości w procesie rozpuszczania

Przebieg eksperymentu

Do cylindra o pojemności 250 cm^3 wlewamy 100 cm^3 glicerolu, a następnie delikatnie po ściankach cylindra wlewamy 100 cm^3 wody, tak aby obie ciecz nie uległy zmieszaniu. Zaznaczamy pisakiem na zewnętrznej stronie cylindra poziom glicerolu i górny poziom wody. Następnie zawartość cylindra mieszamy i sprawdzamy górny poziom cieczy.

**Spostrzeżenia:**

1. Czy glicerol miesza się z wodą?

.....

2. Jak zmienił się górny poziom cieczy w cylindrze po zmieszaniu obu cieczy?

.....

3. O czym to świadczy?

.....

4. Co to znaczy, że materia ma budowę ziarnistą, czyli nieciągłą?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.2.14. Krystalizacja siarczanu(VI) sodu****Przebieg eksperymentu**

Wsypujemy do zlewki 50 g siarczanu(VI) sodu i wlewamy do niej 50 cm³ wody. Zawartość zlewki ogrzewamy do temperatury 47°C, po czym na gorąco sączymy roztwór do kolby stożkowej. Następnie wylot kolby zatykamy zwitkiem waty i ponownie ogrzewamy roztwór, aż do jego wrzenia. Z kolei bardzo ostrożnie, unikając wstrząsów, odstawiamy naczynie do

ostygnięcia do temperatury pokojowej. Po ochłodzeniu się roztworu wyjmujemy z kolby bardzo ostrożnie zwitek waty i do roztworu wrzucamy dwa małe kryształki 10-wodnego siarczanu(VI) sodu.



33.2.15. Wydzielanie kryształów substancji rozpuszczonej z roztworu przesyconego

Przebieg eksperymentu

Do dwu zlewek wlewamy kolejno po 100 cm³ wody i do każdej z nich dodajemy po 100 g bezwodnego octanu sodu. Obie zlewki podgrzewamy do wrzenia, aż do całkowitego rozpuszczenia się octanu sodu. Następnie przerywamy ogrzewanie i pozostawiamy zlewki z roztworami do wystygnięcia, zwracając uwagę na to, aby w tym czasie roztworów nie poruszać. Po wystygnięciu roztworów, do jednego z nich wrzucamy mały kryształek octanu sodu, a do drugiego wkładamy bagietkę szklaną i lekko pocieramy nią o ścianki zlewki. Obserwujemy, jakie powstają zmiany. Próbuje wyjaśnić, co jest przyczyną zachodzącego zjawiska, wykorzystując w tym celu znajomość różnej rozpuszczalności octanu sodu w wodzie.

Spostrzeżenia:

1. Jakie efekty przyniosło w obu przypadkach ochłodzenie roztworów badanych soli?

.....

2. Co nazywamy roztworem nasyconym i przesyconym substancji stałej w wodzie?

.....

3. W jaki sposób można zainicjować krystalizację soli z roztworu oraz jakie powinny być spełnione warunki krystalizacji?

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.2.16. Badanie efektów cieplnych rozpuszczania wodorotlenku sodu i azotanu(V) amonu w wodzie

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy około 15 cm^3 wody i sprawdzamy jej temperaturę, a następnie wsypujemy do niej kilka pastylek wodorotlenku sodu i rozpuszczając go, badamy, jak zmienia się temperatura powstałego roztworu. Do drugiej probówki w podobny sposób wlewamy 15 cm^3 wody, badamy jej temperaturę i wsypujemy 4 g azotanu(V) amonu, rozpuszczając go w wodzie. Również badamy, jaki efekt energetyczny towarzyszy jego rozpuszczaniu się w wodzie. Dotykamy ręką dna probówki.

Spostrzeżenia:

1. Jaki efekt cieplny towarzyszył rozpuszczaniu wodorotlenku sodu w wodzie?

.....

2. Czy podobny efekt energetyczny towarzyszy rozpuszczaniu azotanu(V) amonu w wodzie?

.....

3. Wyjaśnij, jakie procesy fizyczne są przyczyną zmian temperatury podczas rozpuszczania różnych substancji w wodzie. Co to jest energia hydratacji i solwatacji oraz jaki wpływ mają te dwa rodzaje energii na końcowy efekt cieplny rozpuszczania substancji stałej w wodzie?

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....



33.2.17. Badanie efektów cieplnych rozpuszczania stężonego kwasu siarkowego(VI) i tiosiarczanu(VI) sodu w wodzie

Przebieg eksperymentu

Do dwu zlewek pojemności 250 cm^3 wlewamy po 100 cm^3 wody o temperaturze 20°C . Następnie do pierwszej zlewki dodajemy ostrożnie pipetą 20 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI). Roztwór mieszamy dokładnie bagietką szklaną i badamy termometrem temperaturę powstałego roztworu. Następnie do drugiej zlewki z wodą dodajemy 20 g odważonego pięciowodnego tiosiarczanu(VI) sodu i mieszając intensywnie bagietką szklaną rozpuszczamy go w wodzie. Po całkowitym rozpuszczeniu się soli w wodzie również badamy temperaturę powstałego roztworu.

Spostrzeżenia:

1. Jak zmieniła się temperatura roztworu kwasu siarkowego(VI) w wodzie w stosunku do początkowej temperatury wody?

.....

2. Czy w podobny sposób zmieniła się temperatura roztworu tiosiarczanu(VI) sodu?

3. Wyjaśnij, dlaczego w obu próbach efekty cieplne rozpuszczania badanych substancji w wodzie są odmienne?

.....

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.2.18. Badanie wpływu stopnia rozdrobnienia substancji stałej na szybkość rozpuszczania w wodzie

Przebieg eksperymentu

Wybieramy dwa duże, o podobnej wielkości, kryształy siarczanu(VI) miedzi(II). Jeden z nich wkładamy do probówki, a drugi

rozcieramy w porcelanowym moździerzu i powstały proszek również przenosimy do drugiej probówki. Następnie do probówek dodajemy jednakową ilość wody o tej samej temperaturze i wstawiamy probówki do statywu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy woda znajdująca się w probówkach nad kryształami siarczanu(VI) miedzi(II) ulega zabarwieniu?

.....

2. O czym świadczy pojawiająca się barwa wody w probówkach?

.....

3. W której probówce roztwór zabarwia się intensywniej?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.3. Dział 3. Reakcje w roztworach wodnych

Cele operacyjne działu 3

Po zakończeniu omawiania działu 3 uczeń powinien:

- zdefiniować różnice między elektrolitami i nieelektrolitami oraz podać przykłady substancji należących do każdego z tych grup,
- znać wielkości charakteryzujące moc elektrolitów,
- umieć scharakteryzować pod względem strukturalnym podstawowe grupy związków nieorganicznych i podać przykłady substancji należących do każdego z tych grup,
- na przykładach reakcji zobojętniania wyjaśnić, jakie istnieją różnice między cząsteczkowym, a jonowym zapisem równań reakcji chemicznych, umieć zapisać skrócone jonowe równania reakcji,
- rozumieć pojęcie wskaźnika, znać przykłady kilku wskaźników naturalnych i syntetycznych i potrafić je zastosować,
- wiedzieć, co to jest skala pH oraz świadomie się nią posługiwać,
- znać pojęcie hydrolizy, potrafić zapisywać przykłady równań reakcji tego typu, umieć przewidywać odczyn roztworów wodnych różnych soli, znając ich wzór chemiczny,
- rozumieć, na czym polega reakcja wytrącania soli, umieć zapisać przykładowe równania reakcji wytrącania w postaci cząsteczkowej i jonowej (jony charakterystyczne), znać przykłady,
- soli łatwo- i trudno rozpuszczalnych w wodzie, umieć posługiwać się tabelą rozpuszczalności,
- wiedzieć, dlaczego nie zawsze zmieszanie roztworów soli prowadzi do wytrącenia osadu.

Komentarz dydaktyczny

Omawiany dział zawiera treści dotyczące właściwości podstawowych grup związków nieorganicznych. W trakcie realizacji zagadnień dotyczących dysocjacji elektrolitycznej należy zwrócić uwagę na to, jak prosta obserwacja (przewodzenie bądź nieprzewodzenie prądu elektrycznego przez roztwory substancji) może doprowadzić do powstania teorii o fundamentalnym znaczeniu. Przy omawianiu miar mocy elektrolitów nie powinno się zwracać zbyt dużej uwagi na teorię i wzory, za to skoncentrować się na praktycznym znaczeniu mocy elektrolitów. Pozostałe zagadnienia tego rozdziału można potraktować jako atrakcyjną podstawę do doświadczeń. Wybór doświadczeń jest na tyle bogaty, iż każdy może bez trudu wybrać z nich te, które w jego przypadku będą możliwe do przeprowadzenia.

Warto także zwrócić uwagę na powszechność występowania soli w przyrodzie i ich różnorodne zastosowanie praktyczne.

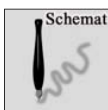


33.3.1. Wpływ środowiska reakcji na redukcję anionu manganianowego(VII) MnO_4^-

Przebieg eksperymentu

Do probówki dodajemy 2 cm^3 wody, 4 cm^3 $0,1\text{M}$ roztworu manganianu(VII) potasu oraz 2 cm^3 1M roztworu siarczanu(IV) sodu. Do drugiej probówki dodajemy 2 cm^3 1M roztworu kwasu siarkowego(VI), 4 cm^3 $0,1\text{M}$ roztworu manganianu(VII) potasu i 2 cm^3 1M roztworu siarczanu(IV) sodu. Do probówki trzeciej dodajemy 4 cm^3 $0,1\text{M}$ roztworu manganianu(VII) potasu, 2 cm^3 1M roztworu siarczanu(IV) sodu oraz 10 cm^3 1M roztworu wodorotlenku sodu.

Obserwujemy zmiany barwy w poszczególnych probówkach



Spostrzeżenia:

1. Oceń stopień utlenienia atomów manganu na podstawie barwy powstałych produktów.

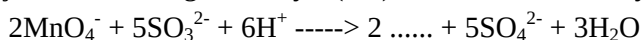
.....

2. Scharakteryzuj wpływ pH roztworu na proces utleniania-redukcji jonów manganianowych(VII).

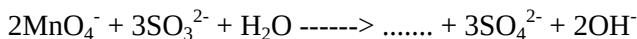
.....

3. Scharakteryzuj przebieg reakcji. Uzupełnij podane niżej równania odpowiednich reakcji.

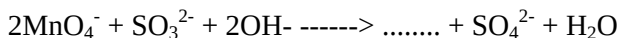
Reakcja anionów manganianowych(VII) w środowisku kwaśnym:



Reakcja anionów manganianowych(VII) w środowisku obojętnym:



Reakcja anionów manganianowych(VII) w środowisku silnie zasadowym:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.2. Reakcje metali z roztworami różnych soli

Przebieg eksperymentu

Do czterech probówek wlewamy po 6 cm³ 0,1m roztworu siarczynu(VI) miedzi(II). Następnie zanurzamy w tych roztworach kawałki blaszek: cynkowej, żelaznej, glinowej i miedzianej w taki sposób, aby ich niewielka część wystawała nad roztworem. Następnie do czterech kolejnych probówek wprowadzamy po 6 cm³ 0,1m roztworu azotanu(V) srebra i w ten sam sposób wkładamy w podobnej kolejności wymienione wyżej metale. Obserwujemy zmiany w wyglądzie wrzuconych próbek metali do roztworów soli.

Spostrzeżenia:

1. Czy na powierzchni cynku, żelaza, glinu w roztworze siarczynu(VI) miedzi (II) zauważyłeś powstanie nalotu o kreślonej barwie?

.....

2. Czy zauważyłeś również szare naloty badanych metali na powierzchni miedzi zanurzonej w roztworach ich soli?

.....

3. W roztworze której soli nastąpiło wydzielanie się metalu na powierzchni miedzi?

.....

4. Zapisz odpowiednie równania reakcji. Do jakiego typu zalicza się te reakcje?

.....

.....

5. Ułóż badane metale w szereg reaktywności chemicznej.

.....

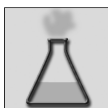
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.3 Badanie reakcji kwasu solnego z węglanem sodu

Przebieg eksperymentu

Do probówki z 0,5 m roztworem węglanu sodu dodajemy kroplami 0,1m roztwór kwasu solnego. Obserwujemy zachodzące zmiany. Następnie powtarzamy doświadczenie trzymając u wylotu probówki w czasie reakcji szkiełko zegarkowe zwilżone wodą wapienną.



Spostrzeżenia:

1. O czym świadczy wydzielanie się pęcherzyków gazu?

.....

2. Jak zidentyfikować wydzielający się gaz?

.....

3. Przedstaw interpretację przebiegającej reakcji i napisz jej równanie chemiczne.

.....

.....

4. Czy kwas węglowy należy do mocnych kwasów nieorganicznych?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.4. Wypieranie amoniaku z soli amonowej

Przebieg eksperymentu

Do probówki nalewamy do połowy objętości 1% roztworu soli amonowej, np. chlorku amonu NH_4Cl i dodajemy 4 cm^3 1% roztworu wodorotlenku sodu. Badamy zapach powstałej mieszaniny. Do wylotu probówki zbliżamy kawałek uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

Spostrzeżenia:

1. Czy w wyniku zmieszania roztworów badanych soli powstaje określony zapach?

.....

2. Czy zapach ten jest efektem reakcji chemicznej, która zaszła pomiędzy chlorkiem amonu i wodorotlenkiem sodu?

.....

3. Jaką barwę przyjął papierek uniwersalny w roztworze po reakcji? O czym to świadczy?

.....

4. Zapisz równanie odpowiedniej reakcji chemicznej.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.5. Badanie właściwości utleniających i redukujących azotanów(III)

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki dodajemy 2 cm^3 $0,1\text{m}$ roztworu azotanu(III) potasu, około 6 kropli 1m roztworu kwasu siarkowego(VI) i 2 cm^3 $0,1\text{m}$ roztworu jodku potasu. Do drugiej probówki dodajemy 10 cm^3 $0,1\text{m}$ roztworu azotanu(III) potasu, około 6 kropli 1m kwasu siarkowego(VI) i 4 cm^3 $0,1\text{m}$ roztworu manganianu(VII) potasu. Obserwujemy zmiany barw pojawiające się w poszczególnych probówkach,

Spostrzeżenia:

1. Jaka barwa pojawiła się w pierwszej i w drugiej probówce w wyniku przeprowadzonych reakcji?

.....

2. Oblicz ile moli utleniacza i reduktora zostało użytych w obu reakcjach.

.....

3. Ułóż na podstawie molowego stosunku tych substancji jonowe równanie reakcji.

.....

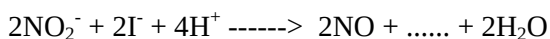
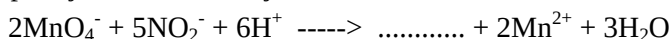
4. Jak można wykryć w roztworze jony azotanowe(III)?

.....

5. Biorąc pod uwagę możliwe stopnie utlenienia atomu azotu uzasadnij, dlaczego jon azotanowy(III) może mieć właściwości redukujące i utleniające.

.....

6. Uzupełnij równania reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.6. Badanie przebiegu reakcji dwóch różnych soli w roztworze

Przebieg eksperymentu

Do dwóch zlewek nalewamy - do jednej około 50 cm^3 roztworu azotanu(V) sodu NaNO_3 , - do drugiej około 50 cm^3 roztworu chlorku potasu KCl . Następnie zlewamy oba roztwory do jednej zlewki i mieszamy je. Sprawdzamy zachodzące zmiany. Z kolei do dwóch identycznych zlewek wprowadzimy do jednej roztworu azotanu(V) srebra, do drugiej roztworu chlorku sodu. Oba roztwory mieszamy ze sobą. Obserwujemy czy zachodzą widoczne zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jak zmienił się roztwór po zmieszaniu azotanu(V) sodu z chlorkiem potasu?
.....
2. Czy w przypadku zmieszania roztworów azotanu(V) srebra z roztworem chlorku sodu efekt doświadczenia jest podobny?
.....
3. Napisz równania zachodzących reakcji i ustal, do jakiego typu reakcji można je zakwalifikować.
.....
4. W którym przypadku można stwierdzić, że reakcja zachodzi na pewno i dlaczego?
.....

Wnioski:

.....



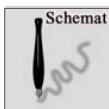
33.3.7. Reakcje stężonego i rozcieńczonego kwasu azotowego (V) z miedzią

Przebieg eksperymentu

Do probówki wprowadzamy kilka wiórków miedzi, a następnie dodajemy niewielką ilość 15% roztworu kwasu azotowego(V). Natychmiast zamykamy wylot probówki korkiem z rurką odprowadzającą i zbieramy powstający

produkt gazowy w drugiej probówce wypełnionej po brzegi wodą, której wylot zanurzony jest w wodzie w krystalizatorze. Gdy woda z probówki zostanie wyparta przez powstający gaz zamykamy wylot probówki palcem, wyjmujemy probówkę z wody, odwracamy wylotem ku górze i usuwamy palec. Obserwujemy czy zachodzą jakieś zmiany.

W drugiej części doświadczenia powtarzamy te same czynności lecz z kwasem azotowym(V) stężonym. Tym razem wylot probówki pod wodą zamykamy korkiem gumowym. Obserwujemy barwę powstałego gazu.



Spostrzeżenia:

1. Jaka była barwa gazu powstałego w wyniku reakcji miedzi z rozcieńczonym roztworem kwasu azotowego(V)?
.....
2. Jak zmieniła się barwa tego gazu po zetknięciu z powietrzem?
.....
3. Czy gaz ten rozpuszcza się w wodzie?
4. Wiedząc, że w wyniku powstaje tlenek azotu(II) napisz równanie reakcji miedzi z rozcieńczonym kwasem azotowym(V).
.....
5. Jaki tlenek azotu powstał w reakcji miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V)?
.....

6. Napisz równanie reakcji miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V) wiedząc jaki w tym przypadku tworzy się tlenek.

.....

7. Na podstawie zmiany barwy gazu w pierwszej części doświadczenia podaj równanie reakcji utleniania tlenku azotu(II) po zetknięciu się z powietrzem do tlenku azotu(IV).

.....

8. Jaki wpływ ma stężenie kwasu na przebieg reakcji z miedzią?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.3.8. Właściwości stężonego kwasu azotowego(V)

Przebieg eksperymentu

- a. Ogrzewamy w probówce 1 cm^3 stężonego kwasu azotowego(V).
- b. Do parownicy zawierającej kilka cm^3 stężonego kwasu azotowego(V) wrzucamy (pod dygestorium) kawałek węgla drzewnego lub siarki.
- c. Do probówki zawierającej 1 cm^3 badanego kwasu wrzucamy kawałek żelaza lub glinu.
- d. Do probówki zawierającej 1 cm^3 badanego kwasu wrzucamy kawałek cynku. Po zakończeniu reakcji dodajemy do roztworu nadmiar roztworu wodorotlenku sodu i ogrzewamy.

Spostrzeżenia:

1. Jakie produkty wydzielają się z kwasu azotowego(V) podczas ogrzewania?

.....

2. Czy stężony kwas azotowy(V) reaguje z węglem drzewnym lub siarką?

.....

3. Jak zachowuje się glin i żelazo w stężonym kwasie azotowym(V)?

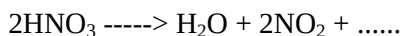
.....

4. W jaki sposób reaguje badany kwas z cynkiem ? Woń jakiego gazu wyczuwasz po zalakalizowaniu produktu reakcji wodorotlenkiem sodu?

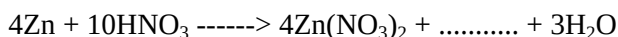
.....

5. Uzupełnij podane niżej równania reakcji:

— rozkładu kwasu azotowego(V):



— cynku z kwasem



Wnioski:

.....

.....

.....



33.3.9. Badanie higroskopijnych właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg eksperymentu

a. Do małego krystalizatora wlewamy stężony kwas siarkowy(VI). Naczynie stawiamy na wadze technicznej i ważymy. W odstępach kilku minutowych sprawdzamy wskazania wagi (2 - 3 razy).

b. W probówce ogrzewamy nad palnikiem niewielką ilość kryształów $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Do drugiej probówki dajemy szczyptę siarczanu(VI) miedzi(II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. i dolewamy 2 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI). Obserwujemy obie probówki.

c. Rozcieramy w moździerzu cukier i wsypujemy do zlewki o pojemności 100 cm^3 , pozostawionej w porcelanowej parownicy. Do zlewki wlewamy nieco wody destylowanej i mieszamy zawartość bagietką. Następnie nalewamy do zlewki stężonego kwasu siarkowego(VI), tyle aby przykrywał cukier i szybko, energicznie mieszamy zawartość. Bagietkę ustawiamy pionowo pośrodku zlewki. Po upływie około minuty obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jak wytłumaczyć zwiększanie się masy stężonego kwasu siarkowego(VI) pozostawionego w atmosferze powietrza?

.....

2. Odbarwienie ogrzewanego $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ polegało na utracie wody krystalizacyjnej. Co powiesz o właściwościach stężonego kwasu siarkowego(VI), który wywołał ten sam efekt w drugiej probówce?

.....

3. O czym świadczą zmiany zachodzące w warstwie cukru ? Jaka jest wspólna przyczyna zjawisk obserwowanych we wszystkich próbach?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.10. Utleniające działanie stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy dwie probówki z gorącym, stężonym kwasem siarkowym(VI). Do jednej z nich wrzucamy kilka wiórków miedzianych, do drugiej kryształek siarki. Obserwujemy zmiany w obu probówkach.

Spostrzeżenia:

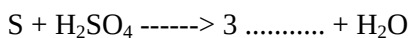
1. Jaką barwę i dlaczego przyjął roztwór w probówce pierwszej?

.....

2. W której probówce powstały produkty gazowe? Jakie są to produkty?

.....

3. Uzupełnij równania reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.11. Reakcja ksantoproteinowa

Przebieg eksperymentu

Na kawałek ptasiego pióra lub białka jaja kurzego nalewamy kroplę stężonego kwasu azotowego(V). Obserwujemy zmianę barwy.

