

# **Aspekty metodyczne eksperymentów chemicznych**

**Szkoła ponadgimnazjalna**

**Nowa podstawa programowa**

**Cześć 2**

Książka wydrukowana w ramach programu Unii Europejskiej Kapitał Ludzki

Dobra szkoła – lepsza praktyka – doskonały nauczyciel. Przygotowanie szkół  
i opiekunów praktyk do efektywnej współpracy z studentami chemii.

POKL 03.03.02. 061/10



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Piotr Jagodziński Robert Wolski

# **Aspekty metodyczne eksperymentów chemicznych**

**Szkoła ponadgimnazjalna**

**Nowa podstawa programowa**

**Część 2**

Warszawa 2013

Piotr Jagodziński Robert Wolski

Aspekty metodyczne eksperymentów chemicznych  
Szkoła ponadgimnazjalna  
Nowa podstawa programowa  
Część 2

Wydanie II uzupełnione

Wydawca:  
Sowa Sp. z o.o.  
Hrubieszowska 6a  
01-209 Warszawa

Warszawa 2013

## Spis treści

### Część 1

#### I. Podstawowy sprzęt laboratoryjny

Podstawowy sprzęt laboratoryjny.....	20
--------------------------------------	----

#### II. Struktura atomu - jądro i elektrony

Reakcja chemiczna litu i sodu z wodą.....	44
Badanie właściwości fizycznych sodu .....	45
Reaktywność chemiczna wapnia i magnezu .....	47
Zachowanie się miedzi w reakcji chemicznej z chlorem i siarką.....	49

#### III. Wiązanie chemiczne

Działanie chloru na sód .....	54
Badanie przewodnictwa elektrycznego chlorku ołowiu(II) w różnych stanach skupienia.....	57
Otrzymywanie wodorotlenku tetraaminamiedzi(II) .....	59
Badanie sposobu wymiany energii pomiędzy układem a otoczeniem .....	64
Efekt cieplny rozpuszczania azotanu(V) amonu.....	66
Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji chemicznej jodku potasu z kwasem azotowym(V).....	67
Badanie zależności szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów.....	68
Otrzymywanie siarczku ołowiu(II) .....	70
Badanie szybkości reakcji chemicznej jodku potasu z nadtlenodisiarczaniem(VI) potasu w zależności od temperatury .....	72
Katalityczne działanie platyny.....	73
Badanie wpływu temperatury na stan równowagi reakcji chemicznej $2\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ .....	74
Badanie wpływu stężenia substancji na stan równowagi chemicznej za pomocą wskaźnika .....	76
Wpływ zanieczyszczeń na szybkość reakcji chemicznej. spalanie węgla w powietrzu.....	78
Reakcje chemiczne cynku z kwasem chlorowodorowym o różnych stężeniach.....	79
Porównywanie szybkości reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z cynkiem i żelazem.....	80

Badanie wpływu temperatury na szybkość reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z żelazem.....	81
Badanie wpływu stężenia kwasu chlorowodorowego na przebieg reakcji chemicznej z cynkiem.....	83
Porównywanie szybkości reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z cynkiem o różnym stopniu rozdrobnienia.....	84
Badanie wpływu katalizatora na szybkość reakcji chemicznej cynku z kwasem chlorowodorowym.....	85
Zmiany stanu równowagi odwracalnej reakcji chemicznej.....	86
Badanie wpływu stężenia reagentów na położenie stanu równowagi odwracalnej reakcji chemicznej azotanu(V) ołowiu(II) z kwasem siarkowodorowym.....	88
Badanie szybkości reakcji chemicznej magnezu z kwasem chlorowodorowym i kwasem ortofosforowym.....	90
Ustalenie wartości pH roztworów kwasu chlorowodorowego i kwasu octowego za pomocą wskaźnika uniwersalnego.....	91
Badanie efektu energetycznego procesu krystalizacji.....	93
Efekty energetyczne towarzyszące rozpuszczaniu w wodzie wodorotlenku sodu i azotanu(V) amonu.....	95
Przygotowanie mieszaniny oziębiającej.....	97
Wpływ temperatury na szybkość rozpuszczania się substancji stałych w wodzie.....	98

## **V. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych**

Badanie zależności stopnia dysocjacji kwasu chlorowodorowego i kwasu octowego od ich stężenia.....	100
Badanie rozpuszczalności azotanu(V) sodu w różnych rozpuszczalnikach.....	104
Strącanie słabo rozpuszczalnej soli.....	105
Otrzymywanie chlorku srebra.....	106
Strącanie substancji słabo rozpuszczalnych.....	107
Otrzymywanie wodorotlenku miedzi(II).....	109
Otrzymywanie gazów w reakcjach jonowych.....	111
Reakcje chemiczne zobojętniania kwasu i wodorotlenku za pomocą tlenków.....	113
Obserwacja przemieszczania się jonów wodorotlenkowych w polu elektrycznym....	115
Badanie rozpuszczalności i odczynu roztworów wybranych wodorotlenków.....	116
Działanie wodorotlenku sodu na chlorek amonu.....	118
Reakcja chemiczna kwasu z zasadą.....	119
Badanie produktów reakcji chemicznej zobojętniania.....	121

Otrzymywanie soli .....	122
Reakcja chemiczna dwu soli .....	124
Otrzymywanie koloidowego roztworu wodorotlenku żelaza(III) .....	125
Badanie efektu Tyndalla.....	126
Badanie rozpuszczalności różnych substancji stałych w wodzie.....	127
Badanie rozpuszczalności jednakowych ilości różnych soli w takiej samej masie wody i temperaturze .....	128
Rozpuszczanie różnych substancji w wodzie .....	129
Próba rozpuszczenia denaturatu i benzyny w wodzie.....	131
Wpływ stopnia rozdrobnienia substancji stałych na szybkość ich rozpuszczania w wodzie .....	132
Badanie wpływu mieszania na szybkość rozpuszczania substancji stałych w wodzie .....	133
Sporządzanie wodnych roztworów różnych substancji .....	134
Badanie rozpuszczalności różnych substancji w tej samej ilości wody o jednakowej temperaturze .....	136
Otrzymywanie układu homogenicznego i mieszaniny heterogenicznej z siarką jako składnikiem .....	137
Otrzymywanie mieszanin z substancji o różnym stopniu rozdrobnienia.....	138
Obserwacja mieszanin cukier - woda, żelatyna - woda i kreda - woda w świetle przechodzącym.....	140
Próba rozdzielania układów dyspersyjnych poprzez sączenie .....	141
Badanie rozpuszczalności chlorku sodu w wodzie .....	143
Otrzymywanie przesyconego roztworu octanu sodu .....	144
Wydzielanie kryształów substancji rozpuszczonej z roztworu przesyconego .....	145
Krystalizacja siarczanu(VI) sodu .....	147
Badanie wpływu temperatury na rozpuszczalność gazów w wodzie .....	148
Sporządzanie roztworu cukru i obliczenie stężenia procentowego otrzymanego roztworu.....	149
Wyznaczenie ilości chlorku sodu do sporządzenia roztworu o określonym stężeniu procentowym .....	150
Odparowywanie roztworu o znanym stężeniu procentowym i wyznaczenie masy otrzymanej substancji .....	151
Odparowanie roztworu o nieznanym stężeniu i wyznaczenie stężenia procentowego tego roztworu .....	153
Obliczanie stężenia procentowego roztworu .....	154

Rozcieńczanie roztworu o znanym stężeniu procentowym substancji w nim zawartej .....	155
Przygotowywanie roztworu substancji, gdy znana jest jego gęstość.....	156
Obliczanie stężenia molowego roztworu .....	157
Obliczanie stężenia molowego roztworu, gdy podana jest jego gęstość.....	158
Przeliczanie stężenia molowego roztworu na stężenie procentowe .....	159
Obliczanie stężenia molowego roztworu o znanym stężeniu procentowym .....	160
Czy związki chemiczne powstające z wody i tlenków metali mogą reagować ze związkami chemicznymi powstałymi z wody i tlenków niemetalii? .....	161
Rozpuszczanie amoniaku w wodzie .....	163
Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworu podczas reakcji zobojętniania .....	164
Badanie zależności stopnia dysocjacji kwasu chlorowodorowego i kwasu octowego od ich stężenia.....	166
Badanie przewodnictwa elektrycznego elektrolitu otrzymanego przez zmieszanie słabego kwasu ze słabą zasadą .....	168
Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworu chlorku miedzi(II) w acetonie i w wodzie.....	170

## VI. Reakcje utleniania i redukcji

Reakcja chemiczna tlenku ołowiu(II) z węglem .....	180
Reakcja chemiczna tlenku miedzi(II) z wodorem.....	181
Reakcja tlenku miedzi(II) z tlenkiem węgla(II) .....	184
Działanie wody bromowej na magnez i glin.....	185
Reakcja chemiczna jodu z magnezem .....	187
Reakcja stężonego kwasu azotowego(V) i kwasu chlorowodorowego z miedzią .....	188
Właściwości utleniające stężonego i rozcieńzonego roztworu kwasu azotowego(V).....	190
Termiczny rozkład chloranu(V) potasu.....	191
Reakcja chemiczna miedzi z azotanem(V) srebra(I) .....	193
Efekt energetyczny reakcji chemicznej cynku z jonami miedzi(II) .....	194
Reakcja chemiczna kwasu chlorowodorowego z cynkiem – efekty energetyczne.....	196
Utleniające właściwości stężonego kwasu azotowego(V).....	197
Reakcja chemiczna stężonego kwasu azotowego(V) z węglem .....	198
Badanie redukujących właściwości siarkowodoru.....	199



Reakcja chemiczna redukcji tlenku miedzi(II) za pomocą amoniaku.....	202
Badanie utleniających właściwości azotanów(III) i azotanów(V) .....	203
Badanie przepływu elektronów w reakcji chemicznej utleniania-redukcji.....	205
Wykazanie elektronowego charakteru reakcji chemicznej termicznego rozkładu chlorku(V) potasu .....	207
Utlenianie soli manganu(II) do kwasu manganowego(VII).....	210
Reakcja rozkładu dichromianu(VI) amonu. chemiczny wulkan .....	211
Preparatyka jodku azotu(III) i reakcja chemiczna jego rozkładu.....	213
Rozkład acetylenku srebra(I) .....	215
Badanie wpływu odczynu na szybkość reakcji chemicznej utleniania-redukcji.....	217
Utlenianie żelaza parą wodną.....	218
Redukcja tlenku żelaza(II),(III) wodorem .....	220
Utleniające działanie stężonego kwasu siarkowego(VI).....	222
Reakcje chemiczne glinu i żelaza z kwasami o właściwościach utleniających .....	224
Utleniające działanie jonów dichromianowych(VI).....	226
Reakcja chemiczna utleniania wodorotlenku manganu(II) do wodorotlenku manganu(IV) .....	228
Utlenianie manganianów(VI) do manganianów(VII) .....	229
Wpływ środowiska reakcji na redukcję jonów manganianowych(VII).....	230
Czy wszystko wiemy o manganie?.....	232
Na czym polega reakcja chemiczna synproporcjonowania.....	233
Czy azotany(III) mogą być utleniaczami i reduktorami? .....	235
Analityczne wykorzystanie procesów utleniania-redukcji. Analiza miareczkowa .....	236
Zjawisko przepływu elektronów podczas reakcji chemicznej chlorku żelaza(III) z jodkiem potasu .....	238

## VII. Metale

Spalanie magnezu w parze wodnej.....	248
Reakcje chemiczne metali z kwasem chlorowodorowym .....	250
Spalanie metali i niemetalu oraz badanie właściwości produktów ich spalania.....	252
Otrzymywanie wodorotlenku glinu .....	254
Zachowanie się wodorotlenku glinu wobec wody, kwasu i wodorotlenku .....	255
Badanie zachowania się wodorotlenku miedzi(II) i tlenku miedzi(II) wobec kwasu siarkowego(VI).....	256
Reakcja chemiczna soli miedzi(II), ołowiu(II) i żelaza(III) z wodorotlenkami litowców.....	258

Reakcje chemiczne tworzenia wodorotlenku magnezu i wodorotlenku baru .....	260
Działanie wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu na wełnę .....	261
Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworów wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu.....	262
Reakcje chemiczne kwasów z metalami.....	264
Jak można stwierdzić, że badany wodorotlenek sodu zawiera węglan sodu?.....	266
Otrzymywanie sody metodą Solvaya.....	268
Badanie zachowania się hydratów różnych soli podczas ogrzewania .....	271
Rozpuszczalne sole manganu i chromu .....	272
Właściwości chemiczne wodorotlenku chromu(III) .....	273
Przemiana chromianów(VI) w dichromiany(VI) i proces odwrotny.....	275
Różne stopnie utlenienia atomów chromu w związkach chemicznych.....	277
Równowaga chemiczna chromian(VI) — dichromian(VI).....	279
Badanie właściwości związków chemicznych manganu(II) .....	281
Otrzymywanie manganianu(VI) sodu.....	282
Reakcja chemiczna manganianu(VII) w środowisku o odczynie zasadowym .....	284
Aluminotermiczne otrzymywanie żelaza .....	285
Reakcje chemiczne metali z roztworami soli .....	287
Trawienie miedzi w roztworze chlorku żelaza(III) .....	288
Korozja żelaza w kropli roztworu elektrolitu .....	290
Porównywanie reaktywności chemicznej metali .....	292
Reakcje tlenków metali z tlenkami niemetalu .....	294
Badanie właściwości fizycznych sodu i potasu .....	295
Badanie przewodnictwa elektrycznego sodu i potasu .....	296
Utlenianie sodu i potasu w powietrzu i w tlenie.....	297
Zachowanie się litowców w kontakcie z wodą.....	299
Badanie właściwości wodorotlenku sodu i wodorotlenku potasu.....	301
Analiza płomieniowa. wykrywanie kationów sodu i potasu.....	302
Reakcja chemiczna glinu z chlorem .....	304
Reakcja chemiczna glinu z bromem.....	306
Badanie utleniających właściwości nadtlenu sodu .....	307
Spalanie litu, sodu i potasu.....	308
Działanie kwasu chlorowodorowego na tlenek ołowiu(II).....	310
Badanie higroskopijnych właściwości chlorku wapnia.....	311

## VIII. Niemetale

Badanie odczynu roztworów tlenków za pomocą wskaźników .....	326
Badanie właściwości fizycznych fluorowców .....	327
Porównanie reaktywności chemicznej chloru, bromu i jodu .....	329
Rozkład nadtlenu wodoru z udziałem katalizatora .....	331
Reakcje chemiczne tlenków z kwasami i wodorotlenkami.....	333
Reakcja chemiczna tlenku cynku z kwasem i z wodorotlenkiem .....	334
Działanie kwasu azotowego(V) na azotan(III) sodu .....	336
Badanie zachowania się węglanu wapnia wobec kwasu chlorowodorowego .....	337
Otrzymywanie chlorowodoru .....	338
Badanie przewodnictwa elektrycznego roztworów kwasów.....	340
Badanie przewodnictwa elektrycznego stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) ..	341
Elektroliza roztworu soli kamiennej.....	342
Działanie tlenku węgla(IV) na roztwór wodorotlenku wapnia .....	344
Działanie kwasu azotowego(V) na tlenek miedzi(II) .....	346
Działanie tlenku siarki(IV) na wodę wapienną.....	347
Działanie kwasu chlorowodorowego na azotan(V) srebra(I).....	348
Otrzymywanie kwasu azotowego(V) według średniowiecznej receptury.....	350
Wytwarzanie kwasu azotowego(V) metodą Ostwalda .....	352
Otrzymywanie kwasu siarkowego(VI) z siarczanu(VI) żelaza(II) .....	355
Komorowa metoda otrzymywania kwasu siarkowego(VI) .....	357
Identyfikacja kwasu ortofosforowego .....	360
Otrzymywanie wodoru z soli kwasu mrówkowego.....	362
Otrzymywanie chloru na skalę laboratoryjną .....	364
Reakcja chemiczna manganianu(VII) potasu z nadtlakiem wodoru .....	366
Właściwości chemiczne tlenku siarki(IV).....	367
Jak wykryć kwas azotowy(V) i azotany(V) w roztworze.....	369
Badanie właściwości chemicznych tlenków metali.....	370
Badanie zachowania się tlenków niemetali w wodzie.....	372
Badanie higroskopijnych właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI).....	373
Badanie rozpuszczalności chlorowodoru w wodzie oraz badanie właściwości otrzymanego roztworu.....	375
Badanie właściwości fizycznych bromu i jodu .....	377
Reakcje chemiczne bromu i jodu z metalami .....	378
Właściwości chemiczne chloru, bromu i jodu .....	379

Sprawdzenie obecności anionów chlorkowych w wodzie wodociągowej i w wodzie destylowanej .....	382
Badanie reaktywności chemicznej chloru w układzie zamkniętym .....	383
Stwierdzenie obecności jodu w wodorostach morskich .....	385
Rozdzielanie mieszaniny anionów fluorowców metodą chromatografii cienkowarstwowej.....	387
Porównanie mocy dwóch kwasów.....	389
Badanie wpływu rozpuszczalnika polarnego na dysocjację chlorowodoru.....	391
Badanie wpływu tlenku manganu(IV) na rozkład chloranu(V) potasu.....	392
Reakcja chemiczna kwasu ortofosforowego z zasadą wapniową.....	394
Strącanie węglanu wapnia w twardej wodzie .....	395
Badanie zachowania się hydratów podczas ogrzewania.....	396
Badanie właściwości krzemianów.....	398
Otrzymywanie ortofosforanów wapnia .....	399
Otrzymywanie siarki w dwu odmianach alotropowych .....	400
Działanie fluorowodoru na szkło .....	402

## **Część 2**

### **IX. Węglowodory**

Otrzymywanie metanu z octanu sodu.....	412
Otrzymywanie metanu z węgliku glinu.....	413
Spalanie metanu i wykrywanie produktów spalania .....	414
Badanie właściwości fizycznych metanu.....	415
Czy metan jest reaktywny chemicznie? .....	418
Spalanie metanu w chlorze .....	419
Chlorowanie metanu.....	420
Badanie palności alkanów.....	422
Przeprowadzenie reakcji chemicznej metanu i heksanu z bromem w ciemności i w obecności światła .....	423
Otrzymywanie etenu przez dehydratację alkoholu etylowego.....	424
Otrzymywanie etenu przez odwodnienie alkoholu etylowego za pomocą stężonego kwasu siarkowego(VI) .....	426
Badanie zachowania się etenu wobec wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu .....	428
Otrzymywanie etynu z węglika wapnia.....	429
Reakcja chemiczna etynu z wodą bromową i manganianem(VII) potasu .....	431

## **X. Hydroksylowe pochodne węglowodorów - alkohole i fenole**

Utlenianie alkoholu metylowego .....	434
Reakcja chemiczna alkoholu etylowego z dichromianem(VI) potasu.....	435
Porównanie właściwości fizycznych alkoholu metylowego i alkoholu etylowego.....	437
Wykrywanie alkoholu etylowego w winie lub w piwie .....	439
Działanie tlenu w postaci atomowej na alkohol etylowy.....	440
Reakcja chemiczna alkoholu etylowego z sodem .....	442
Badanie właściwości glicerolu .....	443
Reakcja chemiczna spalania glicerolu.....	444
Otrzymywanie metanalu z alkoholu metylowego.....	445

## **XI. Związki karbonylowe - aldehydy i ketony**

Reakcja chemiczna metanalu z wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku o odczynie zasadowym — próba Trommera.....	450
Reakcja chemiczna etanalu z amoniakalnym roztworem tlenku srebra(I) — próba Tollensa .....	451

## **XII. Kwasy karboksylowe**

Badanie zapachu i odczynu roztworu kwasu octowego.....	454
Działanie kwasu octowego na wodorotlenki .....	455
Działanie kwasu octowego na metale.....	456
Odróżnianie kwasu mrówkowego od kwasu octowego.....	457
Badanie rozpuszczalności kwasu stearynowego w wodzie .....	458
Reakcja chemiczna kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu.....	459
Otrzymywanie mydła sodowego z masła.....	460
Badanie nienasyconego charakteru kwasu oleinowego .....	462
Badanie zachowania się mieszaniny wody z olejem w obecności mydła .....	463
Oddziaływanie soli wapnia na roztwory wodne mydeł.....	464

## **XIII. Estry i tłuszcze**

Reakcja chemiczna alkoholu etylowego z kwasem octowym.....	468
Badanie reakcji chemicznej octanu etylu z rozcieńczonymi roztworami kwasów i zasad.....	469
Badanie właściwości tłuszczów i sprawdzenie rozpuszczalności tłuszczów w wodzie oraz w rozpuszczalnikach organicznych .....	470

Działanie wodą bromową na tłuszcze o ciekłym stanie skupienia ..... 472

#### **XIV. Związki organiczne zawierające azot**

Badanie właściwości fizycznych metyloaminy i aniliny..... 474

Przeprowadzenie reakcji chemicznej aminobenzenu z kwasem chlorowodorowym.. 475

#### **XV. Białka**

Zmiany zachodzące pod wpływem działania siarczanu(VI) amonu na wodny roztwór białka jaja kurzego..... 478

Badanie właściwości kwasu aminooctowego..... 480

Działanie chlorku sodu na wodne roztwory białek..... 481

Działanie kwasu chlorowodorowego, alkoholu etylowego, soli miedzi(II) i podwyższonej temperatury na białka ..... 482

Reakcja chemiczna białka ze stężonym kwasem azotowym(V) ..... 483

Biuretowa reakcja chemiczna ..... 484

Efekt Tyndalla w roztworze białka ..... 485

#### **XVI. Cukry**

Badanie właściwości fizycznych glukozy..... 488

Działanie wodorotlenku miedzi(II) na glukozę ..... 489

Wykrywanie produktów hydrolizy sacharozy za pomocą reakcji chemicznej z wodorotlenkiem miedzi(II) ..... 490

Wykrywanie produktu hydrolizy skrobi za pomocą reakcji chemicznej z wodorotlenkiem miedzi(II) ..... 491

Hydroliza celulozy..... 492

#### **XVII. Podstawy chemii**

Stapianie i spalanie parafiny..... 496

Obserwacja zmian właściwości fizycznych i chemicznych magnezu podczas reakcji chemicznej ..... 497

Wybuchowa reakcja chemiczna mieszaniny wodoru z tlenem ..... 498

Reakcja chemiczna rozkładu tlenku rtęci(II) ..... 500

Synteza siarczku miedzi(I) ..... 502

Otrzymywanie siarczku cynku oraz jego identyfikacja chemiczna.

Reakcja chemiczna syntezy ..... 504

Reakcja chemiczna syntezy chlorku amonu .....	506
Rozkład azotanu(V) ołowiu(II). reakcja chemiczna analizy.....	507
Otrzymywanie jodku rtęci(II) w fazie stałej oraz w roztworze.	
Reakcja chemiczna podwójnej wymiany. ....	508
Redukcja siarczku rtęci(II) żelazem.	
Reakcja chemiczna wymiany.....	510
Reakcja chemiczna soli żelaza(III) z tiocyjanianem. Prawo zachowania masy.....	511
Termiczny rozkład manganianu(VII) potasu.....	513
Badanie wędrówki jonów w polu elektrycznym z wykorzystaniem ziemniaka .....	514
Rozdzielanie różnych mieszanin .....	515
Badanie czystości wody wodociągowej i wody destylowanej.....	517
Badanie higroskopijnych właściwości stężonego kwasu siarkowego(VI).....	518

## **XVIII. Elektrochemia**

Konstruowanie ogniwa Volty.....	530
Konstrukcja i eksploatacja ogniwa Leclanchégo .....	533
Na jakiej zasadzie działa ogniwo Daniella .....	535
Wyznaczanie względnego potencjału półogniwa cynkowego i miedziowego.....	537
Wędrówka jonu tetraaminamiedzi(II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ i jonu chromianowego(VI) $\text{CrO}_4^{2-}$ w polu elektrycznym.....	538
Elektroliza roztworu kwasu chlorowodorowego .....	540
Elektroliza stopionego chlorku ołowiu(II).....	542
Nikłowanie mosiężnego przedmiotu.....	544
Badanie szybkości korozji stali .....	546
Elektroliza roztworu chlorku miedzi(II).....	548
Identyfikacja produktów elektrolizy wody i roztworu nadtlenku wodoru.....	551
Pomiar napięcia ogniwa galwanicznego zbudowanego z ołówka.....	553
Badanie wpływu inhibitora na przebieg korozji elektrochemicznej.....	555
Badanie wpływu protektora na przebieg korozji żelaza.....	556
Elektroliza roztworu jodku potasu .....	557
Elektroliza roztworu chlorku cynku.....	558
Elektroliza wodnych roztworów wybranych soli.....	559

## **XIX. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna**

Oznaczanie zawartości wody krystalizacyjnej w krystalicznym węglanie sodu.....	566
Uwolniony tlenek węgla(IV) miarą zawartości węglanu .....	567
Analiza węglanu na podstawie pomiaru zmiany masy badanej próbki .....	570
<b>Literatura</b> .....	572



Oddajemy w ręce czytelników zbiór eksperymentów chemicznych, przydatnych w nauczaniu chemii na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej. Eksperymenty pogrupowano według nowego klucza metodycznego, zgodnie z wytycznymi zawartymi w nowej podstawie programowej chemii w liceum w zakresie rozszerzonym. Wyróżniono więc rozdziały takie, jak:

*Podstawy chemii, Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna, Struktura atomu – jądro i elektrony, Wiązania chemiczne, Kinetyka i statyka chemiczna, Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych, Reakcja utleniania i redukcji, Metale, Niemetale, Elektrochemia, Węglowodory, Hydroksylowe pochodne węglowodorów, Związki karbonylowe, Kwasy karboksylowe, Estry i tłuszcze, Związki organiczne zawierające azot, Białka, Cukry.*

Dodatkowo ujęto materiał dotyczący zagadnień powtórzeniowych w rozdziale Podstawy chemii, który zdaniem autorów może być niezbędny do realizacji przez ucznia materiału na poziomie rozszerzonym. W podstawie programowej nie ujęto także materiału dotyczącego zagadnień związanych z elektrochemią. Zagadnienia elektrochemii są istotne gdyż wiadomości z tego zakresu wykorzystuje się prawie w każdej dziedzinie naszego życia i dlatego w tej książce ujęto eksperymenty z zakresu elektrochemii.

Zbiór opracowanych instrukcji eksperymentów chemicznych pozwala na korzystanie z niego w procesie kształcenia chemicznego w szkole ponadgimnazjalnej także w zakresie podstawowym. Wszystko zależy będzie od inwencji użytkownika tego zbioru eksperymentów, a w szczególności od nauczyciela chemii.

Przedstawione tu instrukcje eksperymentów chemicznych składają się z takich niezbędnych elementów, jak: wykaz odczynników i sprzętu laboratoryjnego, cel wykonywania eksperymentu, określenie zadania lub zadań laboratoryjnych przeznaczonych do wykonania doświadczenia, opis przebiegu wykonania eksperymentu z uwzględnieniem najważniejszych czynności laboratoryjnych i technik pracy laboratoryjnej, spostrzeżenia, jakie powinny być dokonane na podstawie obserwacji eksperymentatora i wnioski, które należy sformułować na podstawie spostrzeżeń.

Niektóre instrukcje eksperymentów mają strukturę problemową. W tym przypadku eksperymentator musi dokonać właściwego wyboru sprzętu i odczynników chemicznych niezbędnych do wykonania tych eksperymentów z pozytywnym skutkiem.

Do niektórych instrukcji dołączono także niezbędne informacje szczegółowe w celu ułatwienia wykonania doświadczeń o większym stopniu trudności.

Umieszczone w książce opisy doświadczeń mogą pełnić funkcję instruktażową na etapie teoretycznego przygotowywania się do pracy laboratoryjnej, a podczas praktycznego wykonywania doświadczeń przez eksperymentatora mogą służyć porównaniu z wynikiem uzyskanym w szkole.

Opracowany zbiór instrukcji eksperymentów chemicznych jest także polecany studentom, którzy przygotowując się do wykonywania zawodu nauczyciela chemii, odbywają zajęcia praktyczne w ramach doskonalących praktyk przedmiotowo-metodycznych z chemii w szkole ponadgimnazjalnej.

Pierwszy rozdział książki dotyczy wykazu podstawowego sprzętu laboratoryjnego oraz obowiązujących oznaczeń piktogramów substancji chemicznych o różnych właściwościach i związanymi z tym zagrożeniami dla człowieka i środowiska naturalnego ze szczegółowymi opisami tych zagrożeń.

Na końcu każdego rozdziału podano wykaz eksperymentów chemicznych, których instrukcje znajdują się już w innych rozdziałach, a które można realizować zgodnie z potrzebami dydaktycznymi, przy okazji omawiania innych zagadnień. W tym przypadku przy tytule eksperymentu podano numer strony, na której znajduje się instrukcja takiego doświadczenia. Pozwoli to na uniknięcie zbędnych powtórzeń opisów w treści książki.

Przekazujemy naszym czytelnikom zbiór w większości znanych już z literatury eksperymentów chemicznych, które można wykonywać samodzielnie po opanowaniu podstawowych technik pracy laboratoryjnej, zgodnie z obowiązującymi przepisami bezpieczeństwa.

Życzymy wszystkim czytelnikom twórczego niepokoju i satysfakcji z dobrze wykonanych eksperymentów.

*Autorzy*

## **Rozdział IX**

# **Węglowodory**

## Doświadczenie 1

### OTRZYMYWANIE METANU Z OCTANU SODU

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej z octanem sodu, w wyniku której otrzymuje się metan

#### Zadanie laboratoryjne

Należy otrzymać metan wiedząc, jak wygląda prosty zestaw do otrzymywania gazów oraz mając octan sodu

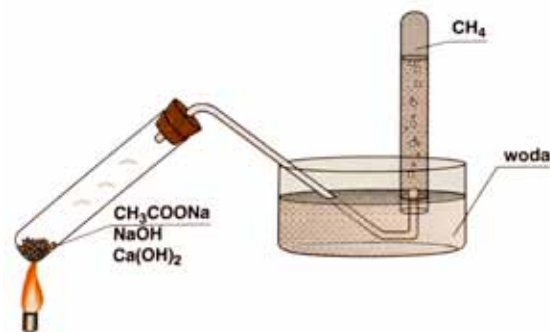
**Odczynniki:** octan sodu, wodorotlenek wapnia, wodorotlenek sodu

**Sprzęt:** probówki, korek z rurką odprowadzającą, krystalizator, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

Przygotowujemy aparaturę do zbierania gazów.

Do probówki wsypujemy mieszaninę składającą się z 2 g octanu sodu, 4 g wodorotlenku wapnia i 1 g sproszkowanego wodorotlenku sodu. Po zatknięiu wylotu probówki korkiem z osadzoną w nim rurką szklaną, ogrzewamy probówkę płomieniem palnika gazowego, zbierając powstający gaz w probówce



Rys. 1. Zestaw do otrzymywania metanu z octanu sodu

wypełnionej wodą.

#### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania octanu sodu wydzielala się substancja gazowa, która zbierała się w probówce, wypierając z niej wodę.

Ten bezbarwny gaz jest nierozpuszczalny w wodzie.

### Wnioski

Podczas ogrzewania octanu sodu z wodorotlenkiem sodu zachodzi reakcja chemiczna wyrażona równaniem:



W reakcji powstaje produkt gazowy, metan.

Metan jest najprostszym węglowodorem, gdyż w swej cząsteczce zawiera tylko jeden atom węgla.

## Doświadczenie 2

### OTRZYMYWANIE METANU Z WĘGLIKA GLINU

#### Cel doświadczenia

- zaproponowanie otrzymywania metanu w reakcji chemicznej węgliku glinu z kwasem chlorowodorowym.

#### Zadanie laboratoryjne

Zaproponuj i zrealizuj sposób otrzymywania metanu z węgliku glinu, jeżeli wiadomo, że wszystkie proponowane w doświadczeniu odczynniki i sprzęt laboratoryjny są niezbędne do jego wykonania.

**Odczynniki:** węglik glinu, kwas chlorowodorowy

**Sprzęt:** probówki, korek z osadzoną w nim rurką odprowadzającą, krystalizator, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

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 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu chlorowodorowego. Wylot probówki zatykamy korkiem z rurką odprowadzającą gaz. Drugi koniec rurki umieszczamy w probówce napełnionej wodą. Obserwujemy zachodzące zmiany.

### Informacje szczegółowe

W przypadku gdyby reakcja zachodziła z trudem, należy probówkę lekko podgrzać.

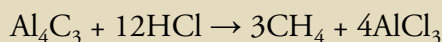
#### Spostrzeżenia

W wyniku działania stężonym kwasem chlorowodorowym na węglík glinu zachodzi reakcja chemiczna.

Jednym z produktów reakcji jest bezbarwny gaz, który wypierając wodę zajmuje całą objętość probówki.

#### Wnioski

Zachodzi reakcja chemiczna, prowadząca do utworzenia bezbarwnego gazu, metanu:



W wyniku reakcji chemicznej węglíka glinu z kwasem chlorowodorowym powstaje metan i chlorek glinu.

### Doświadczenie 3

## SPALANIE METANU I WYKRYWANIE PRODUKTÓW SPALANIA

#### Cel doświadczenia

- zbadanie produktów powstałych w wyniku spalania prostych węglowodorów, na przykładzie reakcji spalania metanu.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną spalania czystego metanu oraz mieszaniny metanu z powietrzem. Z badać produkty powstałe w wyniku reakcji.

**Odczynniki:** metan, woda, wapienna

**Sprzęt:** probówki, łuczywo

**Przebieg doświadczenia**

Aby zbadać produkty reakcji spalania metanu, należy najpierw zebrać metan w probówkach. Można to zrobić w taki sposób, jak w poprzednim doświadczeniu. Następnie do wylotu jednej z probówek zbliżamy palące się łuczywo. Obserwujemy zachodzące zjawisko. Dodajemy do tej probówki wodę wapienną i energicznie wstrząsamy jej zawartością. 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 łuczywo do wylotu probówki z mieszaniną metanu z powietrzem.

**Spostrzeżenia**

W pierwszej probówce nastąpiło łagodne spalanie się metanu bladym niebieskim płomieniem.

Dodana do tej probówki woda wapienna zmętniała.

W probówce z mieszaniną metanu z powietrzem nastąpiło wybuchowe spalanie się metanu.

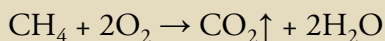
**Wnioski**

Metan jest gazem palnym.

Zmieszany z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową.

Zmętnienie wody wapiennej świadczy o tym, że jednym z produktów reakcji spalania metanu jest tlenek węgla(IV).

Równanie reakcji spalania metanu przedstawia się następująco:



Drugim produktem spalania metanu jest woda. Metan jest związkiem chemicznym węgla i wodoru.

**Doświadczenie 4****BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH METANU****Cel doświadczenia**

- zbadanie takich właściwości fizycznych metanu, jak palność i gęstość względem powietrza.

### Zadanie laboratoryjne

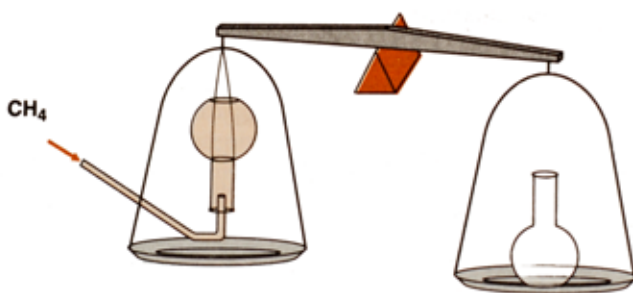
Wykorzystując zaproponowany w doświadczeniu sprzęt i odczynniki chemiczne, należy zbadać właściwości fizyczne metanu: gęstość względem powietrza lub palność.

**Odczynniki:** metan, woda wapienna

**Sprzęt:** dwie kolby płaskodenne o pojemności  $500\text{ cm}^3$ , laboratoryjna waga techniczna, cylinder miarowy, zlewka, płytka szklana, suchy piasek

### Przebieg doświadczenia

1. Na dwu szalkach wagi równoważymy za pomocą piasku dwie jednakowe kolby. Jedną z kolb zawieszamy dnem do góry i wpuszczamy do niej metan tak długo, aż waga straci stan równowagi. Zastanów się, co należy zrobić, aby ten stan równowagi przywrócić.



Rys. 2. Badanie gęstości metanu względem powietrza

### Spostrzeżenia

Szalka wagi z kolbą napełnioną metanem uniosła się do góry. Aby przywrócić wadze stan równowagi, wystarczy odwrócić z powrotem kolbę z metanem.

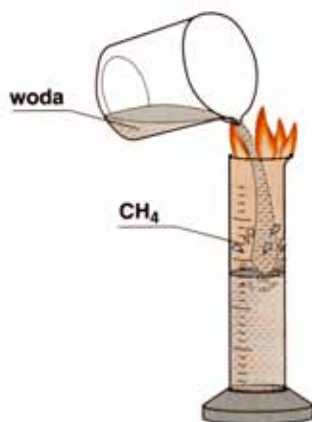
### Wnioski

Metan jest gazem lżejszym od powietrza.

2. Szklany cylinder o pojemności około  $250\text{ cm}^3$  napełniamy czystym metanem. Następnie wylot cylindra przykrywamy płytką szklaną i stawiamy go na stole. Po usunięciu płytki natychmiast zapalamy gaz palącym się łuczywem. Aby płomień palił się stale u wylotu naczynia i był dobrze widoczny, do cylindra



z palącym się metanem wlewamy równym strumieniem wodę, która powoduje wypieranie gazu na zewnątrz.



Rys. 3. Spalanie metanu

### Spostrzeżenia

U wylotu cylindra widoczny był blado świecący płomień.

### Wnioski

Metan jest gazem palnym.

- Nad płomieniem palącego się metanu trzymamy, odwróconą dnem do góry, suchą, czystą zlewkę, a później zlewkę zwilżoną wodą wapienną. Obserwujemy zachodzące zmiany.

### Spostrzeżenia

Na ściankach zlewki pojawiła się rosa.

Zwilżone wodą wapienną ścianki pokrywają się białym nalotem.

### Wnioski

Metan jest związkiem chemicznym składającym się z atomów węgla i wodoru. Związek chemiczny zbudowany z atomów węgla i wodoru nazywamy węglowodorem.

## Doświadczenie 5

### CZY METAN JEST REAKTYWNY CHEMICZNIE?

#### Cel doświadczenia

- wykazanie bierności chemicznej metanu w temperaturze pokojowej

#### Zadanie laboratoryjne

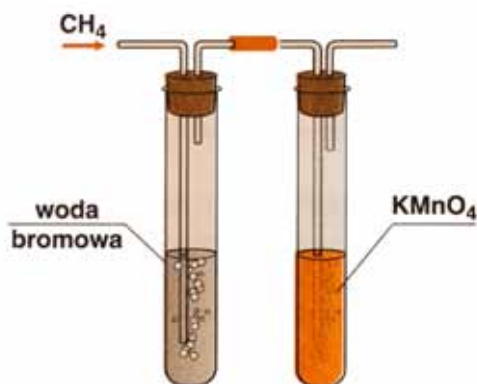
Należy zbadać w próbie z wodą bromową i manganianem(VII) potasu reaktywność chemiczną metanu.

**Odczynniki:** woda bromowa, 0,5% roztwór manganianu(VII) potasu, źródło metanu

**Sprzęt:** metalowy statyw, łapy do statywu, dwie probówki

#### Przebieg doświadczenia

Przez roztwór wody bromowej i manganianu(VII) potasu przepuszczamy czysty metan przez około 30 sekund.



Rys. 4. Wykazanie bierności chemicznej metanu

#### Spostrzeżenia

W probówce z wodą bromową i manganianem(VII) potasu nie zaobserwowano żadnych zmian. Nie nastąpiło odbarwienie roztworów.

**Wnioski**

W temperaturze pokojowej metan nie reaguje w sposób widoczny ani z bromem, ani z manganianem(VII) potasu.

Dowodzi to, że wiązania pomiędzy atomem węgla i atomami wodoru w cząsteczce metanu są trwałe.

Atom węgla i atomy wodoru połączone w ten sposób są mało reaktywne chemicznie.

**Doświadczenie 6****SPALANIE METANU W CHLORZE****Cel doświadczenia**

- przedstawienie reakcji chemicznej spalania metanu w chlorze i zbadanie produktów tej reakcji.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy wykonać doświadczenie ściśle według instrukcji i zbadać, jakie powstaną produkty w reakcji spalania metanu w chlorze. Zaprojektować na tej podstawie odpowiednie równanie reakcji chemicznej.

**Odczynniki:** metan, chlor, papierek lakmusowy

**Sprzęt:** dwa jednakowe cylindry do zbierania gazów, krystalizator, probówka, korek z rurką odprowadzającą, płaskie płytki szklane, łuczywo

**Przebieg doświadczenia**

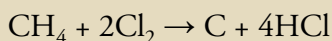
Jeden ze szklanych cylindrów napełniamy metanem, zbierając go nad wodą, a drugi napełniamy chlorem, wprowadzając go bezpośrednio do cylindra. Następnie przykrywamy wyloty cylindrów szklanymi płytkami. Teraz jeden z cylindrów odwracamy dnem do góry i stawiamy na wierzchu drugiego. Wtedy odsuwamy płytki szklane i mieszamy chlor z metanem, po czym rozdzielamy cylindry, wsuwając płytki szklane na poprzednie miejsca. Zawartość jednego z cylindrów ostrożnie zapalmy, zbliżając do jego wylotu zapalone łuczywo. Obserwujemy, co dzieje się we wnętrzu cylindra pod wpływem płomienia. Po zakończeniu reakcji chemicznej wprowadzamy do wnętrza cylindra zwilżony wodą papierek lakmusowy i sprawdzamy jego barwę.

### Spostrzeżenia

Po zbliżeniu palącego się łuczywa do wylotu cylindra, w którym znajdowała się mieszanina metanu z chlorem, nastąpiło spalanie się mieszaniny płomieniem o barwie żółtej, a na ściankach cylindra pojawił się czarny, tłusty nalot. Papierek lakmusowy we wnętrzu cylindra zmienił swoje zabarwienie na czerwone.

### Wnioski

Metan spala się energicznie w chlorze, w wyniku czego powstaje między innymi węgiel:



Powstały chlorowódor został wykryty za pomocą papierka lakmusowego.

## Doświadczenie 7

### CHLOROWANIE METANU

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej chlorowania metanu w obecności światła.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną chlorowania metanu w obecności światła.

Określić także szybkość chlorowania metanu.

**Odczynniki:** metan, chlor, nasycony roztwór chlorku sodu, papierek lakmusowy

**Sprzęt:** krystalizator, cylinder do zbierania gazów

#### Przebieg doświadczenia

Cylinder z mieszaniną metanu z chlorem, umieszczamy w krystalizatorze napełnionym nasyconym roztworem chlorku sodu, skierowany dnem do góry, a więc wylot cylindra zanurzony jest w roztworze soli. Tak przygotowany zestaw wystawiamy na działanie rozproszonego światła, na przykład przy

oknie. Prowadzimy systematyczną obserwację. Następnie do wnętrza cylindra wprowadzamy zwilżony wodą papierek lakmusowy i badamy jego zabarwienie.

### Informacje szczegółowe

W krystalizatorze stosuje się nie wodę, lecz nasycony roztwór chlorku sodu, gdyż powoduje on zmniejszenie rozpuszczalności w wodzie chloru i chlorowodoru. Proces chlorowania węglowodorów nasyconych przebiega znacznie szybciej na świetle, jest jednak na tyle powolny, że wymaga długiego oczekiwania zanim zaobserwuje się pierwsze symptomy reakcji. Najlepiej pozostawić cylinder do następnej lekcji. Należy pamiętać również o tym, że mieszanina chloru i metanu w stosunku objętościowym 4:1 przy intensywnym naświetlaniu wybucha. Należy więc tak dobrać substraty do doświadczenia, aby ich stosunek objętościowy wynosił 1:1.

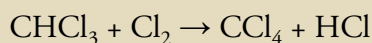
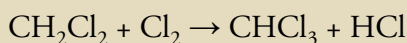
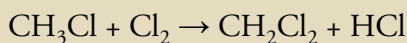
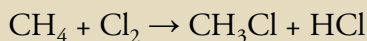
### Spostrzeżenia

Po upływie około 2 godzin zanikło zielone zabarwienie chloru w cylindrze, a roztwór chlorku sodu został częściowo wciągnięty do cylindra. Papierek lakmusowy, wprowadzony do cylindra po zaniku barwy chloru, zmienił barwę na czerwoną.

### Wnioski

Podczas chlorowania metanu atomy wodoru w cząsteczce metanu zostają stopniowo zastąpione (podstawione) atomami chloru.

Przebieg reakcji można zilustrować za pomocą następujących równań:



Są to reakcje typu podstawiania, a jednym z powstających produktów jest chlorowódór.

### Doświadczenie 8

## BADANIE PALNOŚCI ALKANÓW

#### Cel doświadczenia

- zbadanie palności n-alkanów o różnej długości łańcucha węglowego

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać palność węglowodorów nasyconych takich, jak heksan, olej parafinowy i parafina. Wyjaśnić, na podstawie zdolności parafiny do palenia się, jaką funkcję w świecy pełni knot oraz jaka jest podstawa budowy świecy.

**Odczynniki:** heksan, olej parafinowy, parafina

**Sprzęt:** szkiełka zegarkowe, łuczywo, sznurek bawełniany

#### Przebieg doświadczenia

Umieszczamy niewielkie próbki heksanu, oleju parafinowego i parafiny na szkiełkach zegarkowych i zbliżamy do nich płonące łuczywo. Obserwujemy zachodzące zmiany.

#### Informacje szczegółowe

W przypadku trudności z zapaleniem parafiny podgrzewamy ją ostrożnie aż do stopienia, po czym umieszczamy w niej knot wykonany z kawałka sznurka bawełnianego i powtórnie zapalamy parafinę za pośrednictwem knota. Przyczyną tych trudności jest wysoka temperatura wrzenia wyższych alkanów, wchodzących w skład oleju parafinowego i parafiny. Reakcja spalania zachodzi bardzo szybko tylko w fazie gazowej, czyli spalaniu ulegają pary substancji w mieszaninie z powietrzem. Aby więc zachodziło całkowite spalanie parafiny, należy ją wstępnie ogrzać do odpowiednio wysokiej temperatury. Temu celowi służy właśnie knot świecy. Dzięki niemu parafina, z której wykonana jest świeca, topi się, a następnie paruje i spala się w warunkach zapewniających dobry dostęp tlenu. Mimo to spalanie parafiny nie jest całkowite, co przejawia się kopceniem świecy.

#### Spostrzeżenia

Wszystkie badane węglowodory nasycone pod wpływem palącego się łuczywa zapalały się. Olej parafinowy zapalał się trudniej niż heksan, a najtrudniej

spalała się parafina.

Dopiero zastosowanie knota spowodowało jej ciągłe spalanie się.

### Wnioski

Podobnie jak metan, węglowodory nasycone o długich łańcuchach węglowych ulegają spalaniu.

Heksan jest łatwo palnym związkiem chemicznym, natomiast olej parafinowy i parafina zapalają się znacznie trudniej.

## Doświadczenie 9

### PRZEPROWADZENIE REAKCJI CHEMICZNEJ METANU I HEKSANU Z BROMEM W CIEMNOŚCI I W OBECNOŚCI ŚWIATŁA

#### Cel doświadczenia

- zbadanie zachowania się metanu i heksanu wobec bromu w ciemności i podczas naświetlania

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zaprojektować sposób badania zachowania się wybranych węglowodorów wobec bromu, gdy reakcję prowadzi się w ciemności oraz w warunkach silnego oświetlenia.

**Odczynniki:** brom, n-heksan, metan, papierki lakmusowe

**Sprzęt:** kolby stożkowe o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, pipety, korki do kolb, grafoskop

#### Przebieg doświadczenia

Do czterech kolb stożkowych, z których dwie są napełnione metanem i zatkane korkami, a dwie pozostałe zawierają po 20 cm<sup>3</sup> n-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 płycie grafoskopu z włączonym źródłem światła. Podobnie postępujemy z kolbami napełnionymi

heksanem z tym, że otworów tych kolb nie zatykamy. Następnie na krawędziach obu szyjek kolb kładziemy zwilżone wodą destylowaną papierki lakmusowe. Kolby pozostawiamy na około 20 minut. Następnie sprawdzamy, czy zaszły jakieś zmiany.

### Spostrzeżenia

W przypadku kolb, w których znajdował się metan z bromem, żółta barwa bromu zanikła tylko w kolbie naświetlanej światłem grafoskopu.

W kolbie znajdującej się w ciemności nie zaszły żadne zmiany.

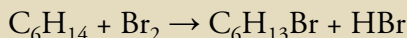
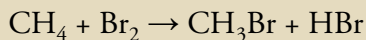
Podobnie było w przypadku n-heksanu.

Barwa bromu zanikła tylko w kolbie naświetlanej światłem, a papierek lakmusowy zmienił barwę się na kolor czerwony.

W kolbie, w której znajdował się n-heksan i brom, umieszczonej w ciemności, nie zaszły żadne zmiany, a papierek lakmusowy nie zmienił barwy.

### Wnioski

W normalnych warunkach alkanany nie reagują z bromem i innymi fluorowcami. Dopiero pod wpływem światła zachodzą reakcje chemiczne, które można dla metanu i heksanu wyrazić następującymi równaniami:



Wydzielający się w tej reakcji bromowodór zmienia barwę papierka lakmusowego na czerwoną co świadczy o tym, że pojawił się kwas.

Charakterystyczną cechą węglowodorów nasyconych jest ich zdolność do wchodzenia w reakcje chemiczne typu podstawiania.

## Doświadczenie 10

### OTRZYMYWANIE ETENU PRZEZ DEHYDRATAcję ALKOHOLU ETYLOWEGO

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z metodą otrzymywania węglowodoru nienasyconego



etenu, polegającą na dehydratacji alkoholu etylowego

### Zadanie laboratoryjne

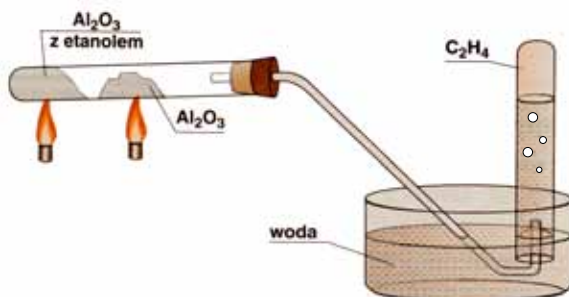
Tlenek glinu katalizuje reakcję chemiczną odłączania cząsteczek wody od cząsteczek alkoholi. Należy przeprowadzić reakcję otrzymywania etenu z alkoholu etylowego.

**Odczynniki:** tlenek glinu, alkohol etylowy

**Sprzęt:** probówki, korek z rurką odprowadzającą, krystalizator, palniki gazowe, statyw z łapą

### Przebieg doświadczenia

W celu przeprowadzenia eksperymentu zestawiamy aparaturę zgodnie z zamieszczonym rysunkiem.



Rys. 5. Zestaw do otrzymywania etenu w reakcji chemicznej odwadniania alkoholu etylowego

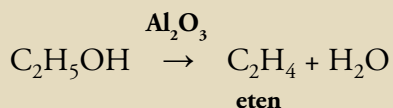
Do probówki wsypujemy niewielką ilość tlenku glinu i dodajemy jeszcze  $1\text{ cm}^3$  alkoholu etylowego. Probówkę tę zamocowujemy w statywie prawie w pozycji poziomej i ostrożnie umieszczamy w niej drugą porcję tlenku glinu, w przybliżeniu w połowie długości probówki. Następnie rozpoczynamy intensywne ogrzewanie suchej warstwy tlenku glinu i z niewielkim opóźnieniem ogrzewamy, drugim palnikiem, mieszaninę tlenku z etanolem w celu odparowania alkoholu. Ogrzewanie możemy prowadzić również za pomocą jednego palnika, przesuwając od czasu do czasu jego płomień ku dołowi probówki.

### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania zawartości probówki powstawał bezbarwny gaz, który zbierał się w drugiej probówce, wypierając z niej wodę.

### Wnioski

W wyniku ogrzewania alkoholu etylowego z tlenkiem glinu zachodzi reakcja chemiczna wyrażona równaniem:



W reakcji chemicznej dehydratacji alkoholu tworzy się eten.

Możliwość zbierania etenu przez wypieranie wody świadczy o tym, że eten nie rozpuszcza się w wodzie.

## Doświadczenie 11

### OTRZYMYWANIE ETENU PRZEZ ODWODNIENIE ALKOHOLU ETYLOWEGO ZA POMOCĄ STĘŻONEGO KWASU SIARKOWEGO(VI)

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej odwodnienia alkoholu etylowego za pomocą stężonego kwasu siarkowego(VI) w celu otrzymania etenu.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zaprojektować metodę otrzymywania etenu poprzez odwodnienie alkoholu etylowego oraz zaprojektować zestaw aparaturowy do otrzymywania etenu powyższą metodą

**Odczynniki:** alkohol etylowy, stężony kwas siarkowy(VI), 10% roztwór kwasu siarkowego(VI), 10% roztwór wodorotlenku sodu, piasek

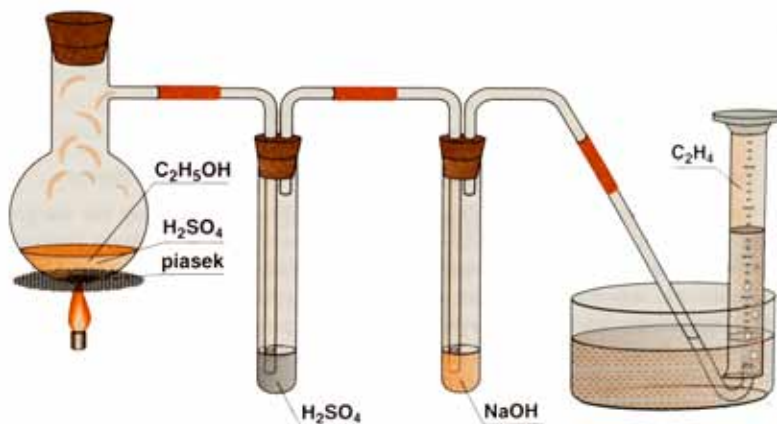
**Sprzęt:** statyw metalowy z łapą, płytka metalowa, palnik gazowy, kolba destylacyjna kulista okrągło denną o pojemności 200 cm<sup>3</sup>, dwie płuczki,

krystalizator, cylinder do zbierania gazu, wąż gumowy, korek

### Przebieg doświadczenia

Zestawiamy aparaturę według przedstawionego schematu.

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 roztwór kwasu siarkowego(VI), a druga roztwór wodorotlenku sodu o podobnym



Rys. 6. Zestaw do otrzymywania etenu przez odwodnienie alkoholu etylowego stężonym kwasem siarkowym(VI)

stężeniu. Zawartość kolby ogrzewamy na metalowej płytce palnikiem gazowym, a po wyparciu powietrza z aparatury zbieramy powstający gaz do cylindra nad wodą. Obserwujemy powstający produkt reakcji.

### Informacje szczegółowe

Ogrzewanie mieszaniny w kolbie należy tak regulować, aby nie dopuścić do pryskania cieczy, pamiętając przy tym, że zbyt łagodne ogrzewanie powoduje powstanie eteru etylowego, jako głównego produktu reakcji. Temperatura mieszaniny reakcyjnej powinna wynosić około 170°C. W płuczce z roztworem kwasu siarkowego(VI) eten oczyszcza się z par eteru i alkoholu, a tlenek siarki(IV) i tlenek węgla(IV), które stanowią zanieczyszczenia, absorbowane są w roztworze wodorotlenku sodu.

### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania alkoholu etylowego ze stężonym kwasem siarkowym(VI) powstaje produkt gazowy, który zbiera się nad wodą w cylindrze. Jest to gaz bezbarwny i bezwonny.

### Wnioski

Alkohol pod wpływem silnych środków odwadniających ulega procesowi dehydratacji, w wyniku którego powstaje odpowiedni węglowodór nienasycony, w tym przypadku eten i woda.

## Doświadczenie 12

### BADANIE ZACHOWANIA SIĘ ETENU WOBEC WODY BROMOWEJ I ROZTWORU MANGANIANU(VII) POTASU

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, czy eten reaguje z bromem i manganianem(VII) potasu oraz sformułowanie wniosku o reaktywności etenu.

#### Zadanie laboratoryjne

Działając wodą bromową i roztworem manganianu(VII) potasu na eten, należy określić jego zdolność do wchodzenia w reakcje chemiczne.

**Odczynniki:** woda bromowa, 0,5% roztwór manganianu(VII) potasu, eten

**Sprzęt:** probówki, korki do probówek

#### Przebieg doświadczenia

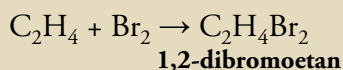
Do jednej probówki napełnionej etenem wlewamy około 0,5 cm<sup>3</sup> roztworu manganianu(VII) potasu, a do drugiej, taką samą ilość wody bromowej. Następnie probówki bardzo szybko zatykamy korkami gumowymi i potrząsamy przez chwilę ich zawartościami. Obserwujemy, czy w probówkach zaszły jakieś zmiany.

**Spostrzeżenia**

W probówce z etenem, do której dodano wodę bromową, zanikła żółta barwa. Również w probówce, do której dodano roztwór manganianu(VII) potasu, nastąpił zanik fioletowego zabarwienia.

**Wnioski**

Eten łatwo odbarwia wodę bromową i roztwór manganianu(VII) potasu. Wyniki te wskazują na dużą reaktywność chemiczną etenu, znacznie większą w porównaniu z alkanami. Reakcja chemiczna etenu z bromem zachodzi zgodnie z równaniem:

**Doświadczenie 13****OTRZYMYWANIE ETYNU Z WĘGLIKA WAPNIA****Cel doświadczenia**

- zapoznanie uczniów z reakcją chemiczną otrzymywania etynu, polegającą na działaniu wodą na węgiel wapnia

**Zadanie laboratoryjne**

Zaprojektować i zrealizować sposób otrzymywania etynu z węglika wapnia wiedząc, że etyn to gaz, który nie rozpuszcza się w wodzie. Zbadać palność etynu.

**Odczynniki:** węgiel wapnia (karbid), alkohol etylowy, woda

**Sprzęt:** probówka, korek z rurką odprowadzającą, probówki do zebrania gazu, krystalizator, łuczywo, zlewka

**Przebieg doświadczenia**

Przygotowujemy prosty zestaw do zbierania gazów. Do probówki wrzucamy kilka kawałków karbidu i wlewamy do niej kilka  $\text{cm}^3$  mieszaniny wody z alkoholem etylowym (o stosunku objętościowym 1:1) tak, aby probówka była napelniona

do połowy objętości. Probówkę zatykamy korkiem z osadzoną w nim wygiętą rurką szklaną i zbieramy wydzielający się gaz w probówce wypełnionej wodą oraz umieszczonej w krystalizatorze z wodą. Następnie do wylotu probówki z gazem zbliżamy palące się łuczywo i ze zlewki dodajemy równym strumieniem wodę. Obserwujemy, co dzieje się u wylotu probówki.

### Informacja szczegółowe

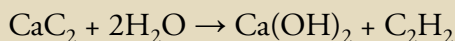
Dodatek alkoholu do wody użytej do reakcji z węglikiem wapnia ma na celu rozcieńczenie wody, ponieważ z czystą wodą reakcja przebiega zbyt gwałtownie.

### Spostrzeżenia

Po dodaniu wody do węglika wapnia zachodziła reakcja chemiczna. Jeden z powstających produktów zbierał się w probówce nad wodą. Zbliżenie palącego się łuczywa do wylotu probówki z zebrany gazem spowodowało jego spalanie się kopcącym płomieniem. Podczas spalania powstała duża ilość sadzy.

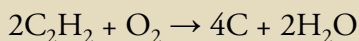
### Wnioski

W wyniku działania wody na węgiel wapnia zachodzi reakcja chemiczna wyrażona równaniem:



Głównym produktem tej reakcji chemicznej jest etyn, gaz bezbarwny i bezwonny.

Etyn łatwo ulega reakcji chemicznej spalania:



Duża zawartość sadzy, powstająca w tej reakcji chemicznej wynika ze znacznego udziału procentowego węgla w cząsteczce etynu oraz, że węglowodór ten spala się niecałkowicie.

**Doświadczenie 14****REAKCJA CHEMICZNA ETYNU Z WODĄ BROMOWĄ I MANGANIANEM(VII) POTASU****Cel doświadczenia**

- zbadanie zachowania się etynu w obecności wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy zbadać zachowanie się etynu wobec wody bromowej i roztworu manganianu(VII) potasu.

**Odczynniki:** woda bromowa, 0,5% roztwór manganianu(VII) potasu, etyn

**Sprzęt:** probówki, korki do probówek

**Przebieg doświadczenia**

Do probówek z etynem dodajemy: do pierwszej wodę bromową, a do drugiej roztwór manganianu(VII) potasu. Wyloty obu probówek natychmiast zatykamy korkami i wstrząsamy ich zawartościami. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Spostrzeżenia**

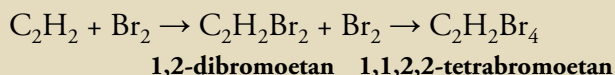
Pod wpływem etynu woda bromowa jak i roztwór manganianu(VII) potasu uległy odbarwieniu.

**Wnioski**

Właściwości etynu wskazują na jego charakter nienasycony.

Przyłącza on brom i odbarwia roztwór manganianu(VII) potasu.

W odróżnieniu od etenu, 1 mol etynu może przyłączyć dwa mole bromu, przy czym reakcja zachodzi dwustopniowo:



**Doświadczenie 15**

**ROZKŁAD ACETYLENKU SREBRA**

**Instrukcja eksperymentu na stronie 215**



## Rozdział X

# Hydroksylowe pochodne węglowodorów - alkohole i fenole

### Doświadczenie 1

## UTLENIANIE ALKOHOLU METYLOWEGO

#### Cel doświadczenia:

- zapoznanie uczniów z reakcją chemiczną utleniania alkoholu metylowego i sposobem wyznaczania liczby oddanych i przyjętych elektronów w reakcji chemicznej typu utleniania-redukcji.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać, jakie produkty powstają w reakcji utleniania alkoholu metylowego za pomocą drutu miedzianego, ogrzanego do wysokiej temperatury w płomieniu utleniającym palnika gazowego.

Ustalić, jak zmienił się wygląd drutu po reakcji chemicznej oraz zaproponować równanie reakcji utleniania alkoholu metylowego.

**Odczynniki:** alkohol metylowy, 35% roztwór formaliny, drut miedziany

**Sprzęt:** probówka, statyw do probówek, szczypce metalowe, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy około 2 cm<sup>3</sup> alkoholu metylowego i umieszczamy ją w statywie do probówek. Następnie w płomieniu utleniającym palnika gazowego rozżarzamy miedziany drut, trzymając go w metalowych szczypcach. Drut wyjmujemy z płomienia i po ostygnięciu oglądamy jego powierzchnię. Ponownie wkładamy drut do płomienia i gorący zanurzamy do probówki z alkoholem metylowym. Po chwili drut wyjmujemy z probówki i sprawdzamy wygląd jego powierzchni oraz zapach produktu powstałego w probówce.

#### Spostrzeżenia

Drut miedziany przed włożeniem do płomienia palnika gazowego miał barwę brunatno-czerwoną.

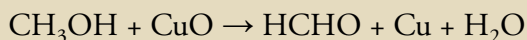
Po rozżarzeniu go w utleniającym stożku płomienia i ostygnięciu jego powierzchnia pokryła się czarnym nalotem.

Po reakcji chemicznej jego powierzchnia z powrotem stała się brunatno-czerwona. Natomiast w probówce powstał produkt o zapachu formaldehydu.

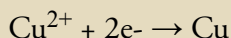
## Wnioski

W płomieniu utleniającym palnika gazowego miedź pokryła się czarnym nalotem tlenku miedzi(II).

Tlenek ten reagował z alkoholem metylovym, powodując jego utlenianie do aldehydu mrówkowego:



Tlenek miedzi(II) uległ redukcji na skutek obniżenia stopnia utlenienia atomów miedzi:



Dlatego powierzchnia drutu miedzianego po jego zanurzeniu w alkoholu stała się ponownie brunatno-czerwona.

## Doświadczenie 2

### REAKCJA CHEMICZNA ALKOHOLU ETYLOWEGO Z DICHROMIANEM(VI) POTASU

#### Cel doświadczenia

- zbadanie produktów utlenienia alkoholu etylowego za pomocą dichromianu(VI) potasu
- kształcenie umiejętności tworzenia modelu przebiegającej reakcji chemicznej za pomocą odpowiednich równań

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać jakie produkty powstaną w wyniku reakcji chemicznej alkoholu etylowego z dichromianem(VI) potasu w obecności kwasu siarkowego(VI). Przeprowadzić obserwację zmian barwy produktu w odniesieniu do barwy substratu. O czym świadczą te zmiany? Należy przypomnieć jaką barwę mają związki chemiczne chromu na poszczególnych stopniach utlenienia. Przedstawić modelowo, za pomocą odpowiedniego równania reakcji chemicznej, przemianę jakiej uległ alkohol etylowy.

**Odczynniki:** stężony kwas siarkowy(VI), 5% roztwór dichromianu(VI) potasu, alkohol etylowy

**Sprzęt:** probówka, wkraplacz, palnik gazowy, zlewka o pojemności 500 cm<sup>3</sup>

### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> roztworu dichromianu(VI) potasu, a następnie dodajemy bardzo ostrożnie kilka kropel stężonego kwasu siarkowego(VI). Do otrzymanego roztworu wkraplamy alkohol etylowy i probówkę ogrzewamy kilka minut w łaźni wodnej o temperaturze 60°C. Badamy zapach powstałego produktu reakcji oraz określamy barwę roztworu.

### Informacje szczegółowe

Zmiany barw związków chromu stanowią często kryterium oceny stopnia utlenienia tego pierwiastka chemicznego. Barwność chemicznych związków chromu stała się przyczyną nazwy pierwiastka „chrom”, co pochodzi od greckiego słowa chroma — barwa.

Podczas pracy ze stężonym kwasem siarkowym(VI) należy zachować odpowiednie środki ostrożności, to znaczy stosować okulary ochronne i gumowe rękawice.

### Spostrzeżenia

Podczas ogrzewania mieszaniny dichromianu(VI) potasu z alkoholem etylowym w obecności kwasu siarkowego(VI) nastąpiła zmiana barwy roztworu z pomarańczowej na zieloną.

Zapach badanego roztworu po reakcji chemicznej był inny niż zapach alkoholu etylowego przed reakcją.

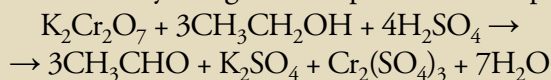
Powstał produkt o ostrej i przenikliwej woni.

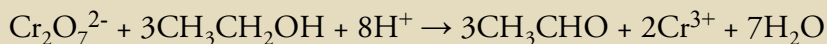
### Wnioski

Zmiana barwy mieszaniny z pomarańczowej na zieloną świadczy o tym, że atomy chromu obniżyły swój stopień utlenienia z szóstego na trzeci, gdyż jony chromu(III) Cr<sup>3+</sup> mają barwę zieloną.