Spostrzeżenia:

1. Na jaki kolor barwi białko stężony kwas azotowy(V)?
.....
2. Czy powyższa reakcja może posłużyć do wykrywania białka w różnych produktach?
.....
3. Dlaczego reakcja stężonego kwasu azotowego(V) z białkiem nosi nazwę reakcji ksantoproteinowej? (Dla ułatwienia: ksanto- znaczy żółty, a proteina- znaczy białko).
.....

Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.3.12. Reakcja charakterystyczna dla jonu azotanowego(V)

Przebieg eksperymentu

Do dwóch probówek nalewamy: do pierwszej 2 cm^3 rozcieńczonego roztworu kwasu azotowego(V), a do drugiej roztworu azotanu(V) sodu lub potasu. Następnie do obu probówek wprowadzamy po 2 cm^3 nasyczonego roztworu siarczanu(VI) żelaza (II) i wstrząsamy. Pochylając każdą z probówek, nalewamy ostrożnie po ściankach 2 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI). Kwas siarkowy(VI) jako cięższy spływa na dno probówki i wytwarza oddzielną warstwę. Obserwujemy granicę między warstwą stężonego kwasu i znajdującego się nad nim roztworu.

Spostrzeżenia:

1. Co obserwujemy na granicy roztworów?

.....

2. Czy w obu probówkach obserwujemy to samo zjawisko?

.....

Powstająca na granicy roztworów „brunatna obrączka” pochodzi od powstającego związku $\text{Fe}(\text{NO})\text{SO}_4$. Występuje tam kation $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$. Tlenek azotu przyłącza się tu do kationu żelaza(II) za pomocą wolnej pary elektronowej atomu azotu.

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.13. Działanie stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) na żelazo

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy niewielką ilość stężonego kwasu siarkowego(VI), do drugiej rozcieńczonego (w stosunku objętościowym 1:2). Do obu probówek wkładamy wióry żelazne. Obserwujemy przebieg reakcji.

Spostrzeżenia:

1. Czy w obu probówkach zaszła reakcja?

.....

2. Który kwas siarkowy(VI) (stężony czy rozcieńczony) reaguje energiczniej z żelazem?

.....

3. Jakie gazy wydzieliły się podczas reakcji? Napisz równanie reakcji zaznaczając, pod wpływem którego kwasu zaszła reakcja.

.....

Wnioski:

.....

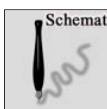
.....

.....

.....


33.3.14. Przewodnictwo elektryczne stężonego i rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI)
Przebieg eksperymentu

Badamy przewodnictwo elektryczne stężonego i rozcieńczonego roztworu kwasu siarkowego(VI). W tym celu zanurzamy elektrody grafitowe w roztworach obu kwasów i sprawdzamy ich zdolność do przewodzenia prądu elektrycznego.

**Spostrzeżenia:**

1. Czy stężony kwas siarkowy(VI) przewodzi prąd elektryczny ?

.....

2. Dlaczego ten sam kwas w postaci rozcieńczonej wykazuje inne właściwości chemiczne i przewodnictwo elektryczne ?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.15. Reakcja charakterystyczna jonu siarczanowego(VI) SO_4^{2-}

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy cztery probówki i do dwóch z nich dodajemy po ok. 2 cm^3 rozcieńczonego roztworu kwasu siarkowego(VI), a do dwóch pozostałych rozcieńczonego roztworu siarczanu(VI) sodu lub potasu. Do jednej pary roztworów, z kwasem i obojętnym siarczanem, dodajemy po ok. 2 cm^3 rozcieńczonego roztworu węglanu sodu. W probówce z kwasem roztwór burzy się w wyniku wydzielania się tlenku węgla(IV) CO_2 (dlaczego?). Należy dodać węglanu tyle, aż ciecz przestanie się burzyć. Do dwóch pozostałych probówek dodajemy rozcieńczonego roztworu chlorku lub azotanu (V) baru. Obserwujemy wynik reakcji. Dodajemy następnie do wszystkich czterech probówek po 1 cm^3 rozcieńczonego roztworu kwasu solnego. Jeśli nie obserwujemy żadnych zmian, należy dodać więcej kwasu.

Spostrzeżenia:

1. Co obserwujemy po dodaniu węglanu do badanych roztworów?
.....
2. Co nastąpiło po zakwaszeniu tych roztworów? Czy osady uległy rozpuszczeniu?
.....
3. Jak reagowały te substancje z solami baru?
.....
4. Czy i tym razem kwas rozpuścił powstałe osady?
.....
5. Która reakcja jest charakterystyczną na obecność anionów siarczanowych(VI).
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.16. Reakcje tlenków z kwasami i zasadami

Przebieg eksperymentu

Zbadaj rozpuszczalność tlenku żelaza(II) FeO , tlenku manganu(II) MnO i tlenku krzemu(IV) SiO_2 w 2m roztworach kwasu siarkowego(VI) i wodorotlenku sodu, ogrzewając w płomieniu palnika, a następnie wstrząsając w zakorkowanych probówkach te tlenki ze wspomnianymi roztworami.

Spostrzeżenia:

1. W czym rozpuścił się (a więc i reagował) tlenek żelaza(II) i tlenek manganu(II), a w czym tlenek krzemu(IV)?

.....

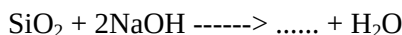
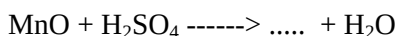
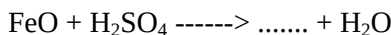
2. Jak zabarwiły się powstałe roztwory?

.....

3. Skoro jakiś tlenek reaguje z kwasami lub zasadami, to nie jest tlenkiem obojętnym. Do której grupy tlenków (kwasowych czy zasadowych) zaliczysz badane tlenki?

.....

4. Uzupełnij równania odpowiednich reakcji.



Wnioski:

.....

.....

.....



33.3.17. Badanie odczynu roztworów tlenków przy użyciu wskaźników

Przebieg eksperymentu

Do kolb stożkowych z wodą wprowadzamy po kilka gramów tlenków takich jak: tlenek wapnia, tlenek magnezu, tlenek sodu oraz tlenek siarki (IV) otrzymany przez spalenie siarki w powietrzu i tlenek fosforu(V). Dokonujemy próby rozpuszczenia wymienionych tlenków w wodzie. Zawar-

tość każdej z kolb dzielimy na trzy części i do każdej z nich odpowiednio dodajemy roztworów: fenoloftaleiny, oranżu metylowego i wskaźnika uniwersalnego.

Spostrzeżenia:

1. Które z badanych tlenków rozpuszczają się dobrze w wodzie, a które słabiej ?
.....
2. Jakie barwy uzyskiwały roztwory różnych tlenków w obecności zastosowanych wskaźników?
.....
3. Które z tlenków można zaliczyć do tlenków o charakterze kwasowym, a które do tlenków o charakterze zasadowym?
.....

Wnioski:

.....
.....
.....



33.3.18. Zbojętnianie kwasu i zasady tlenkami

Przebieg eksperymentu

W kolbie z rozcieńczonym (ok. 0,01m) roztworem kwasu siarkowego(VI) zabarwionym oranżem metylowym spalamy na łyżeczce magnez. Wrzucamy produkt spalania do roztworu i całość intensywnie mieszamy.

Obserwujemy zmiany barwy wskaźnika. Analogicznie wprowadzamy do kolby z rozcieńczonym roztworem wodorotlenku sodu płonącą siarkę. Po spaleniu siarki wstrząsamy zawartością kolby.

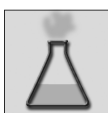
Spostrzeżenia:

1. Jak zmieniła się barwa wskaźnika w obu próbach?
.....
2. O czym mówi nam zmiana barwy wskaźnika?
.....

3. Czy istnieje tu analogia do reakcji zobojętniania?

4. Zapisz w postaci równań jonowych przebieg obu reakcji.

Wnioski:



33.3.19. Reakcja tlenku cynku z kwasem i zasadą

Przebieg eksperymentu

Szczyptę tlenku cynku wsypujemy do dwóch probówek, z których jedna zawiera ok. 2 cm³ stężonego kwasu solnego, druga stężony roztwór wodorotlenku sodu. Obie probówki lekko ogrzewamy.

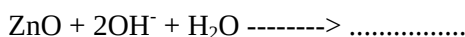
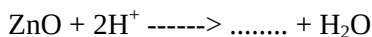
Analogiczne doświadczenie przeprowadzamy dodając do probówki z tlenkiem cynku ZnO kilka cm³ wody. Obserwujemy czy zachodzą jakieś zmiany?

Spostrzeżenia:

1. Jak zachowuje się tlenek cynku w roztworze kwasu i w roztworze zasady?

2. Czy tlenek cynku rozpuszcza się w wodzie?

3. Uzupełnij równania reakcji:



Wnioski:



33.3.20. Reakcje zasad litowców z solami miedzi(II), ołowiu(II) i żelaza(III)

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy w probówkach po 3 cm^3 0,5 m roztworów soli: siarczanu(VI) miedzi(II) CuSO_4 , azotanu(V) ołowiu(II) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ i chlorku żelaza(III) FeCl_3 . Do roztworów soli dodajemy rozcieńczony roztwór wodorotlenków potasu lub sodu. Obserwujemy przebieg zachodzących reakcji.

Powstałe osady dokładnie dekantujemy i przemywamy wodą. Po przemyciu dodajemy wody i roztworu fenoloftaleiny. Do probówek z powstałymi osadami dodajemy po około 1 cm^3 rozcieńzonego roztworu kwasu azotowego(V) HNO_3 .

Spostrzeżenia:

1. Czy wszystkie z badanych soli są rozpuszczalne w wodzie?

.....

2. Jakie związki chemiczne powstały w wyniku przeprowadzonych reakcji?

.....

3. Czy powstałe związki chemiczne wykazują odczyn zasadowy?

.....

4. Jakie zmiany zaszły po dodaniu kwasu azotowego(V) do powstałych osadów?

.....

Czy reakcję tę można zaliczyć do reakcji zobojętniania?

.....

5. Napisać w postaci cząsteczkowej i jonowej wszystkie równania przeprowadzonych reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.21. Badanie innych właściwości wodorotlenków metali

Przebieg eksperymentu

Bierzemy szczypcami kilka pastylek wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu. Określamy ich wygląd. Po jednej pastylce wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu odkładamy na płytkę szklaną. Bierzemy następnie na łyżeczkę porcelanową nieco wodorotlenku wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i wodorotlenku miedzi(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, lub wodorotlenku żelaza(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Obserwujemy również ich wygląd. Następnie nalewamy do połowy objętości 4 probówek wodę. Do jednej wrzucamy kawałek wodorotlenku sodu, do drugiej tyle samo wodorotlenku potasu, do trzeciej wodorotlenku wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a do czwartej wodorotlenku miedzi(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Po chwili ponownie oceniamy wygląd pastylek stałych wodorotlenków sodu i potasu pozostawionych na powietrzu.

Spostrzeżenia:

1. Określamy barwę badanych wodorotlenków i ich zachowanie się na powietrzu.
.....
2. Które wodorotlenki pochłonęły z otoczenia wodę?
.....
3. Które badane wodorotlenki rozpuszczają się słabo, a które rozpuszczają się dobrze w wodzie?
.....

Wnioski:

.....

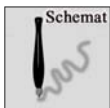


33.3.22. Reakcja tlenku fosforu(V) z wodą

Przebieg eksperymentu

Do parownicy z małą ilością wody wrzucamy za pomocą porcelanowej łyżki szczyptę tlenku fosforu(V) P_4O_{10} . Doświadczenie należy bezwzględnie wykonywać w okularach ochronnych i pod sprawnie działającym wyciągiem !

Następnie badamy uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym pH otrzymanego roztworu.



Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób tlenek fosforu(V) reaguje z wodą?

.....

2. Na jaki kolor zabarwia się uniwersalny papierek wskaźnikowy w otrzymanym roztworze? O czym to świadczy?

.....

3. Napisz równanie reakcji tlenku fosforu(V) z wodą.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.23. Działanie zasady sodowej na chlorek amonu

Przebieg eksperymentu

W probówce umieszczamy szczyptę chlorku amonu i dodajemy rozcieńczonego roztworu wodorotlenku sodu. Na suchym brzegu probówki zawieszamy wewnątrz zwilżony wodą destylowaną różowy papierek lakmusowy. Probówkę lekko podgrzewamy i badamy zmiany barwy papierka.

Spostrzeżenia:

1. Czy zachodzi reakcja chemiczna pomiędzy chlorkiem amonu i wodorotlenkiem sodu?

.....

2. Jak zmienia się barwa papierka lakmusowego umieszczonego u wylotu probówki po reakcji?

.....

3. Zbadaj zapach produktu reakcji.

.....

4. Napisz równanie reakcji chlorku amonu z wodorotlenkiem sodu.

.....

5. Który z wodorotlenków jest mocną zasadą: zasada sodowa czy zasada amonowa. Odpowiedź uzasadnij.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.3.24. Strącanie wodorotlenku magnezu****Przebieg eksperymentu**

Do dwóch probówek wlewamy po ok. 3 cm³ rozcieńczonego roztworu chlorku magnezu MgCl₂ oraz chlorku baru. BaCl₂. Do roztworów dodajemy około 3 cm³ 0,5 m roztworu wodorotlenku sodu i po zakorkowaniu probówkę wstrząsamy

.

Spostrzeżenia:

1. W którym przypadku zaszła reakcja chemiczna? Napisz jej równanie w postaci jonowej.

.....

2. Co możesz powiedzieć o rozpuszczalności wodorotlenku magnezu i wodorotlenku baru w wodzie oraz ich mocy jako zasad w porównaniu z wodorotlenkami litowców?

.....

Wnioski:

.....

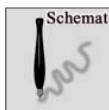
.....



33.3.25. Badanie przepływu prądu przez roztwory wodne różnych substancji

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy 1m roztwór chlorku sodu, chlorku magnezu, węglanu potasu i cukru, a następnie zanurzamy w nim dwie grafitowe elektrody, znajdujące się w obwodzie połączonym ze źródłem prądu. Obserwujemy zmiany zachodzące na elektrodach oraz żarówkę znajdującą się w obwodzie.



Spostrzeżenia:

1. W przypadku których roztworów wodnych żarówka zapala się?

.....

2. Czy po zanurzeniu elektrod w wodzie destylowanej następuje zapalenie się żarówki w obwodzie elektrycznym?

.....

3. Jaki jest wynik doświadczenia w przypadku zastosowania roztworu cukru? Odpowiedź uzasadnij.

.....

4. Jak w chemii nazywa się substancje, których roztwory przewodzą prąd elektryczny?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.26. Reakcja zobojętniania roztworu kwasu solnego przez roztwory wodorotlenków

Przebieg eksperymentu

Do zlewki wlewamy około 10 cm³ 0,2 m roztworu wodorotlenku sodu oraz dodajemy kilka kropli roztworu oranżu metylowego. Następnie do zlewki dodajemy kroplami z biurety lub z pipety 0,2 m roztwór kwasu solnego do zmiany zabarwienia wskaźnika odpowiadającego odczynowi obojętnemu. Powstały roztwór dokładnie mieszamy, a następnie niewielką jego część przenosimy do parownicy. Parownicę ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego do całkowitego odparowania wody. Obserwujemy, czy na dnie parownicy pozostała po odparowaniu wody substancja stała?

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma roztwór oranżu metylowego w roztworze wodorotlenku sodu?
.....
2. Jak długo należy dodawać roztwór kwasu solnego do roztworu wodorotlenku sodu, aby uzyskać obojętny odczyn roztworu?
.....
3. Jak nazywa się punkt, w którym całkowita ilość wodorotlenku przereagowała z równoważną ilością kwasu?
.....
4. Jak nazywa się substancje powstające w reakcji kwasów z zasadami?
.....

5. Podaj nazwę związku chemicznego pozostałego w parownicy po odparowaniu wody? Zapisz odpowiednie równanie reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

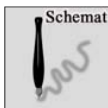


33.3.27. Śledzenie reakcji zobojętniania za pomocą pH-metru

Przebieg eksperymentu

Przeprowadzamy taką samą reakcję zobojętniania wodorotlenku sodu za pomocą kwasu solnego jak w poprzednim doświadczeniu, lecz zmiany odczynu roztworu podczas dodawania kwasu do roztworu zasady badamy za pomocą uniwersalnej elektrody wskaźnikowej połączonej z pH-metrem.

Kalibrowanie pH-metru należy wykonać stosując wzorce buforowe o wartościach pH równych 7,0; 4,0 i 9,0.



Spostrzeżenia:

1. Jaki odczyn zmierzony pH-metrem ma świeżo przegotowana woda destylowana, a jaka woda z kranu?

.....

2. Jak należy przygotować pH-metr do dokładnych pomiarów wartości pH?

.....

3. Co to są wzorce pH?

.....

4. Opierając się na wskazaniach pH-metru wykreśl krzywą miareczkowania mocnego kwasu mocną zasadą i mocnej zasady mocnym kwasem.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.28. Obserwacja zmiany barwy wskaźników syntetycznych i naturalnych

Porównywanie barwy wskaźników w roztworach kwasów i zasad

Przebieg eksperymentu

Do czterech probówek nalewamy rozcieńczonego roztworu zasady sodowej, a do pozostałych (czterech) probówek rozcieńczonego kwasu solnego. Następnie do każdej probówki dodajemy po kilka kropel następujących roztworów wskaźników: fenoloftaleiny, oranżu metylowego, błękitu tymolowego, wywaru z czerwonej kapusty. Poza tym na jeden uniwersalny papierek wskaźnikowy наносimy bagietką kroplę kwasu i kroplę zasady. Obserwujemy i porównujemy, jak barwią się te same wskaźniki w roztworach kwasów, a jak w roztworach zasad.

Spostrzeżenia:

1. Podaj, jakie nastąpiły zmiany barw poszczególnych wskaźników w roztworach kwasów i zasad?

.....

2. W jakim celu można wykorzystać w chemii tę właściwość wskaźników?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.3.29. Badanie zachowania się wskaźników wobec roztworów kwasów, zasad i soli

Przebieg eksperymentu

W eksperymencie tym badamy zachowanie się wskaźników wobec roztworów wodnych takich substancji, jak: ocet, mydło, kwas cytrynowy, sok z jabłka, azotan(V) sodu, węglan sodu, sacharoza i woda amoniakalna. W tym celu do ponumerowanych probówek odmierzamy pipetą po kilka cm^3 każdego z badanych roztworów. Następnie do probówek dodajemy kolejno po 5 cm^3 oranżu metylowego, czerwieni metylowej, soku z jagód, soku z czarnego bzu, esencji herbacianej, zieleni brylantowej, błękitu bromotymolowego, fenoloftaleiny i lakmusu. Obserwujemy zachodzące zmiany barw.

Spostrzeżenia:

1. Określ, jakie barwy przyjmują poszczególne wskaźniki w różnych badanych roztworach.

.....

2. Które z badanych substancji można zaliczyć do substancji o charakterze kwasowym, obojętnym lub też zasadowym?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.3.30. Badanie odczynu różnych substancji

Przebieg eksperymentu

Badanie odczynu gleby kwasomierzem Heliga

Do wgłębienia w porcelanowej płytce kwasomierza nakładamy łopatką małą porcję gleby. Następnie próbkę zalewamy specjalnym roztworem z butelki. Po dokładnym wymieszaniu i odczekaniu około 5 minut ustalamy barwę roztworu przez jej porównanie ze znajdującą się na płytce skalą barw. Ze skali tej odczytujemy odczyn badanej gleby.

Badanie odczynu gleby za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

Małą próbkę badanej gleby, objętości około 1 cm^3 , umieszczamy w czystej probówce i zalewamy $2\text{--}3\text{ cm}^3$ wody destylowanej. Całość wstrząsamy około 5 minut i odstawiamy, aby ciecz uległa sklarowaniu. Następnie kroplę klarownej cieczy наносimy bagietką szklaną na papierkę wskaźnikową. Po wyschnięciu papierka, porównujemy uzyskaną barwę z zamieszczoną na okładce opakowania papierków wzorcową skalą barw i odcytujemy odczyn badanej próbki.

Oznaczanie odczynu wody.

Do jednej probówki wlewamy wodę wodociągową, a do drugiej wodę destylowaną. Do obu probówek dodajemy po 2 krople roztworu błękitu bromotymolowego i obserwujemy zmiany barwy wskaźnika.

Badanie odczynu zsiadłego mleka.

Z kwaśnego mleka oddzielamy ser poprzez odsączenie na sączku z bibuły. Następnie do przesączu dodajemy kilka kropel roztworu lakmusu lub badamy roztwór uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym. Obserwujemy zmianę zabarwienia wskaźnika.

Spostrzeżenia:

1. Określ, w jaki sposób i na podstawie jakich zmian chemicznych i fizycznych można zbadać odczyn wielu substancji znajdujących się w Twoim otoczeniu?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....



33.3.31. Badanie zabarwienia soku z czerwonej kapusty w roztworze kwasu i zasady

Przebieg eksperymentu

Do roztworów zawierających związki wody i tlenków metali: tlenku wapnia oraz tlenku sodu dodajemy kolejno kilka cm^3 soku z czerwonej kapusty. Następnie do roztworów zawierających związki wody i tlenków niemetalu: tlenku fosforu(V) i tlenku siarki(IV) dodajemy również takie same ilości soku z czerwonej kapusty. Obserwujemy, jak zmienia się zabarwienie zastosowanego wskaźnika w poszczególnych roztworach

Spostrzeżenia:

1. Jak barwnik czerwonej kapusty reaguje na roztwory tlenków metali w wodzie?

.....

2. Jak ten sam barwnik reaguje na wodne roztwory tlenków niemetalu w wodzie?

.....

3. W jaki sposób można wykorzystać zdolność zmian barwy pewnych substancji chemicznych w zależności od odczynu środowiska?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.32. Miareczkowanie kwasowo-zasadowe wobec różnych wskaźników

Przebieg eksperymentu

Do dwu kolb stożkowych pojemności 200 cm^3 dodajemy pipetą po 50 cm^3 $0,1\text{m}$ roztworu kwasu siarkowego(VI) i do pierwszej kolby dodajemy kilka kropel roztworu błękitu tymolowego, a do drugiej tyle samo kropel roztworu fenoloftaleiny. Następnie oba roztwory miareczkujemy $0,1\text{m}$

roztworem wodorotlenku sodu, stosując w tym celu biurekę, aż do pierwszej zmiany barwy roztworu pochodzącej od jednej nadmiarowej kropli zasady.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę przyjmują roztwory w przypadku miareczkowania kwasu w obecności błękitu tymolowego i fenoloftaleiny w punkcie równoważnikowym miareczkowania?

.....

2. Do jakich oznaczeń można stosować tę technikę laboratoryjną reakcji zobojętniania?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.33. Sporządzenie wodnych roztworów różnych substancji

Przebieg eksperymentu

Sporządzanie roztworów chlorku sodu.

Przygotowujemy po kilka, jednogramowych próbek chlorku sodu gruboziarnistego i bardzo drobno zmielonego. Porównujemy czas rozpuszczania się dwu próbek soli o różnym rozdrobnieniu. Następnie porównujemy czas rozpuszczania się próbek soli o tym samym rozdrobnieniu, mieszając jeden roztwór bagietką, a drugi pozostawiając bez mieszania. W dalszej próbie porównujemy czas rozpuszczania się próbek soli przygotowanych jak poprzednio, lecz w wodzie o temperaturze pokojowej i w wodzie wrzącej.

Sporządzanie roztworu manganianu(VII) potasu.

Duży kryształ manganianu(VII) potasu wiążemy na końcu cienkiego drutu i zanurzamy tuż pod powierzchnią wody w zlewce. Obserwujemy, jakie zachodzą zmiany oraz po jakim czasie zabarwienie roztworu będzie jednakowe w całej jego objętości. Zastanów się, dlaczego proces ten trwa tak długo.

Badanie rozpuszczania różnych substancji w tej samej ilości wody o jednakowej temperaturze

Wlewamy do dwu zlewek po 10 cm^3 wody. Do jednej z nich wsypujemy małą porcję soli kamiennej, a do drugiej - cukru. Powstające roztwory intensywnie mieszamy. Gdy substancje całkowicie rozpuszczą się, dodajemy następne porcje, obserwując za każdym razem, czy uległy rozpuszczeniu. W momencie gdy zarówno sól, jak i cukier nie będą się już rozpuszczać, ogrzewamy obie zlewki. Obserwujemy, co stanie się z nie rozpuszczonymi substancjami. Gdy osad się rozpuści, dodajemy jeszcze małe porcje obu substancji do odpowiednich roztworów.

Spostrzeżenia:

1. Określ, od jakich czynników zależy szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie, na przykładzie wykonanych prób?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.3.34. Różne reakcje pozwalające na otrzymanie nierozpuszczalnych soli: ołowiu(II), magnezu, cynku, miedzi(II), żelaza(III) i srebra(I)

Przebieg eksperymentu

W statywie nr 1 umieszczamy sześć kolejno ponumerowanych probówek. Następnie do poszczególnych probówek nalewamy odpowiednio po 5 cm^3 0,5m roztworów: 1 - roztwór chlorku ołowiu (II), 2 - roztwór chlorku magnezu, 3 - roztwór chlorku cynku, 4 - roztwór chlorku miedzi (II), 5 - roztwór chlorku żelaza (III), 6- roztwór azotanu(V) srebra. Równocześnie przygotowujemy drugi identyczny zestaw roztworów w statywie nr 2. Następnie do probówek w statywie nr 1 dodajemy po 5 cm^3 0,5m roztworu

węglanu sodu, a do probówek w statywie nr 2 po 5 cm³ roztworu siarczanu (VI) sodu. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Określ barwy powstających nierozpuszczalnych związków chemicznych i podaj ich nazwy chemiczne.

.....

2. Czy we wszystkich przypadkach powstają sole w postaci osadu?

.....

3. Napisz równania cząsteczkowe i jonowe przeprowadzonych reakcji chemicznych.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.4. Dział 4. Właściwości wybranych pierwiastków i ich związków

Cele operacyjne działu 4

Po zakończeniu omawiania działu 4 uczeń powinien:

- potrafić dokonać podziału pierwiastków na metale i niemetale oraz podać właściwości charakterystyczne tych dwu grup pierwiastków,
- znać podstawowe właściwości tlenu i ozonu i wyjaśnić, na czym polega problem dziury ozonowej,
- wiedzieć, na czym polega przemysłowe otrzymywanie tlenu i azotu,
- określić, dlaczego niektóre metody preparatyki laboratoryjnej nie nadają się otrzymywania na skalę przemysłową danej substancji i odwrotnie,
- znać podstawowe właściwości azotu i fosforu,
- umieć podać przykłady najważniejszych związków azotu i fosforu, ze szczególnym uwzględnieniem podstawowych kwasów tych dwóch pierwiastków,
- potrafić omówić na wybranym przykładzie zjawisko alotropii pierwiastków,
- znać podstawowe właściwości siarki, jej związków i ich praktyczne zastosowanie,
- znać podstawowe właściwości chloru,
- znać podstawowe właściwości metali reaktywnych, takich jak: sód, potas, magnez, wapń oraz ich najważniejszych związków,
- znać podstawowe właściwości miedzi i srebra jako przedstawicieli metali słabo reaktywnych (szlachetnych),
- wiedzieć co to jest stop metali i umieć podać przykłady kilku stopów znajdujących duże zastosowanie praktyczne.

Komentarz dydaktyczny

Duża liczba proponowanych doświadczeń pozwala na ukazanie właściwości wybranych pierwiastków i ich związków w ciekawy i pozostający na trwałe w świadomości ucznia sposób. Jest to naczelne zadanie nie tylko tego działu, lecz wszystkich działań eksperymentalnych. To właśnie wiadomości o występowaniu i właściwościach substancji, ich praktycznym wykorzystaniu, o zaletach płynących z ich stosowania ale i zagrożeniach z nimi związanych będą znacznie ważniejsze w dalszym życiu i funkcjonowaniu w otaczającej rzeczywistości niż wiedza o wiązaniach chemicznych, których nigdy nie zobaczymy, lub o konfiguracji elektronowej, której w praktyce szkolnej nie wykorzystujemy. Przekazując wiadomości o pierwiastkach i ich związkach, należy ukazać uczniom bogactwo otaczającego świata przy jednoczesnej prostocie praw przyrody nim rządzących. Materiał zgromadzony w tym dziale jak żaden inny ma szansę na rozbudzenie głębszego zainteresowania chemią. Poznanie treści tego działu może stać się dla uczniów wielką przygodą z chemią.

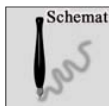


33.4.1. Otrzymywanie tlenu w wyniku termicznego rozkładu chloranu(V) potasu i manganianu(VII) potasu

Przebieg eksperymentu

Mieszmamy niewielką ilość (ok. 3g) chloranu(V) potasu KClO_3 ze szczyptą tlenku manganu(IV) MnO_2 . Powstałą mieszaninę umieszczamy w probówce, której wylot zamykamy korkiem z rurką odprowadzającą. Probówkę z chloranem(V) potasu ogrzewamy płomieniem palnika gazowego, a powstający gaz zbieramy w drugiej probówce metodą wypierania wody. Obserwujemy zmiany, jakie zachodzą podczas reakcji. Identyfikujemy tłącym się luczywką powstały gaz.

Podobne doświadczenie wykonujemy z manganianem(VII) potasu, który intensywnie ogrzewamy w probówce. Zbieramy powstający gaz nad wodą i podobnie identyfikujemy.



Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę mają gazowe produkty powstające w wyniku termicznego rozkładu chloranu(V) potasu i manganianu(VII) potasu?

.....

2. Sprawdź, czy powstający gaz podtrzymuje palenie?

.....

3. Napisz równania reakcji termicznego rozkładu chloranu(V) potasu i manganianu(VII) potasu.

.....

4. Do jakiego typu można zaliczyć obie reakcje chemiczne.

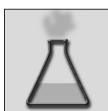
.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.4.2. Spalanie różnych substancji w powietrzu.

Spalanie metali i niemetalu oraz badanie właściwości produktów spalania

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy cztery kolby stożkowe pojemności 150 cm³ i nalewamy do każdej z nich po około 40 cm³ wody destylowanej. Równocześnie przygotowujemy cztery probówki.

1. Do pierwszej kolby wprowadzamy zgiętą na końcu taśmę stalową ze zwiniętą i zapaloną na niej wstążką magnezową. Po zakończeniu reakcji oglądamy uważnie produkt reakcji i wrzucamy go do kolby. Następnie do jednej probówki wlewamy z kolby badany roztwór. Probówkę odstawiamy.

2. Wyjmujemy pincetą ze słoika kawałek sodu i odciskamy z niego bibułą naftę. Następnie nożykiem usuwamy z jego powierzchni warstwę tlenku. Tak przygotowany sól kładziemy na łyżkę do spalań i ogrzewamy nad płomieniem palnika aż do zapalenia się sodu. Płonący sól wprowadzamy z łyżką do drugiej kolby, nie dotykając jednak powierzchni wody. Obserwujemy, jaka jest barwa płomienia. Następnie po zgaśnięciu płomienia i ochłodzeniu powstałego produktu wrzucamy go do wody. Powstałym roztworem napełniamy drugą probówkę.

3. Spalamy, na łyżce umieszczonej nad wodą, fosfor czerwony. W tym celu nabieramy łyżką do spalań niewielką ilość fosforu czerwonego, zapalamy go nad płomieniem palnika i palący się wprowadzamy do trzeciej kolby. Obserwujemy zachodzące zmiany. Gdy fosfor zgaśnie, powstały produkt

spalania zanurzamy w wodzie. Wyjmujemy z kolby łyżkę, zatykamy wylot kolby korkiem i energicznie potrząsamy zawartością kolby. Próbkę powstałego w ten sposób roztworu wlewamy do następnej, trzeciej probówki.

4. Nabieramy na łyżkę do spalań niewielką ilość kryształków siarki, zapalamy ją nad płomieniem palnika gazowego i płonącą siarkę wprowadzamy do czwartej kolby. Obserwujemy zachodzące zjawisko. Nawiewem ręki sprawdzamy zapach tworzącego się produktu. Następnie wylot kolby zatykamy gumowym korkiem i zawartość kolby wstrząsamy. Powstały roztwór przelewamy do czwartej probówki.

Następnie pobieramy trzykrotnie z każdej probówki po 1 cm^3 powstałego roztworu i kolejno dodajemy roztwór fenoloftaleiny, oranżu metylowego i błękitu tymolowego.

Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jaki wygląd i barwę mają powstałe substancje chemiczne?

.....

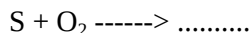
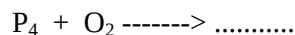
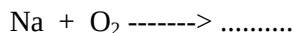
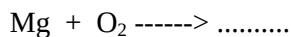
2. Czy powstałe związki chemiczne rozpuszczają się w wodzie?

.....

3. Jak barwią się zastosowane wskaźniki w poszczególnych roztworach i o czym to świadczy?

.....

4. Uzupełnij równania reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.3. Rozkład nadtlenku wodoru w obecności tlenku manganu(IV)

Przebieg eksperymentu

Do trzech probówek nalewamy stężonego 30% roztworu nadtlenku wodoru. Do jednej z probówek wrzucamy niewielką ilość tlenku manganu (IV). Do probówki drugiej dodajemy grudkę drożdży, natomiast trzecią probówkę pozostawiamy z roztworem nadtlenku wodoru, traktując ją jako próbkę porównawczą. Identyfikujemy gaz wydzielający się w poszczególnych probówkach za pomocą tłącego się łuczywka.

Spostrzeżenia:

1. Jaki efekt powstaje po dodaniu tlenku manganu(IV) i drożdży do probówek z nadtlenkiem wodoru?

.....

2. Jak zachowuje się tłące się łuczywko zbliżone do wylotu wszystkich trzech probówek?

.....

3. Dokończ równanie reakcji rozkładu nadtlenku wodoru:



4. Jakimi właściwościami fizycznymi charakteryzuje się tlen?

.....

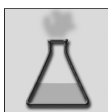
Wnioski:

.....

.....

.....

.....

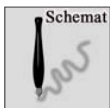


33.4.4. Otrzymywanie wodoru w reakcji reaktywnego metalu z rozcieńczonym roztworem kwasem kwasu

Przebieg eksperymentu

Do kolby okrągłodennej pojemności 150 cm³ wlewamy 10% roztwór kwasu solnego i wkładamy kilka granulek cynku. Następnie wylot kolby zamykamy korkiem z rurką odprowadzającą i zbieramy powstający produkt gazowy w probówce wypełnionej wodą, której wylot zanurzony jest w wo-

dzie w krystalizatorze. Identyfikujemy powstały produkt gazowy za pomocą palącego się łuczywka.

**Spostrzeżenia:**

1. Co dzieje się w kolbie po wrzuceniu cynku do roztworu kwasu solnego?

.....

2. Jaką barwę ma powstały produkt gazowy tej reakcji?

.....

3. Jaki efekt powstaje po zbliżeniu palącego się łuczywka do wylotu próbówki z gazem. O czym to świadczy?

.....

4. Napisz równanie reakcji cynku z kwasem solnym oraz równanie reakcji utleniania wodoru.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.5. Wybuchające bańki mydlane

Przebieg eksperymentu

Otrzymujemy wodór, jak w poprzednim doświadczeniu, z tą różnicą, że zbieramy go w bańkach mydlanych. W tym celu wylot rurki, z której wydostaje się wodór zanurzamy do roztworu mydła. Następnie do baniek z wodorem zbliżamy palące się łuczywko. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. W którym kierunku poruszają się bańki mydlane napełnione wodorem?

.....

2. Jaka jest gęstość wodoru w stosunku do gęstości powietrza?

.....

3. Napisz równanie reakcji spalania wodoru w bańkach mydlanych.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

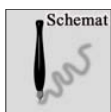


33.4.6. Redukcja tlenku miedzi(II) węglem

Przebieg eksperymentu

Tlenek miedzi(II) mieszamy dokładnie z niewielką ilością węgla aktywnego lub sproszkowanego węgla drzewnego i wsypujemy do próbówki ze szkła trudno topliwego. Probówkę zamykamy korkiem zaopatrzonym w rurkę odprowadzającą, zgiętą pod kątem prostym. Koniec rurki zanurzamy w próbówce z wodą wapienną.

Mieszaninę reakcyjną ogrzewamy palnikiem, początkowo łagodnie, a następnie energicznie. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Spostrzeżenia:**

1. Jaką barwę przyjmuje zawartość probówki po kilku minutach ogrzewania?

.....

2. O czym to świadczy?

.....

3. Co dzieje się z wodą wapienną pochłaniającą wydzielający się gaz?

.....

4. Napisz równanie reakcji tlenku miedzi(II) z węglem.

Do jakiego typu można zaliczyć tę reakcję?

.....

5. Co jest przyczyną zmian zachodzących w wodzie wapiennej ?

Napisz odpowiednie równanie reakcji.

.....

Wnioski:

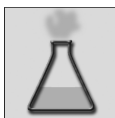
.....

.....

.....

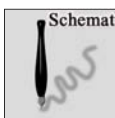
.....

.....



33.4.7. Otrzymywanie azotu w wyniku reakcji rozkładu azotanu(III) amonu

Przygotowujemy około 100 cm^3 stężonego roztworu chlorku amonu i umieszczamy go w kolbie okrągłodennej pojemności 250 cm^3 . Następnie dodajemy 1 cm^3 1m roztworu dichromianu(VI) potasu. Wylot kolby zamykamy gumowym korkiem z osadzonymi w nim wkraplaczem i rurką odprowadzającą. We wkraplaczu umieszczamy 1m roztwór azotanu(III) sodu. Roztwór w kolbie podgrzewamy prawie do wrzenia, odstawiamy palnik i powoli wkraplamy roztwór azotanu(III) sodu do kolby z chlorkiem amonu. Zbieramy wydzielający się gaz w probówkach z wodą.



Spostrzeżenia:

1. Co można zaobserwować w kolbie z roztworem chlorku amonu podczas dodawania roztworu azotanu(III) sodu?

.....

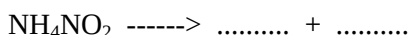
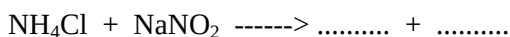
2. W jakim celu do kolby dodaje się niewielką ilość dichromianu(VI) potasu?

.....

3. W jaki sposób można zidentyfikować powstający gaz w tej reakcji?

.....

4. Dokończ równania reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.4.8. Spalanie fosforu czerwonego****Przebieg eksperymentu**

Na metalową łyżkę do spalań наносimy szczyptę fosforu czerwonego i zapalamy go w płomieniu palnika gazowego pod wyciągiem. Palący się fosfor wprowadzamy do kolby stożkowej, w której znajduje się niewielka ilość wody i utrzymujemy go nad powierzchnią wody do całkowitego wypalenia się. Dalej wyciągamy z kolby łyżkę, dodajemy kilka kropel roztworu oranżu metylowego, zamykamy wylot kolby korkiem i wstrząsamy jej zawartością. Obserwujemy zmiany.

Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób fosfor spala się na powietrzu?

.....

2. Jaką barwę ma tworzący się w tej reakcji produkt?

.....

3. Czy powstały produkt reakcji rozpuszcza się w wodzie?

.....

4. Jaką barwę przyjął oranż metylowy w roztworze? O czym to świadczy?

.....

5. Napisz równania reakcji fosforu z tlenem oraz powstałego tlenku z wodą.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

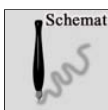
.....



33.4.9. Wybuch mieszaniny fosforu czerwonego z chloranem(V) potasu

Przebieg eksperymentu

Zamocowujemy łapę metalową na wysokości 0,5 m nad podstawą statywu. Jeden koniec sznurka przywiązujemy do odważnika i tak go umocowujemy, aby w odległości 5 m móc za pomocą tego sznurka opuszczać lub podnosić odważnik. Podciągamy odważnik na wysokość 25 - 30 cm ponad podstawę i zawiązujemy sznurek tak, by odważnik pozostał w tej pozycji. Za pomocą porcelanowej łyżki наносimy na podstawę statywu fosfor czerwony, a następnie pokrywamy go chloranem(V) potasu. Z odległości 5 m od tego stanowiska uwalniamy odważnik tak, aby upadł i uderzył w mieszaninę.



Spostrzeżenia:

1. Czy fosfor reaguje z chloranem(V) potasu?
.....
2. Jakie efekty obserwujemy podczas uderzenia odważnika w badaną mieszaninę? Dlaczego tak się dzieje?
.....
3. Dokńcz równanie reakcji:

$$10\text{KClO}_3 + 3\text{P}_4 \text{ ----> } 10\text{KCl} + \text{.....}$$

Wnioski:

.....



33.4.10. Otrzymywanie wolnej siarki w reakcji tiosiarczanu (VI) sodu z kwasem solnym

Przebieg eksperymentu

Do zlewki z 250 cm^3 3% roztworu tiosiarczanu(VI) sodu dodajemy stopniowo z pipety wolno mieszając, 25 cm^3 roztworu kwasu solnego przygotowanego przez rozcieńczenie stężonego kwasu siedmioma częściami objętościowymi wody (1:7).

Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zachodzą w roztworze tiosiarczanu(VI) sodu po dodaniu roztworu kwasu solnego na początku i po kilku minutach?

.....

2. Zbadaj woń wydzielającą się ze zlewki podczas reakcji.

.....

3. Jaką barwę ma produkt wydzielający się w tej reakcji?

.....

3. Na podstawie zaobserwowanych zmian zachodzących podczas reakcji zaproponuj równanie reakcji tiosiarczanu(VI) sodu z kwasem solnym.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

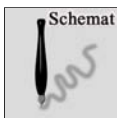


33.4.11. Otrzymywanie siarki jednoskośnej

Przebieg eksperymentu

Siarkę jednoskośną otrzymać można ze stopionej siarki. Do tygla lub parownicy wsypujemy siarkę w takiej ilości, aby po stopieniu poziom cieczy znajdował się około 1 cm poniżej górnej krawędzi naczynia. Tygiel lub parownicę z siarką ogrzewamy na siatce grzejnej. Po stopieniu całej ilości siarki odstawiamy palnik. Z chwilą, gdy na powierzchni stopionej masy utworzy się zakrzepła skorupa siarki, przebijamy ją w dwóch miejscach roz-

grzanym gwoździem. Nie zastygłą jeszcze płynną siarkę wylewamy szybko do drugiego tygielka. Następnie zdejmujemy ostrożnie nożem utworzoną skorupę. Dokonujemy obserwacji powstałej siarki.



Spostrzeżenia:

1. Co można zaobserwować pod powierzchnią zdjętego plastra siarki, jak i na ściankach tygla?

.....

2. Jaki kształt ma powstała odmiana siarki?

.....

3. Jak nazywa się alotropową odmianę siarki o takim kształcie kryształów?

.....

4. Co dzieje się z otrzymaną odmianą siarki po upływie godziny. Jak zmienia ona swój wygląd?

.....

5. W jaką odmianę alotropową może zmienić się otrzymana siarka z upływem czasu?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.12. Otrzymywanie chloru w reakcji manganianu(VII) potasu z kwasem solnym

Przebieg eksperymentu

Wsypujemy do probówki kilkanaście kryształków manganianu(VII) potasu KMnO_4 i wprowadzamy kilka kropel stężonego roztworu kwasu solnego. Probówkę zamykamy lekko korkiem i umieszczamy na tle białej kartki papieru. Następnie ostrożnie badamy zapach powstałego gazu.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma gaz wydzielający się podczas reakcji manganianu(VII) potasu z kwasem solnym?

.....

2. Jakim zapachem charakteryzuje się powstały produkt?

.....

3. Dokończ równanie przeprowadzonej reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.13. Spalanie miedzi w chlorze

Przebieg eksperymentu

Do kolby stożkowej z chlorem wprowadzamy szybko szczypcami pęczek cienkich drucików miedzianych, rozgrzanych w płomieniu palnika. Następnie dolewamy do kolby trochę wody i szybko zamykamy ją korkiem.

Spostrzeżenia:

1. Czy miedź reaguje z chlorem?. Jakiego typu jest to reakcja?

.....

2. Jaką barwę ma otrzymany roztwór?

.....

3. Napisz równanie zachodzącej reakcji.

.....