Zanik zapachu alkoholu i pojawienie się innego, ostrego zapachu świadczy o tym, że procesowi utlenienia w tej reakcji chemicznej uległ alkohol etylowy.

Proces utleniania alkoholu etylowego można przedstawić za pomocą równania:





Zaszła reakcja chemiczna utleniania-redukcji, w której alkohol etylowy utlenia się do aldehydu octowego o ostrym, przenikliwym zapachu.

## Doświadczenie 3

### PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH ALKOHOLU METYLOWEGO I ALKOHOLU ETYLOWEGO

#### Cel doświadczenia

- porównanie właściwości fizycznych podstawowych alkoholi: alkoholu metylowego i etylowego.

#### Zadanie laboratoryjne

Wykorzystując podany niżej sprzęt laboratoryjny i odczynniki chemiczne zbadać właściwości fizyczne alkoholu metylowego i alkoholu etylowego takie, jak: zapach, stan skupienia, barwa, palność, odczyn, a następnie przeprowadzić reakcję chemiczną identyfikującą obecność alkoholu etylowego.

**Odczynniki:** alkohol metylowy, alkohol etylowy, fenoloftaleina, wodorotlenek potasu, jodek potasu, jod, woda destylowana, denaturat

**Sprzęt:** próbówki, statyw do probówek, parownice, termometr, dwie butelki o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, zlewka o pojemności 50 cm<sup>3</sup>, palnik gazowy, trójnóg, płytka metalowa

#### Przebieg doświadczenia

1. Badanie woni i rozpuszczalności alkoholi w wodzie.  
Do dwu probówek wlewamy po kilka cm<sup>3</sup>: do jednej alkoholu metylowego a do drugiej alkoholu etylowego. Sprawdzamy ich zapach. Następnie dodajemy kilka cm<sup>3</sup> wody i wstrząsamy zawartościami probówek. Obserwujemy, czy wystąpią zmiany.
2. Badanie palności alkoholi.  
Do dwu parownic wlewamy po około 2 cm<sup>3</sup> badanych alkoholi. Zapalamy pary alkoholi znajdujących się w parownicach. Obserwujemy wygląd

plamienia w przypadku obu alkoholi.

### 3. Badanie odczynu alkoholi.

Do dwu probówek, z których jedna zawiera alkohol metylowy, a druga alkohol etylowy, dodajemy kilka kropel roztworu fenoloftaleiny. Obserwujemy barwę zastosowanego wskaźnika.

### 4. Identyfikacja alkoholu etylowego.

Do małej zlewki wlewamy 5 cm<sup>3</sup> denaturatu, po czym dodajemy 15 cm<sup>3</sup> roztworu „a”, a następnie po wymieszaniu całej zawartości, dodajemy również 15 cm<sup>3</sup> roztworu „b”. Zlewkę wstawiamy do większej parownicy z gorącą wodą i jej zawartość ogrzewamy do temperatury 50°C. Ogrzewanie prowadzimy około 15 minut.

### Informacje szczegółowe

Przygotowanie roztworu „a” - w 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej rozpuszczamy 4,6 g wodorotlenku potasu. Przygotowanie roztworu „b” - w 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej rozpuszczamy 1,7 g jodku potasu, a następnie 1,4 g krystalicznego jodu.

W czasie wykonywania doświadczenia należy zachować szczególną ostrożność z powodu łatwej palności par obu alkoholi.

Większość poznanych właściwości alkoholi uczniowie mogą wyjaśnić, a nawet przewidzieć, odwołując się do znanej im budowy cząsteczek metanolu i etanolu. Może to nastąpić w przypadku wyjaśniania lotności poznanych alkoholi, wynikającej ze stosunkowo niewielkich oddziaływań pomiędzy ich cząsteczkami, jak również niższej temperatury wrzenia alkoholu metylowego, którego cząsteczki są mniejsze od cząsteczek alkoholu etylowego. Podobnie można wyjaśnić dobrą rozpuszczalność alkoholi w wodzie. Wyjaśniając obojętny odczyn roztworów alkoholi, można odwołać się do wiadomości z gimnazjum, gdzie uczniowie poznali już związki chemiczne zawierające grupę wodorotlenową, na przykład wodorotlenek miedzi(II), które jednak nie dysocjują na jony wodorotlenkowe. Produkty całkowitego spalania alkoholi uczniowie mogą przewidzieć na podstawie znajomości rodzaju atomów, wchodzących w skład cząsteczek poszczególnych alkoholi.

Brak alkoholi niezbędnych do wykonania doświadczenia można uzupełnić, używając do doświadczeń odbarwionego denaturatu. W tym celu do kolby z denaturatem dodaje się węgla aktywnego, a następnie roztwór lekko podgrzewa

i sączy przez sączek z bibuły.

### Spostrzeżenia

Wyniki prób zebrano w postaci tabeli:

Właściwość	Alkohol metylowy	Alkohol etylowy
Stan skupienia	ciecz	ciecz
Zapach	ostry, drażniący	ostry, drażniący
Rozpuszczalność w wodzie	nieograniczona	nieograniczona
Odczyn	obojętny	obojętny
Palność	łatwo palny	łatwo palny

W przypadku próby identyfikującej alkohol etylowy, już po paru minutach ogrzewania zauważono na dnie zlewki osad o żółtej barwie.

## Wnioski

Powstałym osadem jest chemiczny związek organiczny jodoform o wzorze sumarycznym  $\text{CHI}_3$ . Powstaje on w wyniku reakcji chemicznej jodu z alkoholem:



Reakcję tę nazywamy reakcją jodoformową.

Jest to jedna z metod identyfikacji alkoholu etylowego.

## Doświadczenie 4

### WYKRYWANIE ALKOHOLU ETYLOWEGO W WINIE LUB W PIWIE

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z możliwością dokonania analizy chemicznej wina lub piwa na zawartość alkoholu etylowego.

#### Zadanie laboratoryjne

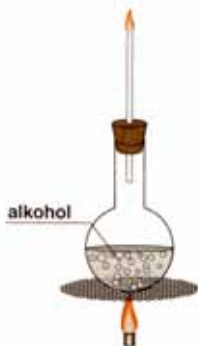
Wykonując odpowiednie doświadczenie należy porównać zawartość alkoholu etylowego w winie i w piwie.

**Odczynniki:** 30 cm<sup>3</sup> wina, 100 cm<sup>3</sup> piwa

**Sprzęt:** statyw metalowy z łapą, płytka grzejna, palnik, kolba kulista okrągłodenna, korek z rurką chłodzącą, kaolin

### Przebieg doświadczenia

Do kolby wlewamy około 30 cm<sup>3</sup> wina i zatykamy ją korkiem zaopatrzonym w rurkę chłodzącą. Następnie kolbę ogrzewamy na płytce grzejnej tak długo, aż pary alkoholu zaczną uchodzić przez wylot rurki. Wtedy zapalamy wydostające się pary. W podobny sposób można wykryć alkohol etylowy w piwie. Badając piwo, należy przed waniem go do kolby przez pewien czas wstrząsać. Spowoduje to ulotnienie się tlenku węgla(IV), który w czasie ogrzewania może powodować zbędne pienienie się cieczy.



Rys. 1. Wykrywanie alkoholu etylowego w winie

### Spostrzeżenia

Po podgrzaniu wina lub piwa i zapaleniu ulatniających się par, nastąpiło ich spalanie się. Spalanie par alkoholu pochodzącego z piwa trwało krócej.

### Wnioski

Piwo i wino zawierają alkohol etylowy.

Czas spalania alkoholu w obu próbach wskazuje na większą zawartość alkoholu etylowego w winie.

## Doświadczenie 5

### DZIAŁANIE TLENU W POSTACI ATOMOWEJ NA ALKOHOL ETYLOWY

#### Cel doświadczenia

- przedstawienie w ciekawy sposób reakcji chemicznej utleniania alkoholu etylowego za pomocą manganianu(VII) potasu.



## Zadanie laboratoryjne

Przeprowadzić reakcję chemiczną utleniania alkoholu etylowego za pomocą manganianu(VII) potasu.

**Odczynniki:** alkohol etylowy, manganian(VII) potasu, stężony kwas siarkowy(VI)

**Sprzęt:** szkiełko zegarkowe, pipeta, moździerz, zlewka

## Przebieg doświadczenia

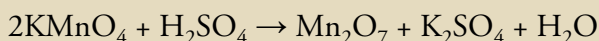
Na szkiełku zegarkowym, znajdującym się w zlewce, umieszczamy około 1 g sproszkowanego manganianu(VII) potasu i dodajemy do niego kilka kropli kwasu siarkowego(VI). Następnie na tak otrzymaną mieszaninę działamy kilkoma kroplami alkoholu etylowego.

## Spostrzeżenia

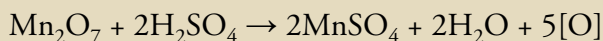
Po zetknięciu się alkoholu etylowego z manganianem(VII) potasu zaszła gwałtowna reakcja chemiczna, w wyniku której alkohol zapalił się.

## Wnioski

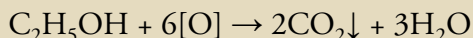
W wyniku działania stężonego kwasu siarkowego(VI) na manganian(VII) potasu powstaje tlenek manganu(VII):



Tlenek ten reaguje dalej z kwasem siarkowym(VI):



Pod wpływem powstającego w tej reakcji chemicznej tlenu w postaci atomowej, następuje samozapalenie się par alkoholu:



### Doświadczenie 6

## REAKCJA CHEMICZNA ALKOHOLU ETYLOWEGO Z SODEM

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, czy alkohol etylowy reaguje z sodem i jakie są produkty tej reakcji chemicznej.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać zachowanie się kawałka sodu wrzuconego do alkoholu etylowego. Z badać, czy wydzielający się podczas reakcji gaz jest palny. Ustalić jak zachowuje się fenoloftaleina wobec otrzymanego roztworu? Stwierdzić, czy reakcja chemiczna sodu z alkoholem przypomina reakcję sodu z wodą?

**Odczynniki:** alkohol etylowy, sól, roztwór fenoloftaleiny

**Sprzęt:** probówki, parownica, palnik gazowy, płytka metalowa, łuczywo, nóż, bibuła

#### Przebieg doświadczenia

Do suchej probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego i wrzucamy do niego mały kawałek sodu wielkości łybka od zapalki. Badamy palność powstałego gazu. Po zakończonej reakcji chemicznej zawartość probówki wlewamy do parownicy i ogrzewamy aż do całkowitego odparowania. Po ochłodzeniu parownicy dodajemy do suchej pozostałości kilka cm<sup>3</sup> wody i kroplę roztworu fenoloftaleiny.

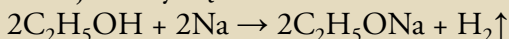
#### Spostrzeżenia

Po wrzuceniu sodu do alkoholu zachodziła reakcja chemiczna. Zbliżenie palącego się łuczywa do wylotu probówki spowodowało zapalenie się powstającego gazu, który spalał się bladym płomieniem.

#### Wnioski

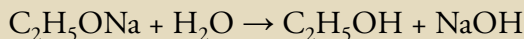
Sól reaguje z alkoholem podobnie sposób jak z wodą.

W tej reakcji chemicznej tworzy się wodór:



i powstaje sól, etanolan sodu.

Jego wodny roztwór wykazuje odczyn zasadowy, gdyż w wodzie ulega on reakcji hydrolizy:



## Doświadczenie 7

### BADANIE WŁAŚCIWOŚCI GLICEROLU

#### Cel doświadczenia

- zbadanie fizycznych i chemicznych właściwości glicerolu, przedstawiciela alkoholi wielowodorotlenowych.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zaprojektować, a następnie zrealizować sposób, w jaki można zbadać właściwości fizyczne glicerolu oraz jego reakcję chemiczną z sodem i wodorotlenkiem miedzi(II).

**Odczynniki:** glicerol (gliceryna), sól, wodorotlenek miedzi(II), roztwór fenoloftaleiny

**Sprzęt:** parownica, płytka metalowa, palnik gazowy, probówki, łuczywo, nóż, bibuła

#### Przebieg doświadczenia

1. Badamy stan skupienia, barwę oraz zapach glicerolu, jego rozpuszczalność w wodzie oraz odczyn roztworu.
2. Parownicę zawierającą około 3cm<sup>3</sup> glicerolu ogrzewamy na płytce metalowej nad płomieniem palnika gazowego, po czym zapalamy powstające pary glicerolu.
3. Do probówki wlewamy kilka cm glicerolu i wrzucamy do niego mały kawałek sodu. Obserwujemy zachodzące zmiany. Zbliżamy palące się łuczywo 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

Glicerol jest bezbarwną, bezwoną cieczą o konsystencji syropu.

W wyniku ogrzania glicerolu następuje zapalenie się jego par.

Po wrzuceniu sodu do glicerolu zachodziła reakcja chemiczna, a zbliżenie palącego się łuczycza do wylotu probówki spowodowało charakterystyczny trzask.

W reakcji chemicznej glicerolu z wodorotlenkiem miedzi(II) nastąpił zanik osadu wodorotlenku i powstanie roztworu o szafirowym zabarwieniu.

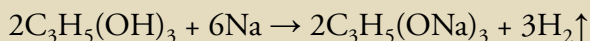
### Wnioski

Glicerol jest cieczą o dużej lepkości.

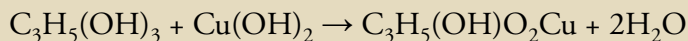
Z wodą miesza się bez ograniczeń.

Właściwości chemiczne glicerolu związane z obecnością grup wodorotlenowych są podobne do właściwości alkoholi jednowodorotlenowych.

Glicerol reaguje z sodem, tworząc odpowiedni alkoholan i wodór:



Reaguje również z wodorotlenkami niektórych metali, na przykład z wodorotlenkiem miedzi(II):



tworząc kompleksowy produkt o barwie szafirowej— glicerolan miedzi(II).

## Doświadczenie 8

### REAKCJA CHEMICZNA SPALANIA GLICEROLU

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej spalania glicerolu przy użyciu manganian(VII) potasu.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać, w jaki sposób przebiega reakcja chemiczna utleniania glicerolu, gdy utleniaczem jest manganian(VII) potasu.

**Odczynniki:** glicerol, manganian(VII) potasu

**Sprzęt:** moździerz, ognioodporna płytka, pipeta, wkraplacz

## Przebieg doświadczenia

Rozdrabniamy w moździerze kryształy manganianu(VII) potasu i usypujemy je w kształcie stożka na płytce ognioodpornej. Następnie za pomocą wkraplacza наносimy kilka kropel glicerolu na przygotowany stożek manganianu(VII) potasu. Obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany.

## Spostrzeżenia

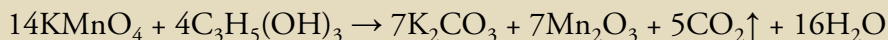
Po upływie około 30 sekund nastąpiło utlenianie się glicerolu, objawiające się powstaniem wysokiego snopa rozbłyskujących iskier o barwie różowo-fioletowej.

## Wnioski

Doświadczenie to ilustruje proces spontanicznego spalania.

Początkowo powolne utlenianie glicerolu manganianem(VII) potasu ulega znacznemu przyspieszeniu ze wzrostem ilości wytwarzanego ciepła, aby w końcu doprowadzić do zapalenia się substratów.

Glicerol w obecności silnego utleniacza jakim jest manganian(VII) potasu, jest utleniany do tlenku węgla(IV) i wody:



Tworzący się w tej reakcji chemicznej tlenek manganu(III) ma barwę czarną, a węglan potasu jest biały.

## Doświadczenie 9

### OTRZYMYWANIE METANALU Z ALKOHOLU METYLOWEGO

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej utleniania alkoholu metylowego do metanal (aldehydu mrówkowego).

### Zadanie laboratoryjne

Wykorzystując tlenek miedzi(II) jako utleniacz, przeprowadzić reakcję chemiczną otrzymywania metanal z alkoholu metylowego.

**Odczynniki:** drut miedziany, alkohol metylowy

**Sprzęt:** probówka, szczypce metalowe, palnik gazowy

### Przebieg doświadczenia

Z drutu miedzianego przygotowujemy spiralę i zwiniętą ogrzewamy w utleniającej części płomienia palnika gazowego aż do czerwonego żaru, a następnie drut studzimy. Obserwujemy zmiany, jakim uległa miedź w wyniku ogrzewania.

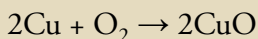
Drut ogrzewamy ponownie do momentu rozżarzenia się i w tym stanie zanurzamy go w alkoholu metylowym znajdującym się w probówce. Czynność tę powtarzamy kilkakrotnie. Badamy następnie zapach produktu powstałego w probówce.

### Spostrzeżenia

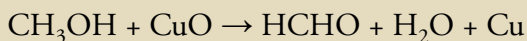
Po umieszczeniu miedzi w płomieniu palnika pokryła się ona czarnym nalotem. Wprowadzenie rozgrzanej miedzi do alkoholu metylowego spowodowało powstanie produktu o innym zapachu niż alkohol metylowy. Zapach ten był ostry i drażniący.

### Wnioski

Podczas prażenia miedzi w płomieniu palnika zachodzi reakcja chemiczna utleniania miedzi:



Powstaje tlenek miedzi(II), który w podwyższonej temperaturze reaguje z alkoholem metylowym zgodnie z równaniem:



W tej reakcji chemicznej tlenek miedzi(II) redukuje się do wolnej miedzi, pełniąc funkcję utleniacza.

Utlenia on alkohol metylowy do metanal.

Metanal jest bezbarwnym gazem o ostrej woni, drażniącym błony śluzowe

dróg oddechowych, substancją dobrze rozpuszczalną w wodzie. Jest także silną trucizną.

## **Doświadczenie 10**

### **REAKCJA CHEMICZNA ALKOHOLU ETYLOWEGO Z KWASEM OCTOWYM**

**Instrukcja eksperymentu na stronie 468**





# Rozdział XI

## Związki karbonylowe - aldehydy i ketony

## Doświadczenie 1

### REAKCJA CHEMICZNA METANALU Z WODOROTLENKIEM MIEDZI(II) W ŚRODOWISKU O ODCZYNIE ZASADOWYM — PRÓBA TROMMERA

#### Cel doświadczenia

- wykonanie reakcji identyfikacji metanal na podstawie próby Trommerra, to jest z wykorzystaniem wodorotlenku miedzi(II) w środowisku zasadowym.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną metanal z wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku zasadowym.

**Odczynniki:** 2% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 10% roztwór wodorotlenku sodu, formalina (30% wodny roztwór metanal)

**Sprzęt:** probówka, wkraplacze, palnik gazowy, łąpa do probówek

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy 5 cm<sup>3</sup> roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), dodajemy 1 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku sodu, po czym mieszamy jej zawartość. Z kolei do powstałej mieszaniny dodajemy 1 cm<sup>3</sup> roztworu formaliny i całość ogrzewamy płomieniem palnika gazowego. Obserwujemy zmiany zachodzące w probówce.

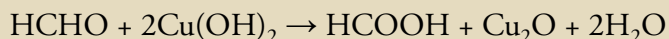
#### Spostrzeżenia

Po dodaniu do roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) roztworu wodorotlenku sodu powstał niebieski osad.

Dodanie do niego wodnego roztworu metanal (formaliny) i ogrzanie spowodowało przekształcenie się galaretowatego, niebieskiego osadu w osad o barwie pomarańczowej.

#### Wnioski

Metanal reaguje z wodorotlenkiem miedzi(II) zgodnie z równaniem reakcji:



W reakcji tej metanal redukuje wodorotlenek miedzi(II) do tlenku miedzi(I) o barwie pomarańczowej.

Metanal utlenia się do kwasu metanowego (mrówkowego).

W ten sposób można przeprowadzać identyfikację aldehydów.

### Doświadczenie 2

## REAKCJA CHEMICZNA ETANALU Z AMONIAKALNYM ROZTWOREM TLENKU SREBRA(I) — PRÓBA TOLLENSA

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie identyfikacji grup aldehydowych za pomocą amoniakalnego roztworu tlenku srebra.

#### Zadanie laboratoryjne

Przeprowadzić reakcję chemiczną etanal z amoniakalnym roztworem tlenku srebra. Ustalić jakie znaczenie praktyczne może mieć omawiana reakcja chemiczna ?

**Odczynniki:** 1% roztwór azotanu(V) srebra, 10% roztwór wodorotlenku sodu, 15% roztwór wodny amoniaku, formalina

**Sprzęt:** probówka, wkraplacze, zlewka o pojemności 500 cm<sup>3</sup>, palnik gazowy, płytka metalowa, trójnóg

#### Przebieg doświadczenia

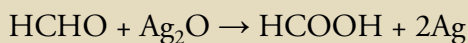
Do dokładnie umytej i odtłuszczonej probówki wlewamy 5 cm<sup>3</sup> roztworu azotanu(V) srebra, dodajemy jedną kroplę roztworu wodorotlenku sodu, a następnie stale mieszając, wprowadzamy kroplami roztwór amoniaku, aż do rozpuszczenia się powstającego początkowo osadu. Do przygotowanego w ten sposób odczynnika Tollensa wlewamy 1 cm<sup>3</sup> formaliny, całość mieszamy i umieszczamy probówkę w łaźni wodnej o temperaturze około 60 °C. Obserwujemy zjawiska zachodzące w probówce.

### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania przygotowanej mieszaniny roztwór najpierw przybrał ciemnobrązowe zabarwienie, a następnie ścianki probówki pokryły się srebrzystym, lustrzanym nalotem.

### Wnioski

W wyniku reakcji chemicznej metanal z amoniakalnym roztworem tlenku srebra powstało srebro, tworząc na ściankach probówki lustro srebrne oraz powstaje kwas metanowy:



Aldehyd mrówkowy wykazuje silne właściwości redukujące, ponieważ zredukował amoniakalny roztwór tlenku srebra do wolnego srebra. Reakcja ta może być wykorzystywana do identyfikacji obecności grup aldehydowych w roztworach.

### Doświadczenie 3

## OTRZYMYWANIE METANALU Z ALKOHOLU METYLOWEGO

Instrukcja eksperymentu na stronie 445

## Rozdział XII

# Kwasy karboksylowe

### Doświadczenie 1

## BADANIE ZAPACHU I ODCZYNU ROZTWORU KWASU OCTOWEGO

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, czy kwasy organiczne, podobnie jak kwasy nieorganiczne, wykazują kwasowy odczyn w roztworach wodnych.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać odczyn wodnego roztworu kwasu octowego.

**Odczynniki:** kwas octowy, uniwersalny papierek wskaźnikowy

**Sprzęt:** probówka, wkrapłacz

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy kilka  $\text{cm}^3$  wody i dodajemy taką samą objętość kwasu octowego. Badamy barwę i zapach roztworu kwasu octowego. Następnie kroplę roztworu kwasu octowego наносimy na uniwersalny papierek wskaźnikowy i obserwujemy jego barwę.

#### Spostrzeżenia

Roztwór kwasu octowego jest bezbarwny i ma charakterystyczny gryzący i ostry zapach. Wodny roztwór kwasu octowego zmienia barwę uniwersalnego papierka wskaźnikowego na kolor czerwony.

#### Wnioski

W roztworach wodnych kwas octowy dysocjuje na kationy wodorowe, które powodują kwasowy odczyn roztworu.

W tym wypadku kwas octowy zachowuje się podobnie jak kwasy nieorganiczne, na przykład kwas chlorowodorowy lub kwas siarkowy(VI).

## Doświadczenie 2

### DZIAŁANIE KWASU OCTOWEGO NA WODOROTLENKI

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, czy kwas octowy reaguje z wodorotlenkami podobnie jak kwasy nieorganiczne

#### Zadanie laboratoryjne

Wykorzystując wskaźnik uniwersalny należy sprawdzić, czy kwas octowy reaguje z wodorotlenkami podobnie jak kwas nieorganiczny.

**Odczynniki:** kwas octowy, wodorotlenek sodu, wskaźnik uniwersalny

**Sprzęt:** zlewki, wkraplacze

#### Przebieg doświadczenia

Do zlewki wlewamy roztwór kwasu octowego i dodajemy do niego niewielką ilość roztworu wskaźnika uniwersalnego, który powoduje zabarwienie roztworu kwasu na kolor czerwony. Następnie do tego roztworu dodajemy powoli kroplami, roztwór wodorotlenku sodu. Obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany.

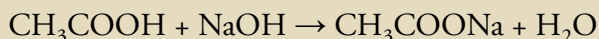
#### Spostrzeżenia

W miarę dodawania roztworu wodorotlenku sodu do roztworu kwasu octowego, czerwona barwa wskaźnika uniwersalnego stopniowo zmieniała się, aż w pewnym momencie osiągnęła kolor żółty.

Żółta barwa wskaźnika uniwersalnego świadczy o tym, że roztwór ma odczyn obojętny.

#### Wnioski

Kwas octowy reaguje z wodorotlenkami. Oto równanie przebiegającej reakcji chemicznej:



### Doświadczenie 3

#### DZIAŁANIE KWASU OCTOWEGO NA METALE

##### Cel doświadczenia

- zbadanie, czy kwas octowy reaguje z metalami, na przykładzie reakcji chemicznej z magnezem i cynkiem oraz czy reakcje te przebiegają analogicznie do reakcji metali z kwasami nieorganicznymi, to znaczy czy utworzone produkty reakcji są podobne do produktów powstających w wyniku reakcji chemicznej metali z kwasami nieorganicznymi.

##### Zadanie laboratoryjne

Należy sprawdzić, czy kwas octowy reaguje z metalami takimi, jak cynk i magnez

**Odczynniki:** cynk, magnez, 30% roztwór kwasu octowego

**Sprzęt:** probówki

##### Przebieg doświadczenia

Do dwu probówek wkładamy kolejno: do jednej cynk, a do drugiej magnez. Następnie dodajemy roztwór kwasu octowego i obserwujemy zachodzące zmiany. Formułując wnioski z doświadczenia, korzystamy z szeregu reaktywności chemicznej metali.

##### Spostrzeżenia

Pod wpływem działania kwasu octowego na magnez i cynk można było obserwować, że wodór wydziela się tylko w reakcji chemicznej kwasu z magnezem. Reakcja ta przebiega jednak powoli. Z cynkiem kwas octowy nie reaguje.

##### Wnioski

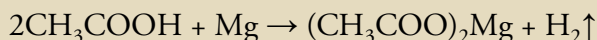
Kwas octowy jest kwasem słabej mocy, na co wskazuje jego powolna reakcja chemiczna z magnezem i brak reakcji z cynkiem.

W przypadku reakcji chemicznej kwasu octowego z magnezem powstaje wodór i odpowiednia sól, tak jak w przypadku reakcji tych metali z kwasami nieorganicznymi.



Kwas octowy, mając niewielką kwasowość (moc), reaguje tylko z metalami bardzo reaktywnymi chemicznie.

Reakcję kwasu octowego z magnezem przedstawia równanie:



## Doświadczenie 4

### ODRÓŻNIANIE KWASU MRÓWKOWEGO OD KWASU OCTOWEGO

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z reakcją chemiczną odróżniającą kwas mrówkowy od kwasu octowego.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać, czy kwas mrówkowy i kwas octowy w jednakowy sposób reagują z manganianem(VII) potasu. Zbadać także produkty powstające w obu reakcjach chemicznych.

**Odczynniki:** kwas mrówkowy, kwas octowy, woda wapienna, roztwór manganianu(VII) potasu, kwas siarkowy(VI)

**Sprzęt:** dwie kolby stożkowe, dwie probówki, dwie rurki szklane zgięte pod kątem prostym, korki gumowe, statyw metalowy, płytką ze spieku ceramicznego, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

Do kolby wlewamy 2 cm<sup>3</sup> kwasu mrówkowego i dodajemy niewielką ilość roztworu manganianu(VII) potasu. Kolbę zatykamy korkiem z rurką do odprowadzania gazów. Drugi koniec tej rurki wprowadzamy do probówki z wodą wapienną. Następnie kolbę ogrzewamy na płytce ze spieku ceramicznego. Taki sam eksperyment wykonujemy z kwasem octowym i porównujemy wyniki doświadczeń.

### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania kwasu mrówkowego, roztwór w kolbie odbarwiał się. Mieszanina w kolbie pieni się, wydzielając gaz, który powoduje mętnienie wody wapiennej. Podczas ogrzewania kwasu octowego nie obserwujemy podobnych efektów, jak w przypadku kwasu mrówkowego.

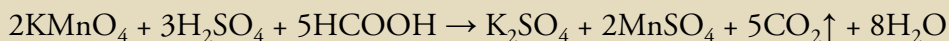
### Wnioski

Pod wpływem manganianu(VII) potasu, kwas mrówkowy ulega utlenieniu, w wyniku czego fioletowy roztwór odbarwia się.

Mieszanina zawarta w kolbie pieni się z powodu wydzielania się powstającego w wyniku reakcji chemicznej tlenku węgla(IV).

Powoduje on zmętnienie wody wapiennej.

Natomiast kwas octowy w tych warunkach nie utlenia się i dlatego nie następuje odbarwianie roztworu. Proces utleniania kwasu mrówkowego można przedstawić równaniem:



## Doświadczenie 5

### BADANIE ROZPUSZCZALNOŚCI KWASU STEARYNOWEGO W WODZIE

#### Cel doświadczenia

- wykazanie, że kwas stearynowy, przedstawiciel kwasów karboksylowych o długich łańcuchach węglowych, nie rozpuszcza się w wodzie.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać rozpuszczalność kwasu stearynowego w wodzie.

**Odczynniki:** uniwersalny papierek wskaźnikowy, kwas stearynowy

**Sprzęt:** probówka, korek

**Przebieg doświadczenia**

Do zimnej wody w probówce wsypujemy niewielką ilość kwasu stearynowego. Zatykamy wylot probówki korkiem i wstrząsamy jej zawartością. Mieszaninę zostawiamy na chwilę do odstania, po czym badamy odczyn roztworu uniwersalnym papierkiem wskaźnikowym.

**Spostrzeżenia**

Kwas stearynowy nie rozpuszcza się w wodzie.

Badanie odczynu roztworu za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego nie wykazało obecności jonów wodorowych w mieszaninie.

**Wnioski**

Z obserwacji wynika, że kwas stearynowy nie rozpuszcza się w wodzie i praktycznie nie dysocjuje na jony.

**Doświadczenie 6****REAKCJA CHEMICZNA KWASU STEARYNOWEGO Z WODOROTLENKIEM SODU****Cel doświadczenia**

- sprawdzenie, czy nierozpuszczalny w wodzie kwas stearynowy reaguje z zasadą sodową

**Zadanie laboratoryjne**

Należy zbadać jak zachowuje się kwas stearynowy wobec zasady sodowej? Porównać także rozpuszczalność w wodzie substratów i produktów reakcji chemicznej.

**Odczynniki:** kwas stearynowy, 20% roztwór wodorotlenku sodu, wskaźnik uniwersalny

**Sprzęt:** probówki, palnik gazowy, łapa do probówek

**Przebieg doświadczenia**

Do probówki wsypujemy niewielką ilość kwasu stearynowego i dodajemy do

niej stężony roztwór wodorotlenku sodu oraz kilka kropeł roztworu wskaźnika uniwersalnego. Całość ogrzewamy w płomieniu palnika. Obserwujemy zachodzące zmiany. Po ochłodzeniu próbówki wstrząsamy jej zawartością.

### Informacje szczegółowe

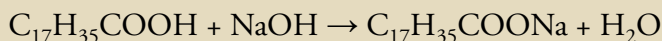
Jeżeli nie dysponujemy kwasem stearynowym, to do doświadczeń można użyć wiórków otrzymanych ze świecy wykonanej ze stearyny. Aby upewnić się, że świeca jest wykonana ze stearyny, należy wcześniej wykonać doświadczenie ze świecą. Pozytywny wynik doświadczenia świadczy o tym, że materiałem świecy jest stearyna.

### Spostrzeżenia

W wyniku działania zasady sodowej na kwas stearynowy zachodzi reakcja chemiczna. Świadczy o tym zmiana barwy wskaźnika z niebieskiej na żółtą oraz zniknięcie kwasu stearynowego. Powstały roztwór po wstrząśnięciu pieni się, a zapachem przypomina mydło.

### Wnioski

Produktami reakcji chemicznej kwasu stearynowego z wodorotlenkiem sodu jest sól i woda. Reakcję tę można przedstawić równaniem:



Sole sodowe i potasowe kwasów karboksylowych o długich łańcuchach węglowych nazywane są mydłami.

W tym przypadku powstaje stearynian sodu.

## Doświadczenie 7

### OTRZYMYWANIE MYDŁA SODOWEGO Z MASŁA

#### Cel doświadczenia

- otrzymywanie mydła w wyniku reakcji chemicznej zmydlania tłuszczu.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną pomiędzy masłem lub smalcem a wodorotlenkiem sodu. Ustalić, która właściwość powstałego w reakcji produktu świadczy o jego przynależności do mydeł?

**Odczynniki:** masło, 20% roztwór wodorotlenku sodu, alkohol etylowy, nasycony roztwór chlorku sodu

**Sprzęt:** palnik, trójnóg, płytką metalową, dwie parownice, bagietka szklana, pudełko po zapalkach

**Przebieg doświadczenia**

Do parownicy z 7 g masła lub smalcu dodajemy 20 cm<sup>3</sup> stężonej zasady sodowej i 5 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego. Parownicę z mieszaniną ustawiamy na płytce metalowej i mieszając ostrożnie ogrzewamy około 10 minut. W miarę odparowywania wody dodajemy nowe jej porcje, aby objętość reagującej mieszaniny nie ulegała zmianie. Następnie do otrzymanej kleistej masy wlewamy 15 cm<sup>3</sup> 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**

Po pewnym czasie na powierzchni mieszaniny zebrało się surowe mydło. Na dnie pozostał wodny roztwór, w skład którego wchodzi: zasada sodowa, chlorek sodu i glicerol.