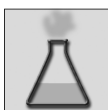
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.14. Badanie właściwości fizycznych bromu i jodu

Przebieg eksperymentu

1. Przyglądamy się uważnie próbkom bromu oraz jodu.
2. Do jednej probówki wrzucamy szczypcami kilka kryształków jodu, a drugiej wlewamy około $0,5 \text{ cm}^3$ bromu pod wyciągiem, do którego dodajemy niewielką ilość wody. Zawartość probówek wstrząsamy.
3. Do trzech par probówek wrzucamy po kilka kryształków jodu i wlewamy kilka kropel bromu. Następnie do pierwszej pary probówek wlewamy 2 cm^3 alkoholu etylowego, do drugiej - benzyny, a do trzeciej - tetrachlorku węgla i po zamknięciu wylotów probówek korkami energicznie wstrząsamy ich zawartość. Obserwujemy efekty poszczególnych prób.

Spostrzeżenia:

1. Jakie właściwości fizyczne ma brom i jod?

.....

2. Sprawdź jaka jest lotność bromu?

.....

3. W jaki sposób brom i jod rozpuszcza się w wodzie ?

.....

4. Jaka jest rozpuszczalność obu pierwiastków w badanych rozpuszczalnikach organicznych?

.....

Wnioski:

.....

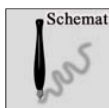
.....

.....

.....

**33.4.15. Badanie właściwości fizycznych jodu - sublimacja****Przebieg doświadczenia**

Na dno zlewki wsypujemy niewielką ilość kryształków jodu i przykrywamy ją szkiełkiem zegarkowym. Następnie zlewkę ostrożnie podgrzewamy płomieniem palnika gazowego na trójnogu. Po chwili ogrzewanie przerywamy i obserwujemy zmiany w zlewce.

**Spostrzeżenia:**

1. Jakie zmiany zaszły w całej objętości zlewki pod wpływem ogrzewania jodu?

.....

2. Co można zauważyć na szkiełku zegarkowym po ochłodzeniu zlewki.

.....

3. Jaki proces fizyczny był przyczyną zaistniałego zjawiska?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.16. Otrzymywanie płynu Lugola

Przebieg eksperymentu

W 300 cm³ wody destylowanej rozpuszczamy 2g jodku potasu i 1g jodu. Powstały roztwór nosi nazwę płynu Lugola i stosowany jest jako odczynnik do wykrywania skrobi i substancji redukujących.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma roztwór zwany płynem Lugola?

.....

2. Dlaczego można stosować go do wykrywania obecności skrobi?

.....

3. Jaką rolę może pełnić otrzymany roztwór w wykrywaniu reduktorów?
Odpowiedź uzasadnij równaniami reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.17. Reakcja sodu i potasu z wodą

Przebieg eksperymentu

Do dwu probówek wlewamy po kilka cm³ wody i kilka kropel roztworu fenoloftaleiny, a następnie do probówki pierwszej wrzucamy przygotowany mały skrawek sodu, a do drugiej taki sam skrawek potasu. Obserwujemy zachowanie się sodu i potasu w wodzie. Sprawdzamy, czy barwa wskaźnika uległa zmianie. Do wylotów obu probówek zbliżamy palące się łuczywko. Badamy ręką temperaturę dna probówek.

Spostrzeżenia:

1. Czy sól i potas reagują z wodą w jednakowy sposób?

.....

2. Na jaki kolor zmieniała się barwa fenoloftaleiny w wyniku reakcji sodu i potasu z wodą?
.....

3. Jakie zjawisko wystąpiło po zbliżeniu palącego się łuczywka do wylotu obu probówek po reakcji?
.....

4. Czy po reakcji zmieniała się temperatura dna probówek?
.....

5. Zapisz odpowiednie równania reakcji sodu i potasu z wodą.
.....

Wnioski:

.....
.....



33.4.18. Badanie właściwości fizycznych wodorotlenku sodu lub potasu

Przebieg eksperymentu

Wyjmujemy ze słoika szczypcami po kilka granulek wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu, kładziemy je na oddzielnych szkiełkach zegarkowych. Obserwujemy ich wygląd i pozostawiamy na kilkanaście minut na powietrzu. Następnie w dwóch probówkach rozpuszczamy w wodzie po około 4 granulki wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu. Dotykając palcami dna probówek, badamy efekt cieplny rozpuszczania wodorotlenków. Z kolei roztwory obu wodorotlenków przenosimy za pomocą pipety na skrawki tkanin: wełnianej, bawełnianej i tkaniny wykonanej z włókna syntetycznego. Po pewnym czasie splukujemy powierzchnię tkanin dużą ilością bieżącej wody i obserwujemy ich wygląd w miejscach, gdzie naniesione były wodorotlenki.

Spostrzeżenia:

1. Jakie właściwości fizyczne ma wodorotlenek sodu i wodorotlenek potasu ?
.....

2. Porównaj rozpuszczalność obu wodorotlenków w wodzie?

.....
3. Jakim zmianom ulega powierzchnia obu wodorotlenków wystawionych na działanie powietrza?

.....
4. Jakie efekty cieplne towarzyszą procesowi rozpuszczania obu wodorotlenków w wodzie?

.....
5. Która z wykonanych prób świadczy o żrących właściwościach badanych wodorotlenków

Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.4.19. Wykrywanie kationów sodu i potasu na podstawie analizy płomieniowej

Przebieg eksperymentu

Oczyszczonym drucikiem platynowym (lub stalowym) dotykamy sproszkowanej próbki chlorku sodu i wprowadzamy go do nieświecącej strefy płomienia palnika gazowego. Następnie podobną próbę wykonujemy z azotanem(V) sodu i obserwujemy, na jaki kolor barwi się płomień palnika w przypadku soli sodu. Takie same próby wykonujemy dla obu soli potasu obserwując przez szkiełko kobaltowe barwę płomienia. Z kolei powtarzamy próbę z solą otrzymaną do analizy od nauczyciela, nie wiedząc, jakie kationy (sodu czy potasu) wchodzi w jej skład.

Spostrzeżenia:

1. Na jaki kolor barwią sole sodu płomień palnika gazowego?

.....

2. Jaką barwę płomienia dają sole potasu?

.....

3. Jaka rolę w tym doświadczeniu odgrywa szkiełko kobaltowe?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

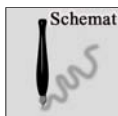


33.4.20. Podwodne spalanie magnezu

Przebieg eksperymentu

Do kolby stożkowej wlewamy wodę do około 2/3 jej wysokości i ustawiamy ją na arkuszu papieru. Umieszczone na łyżeczce do spalań wióry magnezu zapalamy w płomieniu palnika, a następnie szybko zanurzamy w wodzie. Obserwujemy zachodzące zmiany. Do roztworu dodajemy kilka kropel fenoloftaleiny, aby zidentyfikować powstały produkt reakcji.

Uwaga! Doświadczenie należy wykonywać w okularach ochronnych.



Spostrzeżenia:

1. Jaki gaz zapala się u wylotu kolby ?

.....

2. Na jaki kolor zabarwia się fenoloftaleina w powstałym roztworze?

.....

3. Zapisz równanie reakcji magnezu z wodą i produktu tej reakcji z wodą.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.21. Reakcja wapnia z wodą

Przebieg eksperymentu

Kilka kawałków wapnia metalicznego wkładamy do zlewki z zimną wodą. Obserwujemy przebieg reakcji. Następnie do roztworu dodajemy kilka kropel roztworu fenoloftaleiny.

Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób wapń reaguje z wodą?

.....

2. Jaki jest efekt energetyczny reakcji?

.....

3. Czy fenoloftaleina zmieniła barwę w badanym roztworze ? O czym to świadczy?

.....

4. Zapisz równanie zachodzącej reakcji.

.....

5. Porównaj, czy wapń reaguje tak samo energicznie z wodą jak sód czy potas?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.22. Reakcja tlenku wapnia z wodą

Przebieg eksperymentu

Odważamy ściśle określoną ilość tlenku wapnia świeżo wyprażonego i dodajemy ją do wody w zlewce. Roztwór intensywnie mieszamy. Badamy temperaturę dna zlewki. Dodajemy kilka kropel fenoloftaleiny.

Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób zmieniła się temperatura dna zlewki po zmieszaniu tlenku wapnia z wodą?

.....

2. Czy barwa fenoloftaleiny uległa zmianie w powstałym roztworze? O czym to świadczy?

.....

3. Jaki związek chemiczny powstał w wyniku reakcji badanego tlenku z wodą?

.....

4. Dlaczego reakcja ta nosi nazwę reakcji gaszenia wapna palonego?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.23. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych miedzi

Przebieg eksperymentu

Oglądamy próbkę miedzi (np. drut), ogrzewamy ją w płomieniu palnika i zanurzamy do probówki z 3 cm³ metanolu CH₃OH. Następnie do jednej zlewki wkładamy około 0,02 mola miedzi i dodajemy 3 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI). W drugiej zlewce wykonujemy podobną próbę stosując tym razem 3 cm³ stężonego kwasu azotowego(V). Po zakończeniu reakcji rozcieńczamy otrzymane roztwory wodą.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma miedź? Jak zmieniła się barwa miedzi po redukcji tlenu w metanolu?

.....

2. Jak zabarwiły się roztwory po reakcji miedzi z kwasami?

.....

3. Jakie gazy wydzielili się w reakcji miedzi z kwasami?

.....

4. Jakie produkty powstały w poszczególnych zlewkach?

.....

5. Napisz równania reakcji utleniania-redukcji w postaci jonowej dla wszystkich zachodzących tu reakcji.

.....

6. Jakie zabarwienie wykazują jony miedzi(II) w roztworze?

Co zmieniło się po rozcieńczeniu roztworów?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.24. Reakcja miedzi ze stężonymi kwasami : azotowym(V) i siarkowym(VI)

Przebieg eksperymentu

Do trzech probówek zawierających kolejno: dziesięciokrotnie rozcieńczony kwas azotowy(V), stężony kwas azotowy(V) i stężony kwas siarkowy(VI) wrzucamy kawałki miedzi. Obserwujemy jak stężony kwas azotowy(V) reaguje z miedzią.

Probówki z pozostałymi kwasami ogrzewamy w płomieniu palnika, zachowując szczególną ostrożność podczas ogrzewania kwasu siarkowego(VI).

Spostrzeżenia:

1. Jak miedź reaguje ze stężonym kwasem azotowym(V)?

.....

2. Jak zachodzi ta reakcja w przypadku pozostałych kwasów?

.....

3. Jaką barwę przyjmują roztwory po reakcji? O czym to świadczy?

.....

4. Jakie produkty gazowe powstają w tych reakcjach?

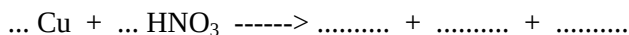
.....

5. Dokończ równania przeprowadzonych reakcji:

— miedzi z kwasem azotowym(V) rozcieńczonym wodą



— miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V)



— miedzi ze stężonym kwasem siarkowym(VI)

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

**33.4.25. Reakcja miedzi z roztworem azotanu(V) srebra****Przebieg eksperymentu**

Do 1m roztworu azotanu(V) srebra wkładamy odtłuszczoną cienką blaszkę miedzianą tak, aby jej część wystawała nad roztworem. Badamy, co dzieje się z powierzchnią miedzi?

Spostrzeżenia:

1. Jak zmienia się powierzchnia blaszki miedzianej zanurzonej w roztworze soli srebra?

.....

2. Jak zmienia się barwa roztworu?

.....

3. Napisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej i określ do jakiego typu można ją zaliczyć.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.4.26. Otrzymywanie chlorku srebra i badanie jego właściwości

Przebieg eksperymentu

Do 10 cm³ 0,5m roztworu azotanu(V) srebra dodajemy kilka kropel 0,5m roztworu chlorku sodu. Powstający produkt reakcji sącymy i pozostałość na sączku wystawiamy na działanie światła.

Spostrzeżenia:

1. Jaka jest rozpuszczalność powstałego produktu reakcji i jaką on ma barwę?

.....

2. Jakie zmiany zachodzą w powstałym chlorku pod wpływem światła?

.....

3. Napisz wszystkie równania reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.4.27. Badanie zawartości wody krystalizacyjnej w siarczanie (VI) miedzi(II)****Przebieg eksperymentu**

Porcję dokładnie odważonego 1g uwodnionego siarczanu(VI) miedzi (II) wsypujemy do probówki ze szkła trudno topliwego i prażymy w płomieniu palnika gazowego. Obserwujemy zmiany. Ważymy ochłodzony produkt reakcji.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma uwodniony siarczan(VI) miedzi(II)?

.....

2. Jak zmienia się jego barwa podczas prażenia? O czym to świadczy?

.....

3. Czy masa produktu po reakcji uległa zmianie? Jeśli tak to dlaczego?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.5. Dział 5. Atomy i cząsteczki

Cele operacyjne działu 5

Po zakończeniu omawiania działu 5 uczeń powinien:

- zdawać sobie sprawę z różnic istniejących w otaczającym nas makroświecie i mikroświecie,
- rozumieć założenia współczesnego modelu atomu,
- wiedzieć, co to jest konfiguracja elektronowa i umieć podać przykładową konfigurację dla jednego z pierwiastków o niewielkiej liczbie atomowej,
- umieć scharakteryzować zjawisko promieniotwórczości naturalnej oraz znać korzyści i zagrożenia wynikające z praktycznego wykorzystania tego zjawiska,
- wiedzieć, czym jest cząsteczka chemiczna, zdawać sobie sprawę z możliwości różnego sposobu zapisywania wzorów cząsteczek,
- umieć scharakteryzować podstawowe rodzaje wiązań chemicznych i wymienić przykłady związków, w cząsteczkach których takie wiązania występują,
- wiedzieć, co to jest skala elektroujemności, i umieć korzystać z danych w niej zawartych do przewidywania rodzaju wiązań chemicznych w cząsteczkach dwuatomowych,
- zdawać sobie sprawę z wpływu rodzaju wiązania chemicznego na właściwości związków chemicznych,
- zdawać sobie sprawę z celowości klasyfikacji pierwiastków chemicznych,
- orientować się w próbach klasyfikacji pierwiastków dokonywanych przed odkryciem D. Mendelejewa,
- dostrzegać różnice między atomami, cząsteczkami i jonami,
- znać podstawy budowy atomu,
- umieć rozpisać konfiguracje elektronowe dla atomów o niewielkich liczbach atomowych,

- wiedzieć, co to są elektrony walencyjne i rozumieć dlaczego te elektrony w atomach decydują o właściwościach chemicznych pierwiastków,
- rozumieć dlaczego i w jaki sposób zmieniają się właściwości pierwiastków w grupach i w okresach układu okresowego,
- umieć wykorzystywać układ okresowy pierwiastków do przewidywania właściwości pierwiastków oraz ich związków.

Komentarz dydaktyczny

Dział 5 rozpoczyna naukę chemii w klasie II liceum. Uczniowie w klasie I poznali już najważniejsze działy chemii nieorganicznej i znają język chemii, a także sposoby rozwiązywania prostych problemów rachunkowych. W module drugim zawarte są problemy chemii ogólnej oraz dział poświęcony problemom technologii chemicznej i negatywnym wpływom różnych substancji na otaczające nas środowisko naturalne. Dwa pierwsze działy tego modułu są związane z problemami w dużej mierze teoretycznymi. Dlatego tak ważne jest, aby nauczyciel, z konieczności nie wykonując doświadczeń poruszał omawiane zagadnienia tego działu w sposób barwny i przystępny, unikając zbędnych szczegółów. Na lekcjach poświęconych budowie atomu należy uświadomić uczniom, iż ujęcie modelowe wystarczające do rozumienia kolejnych zagadnień chemicznych jest proste i nie należy się go obawiać. Przy omawianiu wiązań chemicznych należy położyć nacisk na różnice we właściwościach substancji, w cząsteczkach których występują określone typy wiązań chemicznych. Najciekawszą lekcją w tym dziale może być lekcja o promieniotwórczości, pod warunkiem poruszenia takich problemów, jak broń jądrowa, elektrownie jądrowe czy datowanie promieniotwórcze.

Realizując treści tego działu powinno się dążyć do takiego przedstawienia problemów, aby uczniowie posługując się układem okresowym dostrzegli możliwości i zalety z jego korzystania oraz wartość informacyjną zawartych w nim danych. Można więc polecić tu pracę z programami komputerowymi, wykorzystanie określonych plansz, wykresów itp. Warto w tym etapie edukacyjnym uświadomić uczniom, iż przebrnięcie przez tajniki układu okresowego ułatwia zrozumienie wielu problemów chemicznych i znacznie ułatwia uczenie się chemii.



33.5.1. Badanie różnic w reaktywności sodu i potasu - zmiany reaktywności pierwiastków w grupach

Przebieg eksperymentu

Do dwóch szalek Petriego wlewamy wodę z dodatkiem fenoloftaleiny i do szalki pierwszej wrzucamy kawałek sodu, a do drugiej takiej samej wielkości kawałek potasu. Obserwujemy zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy sól i potas reagują z wodą?

.....

2. Na jaki kolor barwią się w obu zlewkach roztwory ?

.....

3. O czym świadczy powstała barwa roztworów?

.....

.....

4. Czy istnieje różnica w szybkości (energii) reakcji sodu i potasu z wodą?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.5.2. Badanie różnic w reaktywności magnezu i wapnia - zmiany reaktywności w grupach

Przebieg eksperymentu

Wykonujemy podobne doświadczenie jak w przypadku badania reaktywności sodu i potasu lecz z użyciem magnezu i wapnia.

Spostrzeżenia:

1. W zlewce, z którym metalem pojawia się czerwona barwa roztworu bezpośrednio po wrzuceniu próbek obu metali do wody?

.....

2. Czy w zlewce z magnezem roztwór ulega określonym zmianom ?

Jeśli tak to po jakim czasie?

.....

3. Który z badanych metali jest bardziej reaktywny chemicznie: wapń czy magnez? Odpowiedź uzasadnij.

.....

4. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń określ, jak zmienia się reaktywność pierwiastków w grupach, a jak w okresach układu okresowego pierwiastków?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.5.3. Porównanie reaktywności chloru, bromu i jodu

Przebieg eksperymentu

Do dwu probówek nalewamy kolejno, po 5 cm³, do pierwszej roztworu bromku potasu, a do drugiej roztworu jodku potasu. Następnie do każdej z probówek dodajemy po 1 cm³ wody chlorowej. Obserwujemy efekty zachodzących reakcji. Następnie wykonujemy drugą próbę polegającą na dodaniu do dwu probówek, w których znajdują się roztwory chlorku potasu oraz jodku potasu, wody bromowej. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zachodzą w probówkach po wprowadzeniu wody chlorowej do roztworów bromku potasu i jodku potasu?

.....

2. Czy dodanie wody bromowej do roztworów chlorku potasu i jodku potasu daje podobne efekty? Jakie są różnice w tych reakcjach?

.....

3. Napisz odpowiednie równania reakcji i na ich podstawie określ reaktywność badanych pierwiastków względem siebie.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....



33.5.4. Właściwości chemiczne chloru, bromu i jodu

Przebieg eksperymentu

Do wodnego roztworu bromku sodu dodajemy 2 cm³ tetrachlorku węgla i po zatkaniu wylotu probówki korkiem ciecz wstrząsamy. Następnie do probówki dodajemy niewielką ilość wody chlorowej i ponownie zawartość probówki wstrząsamy. Jakie zmiany teraz obserwujemy ? Jak zmieniło się zabarwienie warstwy tetrachlorku węgla ? W taki sam sposób przeprowadzamy eksperyment z roztworem jodku sodu, na który działamy wodą bromową. Następnie dodajemy 1 cm³ tetrachlorku węgla. Jakie teraz obserwujemy zabarwienie warstwy organicznej ?

Z kolei używamy roztworu jodku sodu, do którego dodajemy jednak niewielką ilość wody chlorowej, a następnie 1 cm³ tetrachlorku węgla. Sprawdzamy czy tak jak w poprzednich próbach nastąpiła zmiana barwy warstwy dodanego rozpuszczalnika.

Spostrzeżenia:

1. Czy zastosowany w eksperymencie rozpuszczalnik organiczny miesza się z wodą?

.....

2. W których przypadkach nastąpiła zmiana zabarwienia warstwy organicznej? O czym to świadczy?

.....

3. Napisz odpowiednie równania reakcji wykazujące jak zmienia się reaktywność chemiczna pierwiastków w grupie chlorowców.

.....

4. Do jakich typów można zaliczyć przebiegające w tym doświadczeniu reakcje?

.....

5. Który z pierwiastków badanej grupy układu okresowego jest najbardziej aktywny, a który najmniej aktywny chemicznie?

.....

Wnioski:

.....

.....

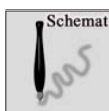
.....



33.5.5. Zachowanie się miedzi wobec chloru i siarki

Przebieg eksperymentu

Do kolby stożkowej z chlorem wprowadzamy rozgrzany w płomieniu palnika drut miedziany. Obserwujemy objawy zachodzącej reakcji. W dalszej części doświadczenia taki sam drut miedziany przytykamy do siarki znajdującej się na dnie probówki. Obserwujemy czy zachodzą określone zmiany.



Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zachodzą w kolbie z chlorem po wprowadzeniu do niej drutu miedzianego?

.....

2. Czy podobny efekt reakcji uzyskujemy w tych samych warunkach w przypadku kontaktu miedzi z siarką?

.....

3. Napisz równania odpowiednich reakcji chemicznych.

.....

4. Opierając się na wynikach tego doświadczenia i poprzednich, w których badano reaktywność chlorowców, określ, jak zmienia się reaktywność niemetalu ze wzrostem liczby atomowej w grupie i w okresie układu okresowego pierwiastków?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.6. Dział 6. Mechanizmy reakcji chemicznych

Cele operacyjne działu 6

Po zakończeniu omawiania działu szóstego uczeń powinien:

- zdawać sobie sprawę z istnienia reakcji endo i egzotermicznych i umieć podać definicję oraz przykłady tego typu,
- umieć podać przykłady reakcji bardzo szybkich i bardzo wolnych,
- wiedzieć, jakie czynniki mogą wpływać na szybkość reakcji chemicznych z podaniem odpowiednich przykładów,
- rozumieć, w jaki sposób człowiek może odnosić korzyści ze zmienia-
nia szybkości reakcji chemicznych,
- wiedzieć, na czym polegają reakcje utleniania-redukcji,
- rozumieć pojęcie utleniacza i reduktora,
- potrafić wskazać przykłady reakcji utleniania-redukcji w naszym otoczeniu,
- umieć bilansować proste równania utleniania-redukcji.

Komentarz metodyczny

Najważniejszym przesłaniem tego działu jest uświadomienie uczniom istnienia różnego typu reakcji chemicznych, nie z powodu złożoności reagentów, ale ze względu na różnice w efektach energetycznych, a także w szybkości ich przebiegu. W trakcie zapoznawania się z treściami tego rozdziału uczeń powinien wyrobić sobie przekonanie, że efekty energetyczne reakcji oraz regulacja ich szybkości mają fundamentalne znaczenie zarówno dla przemysłu chemicznego, jak i gospodarstw domowych. Omawiając katalizatory, należy uświadomić uczniom, iż zasadniczą cechą katalizy jest zmniejszenie energii aktywacji i jest to zagadnienie wspólne dla katalizatorów nieorganicznych i enzymów. Warto również uświadomić uczniom, dlaczego mimo wspólnego mechanizmu działania, te dwie grupy katalizatorów jednak różnią się między sobą. Osobnym problemem są reakcje utleniania-redukcji. Należy położyć tu nacisk na odróżnienie tego typu reakcji od reakcji innego typu i uświadomić uczniom częstość występowania takich prze-

mian. Nie ma potrzeby wyrabiania umiejętności bilansowania zbyt skomplikowanych równań np. przy zastosowaniu równań połówkowych. Natomiast uczniowie powinni potrafić wskazać w każdym przypadku, która substancja pełni rolę utleniacza, a która rolę reduktora.



33.6.1. Badanie efektu cieplnego reakcji spalania sodu w tlenie

Przebieg eksperymentu

W kolbie stożkowej zbieramy tlen np. tworzący się w wyniku reakcji katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru. Następnie na łyżce do spalań umieszczamy kawałek oczyszczonego od nafty sodu i zapalamy go w płomieniu palnika gazowego. Gdy sól zapali się, wprowadzamy go do kolby z tlenem. Obserwujemy przebieg reakcji i porównujemy jej intensywność na powietrzu i w tlenie. Doświadczenie należy bezwzględnie wykonywać w okularach ochronnych.

Spostrzeżenia:

1. Z jaką energią zachodzi reakcja sodu w powietrzu, a z jaką reakcja sodu w tlenie?.....
2. Jaka jest temperatura dna kolby po reakcji?
.....
3. Zapisz równanie reakcji sodu z tlenem.
.....

Wnioski:

.....



33.6.2. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji jodku potasu z kwasem azotowym(V)

Przebieg doświadczenia

Do trzech kolb stożkowych wlewamy po 20 cm³ roztworu kwasu azotowego(V). Oddzielnie przygotowujemy roztwór jodku potasu. Zawartość pierwszej kolby stożkowej utrzymujemy w temperaturze otoczenia. Zawartość drugiej kolby ogrzewamy na płytce metalowej płomieniem palnika do temperatury 40°C, natomiast zawartość trzeciej kolby ogrzewamy do temperatury 80°C. Po zakończeniu ogrzewania kolb do podanej temperatury dodajemy do wszystkich trzech kolb po 10 cm³ przygotowanego

wcześniej roztworu jodku potasu. Obserwujemy, jakie zachodzą zmiany w poszczególnych kolbach.

Roztwór kwasu azotowego(V) do doświadczenia przygotowujemy dodając do 75 cm³ wody destylowanej 25 cm³ stężonego, 68% roztworu kwasu azotowego(V). Natomiast roztwór jodku potasu przygotowujemy rozpuszczając 3,4 g tej soli w 40 cm³ wody destylowanej.

Spostrzeżenia:

1. Czy podczas reakcji kwasu azotowego(V) z jodkiem potasu nastąpiło wydzielanie się pewnej substancji? Jaką barwę ma ta substancja?

.....

2. Porównaj, z jaką szybkością zachodziły reakcje w poszczególnych kolbach?

.....

3. Który z czynników fizycznych decydował o szybkości zachodzących reakcji?

.....

4. Zdecydowanie najszybciej reakcja przebiegała w kolbie podgrzanej do temperatury 80°C.

.....

5. Jak temperatura wpływała na szybkość reakcji jodku potasu z kwasem azotowym(V)?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.6.3. Badanie zależności szybkości reakcji od stężenia reagentów na przykładzie szybkości wydzielania się siarki z roztworu tiosiarczuanu(VI) sodu

Przebieg eksperymentu

25g tiosiarczanu(VI) sodu rozpuszczamy w wodzie destylowanej i uzupełniamy wodą do łącznej objętości 500 cm^3 . Następnie na czarnym tle ustawiamy cztery wysokie zlewki o 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 tiosiarczanu(VI) sodu i 105 cm^3 wody. Zawartość zlewek dokładnie mieszamy szklanymi bagietkami. Następnie do czterech kolb stożkowych odmierzamy po 20 cm^3 roztworu kwasu solnego, przygotowanego przez rozcieńczenie 32 cm^3 stężonego roztworu kwasu wodą destylowaną do objętości 100 cm^3 . Do każdej zlewki wlewamy równocześnie odmierzone ilości roztworów kwasu solnego i natychmiast mieszamy je bagietką uruchamiając równocześnie stopery. Notujemy czasy pojawienia się zmętnienia w kolejnych zlewkach licząc czas od chwili wiania roztworu kwasu solnego do roztworów tiosiarczanu(VI) sodu. Należy pamiętać o tym, aby temperatury zarówno roztworów tiosiarczanu(VI) sodu jak i roztworów kwasu solnego były jednakowe. W przeciwnym razie wyniki doświadczenia mogą być nieprawidłowe, gdyż wpływ na szybkość reakcji będzie mieć również różna temperatura roztworów.

Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób uwidaczniały się objawy zachodzącej reakcji pomiędzy tiosiarczanem(VI) sodu, a kwasem solnym?.

.....

2. Jak stężenie roztworu tiosiarczanu(VI) sodu wpływało na szybkość reakcji w poszczególnych zlewkach? Zatem w jaki sposób stężenie reagentów może wpływać na szybkość reakcji chemicznej?

.....

3. Zapisz równanie zachodzącej reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.6.4. Reakcje cynku z kwasem solnym o różnych stężeniach

Przebieg eksperymentu

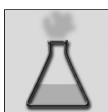
Przygotowujemy cztery probówki i do każdej z nich wlewamy po 5 cm^3 roztworu kwasu solnego. Do pierwszej wlewamy kwas solny stężony, do drugiej kwas solny 20%, do trzeciej 10%, a do czwartej 5%. Następnie do probówek wrzucamy po jednej granulce cynku. Zwracamy uwagę na przebieg reakcji w poszczególnych probówkach. Identyfikujemy powstający gaz palącym się łuczywkiem.

Spostrzeżenia:

1. W której probówce przebiegała energiczniej reakcja chemiczna?
.....
2. Jakie jest stężenie kwasu solnego w tej probówce?
.....
3. Co dzieje się po zbliżeniu palącego się łuczywka do wylotu probówek podczas reakcji? O czym to świadczy?
.....
- 4 Jaki czynnik ma wpływ na przyspieszenie reakcji chemicznej?
.....

Wnioski:

.....



33.6.5. Porównywanie szybkości reakcji kwasu solnego z cynkiem i z żelazem

Przebieg eksperymentu

Dwie probówki napełniamy wodą i odwrócone dnem do góry zanurzamy w krystalizatorze wypełnionym wodą. Następnie do innych dwu probówek wrzucamy: do jednej próbkę żelaza, a do drugiej próbkę cynku. Do probówek dodajemy kwasu solnego i natychmiast zamykamy ich wyloty korkami z rurką odprowadzającą. Końce rurek wkładamy do krystalizatora

pod wylot probówek z wodą i określamy ilość powstającego w reakcji produktu gazowego, na podstawie ilości wypartej wody.

Spostrzeżenia:

1. Czy w wyniku reakcji kwasu solnego z cynkiem i z żelazem powstaje wodór?.....
2. Sprawdź, czy w obu reakcjach powstaje tyle samo gazu w jednostce czasu?
3. Jaki czynnik w tym doświadczeniu miał wpływ na szybkość reakcji chemicznej?

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.6.6. Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji kwasu solnego z żelazem

Przebieg eksperymentu

Do dwu probówek nalewamy wody i skierowane do góry dnem zanurzamy w wodzie znajdujące się w krystalizatorze. Z kolei do dwu następnych probówek wkładamy jednakowe próbki żelaza i dodajemy jednakowe ilości kwasu solnego o tym samym stężeniu. Wyloty obu probówek zamykamy korkami, w których znajdują się rurki do odprowadzania gazu i końce rurek umieszczamy pod wylotami probówek napełnionych wodą. Obserwujemy przebieg reakcji. Następnie podnosimy temperaturę jednej z probówek przez podgrzanie jej płomieniem palnika. Porównujemy szybkości przebiegających reakcji w obu probówkach.

Spostrzeżenia:

1. Czy w jednakowych warunkach w obu probówkach powstawał gaz z jednakową szybkością?

2. Jak podwyższenie temperatury jednego z roztworów kwasu wpłynęło na szybkość powstawania produktu gazowego?

.....

3. Który z czynników fizycznych miał w tej reakcji wpływ na jej przyspieszenie?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.6.7. Badanie wpływu stężenia kwasu solnego na przebieg jego reakcji z cynkiem

Przebieg eksperymentu

Do dwu probówek wrzucamy po kawałku cynku i dodajemy kwasu solnego: do jednej probówki roztwór 10% , a do drugiej roztwór 5% tego kwasu. Po dodaniu kwasu natychmiast zamykamy wyloty obu probówek korkami zaopatrzonymi w rurki do odprowadzania gazu i jak w doświadczeniu poprzednim, zbieramy w probówkach napełnionych wodą powstający gaz. Obserwujemy, jakie ilości gazu zbierzemy w obu probówkach w tym samym czasie.



Spostrzeżenia:

1. W której probówce wodór zbierał się z większą szybkością?
.....
2. Co wpłynęło więc w tym doświadczeniu na przyspieszenie reakcji chemicznej?
.....
3. Przez zmianę którego czynnika fizycznego można zmienić szybkość reakcji chemicznej?
.....

Wnioski:

.....

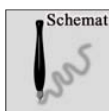
.....

.....

.....

**33.6.8. Porównywanie szybkości reakcji kwasu solnego z cynkiem o różnym stopniu rozdrobnienia****Przebieg eksperymentu**

Do dwu probówek wkładamy: do jednej granulkę cynku, a do drugiej taką samą ilość pyłu cynkowego. Następnie dodajemy kwas solny o tym samym stężeniu i zbieramy wydzielający się gaz do probówek z wodą. Obserwujemy, w której probówce, w tym samym czasie, zbierze się więcej gazu.



Spostrzeżenia:

1. W której probówce powstawał gaz z większą szybkością?
.....
2. Czy stopień rozdrobnienia substratów reakcji może mieć wpływ na szybkość reakcji chemicznej?
.....
3. W jaki zatem sposób można przyspieszyć reakcje chemiczne?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.6.9. Badanie wpływu katalizatora w postaci soli miedzi(II), na szybkość reakcji cynku z kwasem solnym

Przebieg eksperymentu

Do jednej z dwu probówek, zawierających takie same ilości kwasu solnego o jednakowych stężeniach oraz te same ilości cynku, o jednakowym rozdrobnieniu, dodajemy niewielką ilość 1m roztworu siarczynu(VI) miedzi(II). Zbieramy powstający gaz i obserwujemy szybkość reakcji w obu probówkach.

Spostrzeżenia:

1. W której probówce reakcja cynku z kwasem solnym zachodzi szybciej?
.....
2. Dlaczego tak się dzieje?.....
3. Czy podczas reakcji ubywa dodanego siarczynu(VI) miedzi(II)?
.....
4. Jaką rolę w tej reakcji pełni zastosowana sól miedzi(II)?
.....
5. W jaki sposób można przyspieszyć reakcję chemiczną?

.....
6. Jak nazywamy substancje, które przyspieszają reakcje chemiczne?
.....

Wnioski:
.....
.....
.....
.....



33.6.10. Rozkład nadtlenku wodoru przy udziale tlenku manganu(IV)

Przebieg eksperymentu

Do trzech probówek wlewamy 3% roztworu nadtlenku wodoru. Do jednej z probówek wrzucamy niewielką ilość tlenku manganu (IV), do probówki następnej dodajemy grudkę drożdży, natomiast trzecią probówkę pozostawiamy z roztworem nadtlenku wodoru, traktując ją jako próbkę porównawczą. Identyfikujemy gaz wydzielający się w poszczególnych probówkach za pomocą tłącego się łuczywka.

Spostrzeżenia:

1. Z jaką szybkością wydziela się produkt gazowy w probówce pierwszej, drugiej i w probówce trzeciej?
.....

2. Dlaczego tak się dzieje?.....

3. Jaką rolę w tych reakcjach pełnią tlenek manganu(IV) i drożdże?
.....

Wnioski:
.....
.....
.....
.....

33.7. Dział 7. Chemia wokół nas

Cele operacyjne działu 7

Po zakończeniu omawiania działu 7 uczeń powinien:

- zdawać sobie sprawę z wszechobecności substancji chemicznych w życiu codziennym,
- umieć wymienić kilka barwników syntetycznych i naturalnych,
- rozumieć mechanizm działania detergentów,
- rozróżniać reakcje polikondensacji i polimeryzacji,
- umieć wymienić kilka przykładów tworzyw sztucznych i podać ich zastosowania,
- znać ogólny zarys wybranych procesów przemysłowych,
- zdawać sobie sprawę, iż rozwój przemysłu chemicznego oprócz dobrodziejstw niesie ze sobą także zagrożenia,
- znać główne substancje zanieczyszczające wodę, glebę i atmosferę, oraz wymienić przykładowe skutki zanieczyszczenia tymi substancjami,
- rozumieć mechanizm i możliwe skutki kwaśnych opadów i efektu cieplarnianego.

Komentarz dydaktyczny

Realizując treści tego działu należy dążyć do pokazania uczniom powszechności przenikania najróżniejszych substancji do praktyki życia codziennego. Warto nawet zrezygnować ze zbyt dużego ładunku wzorów i równań chemicznych na korzyść "twórczej zabawy" barwnikami, rozpuszczalnikami, detergentami i tworzywami sztucznymi. Treści dotyczące procesów przemysłowych powinny ukazać uczniom specyfikę otrzymywania substancji chemicznych na wielką skalę oraz uwypuklić podobieństwa i różnice między laboratoryjnymi i przemysłowymi metodami preparatyki. Lekcje związane z negatywnym wpływem nadmiaru niektórych substancji w naszym otoczeniu mają uwrażliwić młodych ludzi na fakt, iż mamy tylko jedną Zie-

mię, której nie wolno beztrosko i bezkarnie zanieczyszczać. Chęć ułatwienia sobie życia nie może być żadnym usprawiedliwieniem dla niekontrolowanej emisji substancji, której nadmiar może mieć katastrofalne skutki. Pobudzenie świadomości popularnie choć niezbyt ściśle nazywanej proekologiczną jest w stanie wyzwolić w uczniach chęć prawidłowych zachowań w przyszłości.



33.7.1. Badanie właściwości octanu celulozy

Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy próbkę do badań oczyszczając kawałek błony fotograficznej lub filmowej z emulsji fotograficznej (np. ostrą szczotką, po uprzednim namoczeniu w wodzie).

- Badamy palność octanu celulozy.
- Badamy zachowanie się octanu celulozy wobec rozpuszczalników organicznych: etanolu, acetonu, chloroformu, octanu etylu i benzyny. W tym celu pocieramy próbkę tworzywa watą zwilżoną danym rozpuszczalnikiem i obserwujemy skutek działania rozpuszczalnika.
- Przygotowanie lakieru z octanu celulozy. Do probówki wlewamy 10 cm³ octanu etylu lub rozpuszczalnika „Nitro” i wrzucamy do niej ok. 2 g drobno pociętej oczyszczonej błony. Probówkę zamykamy korkiem z osadzoną w nim rurką szklaną i ogrzewamy w łaźni wodnej w temp. 50°C mieszając co pewien czas. Po rozpuszczaniu się błony chłodzimy roztwór do temperatury pokojowej i наносimy pędzelkiem cienką warstwę roztworu na różne przedmioty, np. papier, drewno, metal itp. Badamy po wyschnięciu właściwości otrzymanej powłoki.

Spostrzeżenia:

- Jak zachowuje się octan celulozy w płomieniu palnika gazowego?
.....
- Czy po wyjęciu z płomienia octan celulozy spala się w dalszym ciągu?
.....
- Jakie związki mogą być rozpuszczalnikami octanu celulozy?
.....
- Jakimi właściwościami fizycznymi charakteryzuje się powłoka lakierowa z octanu celulozy?
.....

Wnioski:

.....



33.7.2. Badanie właściwości poliestrów i poliamidów

Przebieg eksperymentu

Do badań stosujemy próbki tkaniny poliestrowej „elana” i poliamidowej „nylon ” i „ stilon”

- Badamy zachowanie się próbek poliamidu i poliestru podczas ogrzewania oraz ich palność.
- Badamy rozpuszczalność próbek poliestru i poliamidu w benzynie i acetonie.
- Próbkę poliamidu ogrzewamy do wrzenia ze stężonym roztworem wodorotlenku sodu. Co obserwujemy? Wykonujemy to samo doświadczenie z próbką poliestru.

Spostrzeżenia:

1. Z czym kojarzy się zapach palonego poliamidu?

.....

2. Jak zachowują się poliester i poliamid w stosunku do benzyny i acetonu?

.....

3. Co dzieje się z poliamidem w roztworze stężonego wodorotlenku sodu? Jak zachowuje się poliester wobec wodorotlenku?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.7.3. Otrzymywanie żywicy fenolowo-formaldehydowej

Przebieg eksperymentu

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.

Spostrzeżenia:

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?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.7.4. Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehidowej****Przebieg eksperymentu**

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.

Spostrzeżenia:

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-formaldehidowej
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.7.5. Badanie właściwości wybranych tworzyw sztucznych

Przebieg eksperymentu

- a. Niewielką próbkę tworzywa jak: polietylenu, polichlorku winylu PCW i polistyrenu próbujemy zapalić wprowadzając ją do płomienia palnika. Zwracamy uwagę, czy próbka gaśnie po wyjęciu z płomienia, czy pali się nadal. Do świeżo wyjętej z płomienia próbki PCW zbliżamy zwilżony wodą papierek wskaźnikowy. Co obserwujemy?
- b. Póbkę tworzywa pocieramy watą zwilżoną benzyną, a następnie acetonem.
- c. Póbkę tworzywa zanurzamy na chwilę do wrzącej wody i próbujemy wygiąć ją posługując się szczypcami.

Spostrzeżenia:

1. Czy badane tworzywa ulegają spalaniu?
.....
2. Na jaki kolor zabarwia się zwilżony wodą papierek wskaźnikowy w pobliżu gorącego polichlorku winylu?
.....
3. Które z badanych tworzyw rozpuszczają się w benzynie i acetonie?
.....
4. Gdzie można wykorzystać obserwowane zjawisko zmian właściwości fizycznych badanych tworzyw pod wpływem wysokiej temperatury?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

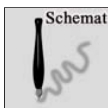
.....



33.7.6. Depolimeryzacja poli(metakrylanu metylu) - "szkła organicznego" i polimeryzacja otrzymanego monomeru

Przebieg eksperymentu

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 cm^3 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.



Spostrzeżenia:

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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.7.7. Tradycyjny wyrób mydła

Przebieg eksperymentu

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 cm³ 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 zapalkach i odstawiamy do zakrzepnięcia.

Spostrzeżenia:

1. Jakimi właściwościami fizycznymi charakteryzuje się nowopowstały związek chemiczny?

.....

2. Jaka jest jego rozpuszczalność w wodzie?

.....

3. Napisz równanie reakcji powstawania mydła sodowego.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.7.8. Badanie mechanizmu działania mydła na przykładzie mieszaniny wody z olejem w obecności mydła

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki z wodą dodajemy niewielką ilość oleju, wstrząsamy jej zawartość. Obserwujemy powstające zjawisko. Następnie do drugiej probówki z roztworem mydła dodajemy także kilka kropel mydła. Zawartość probówki wstrząsamy. Dokonujemy obserwacji.

Spostrzeżenia:

1. Jak zachowywała się mieszanina oleju z wodą?
.....
2. Czy substancje te mieszają się ze sobą?
.....
3. Na czym polega różnica w zachowaniu się mieszaniny oleju z wodą w obecności mydła?
.....
4. Jak można na podstawie wykonanego eksperymentu wyjaśnić myjące i piorące właściwości mydeł?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.7.9. Badanie wpływu soli wapnia rozpuszczonych w wodzie na pienienie się roztworów mydła i detergentów syntetycznych

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy wodę destylowaną, a do drugiej - wodny roztwór soli wapnia, np. chlorku wapnia. Do obu probówek dodajemy jednakowe ilości mydła. Następnie probówki zatykamy korkami i wstrząsamy ich zawartościami. Obserwujemy powstające zmiany. Podobną próbę wykonujemy w obecności detergentu.

Spostrzeżenia:

1. Jak zachowuje się podczas wytrząsania roztwór mydła w wodzie destylowanej?.....
2. Porównaj właściwości roztworu mydła w wodzie z dodatkiem jonów wapnia. Co można powiedzieć o pianie mydlanej w tym roztworze?
.....

3. Jaki wpływ na pieniące właściwości mydeł mają jony wapnia zawarte w wodzie wodociągowej?

.....

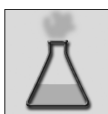
4. Dlaczego woda twarda nie nadaje się do prania bielizny?

.....

Wnioski:

.....

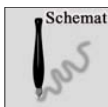
.....



33.7.10. Laboratoryjne badanie efektu cieplarnianego

Przebieg eksperymentu

Jedną kolbę napełniamy tlenkiem węgla(IV), a drugą pozostawiamy wypełnioną powietrzem. Obie kolby zamykamy korkami, wewnątrz których umieszczone są termometry. Następnie kolby ustawiamy tak, by stały po obu stronach żarówki i stykały się z nią ściankami. Obserwując termometry, notujemy zmiany temperatury jakie zachodzą po włączeniu żarówki.