**Wnioski**

Przeprowadzony proces prowadzi do otrzymania mydła sodowego, w wyniku zmydlenia tłuszczu.

Ponieważ proces ten w środowisku wodnym trwa dość długo, dodaje się alkohol etylowy, który przyspiesza rozpuszczanie tłuszczu.

### Doświadczenie 8

## BADANIE NIENASYCONEGO CHARAKTERU KWASU OLEINOWEGO

#### Cel doświadczenia

- stwierdzenie, czy w skład cząsteczki kwasu oleinowego wchodzi wiązania wielokrotne.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać nienasycony charakter kwasu oleinowego, posługując się wodą bromową.

**Odczynniki:** kwas oleinowy, woda bromowa

**Sprzęt:** probówka

#### Przebieg doświadczenia

Niewielką ilość kwasu oleinowego wlewamy do probówki, a następnie dodajemy wodę bromową.

#### Spostrzeżenia

W wyniku działania wody bromowej na kwas oleinowy nastąpiło jej odbarwienie się.

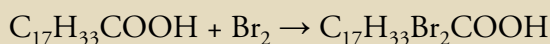
#### Wnioski

Odbarwienie wody bromowej świadczy o nienasyconym charakterze kwasu oleinowego.

Określ, jakiego rodzaju jest to wiązanie wielokrotne, jeżeli do jednej cząsteczki tego kwasu w reakcji z bromem, zostają przyłączone dwa atomy bromu.

Cząsteczka kwasu oleinowego musi więc zawierać jedno wiązanie podwójne.

Reakcję chemiczną zachodzącą pomiędzy kwasem oleinowym a bromem można przedstawić następującym równaniem:



## Doświadczenie 9

### BADANIE ZACHOWANIA SIĘ MIESZANINY WODY Z OLEJEM W OBECNOŚCI MYDŁA

#### Cel doświadczenia

- zbadanie zachowania się oleju w wodzie, do której dodano roztwór mydła i na tej podstawie określenie myjących właściwości mydła.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy sprawdzić, czy olej rozpuszcza się w wodzie oraz co dzieje się z olejem w wodzie, do której dodano roztwór mydła?

**Odczynniki:** olej, woda, roztwór mydła

**Sprzęt:** probówki

#### Przebieg doświadczenia

Do jednej probówki z wodą dodajemy niewielką ilość oleju i wstrząsamy jej zawartość. Obserwujemy powstające zjawisko.

Następnie do drugiej probówki dodajemy olej z roztworem mydła. Zawartość probówki wstrząsamy i porównujemy efekt tej próby z próbą poprzednią.

#### Spostrzeżenia

Po dodaniu oleju do wody nastąpiło rozdzielenie się dwu warstw: oleju i wody. Warstwy te nie mieszają się ze sobą.

Natomiast po dodaniu oleju do wodnego roztworu mydła i wstrząśnięciu mieszaniny, nie wystąpiło rozwarstwienie oleju i roztworu mydła nawet po kilku minutach.

#### Wnioski

Cząsteczki oleju, który nie rozpuszcza się w wodzie, zostają otoczone przez cząsteczki mydła, a utworzone w ten sposób zespoły cząsteczek oleju i mydła mogą mieszać się z cząsteczkami wody. W ten sposób wyjaśnia się myjące i piorące właściwości mydeł.

### Doświadczenie 10

## ODDZIAŁYWANIE SOLI WAPNIA NA ROZTWORY WODNE MYDEŁ

#### Cel doświadczenia

- zbadanie wpływu soli wapnia na wodne roztwory mydeł. Na podstawie doświadczenia uczniowie powinni sformułować wniosek o szybszym zużywaniu się mydła i zmniejszonej zdolności myjącej mydła w twardej wodzie.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać zachowanie się mydła w wodzie destylowanej oraz w wodzie z dodatkiem soli wapnia, czyli wodzie twardej.

**Odczynniki:** 5% roztwór chlorku wapnia, woda destylowana, mydło

**Sprzęt:** probówki skorki

#### Przebieg doświadczenia

Do jednej probówki wlewamy wodę destylowaną, a do drugiej roztwór soli wapnia. Do obu probówek dodajemy jednakowe ilości mydła. Następnie probówki zatykamy korkami i wstrząsamy ich zawartościami. Obserwujemy zachodzące zmiany.

#### Spostrzeżenia

W probówce z wodą destylowaną i mydłem wytworzyła się piana. Natomiast w probówce zawierającej roztwór chlorku wapnia piana nie powstała, lecz pojawił się osad soli.

#### Wnioski

Obecność w wodzie soli wapnia powoduje, że reagują one z cząsteczkami mydła, tworząc nierozpuszczalne związki chemiczne, sole wapniowe kwasu stearynowego.

Sole te nie mają właściwości myjących.

W wodzie zawierającej dużo soli wapnia mydło pieni się słabo.

Woda z dużą zawartością soli wapnia i magnezu nazywa się twardą wodą.



## **Doświadczenie 11**

### **REAKCJA CHEMICZNA ALKOHOLU ETYLOWEGO Z KWASEM OCTOWYM**

**Instrukcja eksperymentu na stronie 468**



## **Rozdział XIII**

# **Estry i tłuszcze**

### Doświadczenie 1

## REAKCJA CHEMICZNA ALKOHOLU ETYLOWEGO Z KWASEM OCTOWYM

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej estryfikacji pomiędzy alkoholem etylowym i kwasem octowym.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną pomiędzy alkoholem etylowym i kwasem octowym w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI), pełniącego funkcję środka odwadniającego.

**Odczynniki:** alkohol etylowy, kwas octowy, stężony kwas siarkowy(VI)

**Sprzęt:** probówki, wkraplacze, bagietki, palnik gazowy, zlewki, płytka metalowa

#### Przebieg doświadczenia

Do dwu probówek wlewamy po 2 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego i po 2 cm<sup>3</sup> bezwodnego kwasu octowego. Następnie do pierwszej probówki wkraplamy jeszcze około 0,5 cm<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> wody.

#### Spostrzeżenia

Zawartość probówki, do której nie dodano stężonego kwasu siarkowego(VI), nie uległa zmianie.

Wyczuwalny był zapach kwasu octowego i alkoholu etylowego tak, jak przed doświadczeniem.

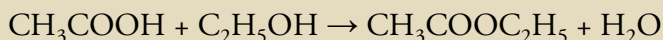
Natomiast zawartość probówki, w której znajdował się stężony kwas siarkowy(VI), miała inny zapach.

Nie wyczuwało się już zapachu alkoholu i kwasu.

Powstały produkt nie rozpuszczał się w wodzie.

**Wnioski**

W wyniku reakcji chemicznej kwasu octowego z alkoholem etylowym powstał związek chemiczny o przyjemnym zapachu:



Powstał ester o nazwie octan etylu.

Estry kwasów karboksylowych tworzą się w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI).

Są to na ogół ciecze trudno rozpuszczalne w wodzie, o gęstości mniejszej od gęstości wody.

Reakcja chemiczna tworzenia estrów z kwasów i alkoholi nosi nazwę reakcji estryfikacji.

**Doświadczenie 2****BADANIE REAKCJI CHEMICZNEJ OCTANU ETYLU Z ROZCIEŃCZONYMI ROZTWORAMI KWASÓW I ZASAD****Cel doświadczenia**

- zapoznanie uczniów z reakcjami chemicznymi hydrolizy kwasowej i zasadowej estrów, na przykładzie octanu etylu.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy zbadać, jak zachowa się octan etylu w obecności kwasu siarkowego(VI) oraz w obecności wodorotlenku sodu. Określić zapach produktów reakcji powstających w obu przypadkach.

**Odczynniki:** woda destylowana, 5% roztwór kwasu siarkowego(VI), 5% roztwór wodorotlenku sodu

**Sprzęt:** probówki, zlewki, trójnóg, palnik, płytka metalowa

**Przebieg doświadczenia**

Do jednej probówki wlewamy 2 cm<sup>3</sup> wody destylowanej, do drugiej 2 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu siarkowego(VI), a do trzeciej 2 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku

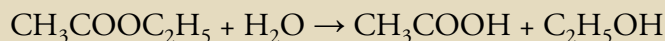
sodu. Następnie do każdej z probówek dodajemy jeszcze po 0,5 cm<sup>3</sup> octanu etylu i ogrzewamy na łaźni wodnej o temperaturze 80 °C sprawdzając co pewien czas zapach zawartości każdej probówki.

### Spostrzeżenia

W probówce, w której znajdował się ester z roztworem kwasu siarkowego(VI), można było wyczuć po chwili zapach kwasu octowego, a w probówce z estrem i roztworem wodorotlenku sodu był wyczuwalny zapach alkoholu etylowego.

### Wnioski

Octan etylu ulega procesowi hydrolizy w myśl równania reakcji chemicznej:



Pod wpływem kationów wodorowych zachodzi hydroliza z utworzeniem kwasu octowego i alkoholu etylowego.

W wyniku działania na ester roztworem wodorotlenku sodu zachodzi także proces hydrolizy.

## Doświadczenie 3

### **BADANIE WŁAŚCIWOŚCI TŁUSZCZÓW I SPRAWDZENIE ROZPUSZCZALNOŚCI TŁUSZCZÓW W WODZIE ORAZ W ROZPUSZCZALNIKACH ORGANICZNYCH**

#### Cel doświadczenia

- wykazanie rozpuszczalności tłuszczów w rozpuszczalnikach organicznych i w wodzie.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać właściwości tłuszczów oraz ich rozpuszczalność w rozpuszczalnikach organicznych i w wodzie.

**Odczynniki:** olej roślinny, tłuszcz stały, alkohol etylowy, benzyna, eter

**Sprzęt:** palnik gazowy, probówki, łąpa do probówek, statyw do probówek, kartka papieru

### Przebieg doświadczenia

Badamy właściwości tłuszczów. W tym celu kawałek papieru pocieramy tłuszczem i umieszczamy w miejscu o podwyższonej temperaturze, na przykład na kaloryferze.

#### Spostrzeżenia

Tłusta plama nie znikła.

Następnie do probówki wlewamy niewielką ilość wody i dodajemy około  $5 \text{ cm}^3$  oleju roślinnego. Zawartość probówki wstrząsamy, po czym odstawiamy probówkę do statywu.

#### Spostrzeżenia

Zawartość probówki rozdzieliła się na dwie warstwy.

W górnej warstwie zgromadził się olej.

Z kolei do czterech probówek wlewamy oddzielnie po około  $1 \text{ cm}^3$ : wody, alkoholu, benzyny oraz eteru i dodajemy do nich jednakowe ilości tłuszczu. Następnie wstrząsamy zawartościami probówek. Obserwujemy zachowanie się tłuszczów w wymienionych rozpuszczalnikach.

#### Spostrzeżenia

Rozpuszczalność tłuszczów różna.

Tłuszcze najlepiej rozpuszczają się w eterze, natomiast w wodzie nie rozpuszczają się.

#### Wnioski

Tłuszcze są substancjami nietłotnymi, dobrze rozpuszczalnymi w rozpuszczalnikach organicznych.

Tłuszcze są nierozpuszczalne w wodzie.

### Doświadczenie 4

## DZIAŁANIE WODĄ BROMOWĄ NA TŁUSZCZE O CIEKŁYM STANIE SKUPIENIA

#### Cel doświadczenia

- wykazanie obecności wiązania podwójnego w cząsteczkach tłuszczów ciekłych

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zaproponować sposób sprawdzenia obecności wiązania podwójnego w cząsteczkach tłuszczów roślinnych. Zweryfikować doświadczalnie zaproponowany eksperyment.

**Odczynniki:** tłuszcz roślinny, woda bromowa

**Sprzęt:** probówki, wkraplacze

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy niewielką ilość oleju roślinnego, na który działamy wodą bromową. Obserwujemy zachodzące zmiany.

#### Spostrzeżenia

Po dodaniu do tłuszczu wody bromowej nastąpiło jej odbarwienie.

#### Wnioski

W cząsteczkach tłuszczu roślinnego stwierdza się obecność wiązań podwójnych. Tłuszcze roślinne są związkami chemicznymi nienasyconymi.



## Rozdział XIV

# Związki organiczne zawierające azot

### Doświadczenie 1

## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH METYLOAMINY I ANILINY

#### Cel doświadczenia

- zbadanie właściwości fizycznych wybranych amin

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać podstawowe właściwości fizyczne metyloaminy i aniliny.

**Odczynniki:** metyloamina, anilina, uniwersalny papierek wskaźnikowy

**Sprzęt:** probówki, bagietka szklana

#### Przebieg doświadczenia

Badamy właściwości wodnego roztworu metyloaminy lub innej aminy alifatycznej takie, jak: barwa, zapach i odczyn. Odczyn porównujemy z odczynem roztworu amoniaku. Co można powiedzieć o właściwościach metyloaminy jako zasady?

Badamy również fizyczne właściwości aniliny (aminobenzenu) takie, jak: stan skupienia, barwa, zapach, rozpuszczalność w wodzie. Badamy także odczyn aniliny, nanosząc jej kroplę na zwilżony wodą uniwersalny papierek wskaźnikowy.

#### Spostrzeżenia

W normalnych warunkach metyloamina jest gazem.

Roztwór metyloaminy jest bezbarwny i ma charakterystyczny zapach.

Barwa papierka wskaźnikowego wskazuje na zasadowy charakter wodnego roztworu metyloaminy, podobnie jak w przypadku odczynu roztworu amoniaku.

Anilina jest cieczą bezbarwną.

Ma zapach sosu śledziowego i bardzo słabo rozpuszcza się w wodzie.

Barwa papierka wskaźnikowego wskazuje na słabszy niż metyloamina charakter zasadowy aniliny.

#### Wnioski

Zarówno metyloamina jak i fenyloamina (anilina) wykazują podobne właściwości fizyczne.

Jednak w normalnych warunkach metyloamina jest gazem, a fenyloamina jest cieczą.

## Doświadczenie 2

### PRZEPROWADZENIE REAKCJI CHEMICZNEJ AMINOBENZENU Z KWASEM CHLOROWODOROWYM

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, na przykładzie aminobenzenu, czy aminy reagują z kwasami
- jakie powstają produkty podczas reakcji chemicznych amin z kwasami

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną aminobenzenu z kwasem chlorowodorowym i zbadać produkt powstały w tej reakcji.

**Odczynniki:** aminobenzen, stężony kwas chlorowodorowy, 20% roztwór wodorotlenku sodu

**Sprzęt:** probówki, wkraplacze

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy około  $1\text{ cm}^3$  aminobenzenu i ostrożnie  $1\text{ cm}^3$  stężonego kwasu chlorowodorowego. Następnie chłodzimy probówkę w strumieniu zimnej wody. Obserwujemy, czy zachodzą jakieś zmiany.

Następnie do probówki dodajemy około  $3\text{ cm}^3$  roztworu wodorotlenku sodu. Jakie zachodzą zmiany? Na podstawie zapachu ustalamy, jaki powstał produkt reakcji chemicznej.

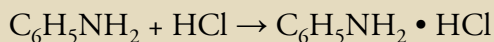
#### Spostrzeżenia

W wyniku działania kwasu chlorowodorowego na aminobenzen w probówce utworzyła się biała substancja stała.

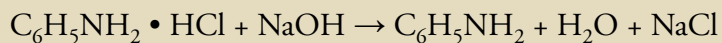
Po dodaniu do niej roztworu wodorotlenku sodu powstała substancja ciekła taka, jak na początku doświadczenia. Wyczuwalny był zapach aminobenzenu.

### Wnioski

Aminobenzen reaguje z kwasem chlorowodorowym z utworzeniem odpowiedniej soli:



Solą tą jest dobrze rozpuszczalny w wodzie chlorowoderek aminobenzenu. Działanie na sól aminy zasadą sodową prowadzi do wyparcia aminy:



Powstaje z powrotem aminobenzen.

### Doświadczenie 3

## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI KWASU AMINOOCETOWEGO

Instrukcja eksperymentu na stronie 480

# Rozdział XV

## Białka

### Doświadczenie 1

## ZMIANY ZACHODZĄCE POD WPŁYWEM DZIAŁANIA SIARCZANU(VI) AMONU NA WODNY ROZTWÓR BIAŁKA JAJA KURZEGO

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów ze zjawiskiem koagulacji i odwrotnym do niego zjawiskiem peptyzacji białka

#### Zadanie laboratoryjne

Wykorzystując proponowany w doświadczeniu sprzęt i odczynniki chemiczne, należy wykonać doświadczenia ściśle według instrukcji i zbadać, jakie zmiany zajądą w roztworze białka.

**Odczynniki:** białko jaja kurzego, woda destylowana, siarczan(VI) amonu

**Sprzęt:** probówki, zlewki o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, kolba stożkowa o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, korki do probówek, lejek szklany do sączenia, sączek z bibuły

#### Przebieg doświadczenia

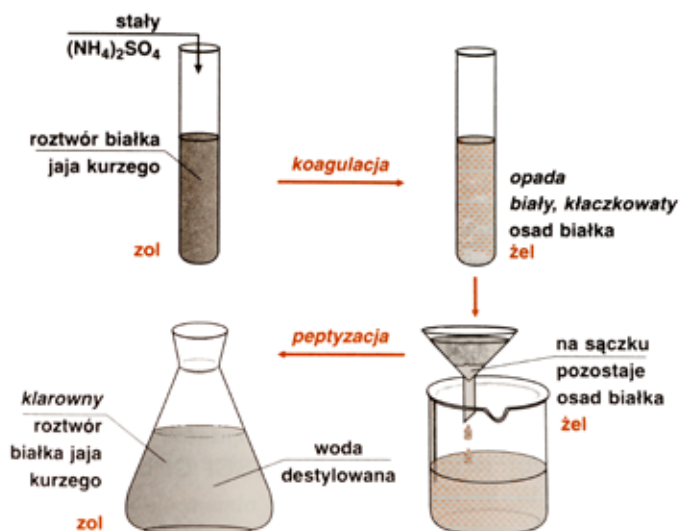
Do probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> wody i niewielką ilość białka jaja kurzego. Zawartość probówki intensywnie wstrząsamy i pozostawiamy na kilka minut do opadnięcia piany. Obserwujemy, jaki produkt powstał w probówce.

Następnie do probówki dodajemy kilka kryształów siarczanu(VI) amonu, wylot probówki zatykamy korkiem i ponownie zawartość probówki wstrząsamy. Badamy zmiany, jakie zaszły w probówce.

Z kolei zawartość probówki sączymy i pozostałość po odsączeniu wprowadzamy do kolby stożkowej z dużą ilością wody destylowanej. Badamy, jaki jest wygląd powstałego roztworu.

#### Informacje szczegółowe

Czy zawsze każdy żel można przeprowadzić w zol? Znane są przykłady, nawet z życia codziennego, w których strąconego białka nie udaje się już przekształcić w zol. Białko jaja kurzego można ściąć nieodwracalnie podczas gotowania. Alkohol i sole metali ciężkich powodują także nieodwracalną koagulację białka, co prowadzi do zatrucia organizmu. Możemy wtedy przeciwdziałać temu, podając



Rys. 1. Koagulacja i peptyzacja białka

osobie zatrutej duże ilości mleka lub białko jaja kurzego. Z procesem koagulacji substancji zdyspergowanej spotykamy się także w przyrodzie. Na przykład woda rzeczna stanowi układ dyspersyjny, ponieważ niesie zarówno cząstki o wymiarach koloidowych, jak i cząstki większe. U ujścia rzek do morza następuje gwałtowne zetknięcie się ich z wodą zawierającą rozpuszczone sole. Jest to powodem koagulacji cząstek rozproszonych i tworzenia się w wyniku tego dużych zespołów cząstek (agregatów). Cząstki te, opadając na dno powodują ciągłe zwięzanie się koryta rzeki. W ten sposób tworzą się deltowate ujścia rzek.

### Spostrzeżenia

Z roztworu białka jaja kurzego, po dodaniu siarczanu(VI) amonu wydzielił się biały, kłaczkowaty osad.

Po odsączeniu tego osadu i wprowadzeniu go do dużej ilości wody powstał ponownie klarowny roztwór.

### Wnioski

W przeprowadzonym eksperymencie zaszły dwa procesy.

Klarowny początkowo roztwór wodny białka, który nazywamy zolem, pod wpływem elektrolitu, jakim jest siarczan(VI) amonu, uległ zmętnieniu, ponieważ nastąpił proces koagulacji białka.

Proces ten polega na połączeniu się mniejszych cząsteczek białka w większe. Natomiast dodanie wody w nadmiarze powoduje rozbicie dużych cząstek białka na cząstki o znacznie mniejszych rozmiarach.

Wystąpiło w tym przypadku zjawisko odwrotne do koagulacji.

Zjawisko to nazywane jest peptyzacją.

W procesie peptyzacji żel przekształca się w zol i ponownie pojawia się klarowny roztwór białka.

Peptyzacja i koagulacja są procesami odwrotnymi w stosunku do siebie.

### Doświadczenie 2

## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI KWASU AMINOOCETOWEGO

#### Cel doświadczenia

- zbadanie podstawowych właściwości kwasu aminooctowego

#### Zadanie laboratoryjne

Należy wykonać doświadczenie ściśle według instrukcji. Z badać fizyczne właściwości kwasu aminooctowego oraz jego zdolność do reagowania z kwasami i wodorotlenkami. Jaki charakter chemiczny wykazuje badany związek chemiczny?

**Odczynniki:** kwas aminooctowy, 2% kwas chlorowodorowy, 2% roztwór wodorotlenku sodu, roztwór oranżu metylowego, roztwór fenoloftaleiny

**Sprzęt:** probówki, wkrapłacz

#### Przebieg doświadczenia

1. Badamy rozpuszczalność kwasu aminooctowego w wodzie oraz odczyn wodnego roztworu.
2. Do jednej probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu chlorowodorowego z dodatkiem oranżu metylowego, a do drugiej roztwór wodorotlenku sodu z dodatkiem fenoloftaleiny. Następnie do obu probówek wsypujemy po kilka kryształów kwasu aminooctowego (glicyny).



**Spostrzeżenia**

Kwas aminooctowy rozpuszcza się w wodzie, tworząc roztwór o odczynie obojętnym.

Po dodaniu kwasu aminooctowego do roztworu kwasu chlorowodorowego nastąpiła zmiana barwy oranżu metylowego z czerwonej na żółtą.

Dodanie kwasu aminooctowego do roztworu wodorotlenku sodu spowodowało zmianę barwy fenoloftaleiny z malinowej na bezbarwną.

**Wnioski**

Kwas aminooctowy wykazuje charakter kwasowy i zasadowy.

Jest związkiem chemicznym amfoterycznym.

Właściwości amfoteryczne kwasu aminooctowego wynikają z obecności w jego cząsteczkach zarówno grupy funkcyjnej karboksylowej ( $\text{—COOH}$ ), mającej charakter kwasowy, jak i grupy funkcyjnej aminowej ( $\text{—NH}_2$ ), mającej charakter zasadowy.

**Doświadczenie 3****DZIAŁANIE CHLORKU SODU NA WODNE ROZTWORY BIAŁEK****Cel doświadczenia**

- wykazanie odwracalności reakcji chemicznej wysalania białek
- sprawdzenie odwracalności reakcji chemicznej soli z białkiem

**Zadanie laboratoryjne**

Należy eksperymentalnie sprawdzić czy reakcja chemiczna wysalania białek jest reakcją odwracalną.

**Odczynniki:** wodny roztwór białka jaja kurzego, chlorek sodu

**Sprzęt:** probówki, korki

**Przebieg doświadczenia**

Do probówki wlewamy wodny roztwór białka jaja kurzego. Następnie do tego

roztworu dodajemy niewielką ilość chlorku sodu. Wylot probówki zatykamy korkiem i wstrząsamy jej zawartością. Obserwujemy zachodzące zmiany. Następnie dodajemy wodę i obserwujemy zachodzące zjawisko.

### Spostrzeżenia

Po dodaniu do roztworu białka chlorku sodu powstał kłaczkowaty osad. Ponowne dodanie wody powoduje zanik osadu.

### Wnioski

Pod wpływem chlorku sodu białko ulega procesowi wysalania. Wysalanie białka jest procesem odwracalnym, ponieważ dodanie wody powoduje odzyskanie białka o pierwotnej strukturze.

## Doświadczenie 4

### DZIAŁANIE KWASU CHLOROWODOROWEGO, ALKOHOLU ETYLOWEGO, SOLI MIEDZI(II) I PODWYŻSZONEJ TEMPERATURY NA BIAŁKA

#### Cel doświadczenia

- przedstawienie reakcji białka z różnymi związkami chemicznymi, które powodują nieodwracalne zmiany w jego strukturze

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać jakie zajdą zmiany w wodnych roztworach białka pod wpływem kwasu chlorowodorowego, siarczanu(VI) miedzi(II) oraz alkoholu etylowego.

**Odczynniki:** roztwór białka, 5% roztwór kwasu chlorowodorowego, 5% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), alkohol etylowy

**Sprzęt:** probówki, palnik gazowy, korki, łapa do probówek

#### Przebieg doświadczenia

Do czterech probówek wlewamy roztwór białka jaja kurzego. Następnie do tych probówek dodajemy: do pierwszej rozcieńczony roztwór kwasu

chlorowodorowego, do drugiej roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) a do trzeciej alkohol etylowy. Zawartość czwartej probówki ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego. Obserwujemy, co dzieje się w poszczególnych probówkach. Następnie do probówek wlewamy niewielką ilość wody, wstrząsamy ich zawartościami i obserwujemy zachodzące zmiany.

### **Spostrzeżenia**

W wyniku działania kwasu chlorowodorowego, roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) i alkoholu etylowego na białko nastąpiło ścięcie białka.

Wysoka temperatura także powoduje ścinanie białka.

Ponowne dodanie wody nie pozwala na otrzymanie białka w pierwotnej postaci.

### **Wnioski**

Pod wpływem rozcieńczonych kwasów, alkoholu etylowego, soli metali ciężkich oraz podwyższonej temperatury struktura białka ulega nieodwracalnemu zniszczeniu.

Proces nieodwracalnego zniszczenia struktury białka nazywa się denaturacją białka.

Denaturacja oznacza „odnaturzenie”, czyli niezgodność z naturalną postacią.

## **Doświadczenie 5**

### **REAKCJA CHEMICZNA BIAŁKA ZE STĘŻONYM KWASEM AZOTOWYM(V)**

#### **Cel doświadczenia**

- badanie zachowania się białka wobec stężonego kwasu azotowego(V)
- zapoznanie z analityczną metodą wykrywania obecności białek

#### **Zadanie laboratoryjne**

Należy zbadać barwę produktu jaki powstanie w wyniku działania kwasu azotowego(V) na białko.

**Odczynniki:** stężony kwas azotowy(V), biały ser

**Sprzęt:** probówka, wkraplacz

### Przebieg doświadczenia

Wkładamy próbkę białego sera do probówki i dodajemy 1 cm<sup>3</sup> kwasu azotowego(V).

#### Spostrzeżenia

Pod wpływem stężonego kwasu azotowego(V) ser zabarwił się na kolor żółty.

#### Wnioski

Żółta barwa sera powstała pod wpływem działania stężonego kwasu azotowego(V) dowodzi obecności białka.

Jest to charakterystyczna reakcja analityczna, pozwalająca stwierdzić, czy w badanym produkcie znajduje się białko i nosi ona nazwę reakcji chemicznej ksantoproteinowej.

## Doświadczenie 6

### BIURETOWA REAKCJA CHEMICZNA

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z charakterystyczną reakcją chemiczną, jaką jest reakcja biuretowa

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną białka z roztworem siarczanu(VI) miedzi(II). Określić barwę związku chemicznego powstałego w wyniku działania soli miedzi(II) na białko.

**Odczynniki:** mleko lub białko jaja kurzego, 25% roztwór wodorotlenku sodu, 5% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)

**Sprzęt:** probówki

**Przebieg doświadczenia**

Do probówki zawierającej około 2 cm<sup>3</sup> mleka lub białka jaja kurzego dodajemy taką samą objętość stężonego roztworu wodorotlenku sodu oraz 0,5 cm<sup>3</sup> roztworu siarczanu(VI) miedzi(II). Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Informacje szczegółowe**

W celu wykrycia białka w substancjach stałych, takich jak wełna czy mięso, gotujemy je najpierw w roztworze wodorotlenku sodu, a następnie chłodzimy. Po ochłodzeniu dodajemy roztwór zawierający jony miedzi(II).

**Spostrzeżenia**

Powstała mieszanina zabarwia się pod wpływem siarczanu(VI) miedzi(II) na kolor różowofioletowy.

**Wnioski**

Powstały różowofioletowy produkt reakcji chemicznej białka z jonami miedzi(II) to związek kompleksowy.

Dodatni wynik tej próby wskazuje na obecność związków chemicznych zawierających w cząsteczce przynajmniej dwa wiązania peptydowe -(CONH)-.

**Doświadczenie 7****EFEKT TYNDALLA W ROZTWORZE BIAŁKA****Cel doświadczenia**

- obserwacja efektu Tyndalla w wodnym roztworze białka

**Zadanie laboratoryjne**

Należy przepuścić wiązkę promieni świetlnych przez wody roztwór białka. Określić jak zachowują się promienie świetlne w tym roztworze?

**Odczynniki:** mleko lub roztwór białka jaja kurzego, chlorek sodu

**Sprzęt:** źródło światła z wąską szczeliną, zlewki, zestaw do sączenia, bibuła filtracyjna, bagietka szklana

### Przebieg doświadczenia

Przygotowujemy roztwór białka przez rozpuszczenie w 150 cm<sup>3</sup> wody około 5 cm<sup>3</sup> mleka albo białka jaja kurzego. W przypadku białka jaja należy roztwór najpierw przesączyć, ponieważ białko częściowo ulega koagulacji. Równocześnie rozpuszczamy w wodzie kilka gramów dowolnej soli, na przykład chlorku sodu. Następnie porównujemy sposób przechodzenia wiązki światła przez oba roztwory, umieszczając je przed rzutnikiem przezroczym zaopatrzonym w ramkę z wąską szczeliną.

### Spostrzeżenia

Podczas przechodzenia promieni świetlnych przez roztwór białka powstał stożek świetlny.

W roztworze chlorku sodu efektu powstawania stożka nie obserwowano.

### Wnioski

Powstający stożek świetlny w roztworze białka nazywamy efektem Tyndalla od nazwiska angielskiego uczonego Tyndalla, który pierwszy wyjaśnił to zjawisko. Zjawisko to jest charakterystyczne dla roztworów koloidowych, które dzięki temu, że mają cząstki większe od cząstek roztworów rzeczywistych, wykazują zdolność do rozpraszania fal świetlnych.

## Doświadczenie 8

### DZIAŁANIE WODOROTLENKU SODU I WODOROTLENKU POTASU NA WELNĘ

Instrukcja eksperymentu na stronie 261

# Rozdział XVI

## Cukry

### Doświadczenie 1

## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH GLUKOZY

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie się uczniów z podstawowymi właściwościami fizycznymi glukozy

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać podstawowe właściwości fizyczne glukozy.

**Odczynniki:** glukoza - odczynnik chemiczny, glukoza zakupiona w sklepie spożywczym

**Sprzęt:** szalka Petriego, probówka, palnik gazowy, łąpa do probówek

#### Przebieg doświadczenia

W małej ilości wody (dwie krople na płytce szklanej) rozpuszczamy porcjami glukozę i określamy jej rozpuszczalność. Równocześnie badamy smak roztworu glukozy sporządzonego z glukozy spożywczej i zwracamy uwagę na konsystencję stężonego roztworu glukozy. Następnie do probówki sypimy około 1 g glukozy i ogrzewamy probówkę płomieniem palnika.

#### Spostrzeżenia

Glukoza jest substancją stałą o słodkim smaku. Jest dobrze rozpuszczalna w wodzie.

Pod wpływem ogrzewania glukoza topi się, a następnie brunatnieje i czernieje.

#### Wnioski

Glukoza jest substancją stałą o barwie białej.

Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie.

Proces ogrzewania glukozy aż do jej zbrunatnienia nosi nazwę karmelizacji.

Wykorzystuje się go w produkcji cukierków.

Silne ogrzewanie glukozy prowadzi do jej całkowitego rozkładu, w wyniku czego wydziela się węgiel. Węgiel jest więc jednym ze składników glukozy.



## Doświadczenie 2

### DZIAŁANIE WODOROTLENKU MIEDZI(II) NA GLUKOZĘ

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z reakcją chemiczną odróżniającą glukozę od sacharozy

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać, czy glukoza reaguje z wodorotlenkiem miedzi(II). Wykonać odpowiednie doświadczenie.

**Odczynniki:** 2% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 4% roztwór wodorotlenku sodu, glukoza

**Sprzęt:** probówki, zlewka, palnik gazowy, trójnóg, płytka metalowa

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wlewamy po 1 cm<sup>3</sup> roztworów: siarczanu(VI) miedzi(II) i wodorotlenku sodu. Następnie do strąconego osadu wodorotlenku miedzi(II) o barwie niebieskiej dodajemy kilka cm<sup>3</sup> roztworu glukozy. Probówkę wstawiamy do zlewki z gorącą wodą i ogrzewamy. Obserwujemy zmiany zachodzące w probówce.

#### Spostrzeżenia

Po dodaniu do roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) zasady sodowej nastąpiło strącenie się osadu wodorotlenku miedzi(II) o barwie niebieskiej.