Spostrzeżenia:

1. Jak zmienia się temperatura w kolbie wypełnionej powietrzem, a jak w kolbie wypełnionej tlenkiem węgla(IV)?

.....

2. Dlaczego występują różnice temperatury we wnętrzu obu kolb?

.....
3. W której kolbie temperatura jest wyższa?

.....
4. Na czym polega zjawisko efektu cieplarnianego?

.....
Wnioski:

.....
.....
.....
.....

33.8. Dział. 8 Podstawy chemii organicznej

Cele operacyjne działu 8

Po zakończeniu omawiania działu ósmego uczeń powinien:

- znać strukturę elektronową atomu węgla i rozumieć konsekwencje z niej płynące,
- kojarzyć, czym była chemia organiczna w przeszłości i czym jest obecnie,
- umieć scharakteryzować odmiany alotropowe węgla,
- wiedzieć, na czym polega teoria "siły życiowej" i rozumieć znaczenie doświadczenia Wohlera dla rozwoju chemii, biologii i filozofii,
- zdawać sobie sprawę z różnic pierwiastkowych składu materii żywej i nieżytwej,
- znać podstawowe węglowodory różnych typów oraz ich reakcje charakterystyczne,
- znać praktyczne zastosowania różnych węglodorów,
- wiedzieć, czym jest ropa naftowa i gaz ziemny,
- znać zastosowania poszczególnych frakcji ropy naftowej,
- rozumieć różnicę między odnawialnymi i nieodnawialnymi źródłami energii.

Komentarz metodyczny

Niniejszy rozdział poświęcony jest chemii organicznej. Ta gałąź chemii dla wielu uczniów może być ciekawa, szczególnie dla tych, którzy interesują się biologią. Dział ten rozpoczyna się wstępem do właściwej chemii organicznej. Podczas kilku pierwszych lekcji trzeba uświadomić uczniom, iż szczególne właściwości atomu węgla umożliwiają powstawanie ogromnej liczby związków chemicznych.

Inną ważną treścią jest epokowe doświadczenie F. Wohlera, obalenie teorii "siły życiowej" i sprowadzenie związków występujących w organizmach żywych do rangi normalnych, złożonych substancji chemicznych. Ważne jest w tym dziale ogólne omówienie zjawiska izomerii, które następuje

przybliża się dokładniej przy omawianiu różnych grup związków organicznych. Kolejne lekcje poświęca się omówieniu różnego typu węglowodorów. Podczas tych lekcji kształtowane jest charakterystyczne podejście do pisanie wzorów strukturalnych i równań reakcji chemicznych związków organicznych. Ułatwia to omawianie bardziej złożonych strukturalnie związków organicznych. Poruszono też zagadnienia nieodnawialności paliw kopalnych, alternatywnych źródeł energii oraz omówiono negatywne skutki spalania zbyt dużej ilości paliw kopalnych.



33.8.1. Badanie zachowania się benzenu wobec wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu

Przebieg eksperymentu

Do dwu probówek wlewamy po około 2 cm^3 benzenu i następnie kolejno dodajemy jeszcze: do probówki pierwszej 1 cm^3 wody bromowej, a do probówki drugiej $0,5\text{ cm}^3$ rozcieńczonego roztworu manganianu(VII) potasu. Obie probówki zamykamy korkami i wstrząsamy ich zawartościami. Obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany.

UWAGA: Benzen jest związkiem szkodliwym dla zdrowia. Należy unikać wdychania jego par, ponieważ w większym stężeniu mogą one wywołać zatrucie.

Spostrzeżenia:

1. Czy w probówce zawierającej benzen i wodę bromową zaszła zmiana barwy roztworu?

.....

2. Czy nastąpiła zmiana barwy roztworu manganianu(VII) potasu w obecności benzenu?

.....

3. Czy benzen można zaliczyć do węglowodorów nienasyconych?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.8.2. Badanie zachowania się benzenu i ciekłego alkanu wobec bromu

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy ok. 1 cm^3 benzenu, a do drugiej ok. 1 cm^3 heksanu lub innego ciekłego alkanu, po czym dodajemy do każdej z nich po 3 - 4 krople bromu. Obserwujemy zachodzące zjawiska (probówki nie mogą być wystawione na działanie silnego światła). Po dwóch minutach

dodajemy do obu probówek szczyptę bezwodnego chlorku żelaza(III) FeCl_3 (z braku tych odczynników można dodać nieco opiłków żelaza) i mieszamy zawartość, ostrożnie wstrząsając. Obserwujemy, czy teraz zaszły jakieś zmiany? Następnie do wylotu probówki z benzenem zbliżamy zwilżony wodą uniwersalny papierek wskaźnikowy. Co stwierdzamy?

UWAGA: Brom ma właściwości silnie parzące, a jego pary są trujące. Dodawanie bromu należy wykonać pipetą pod wyciągiem. Można też posłużyć się bezpieczniejszym w użyciu roztworem bromu w tetrachlorku węgla CCl_4 .

Spostrzeżenia:

1. Jaki jest efekt reakcji po zmieszaniu benzenu z bromem i alkanu z bromem?
.....
2. Czy po dodaniu katalizatora do mieszaniny zaszły jakieś zmiany?
.....
3. Jak reaguje z bromem benzen w obecności katalizatora, a jak ciekły alkan?
.....
4. Czy papierek uniwersalny zmienił swą barwę u wylotu probówki z mieszaniną benzenu z bromem?
.....
5. Napisz równanie reakcji bromu z benzenem i bromu z ciekłym alkanem, jeśli takie reakcje zachodzą?
.....

Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.8.3. Badanie zachowania się benzenu i ciekłego alkanu wobec mieszaniny stężonego kwasu azotowego(V) i stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg eksperymentu

Do dwóch probówek wlewamy po 1 cm³ stężonego kwasu azotowego (V) i po 0,5 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI). Następnie do pierwszej probówki dodajemy kilka kropel benzenu, a do drugiej kilka kropel oleju parafinowego. Wstawiamy obie probówki do ogrzanej do 40°C łaźni wodnej, wstrząsając co pewien czas ich zawartość. Po kilku minutach wylewamy ostrożnie zawartość każdej z nich do zlewki zawierającej około 20 cm³ wody. Badamy ostrożnie zapach produktów reakcji i ich wygląd.

Spostrzeżenia:

1. Jak zmienił się zapach wylanej do wody mieszaniny kwasów z benzenem, a jak zapach wylanej mieszaniny oleju parafinowego z kwasami?

.....

2. Czy wygląd otrzymanych produktów reakcji w obu przypadkach zmienił się?

.....

3. Jak sądzisz, w której probówce zaszła reakcja chemiczna?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.8.4. Reakcja stężonego kwasu siarkowego(VI) z substancjami organicznymi - reakcja z sacharozą

Przebieg eksperymentu

Do niedużej zlewki wsypujemy do 2/3 jej pojemności sacharozę i powierzchnię cukru lekko zwilżamy wodą. Następnie na powierzchnię cukru wlewamy stężony kwas siarkowy(VI). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy po wylaniu kwasu na cukier natychmiast zachodzi reakcja chemiczna?
.....
2. Co dzieje się w zlewce po kilku minutach działania kwasu na cukier?
.....
3. Jaką barwę i zapach ma ostateczny produkt reakcji?
.....
4. O czym świadczy zmiana barwy cukru?
.....
5. Jakie właściwości chemiczne kwasu siarkowego(VI) wykazano w tym doświadczeniu?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

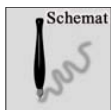
.....



33.8.5. Otrzymywanie etenu przez odwodnienie alkoholu etylowego za pomocą stężonego kwasu siarkowego(VI)

Przebieg eksperymentu

Mieszaninę złożoną z dwóch objętości stężonego kwasu siarkowego (VI) i jednej objętości alkoholu etylowego umieszczamy w kolbie i dodajemy do niej niewielką ilość piasku. Kolbę zatykamy szczelnie korkiem i umieszczamy w statywie, a następnie łączymy z płuczkami, z których pierwsza zawiera rozcieńczony (10%) roztwór kwasu siarkowego (VI), a druga roztwór wodorotlenku sodu, o podobnym stężeniu. Zawartość kolby ogrzewamy na metalowej płytce palnikiem gazowym, a po wyparciu powietrza z aparatury zbieramy powstający gaz do probówek nad wodą. Obserwujemy powstający produkt reakcji. Wykonujemy próbę produktu z wodą bromową i roztworem manganianu(VII) potasu.

**Spostrzeżenia:**

1. Czy alkohol etylowy ulega reakcji ze stężonym kwasem siarkowym(VI)?

.....

2. Jak zachowuje się woda bromowa i roztwór manganianu(VII) potasu w obecności produktu reakcji? O czym świadczą zaobserwowane zmiany barw?

.....

3. Podaj nazwę produktu powstałego w wyniku działania stężonego kwasu siarkowego(VI) na alkohol etylowy?

.....

4. Jakie właściwości wykazuje w tej reakcji stężony kwas siarkowy(VI)?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

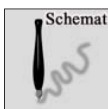
.....



33.8.6. Różne sposoby otrzymywania metanu. Otrzymywanie metanu z octanu sodu

Przebieg eksperymentu

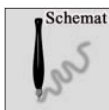
Przygotowujemy aparaturę do zbierania gazów. Do probówki wsypujemy mieszaninę składającą się z 2 g octanu sodu, 4g wodorotlenku wapnia i 1 g sproszkowanego wodorotlenku sodu. Po zatkaniu wylotu probówki korkiem z osadzoną w nim rurką szklaną, ogrzewamy probówkę płomieniem palnika gazowego, zbierając powstający gaz w probówce wypełnionej wodą.



Otrzymywanie metanu z węgliku glinu

Przebieg eksperymentu

Montujemy prosty zestaw do otrzymywania gazów składający się z probówki z korkiem z rurką odprowadzającą gaz i probówki napełnionej wodą do zebrania powstającego gazu. Następnie do probówki reakcyjnej wsypujemy około 0,5 g węgliku glinu i dodajemy około 5 cm³ stężonego kwasu solnego. Wylot probówki zatykamy korkiem z rurką do odprowadzania gazu. Drugi koniec rurki umieszczamy w probówce napełnionej wodą. Obserwujemy zachodzące zmiany. Działamy wodą bromową i roztworem manganianu(VII) potasu na otrzymany produkt.

**Spostrzeżenia:**

1. Czy w wyniku ogrzewania octanu sodu zachodziła reakcja chemiczna?
Jak to można stwierdzić?

.....

2. Czy węgiel glinu reaguje ze stężonym kwasem solnym?

.....

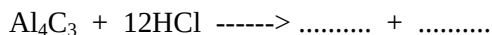
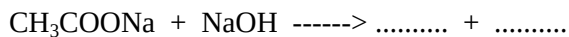
3. Jaka barwę i stan skupienia ma powstały produkt reakcji?

.....

4. Jak zmienia się barwa wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu w obecności produktu reakcji? O czym to świadczy?

.....

5. Dokończ równania reakcji:

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....



33.8.7. Spalanie metanu i wykrywanie produktów reakcji

Przebieg eksperymentu

Aby zbadać produkty reakcji spalania metanu, należy najpierw zebrać w probówkach metan. Można to zrobić w taki sposób, jak w poprzednim doświadczeniu. Następnie do wylotu jednej z probówek zbliżamy palące się łuczywko. Obserwujemy zachodzące zjawisko. Dodajemy do tej probówki wody wapiennej i energicznie wstrząsamy jej zawartość. Z kolei drugą probówkę napełnioną metanem lekko przechylamy tak, by część metanu „wypłynęła”. Wtedy na jego miejsce wejdzie powietrze, tworząc mieszaninę metanu i powietrza. Teraz zbliżamy płonące łuczywko do wylotu tej probówki.

Spostrzeżenia:

1. Czy metan ulegał spalaniu, a jeśli tak to jaką barwę ma płomień palącego się gazu?

.....

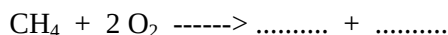
2. Jakie zmiany zaszły w wyniku dodania wody wapiennej do otrzymanego produktu spalania?

.....

3. Czy mieszanina metanu z powietrzem ulega spalaniu? Jak przebiega proces spalania tej mieszaniny?

.....

4. Dokończ równanie reakcji :



Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.8.8. Badanie temperatury zapłonu różnych alkanów

Przebieg eksperymentu

Zbadamy palność n-alkanów o różnych długościach łańcucha węglowego, umieszczając niewielkie próbki heksanu, oleju parafinowego i parafiny w parownicach, zbliżając do nich płonące łuczywko. W razie trudności z zapaleniem parafiny podgrzewamy ją ostrożnie aż do stopienia, po czym umieszczamy w niej knot z kawałka sznurka bawełnianego i ponownie próbujemy zapalić.

Spostrzeżenia:

1. Czy badane alkany zapalają się z równą łatwością?

.....

2. Jaką funkcję spełnia knot umieszczony w parafinie? Czy można wyjaśnić na tej podstawie zasadę budowy świecy?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.8.9. Badanie zachowania się alkanów wobec wody bromowej

Przebieg eksperymentu

Do probówki z heksanem dodajemy niewielką ilość wody bromowej. Probówkę zamykamy korkiem i wstrząsamy jej zawartością. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy barwa wody bromowej uległa zmianie pod wpływem heksanu?

.....

2. O czym może świadczyć wynik przeprowadzonej próby?

.....

3. Jaka jest reaktywność chemiczna heksanu?

Wnioski:**33.8.10. Badanie reakcji metanu i heksanu z bromem w ciemności i na świetle****Przebieg eksperymentu**

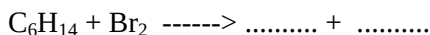
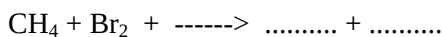
Do czterech kolb stożkowych, z których dwie są napełnione metanem i zamknięte korkami, a dwie pozostałe zawierają po 20 cm³ w heksanu, dodajemy po 1 kropli bromu. Następnie jedną z kolb, w której znajduje się metan z bromem, wstawiamy do ciemnego pomieszczenia, a drugą ustawiamy na płytce grafoskopu z włączonym źródłem światła. Podobnie czynimy z kolbami napełnionymi heksanem, z tym, że otworów tych kolb nie zamykamy. Następnie na krawędziach obu szyjek kolb kładziemy zwilżone wodą destylowaną papierki lakmusowe. Kolby pozostawiamy na około 20 minut. Po tym czasie sprawdzamy, czy zaszły jakieś zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy w kolbach z mieszaninami badanych związków z bromem w ciemności zaszły jakieś zmiany?

2. Porównaj wynik tych reakcji z reakcjami badanych alkanów wobec wody bromowej na świetle.

3. Dokończ równania reakcji:



Wnioski:

.....

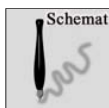
.....

.....

.....

**33.8.11. Otrzymywanie etenu i badanie jego właściwości fizycznych****Przebieg eksperymentu**

Do kolby pojemności 100 cm³ wrzucamy kilka gramów polietylenu, a następnie zamykamy jej wylot korkiem z rurką odprowadzającą. Kolbę intensywnie ogrzewamy płomieniem palnika gazowego. Powstający produkt gazowy zbieramy w probówce wypełnionej wodą.

**Spostrzeżenia:**

1. Co dzieje się pod wpływem ogrzewania polietylenu?

.....

2. Czy w probówce z wodą wydziela się jakiś produkt reakcji?

.....

3. Jaką barwę i zapach ma otrzymany gaz?

.....

4. Zapisz równanie reakcji otrzymywania etenu z polietylenu.

Wnioski:**33.8.12. Badanie palności etenu****Przebieg eksperymentu**

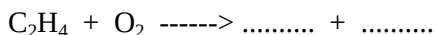
Do wylotu probówek z etenem zebrany jak w poprzednim doświadczeniu zbliżamy palące się łuczywko. Badamy palność etenu.

Spostrzeżenia:

1. Czy po zbliżeniu płomienia do etenu następują jakieś zmiany?

2. Jak gwałtownie spala się eten i jaką barwę ma płomień palącego się etenu?

3. Uzupełnij równania reakcji spalania etenu:

**Wnioski:****33.8.13. Zachowanie się etenu wobec roztworu manganianu (VII) potasu i wody bromowej****Przebieg eksperymentu**

Do jednej probówki napelnionej etenem wlewamy około 0,5 cm³ rozcienzonego roztworu manganianu(VII) potasu, a do drugiej— taką samą ilość wody bromowej. Następnie probówki bardzo szybko zamykamy kor-

kami gumowymi i potrząsamy przez chwilę ich zawartościami. Obserwujemy, czy w probówkach zaszły jakieś zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy eten odbarwia wodę bromową?

.....

2. Jak zachowuje się manganian(VII) potasu w obecności etenu?

.....

3. Jaki charakter chemiczny ma węglowodór o nazwie eten?

.....

4. Napisz równanie reakcji etenu z wodą bromową

.....

Wnioski:

.....

.....

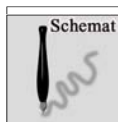
.....

33.8.14. Otrzymywanie etynu (acetylenu) z węglika wapnia



Przebieg eksperymentu

Przygotowujemy prosty zestaw do zbierania gazów. Do kolby stożkowej wrzucamy kilka kawałków karbidu i wylot jej zamykamy korkiem z rurką odprowadzającą oraz z osadzonym również wkraplaczem. Do wkraplacza wlewamy wodę zmieszaną z alkoholem etylowym (w stosunku objętościowym 1:1). Zbieramy wydzielający się gaz w probówce wypełnionej wodą, zanurzonej w krystalizatorze.



Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zaszły po dodaniu wody do węgliku wapnia?

.....

2. W jakim stanie skupienia występuje produkt tej reakcji?

.....

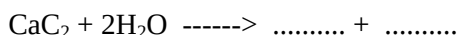
3. Jaką barwę i zapach ma powstały gaz?

.....

4. Czy gaz ten jest dobrze rozpuszczalny w wodzie?

.....

5. Dokończ równanie reakcji:

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

**33.8.15. Badanie palności etynu (acetyleny)****Przebieg eksperymentu**

Do wylotu probówki z acetylenem zbliżamy palące się łuczywko. Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy po zbliżeniu płomienia do wylotu probówki z etynem gaz palił się?

.....

2. W jaki sposób spala się etyn?.....

3. Jak można zaobserwować produkt spalania etynu?

.....

4. O jakim rodzaju spalania świadczy powstający produkt?

.....

5. Napisz równania reakcji spalania etynu?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.8.16. Reakcja etynu z wodą bromową i manganianem(VII) potasu****Przebieg eksperymentu**

Do probówek z etynem dodajemy: do pierwszej wodę bromową, a do drugiej rozcieńczony roztwór manganianu (VII) potasu. Wyloty obu probówek natychmiast zatykamy korkami i wstrząsamy ich zawartości. Obserwujemy powstające zmiany.

Spostrzeżenia:

1. W której probówce nastąpiły określone zmiany?

.....

2. Czy etyn reaguje z bromem i manganianem(VII) potasu?

.....

3. Do jakiej grupy węglowodorów zalicza się etyn?

.....

4. Napisz równania reakcji etynu z wodą bromową i manganianem(VII) potasu?

.....

Wnioski:**33.8.17. Badanie właściwości fizycznych benzenu****Przebieg eksperymentu****1. Benzen jako rozpuszczalnik**

Przygotowujemy cztery probówki i nalewamy do każdej z nich 1 - 2 cm³ benzenu. Do jednej probówki dodajemy około 1 g tłuszczu, do drugiej taką samą ilość parafiny, do następnej — grudkę smoły, a do ostatniej - krysz-

tałek jodu. Probówki zamykamy korkami, wstrząsamy kilkakrotnie i obserwujemy rozpuszczalność poszczególnych substancji w benzenie.

2. Badanie temperatury krzepnięcia benzenu

Przygotowujemy suchą, probówkę i wlewamy do niej 1—2 cm³ bezwodnego benzenu. Do podobnej probówki wlewamy taką samą objętość wody. Obie próbki umieszczamy w zlewce z tłuczonym lodem zmieszanym z solą. Co minutę wyjmujemy ciecze, obserwując, która z nich pierwsza krzepnie.

3. Spalanie benzenu

W parownicy umieszczamy kilka kropeł benzenu i zapalamy go palącym się łuczywkiem. Po kilkunastu sekundach gasimy płomień za pomocą siatki grzejnej.

4. Działanie bromu i środków utleniających na benzen

Do probówki zawierającej około 1cm³ benzenu dodajemy podwójną objętość roztworu bromu w tetrachlorku węgla lub w wodzie, zamykamy probówkę korkiem i wstrząsamy. Ponawiamy więc próbę, biorąc tym razem do innej probówki niewielką ilość benzenu i roztwór wodny manganianu(VII) potasu.

Spostrzeżenia:

1. Czy wszystkie badane substancje rozpuściły się w benzenie?

.....

2. Czy benzen, podobnie jak woda krzepnie w temperaturze 0 °C?

.....

3. W jaki sposób spala się benzen? Jaki produkt spalania benzenu można zaobserwować?

.....

4. Jak zmienia się barwa wody bromowej i manganianu(VII) potasu w obecności benzenu?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.8.18. Zachowanie się benzenu wobec wody bromowej

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy około 1 cm^3 benzenu, a do drugiej około 1 cm^3 heksanu, po czym dodajemy do każdej z nich po dwie krople bromu. Obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany (probówki nie powinny znajdować się w silnym świetle). Po upływie około dwóch minut dodajemy do obu probówek szczyptę chlorku żelaza(III) i mieszamy ich zawartości, ostrożnie wstrząsając. Ponownie obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany. Następnie do wyłotu probówek zbliżamy zwilżony wodą uniwersalny papierek wskaźnikowy.

Spostrzeżenia:

1. Czy benzen reaguje z wodą bromową podobnie jak alkan heksan?
.....
2. Który z badanych węglowodorów reaguje z wodą bromową w obecności katalizatora?
.....
3. Czy papierek wskaźnikowy zmienił swą barwę? O czym to świadczy?
.....
4. Napisz równanie reakcji benzenu z wodą bromową, jeżeli taka reakcja zachodzi?
.....

Wnioski:

.....