Dodanie do powstałej mieszaniny roztworu glukozy i ogrzanie tej mieszaniny było powodem zmiany barwy osadu z niebieskiej na pomarańczowoczerwoną.

#### Wnioski

W wyniku ogrzewania wodorotlenku miedzi(II) z glukozą zachodzi reakcja chemiczna.

Glukoza spowodowała redukcję jonów miedzi(II), w wyniku czego powstał pomarańczowoczerwony tlenek miedzi(I).

Ta reakcja chemiczna pozwala na odróżnienie glukozy od sacharozy, która tego efektu nie daje.

### Doświadczenie 3

## WYKRYWANIE PRODUKTÓW HYDROLIZY SACHAROZY ZA POMOCĄ REAKCJI CHEMICZNEJ Z WODOROTLENKIEM MIEDZI(II)

#### Cel doświadczenia

- próba przeprowadzenia reakcji chemicznej sacharozy z wodorotlenkiem miedzi(II)
- określenie produktów reakcji hydrolizy sacharozy

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić próbę reakcji chemicznej sacharozy z wodorotlenkiem miedzi(II) i porównać ją z reakcją zachodzącą pomiędzy wodorotlenkiem miedzi(II), a produktami otrzymanymi w wyniku hydrolizy sacharozy.

**Odczynniki:** 2 % roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 4 % roztwór wodorotlenku sodu, 10% roztwór kwasu chlorowodorowego, 5% roztwór sacharozy

**Sprzęt:** probówki, zlewka, palnik gazowy, trójkąt, płytka metalowa, wkraplacze

#### Przebieg doświadczenia

Badamy właściwości chemiczne sacharozy za pomocą reakcji z wodorotlenkiem miedzi(II), tak jak w doświadczeniu z glukozą.

Następnie do drugiej probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> roztworu sacharozy i dodajemy do niego 1 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu chlorowodorowego. Całość dokładnie mieszamy i wstawiamy do zlewki z wrzącą wodą, ogrzewając przez około 5 minut. Powstały kwasowy roztwór zobojętniamy wodorotlenkiem sodu. Następnie roztwór wlewamy do probówki z świeżo strąconym osadem wodorotlenku miedzi(II). Jakie zmiany można zaobserwować podczas kolejnych faz eksperymentu?

#### Spostrzeżenia

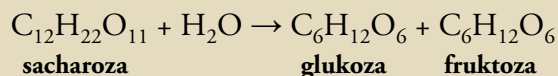
Po dodaniu sacharozy do wodorotlenku miedzi(II) nie powstawał pomarańczowoczerwony osad, jak w przypadku glukozy, a przy dłuższym ogrzewaniu strąca się czarny osad.

Dopiero pod wpływem działania kwasu na sacharozę i następnie po dodaniu wodorotlenku miedzi(II) powstał pomarańczowoczerwony osad.

**Wnioski**

Sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących.

Pod wpływem kwasu następuje rozbitcie cząsteczki sacharozy na dwie cząsteczki cukrów prostych: glukozę i fruktozę. Oto równanie reakcji chemicznej hydrolizy sacharozy:



Dopiero te cukry proste zredukowały wodorotlenek miedzi(II) do tlenku miedzi(I).

Sacharoza należy do dwucukrów, gdyż w skład jej cząsteczek wchodzi dwa cukry proste: glukoza i fruktoza.

**Doświadczenie 4**

## WYKRYWANIE PRODUKTU HYDROLIZY SKROBI ZA POMOCĄ REAKCJI CHEMICZNEJ Z WODOROTLENKIEM MIEDZI(II)

**Cel doświadczenia**

- przeprowadzenie reakcji chemicznej hydrolizy skrobi
- określenie produktów reakcji hydrolizy skrobi

**Zadanie laboratoryjne**

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną produktów hydrolizy skrobi z wodorotlenkiem miedzi(II). Ustalić o czym świadczy wynik przeprowadzonej reakcji?

**Odczynniki:** skrobia, 10% roztwór kwasu chlorowodorowego, 4% roztwór wodorotlenku sodu, 2% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II)

**Sprzęt:** probówki, zlewki, palnik gazowy, trójnóg, płytka metalowa

**Przebieg doświadczenia**

Do zlewki wlewamy wodę zmieszaną ze skrobią i kilka cm<sup>3</sup> roztworu kwasu chlorowodorowego. Zawartość zlewki ogrzewamy do wrzenia. Następnie

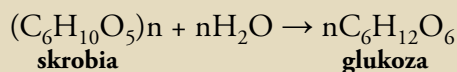
zobojętniamy roztwór wodorotlenkiem sodu i przelewamy go do probówki, w której znajduje się świeżo strącony osad wodorotlenku miedzi(II). Obserwujemy, czy zachodzą określone zmiany.

### Spostrzeżenia

W wyniku reakcji chemicznej skrobi z kwasem, a następnie po zobojętnieniu z wodorotlenkiem miedzi(II) powstał osad o barwie pomarańczowoczerwonej. Potwierdza to obecność glukozy - redukującego cukru prostego – po zhydrolizowaniu skrobi.

### Wnioski

W wyniku reakcji hydrolizy skrobi powstaje glukoza.  
Proces hydrolizy skrobi można przedstawić równaniem:



## Doświadczenie 5

### HYDROLIZA CELULOZY

#### Cel doświadczenia

- zbadanie produktów hydrolizy celulozy

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną hydrolizy celulozy i zbadać jakie produkty powstają w tej reakcji.

**Odczynniki:** stężony kwas siarkowy(VI), wata lub bibuła celulozowa, siarczan(VI) miedzi(II), wodorotlenek sodu

**Sprzęt:** palnik gazowy, cylinder miarowy, zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i 250 cm<sup>3</sup>, probówka, łapa do probówek, bagietka

#### Przebieg doświadczenia

Do zlewki wlewamy 2 cm<sup>3</sup> wody i dwukrotnie większą objętość stężonego kwasu

siarkowego(VI). Do gorącej mieszaniny wrzucamy, przy ciągłym mieszaniu bagietką, małe zwitki waty. Po rozpuszczeniu się celulozy mieszamy jeszcze roztwór przez około 3 minuty, a następnie wlewamy go ostrożnie do zlewki zawierającej około 50 cm<sup>3</sup> wody. Część mieszaniny zobojętniamy stałym wodorotlenkiem sodu i sprawdzamy, czy mieszanina ta redukuje wodorotlenek miedzi(II).

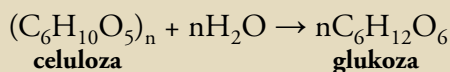
### Spostrzeżenia

Wata roztrzęsła się w stężonym kwasie siarkowym(VI).

Po uzyskaniu zasadowego odczynu roztworu i po dodaniu wodorotlenku miedzi(II) zaobserwowano zmianę zabarwienia na pomarańczowoczerwona.

### Wnioski

Stężone kwasy mineralne takie, jak kwas siarkowy(VI) powodują hydrolytyczny rozpad celulozy, którego końcowym produktem jest glukoza:





## **Rozdział XVII**

# **Podstawy chemii**

### Doświadczenie 1

#### STAPIANIE I SPALANIE PARAFINY

##### Cel eksperymentu:

- wykazanie różnicy pomiędzy przemianą fizyczną, a reakcją chemiczną, na przykładzie stapienia oraz spalania parafiny.

##### Zadanie laboratoryjne

Niżej zaproponowano zestaw odczynników i sprzętu laboratoryjnego z pewnym nadmiarem. Z proponowanego zestawu należy wybrać to, co jest niezbędne do przeprowadzenia parafiny ze stanu skupienia stałego w stan ciekły, a także to, co pozwoli parafinie wejść w reakcję chemiczną.

Jaka jest różnica pomiędzy przemianą fizyczną, a reakcją chemiczną?

**Odczynniki:** parafina, kwas siarkowy(VI), magnez, węglan sodu

**Sprzęt:** porcelanowa parownica, zlewka, probówki, palnik gazowy, szczypce, trójnóg, płytko metalowa, łuczywo

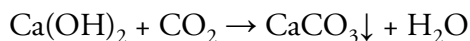
##### Przebieg doświadczenia

W porcelanowej parownicy umieszczamy kawałek parafiny i następnie stawiamy ją na płytce metalowej umieszczonej na trójnogu. Parownicę ogrzewamy płomieniem palnika gazowego. Obserwujemy, jakim zmianom ulega parafina podczas ogrzewania. Dalej przerywamy ogrzewanie i obserwujemy, co po chwili stanie się z płynną parafiną.

W drugiej części doświadczenia wkładamy do parownicy kawałek parafiny i zbliżamy do niej płonące łuczywo lub zapalkę. Obserwujemy zachodzące zmiany.

##### Informacje szczegółowe

W celu wykazania, że spalanie parafiny jest reakcją chemiczną, można zidentyfikować powstający podczas tej reakcji tlenek węgla(IV). W tym celu należy zewnętrzną stronę szkiełka zegarkowego zwilżyć wodą wapienną i zbliżyć do płomienia palącej się parafiny. Pod wpływem powstającego tlenku węgla(IV) woda wapienna mętnieje wskutek tworzenia się nierozpuszczalnego w wodzie węglanu wapnia w myśl równania reakcji:





**Spostrzeżenia**

Podczas ogrzewania parafiny nastąpiło jej stopienie.

Przerwanie ogrzewania i obniżenie się temperatury spowodowało po chwili powrót parafiny do stanu skupienia stałego.

Pod wpływem palącego się łuczywa parafina spalała się bladym płomieniem.

Podczas spalania się parafiny ubywało jej w parownicy.

**Wnioski**

Zmiana stanu skupienia parafiny ze stałego na ciekły podczas ogrzewania jest zjawiskiem fizycznym.

Po ochłodzeniu stopiona parafina krzepnie, ponownie przechodząc w stan skupienia stały, nie zmieniając swoich właściwości.

Natomiast spalanie parafiny jest przykładem reakcji chemicznej.

Parafina podczas spalania przekształca się w produkty gazowe to jest w wodę (parę wodną) i tlenek węgla(IV), dwie nowe substancje chemiczne o innych właściwościach niż parafina. Dlatego parafina ubywa w parownicy podczas reakcji chemicznej jej spalania.

**Doświadczenie 2****OBSERWACJA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH MAGNEZU PODCZAS REAKCJI CHEMICZNEJ****Cel doświadczenia**

- wykazanie zmian fizycznych i chemicznych zachodzących podczas reakcji chemicznej spalania magnezu

**Zadanie laboratoryjne**

Należy opisać wygląd wstążki magnezowej oraz zbadać, jakiego rodzaju przemiany, fizyczna i chemiczna, zachodzą podczas spalania magnezu w płomieniu palnika gazowego.

**Odczynniki:** wstążka magnezowa

**Sprzęt:** szczypce, palnik gazowy

### Przebieg doświadczenia

Oglądamy rozwiniętą wstążkę magnezową, określając jej barwę, stan skupienia, twardość. Następnie kawałek wstążki ujmujemy w szczypce metalowe i wkładamy do płomienia palnika gazowego. Określamy, jakie zjawiska fizyczne towarzyszą spalaniu się magnezu oraz jakiego rodzaju przemiana chemiczna zachodzi w tym eksperymencie.

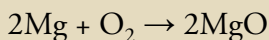
### Spostrzeżenia

Magnez jest metalem miękkim, o srebrzystoszarej barwie.

Podczas spalania magnezu w płomieniu palnika następowało silne świecenie, a wstążka magnezowa zmieniała swą barwę z srebrzystoszarej na białą.

### Wnioski

Procesowi spalania magnezu w płomieniu palnika gazowego towarzyszą zjawiska fizyczne i przemiany chemiczne. Proces spalania magnezu jest reakcją chemiczną, podczas której następuje utlenianie magnezu:



Zmiana barwy powierzchni magnezu na białą spowodowana jest tworzącym się tlenkiem magnezu w tej reakcji chemicznej.

Reakcję chemiczną łączenia się pierwiastków chemicznych ze sobą nazywa się reakcją syntezy.

## Doświadczenie 3

### WYBUCHOWA REAKCJA CHEMICZNA MIESZANINY WODORU Z TLENEM

#### Cel doświadczenia

- wykazanie, że mieszanina wodoru z tlenem spala się wybuchowo oraz że proces spalania tej mieszaniny jest reakcją chemiczną

**Zadanie laboratoryjne**

Należy zbadać, w jaki sposób zachowa się pod wpływem płomienia mieszanina wodoru z tlenem wprowadzona do baniek mydlanych.

W doświadczeniu wykorzystujemy wymieniony sprzęt i odczynniki chemiczne.

Ustalić, jakie zjawiska mogą świadczyć o tym, że w bańkach mydlanych przebiegła reakcja chemiczna?

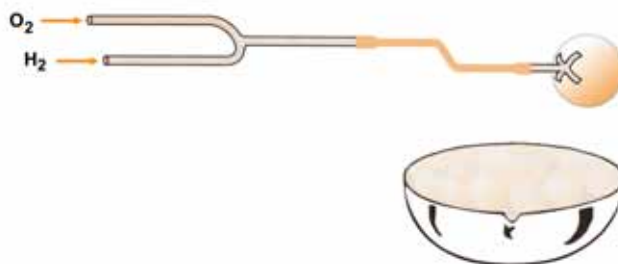
Wyjaśnić, jakie substraty reagują ze sobą i co powstaje w wyniku ich reakcji chemicznej. Wytłumaczyć, dlaczego bańki mydlane wypełnione wodorem unoszą się w górę?

**Odczynniki:** wodór, tlen, woda mydlana

**Sprzęt:** podwójna rurka szklana (patrz rysunek), balon z tlenem, balon z wodorem, parownica, bagietka szklana, wata.

**Przebieg doświadczenia**

Rurkę odprowadzającą z balonu napełnionego tlenem oraz rurkę z balonu napełnionego wodorem łączymy w sposób przedstawiony na rysunku i wpuszczamy z taką szybkością wodór i tlen, aby podczas wydzielania się dwu objętości wodoru wydzielala się jedna objętość tlenu (w przybliżeniu).



Rys. 1. Wytwarzanie baniek mydlanych napełnionych mieszaniną wodoru z tlenem

Następnie na koniec rurki zakładamy rurkę plastikową przystosowaną do wytwarzania baniek mydlanych i zanurzamy ją do parownicy z roztworem mydła. Powstające bańki mydlane puszczamy w górę, a następnie zbliżamy do nich palącą się wate. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Informacje szczegółowe**

Potrzebny do doświadczenia tlen można otrzymać w reakcji chemicznej katalitycznego rozkładu wody utlenionej, a wodór można wytwarzać w aparacie

Kippa w reakcji cynku z kwasem solnym. Roztwór mydła przygotowujemy przez rozpuszczenie 2 g mydła w 100 cm<sup>3</sup> gorącej wody. Przed doświadczeniem przygotowujemy watę, którą nasączamy spirytusem i przywiązujemy do bagietki szklanej.

### Spostrzeżenia

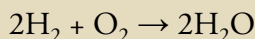
Podczas zbliżania zapalanej waty do unoszących się w górę baniek, napełnionych mieszaniną tlenu z wodorem, następowało ich gwałtowne zapalenie się, czemu towarzyszyła eksplozja połączona z pojawianiem się płomienia.

### Wnioski

Bańki mydlane napełnione mieszaniną wodoru i tlenu unoszą się w górę, gdyż gęstość wodoru jest mniejsza od gęstości powietrza (wodór jest lżejszy od powietrza).

Eksplozja, podczas zbliżania płomienia do baniek z mieszaniną użytych w doświadczeniu gazów, świadczy o tym, że pomiędzy wodorem i tlenem zaszła reakcja chemiczna.

Reakcję tę można wyrazić równaniem:



W wyniku reakcji chemicznej dwu cząsteczek wodoru z jedną cząsteczką tlenu powstają dwie cząsteczki wody.

Jest to reakcja chemiczna syntezy, w której substraty znajdują się w gazowym stanie skupienia.

## Doświadczenie 4

### REAKCJA CHEMICZNA ROZKŁADU TLENKU RTĘCI(II)

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej rozkładu tlenku rtęci(II) jako przykładu reakcji typu analizy.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną rozkładu tlenku rtęci(II), korzystając z zaproponowanego sprzętu i odczynników chemicznych.

Zbadać, jakimi właściwościami charakteryzują się produkty otrzymane w tej reakcji chemicznej

Zaproponować metodę sprawdzenia obecności gazu powstającego w tym eksperymencie.

**Odczynniki:** tlenek rtęci(II)

**Sprzęt:** probówki, korek z rurką do odprowadzania gazów, palnik gazowy, krystalizator, łuczywo lub łyżka do spalań z węglem drzewnym

**Przebieg doświadczenia**

Do suchej probówki wsypujemy około 1 g tlenku rtęci(II), a jej wylot zatykamy korkiem z osadzoną w nim rurką szklaną, której koniec wprowadzamy do drugiej probówki napełnionej wodą i odwróconej dnem do góry zgodnie z rysunkiem.

Następnie probówkę z tlenkiem rtęci(II) ogrzewamy nad płomieniem palnika. Obserwujemy, co powstaje podczas reakcji chemicznej w probówce z tlenkiem rtęci(II) oraz jakie zmiany zachodzą w probówce napełnionej wodą.

Następnie, po całkowitym wyparciu wody z probówki i wypełnieniu jej powstającym gazem, odłączamy ją od aparatury, zatykamy jej wylot (jeszcze pod wodą) korkiem, po czym wyjmujemy probówkę z wody. Otwieramy wylot probówki i wprowadzamy do niej tłące się łuczywo lub ogrzany w płomieniu palnika węgiel drzewny na małej, metalowej łyżce do spalań. Obserwujemy zachodzące zmiany.

**Spostrzeżenia**

W probówce z tlenkiem rtęci(II) pod wpływem ogrzewania pojawiały się krople o srebrzystej barwie.

Krople te osadzały się na chłodniejszych ściankach probówki.

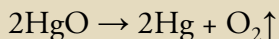
W drugiej probówce zbierał się gaz, który, wypierając wodę, wypełnił jej objętość

Po wprowadzeniu do probówki z gazem tłącego się łuczywa nastąpiło gwałtowne spalanie się łuczywa.

**Wnioski**

Powstające w probówce krople o barwie srebrzystej to rtęć.

W wyniku ogrzewania tlenku rtęci(II) zaszła reakcja chemiczna według następującego równania:



Powstającym gazem podczas reakcji chemicznej jest tlen.

Obecność jego potwierdzona została w próbie z tłącym się łuczywem, które w obecności tlenu zapala się.

Aby reakcja mogła zajść, trzeba ogrzać jej substraty, a więc doprowadzić do układu energię (energię cieplną).

Taką reakcję chemiczną nazywamy reakcją endotermiczną.

W wyniku omawianej reakcji chemicznej powstają dwa produkty o różnych stanach skupienia: płynna rtęć oraz gaz, którym jest tlen.

Tego typu reakcję chemiczną, w wyniku której substancja złożona ulega rozkładowi na dwie lub więcej substancji prostszych, nazywamy reakcją analizy lub rozkładu.

### Doświadczenie 5

#### SYNTEZA SIARCZKU MIEDZI(I)

##### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie syntezy chemicznej na przykładzie reakcji między siarką i miedzią.

##### Zadanie laboratoryjne

Mając dwa pierwiastki chemiczne, miedź i siarkę, należy zaprojektować przeprowadzenie reakcji chemicznej między tymi substratami.

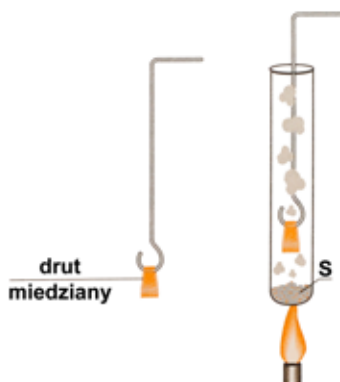
Należy zbadać, jakie zmiany świadczą o tym, że zaszła reakcja chemiczna.

Określić, jakie związki chemiczne powstają w wyniku przeprowadzonej reakcji?

**Odczynniki:** sproszkowana siarka, cienki drut miedziany

**Sprzęt:** probówka o średnicy 3 cm, haczyk z grubego drutu żelaznego, metalowe szczypcy, waga laboratoryjna, palnik gazowy

## Przebieg doświadczenia



Rys. 2. Otrzymywanie siarczku miedzi(I)

Do probówki wsypujemy kilka gramów sproszkowanej siarki. Probówkę ogrzewamy płomieniem palnika gazowego aż do pojawienia się par siarki (do wrzenia siarki). Wtedy wprowadzamy do jej wnętrza zważony, zwinięty cienki drut miedziany zawieszony na haczyku wykonanym z grubego drutu żelaznego. Miedź powinna być całkowicie zanurzona w parach siarki, natomiast nie powinna dotykać powierzchni stopionej siarki ani ścianek probówki. Następnie, po pewnym czasie, wyjmujemy z probówki haczyk z drutem miedzianym, czekamy jeszcze chwilę, aż dopali się osadzona na nim siarka, i po ochłodzeniu ważymy.

### Informacje szczegółowe

Zarówno ważenie drutu miedzianego przed doświadczeniem, jak i po jego wykonaniu, powinno odbywać się w tych samych warunkach. Dlatego należy odczekać, aż drut po wykonaniu doświadczenia ochłodzi się do temperatury pokojowej i dopiero wtedy przystąpić do ważenia.

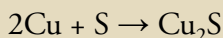
### Spostrzeżenia

Po wprowadzeniu drutu miedzianego do par siarki nastąpiło pokrycie się jego powierzchni żółtopomarańczowym nalotem.

Po ochłodzeniu drutu miedzianego, po zakończeniu reakcji chemicznej i zważeniu go, okazało się, że jego masa jest większa w porównaniu z masą tego drutu wyznaczoną przed reakcją.

### Wnioski

Do reakcji chemicznej użyto dwu substancji prostych, to jest miedzi i siarki. W wyniku oddziaływania par siarki na powierzchnię miedzi zaszła reakcja chemiczna w myśl równania:



Miedź reaguje z siarką w wyniku czego powstaje związek chemiczny o nazwie siarczek miedzi(I).

Ten nowo powstały związek chemiczny jest substancją bardziej złożoną niż substraty użyte do reakcji.

Przeprowadzona reakcja chemiczna nosi nazwę reakcji syntezy.

### Doświadczenie 6

## OTRZYMYWANIE SIARCZKU CYNKU ORAZ JEGO IDENTYFIKACJA CHEMICZNA. REAKCJA CHEMICZNA SYNTEZY

### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie reakcji chemicznej syntezy oraz identyfikacja chemiczna powstałego produktu.

### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić reakcję chemiczną między siarką i cynkiem.

Określić zmiany świadczące o zajściu reakcji chemicznej?

Zaprojektować sposób identyfikacji produktu przeprowadzonej reakcji chemicznej.

**Odczynniki:** sproszkowana siarka, pył cynkowy, 2% roztwór kwasu chlorowodorowego

**Sprzęt:** parownica, palnik gazowy, drut stalowy, próbówka

### Przebieg doświadczenia

Przygotowujemy mieszaninę złożoną ze sproszkowanego cynku i siarki, odważając cynk i siarkę tak, aby na jedną część masową cynku przypadły dwie części masowe



siarki. Tak sporządzoną mieszaninę w ilości około 1g wsypujemy do parownicy, a następnie dotykamy mieszaninę rozżarzonym drutem stalowym. Obserwujemy zachodzące zmiany. Następnie część produktu umieszczamy w probówce, do której wlewamy roztwór kwasu solnego. Badamy zapach powstającego gazu.

### Spostrzeżenia

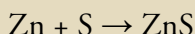
W wyniku zainicjowania reakcji chemicznej za pośrednictwem rozżarzonego drutu nastąpiła gwałtowna reakcja siarki z cynkiem, która dalej przebiegała samodzielnie.

Reakcji tej towarzyszyło wydzielanie się ciepła.

Pod wpływem kwasu działającego na produkt reakcji wydzielał się gaz o zapachu zgniłych jaj.

### Wnioski

W wyniku reakcji chemicznej siarki z cynkiem powstał związek chemiczny, siarczek cynku:

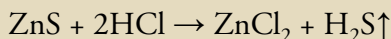


Jest to typowa reakcja chemiczna syntezy czyli łączenia się pierwiastków w związek chemiczny.

Reakcja ta należy do reakcji egzotermicznych.

Zaniknięcie siarki i srebrzystoszarego cynku świadczą o zajściu reakcji chemicznej.

Działanie kwasem chlorowodorowym na produkt tej reakcji spowodowało wydzielanie się gazu siarkowodoru, o zapachu zgniłych jaj.



Wydzielanie się tego gazu jest również potwierdzeniem na zajście reakcji chemicznej pomiędzy siarką i cynkiem oraz jest metodą identyfikacji chemicznej siarczku cynku.

### Doświadczenie 7

## REAKCJA CHEMICZNA SYNTEZY CHLORKU AMONU

#### Cel doświadczenia:

- przeprowadzenie reakcji chemicznej syntezy między substratami znajdującymi się w fazie gazowej.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić syntezę chlorku amonu, mając wodę amoniakalną i stężony roztwór kwasu chlorowodorowego przy założeniu, że substraty reakcji chemicznej mają znajdować się w fazie gazowej.

**Odczynniki:** woda amoniakalna (25% roztwór amoniaku), stężony roztwór kwasu chlorowodorowego

**Sprzęt:** dwie porcelanowe parownice, zlewka o pojemności 1000 cm<sup>3</sup>, dwie małe zlewki o pojemności 200 cm<sup>3</sup>, dwa szkiełka zegarkowe, rurka szklana (400 mm x 25 mm), dwa korki z drutem, wata, kartka czarnego papieru, palnik gazowy, statyw z łapą

#### Przebieg doświadczenia

1. Do dwu parownic wlewamy kolejno: do jednej około 3 cm<sup>3</sup> stężonego roztworu wody amoniakalnej, a do drugiej taką samą ilość stężonego roztworu kwasu solnego. Parownice z cieczami ustawiamy w dużej odległości od siebie i ogrzewamy lekko pod wyciągiem, a następnie ustawiamy obok siebie na tle czarnego papieru i nakrywamy dużą zlewką tak, aby obie parownice znalazły się pod zlewką.

#### Spostrzeżenia

W obszarze dużej zlewki powstają białe dymy, które opadają w postaci drobnych, bezbarwnych kryształków na ciemne tło papieru.

2. Umocowujemy poziomo w łapie statywu rurkę szklaną i wyloty jej zatykamy dwoma korkami z osadzonymi w nich dwoma drutami. Następnie do dwu zlewek wlewamy: do pierwszej kilka cm<sup>3</sup> stężonego roztworu kwasu chlorowodorowego, do drugiej niewielką ilość wody amoniakalnej i przykrywamy zlewki szkiełkami

zegarkowymi. Zanurzamy w obu zlewkach kawałki waty i po ich zwilżeniu natychmiast zaczepiamy je na drutach osadzonych w korkach. Jednocześnie zatykamy tymi korkami rurkę z obu jej końców.

### Spostrzeżenia

Po wprowadzeniu do rurki waty zwilżonej wodą amoniakalną i kwasem solnym, powstaje w jej wnętrzu biały nalot.

Nalot ten utworzył się w pobliżu korka, przy którym wata była nasycona kwasem chlorowodorowym.

### Wnioski

1. W wyniku ogrzewania roztworu wody amoniakalnej oraz roztworu stężonego kwasu chlorowodorowego następuje wydzielanie się z roztworów odpowiednich gazów: amoniaku  $\text{NH}_3$  oraz chlorowodoru  $\text{HCl}$ .  
Gazy te reagują ze sobą tworząc chlorek amonu:



2. W drugiej części eksperymentu nalot chlorku amonu utworzył się w pobliżu waty nasączonej kwasem chlorowodorowym, a nie w pobliżu drugiego końca rurki, ponieważ amoniak jest bardziej lotnym gazem niż chlorowodór.

## Doświadczenie 8

### ROZKŁAD AZOTANU(V) OŁOWIU(II). REAKCJA CHEMICZNA ANALIZY.

#### Cel doświadczenia:

- przeprowadzenie reakcji chemicznej analizy będącej przykładem złożonej reakcji rozkładu.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić ogrzewanie azotanu(V) ołowiu(II) i określić, jakie produkty tworzą się w tej reakcji chemicznej.

Ustalić, do jakiego typu można zaliczyć tę reakcję chemiczną.

**Odczynniki:** azotan(V) ołowiu(II)

**Sprzęt:** probówka, łaпа do probówek, palnik gazowy, łuczywo

### Przebieg doświadczenia

Do probówki wsypujemy około 1g azotanu(V) ołowiu(II). Następnie probówkę ujmujemy w łaпę i ogrzewamy ją w płomieniu palnika gazowego. Obserwujemy zachodzące zmiany podczas ogrzewania. Następnie do probówki wkładamy tłacę się łuczywo.

### Spostrzeżenia

W wyniku ogrzewania azotanu(V) ołowiu(II) z probówki uchodzą brunatne gazy, a na jej dnie pozostaje substancja stała o barwie żółtej.

Tłacę się łuczywo wprowadzone do probówki zaczyna intensywnie palić się.

### Wnioski

W wyniku termicznego rozkładu azotanu(V) ołowiu(II) powstaje żółty tlenek ołowiu(II) oraz brunatny tlenek azotu(IV).

Pałące się łuczywo jest potwierdzeniem powstania tlenu w tej reakcji chemicznej. Oto równanie omawianej reakcji chemicznej:



Reakcja termicznego rozkładu azotanu(V) ołowiu(II) jest przykładem reakcji analizy, to jest takiej reakcji, w której jeden związek chemiczny rozkłada się na kilka innych związków.

## Doświadczenie 9

### OTRZYMYWANIE JODKU RTĘCI(II) W FAZIE STAŁEJ ORAZ W ROZTWORZE. REAKCJA CHEMICZNA PODWÓJNEJ WYMIANY.

#### Cel doświadczenia:

- przedstawienie reakcji chemicznej typu podwójnej wymiany,

- zwrócenie uwagi na fakt, że reakcje chemiczne mogą zachodzić szybciej w roztworze niż w fazie stałej.

### Zadanie laboratoryjne

Zaprojektować sposób przeprowadzenia reakcji pomiędzy chlorkiem rtęci(II) i jodkiem potasu w fazie stałej oraz w roztworze mając wyszczególnione odczynniki i sprzęt laboratoryjny.

Ustalić, w którym przypadku reakcja zachodzi szybciej?

**Odczynniki:** chlorek rtęci(II), jodek potasu, 0,5-molowy roztwór chlorku rtęci(II), 0,5-molowy roztwór jodku potasu

**Sprzęt:** moździerz porcelanowy, probówki

### Przebieg doświadczenia

Wykonujemy dwa równoległe eksperymenty:

1. Najpierw do porcelanowego moździerza wsypujemy niewielką ilość dwu bezbarwnych substancji: chlorku rtęci(II) i jodku potasu. Substancje te dokładnie ucieramy w moździerzu. Obserwujemy zachodzące zmiany.
2. Do probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> roztworu chlorku rtęci(II) i następnie dodajemy jeszcze 5 cm<sup>3</sup> roztworu jodku potasu. Obserwujemy, jakie zachodzą zmiany oraz jak szybko one następują w porównaniu do zmian w części 1 eksperymentu.

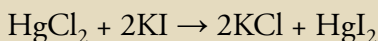
### Spostrzeżenia

Podczas ucierania mieszaniny substancji w moździerzu najpierw tworzy się substancja o barwie różowej, a dopiero po chwili przyjmuje ona barwę intensywnie czerwono-pomarańczową.

W przypadku mieszania ze sobą roztworów chlorku rtęci(II) z roztworem jodku potasu, prawie natychmiast powstaje osad o barwie czerwono-pomarańczowej.

### Wnioski

W powyższych doświadczeniach zachodzi reakcja chemiczna podwójnej wymiany, którą można przedstawić równaniem:



Na podstawie szybkości zmian barwy można stwierdzić, że reakcje te zachodzą znacznie szybciej w roztworze niż w fazie stałej.

### Doświadczenie 10

## REDUKCJA SIARCZKU RTĘCI(II) ŻELAZEM. REAKCJA CHEMICZNA WYMIANY.

#### Cel eksperymentu:

- zaprezentowanie reakcji chemicznej wymiany na przykładzie redukcji siarczku rtęci(II) żelazem

#### Zadanie laboratoryjne

Niżej podano zestaw sprzętu i odczynników chemicznych z określonym nadmiarem.

Należy wybrać to co jest niezbędne do przeprowadzenia reakcji chemicznej między siarczkiem rtęci(II) i żelazem, w celu otrzymania rtęci.

Ustalić, czy jednym z produktów reakcji chemicznej jest siarczek żelaza(II).

**Odczynniki:** siarczek rtęci(II), opiłki cynku, siarczan(VI) żelaza(III), 3% roztwór kwasu chlorowodorowego, opiłki żelaza, chlorek żelaza(III), siarczek sodu

**Sprzęt:** probówka, moździerz, rozdzielacz, zestaw do sączenia, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

Do probówki wsypujemy niewielką ilość siarczku rtęci(II), a następnie dodajemy drobne opiłki żelaza. Całość dokładnie mieszamy. Następnie probówkę ogrzewamy w płomieniu palnika gazowego.

Po zakończeniu reakcji i ochłodzeniu pozostałości w probówce, dodajemy do niej kilka kropel roztworu kwasu chlorowodorowego. Badamy zapach gazu powstającego w probówce.

#### Spostrzeżenia

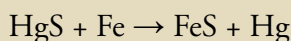
Podczas ogrzewania probówki jej zawartość czernieje, a na górnych, chłodniejszych ściankach pojawiają się drobne krople o metalicznym połysku

i srebrzystoszarej barwie.

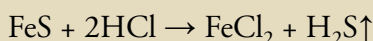
Po zakończeniu reakcji i dodaniu do probówki roztworu kwasu chlorowodorowego wydzielają się pęcherzyki gazu o zapachu zgniłych jaj.

### Wnioski

W wyniku ogrzewania siarczku rtęci(II) z opiłkami żelaza zachodzi reakcja chemiczna, którą można przedstawić równaniem:



W reakcji tej powstaje rtęć, którą można obserwować w probówce, oraz siarczek żelaza(II), którego obecność potwierdza próba wykonana z roztworem kwasu chlorowodorowego:



Powstający w reakcji chemicznej siarkowodór o zapachu zgniłych jaj jest potwierdzeniem obecności siarczku żelaza(II).

Reakcja chemiczna siarczku rtęci(II) z żelazem jest przykładem reakcji chemicznej wymiany.

## Doświadczenie 11

### REAKCJA CHEMICZNA SOLI ŻELAZA(III) Z TIOCYJANIANEM. PRAWO ZACHOWANIA MASY.

#### Cel doświadczenia:

- doświadczalne potwierdzenie prawa zachowania masy na przykładzie reakcji chemicznej soli żelaza(III) z jonami tiocyjnianowymi.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy wybrać z zaproponowanych w nadmiarze odczynników i sprzętu laboratoryjnego to, co jest potrzebne do przeprowadzenia eksperymentu pozwalającego sprawdzić tezę, że suma mas substratów przed reakcją chemiczną jest równa sumie mas produktów powstałych po zajściu reakcji.

**Odczynniki:** 0,5-molowy roztwór chlorku żelaza(III), 3% roztwór kwasu chlorowodorowego, 0,2-molowy roztwór tiocyjanianu amonu

**Sprzęt:** kolba stożkowa o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, korek gumowy, mała probówka mieszcząca się w kolbie stożkowej, waga laboratoryjna

### Przebieg doświadczenia

Do kolby stożkowej wlewamy około 10 cm<sup>3</sup> roztworu chlorku żelaza(III) zakwaszonego kwasem chlorowodorowym. Następnie do małej probówki wlewamy około 5 cm<sup>3</sup> roztworu tiocyjanianu amonu. Probówkę z roztworem wstawiamy ostrożnie do kolby stożkowej, w której wcześniej umieszczono roztwór chlorku żelaza(III). Wylot kolby stożkowej zatykamy szczelnie korkiem. Następnie przechylamy kolbę stożkową tak, aby zawartość probówki wylała się i zmieszała z roztworem znajdującym się w kolbie.

Obserwujemy zmiany, które mogłyby świadczyć o przebiegu reakcji chemicznej. Po zajściu reakcji chemicznej kolbę wraz z jej zawartością ważymy ponownie.

### Informacje szczegółowe

Można również w podobny sposób przeprowadzić to doświadczenie, będące potwierdzeniem prawa zachowania masy, umieszczając w kolbie stożkowej około 10 cm 2% roztworu azotan(V) srebra zakwaszonego roztworem kwasu azotowego(V) oraz używając substratu w probówce w postaci 2% roztworu chlorku sodu.

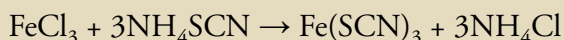
### Spostrzeżenia

Po zmieszaniu się roztworów w zamkniętej kolbie nastąpiło pojawienie się krwistoczerwonego zabarwienia.

Kolba po zmieszaniu roztworów ważyła tyle samo co przed ich zmieszaniami.

### Wnioski

Pojawienie się krwistoczerwonego zabarwienia roztworu świadczy o zajściu reakcji chemicznej między chlorkiem żelaza(III) i tiocyjanianem amonu:



Taka sama masa substratów reakcji chemicznej przed doświadczeniem i produktów reakcji powstałych po doświadczeniu świadczy o tym, że suma mas substratów reakcji chemicznej jest równa sumie mas produktów powstałych w wyniku reakcji.



## Doświadczenie 12

### TERMICZNY ROZKŁAD MANGANIANU(VII) POTASU

#### Cel doświadczenia

- zbadanie, jakie produkty powstaną podczas termicznego rozkładu manganianu(VII) potasu
- zapoznanie z metodą laboratoryjnego otrzymywania tlenu

#### Zadanie laboratoryjne

Należy poddać termicznemu rozkładowi manganian(VII) potasu.

Z badać, jaki gaz wydziela się podczas tej reakcji chemicznej oraz jakie powstaną produkty o stałym stanie skupienia.

**Odczynniki:** manganian(VII) potasu

**Sprzęt:** probówka, korek z osadzoną w nim wygiętą rurką do zbierania gazu, druga probówka do zebrania gazu, krystalizator, statyw, łapy metalowe do umocowania probówki w statywie, łuczywo, palnik gazowy

#### Przebieg doświadczenia

Montujemy prosty zestaw do otrzymywania gazów. Następnie do jednej suchej probówki wsypujemy około 5 g manganianu(VII) potasu a jej wylot zatykamy korkiem z rurką do odprowadzania gazu. Drugą probówkę napełnioną wodą umieszczamy odwróconą dnem do góry w krystalizatorze z wodą tak, aby pod jej wylotem znajdował się koniec rurki odprowadzającej. Następnie probówkę z manganianem(VII) potasu ogrzewamy płomieniem palnika gazowego tak długo, aż przestaną wydzielać się pęcherzyki gazu. Obserwujemy produkty pozostałe w probówce po prażeniu. Łuczywem identyfikujemy gaz zebrany w probówce.

#### Spostrzeżenia

Podczas ogrzewania manganianu(VII) potasu w probówce wypełnionej wodą zbierał się gaz.

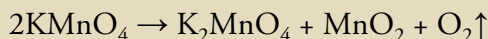
Tłące się łuczywo wprowadzone do probówki natychmiast zapalało się.

W probówce reakcyjnej pozostały substancje stałe o barwie zielonej i brunatnej.

### Wnioski

W wyniku prażenia manganianu(VII) potasu następuje jego termiczny rozkład. Podczas tego rozkładu powstaje tlen oraz manganian(VI) potasu o barwie zielonej i brunatny tlenek manganu(IV).

Równanie reakcji chemicznej termicznego rozkładu manganianu(VII) potasu jest następujące:



Reakcja rozkładu  $\text{KMnO}_4$  jest wykorzystywana w laboratoriach chemicznych do otrzymywania niewielkich ilości tlenu.

### Doświadczenie 13

## BADANIE WĘDRÓWKI JONÓW W POLU ELEKTRYCZNYM Z WYKORZYSTANIEM ZIEMNIAKA

#### Cel doświadczenia

- obserwacja przemieszczania się jonów w polu elektrycznym.

#### Zadanie laboratoryjne

Aby uatrakcyjnić eksperyment, przeprowadza się go na plastrze ziemniaka z wykorzystaniem charakterystycznej reakcji skrobi z jodem.

Mając ziemniak oraz jodek potasu i fenoloftaleinę, należy zaprojektować eksperyment pozwalający na obserwowanie wędrówki jonów w polu elektrycznym na ziemniaku.

**Odczynniki:** 1-molowy roztwór jodku potasu, roztwór fenoloftaleiny, ziemniak

**Sprzęt:** dwa przewody wykonane z drutu miedzianego, źródło prądu stałego (około 16 V)

#### Przebieg doświadczenia

Na wstępie przygotowujemy do eksperymentu ziemniak, odcinając z niego płaski plaster o grubości około 0,5 cm. W plaster ten wciskamy, w odległości około 5 cm od siebie, dwa kawałki drutu miedzianego, które posłużą jako elektrody.

Następnie na środku plastra drążymy pomiędzy elektrodami małe wgłębienie, do którego wlewamy dwie krople roztworu jodku potasu. Wokół elektrody, która stanowi ujemny biegun źródła prądu, drążymy małe wgłębienie i wlewamy w nie kilka kropli roztworu fenoloftaleiny. Następnie łączymy elektrody ze źródłem prądu i obserwujemy zachodzące zmiany w pobliżu obu elektrod.

### Spostrzeżenia

Wokół elektrody zwanej katodą pojawiło się malinowe zabarwienie, a wokół anody zabarwienie niebieskie.

### Wnioski

W wyniku przemieszczania się jonów w polu elektrycznym na plastrze ziemniaka, przy elektrodach zachodzą odpowiednie reakcje chemiczne:

na katodzie:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

na anodzie:  $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$

Malinowa barwa fenoloftaleiny wokół katody pochodzi od tworzących się tam jonów wodorotlenkowych  $\text{OH}^-$ .

Niebieskie zabarwienie wokół anody związane jest z powstawaniem wokół niej wolnego jodu, który reaguje ze skrobią zawartą w ziemniaku.

## Doświadczenie 14

### ROZDZIELANIE RÓŻNYCH MIESZANIN

#### Cel doświadczenia

- zastosowanie kilku technik rozdzielania różnego rodzaju mieszanin.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy dobrać właściwą metodę rozdzielania mieszaniny soli z piaskiem, roztworu cukru z dodatkiem kredy, roztworu denaturatu w wodzie. Wybrać potrzebny do tego celu sprzęt laboratoryjny. Uzasadnić wybór określonej metody. Ustalić, czy zawsze do rozdzielania mieszaniny wystarczy skorzystać z jednego z podanych sposobów? Ustalić, które właściwości składników mieszaniny są podstawą do ich rozdzielania? Wykonać odpowiednie eksperymenty.

**Odczynniki:** sól kamienna, piasek, cukier, kreda, denaturat, woda

**Sprzęt:** zlewki, parownice, lejek szklany, sączki z bibuły, chłodnica wodna, kolba destylacyjna, termometr o zakresie do 150°C, palnik gazowy, płytka metalowa, trójnóg

### Przebieg doświadczenia

1. Rozdzielenie mieszaniny soli z piaskiem.  
Otrzymałą mieszaninę soli z piaskiem wsypujemy do zlewki z wodą i lekko podgrzewamy. Następnie zawiesinę sączymy przez sączek z bibuły filtracyjnej umieszczonej w lejku szklanym. Przesącz odparowujemy w parownicy do sucha.
2. Rozdzielanie mieszaniny składającej się z roztworu cukru z kredą.  
Zawiesinę kredy w roztworze cukru przelewamy przez sączek z bibuły filtracyjnej. Obserwujemy przesącz oraz pozostałość na sączku.
3. Rozdzielanie mieszaniny składającej się z denaturatu i wody. Aby rozdzielić składniki roztworu składającego się z denaturatu i wody, umieszczamy badany roztwór w kolbie destylacyjnej i montujemy zestaw do destylacji. Kolbę do destylacji, z osadzonym w niej termometrem, łączymy z chłodnicą wodną, na końcu której umieszczamy odbieralnik. Podgrzewamy kolbę płomieniem palnika gazowego i obserwujemy wskazania termometru. Gdy temperatura zacznie gwałtownie wzrastać, zmieniamy odbieralnik.

### Spostrzeżenia

W wyniku podgrzewania mieszaniny piasku i soli w wodzie, następowało rozpuszczenie się soli.

Przesączenie powstałej zawiesiny spowodowało, że na sączku oddzielały się cząstki piasku, a w roztworze znajdowała się rozpuszczona sól, którą można odzyskać w postaci stałej, odparowując roztwór do sucha.

Sączenie roztworu cukru z dodatkiem kredy powodowało oddzielenie się cząstek kredy na sączku, natomiast przesącz stanowił klarowny roztwór cukru.

Składniki roztworu denaturatu w wodzie można rozdzielić, prowadząc destylację roztworu. W wyniku ogrzewania roztworu najpierw oddestylowuje denaturat.

Dzieje się tak przez cały czas, gdy termometr wskazuje temperaturę około 75°C. Po oddestylowaniu całkowitej ilości denaturatu temperatura gwałtownie wzrasta do 100°C i następuje destylacja wody.

**Wnioski**

Zależnie od tego, w jakim stanie skupienia znajdują się poszczególne składniki mieszaniny, należy dobierać odpowiednie techniki i metody ich rozdzielania.

W celu rozdzielania mieszaniny na tworzące ją składniki, należy zastosować dwie lub nawet kilka metod rozdzielania, jak w przypadku soli z piaskiem, gdzie stosowano rozpuszczanie, filtrowanie oraz odparowywanie.

Poza tym, mieszaninę można rozdzielić na tworzące ją składniki pod warunkiem, że poszczególne składniki charakteryzują się właściwościami odmiennymi od pozostałych.

Na przykład woda i alkohol etylowy mają różną temperaturę wrzenia i dzięki temu można je rozdzielić na składniki.

Również zawiesina kredy w roztworze cukru daje takie możliwości, ponieważ kreda w tych warunkach jest nierozpuszczalna w wodzie i można ją łatwo oddzielić od pozostałego roztworu stosując sączenie.

**Doświadczenie 15****BADANIE CZYSTOŚCI WODY WODOCIĄGOWEJ I WODY DESTYLOWANEJ****Cel doświadczenia**

- zbadanie, czy woda wodociągowa różni się od wody destylowanej stopniem czystości,
- wykazanie, który z badanych rodzajów wody tworzy mieszaninę.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy porównać czystość wody wodociągowej z czystością wody destylowanej. Ustalić, co dzieje się z wodą podczas jej ogrzewania? Sprawdzić, co pozostało na szkiełku zegarkowym w obu przypadkach? Ustalić, jakie charakterystyczne właściwości wykazuje woda wodociągowa ?

**Odczynniki:** woda destylowana, woda wodociągowa (z kranu)

**Sprzęt:** szkiełka zegarkowe, płytki metalowe, trójnóg, palnik gazowy

### Przebieg doświadczenia

Na jedno szkiełko zegarkowe наносimy po kilka  $\text{cm}^3$  wody z kranu, a na drugie tyle samo wody destylowanej. Następnie szkiełka te ustawiamy na płytkach metalowych i ogrzewamy je płomieniem palnika, aż do całkowitego odparowania wody. Obserwujemy, co pozostało na szkiełkach zegarkowych po odparowaniu z nich wody w obu przypadkach.

### Spostrzeżenia

Po odparowaniu wody wodociągowej na szkiełku zegarkowym pozostał osad, którego nie obserwuje się po odparowaniu wody destylowanej. W tym przypadku powierzchnia szkiełka pozostała czysta.

### Wnioski

Woda wodociągowa zawiera rozpuszczone substancje, które są widoczne dopiero po jej odparowaniu.

Są to sole mineralne.

Woda wodociągowa jest mieszaniną jednorodną.

Natomiast woda destylowana jest pozbawiona wszelkich soli.

W tej postaci jest to chemicznie czysta woda.

## Doświadczenie 16

### BADANIE HIGROSKOPIJNYCH WŁAŚCIWOŚCI STĘŻONEGO KWASU SIARKOWEGO(VI)

#### Cel doświadczenia

- wykazanie, że stężony kwas siarkowy(VI) ma właściwość pochłaniania wody z otoczenia

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbadać, czy zmieni się masa stężonego kwasu siarkowego(VI) pozostawionego w otwartym naczyniu na pewien czas. Ustalić jaki będzie efekt działania stężonym kwasem siarkowym(VI) na niebieski, uwodniony siarczan(VI) miedzi(II)?

**Odczynniki:** stężony kwas siarkowy(VI), uwodniony siarczan(VI) miedzi(II)

**Sprzęt:** probówki, palnik gazowy, łąpy do probówek, krystalizator, waga

### Przebieg doświadczenia

1. Do małego krystalizatora wlewamy ostrożnie stężony kwas siarkowy(VI). Następnie stawiamy go na wadze i ważymy. Po upływie około pół godziny sprawdzamy wskazania wagi.
2. W jednej probówce ogrzewamy nad płomieniem palnika gazowego niewielką ilość siarczanu(VI) miedzi(II), który ma barwę niebieską i obserwujemy zmiany, jakie zachodzą podczas ogrzewania. Następnie do drugiej probówki wsypujemy szczyptę uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II) i dolewamy 2 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu siarkowego(VI). Sprawdzamy, czy w probówce zachodzą określone zmiany.

### Spostrzeżenia

Po upływie około 30 minut masa stężonego kwasu siarkowego(VI) wzrosła. Ogrzewanie uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II) spowodowało zmianę barwy soli z niebieskiej na białą i powstanie na ściankach probówki kropeł wody. Dodanie do uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II) stężonego kwasu siarkowego(VI) spowodowało taki sam efekt. Niebieska sól zmieniała barwę na białą.

### Wnioski

Zwiększenie się masy stężonego kwasu siarkowego(VI) pozostawionego na otwartym powietrzu jest związane z jego właściwościami fizycznymi do pochłaniania wody z otoczenia.

Zmiana barwy uwodnionej soli miedzi(II) pod wpływem ogrzewania jest spowodowana dehydratacją i powstaniem białego siarczanu(VI) miedzi(II).

Taki sam efekt powoduje stężony kwas siarkowy(VI), który pochłania wodę krystalizacyjną z uwodnionego siarczanu(VI) miedzi(II).

Substancje, które mają zdolność do pochłaniania wody z otoczenia nazywamy substancjami higroskopijnymi a tę właściwość nazywamy higroskopijnością.

**Doświadczenie 17**

**BADANIE ROZPUSZCZALNOŚCI CHLOROWODORU  
W WODZIE ORAZ BADANIE WŁAŚCIWOŚCI  
OTRZYMANEGO ROZTWORU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 375

**Doświadczenie 18**

**ROZPUSZCZANIE AMONIAKU W WODZIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 163

**Doświadczenie 19**

**BADANIE WŁAŚCIWOŚCI WODOROTLENKU SODU  
I WODOROTLENKU POTASU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 301

**Doświadczenie 20**

**ANALIZA PŁOMIENIOWA. WYKRYWANIE KATIONÓW  
SODU I POTASU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 302

**Doświadczenie 21**

**BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH BROMU I JODU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 377

**Doświadczenie 22**

**WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE CHLORU, BROMU I JODU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 379



**Doświadczenie 23**

**ROZDZIELANIE MIESZANINY ANIONÓW FLUOROWCÓW  
METODĄ CHROMATOGRAFII CIENKOWARSTWOWEJ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 387

**Doświadczenie 24**

**BADANIE HIGROSKOPIJNYCH WŁAŚCIWOŚCI  
CHLORKU WAPNIA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 311

**Doświadczenie 25**

**BADANIE ZACHOWANIA SIĘ HYDRATÓW PODCZAS  
OGRZEWANIA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 396

**Doświadczenie 26**

**CZY METAN JEST REAKTYWNY CHEMICZNIE?**

Instrukcja eksperymentu na stronie 418

**Doświadczenie 27**

**PRZEPROWADZENIE REAKCJI CHEMICZNEJ METANU  
I HEKSANU Z BROMEM W CIEMNOŚCI I W OBECNOŚCI  
ŚWIATŁA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 423

**Doświadczenie 28**

**WYKRYWANIE ALKOHOLU ETYLOWEGO W WINIE LUB  
W PIWIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 439

**Doświadczenie 29**

**BADANIE ZACHOWANIA SIĘ MIESZANINY WODY  
Z OLEJEM W OBECNOŚCI MYDŁA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 463

**Doświadczenie 30**

**ODDZIAŁYWANIE SOLI WAPNIA NA ROZTWORY WODNE  
MYDEŁ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 464

**Doświadczenie 31**

**REAKCJA CHEMICZNA BIAŁKA ZE STĘŻONYM KWASEM  
AZOTOWYM(V)**

Instrukcja eksperymentu na stronie 483

**Doświadczenie 32**

**EFEKT TYNDALLA W ROZTWORZE BIAŁKA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 485

**Doświadczenie 33**

**SPALANIE MAGNEZU W PARZE WODNEJ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 248

**Doświadczenie 34**

**OTRZYMYWANIE SIARCZKU OŁOWIU(II)**

Instrukcja eksperymentu na stronie 70

**Doświadczenie 35**

**BADANIE EFEKTU TYNDALLA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 126

**Doświadczenie 36**

**REAKCJA CHEMICZNA TLENKU OŁOWIU(II) Z WĘGLEM**

Instrukcja eksperymentu na stronie 180

**Doświadczenie 37**

**BADANIE ZACHOWANIA SIĘ WĘGLANU WAPNIA WOBEC  
KWASU CHLOROWODOROWEGO**

Instrukcja eksperymentu na stronie 337

**Doświadczenie 38**

**DZIAŁANIE WODOROTLENKU SODU  
I WODOROTLENKU POTASU NA WĘLNĘ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 261

**Doświadczenie 39**

**OTRZYMYWANIE CHLOROWODORU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 338

**Doświadczenie 40**

**BADANIE ZACHOWANIA SIĘ HYDRATÓW RÓŻNYCH  
SOLI PODCZAS OGRZEWANIA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 271

**Doświadczenie 41**

**IDENTYFIKACJA KWASU ORTOFOSFOROWEGO**

Instrukcja eksperymentu na stronie 360

**Doświadczenie 42**

**OTRZYMYWANIE CHLORU NA SKALĘ LABORATORYJNĄ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 364

**Doświadczenie 43**

**REAKCJA CHEMICZNA MANGANIANU(VII) POTASU  
Z NADTLENKIEM WODORU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 366

**Doświadczenie 44**

**NIKLOWANIE MOSIĘŻNEGO PRZEDMIOTU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 544

**Doświadczenie 45**

**BADANIE SZYBKOŚCI KOROZJI STALI**

Instrukcja eksperymentu na stronie 546

**Doświadczenie 46**

**BADANIE ROZPUSZCZALNOŚCI RÓŻNYCH SUBSTANCJI STAŁYCH W WODZIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 127

**Doświadczenie 47**

**BADANIE ROZPUSZCZALNOŚCI JEDNAKOWYCH IŁOŚCI RÓŻNYCH SOLI W TAKIEJ SAMEJ MASIE WODY I TEMPERATURZE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 128

**Doświadczenie 48**

**ROZPUSZCZANIE RÓŻNYCH SUBSTANCJI W WODZIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 129

**Doświadczenie 49**

**PRÓBA ROZPUSZCZENIA DENATURATU I BENZYNY W WODZIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 131

**Doświadczenie 50**

**SPORZĄDZANIE WODNYCH ROZTWORÓW RÓŻNYCH SUBSTANCJI**

Instrukcja eksperymentu na stronie 134

**Doświadczenie 51**

**BADANIE ROZPUSZCZALNOŚCI RÓŻNYCH  
SUBSTANCJI W TEJ SAMEJ ILOŚCI WODY  
O JEDNAKOWEJ TEMPERATURZE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 136

**Doświadczenie 52**

**OTRZYMYWANIE UKŁADU HOMOGENICZNEGO  
I MIESZANINY HETEROGENICZNEJ Z SIARKĄ JAKO  
SKŁADNIKIEM**

Instrukcja eksperymentu na stronie 137

**Doświadczenie 53**

**OTRZYMYWANIE MIESZANIN Z SUBSTANCJI O RÓŻNYM  
STOPNIU ROZDROBNIENIA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 138

**Doświadczenie 54**

**OBSERWACJA MIESZANIN CUKIER - WODA, ŻELATYNA -  
WODA I KREDA - WODA W ŚWIETLE PRZECHODZĄCYM**

Instrukcja eksperymentu na stronie 140

**Doświadczenie 55**

**PRÓBA ROZDZIELANIA UKŁADÓW DYSERSYJNYCH  
POPRAZ SĄCZENIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 141

**Doświadczenie 56**

**OTRZYMYWANIE PRZESYCONEGO ROZTWORU  
OCTANU SODU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 144

**Doświadczenie 57**

**WYDZIELANIE KRYSZTAŁÓW SUBSTANCJI  
ROZPUSZCZONEJ Z ROZTWORU PRZESYCONEGO**

Instrukcja eksperymentu na stronie 145

**Doświadczenie 58**

**KRYSTALIZACJA SIARCZANU(VI) SODU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 147

**Doświadczenie 59**

**BADANIE WPŁYWU TEMPERATURY NA  
ROZPUSZCZALNOŚĆ GAZÓW**

Instrukcja eksperymentu na stronie 148





# **Rozdział XVIII**

# **Elektrochemia**

### Doświadczenie 1

## KONSTRUOWANIE OGNIWA VOLTY

#### Cel doświadczenia

- skonstruowanie prostego ogniwa elektrycznego
- zapoznanie się z jego działaniem.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbudować układy według podanych instrukcji. Zbadać, jakie maksymalne napięcie prądu wskazuje woltomierz. Należy zbadać i określić, jakie zjawiska zachodzą na płytkach metali przed zamknięciem obwodu elektrycznego i po jego zamknięciu.

**Odczynniki:** 2-molowy roztwór kwasu siarkowego(VI), granulki cynku

**Sprzęt:** zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, płytka cynkowa, płytka miedziana, przewodnik prądu (druć), żarówka 1 V, woltomierz o zakresie 0 - 2 V, oczyszczony drut miedziany

#### Przebieg doświadczenia

1. W roztworze kwasu siarkowego(VI) zanurzamy dwie płytki: cynkową i miedzianą. Płytki te łączymy za pomocą przewodnika i żarówki. Obserwujemy, co dzieje się po połączeniu żarówki z płytką cynkową i miedzianą. Następnie doświadczenie powtarzamy, włączając w obwód zamiast żarówki woltomierz w ten sposób, by jeden z jego zacisków ze znakiem ujemnym był podłączony jeden raz do płytki miedzianej, a drugi raz do płytki cynkowej. Sprawdzamy w obu przypadkach wskazania miernika.
2. Do zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> wlewamy około 10 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu siarkowego(VI), a następnie wrzucamy granulkę cynku. Jakie zjawisko obserwujemy?

Z kolei bierzemy oczyszczony drut miedziany i dotykamy nim granulkę cynku. Określamy, jakie zjawiska zachodzą na powierzchni cynku, a następnie na drucie miedzianym.

Jak zachowuje się żarówka po zamknięciu obwodu? Jak to wytłumaczyć? Która płytka stanowi dodatni, a która ujemny biegun otrzymanego ogniwa?

**Spostrzeżenia**

Po połączeniu żarówki z płytką miedzianą i cynkową żarówka zaczęła świecić. Jak ustalono, płytka cynkowa stanowiła ujemny, a płytka miedziana dodatni biegun utworzonego ogniwa Volty.

Bezpośrednio po zamknięciu obwodu napięcie na biegunach ogniwa wynosiło około 1 V.

Na początku żarówka świeciła bardzo jasno.

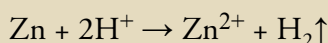
Po kilku minutach napięcie zmalało do tego stopnia, że żarówka zgasła.

Gdy z kolei umieszczono cynk w roztworze kwasu siarkowego(VI), zaszła reakcja chemiczna i wydzielal się wodór.

Gdy jednak cynk dotknięto drutem miedzianym, wtedy wodór zaczął wydzielać się na drucie miedzianym.

**Wnioski**

Z obu zastosowanych w ogniwie metali tylko cynk reaguje z rozcieńczonym roztworem kwasu siarkowego(VI) z wydzieleniem wodoru:



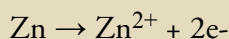
Przed zamknięciem obwodu na płytce cynkowej są widoczne pęcherzyki wydzielającego się wodoru.

Widoczną są one również na powierzchni cynku zanurzonego w roztworze kwasu.

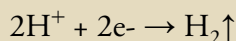
Po zamknięciu obwodu następuje zmiana sytuacji.

W ogniwie wodór zaczyna wydzielać się na płytce miedzianej oraz na drucie miedzianym, którym dotknięto cynk.

Na cynku zachodzi proces utleniania:



a na płytce miedzianej proces redukcji:



Reakcja chemiczna utleniania-redukcji cynku z kwasem została rozdzielona na dwie reakcje połówkowe: utleniania atomów cynku i redukcji kationów wodorowych.

Opisane zjawiska wyjaśniają również przyczynę powstawania napięcia

elektrycznego na biegunach ogniwa.

Napięcie elektryczne to różnica potencjałów mierzona na końcach przewodnika. Występujące napięcie jest czynnikiem koniecznym do wywołania przepływu prądu elektrycznego.

Miarą potencjału w określonym punkcie pola elektrycznego jest stosunek energii potencjalnej ładunku do jego wielkości.

Istnienie różnicy potencjałów wskazuje więc na zróżnicowanie energii ładunków, na różnych elementach ogniwa.

Różnica potencjałów może także występować na granicy dwu faz, na przykład na granicy metalu z roztworem elektrolitu.

Przechodzenie jonów cynku z metalu do roztworu i pozostawienie elektronów w metalu powoduje, że roztwór zyskuje wyższy potencjał od metalu (cynku). Ten sam roztwór traci jednocześnie ładunki dodatnie, jony wodorowe  $H^+$  na rzecz metalu - miedzi, która oddaje elektrony w wyniku czego następuje redukcja jonów wodorowych.

Miedź zyskuje w ten sposób bardziej dodatni potencjał niż roztwór (kwas siarkowy(VI)).

W wyniku tych przemian wytwarza się różnica potencjałów pomiędzy płytką cynkową i miedzianą.

Powstaje napięcie, dzięki któremu po zamknięciu obwodu, płynie prąd elektryczny w zewnętrznym obwodzie, co powoduje świecenie żarówki i odpowiednie wskazania woltomierza.

Nadmiar elektronów w cynku przemieszcza się w przewodniku do miedzi, w której występuje ich deficyt.

Miedź w ten sposób staje się biegunem dodatnim, a cynk biegunem ujemnym powstałego ogniwa. Uproszczony zapis ogniwa Volty przedstawia się następująco:



Jak wytłumaczyć spadek napięcia ogniwa w czasie?

Nagromadzenie się dużej liczby pęcherzyków wodoru na powierzchni miedzi zmniejsza tę czynną powierzchnię.

To zwiększa tym samym opór, a wymiana jonów nie zachodzi już tak łatwo.

Zmienia się różnica potencjałów pomiędzy miedzią a roztworem, co powoduje zmianę różnicy potencjałów po między miedzią a cynkiem.

## Doświadczenie 2

### KONSTRUKCJA I EKSPLOATACJA OGNIWA LECLANCHÉGO

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie się z budową i eksploatacją ogniwa Leclanchégo

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zbudować ogniwo według podanej instrukcji. Określić spadek napięcia na biegunach tego ogniwa. Ustalić, jaką funkcję w tym ogniwie spełnia tlenek manganu(IV)?

**Odczynniki:** tlenek manganu(IV), chlorek amonu i nasycony jego roztwór, węgiel aktywny, woda destylowana

**Sprzęt:** probówka z porowatego szkła lub probówka bez dna, elektroda grafitowa ze zużytej baterii, zlewka o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, płytka z blachy cynkowej, żarówka 2V lub woltomierz

#### Przebieg doświadczenia

Przygotowujemy mieszaninę o konsystencji gęstej pasty, która złożona jest z tlenku manganu(IV), chlorku amonu, węgla aktywnego i wody. Mieszaniną tą napełniamy probówkę z porowatego szkła lub probówkę bez dna, jakiej używamy do otrzymywania gazów. Do tej mieszaniny zanurzamy elektrodę grafitową otrzymaną ze zużytej baterii, którą najpierw wygotowujemy w wodzie. Następnie probówkę zanurzamy w zlewce, która napełniona jest w połowie nasyconym roztworem chlorku amonu (40 g chlorku amonu w 125 cm<sup>3</sup> wody). Z kolei do tego roztworu zanurzamy płytkę z blachy cynkowej. Obie elektrody łączymy z żarówką lub woltomierzem.

#### Spostrzeżenia

Po połączeniu elektrod żarówka świeciła, a wskazówka galwanometru wychylała się.

#### Wnioski:

Skonstruowane ogniwo nosi nazwę ogniwa Leclanchégo.



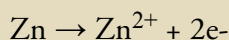
Rys. 1. Schemat ogniwa Leclanchého

Schemat tego ogniwa jest następujący:

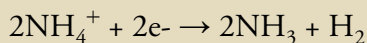


Materiałem elektrodowym w tym ogniwie jest cynk i grafit, a funkcję elektrolitu pełni chlorek amonu.

Na elektrodzie cynkowej zachodzi proces utleniania:

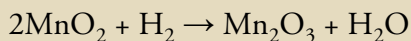


Na elektrodzie grafitowej zachodzi następująca reakcja:

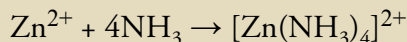


W wyniku reakcji chemicznej powstaje wodór, który może doprowadzić do polaryzacji elektrody węglowej.

Procesowi temu zapobiega tlenek manganu(IV), utleniając wodór do wody:



Powstający amoniak tworzy z kationami cynku jony kompleksowe:



Tlenek manganu(IV) pełni w tym przypadku funkcję depolaryzatora i z tego względu napięcie na biegunach ogniwa utrzymuje się dłużej.

## Doświadczenie 3

### NA JAKIEJ ZASADZIE DZIAŁA OGNIWO DANIELLA

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie się z zasadą działania i budową ogniwa Daniella.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy zmontować zaproponowane w instrukcji ogniwo. Określić wyniki otrzymane w przypadku pracy ogniwa cynkowo-miedziowego i magnezowo-srebrowego? Ustalić, w jaki sposób zmiana stężeń roztworów wpływa na uzyskane wyniki w doświadczeniu z ogniwem cynkowo-miedziowym?