33.8.19. Badanie właściwości toluenu

Przebieg eksperymentu

Badamy zachowanie się toluenu wobec wody bromowej, rozcieńczonego roztworu manganianu(VII) potasu i mieszaniny stężonych kwasów: azotowego(V) i siarkowego(VI). Na podstawie otrzymanych wyników porównujemy właściwości: benzenu i toluenu.

Spostrzeżenia:

1. Jak zmienia się barwa wody bromowej i manganianu(VII) potasu w obecności toluenu?
.....

2. Czy pod wpływem mieszaniny stężonych kwasów siarkowego(VI) i azotowego(V) zapach produktu uległ zmianie?
.....

3. Jakie podobieństwa istnieją we właściwościach benzenu i toluenu?
.....

Wnioski:

.....
.....
.....
.....

33.9. Dział. 9 Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów

Cele operacyjne działu 9

Po zakończeniu omawiania działu 9 uczeń powinien:

- zdawać sobie sprawę, że o właściwościach chemicznych związku organicznego decyduje obecność grup funkcyjnych w cząsteczce, inaczej mówiąc, że reakcje związków organicznych to przede wszystkim reakcje grup funkcyjnych,
- umieć scharakteryzować podstawowe grupy funkcyjne i wiedzieć, w cząsteczkach jakich związków organicznych one występują,
- wiedzieć, jakie związki nazywamy alkoholami i jakie są podstawowe cechy ich struktury (rzędowość),
- znać właściwości dwóch najbardziej znanych alkoholi tj. metanolu i etanolu,
- zdawać sobie sprawę z toksyczności alkoholi i zagrożenia nałogiem alkoholizmu,
- rozumieć, w jaki sposób wielkość cząsteczki wpływa na właściwości fizyczne alkoholi,
- wiedzieć, jakie związki nazywamy aldehydami i ketonami, i znać podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne przykładowych związków tych grup,
- znać budowę cząsteczek kwasów karboksylowych i podstawowe właściwości fizyko-chemiczne związków należących do tej grupy,
- nauczyć się pisać równania reakcji estryfikacji,
- podać przykłady kilku estrów o istotnych zastosowaniach praktycznych,
- znać strukturę i właściwości tłuszczów,
- umieć określić strukturę, występowanie i funkcję biologiczną tłuszczów naturalnych,
- scharakteryzować grupy funkcyjne zawierające atom azotu (nitrowa, aminowa),

- znać przykłady otrzymywania, właściwości i zastosowania związków nitrowych,
- wiedzieć, jakiego typu związkami chemicznymi są aminy, podać przykłady amin alifatycznych a aromatycznych.

Komentarz dydaktyczny

W rozdziale tym podkreśla się rolę grup funkcyjnych jako ugrupowań strukturalnych, decydujących o właściwościach chemicznych związków organicznych. Należy wykonać tu dużą liczbę doświadczeń oraz zwrócić uwagę, że takie jednofunkcyjne pochodne węglowodorów jak alkohole czy kwasy karboksylowe są ważnymi związkami w przyrodzie i w życiu codziennym. Proponuje się położyć akcent na poznanie ciekawych właściwości i zastosowań tych grup związków. Zaleca się również poświęcić sporo uwagi tłuszczom, jako ważnym związkom naturalnym, co będzie stanowiło dobre wprowadzenie do zagadnień związanych z następnym działem dotyczących wielofunkcyjnych pochodnych. Warto także omówić np. mechanizm reakcji estryfikacji, uświadamiając uczniom zalety korzystania z wzorów półstrukturalnych przy pisaniu równań reakcji chemicznych.



33.9.1. Badanie właściwości fizycznych metyloaminy i aniliny

Przebieg eksperymentu

- a. Badamy właściwości wodnego roztworu metyloaminy (czysta metyloamina jest gazem) lub innej, dowolnej aminy alifatycznej: barwę, zapach (ostrożnie!) i odczyn. Odczyn (ustalony za pomocą papierka uniwersalnego) porównujemy z odczynem roztworu amoniaku. Co można powiedzieć o właściwościach metyloaminy jako zasady?
- b. Badamy właściwości fizyczne aniliny: stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie (ostrożnie - anilina jest trującą!). Badamy następnie odczyn aniliny nanosząc jedną kroplę tego związku na zwilżony wodą destylowaną papierek uniwersalny.

Spostrzeżenia:

1. Czy badane aminy rozpuszczają się w wodzie?

.....

2. Jakim zapachem charakteryzują się metyloamina i anilina?

.....

3. Czy omawiane aminy zmieniają barwę uniwersalnego papierka wskaźnikowego?

.....

4. Jaką barwę i stan skupienia ma anilina?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.2. Badanie reakcji aniliny z kwasem solnym

Przebieg eksperymentu

Do probówki wlewamy 1 cm^3 aniliny i, ostrożnie, 1 cm^3 stężonego kwasu solnego. Ochładzamy probówkę zimną wodą. Co obserwujemy? Do probówki dodajemy następnie 3 cm^3 20% roztworu wodorotlenku sodu. Co tym razem obserwujemy?

Spostrzeżenia:

1. Czy anilina reaguje z kwasem solnym?
.....
2. Co powstało w wyniku podziałania wodorotlenkiem sodu na produkt reakcji aniliny z kwasem solnym?
.....
3. Jaki zapach ma powstały produkt?
.....
4. Spróbuj zapisać równanie reakcji aniliny z kwasem solnym wzorując się na reakcji kwasu solnego z amoniakiem.
.....

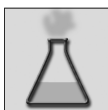
Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.3. Badanie właściwości mocznika****Przebieg eksperymentu****1. Badanie rozpuszczalności mocznika**

Do probówki wsypujemy 0,5 g mocznika, dodajemy kilka centymetrów sześciennych wody, dobrze wstrząsamy, a następnie łagodnie ogrzewamy w płomieniu palnika.

2. Działanie kwasu azotowego(V) na mocznik

Do probówki zawierającej rozpuszczony mocznik w wodzie wlewamy kilka centymetrów sześciennych stężonego kwasu azotowego(V) i ochładzamy probówkę w strumieniu zimnej wody.

3. Hydroliza mocznika

Rozpuszczamy w wodzie około 0,5 g mocznika i dodajemy kilka centymetrów sześciennych wody wapiennej. Zawartość probówki silnie ogrzewaj trzymając u wylotu wilgotny papier uniwersalny.

4. Reakcja biuretowa

W probówce umieszczamy około 2 g mocznika. Następnie ogrzewamy ją w płomieniu palnika gazowego badając zapach wydzielającego się gazu i jego odczyn, trzymając u wylotu próbówki wilgotny papierek uniwersalny. Po ostudzeniu powstałej w probówce substancji dodajemy nieco wody i zawartość mieszamy bagietką. Do powstałej mieszaniny wkraplamy kilka centymetrów sześciennych wodorotlenku sodu i kilka kropel nasyconego roztworu siarczynu(VI) miedzi(II).

Spostrzeżenia:

1. Jaka jest rozpuszczalność mocznika w wodzie?

.....

2. Jakie zmiany zaszły w wyniku dodania do mocznika stężonego kwasu azotowego(V)? Napisz równanie reakcji?

.....

3. Czy w wyniku hydrolizy mocznika papierek uniwersalny zmienił swe zabarwienie?

.....

4. Skąd pochodzi barwa produktu w próbie biuretowej mocznika?

.....

5. Zapisz równanie reakcji biuretowej?

.....

Wnioski:

.....

.....



33.9.4. Badanie właściwości kwasu aminooctowego

Przebieg eksperymentu

1. Badanie rozpuszczalności kwasu aminooctowego (glicyny)

Do próbówki wsypujemy ok. 0,5 g glicyny, dodajemy około 10 cm³ wody i mieszamy jej zawartość. Następnie badamy odczyn roztworu glicyny za pomocą papierka wskaźnikowego. Dzielimy mieszaninę na dwie części i zachowujemy do dalszych prób.

2. Reakcja kwasu aminooctowego z wodorotlenkiem sodowym

Do probówki wlewamy kilka centymetrów sześciennych 1m roztworu wodorotlenku sodu oraz kilka kropel fenoloftaleiny. Po zabarwieniu się roztworu dodajemy szczyptę kwasu aminooctowego. Obserwujemy zachodzące zmiany.

3. Reakcja kwasu aminooctowego z kwasem solnym.

Do probówki wlewamy kilka centymetrów sześciennych 1m roztworu kwasu solnego oraz kilka kropel oranżu metylowego. Do przygotowanego tak roztworu dodajemy szczyptę kwasu aminooctowego. Co obserwujemy? Jakie można wyciągnąć wnioski z tych doświadczeń?

Spostrzeżenia:

1. Czy kwas aminooctowy rozpuszcza się w wodzie?

.....

2. Jakie zmiany nastąpiły po dodaniu do alkalicznego roztworu niewielkiej ilości glicyny?.....

3. Jak zmienia barwę oranżu metylowego dodatek glicyny w kwaśnym roztworze?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.5. Badanie właściwości glikolu etylenowego i glicerolu****Przebieg eksperymentu**

1. Badamy podstawowe właściwości fizyczne glikolu i glicerolu jak: stan skupienia, barwa, rozpuszczalność w wodzie i w heksanie oraz odczyn roztworu wodnego.

2. Przygotowujemy w probówce zawiesinę wodorotlenku miedzi(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, dodając do 1 cm^3 5% roztworu CuSO_4 , 1 cm^3 10% roztworu NaOH . Do otrzymanej zawiesiny dodajemy, intensywnie wstrząsając, 2 cm^3 glicerolu. Co obserwujemy?

Spostrzeżenia:

1. Jaki stan skupienia ma glikol etylenowy i glicerol oraz jakie mają barwy?

.....

2. Czy zachodzą zmiany podczas mieszania glicerolu z wodorotlenkiem miedzi(II)?

.....

Czy zatem glicerol reaguje z tym wodorotlenkiem?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.9.6. Badanie fizycznych właściwości fenolu**Przebieg eksperymentu**

Badamy właściwości fizyczne fenolu: stan skupienia, barwę, zapach oraz rozpuszczalność w wodzie zimnej i gorącej. W tym celu umieszczamy w probówce ok. 0,5 g fenolu i dodajemy 2 cm³ wody. Następnie ogrzewamy probówkę wstawiając ją do łaźni wodnej o temperaturze 50 - 60°C. Co teraz obserwujesz? Zbadaj papierkiem wskaźnikowym odczyn roztworu fenolu.

Spostrzeżenia:

1. Jaki ma stan skupienia fenol w temperaturze pokojowej i jaką charakteryzuje się barwą?

.....

2. Co dzieje się z fenolem w zimnej, a co w gorącej wodzie?

.....

3. Na jaki kolor zabarwia się papierek wskaźnikowy w roztworze fenolu?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.7. Badanie właściwości kwasowych fenolu

Przebieg eksperymentu

Do zawiesiny ok. 1 g fenolu w 2 cm³ wody dodajemy powoli 20% roztwór wodorotlenku sodu aż do uzyskania klarownego roztworu. Otrzymany roztwór dzielimy na dwie części. Do jednej z nich dodajemy nieco stężonego kwasu solnego aż do uzyskania wyraźnie kwaśnego odczynu, a do drugiej wprowadzamy strumień dwutlenku węgla otrzymanego na przykład w reakcji węglanu wapnia z kwasem solnym. Co obserwujesz w obu przypadkach?

Spostrzeżenia:

1. Co dzieje się z fenolem podczas dodawania do jego zawiesiny w wodzie wodorotlenku sodu?

.....

2. Jakie zmiany obserwujemy podczas dodawania kwasu solnego i kwasu węglowego, do klarownego roztworu fenolu z wodorotlenkiem sodu? O czym to świadczy?

.....

3. Czy fenol wykazuje właściwości kwasowe, a jeśli tak to do kwasów o jakiej mocy można go zaliczyć?

.....

4. Napisz wszystkie równania reakcji zachodzących w tym doświadczeniu.

.....

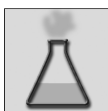
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.8. Badanie reakcji fenolu z wodą bromową

Przebieg eksperymentu

Kilka kryształków fenolu rozpuszczamy w 3 cm³ wody i dodajemy ok. 3 cm³ wody bromowej. Co obserwujemy? Badamy papierkiem wskaźnikowym odczyn roztworu po reakcji.

Spostrzeżenia:

1. Co dzieje się z wodą bromową w obecności fenolu?
.....
2. Jaką barwę przyjmuje papierek wskaźnikowy w roztworze po reakcji?
O czym to świadczy?
.....
3. Napisz równanie reakcji fenolu z wodą bromową.
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.9. Badanie reakcji fenolu z chlorkiem żelaza(III)****Przebieg eksperymentu**

Do rozcieńczonego roztworu fenolu w wodzie dodajemy kilka kropeł roztworu chlorku żelaza(III). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę przyjmuje roztwór po zmieszaniu fenolu z chlorkiem żelaza(III)?
.....
2. Jak można wykorzystać tę reakcję?
.....

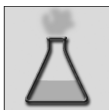
Wnioski:

.....

.....

.....

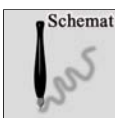
.....



33.9.10. Reakcja aldehydu mrówkowego z amoniakalnym roztworem tlenku srebra(I) - próba Tollensa

Przebieg eksperymentu

Do dokładnie umytej i odtłuszczonej probówki wlewamy 5 cm^3 1% roztworu azotanu(V) srebra, dodajemy jedną kroplę 10% roztworu wodorotlenku sodu, a następnie stale mieszając, dodajemy kroplami 15% roztwór amoniaku aż do rozpuszczenia wytrąconego początkowo osadu. Do przygotowanego w ten sposób odczynnika Tollensa wlewamy 1 cm^3 formaliny, mieszamy i umieszczamy probówkę w łaźni wodnej o temperaturze 60°C . Obserwujemy zjawiska zachodzące w probówce.



Spostrzeżenia:

1. Co powstało na ściankach probówki w reakcji odczynnika Tollensa z aldehydem mrówkowym?

.....

2. Napisz odpowiednie równania reakcji.

.....

3. Jakie zastosowanie praktyczne może mieć wykonana reakcja?

.....

Wnioski:

.....

.....

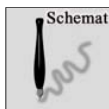
.....

.....



33.9.11. Reakcja aldehydu mrówkowego z wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku zasadowym - próba Trommera

Do probówki wlewamy 5 cm³ 2% roztworu siarczynu(VI) miedzi (II), dodajemy 1 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu, mieszamy zawartość po czym dodajemy 1 cm³ formaliny i ogrzewamy do wrzenia płomieniem palnika gazowego. Obserwujemy zmianę barwy i postaci osadu w czasie ogrzewania.



Spostrzeżenia:

1. Jakiej barwy osad powstał po dodaniu wodorotlenku sodu do siarczynu (VI) miedzi(II)?

.....

2. Czy barwa tego osadu zmieniła się po dodaniu aldehydu mrówkowego i podgrzaniu powstałej mieszaniny?

.....

3. Zapisz równania odpowiednich reakcji chemicznych.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.12. Badanie reakcji metanolu z tlenkiem miedzi(II)

Przebieg eksperymentu

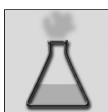
Zwitek siatki lub drutu miedzianego ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego do czerwoności. Obserwujemy barwę powierzchni siatki po wyjęciu z płomienia. Ponownie rozgrzewamy siatkę po czym wrzucamy ją do probówki zawierającej 2 cm^3 metanolu, badamy ostrożnie zapach tworzącego się produktu - jeśli jest on słabo wyczuwalny, można kilkakrotnie powtórzyć ogrzewanie i wrzucanie siatki miedzianej do probówki z metanolem, zatykając za każdym razem probówkę korkiem.

Spostrzeżenia:

1. Jaki zapach ma alkohol etylowy?
2. Czy zapach uległ zmianie po wrzuceniu do niego rozgrzanej miedzi?
.....
3. Jaka zaszła reakcja? Napisz jej równanie.
.....
4. Jaki związek zidentyfikowałeś? Zwróć także uwagę na zmianę barwy powierzchni siatki miedzianej po wrzuceniu do probówki z alkoholem?
.....

Wnioski:

.....



33.9.13. Badanie właściwości acetonu

Przebieg eksperymentu

1. Badamy właściwości fizyczne acetonu: stan skupienia, barwę, zapach, rozpuszczalność w wodzie i w benzynie oraz odczyn roztworu wodnego.
2. Wykonujemy dla acetonu próby Tollensa i Trommera.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma aceton? Jaki jest jego stan skupienia i zapach?

.....
2. Czy aceton dodany do wody rozpuszcza się w niej?

.....
3. Czy papierek wskaźnikowy zmienia swą barwę w wodnym roztworze acetonu?.....

4. Jak w przypadku acetonu wypada próba Tollensa i próba Trommera?
O czym to świadczy?

.....
5. Czy aceton wykazuje właściwości redukujące? Spróbuj uzasadnić otrzymane wyniki porównując wzór acetonu ze wzorami aldehydów.

.....
Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.9.14. Badanie właściwości kwasu mrówkowego

Przebieg eksperymentu

- a. Zbadaj właściwości fizyczne kwasu mrówkowego — wygląd, zapach (ostrożnie!), rozpuszczalność w wodzie i odczyn roztworu wodnego.
- b. Do 1 cm^3 20% kwasu mrówkowego umieszczonego w probówce dodajemy 5 cm^3 1% roztworu azotanu(V) srebra i 2 cm^3 10% roztworu wodorotlenku sodu, po czym wkraplamy powoli 15% roztwór amoniaku aż do rozpuszczenia wytrąconego osadu. Probówkę wstawiamy do wrzącej łaźni wodnej i obserwujemy zachodzące zjawiska.

Spostrzeżenia:

1. Jaki stan skupienia ma kwas mrówkowy? Jaką ma barwę i zapach?

.....

2. Czy kwas mrówkowy rozpuszcza się w wodzie?

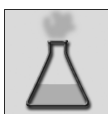
.....

3. Jaki jest wynik próby Tollensa z kwasem mrówkowym? Dlaczego tak się dzieje?

.....
Spróbuj wyjaśnić przyczynę takiego zachowania się kwasu mrówkowego analizując wzór strukturalny jego cząsteczki.

Wnioski:

.....
.....



33.9.15. Badanie właściwości kwasu octowego

Przebieg eksperymentu

- a. Badamy za pomocą papierka wskaźnikowego odczyn wodnego roztworu kwasu octowego.
- b. Do probówki zawierającej 2 cm³ 50% roztworu kwasu octowego wrzucamy kilka opiłków magnezowych.
- c. Do probówki zawierającej 2 cm³ 50% kwasu octowego dodajemy szczyptę tlenku miedzi(II) i ogrzewamy przez parę minut w płomieniu palnika.
- d. Do 2 cm³ roztworu wodorotlenku sodu, o stężeniu około 1 mol/dm³ dodajemy kilka kropel fenoloftaleiny i wkraplamy powoli 10% roztwór kwasu octowego.
- e. Do 10% roztworu kwasu octowego dodajemy szczyptę stałego wodorowęglanu sodu.
- f. Badamy odczyn i zapach wodnego roztworu octanu sodu.

Spostrzeżenia:

1. Jak zmieniła się barwa papierka wskaźnikowego w wodnym roztworze kwasu octowego? O czym to świadczy?
.....
2. Co obserwujesz po dodaniu magnezu do kwasu octowego? Zapisz równanie zachodzącej reakcji.
.....
3. Co obserwujesz po dodaniu tlenku miedzi(II) do kwasu octowego? Zapisz równanie zachodzącej reakcji.

.....

4. Czy kwas octowy reaguje z wodorotlenkiem sodu? Zapisz równanie tej reakcji w postaci cząsteczkowej i jonowej.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.16. Badanie właściwości kwasu stearynowego

Przebieg eksperymentu

- a. Badamy właściwości fizyczne kwasu stearynowego - stan skupienia, barwę, zapach i rozpuszczalność w wodzie.
- b. Do 2 cm³ 10% roztworu wodorotlenku sodu dodajemy kilka kropel roztworu fenoloftaleiny i około 0,5 g kwasu stearynowego, po czym ogrzewamy ostrożnie w płomieniu palnika.

Spostrzeżenia:

1. Czy kwas stearynowy rozpuszcza się w wodzie?
-

2. Jakie zachodzą zmiany po dodaniu kwasu stearynowego do roztworu wodorotlenku sodu?
-

3. Napisz równanie reakcji badanego kwasu z wodorotlenkiem sodu.
-

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.17. Badanie właściwości fizycznych metanolu i etanolu

Przebieg eksperymentu

1. Badanie woni i rozpuszczalności alkoholi w wodzie

Do dwu probówek wlewamy po kilka cm^3 : do jednej alkoholu metylowego, a do drugiej alkoholu etylowego. Sprawdzamy ich zapach. Następnie dodajemy kilka cm^3 wody i wstrząsamy zawartości probówek. Obserwujemy, czy wystąpią określone zmiany.

2. Badanie palności alkoholi

Do dwu parownic wlewamy po około 2 cm^3 badanych alkoholi. Zapalamy pary alkoholi znajdujących się w parownicach. Obserwujemy wygląd płomienia w przypadku obu alkoholi.

3. Badanie odczynu alkoholi

Do dwu probówek, z których jedna zawiera alkohol metylowy, a druga alkohol etylowy, dodajemy kilka kropeł fenoloftaleiny. Obserwujemy barwę zastosowanego wskaźnika.

Spostrzeżenia:

1. Czy alkohol etylowy i alkohol metylowy różnią się między sobą zapachem?

.....

2. Jaki jest efekt próby rozpuszczania obu alkoholi w wodzie?

.....

3. Na jaki kolor zabarwi się fenoloftaleina w alkoholu etylowym i metylowym?.....

4. Czy oba alkohole są palne? Jeśli tak, to jaka jest barwa płomienia w obu przypadkach?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.9.18. Otrzymywanie etanolanu sodu

Przebieg eksperymentu

Do suchej probówki wlewamy około 5 cm³ alkoholu etylowego i wrzucamy do niego mały kawałek sodu wielkości łebka od zapalki. Badamy palność powstałego gazu. Po zakończonej reakcji zawartość probówki wlewamy do parownicy i ogrzewamy aż do całkowitego odparowania. Po ochłodzeniu parownicy dodajemy do suchej pozostałości kilka cm³ wody i kroplę roztworu fenoloftaleiny.

Spostrzeżenia:

1. Jak zachowywał się sód po wrzuceniu do alkoholu etylowego?

.....

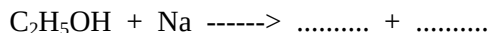
2. Jaki efekt powstał po zbliżeniu do wylotu probówki palącego się łuczywka?

.....

3. Na jaki kolor zabarwiła się fenoloftaleina w roztworze po reakcji?

.....

4. Dokończ równanie reakcji:



Wnioski:

.....

.....

.....

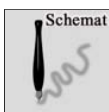
.....



33.9.19. Wykrywanie etanolu w reakcji z dichromianem(VI) potasu

Przebieg eksperymentu

Do probówki wlewamy 5 cm³ stężonego roztworu dwuchromianu (VI) potasu, następnie dodajemy bardzo ostrożnie 1 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI). Do otrzymanego roztworu ostrożnie wkraplamy alkohol etylowy i łagodnie probówkę kilka minut ogrzewamy, wkładając ją do łaźni wodnej o temperaturze 60°C. Badamy zapach powstałego produktu reakcji oraz określamy barwę powstałego produktu.

**Spostrzeżenia:**

1. Jaką barwę miał roztwór na początku reakcji, a jaką po podgrzaniu substratów?

.....

2. Do jakiego typu można zaliczyć reakcję alkoholu etylowego z dichromianem(VI) potasu w środowisku kwaśnym?

.....

3. Jakie zastosowanie praktyczne ma omawiana reakcja?

.....

4. Napisz równanie tej reakcji.

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.20. Badanie właściwości glicerolu****Przebieg eksperymentu**

1. Badamy stan skupienia, barwę oraz zapach glicerolu, jego rozpuszczalność w wodzie oraz odczyn roztworu.

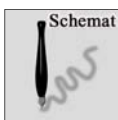
2. Parownicę zawierającą około 3 cm^3 glicerolu ogrzewamy na płytce metalowej nad płomieniem palnika gazowego, po czym zapalamy powstające pary glicerolu.
3. Do probówki wlewamy kilka cm^3 glicerolu i wrzucamy do niego mały kawałek sodu. Obserwujemy zachodzące zmiany. Zbliżamy palące się łuczywko do wylotu probówki po zakończeniu reakcji.
4. Do probówki ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II) dodajemy kroplami 50% wodny roztwór glicerolu silnie wstrząsając probówką, aż do momentu zaobserwowania objawów reakcji chemicznej.

Spostrzeżenia:

1. Czy glicerol rozpuszcza się w wodzie?
.....
2. Jak wypada próba zapalenia par glicerolu?
.....
3. Czy sól reaguje z glicerolem. Jeśli tak to jaki gaz tworzy się w tej reakcji?
.....
4. Napisz równanie reakcji glicerolu z wodorotlenkiem miedzi(II)
.....

Wnioski:
.....
.....**33.9.21. Otrzymywanie octanu etylu****Przebieg eksperymentu**

Do dwu probówek wlewamy po 2 cm^3 alkoholu etylowego i po 2 cm^3 bezwodnego kwasu octowego. Następnie do pierwszej probówki wkraplamy jeszcze około $0,5\text{ cm}^3$ stężonego kwasu siarkowego(VI), mieszając cały czas jej zawartość. Obie probówki wstawiamy do łaźni wodnej o temperaturze 80°C na około 10 minut, po czym wylewamy ich zawartość do oddzielnych zlewek zawierających po około 10 cm^3 wody.

**Spostrzeżenia:**

1. Jakie zmiany zaszły w probówce bez dodatku stężonego kwasu siarkowego(VI), a jakie w probówce z dodatkiem tego kwasu? W ocenie postępu reakcji kieruj się zapachem powstałych produktów.

.....

2. Zapisz równanie reakcji kwasu octowego z alkoholem etylowym.

.....

3. Jak nazywa się związki chemiczne powstałe w reakcji kwasów z alkoholami?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.22. Utlenianie kwasu benzoowego do kwasu salicylowego****Przebieg eksperymentu**

W probówce umieszczamy kwas benzoowy oraz 5-10 cm³ wody, następnie dodajemy 1-2 cm³ wody utlenionej i taką samą ilość rozcieńczonego roztworu chlorku żelaza(III). Mieszaninę ostrożnie ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego aż do wrzenia. W drugiej probówce przygotowujemy roztwór kwasu salicylowego i także dodajemy kilka kropel roztworu chlorku żelaza(III). Obserwujemy zachodzące zmiany.

Spostrzeżenia:

1. Czy kwas benzoesowy uległ reakcji utlenienia? Jaką barwę przyjął roztwór po dodaniu do niego chlorku żelaza(III)?

.....

2. Jaki wynik daje reakcja kwasu salicylowego z chlorkiem żelaza(III). O czym to świadczy?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.23. Badanie właściwości kwasu salicylowego****Przebieg eksperymentu**

1. Działanie kwasu salicylowego na wskaźniki

Do probówki wsypujemy ok. 0,5 g kwasu salicylowego, dodajemy wody i ogrzewamy mieszaninę w płomieniu palnika gazowego. Otrzymany roztwór badamy lakmusem lub oranżem metylowym.

2. Dekarboksylacja kwasu salicylowego

W probówce umieszczamy 0,5 g kwasu salicylowego i zamykamy ją korkiem, zaopatrzonym w rurkę odprowadzającą zgiętą pod kątem prostym. Wylot rurki zanurzamy w probówce z wodą wapienną. Ogrzewamy palnikiem dno probówki z kwasem salicylowym, obserwując równocześnie zmętnienie wody wapiennej.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę przyjmuje oranż metylowy po wprowadzeniu go do roztworu kwasu salicylowego?

.....

2. Czy podczas prażenia kwasu salicylowego zaszły określone zmiany w wodzie wapiennej ? Dlaczego tak się dzieje?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.24. Ekstrakcja tłuszczów z materiału biologicznego****Przebieg eksperymentu**

5 gramów suchych ziaren słonecznika rozcieramy w moździerzu i wsypujemy je do kolby okrągłodennej. Następnie dodajemy 20 cm³ benzyny. Kolbkę zamykamy korkiem z rurką szklaną i umocowujemy ją w statywie na łaźni wodnej ogrzewanej kuchenką elektryczną. Po około 10 minutach ogrzewania roztwór tłuszczu odsączamy, a następnie ostrożnie odparowujemy benzynę. Obserwujemy pozostałość w parownicy.

**Spostrzeżenia:**

1. Czy z nasion oleistych benzyna wyekstrahowała tłuszcz?
.....
2. O czym świadczy pozostałość w parownicy po odparowaniu benzyny?
.....
3. Jak praktycznie można wykorzystać zdolność do rozpuszczania się tłuszczów w organicznych rozpuszczalnikach?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.9.25. Wykrywanie tłuszczów za pomocą kamfory****Przebieg eksperymentu**

Rzucamy kawałek kamfory na pozbawioną tłuszczu wodę i na wodę z warstwą tłuszczu. Obserwujemy zachodzące zjawiska.

Spostrzeżenia:

1. W jaki sposób kawałki kamfory zachowują się na powierzchni wody pozbawionej tłuszczu?

.....

2. Co się dzieje z kamforą gdy w wodzie pojawi się tłuszcz?

.....

3. Czy różnice w zachowaniu się kamfory w obu przypadkach można wykorzystać do wykrywania obecności tłuszczów?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

33.10. Dział 10. Wielofunkcyjne pochodne węglowodorów

Cele operacyjne działu 10

Po zakończeniu omawiania działu 10 uczeń powinien:

- rozumieć pojęcie związku wielofunkcyjnego,
- znać strukturę, właściwości glukozy, sacharozy i skrobi, jako przedstawicieli mono-, di-, oraz polisacharydów,
- wiedzieć, czym jest wiązanie glikozydowe i jaka jest jego rola w tworzeniu różnych glikozydów,
- wiedzieć, w jakim materiale biologicznym występują różnego rodzaju cukry,
- znać budowę i właściwości glicyny i kilku innych aminokwasów,
- wiedzieć, na czym polega wiązanie peptydowe i jaka jest jego rola w powstawaniu ważnych biologicznie związków,
- rozróżniać aminokwasy białkowe, wiedzieć czym są związki należące do szeregu D i L,
- umieć wymienić funkcje białek,
- orientować się w strukturze I,II,III i IV-rzędowej białek i potrafić wskazać konsekwencje tego zjawiska,
- rozumieć różnice między związkami drobno- i wielkocząsteczkowymi,
- orientować się w zakresie toksyn roślinnych, grzybowych i zwierzęcych,
- mieć świadomość, czym są narkotyki i jakie konsekwencje wynikają z ich zażywania,
- znać przykłady związków wielkocząsteczkowych o aktywności fizjologicznej (enzymy, hormony).

Komentarz dydaktyczny

Omawiany dział kończy naukę chemii w liceum. Jego treścią są związki wielofunkcyjne. Do tej grupy związków należą substancje o ważnym znaczeniu biologicznym. Dlatego proponuje się, aby na niektórych lekcjach wprowadzać informacje z pogranicza chemii i biologii. Powinno to uświadomić uczniom, że przemiany związków chemicznych zachodzące w organizmach żywych przebiegają zgodnie z ogólnymi prawami fizyki i chemii. Za ważne problemy tego działu uważa się również zagadnienia toksykologiczne. To bardzo ciekawe, a jednocześnie użyteczne treści uzmysławiające uczniom zagrożenie płynące ze strony trucizn i narkotyków.



33.10.1. Badanie właściwości fizycznych glukozy i fruktozy

Przebieg eksperymentu

Badamy właściwości fizyczne glukozy i fruktozy: stan skupienia, barwę, zapach oraz rozpuszczalność w wodzie, alkoholu etylowym i benzyne. Badamy też odczyn wodnych roztworów tych związków.

Spostrzeżenia:

1. Czy glukoza i fruktoza mają podobne barwy? Jaka to barwa?
.....
2. Jakim stanem skupienia i zapachem charakteryzują się oba cukry?
.....
3. W której z badanych substancji ciekłych rozpuszcza się glukoza i fruktoza?
.....
4. Jaki odczyn wykazują wodne roztwory glukozy i fruktozy?
.....

Wnioski:

.....



33.10.2. Reakcja glukozy i fruktozy z wodą bromową w obecności wodorowęglanu sodu

Przebieg eksperymentu

Do dwóch probówek wlewamy po 1 cm³ 5% roztworu wodorowęglanu sodu i 4 cm³ wody bromowej. Następnie do pierwszej z nich dodajemy 2 cm³ 20% roztworu glukozy, a do drugiej 2 cm³ 20% roztworu fruktozy. Porównujemy zmiany zachodzące w obu probówkach.

Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany barwy roztworu zaszły w badanych roztworach pod wpływem dodanych monosacharydów?

.....
2. Czy w obu probówkach zmiany są identyczne?
.....

3. Jakie właściwości chemiczne mają zatem badane cukry?
.....

4. Czy przeprowadzona reakcja może posłużyć do odróżniania glukozy od fruktozy?
.....

Wnioski:
.....
.....
.....
.....



33.10.3. Reakcja glukozy i fruktozy z wodorotlenkiem miedzi (II)

Przebieg eksperymentu

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. Ogrzewamy zawartość probówki do wrzenia. Wykonujemy eksperymenty opisane wyżej zastępując glukozę fruktozą i porównujemy wyniki obu serii doświadczeń.

Spostrzeżenia:

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

2. Co dzieje się po dodaniu glukozy do wytrąconego 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. Zapisz równania zachodzących reakcji.

.....
Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.10.4. Reakcja glukozy i fruktozy z odczynnikiem Tollensa
Przebieg eksperymentu

Wykonujemy próbę Tollensa (amoniakalny roztwór azotanu(V) srebra) stosując 10% roztwór glukozy, a w drugiej próbie stosując 10% roztwór fruktozy. Porównujemy otrzymane wyniki.

Spostrzeżenia:

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.

.....
Wnioski:

.....
.....
.....
.....



33.10.5. Odróżnianie glukozy od fruktozy

Przebieg eksperymentu

Do jednej probówki wlewamy 2 cm^3 5% roztworu glukozy, a do drugiej tyle samo roztworu fruktozy o podobnym stężeniu. Do obu probówek wlewamy po 2 cm^3 świeżo przygotowanego odczynnika, będącego roztworem 0,01g rezorcyny w 200 cm^3 kwasu solnego o gęstości $1,12\text{ g/cm}^3$. Następnie do probówek wrzucamy po kawałku pumeksu lub potłuczonej porcelanki i ogrzewamy do wrzenia przez około 20 sekund. Powstały roztwór ostrożnie oziębamy w zimnej wodzie.

Spostrzeżenia:

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?
.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.10.6. Czy sacharoza wykazuje właściwości redukujące?

Przebieg eksperymentu

Wykonujemy próbę Trommera (zasadowy roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)) dodając do odczynnika Trommera kilka cm^3 10% roztworu sacharozy. Mieszaninę ogrzewamy w wrzącej łaźni wodnej. O czym świadczy uzyskany wynik eksperymentu?

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma mieszanina odczynnika Trommera z sacharozą na początku doświadczenia?

.....

2. Jak ta barwa zmienia się pod wpływem ogrzewania?

.....

3. Czy wykorzystując budowę chemiczną sacharozy można uzasadnić otrzymany wynik doświadczenia?

.....

4. Czy sacharoza wykazuje właściwości redukujące podobnie jak glukoza i fruktoza?

.....

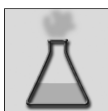
Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.10.7. Hydroliza sacharozy i badanie produktów hydrolizy

Przebieg eksperymentu

Do 10 cm^3 10% roztworu sacharozy w probówce dodajemy kilka kropel 10% roztworu kwasu solnego i ogrzewamy roztwór do wrzenia przez kilka minut. Po ochłodzeniu wykonujemy dla otrzymanego roztworu próbę Trommera. Jaki jest jej wynik?

Spostrzeżenia:

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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

**33.10.8. Hydroliza skrobi i badanie produktów hydrolizy****Przebieg eksperymentu**

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

Spostrzeżenia:

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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....



33.10.9. Reakcja charakterystyczna skrobi

Przebieg eksperymentu

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.

Spostrzeżenia:

1. Jaką barwą charakteryzuje się 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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.10.10. Badanie właściwości fizycznych celulozy

Przebieg eksperymentu

Badamy właściwości fizyczne celulozy na przykładzie waty bawełnianej oraz bibuły filtracyjnej i porównujemy je z właściwościami skrobi. Badamy barwę, zapach, palność, odporność na rozciąganie w dłoniach i porównujemy.

Spostrzeżenia:

1. Jaką budowę ma celuloza?

.....

2. Czy barwa i zapach celulozy odpowiada barwie i zapachowi skrobi?

.....

3. W jaki sposób celuloza spala się w płomieniu palnika i jak zachowuje się po wyjęciu z płomienia?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.10.11. Hydroliza celulozy i badanie produktów hydrolizy****Przebieg eksperymentu**

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 samą celulozą. Porównujemy wyniki obu prób.

Spostrzeżenia:

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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.10.12. Spalanie cukru w obecności katalizatora****Przebieg eksperymentu**

Ujmujemy w szczypce metalowe 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.

Spostrzeżenia:

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?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.10.13. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych glicyny

Przebieg eksperymentu

1. Rozpuszczalność glicyny w wodzie

Do probówki wsypujemy około 0,3 g glicyny, dodajemy 10 cm³ wody i wstrząsamy kilkakrotnie. Badamy odczyn roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego. Następnie dzielimy mieszaninę na dwie części, zachowując je do następnych prób.

2. Reakcja glicyny z tlenkami i wodorotlenkami metali

a) Mieszaninę 5 cm³ roztworu glicyny z 1 g sproszkowanego tlenku miedzi (II) ogrzewamy w probówce nad palnikiem. Po zagotowaniu odstawiamy ją na chwilę, a gdy czarny osad nie zużytego do reakcji tlenku opadnie na dno, obserwujemy barwę roztworu.

b) Szczyptę siarczanu lub innej soli żelaza(III) rozpuszczamy w wodzie i wytrącamy z niej wodorotlenek żelaza(III) przy pomocy zasady sodowej. Do tak otrzymanego osadu dodajemy kilka cm³ roztworu glicyny i lekko ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego. Obserwujemy barwę powstałego roztworu.

3. Wykrywanie azotu w glicynie

Niewielką ilość glicyny (ok. 0,2 g) ogrzewamy ostrożnie w probówce z jedną granulą wodorotlenku sodu. U wylotu trzymamy różowy papier lakmusowy. Mieszanina początkowo topi się, a potem rozkłada. Badamy zapach powstałego produktu reakcji.

Spostrzeżenia:

1. Czy glicyna dobrze rozpuszcza się w wodzie?

.....

2. Jaką barwę ma roztwór po reakcji glicyny z tlenkiem miedzi(II)

.....

3. Czy zachodzi reakcja glicyny z solami żelaza(III)? Jaką barwę w tym przypadku przyjmuje roztwór po reakcji?

.....

4. Jakim zapachem charakteryzuje się gaz powstały w wyniku reakcji glicyny z wodorotlenkiem sodu? Czy uległa zmianie barwa papierka lakmusowe-

go? O czym to świadczy? Atomy jakiego pierwiastka na pewno wchodzą w skład cząsteczek glicyny?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....



33.10.14. Wykrywanie białek za pomocą reakcji biuretovej

Przebieg eksperymentu

Do probówki zawierającej około 2 cm³ mleka lub białka jaja kurzego dodajemy taką samą objętość stężonego roztworu wodorotlenku sodu oraz 0,5 cm³ 1m roztworu siarczanu(VI) miedzi(II). Obserwujemy zachodzące zmiany.



Spostrzeżenia:

1. Jaką barwę ma powstały produkt reakcji?

.....

2. Czy reakcja tego typu może mieć znaczenie analityczne?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

**33.10.15. Denaturacja białek pod wpływem czynników fizycznych i chemicznych****Przebieg eksperymentu**

W trzech probówkach przygotowujemy po 3 cm³ roztworu białka kurzego w wodzie w stosunku objętościowym 1:3. Do jednej z probówek dodajemy niewielką ilość rozcieńczonego roztworu kwasu azotowego(V), do drugiej 3 - 5 cm³ alkoholu etylowego, natomiast roztwór w trzeciej probówce gotujemy przez chwilę, ogrzewając go w płomieniu palnika. Otrzymany w pierwszej i trzeciej probówce białe osady skoagulowanego białka jaja kurzego zalewamy nadmiarem wody i wstrząsamy.

Spostrzeżenia:

1. Jakie zmiany zaszły w białku pod wpływem działania rozcieńczonego kwasu i alkoholu na białko?

.....

2. Co stało się z białkiem pod wpływem jego ogrzewania?

.....

3. Czy produkty powstałe w wyniku działania na białko substancjami chemicznymi lub powstałe pod wpływem ogrzewania białka rozpuszczają się w wodzie?

.....

4. Dlaczego mówi się o procesie denaturacji białek?

.....

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

34. Bibliografia

Burewicz A., Jagodziński P., Doświadczenia chemiczne dla szkół podstawowych, cz. 1, WSiP, Warszawa 1997

Burewicz A., Jagodziński P., Doświadczenia chemiczne dla szkół średnich, cz. 2, WSiP, Warszawa 1998

Burewicz A., Bergandy W., Gulińska H., Jagodziński P., Zestaw wideoprogramów "Chemia 1 - 7", Wyd. Nauka, Warszawa 1996

Burewicz A., Gulińska H. (red), Dydaktyka chemii, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 1993

Czupiał K., Sprawdzanie i ocenianie osiągnięć dydaktycznych z chemii, Wyd. Nowik, Opole 1993

Dziennik Ustaw nr 61/2001, Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla liceów profilowanych, Chemia, Załącznik nr 4, poz. 625

Galska-Krajewska A., Pazdro K., Dydaktyka chemii, PWN, Warszawa 1990

Hagen J.W., Empirical Chemistry, Wyd. W.H. Freeman and Company, San Francisco 1972

Śliwa W., Zelichowicz N., Nowe nazewnictwo w chemii związków nieorganicznych i organicznych, WSiP, Warszawa 1994

Kaczmarek E., Matysikowa Z., Piosik R., Ochrona Środowiska w nauczaniu chemii, WSiP, Warszawa 1988

Konarzewski K. (red), Sztuka nauczania. Szkoła., PWN, Warszawa 1992

Konieczna M., Eksperymentalne rozwiązywanie zadań problemowych w chemii, WSiP, Warszawa 1992

Konieczna M., Zasady dydaktyczne w kształceniu chemicznym, Warszawa 1991

Koszmider W., Wasiak A., Wasiak T., Chemia. Uczyć się na pamięć - czy myśleć twórczo ?, WSiP, Warszawa 1998

Koszmider W., Woźniak D., Chemia. Eksperyment laboratoryjny w kształceniu chemicznym, WSiP, Warszawa 1998

Kruszewski K. (red), Sztuka nauczania, PWN, Warszawa 1992

Łopata K., Chemia a środowisko. Zbiór doświadczeń, WSiP, Warszawa 1994

Okoń W., Nauczanie problemowe we współczesnej szkole, WSiP, Warszawa 1987

Pazdro K., Prawo okresowości i struktura atomów, WSiP, Warszawa 1985

Roberts J.L., Hollenberg J.L., Postma J.M., General Chemistry in the Laboratory, Wyd. W.H. Freeman and Company, New York 1990

Roesky H., Mockel K., Niezwykły świat chemii, Wyd. Adamantan, Warszawa 1998

Tomaszewski T., Procesy percepcji. Myślenie i rozwijanie problemów. Podejmowanie decyzji, PWN, Warszawa 1995

Wiśniewski H., Kowalewski G., Ekologia z ochroną i kształtowaniem środowiska, Wyd. AGMEN, Warszawa 1999

Wiłkomirski B., Program nauczania w liceum profilowanym, Wydawnictwo Mac Edukacja S.A., Warszawa 2002

35. Karta zaliczenia ćwiczeń

Imię i nazwisko studenta

Nr grupy

Numer ćwiczenia	Temat zajęć	Ocena	Podpis prowadzącego
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			