**Odczynniki:** 1-molowy i 0,01-molowy roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 1-molowy i 0,01-molowy roztwór siarczanu(VI) cynku, blaszka miedziana, blaszka cynkowa, stężony roztwór azotanu(V) potasu, blaszka lub drut magnezowy, blaszka lub drut srebrny, rozcieńczony roztwór siarczanu(VI) magnezu, rozcieńczony roztwór azotanu(V) srebra

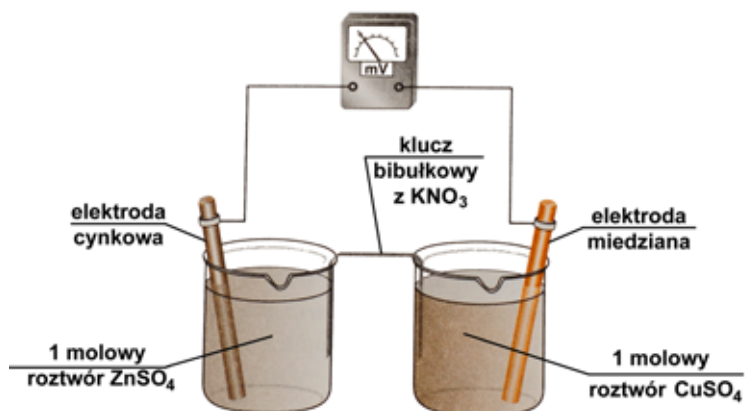
**Sprzęt:** zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, woltomierz o zakresie skali 0-5 V, bibuła filtracyjna

#### Przebieg doświadczenia

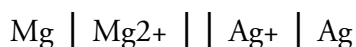
1. Do dwóch zlewek wlewamy: do pierwszej roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) a do drugiej roztwór siarczanu(VI) cynku. Do dwóch następnych zlewek wlewamy 0,01-molowe roztwory tych samych soli. Następnie zanurzamy w odpowiednich roztworach druty lub blaszki z miedzi i cynku. Z kolei przygotowujemy paski bibuły filtracyjnej i nasycamy je stężonym roztworem azotanu(V) potasu. Roztwory w zlewkach łączymy między sobą przygotowanym paskiem bibuły, który pełni rolę klucza elektrolitycznego. Druty lub blaszki łączymy z woltomierzem. Następnie mierzymy napięcie między biegunami ogniwa. Schemat ogniwa jest następujący:



2. Powtarzamy raz jeszcze doświadczenie z tym, że stosujemy zamiast cynku i miedzi oraz soli tych metali, magnez i srebro oraz rozcieńczone roztwory



Rys. 2. Schemat ogniwa Daniella z kluczem elektrolitycznym w postaci pasków bibuły siarczanu(VI) magnezu i azotanu(V) srebra, budując następujące ogniwo:



### Spostrzeżenia

W ogniwie Daniella przed zamknięciem obwodu w układzie nie zachodziła żadna reakcja.

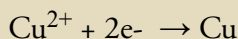
Wnioski:

Pomiędzy miedzią i cynkiem a ich jonami w roztworze ustala się równowaga opisana równaniami:

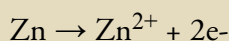


Ustalenie się takiej równowagi jest charakterystyczne dla reakcji odwracalnych. Reakcja może zachodzić w obu kierunkach.

Po zamknięciu obwodu na elektrodzie miedzianej zaczyna zachodzić proces redukcji:



a na elektrodzie cynkowej proces utleniania:





**Wnioski:**

Ogniwo Daniella jest ogniwem odwracalnym, a ogniwa Volty i ogniwo Leclanchého są ogniwami nieodwracalnymi.

**Doświadczenie 4****WYZNACZANIE WZGLĘDNEGO POTENCJAŁU PÓŁOGNIWA CYNKOWEGO I MIEDZIOWEGO****Cel doświadczenia**

- wyznaczenie względnych wartości potencjału półogniwa cynkowego i miedziowego.

**Zadanie laboratoryjne**

Należy przygotować zestaw składający się z półogniw według podanej instrukcji. Zbadać, jakie są potencjały obu elektrod. Porównać różnicę obu wyznaczonych potencjałów z wartością napięcia na elektrodach ogniwa Daniella, w przypadku roztworów o stężeniu 1-molowym.

**Odczynniki:** blaszka cynkowa, blaszka miedziana, 1-molowy roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), 1-molowy roztwór siarczanu(VI) cynku, 1-molowy roztwór kwasu chlorowodorowego

**Sprzęt:** zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, dwie elektrody grafitowe ze zużytej baterii, źródło napięcia około 4,5 V (na przykład płaska bateria do latarki), woltomierz

**Przebieg doświadczenia**

Dwie blaszki: cynkową i miedzianą zanurzamy w 1-molowych roztworach, cynkową w roztworze siarczanu(VI) cynku, a miedzianą w roztworze siarczanu(VI) miedzi(II). Następnie bierzemy dwie elektrody grafitowe i zanurzamy je w zlewce z 1-molowym roztworem kwasu chlorowodorowego. Do elektrod podłączamy źródło napięcia około 4,5 V i prowadzimy proces elektrolizy przez około 2 minuty. Z kolei usuwamy elektrodę grafitową połączoną z dodatnim źródłem prądu, a drugą elektrodę pozostawiamy w roztworze i łączymy ją jak w poprzednim doświadczeniu z elektrodą miedzianą, a następnie z elektrodą cynkową. Mierzymy w obu przypadkach napięcie na elektrodach i ustalamy znak obu elektrod.

**Spostrzeżenia**

Po zanurzeniu elektrod w roztworze kwasu chlorowodorowego i podłączeniu do nich źródła prądu nastąpił proces elektrolizy, powodujący wydzielanie się na obu elektrodach pęcherzyków gazu.

**Wnioski**

Na graficie połączonym z ujemnym biegunem baterii wydziela się wodór, a na graficie połączonym z dodatnim biegunem wydziela się chlor.

Wartości potencjałów półogniw (elektrod) metalicznych, mierzone w roztworach 1-molowych noszą nazwę potencjałów standardowych tych elektrod.

Wartości te są charakterystyczne dla każdego układu utleniająco-redukującego jakim jest między innymi układ metal — kation tego metalu.

Szereg metali ułożonych w kolejności wzrastania wartości potencjałów standardowych tworzonych przez nie elektrod nosi nazwę szeregu napięciowego elektrod metalicznych. Niżej podano przykład szeregu napięciowego elektrod:

Elektroda	Potencjał standardowy	Elektroda	Potencjał standardowy
Li   Li <sup>+</sup>	-3,04 V	Ni   Ni <sup>2+</sup>	-0,25 V
Mg   Mg <sup>2+</sup>	-2,36 V	Sn   Sn <sup>2+</sup>	-0,14V
Mn   Mn <sup>2+</sup>	-1,18V	H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	0,00 V
Zn   Zn <sup>2+</sup>	-0,76 V	Cu   Cu <sup>2+</sup>	+0,34 V
Fe   Fe <sup>2+</sup>	-0,44 V	Ag   Ag <sup>+</sup>	+0,80 V

**Doświadczenie 5**

## WĘDRÓWKA JONU TETRAAMINAMIEDZI(II) [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> I JONU CHROMIANOWEGO(VI) CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> W POLU ELEKTRYCZNYM

**Cel doświadczenia**

- obserwacja wędrówki jonów w polu elektrycznym, dzięki różnym barwom tych jonów.

**Zadanie laboratoryjne**

Wykorzystując podane odczynniki i sprzęt laboratoryjny zaprojektować, w jaki sposób można zbadać wędrówkę w polu elektrycznym takich jonów, jak  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  i  $\text{CrO}_4^{2-}$ . Wykonać odpowiedni eksperyment. Ustalić jaki ładunek elektryczny mają barwne kationy oraz aniony badanych elektrolitów? Zbadać szybkość przemieszczania się jonów w polu elektrycznym?

**Odczynniki:** chromian(VI) potasu, siarczan(VI) miedzi(II), woda amoniakalna, chlorek amonu

**Sprzęt:** zlewki o pojemności  $100\text{ cm}^3$ , wkraplacze, zestaw do elektrolizy, bibuła filtracyjna, elektrody miedziane, źródło stałego napięcia prądu (3 płaskie baterie), płytki szklane

**Przebieg doświadczenia**

Sporządzamy roztwór  $1,5\text{ g}$  chromianu(VI) potasu w  $50\text{ cm}^3$  wody oraz roztwór  $1,5\text{ g}$  siarczanu(VI) miedzi(II) również w  $50\text{ cm}^3$  wody. Do roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) dodajemy jeszcze kroplami wodę amoniakalną tak długo, aż powstający na początku osad ulegnie rozpuszczeniu. Mieszamy oba roztwory w stosunku objętościowym 1:1 oraz budujemy zestaw zgodnie z rysunkiem.



Rys. 3. Schemat zestawu do badania wędrówki jonów w polu elektrycznym

Nasycamy bibułę filtracyjną roztworem chlorku amonu z dodatkiem wody amoniakalnej i kładziemy ją na szklanej płytce. Przez środek bibuły robimy kreskę, używając w tym celu małego skrawka bibuły nasączonego badanym roztworem, zawierającym sole miedzi i chromu. Równoległe do tej barwnej linii umieszczamy, w odległości nie większej niż  $1\text{ cm}$ , po obu jej stronach elektrody miedziane. Następnie elektrody te łączymy ze źródłem prądu stałego. Obserwujemy przez około  $10\text{ minut}$  zmiany zachodzące na bibule.

### Spostrzeżenia

Po dodaniu do roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) pewnej ilości wody amoniakalnej powstał najpierw osad o barwie niebieskiej.

Przy dalszym dodawaniu wody amoniakalnej osad ten ulegał roztworzeniu w wyniku czego powstał roztwór o barwie niebieskofioletowej.

Po włączeniu źródła prądu nastąpiło rozmycie się linii w ten sposób, że jony o barwie niebieskofioletowej przemieszczały się w kierunku jednej elektrody, a jony o barwie żółtej w kierunku przeciwnym, do elektrody drugiej.

### Wnioski

W wyniku przyłożonego napięcia do bibuły, nastąpił ruch jonów: jony dodatnie, to jest jony tetraaminamiedzi(II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , podążają w kierunku elektrody połączonej z ujemnym biegunem źródła prądu, a jony ujemne, to jest jony chromianowe(VI)  $\text{CrO}_4^{2-}$ , które przemieszczają się w kierunku elektrody połączonej z dodatnim biegunem źródła prądu. Ruch jonów w roztworze elektrolitu wywołany działaniem sił pola elektrycznego nosi nazwę migracji jonów. Migracja jonów jest procesem powolnym.

## Doświadczenie 6

### ELEKTROLIZA ROZTWORU KWASU CHLOROWODOROWEGO

#### Cel doświadczenia

- zbadanie produktów elektrolizy wodnego roztworu kwasu chlorowodorowego.

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przygotować do pracy elektrolizer według instrukcji i przeprowadzić elektrolizę. Ustalić jaki gaz powstaje podczas elektrolizy na katodzie? Z badać właściwości gazu powstającego na anodzie? Sprawdzić, w jakim stosunku objętościowym tworzą się gazy na elektrodach.

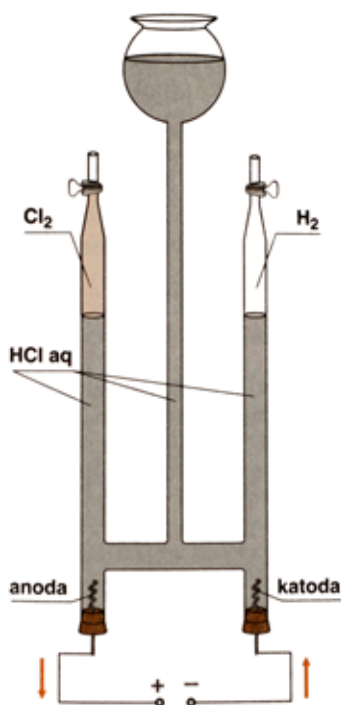
**Odczynniki:** kwas chlorowodorowy

**Sprzęt:** elektrolizer Hofmanna, płaska bateria 4,5V, lub inne źródło prądu

stałego, przewody elektryczne zakończone zaciskami, zwitek waty umocowany na drucie, probówka

### Przebieg doświadczenia

Przygotowujemy elektrolizer, źródło prądu stałego, przewody elektryczne zakończone zaciskami oraz zwitek waty umocowany na drucie i kwas chlorowodorowy rozcieńczony wodą w stosunku objętościowym 1:1. Napełniamy elektrolizer Hofmanna kwasem solnym aż do wysokości górnych kranów wylotowych odprowadzających gazy. Następnie elektrody elektrolizera łączymy z biegunami źródła prądu. Należy przy tym pamiętać, która elektroda połączona jest z dodatnim, a która z ujemnym biegunem źródła prądu stałego. Obserwujemy z uwagą zjawiska zachodzące na elektrodach oraz barwy powstających gazów. Po zebraniu około 10 cm<sup>3</sup> gazu w obu ramionach elektrolizera przerywamy dopływ prądu elektrycznego. Do kranu zamykającego przestrzeń katody elektrolizera zbliżamy probówkę obróconą dnem do góry. Otwieramy kran i zbieramy gaz w probówce. Następnie zbliżamy zapalone łuczywo do wylotu probówki. Obserwujemy jak spala się gaz zebrany w probówce. Następnie zbliżamy zwitek waty do wylotu rurki z przestrzeni anodowej i otwieramy kranik. Po chwili badamy zapach waty.



Rys. 4. Aparat Hofmanna

### Spostrzeżenia

Po zamknięciu obwodu prądu stałego na elektrodach elektrolizera nastąpiło wydzielenie się gazów.

Na katodzie wydzielal się gaz bezbarwny, a na anodzie gaz o barwie zielonej. Bezbarwny gaz w obecności płomienia łuczywa spalał się gwałtownie w charakterystyczny sposób, natomiast gaz o barwie zielonej miał ostry, duszący i przenikliwy zapach.

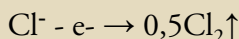
W obu ramionach elektrolizera wydzielily się jednakowe objętości gazów.

### Wnioski

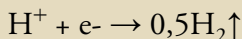
W wyniku przepuszczenia prądu elektrycznego przez roztwór kwasu chlorowodorowego następuje jego rozkład.

Na katodzie elektrolizera powstaje wodór, a na anodzie tworzy się chlor.

Zachodzą następujące procesy chemiczne: na elektrodzie dodatniej:



na elektrodzie ujemnej:



Elektrolizą nazywamy zespół reakcji chemicznych zachodzących na elektrodach w podczas przepływu prądu elektrycznego przez roztwór elektrolitu.

## Doświadczenie 7

### ELEKTROLIZA STOPIONEGO CHLORKU OŁOWIU(II)

#### Cel eksperymentu

- wykazanie, że proces elektrolizy może zachodzić w stopionych solach

#### Zadanie laboratoryjne

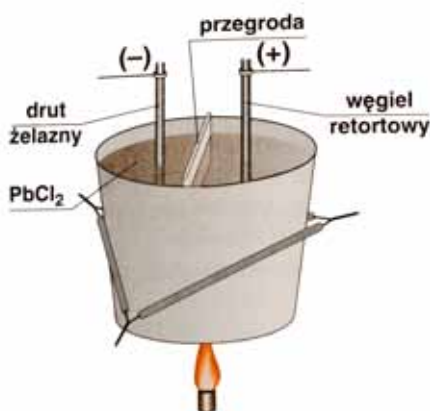
Należy przeprowadzić elektrolizę stopionego chlorku ołowiu(II). Ustalić jakie jony obecne są w stopionym chlorku ołowiu(II)?

**Odczynniki:** chlorek ołowiu(II)

**Sprzęt:** statyw do zamocowania elektrod, elektroda z grubego drutu stalowego, elektroda z pręta grafitowego, trójkąt kaolinowy, korek, tygiel porcelanowy, palnik gazowy, taśma teflonowa, źródło prądu stałego o napięciu około 10V, stalowa foremka, taśma teflonowa

### Przebieg doświadczenia

W uchwytach statywu mocujemy dwie elektrody: jedną z grubego drutu stalowego, a drugą z pręta grafitowego, izolując je od siebie za pomocą korka. Końce elektrod wstawiamy do tygla porcelanowego i przedzielamy je kawałkiem taśmy teflonowej.



Rys. 5. Elektroliza stopionego chlorku ołowiu(II)

Następnie tygiel wypełniamy sproszkowanym chlorkiem ołowiu(II) i prażymy za pomocą palnika gazowego, aż do stopienia się soli. Elektrody łączymy ze źródłem prądu stałego. Elektrolizę prowadzimy w ciągu 10 minut, nie przerywając ogrzewania. Następnie wylewamy stopioną masę do stalowej formy.

Co otrzymujemy w wyniku elektrolizy stopionego chlorku ołowiu(II)? Jakie zachodzą reakcje na elektrodach?

### Informacje szczegółowe

Prażenie chlorku ołowiu(II) należy prowadzić pod sprawnie działającym wyciągiem, ponieważ sól ta jest łatwo lotna, a jej pary są trujące. Ponadto w czasie elektrolizy wydziela się trujący gaz, chlor i dlatego należy zachować szczególną ostrożność.

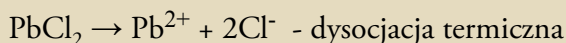
### Spostrzeżenia

Podczas prowadzenia elektrolizy stopionego chlorku ołowiu(II) na jednej z elektrod wydzielił się gaz o zielonym zabarwieniu, a na drugiej elektrodzie tworzył się metaliczny nalot.

### Wnioski

W stopionym chlorku ołowiu(II) obecne są jony ołowiu(II)  $\text{Pb}^{2+}$  oraz jony chlorkowe  $\text{Cl}^-$ .

Tworzący się na elektrodzie ołów i wydzielający się chlor dowodzą, że musiały zajść określone reakcje chemiczne:



Na katodzie zachodzi proces:  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^0$

natomiast na anodzie zachodzi proces:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2\uparrow$

Podany przykład elektrolizy jest dowodem na to, że proces ten nie zachodzi wyłącznie w roztworze elektrolitu, ale też w każdym innym układzie, w którym znajdują się swobodne jony.

Sieć krystaliczna soli podczas stapiania ulega zniszczeniu w wyniku czego uwolnione jony mogą przemieszczać się w polu elektrycznym w kierunku elektrod.

Tą metodą, elektrolizy stopionych soli, otrzymuje się czyste metale.

Jest to jedyna metoda pozwalająca na otrzymywanie metali lekkich, których nie można otrzymać w wyniku elektrolizy wodnych roztworów ich związków chemicznych.

## Doświadczenie 8

### NIKLOWANIE MOSIĘŻNEGO PRZEDMIOTU

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie uczniów z praktycznym zastosowaniem procesu elektrolizy



**Zadanie laboratoryjne**

Wiedząc, na czym polega proces elektrolizy oraz jakie zachodzą reakcje podczas elektrolizy, należy pokryć powierzchnię mosiężnego przedmiotu niklem. Jaki musiałby być skład kąpeli i materiał anody, gdyby chciano wspomniany przedmiot pokryć warstwą srebra?

**Odczynniki:** kwas cytrynowy, siarczan(VI) niklu(II), glukoza, woda destylowana

**Sprzęt:** drut nikłowy, przedmiot mosiężny, zlewka o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, przewody elektryczne, bateria 4,5 V

**Przebieg doświadczenia**

Przygotowujemy roztwór składający się z 20 g siarczanu(VI) niklu(II), 2 g kwasu cytrynowego i 10 g glukozy oraz 200 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Roztworem tym napełniamy zlewkę o pojemności 250 cm<sup>3</sup> i zanurzamy w nim drut nikłowy (będący anodą) oraz przedmiot mosiężny pełniący funkcję katody. Wymienione elektrody łączymy przewodami, które dalej zwieramy z biegunami baterii. Prowadzimy proces elektrolizy przez okres 10 minut. Przedmiot mosiężny powinien stanowić jedną z elektrod układu. Obserwujemy, jak zmienia się powierzchnia mosiężnego przedmiotu. Jaki powinien być skład kąpeli i z czego powinna być zbudowana anoda, w przypadku srebrzenia mosiężnego przedmiotu?

**Spostrzeżenia**

Pod wpływem elektrolizy mosiężny przedmiot pokrył się metaliczną, srebrzystą warstwą.

**Wnioski**

Drut nikłowy stanowił roztwarzającą się anodę.

Nikiel przechodzi do roztworu w postaci jonów Ni<sup>2+</sup>, które następnie na przedmiocie badanym redukują się do niklu, pokrywając jego powierzchnię.

W przypadku srebrzenia powierzchni przedmiotu, elektrolit powinien składać się z roztworu soli srebra, a anodą powinien być srebrny drut.

## Doświadczenie 9

## BADANIE SZYBKOŚCI KOROZJI STALI

## Cel doświadczenia

- badanie czynników wpływających na szybkość procesu korozji stali

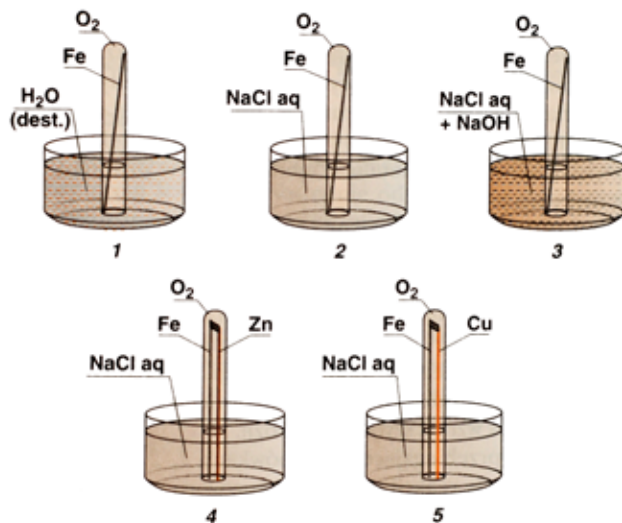
## Zadanie laboratoryjne

Wykorzystując różne czynniki zmieniające powierzchnię stali, należy zaproponować sposób badania wpływu tych czynników na szybkość korozji stalowych gwoździ. Jaki jest końcowy produkt korozji żelaza? Ustalić w jaki sposób szybkość przebiegu korozji zależy od środowiska, w którym ona zachodzi? Należy zbadać, które dodatkowe czynniki mają wpływ na przebieg korozji?

**Odczynniki:** druty stalowe, druty stalowe z przyczepionym drutem cynkowym lub miedzianym, chlorek sodu, wodorotlenek sodu, tlen

**Sprzęt:** pięć krystalizatorów, pięć probówek

## Przebieg doświadczenia



Rys. 6. Badanie przebiegu korozji stali w różnych warunkach

Przygotowujemy pięć krystalizatorów i pięć ponumerowanych probówek, do których wkładamy druty stalowe oraz druty stalowe z przyczepionym drutem

cynkowym lub miedzianym.

Krystalizatory oraz próbówki napełniamy wodą lub roztworami wskazanymi na rysunku. Następnie próbówki wypełniamy tlenem. Całość pozostawiamy na kilka godzin lub nawet na kilka dni. Obserwujemy powstające zmiany w próbówkach.

### Spostrzeżenia

Szybkość korozji w każdym z badanych przypadków jest inna.

W każdej z próbek pojawił się osad o barwie brunatnordzawej.

Korozja zaszła najszybciej w próbówce nr 5, w której znajduje się roztwór chlorku sodu, a drut stalowy połączony jest z drutem miedzianym.

Następnie korozja pojawiała się kolejno w próbkach nr 2, nr 1 i nr 3.

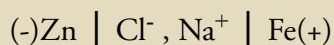
W próbówce nr 4 nie zaszedł proces korozji.

### Wnioski

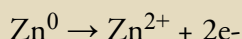
Końcowym produktem korozji jest brunatny osad w postaci uwodnionego tlenku żelaza(III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , który potocznie nazywamy rdzą.

Na szybkości korozji ma wpływ kontakt żelaza z substancją o mniejszej reaktywności niż żelazo, na przykład z miedzią, wykazującą wyższy potencjał elektrodowy.

Inaczej przebiega proces, gdy żelazo styka się z cynkiem, który jest metalem o niższym potencjale standardowym. Powstaje wtedy ogniwo galwaniczne



i zachodzi proces utleniania cynku oraz przechodzenie jego jonów do roztworu:



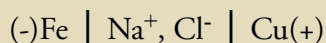
Zachodzi również proces redukcji tlenu na powierzchni żelaza.

Końcowym produktem jest wówczas wodorotlenek cynku  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  i wtedy elektroda cynkowa, a nie żelazna, ulega szybkiemu zużyciu.

W tym przypadku nie obserwuje się korozji żelaza.

Doświadczenie to dowodzi, że powłoka ochronna na żelazie może być wykonana z cynku lub innego metalu o ujemnym, w stosunku do żelaza, potencjale elektrodowym.

W próbówce nr 5 także mamy ogniwo galwaniczne

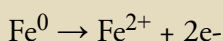


Żelazo jest w tym przypadku elektrodą ujemną i utlenia się znacznie szybciej niż w poprzednich przypadkach.

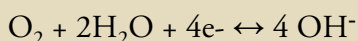
Obserwujemy wpływ zetknięcia się żelaza z metalem mniej reaktywnym, na przebieg zachodzącej korozji.

Doświadczenie to dowodzi, że zetknięcie się żelaza z substancją mniej reaktywną, o wyższym potencjale elektrodowym, wpływa na wzrost szybkości korozji.

Rozpatrując procesy przebiegające w probówkach nr 1, nr 2 i nr 3, można stwierdzić, że w pierwszej fazie reakcji w warstwie roztworu pokrywającego powierzchnię żelaza pojawiają się kationy żelaza(II):



Układ  $\text{Fe}^0 \mid \text{Fe}^{2+}$  jest półogniwem, w którym zachodzi proces utleniania, a proces redukcji przebiega w półogniwie tlenowym  $\text{O}_2 \mid \text{OH}^-$ :



Powstaje ogniwo, w którym żelazo jest elektrodą ujemną to jest anoda.

Obecne w roztworze jony chlorkowe  $\text{Cl}^-$  zwiększają przewodnictwo elektryczne roztworu i w obwodzie płynie większy prąd niż w pierwszym przypadku.

W probówce trzeciej widoczne jest zahamowanie procesu korozji, gdyż jest tam dość duże stężenie jonów wodorotlenkowych  $\text{OH}^-$  w roztworze, co przeciwdziała procesowi redukcji tlenu.

## Doświadczenie 10

### ELEKTROLIZA ROZTWORU CHLORKU MIEDZI(II)

#### Cel doświadczenia

- zbadanie produktów powstających na elektrodach węglowych podczas procesu elektrolizy wodnego roztworu chlorku miedzi(II)

#### Zadanie laboratoryjne

Należy stwierdzić, jakie produkty powstaną w wyniku elektrolizy wodnego roztworu chlorku miedzi(II). Ustalić czy zaproponowany w opisie doświadczenia układ może być ogniwo elektrochemicznym? Zaprojektować równania odpowiednich reakcji chemicznych. Ustalić czy pod koniec eksperymentu, po

wydzieleniu się produktów na elektrodach, badany układ w dalszym ciągu jest ogniwem elektrochemicznym?

**Odczynniki:** 5% roztwór chlorku miedzi(II)

**Sprzęt:** zlewka o pojemności 300 cm<sup>3</sup>, elektrody węglowe, woltomierz, źródło prądu stałego o napięciu około 2,5 V

### **Przebieg doświadczenia**

Do zlewki zawierającej roztwór chlorku miedzi(II) zanurzamy dwie elektrody węglowe i podłączamy do nich woltomierz. Sprawdzamy, czy tak zbudowany układ jest ogniwem. Następnie wymontowujemy woltomierz, łączymy obie elektrody ze źródłem prądu stałego o napięciu około 2,5 V. Obserwujemy zachodzące zmiany na elektrodach.

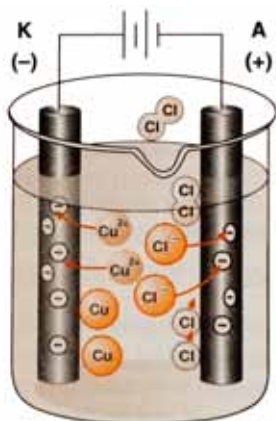
Po upływie około 5 minut odłączamy zewnętrzne źródło prądu i ponownie podłączamy szybko woltomierz. Czy obecnie badany układ jest ogniwem?

### **Spostrzeżenia**

Po podłączeniu woltomierza do układu nie zaobserwowano żadnych zmian. Woltomierz wskazywał wartość 0. Pod wpływem przyłożonego zewnętrznego napięcia prądu stałego nastąpił proces elektrolizy. Na katodzie powstawał czerwono-brunatny nalot, a na anodzie wydzielały się pęcherzyki gazu o barwie żółtozielonej i ostrym, przenikliwym zapachu. Po ponownym podłączeniu woltomierza zaobserwowano, że urządzenie wskazuje pewną wartość napięcia prądu.

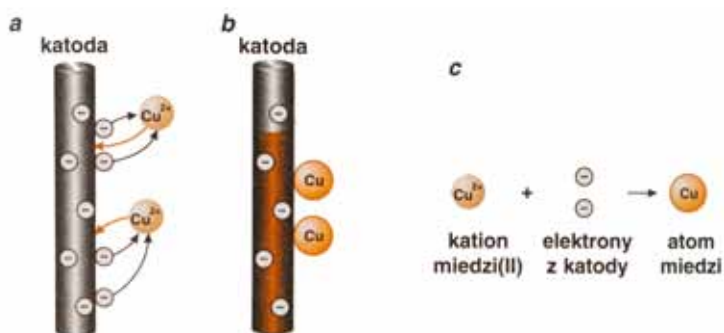
### **Wnioski:**

Zrozumienie procesów zachodzących na granicy zetknięcia się elektrod z roztworem elektrolitu oraz w samym elektrolicie umożliwi model przedstawiony na rysunku.

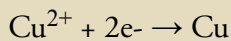


Rys. 7. Model procesu elektrolizy na przykładzie chlorku miedzi(II)

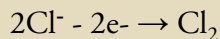
Kationy miedzi(II)  $\text{Cu}^{2+}$ , pod wpływem przyłożonego zewnętrznego napięcia, dążą do katody, która jest elektrodą ujemną, od której pobierają elektrony, redukując się w ten sposób do atomów miedzi.



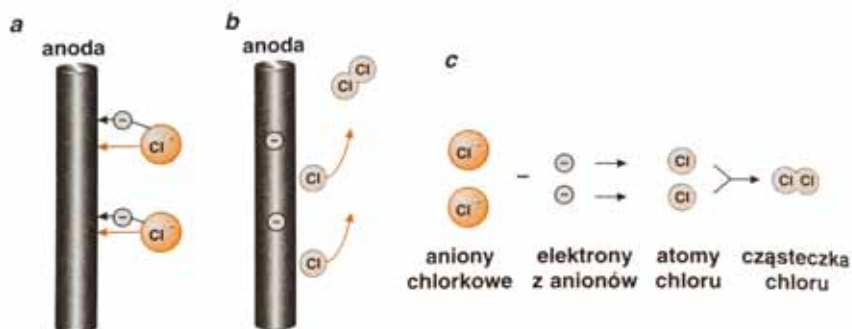
Rys. 8. Model procesów przebiegających na katodzie



Aniony chlorkowe  $\text{Cl}^-$  dążą w tym procesie do anody, która jest elektrodą dodatnią, gdzie oddają elektrony, utleniając się do atomów chloru. Atomy te łączą się i wydzielają w postaci cząsteczek dwuatomowych chloru.



Przed elektrolizą układ nie jest ogniwem, gdyż obie jednakowe elektrody



Rys. 9. Model procesów przebiegających na anodzie

węglowe mają identyczny potencjał względem roztworu.

Natomiast układ ten staje się ogniwem dopiero w wyniku tworzenia się na elektrodach produktów elektrolizy.

W procesie elektrolizy katoda staje się elektrodą miedzianą, a anoda elektrodą chlorową. Wtedy cały badany układ staje się ogniwem.

## Doświadczenie 11

### IDENTYFIKACJA PRODUKTÓW ELEKTROLIZY WODY I ROZTWORU NADTLENKU WODORU

#### Cel doświadczenia

- identyfikacja produktów elektrolizy wody
- identyfikacja produktów elektrolizy roztworu nadtlenku wodoru
- porównanie objętości wydzielających się gazów w obu próbach

#### Zadanie laboratoryjne

Mając aparat Hofmanna oraz wodę i roztwór nadtlenku wodoru, należy zbadać, jakie gazy wydzielają się w procesie elektrolizy tych substancji i określić, w jakim stosunku objętościowym wydzielają się gazy w obu próbach.

**Odczynniki:** 3% roztwór nadtlenku wodoru (woda utleniona), 0,5-molowy roztwór kwasu siarkowego(VI)

**Sprzęt:** aparat do elektrolizy Hofmanna, źródło prądu stałego 12 V, przewodniki, probówki, łuczywo

### Przebieg doświadczenia

Na początku doświadczenia napełniamy elektrolizer Hofmanna roztworem wodnym kwasu siarkowego(VI). Następnie elektrody łączymy ze źródłem prądu stałego o napięciu 10-30 V lub z akumulatorem o napięciu około 12V. Obserwujemy zmiany zachodzące podczas elektrolizy na obu elektrodach.

W celu zidentyfikowania gazowych produktów reakcji zbieramy każdy z nich do probówki, otwierając odpowiednie górne krany aparatu i zbliżając do rurek wylotowych probówki odwrócone dnem do góry. Gazy badamy za pomocą tłącego a także palącego się łuczywa. Po przeprowadzonym doświadczeniu wylewamy roztwór z aparatu Hofmanna i napełniamy go 3% roztworem nadtlenu wodoru z dodatkiem kilku cm<sup>3</sup> kwasu siarkowego(VI). Następnie elektrody elektrolizera ponownie łączymy ze źródłem prądu stałego i obserwujemy wydzielanie się gazów na obu elektrodach. Zwracamy uwagę na objętości wydzielonych gazów. Po zakończeniu doświadczenia przeprowadzamy identyfikację otrzymanych gazów w taki sam sposób jak poprzednio.

### Spostrzeżenia

Podczas elektrolizy wody na obu elektrodach wydzielają się gazy.

Także podczas elektrolizy roztworu nadtlenu wodoru na elektrodach powstawały produkty gazowe.

W przypadku elektrolizy wody objętość gazu powstałego przy katodzie była dwa razy większa niż objętość gazu wydzielającego się przy anodzie.

Natomiast w wyniku elektrolizy roztworu nadtlenu wodoru powstały jednakowe objętości gazów przy obu elektrodach.

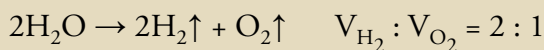
Zbliżenie tłącego się łuczywa do probówki z gazem zebrany przy anodzie powodowało jego zapalenie się i spalanie dużym płomieniem.

Zbliżenie palącego się łuczywa do gazu zebranego przy katodzie spowodowało charakterystyczny głośny trzask.

### Wnioski

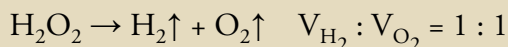
Podczas elektrolizy wody i roztworu nadtlenu wodoru powstaje wodór i tlen.

W przypadku elektrolizy wody zachodzi proces:



Podczas elektrolizy roztworu nadtlenu wodoru przebiega następujący proces:





## Doświadczenie 12

### POMIAR NAPIĘCIA OGNIWA GALWANICZNEGO ZBUDOWANEGO Z OŁÓWKA

#### Cel doświadczenia

- zaproponowanie sposobu budowy ogniwa galwanicznego z wykorzystaniem ołówka

#### Zadanie laboratoryjne

Mając zwykły ołówek oraz znając zasadę budowy i działania ogniwa galwanicznego, należy zbudować ogniwo.

**Odczynniki:** roztwór soli kamiennej lub roztwór kwasu octowego, roztwór fenoloftaleiny

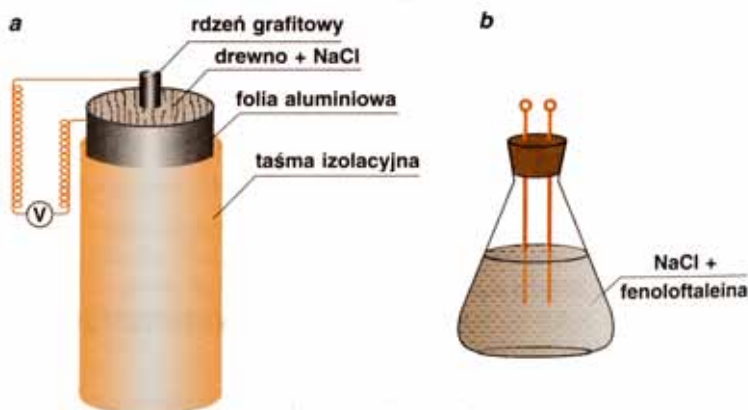
**Sprzęt:** ołówek grafitowy, folia aluminiowa, dwie elektrody miedziane, dwa przewody, taśma izolacyjna, dwa zaciski, kolba kulista płaskodenna, korek, woltomierz

#### Przebieg doświadczenia

Usuwamy nożem z ołówka warstwę lakieru, a następnie zanurzamy go na około 20 minut w gorącym roztworze soli kamiennej. W tym czasie drewno ołówka nasiąka roztworem elektrolitu. Prawie cały ołówek, bo tylko z wyjątkiem około 2 cm, owijamy folią aluminiową. Za pomocą taśmy izolacyjnej zabezpieczamy ją przed obsuwaniem się. Z wolnej od folii części ołówka usuwamy drewnianą obudowę tak, aby poprzez zacisk zapewnić kontakt przewodnika z rdzeniem grafitowym. Folię aluminiową łączymy również za pomocą zacisku z przewodem miedzianym. W ten sposób otrzymujemy ogniwo, w którym elektrolit znajduje się w masie drewna ołówka, a elektrodami są grafit i folia aluminiowa.

W celu pomiaru napięcia powstałego ogniwa, łączymy końce wystających przewodów z zaciskami woltomierza. Aby stwierdzić, że otrzymane ogniwo

jest źródłem prądu, można wykorzystać zestaw pokazany na rysunku b. Składa się on z małej kolby, do której wlewamy roztwór soli kamiennej, z kilkoma kroplami roztworu fenoloftaleiny. Szyjkę kolby zatykamy korkiem, przez który przeprowadzamy dwie elektrody miedziane.



Rys. 10. Ogniwo zbudowane z ołówka(a) i ogniwo zbudowane z elektrod miedzianych i roztworu NaCl(b)

### Spostrzeżenia

Po połączeniu końców przewodów z zaciskami woltomierza można było zauważyć, że ogniwo zbudowane z ołówka wytwarzało prąd o napięciu około 1V.

Natomiast po połączeniu przewodami ogniwa z elektrodami miedzianymi elektrolizera znajdującymi się w kolbie, przy katodzie pojawia się malinowe zabarwienie.

Za pomocą takiego zestawu, można jedynie ustalić znaki biegunów otrzymanego

ogniwa, ale nie wartość napięcia wytwarzanego prądu elektrycznego.

### Wniosek

Wykorzystując materiały powszechnie dostępne można wykonać proste ogniwo elektrochemiczne.

Źródło prądu o większym napięciu, na przykład 2-3 V, można uzyskać, łącząc w baterię kilka ogniw, otrzymanych w wyżej opisany sposób.

## Doświadczenie 13

### BADANIE WPŁYWU INHIBITORA NA PRZEBIEG KOROZJI ELEKTROCHEMICZNEJ

#### Cel doświadczenia

- zbadanie wpływu inhibitora na przebieg procesu korozji

#### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić próby zaproponowane w opisie doświadczeniu. Na podstawie wyników prób określić, jaki jest wpływ inhibitora na przebieg korozji.

**Odczynniki:** 1-molowy roztwór kwasu siarkowego(VI), inhibitor typu utleniającego w postaci urotropiny z dodatkiem jodku potasu lub tiomocznik, lub 0,1% roztwór piperydyny

**Sprzęt:** dwie zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup>, dwie blaszki ze stali nierdzewnej, palnik, płytka metalowa, trójnóg

#### Przebieg doświadczenia

Do obu zlewek wlewamy roztwór kwasu siarkowego(VI) i tylko do jednej z nich dodajemy inhibitora utleniającego (pasywującego). Następnie do roztworów wkładamy blaszki ze stali kwasoodpornej i ogrzewamy zawartości zlewek przez około 15 minut. Obserwujemy zachodzące zmiany. Spłukujemy powierzchnie obu płytek wodą i obserwujemy, czy zaszły określone zmiany.

#### Spostrzeżenia

Na płytce zanurzonej w roztworze, w którym nie ma inhibitora, wydzielal się gaz. Powierzchnia tej płytki stała się matowa i porowata.

W drugiej zlewce, z dodatkiem inhibitora, nie obserwowano wydzielania się pęcherzyków gazu na powierzchni płytki. Powierzchnie tej płytki pozostała gładka.

#### Wnioski

Inhibitory wpływają opóźniająco na przebieg procesu korozji lub uniemożliwiają go.

### Doświadczenie 14

## BADANIE WPŁYWU PROTEKTORA NA PRZEBIEG KOROZJI ŻELAZA

#### Cel doświadczenia

- zapoznanie ze sposobem ochrony metalu przed korozją - zastosowanie protektora cynkowego

#### Zadanie laboratoryjne

Zbadaj, jakie działanie na przebieg procesu korozji żelaza ma zastosowanie protektora cynkowego.

**Odczynniki:** 1-molowy roztwór heksacyjanożelazianu(III) potasu, stężony kwas siarkowy(VI), żelazny drut, blaszka cynkowa

**Sprzęt:** dwie probówki, wkraplacze

#### Przebieg doświadczenia

Do dwóch probówek wlewamy, do połowy ich objętości, wodę destylowaną, po czym dodajemy po 3 krople stężonego kwasu siarkowego(VI) oraz 3 krople roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Zawartości obu probówek mieszamy. Następnie blaszkę cynkową owijamy oczyszczonym drutem żelaznym. Do roztworu znajdującego się w jednej probówce zanurzamy sam drut żelazny, a do drugiego roztworu wprowadzamy blaszkę cynkową złączoną z drutem żelaznym. Obserwujemy zachowanie się żelaza w obu roztworach.

#### Spostrzeżenia

Drut żelazny, bez protektora cynkowego, na skutek procesu korozji reagował z kwasem, czemu towarzyszyło intensywne wydzielanie się pęcherzyków gazu. Roztwór zabarwił się na kolor niebieski.

W drugiej probówce, gdzie zanurzone było żelazo złączone z protektorem cynkowym, obserwowano spowolnione wydzielanie się gazu na powierzchni żelaza i intensywniejsze wydzielanie się gazu na powierzchni protektora cynkowego. Zabarwienie roztworu było bładoniebieskie.

**Wnioski**

Powstające jony żelaza(II) reagują z heksacyjanożelazianem(III) potasu.

W wyniku tej reakcji chemicznej tworzy się heksacyjanożelazian(III) żelaza(II)  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  o barwie niebieskiej.

W drugiej probówce barwa roztworu jest znacznie jaśniejsza, co oznacza, że w dużym stopniu zostały zahamowane procesy korozyjne żelaza, na rzecz korozji protektora cynkowego.

Można stwierdzić, że protektory spowalniają procesy korozji metali.

**Doświadczenie 15****ELEKTROLIZA ROZTWORU JODKU POTASU****Cel doświadczenia**

- wykorzystanie procesu elektrolizy oraz charakterystycznej reakcji skrobi z jodem do wykonywania napisów na bibule

**Zadanie laboratoryjne**

Wiedząc, że skrobia reaguje z jodem tworząc związek chemiczny o specyficznej barwie i korzystając z zaproponowanego w instrukcji sprzętu oraz odczynników chemicznych należy wykonać napisy na bibule.

**Odczynniki:** jodek potasu, skrobia

**Sprzęt:** metalowa płytką, źródło prądu stałego o napięciu 4,5 V, bibuła filtracyjna, stalówka do pisania atramentem, przewody z zaciskami

**Przebieg doświadczenia**

Na metalową płytkę połączoną z ujemnym biegunem źródła prądu stałego kładziemy arkusz bibuły zwilżonej roztworem jodku potasu z dodatkiem roztworu skrobi. Zwracamy uwagę na to, aby nałożony arkusz bibuły ściśle przylegał do metalowej płytki. Następnie przyłączamy do stalówki pióra do pisania drugi, dodatni biegun źródła prądu. Przesuwając piórem po bibule, próbujemy napisać dowolny tekst lub wykonać rysunek.

### Spostrzeżenia

Podczas prób pisania stalówką, która stanowi dodatni biegun źródła prądu, na bibule pojawiają się niebieskie znaki i litery.

### Wnioski

W wyniku procesu elektrolizy wodnego roztworu jodku potasu na anodzie, czyli na stalówce, wydziela się jod, który w obecności skrobi wytwarza charakterystyczną, niebieską barwę.

## Doświadczenie 16

### ELEKTROLIZA ROZTWORU CHLORKU CYNKU

#### Cel doświadczenia

- przedstawienie w efektowny sposób procesu elektrolizy wodnego roztworu chlorku cynku, podczas którego na katodzie wydziela się cynk w postaci błyszczących kryształków.

#### Zadanie laboratoryjne

W wykazie podano odpowiedni sprzęt i odczynniki chemiczne niezbędne do przeprowadzenia procesu elektrolizy roztworu chlorku cynku. Należy wykonać ten eksperyment i określić, jakie produkty powstają na każdej z elektrod.

**Odczynniki:** 1-molowy roztwór chlorku cynku

**Sprzęt:** rurka szklana o długości 10 cm i średnicy 2 cm, rurka do odprowadzenia gazu, dwie elektrody grafitowe, przewody, źródło prądu stałego o napięciu około 6 V, dwa gumowe korki

#### Przebieg doświadczenia

Rurkę szklaną zatykamy z jednego końca korkiem gumowym z umieszczoną w nim elektrodą grafitową (patrz rysunek).

Następnie do rurki tej wlewamy roztwór chlorku cynku i zatykamy ją z góry drugim korkiem, w którym również umieszczona jest elektroda grafitowa oraz dodatkowo rurka szklana do odprowadzania gazu. Dolną elektrodę łączymy

z ujemnym biegunem źródła prądu, natomiast elektrodę górną — z dodatnim biegunem. Obserwujemy, jakie zjawiska zachodzą na obu elektrodach.



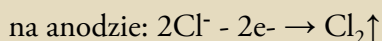
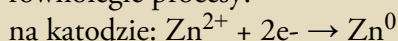
Rys. 11. Zestaw do elektrolizy wodnego roztworu chlorku cynku

### Spostrzeżenia

Podczas przepuszczania prądu elektrycznego przez roztwór chlorku cynku na katodzie powstają błyszczące, o metalicznym połysku kryształy, a na anodzie wydzielą się gaz o żółtozielonej barwie.

### Wnioski

Podczas elektrolizy wodnego roztworu chlorku cynku przebiegają dwa równoległe procesy:



Powstające na katodzie błyszczące kryształy to cynk, natomiast wydzielającym się na anodzie żółtozielonym gazem jest chlor.

## Doświadczenie 17

### ELEKTROLIZA WODNYCH ROZTWORÓW WYBRANYCH SOLI

#### Cel doświadczenia

- przeprowadzenie procesu elektrolizy roztworów chlorku miedzi(II), bromku cynku oraz bromku potasu i porównanie powstających produktów elektrolizy badanych soli.

### Zadanie laboratoryjne

Należy przeprowadzić proces elektrolizy wybranych roztworów soli w zestawie pokazanym na rysunku. Określić i porównać, jakie produkty powstają na elektrodach w przypadku poszczególnych soli, oraz opisać odpowiednimi równaniami procesy zachodzące na poszczególnych elektrodach.

**Odczynnik:** chlorek miedzi(II), bromek cynku, bromek potasu, jodek sodu

**Sprzęt:** rura szklana o długości 15 cm i średnicy 5 cm, dwie probówki, cztery zlewki o pojemności 200 cm<sup>3</sup>, duży gumowy korek, dwie elektrody grafitowe, metalowe zaciski przewodniki, źródło prądu stałego o napięciu 6 V

### Przebieg doświadczenia

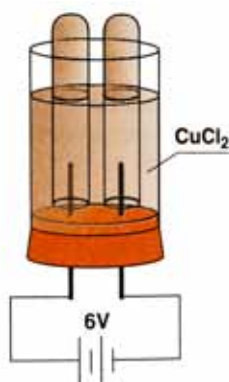
Na wstępie zatykamy rurę szklaną od dołu dużym gumowym korkiem zawierającym dwie elektrody grafitowe i ustawiamy ją pionowo w statywie.

1. Sporządzamy 1-molowy wodny roztwór chlorku miedzi(II) i wlewamy go do rury szklanej, zostawiając od góry około 25% wolnej przestrzeni. Następnie napełniamy dwie jednakowe probówki tym samym roztworem i wstawiamy je do góry dnem na wystające w korku elektrody. Elektrody łączymy zaciskami i przewodami ze źródłem prądu stałego. Obserwujemy zmiany zachodzące na elektrodach.  
Po wykonaniu doświadczenia wylewamy roztwory, oczyszczamy elektrody i przygotowujemy przyrząd do następnego eksperymentu.
2. Sporządzamy 1-molowy wodny roztwór bromku cynku, wlewamy do przyrządu w taki sam sposób jak opisano to wyżej, a następnie napełniamy tym samym roztworem dwie probówki, które nakładamy na elektrody. Elektrody łączymy ze źródłem prądu stałego. Obserwujemy, co dzieje się na obu elektrodach.
3. Przygotowujemy 1-molowy roztwór bromku potasu i przeprowadzamy doświadczenie w taki sam sposób jak opisano to wyżej. Sprawdzamy, palącym się łuczywem, gaz zebrany w jednej z probówek.
4. Sporządzamy 1-molowy wodny roztwór jodku sodu i w taki sam sposób jak poprzednio przeprowadzamy doświadczenie.

### Spostrzeżenia

W przypadku elektrolizy roztworu chlorku miedzi(II) na katodzie powstawał brunatno-czerwony osad, a na anodzie wydzielał się gaz o barwie żółtozielonej. W wyniku procesu elektrolizy roztworu bromku cynku na katodzie powstał





Rys. 12. Zestaw laboratoryjny do elektrolizy wodnych roztworów soli

metaliczny nalot, a na anodzie wydzieliał się gaz barwy brunatnej, który zabarwiał roztwór na kolor brunatny.

Podczas elektrolizy roztworu bromku potasu na katodzie powstawał bezbarwny gaz, a na anodzie gaz barwy brunatnej.

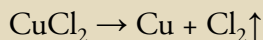
Zbliżenie palącego się łuczywa do próbówki, z powstałym gazem na katodzie, spowodowało charakterystyczny trzask.

W wyniku elektrolizy roztworu jodku sodu na katodzie wydzieliał się bezbarwny gaz, a na anodzie substancja o barwie fioletowej.

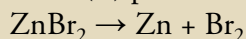
### Wnioski

W wyniku elektrolizy roztworów odpowiednich soli powstają określone produkty.

Równania procesów elektrolizy badanych soli przedstawiają się następująco:

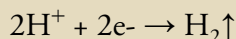


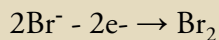
Elektroliza roztworu chlorku miedzi(II) prowadzi do powstania miedzi i chloru.



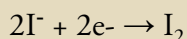
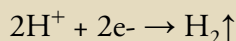
Podczas elektrolizy wodnego roztworu bromku cynku powstaje cynk oraz brom.

W wyniku procesu elektrolizy wodnego roztworu bromku potasu wydziela się wodór oraz powstaje brom:





Podobnie dzieje się z roztworem jodku sodu; na katodzie wydziela się wodór, na anodzie wydziela się jod:



W przypadku dwu ostatnich soli, w wyniku elektrolizy ich roztworów wzrasta w tych roztworach stężenie odpowiednich zasad, to jest potasowej i sodowej.

### **Doświadczenie 18**

#### **BADANIE PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO SODU I POTASU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 296

### **Doświadczenie 19**

#### **BADANIE PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO ROZTWORU PODCZAS REAKCJI ZOBOJĘTNIANIA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 164

### **Doświadczenie 20**

#### **BADANIE PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO ELEKTROLITU OTRZYMANEGO PRZEZ ZMIESZANIE SŁABEGO KWASU ZE SŁABĄ ZASADĄ**

Instrukcja eksperymentu na stronie 168

**Doświadczenie 21**

**BADANIE PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO  
ROZTWORU CHLORKU MIEDZI(II) W ACETONIE  
I W WODZIE**

Instrukcja eksperymentu na stronie 170

**Doświadczenie 22**

**KOROZJA ŻELAZA W KROPLI ROZTWORU ELEKTROLITU**

Instrukcja eksperymentu na stronie 290

**Doświadczenie 23**

**BADANIE WĘDRÓWKI JONÓW W POLU ELEKTRYCZNYM  
Z WYKORZYSTANIEM ZIEMNIAKA**

Instrukcja eksperymentu na stronie 514



## Rozdział XIX

# Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna

### Doświadczenie 1

## OZNACZANIE ZAWARTOŚCI WODY KRYSZALIZACYJNEJ W KRYSZALICZNYM WĘGLANIE SODU

#### Cel doświadczenia:

- wykazanie ile procent masowych wody zawiera krystaliczny węglan sodu.

#### Zadanie laboratoryjne

Wiedząc, że ze stężonego roztworu węglanu sodu krystalizuje sól uwodniona należy zbadać, ile procent masy krystalicznej soli stanowi woda.

Należy wybrać z zestawu odczynników i sprzętu laboratoryjnego to, co jest niezbędne do wykonania tej analizy.

**Odczynniki:** 10 • hydrat węglanu sodu, bezwodny węglan sodu, tlenek wapnia, roztwór fenoloftaleiny, kwas siarkowy(VI)

**Sprzęt:** waga laboratoryjna, parownica, tygiel porcelanowy, palnik gazowy, siatka ceramiczna, probówka, wkraplacz, bibuła filtracyjna, lejek szklany

#### Przebieg doświadczenia

Ważymy najpierw małą parownicę porcelanową, a następnie wsypujemy do niej, pod kontrolą wagi, dokładnie 10 g krystalicznego węglanu sodu. Zawartość parownicy ogrzewamy płomieniem palnika gazowego, aż woda odparuje całkowicie, a pozostałość w parownicy będzie zupełnie sucha. Po ochłodzeniu parownicy do temperatury początkowej ważymy ją ponownie i określamy ubytek masy węglanu. Na tej podstawie określamy zawartość procentową wody krystalizacyjnej w badanym węglanie sodu.

#### Informacje szczegółowe

Błąd wynikający z różnicy między wynikiem praktycznym a wyliczoną zawartością wody krystalizacyjnej w krystalicznym węglanie sodu wynosi około 3,3 %. Stanowi to dopuszczalny procent błędu, jeśli wziąć pod uwagę zastosowanie tak prostych środków pomiaru, jak w wykonanym doświadczeniu.

#### Spostrzeżenia

Podczas wykonywanej próby okazało się, że masa suchej sody wynosiła 3,92 g,

co oznacza, że strata masy krystalicznego węglanu sodu po jego ogrzaniu była równa 6,08 g. Zawartość wody w uwodnionej sodzie musiała więc wynosić 60,8 %.

### Wnioski

Skoro masa krystalicznego węglanu sodu  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  wynosi 286 g, a masa dziesięciu cząsteczek wody 180 g, to woda w tym związku chemicznym stanowi 62,9% jego masy.

## Doświadczenie 2

### UWOLNIONY TLENEK WĘGLA(IV) MIARĄ ZAWARTOŚCI WĘGLANU

#### Cel doświadczenia:

- przeprowadzenie reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z badaną próbką węglanu sodu i na podstawie ilości powstałego tlenku węgla(IV) określenie zawartości węglanu w badanej próbce

#### Zadanie laboratoryjne

Zaproponować, jak na podstawie reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z węglanem sodu można wyznaczyć zawartość węglanu w badanej próbce.

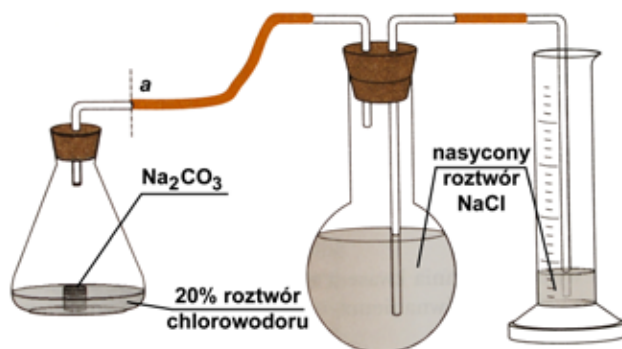
Wykorzystać w doświadczeniu tylko niezbędne odczynniki i sprzęt laboratoryjny, który został wyszczególniony z nadmiarem.

**Odczynniki:** węglan sodu, nasycony roztwór chlorku sodu, 2% roztwór kwasu chlorowodorowego, siarczan(VI) żelaza(II), manganian(VII) potasu

**Sprzęt:** kolba stożkowa o pojemności 200 cm<sup>3</sup>, kolba kulista okrągłodenna o pojemności 1000 cm<sup>3</sup>, cylinder miarowy o pojemności 500 cm<sup>3</sup>, lejek szklany, naczynko wagowe, mała zlewka, korki gumowe z osadzonymi w nich rurkami szklanymi, pompa próżniowa, waga laboratoryjna, ściskacze

#### Przebieg doświadczenia

Montujemy zestaw aparatury zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku.



Rys. 1. Zestaw aparatury do pomiaru objętości tlenku węgla(IV) metodą wypierania wody

W małym naczyniu wagowym lub w zlewce odważamy dokładnie 1000 mg wysuszonego węglanu sodu. Do kolby kulistej okrągłodennej wlewamy nasycony roztwór chlorku sodu, który w tym przypadku pełni funkcję cieczy zaporowej, ponieważ w czystej wodzie tlenek węgla(IV) rozpuszcza się w zauważalnych ilościach. Przygotowaną naważkę węglanu sodu w naczyniu wkładamy do kolby stożkowej, w której znajduje się rozcieńczony roztwór kwasu chlorowodorowego. Następnie zdejmujemy wąż gumowy w miejscu a i zwalniamy metalowy ściskacz na wężyk gumowym. Niezbyt mocno dmuchamy w wężyk gumowy połączony z kolbą okrągłodenną w miejscu a, aż niewielka ilość roztworu chlorku sodu przedostanie się do cylindra miarowego, po czym zamykamy przelot do cylindra ściskaczem. Zakładamy ponownie wężyk gumowy na rurkę szklaną w miejscu a, zwalniamy ściskacz i doprowadzamy do jednakowego poziomu cieczy w kolbie i cylindrze miarowym.

Notujemy, jaką objętość ma ciecz w cylindrze miarowym (to jest objętość I). Z kolei potrząsając kolbą stożkową, powodujemy zmieszanie się węglanu sodu z roztworem kwasu, w wyniku czego powstaje odpowiedni gaz. Odczekujemy kilka minut, aż gaz przestanie się wytwarzać. Ponownie doprowadzamy do jednakowego poziomu cieczy zaporową i ciecz w cylindrze miarowym. Następnie zamykamy przelot do cylindra i wyjmujemy rurkę. Notujemy objętość cieczy znajdującej się w cylindrze miarowym (objętość II).

### Informacje szczegółowe

W celu określenia zawartości węglanu sodu, na podstawie tworzącego się tlenku węgla(IV), należy obliczyć ilość  $\text{CO}_2$  zawartego w 1000 mg węglanu sodu.



Jeżeli w 106 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zawarte są 44 g  $\text{CO}_2$ , to w 1000 mg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  mieści się x g  $\text{CO}_2$

$$x = (44\text{g} \times 1000\text{mg})/106\text{g} = 415\text{mg} \text{ CO}_2 = 0,415\text{g} \text{ CO}_2$$

Ponieważ 44 g tlenku węgla(IV) zajmują objętość 22,4 dm<sup>3</sup> , dlatego obliczonej ilości gazu odpowiada następująca objętość:

$$22,4 \text{ dm}^3 \times (0,415\text{g}/44\text{g}) = 0,211\text{dm}^3 = 211 \text{ cm}^3$$

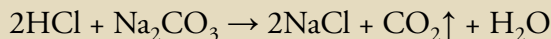
### Spostrzeżenia

Podczas zmieszania się węglanu sodu z kwasem chlorowodorowym zachodzi reakcja chemiczna, w wyniku której wytwarzał się gaz.

Gaz wypierał z kolby odpowiednią, równą swojej objętości, objętość roztworu soli.

### Wnioski

W wyniku działania kwasem na węglan sodu zachodzi reakcja chemiczna wyrażona równaniem:



Powstaje tlenek węgla(IV).

Objętość wydzielonego  $\text{CO}_2$  jest równa różnicy objętości I i objętości II.

Jeżeli na przykład w kolejnej próbie objętość I była równa 40 cm<sup>3</sup>, a objętość II 267 cm<sup>3</sup>, to objętość wydzielonego  $\text{CO}_2$  wynosi 227 cm<sup>3</sup>.

Objętość zredukowana gazu, ujmująca poprawki na ciśnienie, wyniesie:

$$V_r = 227 \times (966 \cdot 273 / (1013 \times 293)) \text{ cm}^3 = 201,7 \text{ cm}^3$$

Zatem jeżeli z 1000 mg węglanu sodu zostanie uwolnione 211 cm<sup>3</sup> tlenku węgla(IV), to 1 cm<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  odpowiada 4,73 mg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Na podstawie pomiaru objętości wytworzonego tlenku węgla(IV) można określić zawartość węglanu, na przykład w sodzie.

### Doświadczenie 3

## ANALIZA WĘGLANU NA PODSTAWIE POMIARU ZMIANY MASY BADANEJ PRÓBKI

#### Cel doświadczenia:

- określenie zawartości węglanu na podstawie zmiany masy węglanu na skutek jego reakcji chemicznej z kwasem chlorowodorowym.

#### Zadanie laboratoryjne

Zaprojektować metodę oznaczania zawartości węglanu sodu w badanej próbce, wykorzystując kwas chlorowodorowy i znajomość strat masy węglanu.

**Odczynniki:** węglan sodu, 20% roztwór kwasu chlorowodorowego

**Sprzęt:** kolba stożkowa o pojemności 200 cm<sup>3</sup>, korek gumowy z dwiema rurkami szklanymi: jedną prostą, a drugą wygiętą pod kątem prostym, małe naczynko wagowe, pompka wodna, waga laboratoryjna, cylinder miarowy

#### Przebieg doświadczenia

W naczynku wagowym odważamy dokładnie 1 g dobrze wysuszonego węglanu sodu i umieszczamy go w kolbie stożkowej, do której wcześniej nalewamy 20 cm<sup>3</sup> 20% roztworu kwasu chlorowodorowego. Kolbę zatykamy korkiem gumowym z dwoma otworami.

W jednym z otworów umieszczamy rurkę szklaną zgiętą pod kątem prostym, której koniec znajduje się tuż nad powierzchnią roztworu kwasu chlorowodorowego. Następnie kolbę starannie tarujemy na wadze laboratoryjnej. Po starowaniu kolby potrząsamy nią tak, by całkowita ilość węglanu sodu przedostała się do kwasu. Obserwujemy zachodzące zmiany. Podczas wytwarzania się gazu zawartość kolby wielokrotnie mieszamy. Teraz zgiętą rurkę łączymy z pompką wodną i wolno odsysamy powietrze z kolby, aby całkowicie usunąć pozostały jeszcze tlenek węgla(IV). Następnie ważymy powtórnie kolbę i określamy stratę masy węglanu sodu.

#### Informacje szczegółowe

Załóżmy, że podczas kolejnej próby strata masy wynosiła 410 mg. Z 1000 mg węglanu sodu zostało więc uwolnione 410 mg tlenku węgla(IV), co stosunkowo dokładnie odpowiada teoretycznie obliczonej (415 mg) równoważonej zawartości



**Rys. 2. Oznaczanie zawartości węgla na podstawie pomiaru ubytku masy na skutek działania kwasu**

tego gazu w węglanie sodu. Wiedząc, że z 1 g węgla otrzymuje się 415 mg tlenu węgla(IV), można na podstawie masy wydzielonego tlenu węgla(IV) obliczyć zawartość węgla sodu.

### Spostrzeżenia

Kwas chlorowodorowy reagował z węglanem sodu w wyniku czego wydzielają się pęcherzyki gazu.

Po usunięciu gazu z przestrzeni kolby i ponownym jej zważeniu okazało się, że masa kolby zmalała.

### Wnioski

W wyniku reakcji chemicznej kwasu chlorowodorowego z węglanem sodu wydzielają się pęcherzyki tlenu węgla(IV).

Na podstawie ubytku masy węgla sodu można określić jego zawartość.

## Literatura\*

- Burewicz A., Jagodziński P., Beska B., Mielniczak M., Gulińska H., Zestaw ćwiczeń laboratoryjnych dla przedmiotu dydaktyka chemii, WN UAM, Poznań 1989
- 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
- Janiuk R.M., Skrok M., Chemia i my. Podręcznik dla klasy 7 szkoły podstawowej, WSiP, Warszawa 1995
- Janiuk R.M., Skrok M., Chemia i my. Podręcznik dla klasy 8 szkoły podstawowej, WSiP, Warszawa 1995
- Kabzińska K., Chemia organiczna dla techników chemicznych, WSiP, Warszawa 1994
- Kaczmarek E., Matysikowa Z., Piosik R., Ochrona środowiska w nauczaniu chemii, WSiP, Warszawa 1991
- Kluz Z., Łopata K., Chemia 7-8, WSiP, Warszawa 1996
- Kozłowski Z., Gutowski R., Chemia nieorganiczna dla techników chemicznych, WSiP, Warszawa 1996
- Lenarcik B., Matysikowa Z., Warnke Z., Doświadczenia z chemii nieorganicznej, PZWS, Warszawa 1972
- Matysikowa Z., Piosik R., Warnke Z., Doświadczenia chemiczne dla szkół średnich, WSiP, Warszawa 1980
- Matysikowa Z., Lenarcik B., Bałka M., Doświadczenia chemiczne w szkole podstawowej, WSiP, Warszawa 1974
- Matysikowa Z., Lenarcik B., Bujewski A., Zbiór doświadczeń z chemii organicznej, WSiP, Warszawa 1979
- Pazdro K. M., Danikiewicz W., Chemia dla licealistów. Chemia ogólna cz.1, Oficyna edukacyjna K. Pazdro, Warszawa 1995
- Rompp H., Raaf H., Chemia organiczna w próbówce, WNT, Warszawa 1990
- Waselowsky K., 225 doświadczeń chemicznych, WNT, Warszawa 1987
- Shakhashiri B.Z., Chemical Demonstrations, A handbook for Teachers of Chemistry, Volume 1-4, The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin 1983-1992

\* Literatura, z której korzystano podczas opracowania książki, a w tym także sporządzania rysunków i schematów zestawów aparatury chemicznej.

Książka jest poprawioną i uzupełnioną wersją podręcznika pt.: „Doświadczenia chemiczne dla szkół średnich cz.2”  
wydanego przez WSiP, Warszawa 1998.

Wydawnictwo po wyczerpaniu nakładu nie wznowiło druku  
lecz zwróciło autorom książki wszelkie ich prawa do publikowania tej pozycji.

Przygotowana do druku wersja została uzupełniona o nowe treści związane z metodyką eksperymentu chemicznego  
i zagadnieniami dotyczącymi bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym.