



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Maria Norek

Zastosowanie podstawowych procesów chemicznych 311[31].Z1.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2006

Recenzenci:

mgr inż. Beata Misiek-Wachowska

mgr inż. Andrzej Wachowski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Małgorzata Urbanowicz

Konsultacja:

dr inż. Bożena Zając

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[31].Z1.03 „Zastosowanie podstawowych procesów chemicznych” zawartej w modułowym programie nauczania dla zawodu technik technologii chemicznej 311[31].

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

SPIS TREŚCI

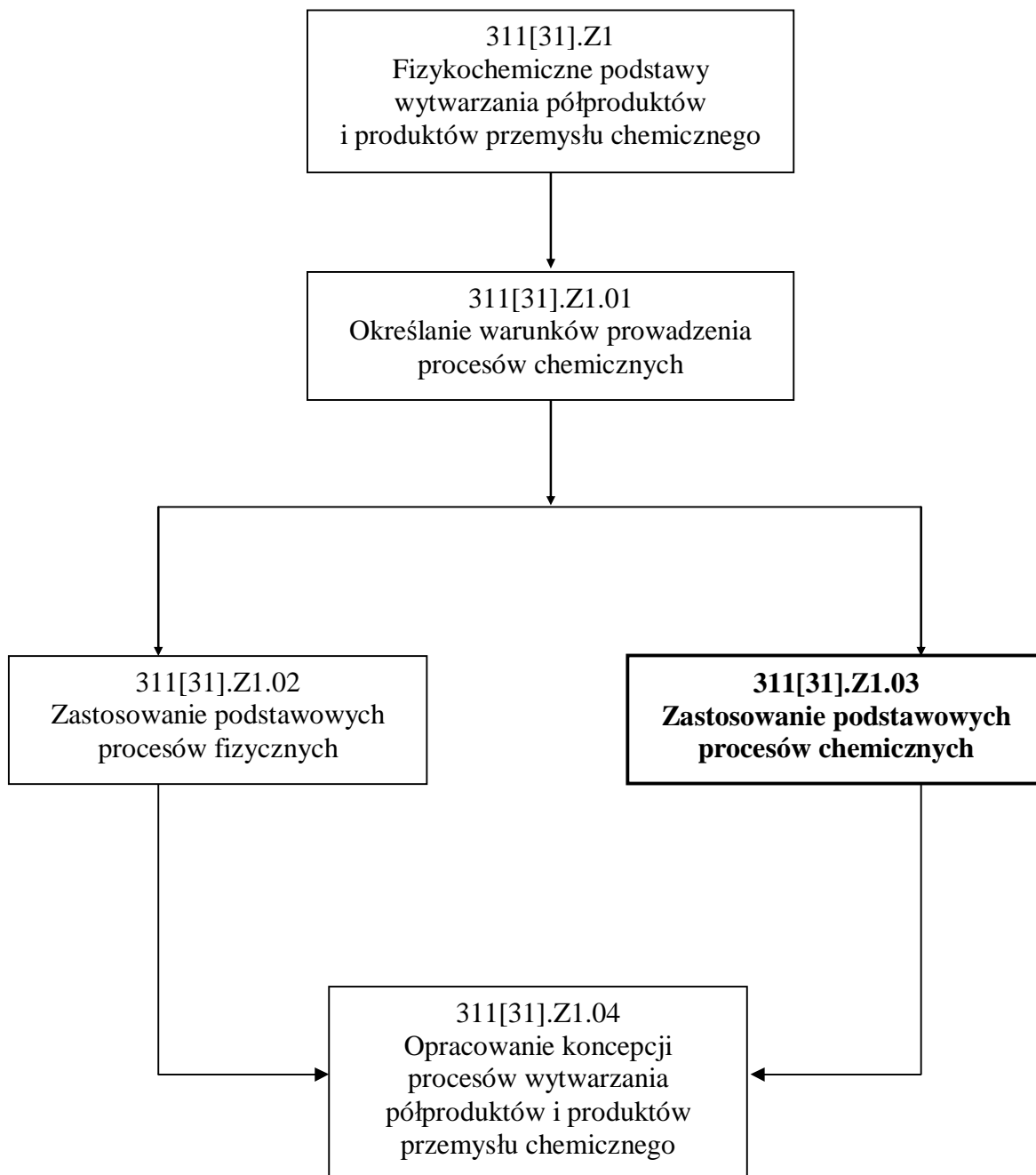
1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Podstawowe procesy chemiczne	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	17
4.1.3. Ćwiczenia	17
4.1.4. Sprawdzian postępów	21
4.2. Procesy utleniania i redukcji związków organicznych	22
4.2.1. Materiał nauczania	22
4.2.2. Pytania sprawdzające	26
4.2.3. Ćwiczenia	26
4.2.4. Sprawdzian postępów	28
4.3. Metody otrzymywania związków sulfonowych i nitrowych. Reakcje wprowadzania fluorowca do związków organicznych	29
4.3.1. Materiał nauczania	29
4.3.2. Pytania sprawdzające	33
4.3.3. Ćwiczenia	33
4.3.4. Sprawdzian postępów	35
4.4. Reakcje związków organicznych zawierających grupy funkcyjne	36
4.4.1. Materiał nauczania	36
4.4.2. Pytania sprawdzające	42
4.4.3. Ćwiczenia	42
4.4.4. Sprawdzian postępów	45
4.5. Elektroliza. Zastosowanie chemicznych procesów podstawowych w technologii chemicznej	46
4.5.1. Materiał nauczania	46
4.5.2. Pytania sprawdzające	50
4.5.3. Ćwiczenia	50
4.5.4. Sprawdzian postępów	52
5. Sprawdzian osiągnięć	53
6. Literatura	58

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o zastosowaniu podstawowych procesów chemicznych, sposobach otrzymywania substancji nieorganicznych i organicznych, oraz określaniu czystości otrzymanych produktów, a także ułatwi Ci wykonanie ćwiczeń i dokonanie oceny szkodliwości stosowanych substancji niebezpiecznych na podstawie ich Kart charakterystyki.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej;
- cele kształcenia, jakie powinieneś osiągnąć w wyniku procesu kształcenia;
- materiał nauczania, który umożliwi Ci samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Obejmuje on wiadomości dotyczące metod otrzymywania związków chemicznych na skalę laboratoryjną oraz zastosowania chemicznych procesów podstawowych w technologii chemicznej, pytania sprawdzające wyposażenie stanowisk pracy oraz sprawdzian postępów;
- sprawdzian osiągnięć, umożliwiający sprawdzenie Twoich umiejętności ukształtowanych podczas realizacji tej jednostki modułowej. Zaliczenie sprawdzianu potwierdzi osiągnięcie celów kształcenia;
- literaturę.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- posługiwać się poprawną nomenklaturą i symboliką chemiczną,
- posługiwać się pojęciami: reakcje zobojętniania, utlenienia-redukcji, utleniacz, reduktor, polimeryzacja, polikondensacja, grupy funkcyjne związków organicznych,
- określać typowe właściwości związków organicznych w zależności od grupy funkcyjnej,
- zapisywać równania reakcji chemicznych,
- wykonywać obliczenia stechiometryczne na podstawie równania reakcji,
- rozpoznawać podstawowy sprzęt laboratoryjny,
- posługiwać się sprzętem laboratoryjnym,
- przestrzegać przepisów bhp w pracowni chemicznej.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- zorganizować stanowisko pracy laboratoryjnej,
- obliczyć ilość substratów niezbędną do przeprowadzenia reakcji chemicznej,
- zastosować wzory chemiczne, nazwy systematyczne, zwyczajowe związków nieorganicznych i organicznych,
- zaprojektować sposoby otrzymywania związków chemicznych na skalę laboratoryjną,
- wykonać czynności laboratoryjne prowadzące do otrzymania substancji nieorganicznych i organicznych,
- obliczyć wydajność przeprowadzonej reakcji chemicznej,
- zidentyfikować grupy funkcyjne związków organicznych,
- określić czystość otrzymanych produktów,
- wykorzystać w sposób racjonalny sprzęt i aparaturę laboratoryjną,
- wykorzystać w sposób racjonalny substancje i czynniki energetyczne,
- sporządzić dokumentację laboratoryjną,
- ocenić szkodliwość stosowanych substancji niebezpiecznych na podstawie Kart charakterystyk,
- zastosować przepisy bhp oraz ochrony przeciwpożarowej podczas wykonywania prac laboratoryjnych,
- określić zastosowania podstawowych procesów chemicznych w procesach technologicznych.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Podstawowe procesy chemiczne

4.1.1. Materiał nauczania

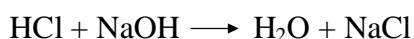
Klasyfikacja podstawowych procesów chemicznych

Liczba i różnorodność procesów chemicznych zachodzących w przyrodzie i przeprowadzanych w laboratorium jest ogromna. Klasyfikując je, można stosować różne kryteria. Na przykład ze względu na:

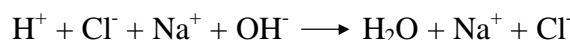
- typ procesu: reakcje syntezy, analizy i wymiany oraz substytucji, addycji, eliminacji, kondensacji, polimeryzacji dla substancji organicznych,
- rodzaj reagentów: reakcje cząsteczkowe, jonowe,
- efekty energetyczne: reakcje egzo- i endoenergetyczne,
- zmianę stopni utlenienia reagentów.

Reakcje zobojętniania

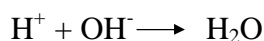
Reakcje zobojętniania zachodzą przeważnie między kwasami i zasadami, a ich produktem są sól i woda. Istotą reakcji zobojętniania jest łączenie się kationów wodorowych i anionów wodorotlenkowych w niezdysoncjowane cząsteczki wody, możemy to zapisać np. forma cząsteczkowa



forma jonowa



forma jonowa skrócona



W reakcjach zobojętniania rolę kwasów mogą spełniać odpowiednio tlenki niemetali zwane bezwodnikami kwasowymi, natomiast rolę zasad tlenki metali zwane bezwodnikami zasadowymi.

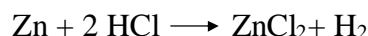
Reakcje utleniania i redukcji

Reakcje, w których następuje zmiana stopni utlenienia reagentów, nazywamy reakcjami utleniania i redukcji lub w skrócie reakcjami redoks.

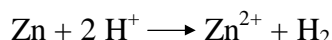
Proces, który prowadzi do obniżenia stopnia utlenienia pierwiastka, to proces redukcji, a proces, który prowadzi do podwyższenia stopnia utlenienia pierwiastka, to proces utlenienia.

Na przykład w reakcji cynku z kwasem solnym:

forma cząsteczkowa

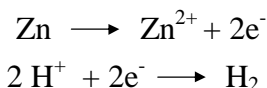


forma jonowa

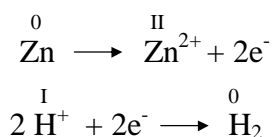


zachodzi zmiana stopni utlenienia cynku i wodoru. Cynk, stając się jonem Zn^{2+} , traci 2 elektrony, jon wodorowy, przyjmując elektron, staje się atomem. Ponieważ wodór tworzy cząsteczki H_2 , należy to uwzględnić w równaniu reakcji.

Równania reakcji:



zapisujemy w postaci:



i nazywamy równaniami półwkowymi. Składa się na nie proces pobierania elektronów,

czyli proces redukcji $2\overset{\text{I}}{\text{H}^+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \overset{0}{\text{H}}$ oraz proces oddawania elektronów, czyli proces

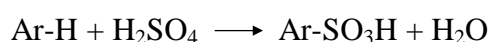
utlenienia $\overset{0}{\text{Zn}} \longrightarrow \overset{\text{II}}{\text{Zn}^{2+}} + 2\text{e}^-$

Reakcje sulfonowania

Sulfonowaniem nazywamy reakcję wprowadzania do związku organicznego grupy sulfonowej $-\text{SO}_3\text{H}$ przez działanie odpowiednim czynnikiem sulfonującym.

Do sulfonowania najczęściej jest używany stężony kwas siarkowy(VI) lub oleum, zawierające 5–40% SO_3 . Związki alifatyczne na ogół sulfonują się dosyć trudno, natomiast związki aromatyczne sulfonują się łatwo i z dobrą wydajnością. Dlatego reakcja sulfonowania jest uważana za charakterystyczną dla związków aromatycznych [2].

Reakcja sulfonowania przebiega wg równania:



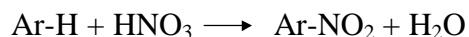
Reakcje nitrowania

Nitrowaniem nazywamy reakcję podstawienia grupami nitrowymi jednego lub więcej atomów wodoru w cząsteczce związku organicznego.

Do nitrowania stosuje się kwas azotowy(V) lub tzw. mieszaninę nitrującą zawierającą stężony kwas siarkowy(VI) i kwas azotowy(V).

Nie wszystkie związki organiczne można nitrować. Spośród związków organicznych najtrudniej poddają się tej reakcji związki alifatyczne, o wiele łatwiej i z większą wydajnością nitrują się związki aromatyczne [2].

Reakcja nitrowania przebiega wg równania:

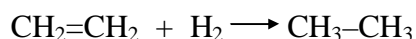


Reakcje addycji

Reakcje polegające na przyłączaniu podstawników do atomów węgla połączonych wiązaniem wielokrotnym, przebiegające z rozerwaniem jednego lub więcej wiązań π nazywa się reakcjami addycji (przyłączenia).

Reakcja addycji jest reakcją charakterystyczną dla związków nienasyconych.

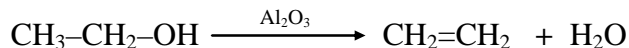
W reakcjach addycji do wiązania wielokrotnego przyłączane są cząsteczki fluorowców, wodoru, fluorowcowodorów, wody, kwasów itp., np.



Reakcje eliminacji

Reakcje, w wyniku których następuje oderwanie od cząsteczki związku organicznego cząsteczki, np. wodoru, wody, fluorowodoru i zwiększa się krotność wiązania, nazywa się reakcjami eliminacji.

Reakcja eliminacji jest reakcją odwrotną w stosunku do reakcji addycji, np.

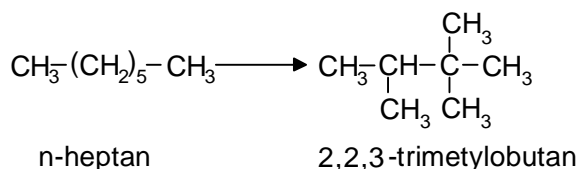


Reakcje izomeryzacji

Izomeryzacja to proces, w którym następuje zmiana struktury cząsteczki związku organicznego, tzn. zmiana wzajemnego układu atomów w cząsteczce, przy zachowaniu jej masy cząsteczkowej i składu.

Reakcje izomeryzacji mają charakter odwracalny, przebiegają w obecności katalizatorów o charakterze kwasowym.

Izomeryzacja lekkich alkanów o budowie łańcuchowej prowadzi do utworzenia węglowodorów o łańcuchu rozgałęzionym i jest wykorzystywana w przemyśle paliwowym do podwyższenia liczby oktanowej benzyn.



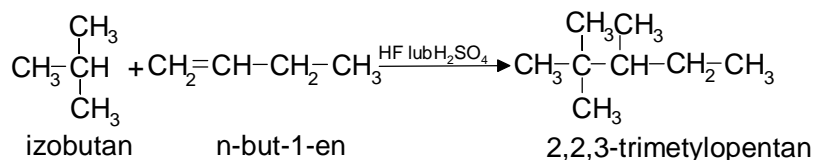
Reakcje alkilowania

Reakcje alkilowania to procesy polegające na wprowadzeniu grup alkilowych do związków organicznych. Przyłączenie grupy alkilowej do atomu węgla w związku organicznym nazywane jest C-alkilowaniem, do atomu tlenu O-alkilowaniem, do atomu azotu N-alkilowaniem, do atomu siarki S-alkilowaniem. Największe znaczenie przemysłowe mają procesy C-alkilowania.

Powszechnie stosowanymi środkami alkilującymi w przemyśle są alkeny, alkohole, acetylen, halogenki alkilowe i estry, w skali laboratoryjnej stosuje się też siarczany(VI) i fosforany(V) alkilowe.

Proces alkilowania przebiega zazwyczaj w obecności katalizatorów kwaśnych, co powoduje zwiększoną agresywność korozyjną mieszaniny reagującej i wiąże się z koniecznością stosowania drogich materiałów konstrukcyjnych.

Przemysłowe znaczenie mają procesy alkilowania izoalkanów alkenami; wytwarzanie wysokooktanowych dodatków do benzyn silnikowych:



a także alkilowanie węglowodorów aromatycznych etenem do wytworzenia monomerów winylowych, np. styrenu.

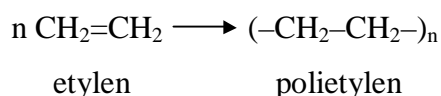
Reakcje polimeryzacji

Reakcję, w której ze związku małowcząsteczkowego (monomeru) powstaje związek wielkowcząsteczkowy (polimer) bez wydzielania się produktów ubocznych, nazywamy reakcją

polimeryzacji, przy czym powstające polimery mają taki sam skład elementarny co i monomery wyjściowe.

Polimeryzacja może być łańcuchowa lub stopniowa i przebiega pod wpływem katalizatorów lub inicjatorów. W przypadku polimeryzacji łańcuchowej, która przebiega z dużą szybkością, nie udaje się wyodrębnić pośrednich produktów reakcji. W przypadku polimeryzacji stopniowej, która przebiega ze stopniowym wzrostem masy cząsteczkowej można wyodrębnić związki przejściowe.

Polimeryzacji towarzyszy rozerwanie wiązań podwójnych lub potrójnych albo otwarcie pierścienia, najczęściej heterocyklicznego, np.

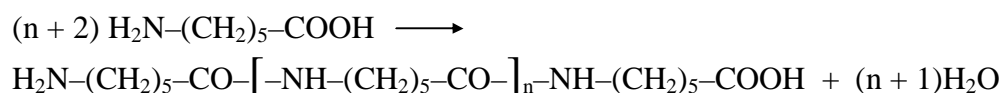


W zależności od stosowanego rozpuszczalnika polimer może być nierozpuszczalny i w czasie reakcji wydziela się z roztworu lub może pozostawać w roztworze i dopiero po zakończeniu reakcji wyodrębnia się go przez wytrącenie innym rozpuszczalnikiem lub odparowanie.

Reakcje polikondensacji

Reakcja polikondensacji to proces powstawania związku wielkocząsteczkowego (polimeru) z cząsteczek jednego lub kilku związków małowcząsteczkowych z wydzielaniem prostych produktów ubocznych, najczęściej wody.

Związki, które mogą ulegać polikondensacji, muszą zawierać co najmniej dwie reaktywne grupy funkcyjne w cząsteczce. Najczęściej spotykane reakcje polikondensacji polegają na wielokrotnie powtarzających się reakcjach estryfikacji lub tworzenia amidów. W reakcji polikondensacji otrzymuje się między innymi poliestry, poliwęglany, poliamidy, np.

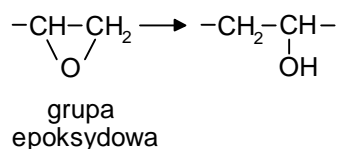


Reakcja polikondensacji ma charakter stopniowy, tzn. wzrost łańcucha zachodzi stopniowo. Początkowo reagują ze sobą dwie cząsteczki substancji wyjściowej, następnie utworzony związek reaguje z trzecią cząsteczką substancji wyjściowej itd.. Wszystkie produkty przejściowe reakcji powstające w wyniku stopniowego przyłączenia nowych cząsteczek monomeru, są całkowicie trwałe i można je wydzielić. Związki z trzema i więcej grupami funkcyjnymi mogą tworzyć polimery przestrzenne.

Reakcje poliaddycji

Polireakcje, w których łączenie się cząsteczek monomerów w makrocząsteczkę polimeru jest reakcją stopniową, jak w przypadku polikondensacji (a nie łańcuchową jak w przypadku polimeryzacji), przy czym nie zachodzi wydzielanie produktów ubocznych, nazywamy reakcjami poliaddycji. Poliaddycji towarzyszy często wędrówka atomu wodoru w monomerze, budowa meru w polimerze zawsze różni się od budowy monomeru.

Najbardziej znanym w praktyce przemysłowej przykładem poliaddycji jest otrzymywanie żywic epoksydowych.

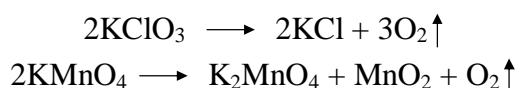


Otrzymywanie substancji gazowych

Gazy w laboratorium otrzymuje się różnymi metodami.

W większości przypadków reakcje, w których są otrzymywane gazy w środowisku bezwodnym, polegają na pirolizie odpowiedniego związku lub innej reakcji przebiegającej w podwyższonej temperaturze.

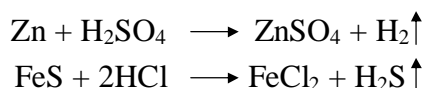
Na przykład tlen można otrzymać w reakcjach:



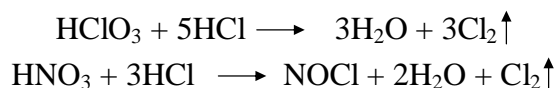
W podwyższonej temperaturze przebiegają również niektóre reakcje syntezy, w wyniku których otrzymuje się gaz. Przykładem takiej reakcji jest otrzymywanie siarkowodoru:



Najbardziej znaną metodą otrzymywania gazów na skalę laboratoryjną jest metoda działania roztworów na substancje stałe, np. w reakcji otrzymywania wodoru z metalicznego cynku i kwasu siarkowego(VI) lub w reakcji otrzymywania siarkowodoru z siarczku żelaza(II) i kwasu solnego



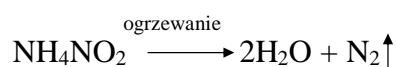
Wykorzystuje się również metody polegające na działaniu cieczą na ciecz, np. w reakcjach



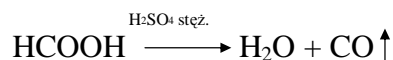
Gazy z roztworów otrzymuje się w wyniku podgrzewania nasyconych lub bardzo stężonych roztworów, wykorzystując zjawisko rozpuszczalności gazu w wodzie ze wzrostem temperatury roztworu. W ten sposób otrzymuje się np.: gazowy amoniak przez ogrzewanie stężonego 25% roztworu wodnego amoniaku, chlorowódz ze stężonego kwasu solnego.

W podobny sposób można otrzymać również inne gazy, np.: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlen.

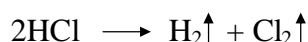
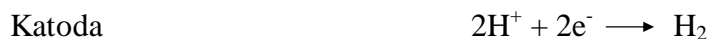
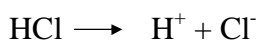
Inną metodą otrzymywania gazów z cieczy jest rozkład termiczny roztworów wodnych niektórych substancji, np. azot można otrzymać przez ogrzewanie stężonych roztworów azotanu(III) amonu:



Do metod otrzymywania gazów z cieczy należy również zaliczyć odwodnienie cieczy, np.:

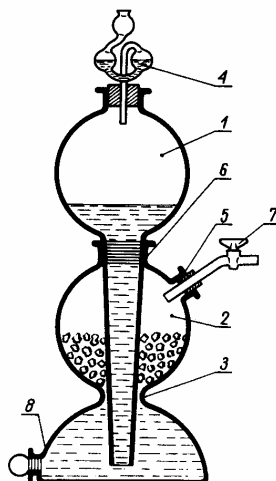


Odrębną metodą otrzymywania gazów z roztworów jest elektroliza wodnych roztworów kwasów, zasad i soli. Metodą elektrolityczną otrzymuje się z wodnych roztworów kwasów tlenowych i ich soli sodowych lub potasowych tlen i wodór, natomiast z roztworów chlorku sodu lub kwasu solnego otrzymuje się wodór i chlor [4].



Aparatura do wytwarzania gazów

Wygodnym i prostym aparatem do wytwarzania gazów z substancji stałej i ciekłej jest aparat Kippa przedstawiony na rysunku 1.



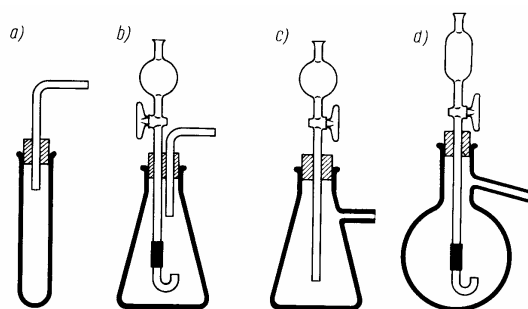
Rys. 1. Aparat Kippa: 1 – lejek, 2 – naczynie dolne, 3 – przewężenie, 4 – zawór hydrauliczny, 5 – otwór wylotowy gazu, 6 – połączenie szlifowe lejka z naczyniem dolnym, 7 – kran, 8 – otwór spustowy zamknięty szklanym korkiem [4]

Składa się on z dwóch naczyń: górnego 1 w kształcie lejka i dolnego 2 w kształcie klepsydry z charakterystycznym przewężeniem 3. Lejek 1 jest połączony z dolnym naczyniem szczelnym szlifem 6. Dolne naczynie jest zaopatrzone ponadto w dwa otwory 5 i 8. Otwór górny 5 zamknięty korkiem z rurką szklaną z kranem 7 służy do odbierania gazu, a dolny 8 do czyszczenia aparatu.

Przygotowanie aparatu Kippa do otrzymywania np. CO₂ polega na włożeniu przez otwór 5 do środkowej kuli drobno potłuczonych kawałków marmuru. Następnie otwór zamyka się korkiem z kranem 7 i nie zamykając kranu wlewa przez otwór lejka 1 tyle 6-molowego HCl, aby jego poziom pokrył całkowicie marmur. Kwas reagując z marmurem, powoduje wydzielanie się CO₂, który stopniowo wypiera powietrze znajdujące się w aparacie. Zamknięcie kranu 7 powoduje wzrost ciśnienia w środkowej kuli i wypchnięcie kwasu do lejka 1, dzięki czemu po chwili reakcja ustaje.

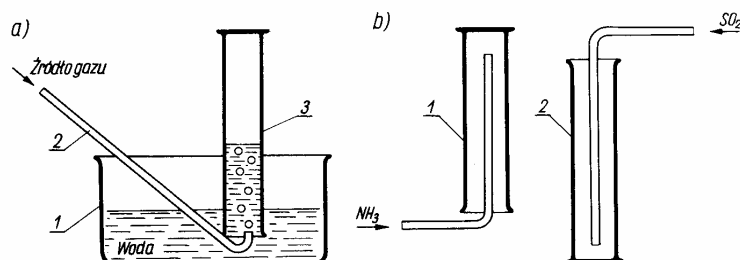
Niekiedy stosowanie Kippa jest niemożliwe, np. gdy substancja jest zbyt rozdrobniona lub gdy są potrzebne małe ilości gazu. Wówczas, stosuje się inne wytwornice wykonane

z kolb stożkowych, kulistych lub nawet probówek. Przykłady takich wytwornic przedstawia rysunek 2.



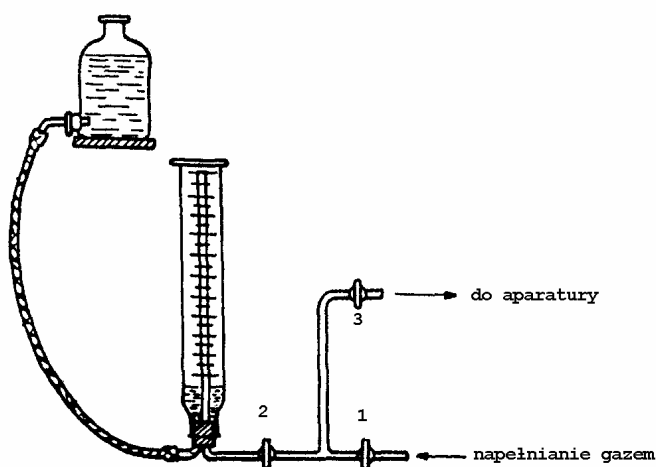
Rys. 2. Proste wytwornice gazów: a) z probówki; b) z kolby stożkowej z wkraplaczem; c) z kolby ssawkowej; d) z kolby destylacyjnej [4]

Wydzielające się gazy cięższe od powietrza można zbierać wprost w otwartych cylindrach, podobnie jak ciecze, lżejsze od powietrza – w cylindrach odwróconych do góry dnem. Gazy bardzo słabo rozpuszczalne w wodzie najczęściej zbiera się nad wodą w waniencie pneumatycznej. Najprostsze sposoby zbierania gazów przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Zbieranie gazów: a) trudno rozpuszczalnych w wodzie: 1 – wanienska pneumatyczna, 2 – rurka doprowadzająca, 3 – cylinder; b) rozpuszczalnych w wodzie: 1 – lżejszych od powietrza (NH_3), 2 – cięższych od powietrza (SO_2) [4]

Jeżeli gazy trzeba przechowywać przez określony czas, stosuje się wówczas różne naczynia, jak pipeta gazowa, aspirator, gazometry itp. Objętość gazu można w prosty sposób mierzyć w urządzeniu przedstawionym na rys. 4. Cylinder odwrócony do góry dnem połączony jest szczelnie z butlą przez tubus boczny.

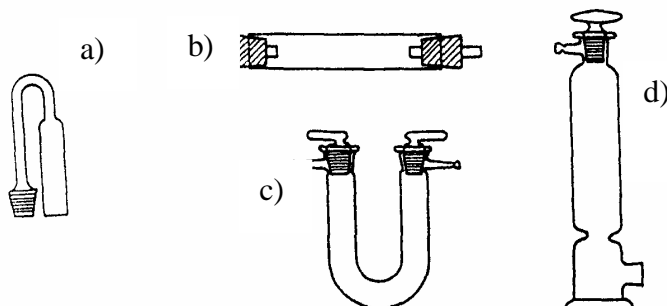


Rys. 4. Urządzenie do mierzenia objętości gazu [4]

Suszenie i oczyszczanie gazów

Gazy można suszyć przez wymrożenie wody i innych skraplających się zanieczyszczeń. Do tego celu można stosować naczynie Dewara, w którym znajduje się czynnik chłodzący, np. skroplony CO_2 , N_2 .

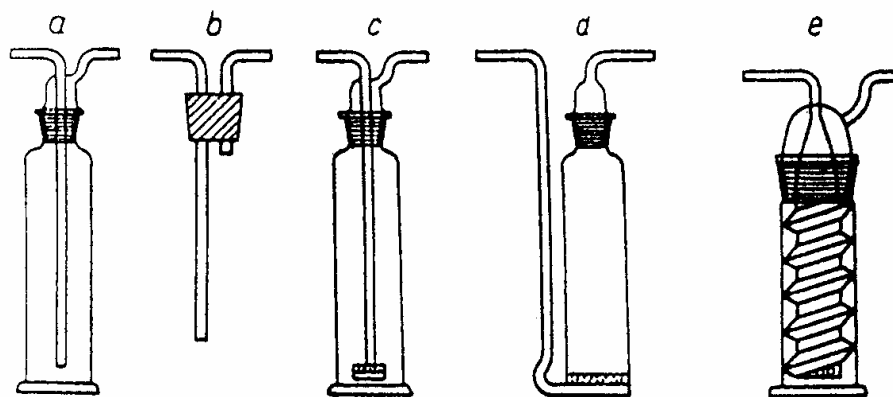
Najczęściej jednak suszy się gazy przez bezpośredni kontakt z czynnikami suszącymi. Substancje suszące mogą być stałe lub ciekłe. Substancje stałe umieszcza się w rurkach poziomych, U-rurkach lub wieżach do suszenia, rysunek 5.



Rys. 5. Absorbery do suszenia gazów: a) rurka zabezpieczająca aparaturę przed dostępem wilgoci, b) rurka pozioma, c) U-rurka, d) wieża do suszenia [4]

Środek suszący przed wsypaniem do absorbera miesza się z obojętną substancją, np. pumeksem, watą szklaną. Zapobiega to zbrylaniu się wypełnienia i tworzeniu się wewnątrz warstwy kanalików, zmniejszających powierzchnię zetknięcia gazów z substancją suszącą. Przy wylocie absorbera umieszcza się warstwę waty szklanej stanowiącej filtr dla wychodzącego gazu.

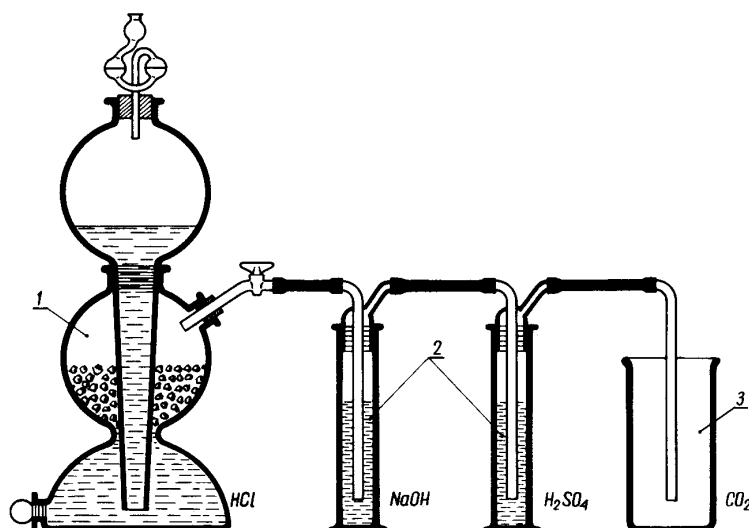
Substancje suszące ciekłe umieszcza się w płuczkach, których różne konstrukcje umożliwiają jak najdokładniejsze zetknięcie gazu z cieczą. Rysunek 6 przedstawia różne płuczki stosowane do suszenia i oczyszczania gazów.



Rys. 6. Płuczki do suszenia i oczyszczania gazu: a – Dreksla; b – nasadka do dowolnego naczynia; c, d – z płytką spiekową rozdrabniającą gaz; e – spiralna [4]

Gaz w celu oczyszczenia i osuszenia, przepuszcza się przez płuczki lub wieże absorpcyjne wypełnione odpowiednio dobranym odczynnikiem, np. stęż. H_2SO_4 .

Przykład zestawu do otrzymywania i oczyszczania CO_2 ilustruje rysunek 7.



Rys. 7. Zestaw do otrzymywania dwutlenku węgla: 1 – aparat Kippa, 2 – płuczki, 3 – naczynie na CO₂ [4]

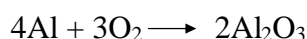
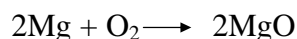
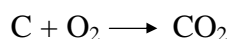
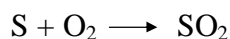
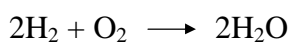
Metody otrzymywania podstawowych grup związków nieorganicznych

Metody otrzymywania tlenków

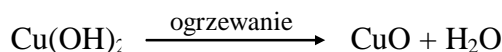
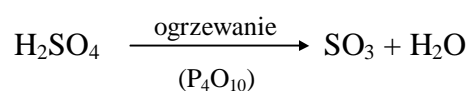
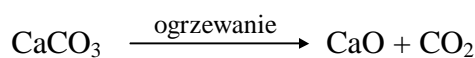
Metody otrzymywania tlenków są uwarunkowane zarówno ich właściwościami fizycznymi i chemicznymi, jak i łatwością otrzymywania w wysokim stopniu czystości oraz prostotą i możliwościami aparaturowymi.

Do podstawowych metod otrzymywania tlenków należą:

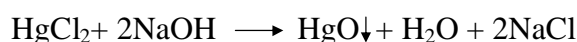
- bezpośrednie spalanie pierwiastków w powietrzu lub tlenie. Metodą tą można otrzymywać tlenki tych pierwiastków, których synteza z tlenem jest reakcją egzotermiczną, np.



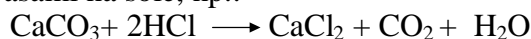
- rozkład termiczny soli, kwasów lub wodorotlenków, np.



- działanie mocnymi zasadami na sole, np.



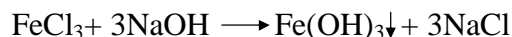
- działanie mocnymi kwasami na sole, np.:



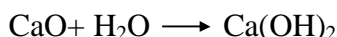
Metody otrzymywania wodorotlenków

W zależności od właściwości wodorotlenków, a więc ich rozpuszczalności, mocy i trwałości można wyróżnić kilka podstawowych metod ich otrzymywania:

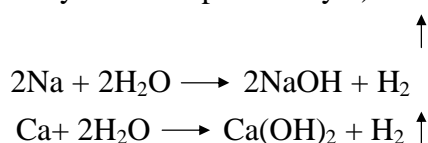
- działanie zasadami na sole metali, np.



- działanie wodą na tlenki metali (litowców i berylowców, oprócz berylu), np.:



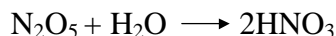
- działanie metali (litowców i berylowców oprócz berylu) na wodę, np.:



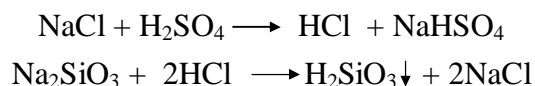
Metody otrzymywania kwasów

Metody otrzymywania kwasów zależą od ich właściwości fizycznych i chemicznych, takich jak: lotność, trwałość, moc itp. Spośród metod otrzymywania kwasów na uwagę zasługują te, które są łatwe do wykonania i pozwalają otrzymać produkt o dużej czystości:

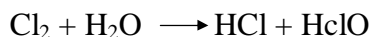
- działanie wodą na tlenki kwasowe, np.



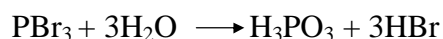
- działanie innym kwasem na sole tych kwasów, które chcemy otrzymać, np.:



- w wyniku reakcji utleniania i redukcji, np.



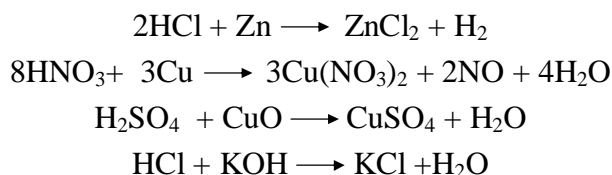
- przez hydrolizę odpowiednich związków, np.



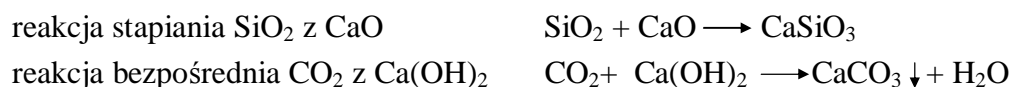
Metody otrzymywania soli prostych

Sole można otrzymać bardzo różnymi metodami. Do najważniejszych należą:

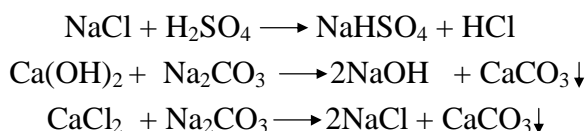
- działanie kwasami na metale, tlenki metali lub wodorotlenki, np.



- działanie tlenków kwasowych na tlenki zasadowe lub wodorotlenki, np.



- reakcje soli z kwasami i zasadami lub solami z wykorzystaniem różnic w lotności, mocy lub rozpuszczalności produktów, np.



- działanie metali na niemetale, np.



4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak klasyfikuje się podstawowe procesy chemiczne?
2. Na czym polegają reakcje: zobojętniania, utleniania i redukcji, sulfonowania, nitrowania, addycji, eliminacji, izomeryzacji, alkilowania, polimeryzacji, polikondensacji, poliaddycji?
3. Jakie są metody otrzymywania substancji gazowych?
4. Jaki sprzęt laboratoryjny stosowany jest do otrzymywania substancji gazowych?
5. Jakie są sposoby zbierania gazów?
6. Jakie są metody otrzymywania: tlenków, wodorotlenków, kwasów i soli prostych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zapisz schematy reakcji chemicznych otrzymywania związków nieorganicznych.

Zadania przykładowe do rozwiązania:

1. Zaproponuj sposób syntezy kwasu siarkowego(VI), jeśli dysponujesz siarką, tlenem i wodą. Wskaż proces wymagający użycia katalizatora.
2. Podaj trzy różne metody otrzymywania CO_2 i określ warunki przeprowadzenia reakcji.
3. Mając do dyspozycji SiO_2 , K, H_2O i HCl zaproponuj sposób syntezy H_2SiO_3 .
4. Mając do dyspozycji Na, H_2O , FeCl_3 zaproponuj sposób syntezy $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ustalić kolejność przeprowadzenia poszczególnych reakcji,
- 2) podać warunki reakcji,
- 3) zapisać schematy reakcji otrzymywania wymienionych związków,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- układ okresowy pierwiastków chemicznych,
- tablice rozpuszczalności,
- Kalendarz chemiczny,
- materiał nauczania z punktu 4.1.1,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Otrzymaj i oczyść dwutlenek węgla oraz zbadaj jego właściwości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: aparat Kippa lub inną wytwornicę gazu, 2 płuczki, rurkę szklaną zgiętą pod kątem 90° , cylinder miarowy o poj. $0,5 \text{ dm}^3$, probówki, wąż gumowy do połączeń,
- 4) przygotować odczynniki: marmur lub stopiony Na_2CO_3 , roztwór HCl o stężeniu $c = 6 \text{ mol/dm}^3$, nasycony roztwór Ca(OH)_2 , roztwór NaOH o stężeniu 10%, stęż. roztwór H_2SO_4 , papierki uniwersalne,
- 5) przygotować zestaw do otrzymywania gazów, zgodnie z rys. 7,
- 6) umieścić w środkowej części aparatu marmur lub stopiony węgiel sodu w ilości wystarczającej do napełnienia aparatu,
- 7) napełnić przyrząd kwasem solnym,
- 8) płuczki napełnić odpowiednimi roztworami,
- 9) zamknąć górny otwór przyrządu zaworem hydraulicznym (tzw. rurką fermentacyjną),
- 10) otworzyć kurek i przepuszczać gaz, aż w płuczce z NaOH wytworzy się osad NaHCO_3 ,
- 11) rozpocząć zbieranie gazu w cylindrze lub probówce,
- 12) zbadać właściwości otrzymanego gazu:
 - palność,
 - odczyn wodnego roztworu,
 - efekt reakcji z nasyconym roztworem Ca(OH)_2 .
- 13) zapisać obserwacje i wnioski,
- 14) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki chemiczne,
- stół laboratoryjny z dostępem do wyciągu,
- materiał nauczania z punktu 4.1.1,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

Otrzymaj tlenek magnezu przez prażenie węglanu magnezu i zbadaj jego właściwości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: tygiel porcelanowy z pokrywką, moździerz porcelanowy, próbówki, zestaw do prażenia tygli,
- 4) przygotować odczynniki: węglan magnezu wysuszony w temp. 110°C , roztwór kwasu solnego o stężeniu $c = 1 \text{ mol/dm}^3$, fenoloftaleina,
- 5) odważyć na wadze technicznej 7,0 g MgCO_3 ,
- 6) umieścić MgCO_3 w tyglu i dokładnie ubić, przykryć pokrywką,
- 7) ogrzewać początkowo niewielkim płomieniem, a następnie silniej w temperaturze czerwonego żaru, aż pobrana z wnętrza tygla próbka, zadana kwasem solnym przestanie wydzielać pęcherzyki gazu,
- 8) ostudzić tygiel z zawartością,
- 9) wyjąć otrzymany tlenek z tygla, sproszkować w moździerzu,
- 10) zważyć preparat,
- 11) zapisać równanie reakcji otrzymywania tlenku magnezu,
- 12) obliczyć wydajność reakcji,
- 13) zbadać właściwości tlenku magnezu:
 - odczyn roztworu wodnego,
 - roztwarzanie w kwasie solnym,
- 14) zapisać obserwacje i wnioski,
- 15) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki chemiczne,
- stół laboratoryjny,
- waga techniczna,
- materiał nauczania z punktu 4.1.1,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 4

Otrzymaj siarczan(VI) żelaza(II) w reakcji żelaza z kwasem siarkowym(VI) i zbadaj jego właściwości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: 3 zlewki o poj. 100 – 150 cm³, łaźnię wodną, krystalizator, zestaw do sączenia pod próżnią, lejek z płytką ze szkła porowatego (nr 1 lub 2), zestaw do sączenia zwykłego, cylinder o poj. 50 cm³,
- 4) przygotować odczynniki: opiłki żelaza, roztwór kwasu siarkowego(VI) o stężeniu $c = 2 \text{ mol/dm}^3$, benzyna ekstrakcyjna, alkohol etylowy, roztwór manganianu(VII) potasu o stężeniu ok. 1%, wodny roztwór amoniaku o stężeniu $c = 1 \text{ mol/dm}^3$,
- 5) odważyć na wadze technicznej 10,0 g opiłków żelaza,
- 6) odtłuścić opiłki, płuczac kilkakrotnie małymi porcjami benzyny ekstrakcyjnej, pod sprawnie działającym wyciągiem,
- 7) osuszyć opiłki za pomocą kawałka bibuły filtracyjnej,
- 8) wsypać opiłki do zlewki i zalać 90 cm³ kwasu siarkowego(VI),
- 9) ogrzewać na łaźni wodnej do prawie całkowitego rozтворzenia,
- 10) gorący roztwór przesączyć (zestaw do sączenia na gorąco) i odstawić do krystalizacji, jeżeli roztwór krystalizuje w lejku, to przepłukać niewielką ilością wrzącej wody i dołączyć do przesącza,
- 11) odsączyć wydzielone kryształy na lejku z płytką z porowatego szkła i przemyć kilkoma cm³ zimnej wody, a następnie alkoholem,
- 12) suszyć osad wraz z lejkiem w temp. 20 – 30⁰C (na powietrzu lub pod próżnią),
- 13) zważyć preparat,
- 14) zapisać równanie reakcji otrzymywania FeSO₄,
- 15) obliczyć wydajność reakcji,
- 16) zbadać właściwości siarczanu(VI) żelaza(II):
 - rozpuszczalność w wodzie,
 - zdolność do tworzenia Fe(OH)₂ w reakcji z NH_{3(aq)},
 - zdolności redukujące w reakcji z roztworem KMnO₄ w środowisku H₂SO₄,
- 17) zapisać obserwacje i wnioski,
- 18) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki chemiczne,
- stół laboratoryjny z dostępem do wyciągu,
- waga techniczna,
- materiał nauczania z punktu 4.1.1,
- literatura z rozdziału 6.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) podać klasyfikację podstawowych procesów chemicznych?
2) wyjaśnić pojęcia: zobojętnianie, utlenianie i redukcja, sulfonowanie, nitrowanie, addycja, eliminacja, izomeryzacja, alkiłowanie, polimeryzacja, polikondensacja, poliaddycja?
3) wymienić metody otrzymywania gazów?
4) zaprojektować zestaw do otrzymywania gazów nierozpuszczalnych w wodzie i lżejszych od powietrza?
5) podać sposoby zbierania gazów?
6) wymienić metody otrzymywania tlenków, wodorotlenków, kwasów i soli prostych?
7) obliczyć wydajność reakcji?
8) zbadać właściwości otrzymanej substancji?
9) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczeń?

4.2. Procesy utleniania i redukcji związków organicznych

4.2.1. Materiał nauczania

Otrzymywanie związków organicznych w wyniku reakcji utleniania i redukcji Utleniacze i reduktory stosowane w preparatyce organicznej

Reakcje utleniania są najczęściej stosowane do otrzymywania aldehydów, kwasów karboksylowych i ketonów.

Utlenianie tlenem lub powietrzem jest rzadko stosowane w preparatyce organicznej, ponieważ aparatura do utleniania jest dosyć skomplikowana i trudno jest utrzymać stałą temperaturę reakcji.

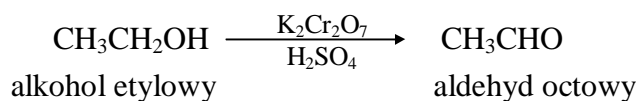
Utlenianie tlenem lub powietrzem można prowadzić w fazie ciekłej przy użyciu katalizatorów kobaltowych lub manganowych, np. w postaci roztworu oleinianów tych pierwiastków.

Do utleniania w fazie gazowej najczęściej jest stosowana miedź lub srebro, a w niektórych reakcjach związki wanadu.

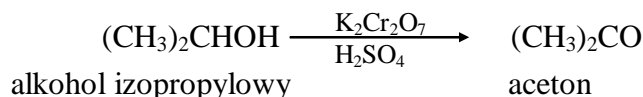
Spośród różnych środków utleniających najczęściej jest stosowany kwas chromowy(VI), dichromian(VI) potasu lub sodu, kwas azotowy(V), chloran(I) sodu, manganian(VII) potasu, tlenek manganu(IV), tlenek ołowiu(IV), nadutlenek wodoru, ozon, itd. Dobór środowiska utleniającego zależy od substancji, którą utleniaemy i od substancji, jaką zamierzamy otrzymać, gdyż w zależności od użytego utleniacza i od warunków, w jakich przeprowadza się utlenianie, można otrzymać różne związki. Na przykład anilina utleniana $K_2Cr_2O_7$ w środowisku kwaśnym daje chinon, utleniana $KMnO_4$ w środowisku kwaśnym – czern anilinową, w środowisku alkalicznym – azobenzen; utleniana $HClO$ – nitrobenzen.

Reakcję utleniania $K_2Cr_2O_7$ prowadzi się zwykle w ten sposób, że utleniany związek miesza się z roztworem H_2SO_4 i do mieszaniny wkrapla się roztwór lub dawkuje rozdrobniony $K_2Cr_2O_7$. Inny sposób polega na stopniowym wkraplaniu H_2SO_4 do mieszaniny związku utlenianego i roztworu $K_2Cr_2O_7$ w wodzie. Obydwa roztwory pozwalają na regulowanie tempa reakcji i w związku z tym na utrzymanie odpowiedniej temperatury, co wpływa korzystnie na wydajność reakcji [2].

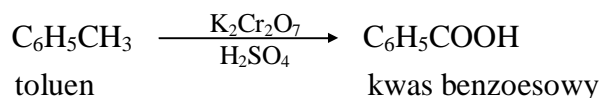
Za pomocą $K_2Cr_2O_7$ utlenia się alkohole pierwszorzędowe do aldehydów:



lub drugorzędowych do ketonów:



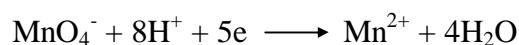
$K_2Cr_2O_7$ jest używany również do utleniania grupy metylowej, w węglowodorach alifatyczno-aromatycznych lub ich pochodnych – do grupy karboksylowej.



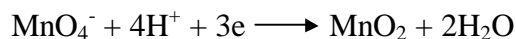
Do tego samego celu można używać MnO_2 lub PbO_2 .

Manganianem(VII) potasu można utleniać w środowisku zasadowym, obojętnym i kwaśnym. Zdolności utleniające KMnO_4 zależą w znacznej mierze od środowiska prowadzenia reakcji:

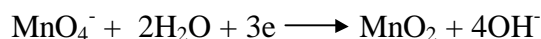
– w środowisku kwaśnym



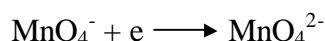
– w środowisku słabo kwaśnym



– w środowisku obojętnym



– w środowisku zasadowym



Podczas reakcji w środowisku obojętnym następuje stopniowe alkalizowanie środowiska, a więc zmiana warunków utleniania. Jeżeli mieszaninę reakcyjną będzie się nasycalo w czasie reakcji dwutlenkiem węgla, to można utrzymać środowisko słabo zasadowe. Manganian(VII) potasu jest używany do utleniania alkoholi pierwszorzędowych do kwasów, np.



Za pomocą KMnO_4 nie można utlenić alkoholu tylko do aldehydu.

Podobnie przebiega reakcja utleniania łańcuchów bocznych w związkach alifatyczno-aromatycznych, np.



W wyniku utleniania nie otrzymuje się wolnego kwasu, gdyż reaguje on z KOH w środowisku reakcji i powstaje sól potasowa.

Utlenianie manganianem(VII) potasu w środowisku kwaśnym (największe właściwości utleniające KMnO_4) jest rzadko stosowane, gdyż przy utlenianiu do kwasów karboksylowych często zachodzi dekarboksylacja.

Kwas azotowy(V) stężony ma właściwości utleniające i nitrujące. Właściwości utleniające można zwiększyć przez dodatek katalizatorów, takich jak: związki wanadu, molibdenu, żelaza, rtęci itd.

Kwas azotowy(V) jest używany do utleniania aldehydów alifatycznych i aromatycznych do kwasów, można go również stosować do utleniania związków alicyklicznych i wielopierścieniowych związków aromatycznych.

Przez utlenianie HNO_3 węglowodanów otrzymuje się odpowiednie kwasy; przy energicznym utlenianiu reakcja idzie tak daleko, że powstaje kwas szczawiowy.

Podobne działanie do kwasu azotowego(V) ma nadtlenek wodoru w postaci wody utlenionej; jest stosowany w takich przypadkach, gdy zależy, aby mieszanina poreakcyjna nie była zanieczyszczona produktami rozkładu utleniacza.

Ozon jest używany do utleniania i rozkładu związków zawierających wiązania podwójne.

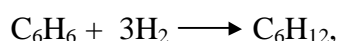
Przy utlenianiu należy ściśle przestrzegać podanych warunków reakcji. Utlenianie jest reakcją egzotermiczną, zmieszanie zbyt dużych ilości reagentów może wywołać wzrost

temperatury i gwałtowny przebieg reakcji. Zbyt wysoka temperatura wywoła gwałtowną reakcję, która może przejść w spalanie związku, a nawet zakończyć się wybuchem.

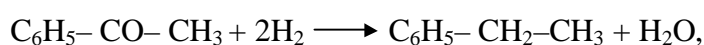
Jednym z najważniejszych warunków kontrolowanego przebiegu reakcji jest staranne mieszanie, szczególnie ważne przy reakcjach, w których substraty nie rozpuszczają się w mieszaninie utleniającej.

Reakcje redukcji

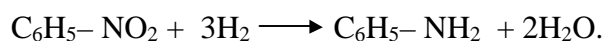
Reakcje redukcji są stosowane np. do wprowadzania atomów wodoru do związków organicznych, usuwania atomów tlenu lub zmniejszania stopnia utlenienia pierwiastków wchodzących w skład związku organicznego. Przykładem takich reakcji jest uwodornienie benzenu do cykloheksanu:



redukcja ketonu metyloowo-fenyłowego (acetofenonu) do etylobenzenu:



redukcja nitrobenzenu do aniliny:



W zwykłych warunkach, wodór gazowy (złożony z cząsteczek H_2) nie reaguje ze związkami organicznymi. Reakcja redukcji zachodzi dopiero w obecności katalizatorów, którymi są najczęściej: rozdrobniona platyna lub pallad albo tańszy od nich nikiel.

Niektóre związki organiczne można redukować nawet w pokojowej temperaturze, trudniej reagujące w podwyższonej temperaturze, a w niektórych przypadkach redukcję prowadzi się w temperaturze kilkuset stopni pod ciśnieniem dochodzącym do $1013,25 \cdot 10^5$ Pa.

Wiele związków organicznych można zredukować wodorem „in statu nascendi” (w chwili powstawania), otrzymanym w różnych środowiskach. Na przykład przy redukcji w środowisku kwaśnym wodór wywiązuje się w reakcji między kwasem solnym a cynkiem, cyną lub żelazem. Przy redukcji w środowisku alkalicznym wodór wywiązuje się w reakcji zachodzącej między wodorotlenkiem sodu i cynkiem lub glinem. W środowisku obojętnym można redukować, stosując amalgamat (roztwór w rtęci) cynku lub glinu, który reaguje z wodą wydzielając wodór (metoda stosowana w specjalnych przypadkach ze względu na toksyczność rtęci).

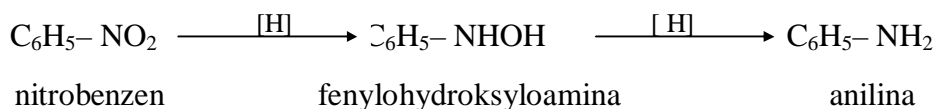
Oprócz wodoru w obecności katalizatorów lub wodoru „in statu nascendi” bardzo często są stosowane związki o właściwościach redukujących, które, redukując związek organicznych, ulegają utlenieniu. Związkami stosowanymi najczęściej do tego celu są: jodowodór, siarkowodór i siarczki, chlorek cyny(II), siarczan(VI) żelaza(II) itd.

Przykładem redukcji związku organicznego w różnych środowiskach i przy użyciu różnych reagentów jest redukcja związków nitrowych.

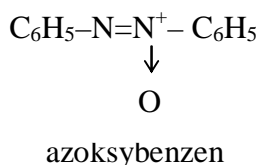
Związki nitrowe ulegają redukcji w skutek działania wodoru „in statu nascendi” lub innych środków redukujących. Ostatecznym produktem redukcji są aminy pierwszorzędowe.

Przy redukcji amin alifatycznych nie udało się otrzymać produktów pośrednich, natomiast przy redukcji amin aromatycznych w odpowiednich warunkach można takie produkty otrzymać [2].

Jeżeli redukcję prowadzi się w środowisku kwaśnym, np. za pomocą żelaza i kwasu solnego, to produktów pośrednich nie można otrzymać, gdyż zbyt szybko nitrobenzen redukuje się do fenylhydroksyloaminy, a ta do aniliny:



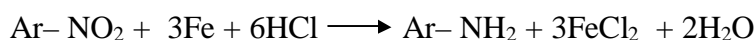
Inny przebieg ma redukcja związku nitrowego w środowisku zasadowym, np. za pomocą cynku i wodorotlenku sodu, w wyniku której tworzy się azoksybenzen:



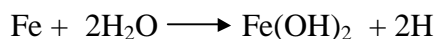
Stosując odpowiednie warunki reakcji, można zatrzymać redukcję na pewnym etapie, pozwala to na otrzymanie poszczególnych pośrednich produktów redukcji związków nitrowych.

Redukcję związków nitrowych do amin przeprowadza się zwykle za pomocą cyny i kwasu solnego lub za pomocą żelaza i kwasu solnego. Redukcja cyną zachodzi szybciej i łatwiej, jednak żelazo jest łatwiej dostępne i tańsze.

Przy redukcji żelazem zużywa się dużo mniej kwasu solnego niż to wynika z obliczenia stechiometrycznego wg reakcji



ponieważ w obecności elektrolitów zachodzi korozja żelaza w wodzie i wydziela się wodór:



Stwierdzono, że do redukcji związków nitrowych za pomocą żelaza i kwasu solnego wystarcza użycie 1/20 – 1/40 ilości kwasu, obliczonej według równania stechiometrycznego. Do redukcji związków nitrowych w skali laboratoryjnej używa się większej ilości kwasu.

Związki nitrowe zawierające podstawnik, który mógłby ulec redukcji wodorem „in statu nascendi” (np. –CHO, –COR, –COOH), redukuje się do amin siarczkiem lub wielosiarczkiem sodu lub amonu.

W związkach zawierających dwie grupy nitrowe można zredukować jedną grupę nitową do aminowej za pomocą dwusiarczku sodu lub amonu.

Jeżeli redukcję takich związków przeprowadza się za pomocą metalu i kwasu, to redukują się obydwie grupy nitrowe.

Redukcja związków nitrowych ma wielkie znaczenia praktyczne, zarówno laboratoryjne, jak i przemysłowe, gdyż otrzymane związki mogą służyć do dalszych syntez, a mianowicie do otrzymywania środków farmaceutycznych, barwników, innych produktów.

Przy wykonywaniu redukcji należy pamiętać, że reakcja może mieć przebieg gwałtowny przy działaniu zbyt dużych ilości reagentów lub zbyt wysokiej temperatury. Z tego względu należy przestrzegać podanych warunków reakcji.

Przy redukcji wodorem należy pamiętać, że jego mieszanina z powietrzem jest wybuchowa. Redukcję wodorem trzeba prowadzić pod sprawnie działającym wyciągiem, nie wolno ogrzewać płomieniem, tylko bezpiecznymi urządzeniami elektrycznymi. Przy pracach z wodorem wszystkie płomienie muszą być pogaszone [2].

Aminy otrzymywane przy redukcji związków nitrowych są niebezpieczne dla zdrowia, gdyż w większości są substancjami toksycznymi.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie jest znaczenie pojęć: utlenianie, redukcja, utleniacz, reduktor?
2. Jakie utleniacze są stosowane w procesach utleniania związków organicznych?
3. Jakie są warunki prowadzenia procesów utleniania?
4. Jakie reduktory są stosowane w procesach redukcji związków organicznych?
5. Jakie są warunki prowadzenia procesów redukcji?
6. Jakie mogą być produkty utleniania alkoholi?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Otrzymaj kwas octowy przez utlenianie alkoholu etylowego manganianem(VII) potasu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: 2 kolby stożkowe o poj. 2 dm³, parownica, zestaw do destylacji,
- 4) przygotować odczynniki: alkohol etylowy, manganian(VII) potasu, węglan sodu, stęż. kwas siarkowy(VI)
- 5) przygotować w kolbie stożkowej roztwór: 5,0 g Na₂CO₃ w 50 cm³ wody, dodać 17 cm³ alkoholu etylowego,
- 6) przygotować w drugiej kolbie stożkowej roztwór: 62,0 g KMnO₄ w 1 dm³ wody,
- 7) dodawać przy stałym mieszanii, przez ok. 3 godz., małymi porcjami roztwór KMnO₄ do roztworu alkoholu i węglanu sodu,
- 8) utrzymywać temperaturę roztworu w zakresie 0 – 5⁰C przez chłodzenie w misce z wodą i lodem,
- 9) pozostawić mieszaninę do następnych zajęć w celu lepszego oddzielenia się osadu MnO₂,
- 10) przesączyć roztwór na lejku Büchnera (pod próżnią), przemyć osad dwukrotnie po 50 cm³ gorącej wody,
- 11) przesączyć otrzymany roztwór (przesącz) przez sącdek fałdowany w celu usunięcia pozostałości MnO₂,
- 12) zagęścić przesącz przez odparowanie w parownicy, ogrzewanej na siatce do objętości ok. 100 cm³, a następnie dalej na łaźni wodnej do objętości ok. 50 cm³,
- 13) przelać roztwór do kolbki destylacyjnej i ostrożnie, przy stałym mieszanii i chłodzeniu, dodawać po kropli 25 cm³ stęż. H₂SO₄ (uwaga! w pewnym momencie ciecz zaczyna się pieniać),
- 14) wrzucić parę kamyków wrzennych, zmontować zestaw do destylacji,
- 15) oddestylować kwas octowy, ostrożnie ogrzewając (temp. wrzenia destylatu jest zmienna i zależy od ilości wody w kolbie),
- 16) przeprowadzić ponowną destylację (dodatkowo zakwaszając 5 – 10 cm³ stęż. H₂SO₄), zbierając kwas octowy w temp. 115 – 120⁰C,

- 17) zapisać odpowiednie równania reakcji,
- 18) obliczyć wydajność procesu,
- 19) zmierzyć współczynnik załamania światła (określić czystość preparatu),
- 20) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki chemiczne,
- stół laboratoryjny z dostępem do wyciągu,
- waga techniczna,
- materiał nauczania z punktu 4.2.1,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Określ produkty utleniania alkoholi.

Zadania do rozwiązania

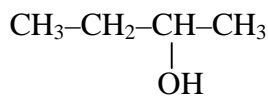
1. Uzupełnij tabelę, wpisując w puste miejsca wzory produktów.

Alkohole	Produkty	Utleniacze
CH ₃ CH ₂ OH		KMnO ₄ (środoewisko obojętne)
C ₆ H ₅ CH ₂ OH		K ₂ Cr ₂ O ₇ (środoewisko kwaśne)
(CH ₃) ₂ CHOH		K ₂ Cr ₂ O ₇ (środoewisko kwaśne)

2. Związki X, Y, Z, Q to alkohole alifatyczne, zawierające po cztery atomy węgla w cząsteczce.

Korzystając z poniższych informacji, zidentyfikuj związki X, Y, Z, Q, podając ich wzory półstrukturalne.

- Związek X jest produktem łagodnego utleniania związku o wzorze

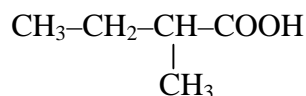


Związek X:

- Związek Y jest alkoholem monohydroksylowym, który nie ulega działaniu łagodnych utleniaczy.

Związek Y:

- Alkohol Z utleniany w łagodnych warunkach daje związek Q, który pod działaniem amoniakalnego roztworu tlenku srebra przekształca się w kwas o wzorze



Związek Z:

Związek Q:

3. Ułóż równania reakcji, za pomocą których można dokonać następujących przemian
- metanol \rightarrow metanal \rightarrow kwas mrówkowy
 - butan-1-ol \rightarrow butanal \rightarrow kwas masłowy
 - propan-2-ol \rightarrow propanon
 - etanol \rightarrow kwas octowy

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) rozwiązać zadania, zgodnie z poleceniami,
- 2) zweryfikować rozwiązania,
- 3) ocenić wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania z punktu 4.2.1,
- literatura z rozdziału 6.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) wyjaśnić pojęcia: utlenianie, redukcja, utleniacz, reduktor?
2) wymienić utleniacze stosowane w procesach utleniania związków organicznych?
3) scharakteryzować utleniacze i warunki procesów utleniania?
4) wymienić reduktory stosowane w procesach redukcji związków organicznych?
5) scharakteryzować reduktory i warunki procesów redukcji?
6) określić produkty utleniania alkoholi?
7) zapisać równania reakcji utleniania alkoholi?
8) podać warunki bhp w procesach utleniania i redukcji?
9) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczeń?

4.3. Metody otrzymywania związków sulfonowych i nitrowych

Reakcje wprowadzania fluorowca do związków organicznych

4.3.1. Materiał nauczania

Metody otrzymywania związków sulfonowych, czynniki sulfonujące

Sulfonowaniem nazywamy reakcję wprowadzania do związku organicznego grupy sulfonowej $-\text{SO}_3\text{H}$ przez działanie odpowiednim czynnikiem sulfonującym.

Do sulfonowania najczęściej jest używany stężony kwas siarkowy(VI) lub oleum, zawierające 5 – 40% SO_3 , również gazowy SO_3 i kwas chlorosulfonowy (ClSO_3H).

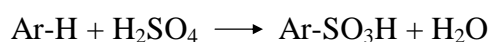
Wybór czynnika sulfonującego i dobór warunków reakcji zależy od rodzaju związku, który mamy sulfonować.

Związki alifatyczne na ogół sulfonują się dosyć trudno, to jest w wysokiej temperaturze i przy użyciu energicznych środków sulfonujących, a wydajność reakcji jest przeważnie mała.

Natomiast związki aromatyczne sulfonują się łatwo i z dobrą wydajnością. Dlatego reakcja sulfonowania jest uważana za charakterystyczną dla związków aromatycznych. Aromatyczne związki sulfonowe są otrzymywane bardzo często w preparatyce i są produkowane w dużych ilościach przez przemysł chemiczny

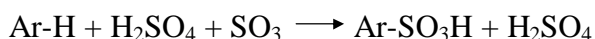
Przy sulfonowaniu stęż. H_2SO_4 należy pamiętać, że związek ten może odciągać cząsteczki wody (dehydratacja), a nawet zwęgląć związek sulfonowany. Z tych względów nie można go stosować do sulfonowania np. alkoholi aromatycznych. W wyższych temperaturach właściwości dehydratacyjne i zwęglające kwasu siarkowego(VI) są silniejsze, a oprócz tego działa on utleniająco. Dlatego przy sulfonowaniu stęż. H_2SO_4 należy ściśle przestrzegać podanych warunków reakcji.

Reakcja sulfonowania przebiega wg równania:



wydzielająca się woda rozcieńcza kwas i hamuje dalszy przebieg reakcji. Sulfonowanie można doprowadzić do końca, ale należy usuwać lub wiązać wodę. Można mieszaninę reakcyjną ogrzewać do temperatury powyżej 100°C , co często grozi wprowadzeniem dalszych grup sulfonowych do związku organicznego, utlenieniem lub rozkładem związku sulfonowego. Z tych względów często oddestylowuje się wodę w niższej temperaturze w postaci azeotropu, np. z toluenem, wrzącym w temp. $84,1^\circ\text{C}$.

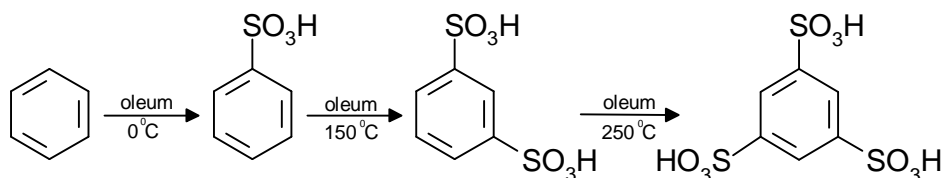
Wodę powstającą w reakcji sulfonowania można związać przez dodawanie oleum, wówczas zawarty w nim SO_3 reaguje z wodą i powstaje H_2SO_4 .



Najczęściej zamiast dodawać oleum sulfonuje się po prostu za pomocą oleum. Oleum sulfonuje nawet w temperaturach niskich ok. 0°C . Jednak w temperaturach niskich można wprowadzić na ogół tylko jedną grupę sulfonową, w wyższych temperaturach – dwie lub więcej grup sulfonowych. W temperaturach powyżej 100°C oleum ma silne właściwości utleniające, szczególnie w obecności takich katalizatorów, jak związki rtęci, żelaza i inne.

Sulfonowanie jest reakcją odwracalną i egzotermiczną; ciepło wywiązujące się w czasie procesu może znacznie podnieść temperaturę reakcji. Dlatego przy sulfonowaniu oleum należy utrzymywać temperaturę reakcji w podanym przedziale temperatur [2].

Spośród węglowodorów aromatycznych stosunkowo najtrudniej sulfonuje się benzen; jego homologi sulfonują się dużo łatwiej, a węglowodory o złożonej budowie – bardzo łatwo. Najłatwiej jest wprowadzić do benzenu pierwszą grupę sulfonową, wprowadzenie drugiej grupy wymaga energicznych warunków sulfonowania, trzecią grupę wprowadza się bardzo trudno.

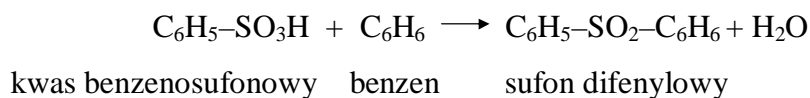


Sulfonowanie innych węglowodorów aromatycznych przebiega podobnie, ale na ogół łatwiej niż benzenu.

Przy sulfonowaniu pochodnych węglowodorów aromatycznych obecny w cząsteczce podstawnik może ułatwiać lub utrudniać podstawienie wodoru w pierścieniu grupą sulfonową. Pochodne benzenu zawierające podstawniki pierwszego rodzaju ($-\text{CH}_3$, $-\text{Cl}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$ itd.) sulfonują się łatwo, w wyniku powstają kwasy orto- i parasulfonowe. Wyższa temperatura sprzyja tworzeniu się większych ilości izomeru para.

Sulfonowanie związków aromatycznych, zawierających podstawniki drugiego rodzaju ($-\text{NO}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$ itd.) zachodzi trudniej niż sulfonowanie węglowodorów aromatycznych. Takie związki sulfonuje się oleum w znacznie wyższej temperaturze.

Produktami ubocznymi, tworzącymi się w czasie sulfonowania są sulfony, które powstają wskutek reakcji wtórnej między kwasem sulfonowym i węglowodorem aromatycznym.



Sufony są nierozpuszczalne w wodzie.

Dość duże trudności sprawia wyodrębnienie z mieszaniny poreakcyjnej kwasów sulfonowych i oczyszczenie ich przez krystalizację, ponieważ kwasy sulfonowe są bardzo łatwo rozpuszczalne w wodzie.

Sole sodowe kwasów sulfonowych są znacznie trudniej rozpuszczalne w wodzie, dlatego kwas sulfonowy przeprowadza się zwykle w sól sodową. Otrzymuje się ją przez zobojętnienie mieszaniny poreakcyjnej węglanem sodu i dodanie chlorku sodu. Wskutek przekroczenia iloczynu rozpuszczalności wytrąca się sól sodowa kwasu sulfonowego.

Proces ten nazywa się „wysoleniem”.

Sole sodowe niektórych kwasów sulfonowych służą do otrzymywania fenoli, występują w barwnikach, są stosowane przy produkcji środków piorących.

Przy sulfonowaniu należy pamiętać, że wszystkie czynniki sulfonujące są substancjami silnie żrącymi, a prócz tego prowadzenie niektórych reakcji w podwyższonej temperaturze zwiększa niebezpieczeństwo wypadku. Z tych względów wszystkie operacje powinny być wykonywane bardzo ostrożnie i ściśle wg przepisów [2].

Metody otrzymywania związków nitrowych, czynniki nitrujące

Nitrowaniem nazywamy reakcję podstawienia grupami nitrowymi jednego lub więcej atomów wodoru w cząsteczce związku organicznego.

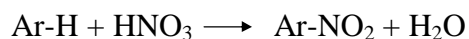
Do nitrowania stosuje się kwas azotowy(V) lub tzw. mieszaninę nitrującą zawierającą stężony kwas siarkowy(VI) i kwas azotowy(V), w niektórych przypadkach mieszaninę azotanu(V) sodu lub potasu z kwasem siarkowym(VI).

Przebieg reakcji nitrowania zależy od stężenia kwasu azotowego(V), temperatury, sposobu dawkowania reagentów, czasu trwania reakcji, powierzchni zetknięcia reagentów, wymiany cieplnej itd. Nitrowanie jest reakcją egzotermiczną.

Reakcje nitrowania prowadzi się na ogół w temperaturach niskich (0 – 60°C), ponieważ w temp. wyższych reakcja może przebiegać zbyt gwałtownie, kwas azotowy(V) może utleniać związek, a nawet może nastąpić wybuch. Obniżenie temperatury reakcji bardziej hamuje działanie utleniające kwasu azotowego(V) niż jego działanie nitrujące. Nitrowanie w wyższej temperaturze i z użyciem bardziej stęż. HNO₃ prowadzi się przy otrzymywaniu związków zawierających więcej grup nitrowych.

Nie wszystkie związki organiczne można nitrować. Spośród związków organicznych najtrudniej poddają się tej reakcji związki alifatyczne, o wiele łatwiej i z większą wydajnością nitrują się związki aromatyczne.

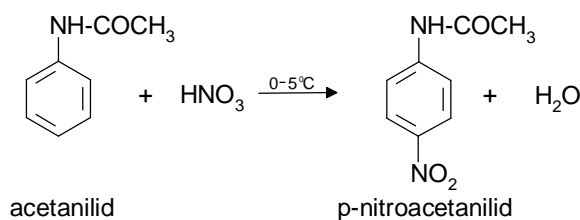
Reakcja nitrowania przebiega wg równania:



powstająca w reakcji woda stopniowo rozcieńcza HNO₃, co hamuje przebieg reakcji. Stężony H₂SO₄ zawarty w mieszaninie nitrującej pochłania wodę i dzięki temu stężenie kwasu HNO₃ utrzymane jest na właściwym poziomie.

Benzen nitruje się względnie łatwo. Pochodne benzenu nitrują się łatwiej lub trudniej w zależności od rodzaju podstawnika. Podstawniki kierujące w położenie orto- i para- (-OH, -OR, -NH₂, -Cl) ułatwiają nitrowanie, np. fenol można nitrować rozcieńczonym HNO₃ i w niskiej temperaturze. Natomiast fluorowce i grupy alkilowe tylko w nieznacznym stopniu ułatwiają wprowadzenie grupy nitrowej; toluen i chlorobenzen nitruje się w podobnych warunkach jak benzen.

Wolnych amin aromatycznych na ogół nie można nitrować, ponieważ HNO₃ mógłby je utlenić. Dlatego przed nitrowaniem grupę aminową zabezpiecza się przez acetylowanie i nitruje się pochodną acetylową aminy, którą po reakcji hydrolizuje się na nitroaminę.



Pochodne benzenu zawierające podstawniki drugiego rodzaju (-NO₂, -CHO, -COOH, -SO₃H) nitrują się trudno. Do nitrowania stosuje się mieszaninę dymiącego HNO₃ z H₂SO₄ lub stęż. HNO₃ z oleum i podwyższoną temperaturę.

Przy nitrowaniu należy pamiętać, że H₂SO₄, HNO₃ i mieszanina nitrująca są substancjami silnie żrącymi. Przy nieprzestrzeganiu warunków reakcji (nieutrzymanie temperatury, zbyt duże ilości reagentów, złe chłodzenie, brak mieszania), reakcja może mieć przebieg gwałtowny, a nawet wybuchowy. Dlatego należy ściśle przestrzegać podanych warunków procesu [2].

Związki nitrowe są substancjami toksycznymi, a związki wielonitrowe są wybuchowe.

Reakcje wprowadzania fluorowca do związków organicznych

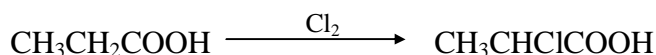
Najczęściej stosuje się następujące metody otrzymywania fluorowcopochodnych związków organicznego:

- podstawienie atomu wodoru chlorem, bromem lub jodem przez bezpośrednie fluorowcowanie,
- przyłączenie fluorowca lub fluorowcowodoru do związku nienasyconego,
- wymianę podstawnika obecnego w cząsteczce związku organicznego na fluorowiec.

Przez bezpośrednie fluorowcowanie nasyconych węglowodorów alifatycznych otrzymuje się zawsze mieszaninę związków o różnym stopniu sfluorowcowania i zawierających fluorowiec w różnych pozycjach.

Wzajemny stosunek mono-, di-, tri- i więcej fluorowcopochodnych można częściowo regulować zmieniając warunki reakcji i ilość fluorowca w stosunku do ilości węglowodoru.

Bardziej jednorodny produkt otrzymuje się, gdy w cząsteczce związku znajduje się podstawnik ułatwiający podstawienie w określonych pozycjach, np. fluorowcowanie nasyconych kwasów alifatycznych daje kwasy 2-fluorowcokarboksylowe

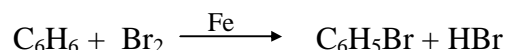


Reakcję podstawienia wodoru fluorowcem ułatwiają: podwyższenie temperatury, światło (UV) i pewne katalizatory nieorganiczne (przenośniki), jak żelazo i jego sole, glin i jego sole, jod i inne.

Chlor reaguje ze związkami organicznymi energiczniej niż brom, jod najtrudniej.

Bezpośrednie fluorowcowanie związków aromatycznych jest bardzo często stosowane, przez dobór warunków można otrzymać określone pochodne.

Reakcje fluorowcowania benzenu i jego homologów prowadzi się w obecności katalizatorów, przeważnie żelaza i jodu, w środowisku bezwodnym.



Niektóre związki aromatyczne reagują z fluorowcami tak łatwo, że obecność katalizatora jest zbędna, np. naftalen można bromować w temperaturach niskich i w obecności wody. Równie łatwo reagują związki aromatyczne zawierające podstawniki pierwszego rodzaju, np. fenol w środowisku wodnym bez udziału katalizatorów wymienia trzy wodory i powstaje 2,4,6-tribromofenol.

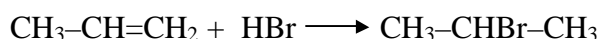
Związki aromatyczne zawierające podstawniki drugiego rodzaju reagują z fluorowcami trudno, np. nitrobenzen reaguje z bromem w obecności Fe dopiero w temp. 135 – 140°C.

Przyłączenie fluorowca lub fluorowcowodoru do związku nienasyconego.

Przyłączanie fluorowca do związków zawierających wiązanie podwójne zachodzi bardzo łatwo; wystarcza zetknięcie w temp. pokojowej. Na przykład gazowe węglowodory olefinowe bromuje się przepuszczając gazowy związek przez warstwę bromu lub wody bromowej. Jeśli związek organiczny jest ciekły lub stały, reakcje przeprowadza się w roztworze CCl_4 , CHCl_3 lub CS_2 .

W przeciwieństwie do chloru i bromu, jod przyłącza się trudno do wiązań nienasyconych.

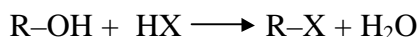
Przyłączanie fluorowcowodorów do związków nienasyconych zachodzi bardzo trudno; reakcje te przeprowadza się w temperaturze podwyższonej i pod ciśnieniem. W wyniku reakcji tworzy się produkt główny, powstający zgodnie z regułą Markownikowa



W obecności tlenu i nadtlenków głównym produktem reakcji jest związek, w którym fluorowiec jest związany z węglem bardziej uwodornionym (reguła Karascha) [2].

Wymiana podstawnika obecnego w cząsteczce związku organicznego na fluorowiec.

Najczęściej zastępuje się fluorowcem grupę wodorotlenową w alkoholach alifatycznych, stosuje się przeważnie HCl, HBr, HI, fluorowcowe pochodne fosforu, np. PCl₃, POCl₃, PCl₅ lub chlorek tionylu SOCl₂.



Z alkoholami najtrudniej reaguje chlorowódor, bromowódor łatwiej, a najlepiej – jodowódor, jednak HI ma działanie redukujące co może powodować powstawanie produktów ubocznych.

Spośród alkoholi najtrudniej reagują z fluorowcowodorami alkohole pierwszorzędowe, łatwiej drugorzędowe, najłatwiej trzeciorzędowe.

Pięciochlorek fosforu reaguje z alkoholami wszystkich rzędów i jest najbardziej uniwersalnym odczynnikiem służącym do otrzymywania chlorków z alkoholi.

Chlorek tionylu jest dogodnym odczynnikiem przeprowadzającym alkohole w chlorki, gdyż powstające w wyniku reakcji produkty uboczne SO₂ i HCl są gazami, co znacznie ułatwia wyodrębnienie i oczyszczenie chlorku. Jednak ze względu na ochronę środowiska, SO₂ i HCl nie można wypuszczać bezpośrednio do atmosfery. Należy je zatrzymywać np. poprzez absorpcję.

Przy pracach z chlorem i bromem należy zachować szczególną ostrożność, substancje te są silnie toksyczne i drażniące. Fluorowcowodory są również bardzo szkodliwe dla zdrowia. Pochodne chlorowcowe drażnią drogi oddechowe i mogą wywoływać podrażnienia alergiczne. Reakcje fluorowcowania należy wykonywać pod wyciągiem, stosując odpowiednie środki ochrony osobistej [2].

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polegają reakcje sulfonowania, nitrowania, fluorowcowania?
2. Jakie są czynniki sulfonujące stosowane w procesach sulfonowania związków organicznych?
3. Jakie są warunki prowadzenia procesów sulfonowania?
4. Jakie są czynniki nitrujące stosowane w procesach nitrowania związków organicznych?
5. Jakie są warunki prowadzenia procesów nitowania?
6. Jakie są metody wprowadzania fluorowca do związków organicznych?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Otrzymaj kwas 2-naftalenosulfonowy (2-naftalenosulfonian sodu) przez sulfonowanie naftalenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: kolbę kulistą trójszyjną – 100 cm³, chłodnicę powietrzną, łaźnię olejową lub piaskową (czaszę grzejną), termometr 250⁰C, cylinder miarowy – 50 cm³, dwie kolby stożkowe – 1 dm³, parownicę, zestaw do sączenia pod próżnią i do sączenia zwykłego,
- 4) przygotować odczynniki: naftalen, stęż. H₂SO₄, bezwodny Na₂CO₃, węgiel aktywny, NaCl,
- 5) wsypać do kolby kulistej 32,0 g naftalenu,
- 6) zmontować zestaw do reakcji: kolba, termometr, chłodnica,
- 7) umieścić kolbę w łaźni lub czaszy i ogrzewać do temp. 160⁰C,
- 8) dodawać małymi porcjami 30 cm³ stęż. H₂SO₄, tak aby utrzymać temp. 155 – 165⁰C,
- 9) ogrzewać mieszaninę w temp. 160⁰C dopóty, dopóki z chłodnicy przestaną spływać oleiste krople naftalenu (uważać, aby sublimujący naftalen nie zatkał chłodnicy),
- 10) wyjąć kolbę z łaźni, wytrzeć papierem (łaźnia olejowa), lekko ostudzić,
- 11) wylać ciepłą mieszaninę poracyjną cienkim strumieniem do kolby stożkowej zawierającej 200 cm³ zimnej wody,
- 12) przesączyć mętny roztwór pod próżnią,
- 13) przelać przesącz do kolby stożkowej i dodać ostrożnie, małymi porcjami 27,0 g bezwodnego Na₂CO₃ (roztwór silnie się pieni),
- 14) dodać 2,0 g węgla aktywnego, gotować 5 – 10 minut i przesączyć przez sączonek fałdowany umieszczony w lejku w płaszczu grzejnym,
- 15) wsypać do przesączu 25,0 g NaCl i po rozpuszczeniu soli roztwór pozostawić na kilka dni do wykrystalizowania 2-naftalenosulfonianu sodu,
- 16) odsączyć wydzielone kryształy na lejku Büchnera (pod próżnią) i suszyć w suszarce w temp. 105⁰C,
- 17) oczyścić produkt przez rozpuszczenie go w jak najmniejszej ilości wrzącego 10% roztworu NaCl i ponowną krystalizację,
- 18) zważyć wysuszone kryształy,
- 19) zapisać równanie i obliczyć wydajność,
- 20) zmierzyć temperaturę topnienia (określić czystość preparatu),
- 21) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samodzielne stanowisko przy stole laboratoryjnym z dostępem do wyciągu,
- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki,
- waga techniczna,
- suszarka.

Ćwiczenie 2

Otrzymaj p-nitroacetanilid przez nitrowanie acetanilidu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: kolbę stożkowa – 100 cm³, termometr 50⁰C, cylinder miarowy – 10 cm³, zlewka – 250 cm³, moździerz, zestaw do sączenia pod próżnią, krystalizator,
- 4) przygotować odczynniki: acetanilid, stęż. H₂SO₄, stęż. HNO₃, Na₂CO₃, NaCl,
- 5) wlać do kolby 30 cm³ stęż. H₂SO₄ i przy stałym chłodzeniu (miska z wodą), mieszaniu, małymi porcjami dodawać 13,0 g drobno sproszkowanego (w moździerzu), suchego acetanilidu,
- 6) wstawić otrzymany przejrzysty roztwór do miski z lodem i schłodzić go do temp. 0⁰C,
- 7) sporządzić mieszaninę nitrującą z 5 cm³ stęż. H₂SO₄ i 8 cm³ HNO₃ (chłodzić podczas mieszania),
- 8) dodawać po kropli, przy stałym mieszaniu, mieszaninę nitrującą, utrzymywać temp. do 3⁰C (im wyższa temp. tym więcej izomeru orto- w produkcie),
- 9) mieszać roztwór jeszcze ok. 30 min., zostawić w lodówce na kilka dni,
- 10) wsypać do roztworu 30 g tłuczonego lodu i dodać 30 cm³ wody,
- 11) odsączyć wytrącony p-acetanilid pod próżnią, przemyć kilkakrotnie wodą, przenieść do zlewki,
- 12) nalać 50 cm³ wody, dodać Na₂CO₃ w takiej ilości, aby roztwór był wyraźnie alkaliczny (papierek uniwersalny),
- 13) ogrzać do wrzenia (o-nitroacetanilid ulega hydrolizie, a p-nitroacetanilid nie hydrolizuje),
- 14) oziębć roztwór, odsączyć wydzielone kryształy, przemyć wodą i wysuszyć (100⁰C),
- 15) zważyć wysuszone kryształy,
- 16) zapisać równanie i obliczyć wydajność,
- 17) zmierzyć temperaturę topnienia (określić czystość preparatu),
- 18) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samodzielne stanowisko przy stole laboratoryjnym z dostępem do wyciągu,
- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki,
- waga techniczna, suszarka.

4.3.4. Sprawdzian postępów

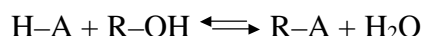
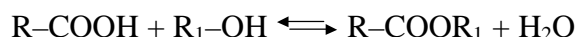
Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) wyjaśnić pojęcia: sulfonowanie, nitrowanie, fluorowcowanie?
2) wymienić czynniki sulfonujące stosowane w procesach sulfonowania związków organicznych?
3) scharakteryzować czynniki sulfonujące?
4) wymienić czynniki nitrujące stosowane w procesach nitrowania związków organicznych?
5) scharakteryzować czynniki nitrujące?
6) wymienić metody wprowadzania fluorowca do związków organicznych?
7) scharakteryzować czynniki wprowadzające fluorowiec do związków organicznych?
8) zapisać odpowiednie równania reakcji sulfonowania, nitrowania, fluorowcowania?
9) podać warunki bhp w procesach sulfonowania, nitrowania, fluorowcowania związków organicznych?

4.4. Reakcje związków organicznych zawierających grupy funkcyjne

4.4.1. Materiał nauczania

Metody otrzymywania estrów kwasów karboksylowych

Estryfikacją nazywamy reakcję między kwasem organicznym lub nieorganicznym i alkoholem, w wyniku której powstaje ester i woda, np.



Estryfikacja jest reakcją odwracalną; jednocześnie z tworzeniem się estru w wyniku działania powstającej wody zachodzi jego hydroliza.

Z równania stałej równowagi reakcji estryfikacji

$$K = \frac{C_{\text{estru}} \cdot C_{\text{wody}}}{C_{\text{alkoholu}} \cdot C_{\text{kwasu}}} \quad C_{\text{estru}} = \frac{K \cdot C_{\text{alkoholu}} \cdot C_{\text{kwasu}}}{C_{\text{wody}}}$$

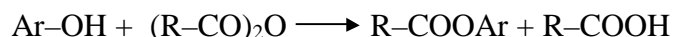
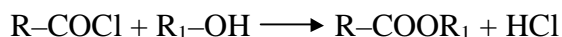
wynika, że chcąc uzyskać większą wydajność estru, do reakcji należy użyć albo nadmiaru alkoholu, albo nadmiaru kwasu. Ze względów praktycznych zwykle daje się nadmiar składnika tańszego lub łatwiej dostępnego.

Inny sposób zwiększenia wydajności polega na oddestylowaniu estru ze środowiska reakcji. Sposób ten jest stosowany, jeżeli temp. wrzenia estru jest niższa od temp. wrzenia pozostałych składników, tj. alkoholu, kwasu i wody. Wydajność estrów można również zwiększyć przez wiązanie lub usuwanie wody tworzącej się w czasie reakcji. Jako środki wiążące wodę stosuje się: stęż. H_2SO_4 , bezwodne $CaCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$ i inne. Wodę można usuwać ze środowiska reakcji przez oddestylowanie, najczęściej w postaci azeotropu z benzenem lub toluenem.

Estryfikacja w zwykłej temperaturze przebiega bardzo wolno, ustalenie równowagi można przyspieszyć przez ogrzewanie. Szybkość reakcji zależy również od mocy kwasu. Kwasy mocniejsze reagują z alkoholami szybciej niż kwasy słabe. Reakcję można przyspieszyć przez dodanie silnego kwasu mineralnego, ponieważ zwiększa się wtedy stężenie jonów wodorowych, zwykle stosuje się stęż. H_2SO_4 , H_3PO_4 lub HCl .

Reakcji estryfikacji z kwasami organicznymi ulegają najłatwiej alkohole pierwszorzędowe, trudniej – drugorzędowe, a stosunkowo najtrudniej trzeciorzędowe.

Do otrzymywania estrów służyć mogą również niektóre pochodne kwasów: chlorki i bezwodniki kwasowe, głównie do otrzymywania estrów fenoli.



Chlorki kwasowe reagują z alkoholami bardzo łatwo, tak że niekiedy mieszaninę trzeba chłodzić. Bezwodniki kwasowe reagują znacznie wolniej. Bezpośredniej estryfikacji fenoli kwasami nie można przeprowadzić.

Przy estryfikacji należy zachować podobne środki ostrożności jak przy czynnościach z łatwo lotnymi i palnymi cieczami. Przed ogrzewaniem należy zawsze wrzucić kamyczki porowatej wrzenne, a kolbę ogrzewać na łaźni elektrycznej. Kwas siarkowy(VI) należy dodawać pipetką lub małym cylindrem [2].

Niektóre estry, mimo przyjemnego zapachu, mogą mieć właściwości drażniące.

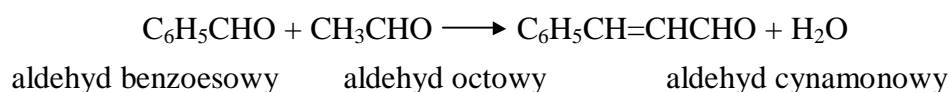
Polikondensacja i polimeryzacja

Reakcje polikondensacji

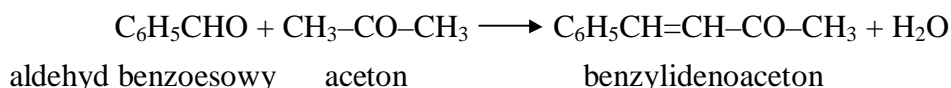
Kondensacją nazywamy reakcję, w której z dwóch cząsteczek związku organicznego powstaje cząsteczka nowego związku, przy czym wydziela się woda lub inny prosty związek (NH_3 , HCl itd.).

Szczególnie podatne do kondensacji są aldehydy, ketony i estry, zawierające wodór przy węglu związanym z grupą funkcyjną.

Na przykład kondensując aldehyd octowy z aldehydem benzoesowym otrzymuje się aldehyd cynamonowy



Kondensując aldehyd benzoesowy z acetonem otrzymuje się benzylidenoaceton

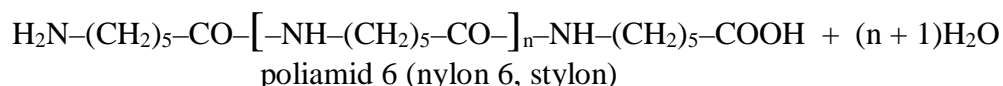
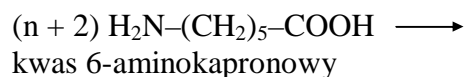


Jako katalizatory są stosowane przeważnie alkoholany (np. $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$), wodorotlenki (np. NaOH), aminy (np. $\text{C}_2\text{H}_5\text{--NH--C}_2\text{H}_5$) [2].

Reakcje kondensacji mają duże znaczenie praktyczne zarówno w praktyce laboratoryjnej, jak i w produkcji związków organicznych.

Do procesów kondensacyjnych zaliczamy również reakcje polikondensacji, w których produkt pierwszej reakcji jest substratem do dalszych reakcji.

Reakcja polikondensacji to proces powstawania związku wielkocząsteczkowego (polimeru) z cząsteczek jednego lub kilku związków małowcząsteczkowych z wydzieleniem prostych produktów ubocznych, najczęściej wody. Związki, które mogą ulegać polikondensacji muszą zawierać co najmniej dwie reaktywne grupy funkcyjne w cząsteczce. Najczęściej spotykane reakcje polikondensacji polegają na wielokrotnie powtarzających się reakcjach estryfikacji lub tworzenia amidów. W reakcji polikondensacji otrzymuje się np. poliestry, poliwęglany, poliamidy, np.



Reakcje polimeryzacji

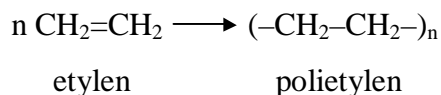
Polimeryzacją nazywamy reakcję, w której cząsteczki związku łączą się ze sobą i powstaje nowa cząsteczka, o masie cząsteczkowej równej sumie mas cząsteczkowych spolimeryzowanych związków wyjściowych.

Reakcji polimeryzacji ulegają związki zawierające wiązania wielokrotne, spośród których największe znaczenia mają polimery etylenu i jego pochodnych.

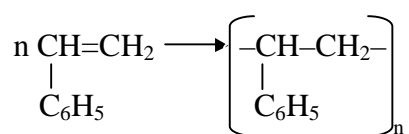
Aby związek spolimeryzował, muszą zaistnieć odpowiednie warunki, np. ogrzewanie, naświetlanie, obecność odpowiednich katalizatorów.

Najczęściej stosowanymi katalizatorami polimeryzacji są nadtlenki nieorganiczne, np. H_2O_2 lub nadtlenki organiczne, np. nadtlenek benzoilu $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$.

W przypadku polimeryzacji etylenu powstaje polietylen



Pochodne etylenu polimeryzują w podobny sposób. Przykładem reakcji polimeryzacji jest przejście styrenu (fenyloetylenu) w polistyren:



Przy polimeryzacji wywiązują się znaczne ilości ciepła. Jeżeli reakcja przebiega powoli, to ciepło jest stopniowo odprowadzane na zewnątrz (np. przez chłodzenie) i reakcja przebiega spokojnie.

Przy szybkiej polimeryzacji (np. zbyt duża ilość katalizatora) reakcja może mieć przebieg gwałtowny, a nawet wybuchowy [2].

Polimeryzacja w warunkach laboratoryjnych małych ilości substancji (kilkugramowych) jest bezpieczna, natomiast polimeryzowanie większych ilości substancji jest niedopuszczalne.

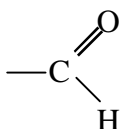
Charakterystyczne reakcje grup funkcyjnych związków organicznych

Aldehydy i ketony

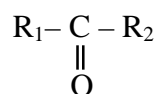
Aldehydy i ketony charakteryzują się obecnością w cząsteczce grupy karbonylowej. W aldehydach grupa karbonylowa połączona jest z atomem wodoru i nosi nazwę grupy aldehydowej lub formylowej. Natomiast w ketonach grupa karbonylowa związana jest z dwiema grupami węglowodorowymi.



grupa karbonylowa



grupa aldehydowa
(formylowa)



keton

Większość reakcji identyfikujących zarówno aldehydy, jak i ketony są to reakcje grupy karbonylowej, a więc są one wspólne dla obydwu typu związków.

Istniejąca pewna liczba reakcji specyficznych ogranicza się w zasadzie wyłącznie do aldehydów. O obecności ketonów wnioskuje się na podstawie pozytywnego wyniku reakcji stwierdzającej obecność grupy karbonylowej i równocześnie wyniku negatywnego jakiegokolwiek reakcji charakterystycznej dla aldehydów.

Alkohole

Alkohole charakteryzują się obecnością w cząsteczce grupy hydroksylowej –OH, która połączona jest z tetraedrycznym atomem węgla: R–OH.

Niższe alkohole alifatyczne (do C₁₁) w temperaturze pokojowej są cieczami, wyższe natomiast ciałami stałymi, podobnie jak większość alkoholi aromatycznych. Alkohole: metylowy, etylowy, propylowy i izopropylowy całkowicie mieszają się z wodą. Rozpuszczalność alkoholi wyższych zmniejsza się w miarę zwiększania liczby atomów węgla w cząsteczce.

Reakcje identyfikacyjne alkoholi są w większości przypadków reakcjami aktywnego wodoru grupy hydroksylowej, aczkolwiek znana jest również niewielka liczba reakcji, w których uczestniczy cała grupa.

Fenole

Grupą funkcyjną fenoli jest, podobnie jak alkoholi, grupa hydroksylowa –OH połączona z atomem węgla pierścienia aromatycznego: Ar–OH.

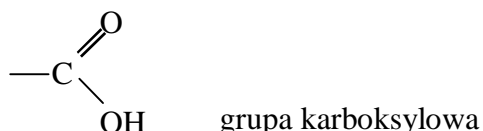
W temperaturze pokojowej fenole są w większości ciałami stałymi, z wyjątkiem m-krezolu, o-bromofenolu i o-chlorofenolu. Fenole monohydroksylowe charakteryzują się specyficznym zapachem. Rozpuszczalność ich wzrasta wraz ze wzrostem liczby grup hydroksylowych w cząsteczce.

Kwasy karboksylowe

Charakterystyczną grupą kwasów organicznych jest grupa karboksylowa. Należy jednak pamiętać, że niektóre związki zawierające grupę hydroksylową mają również charakter kwasowy, np. fenol.

Niższe kwasy alifatyczne są w temperaturze pokojowej cieczami, natomiast wyższe (od C₁₁) są ciałami stałymi, podobnie jak kwasy aromatyczne.

Rozpuszczalność kwasów karboksylowych maleje ze wzrostem długości łańcucha węglowego. Kwasy zawierające do czterech atomów węgla w cząsteczce są cieczami doskonale mieszającymi się w wodzie.



Aminy

Reakcje identyfikacyjne amin są związane z obecnością w cząsteczkach tych związków grup: –NH₂, =NH oraz ≡N występujących w aminach kolejno: pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych.

Metyloamina, dimetyloamina i trimetyloamina są gazami, pozostałe zaś niższe aminy są cieczami o zapachu amoniaku. Wszystkie niższe aminy rozpuszczają się dobrze w wodzie, dając roztwory o odczynie zasadowym.

Wyższe aminy alifatyczne oraz aminy aromatyczne są ciałami stałymi, o słabym zapachu, nierozpuszczalnymi w wodzie.

Ze względu na swoje właściwości zasadowe spowodowane obecnością azotu związanego organicznie, wszystkie aminy reagują z kwasami, dając rozpuszczalne w wodzie sole.

Reakcje charakterystyczne grup funkcyjnych związków organicznych zestawione są w tabeli 2.

Tabela 2. Reakcje charakterystyczne grup funkcyjnych związków organicznych [opracowanie własne]

Odczynnik	Wykonanie reakcji	Efekt działania, równanie reakcji
Wykrywanie grupy karbonylowej		
Chlorowodorek hydroksyloaminy* NH ₂ OH·HCl	Do kilku kropeł odczynnika umieszczonego w probówce dodać 1 – 2 krople badanej substancji o odczynie obojętnym (sprawdzić papierkiem wskaźnikowym)	Zmiana barwy roztworu z pomarańczowej na czerwoną
Wykrywanie grupy aldehydowej		
Odczynnik Tollensa – [Ag(NH ₃) ₂]OH	Do kilku kropeł odczynnika umieszczonego w odtłuszczonej probówce dodać 1-2 krople badanej substancji i ogrzać w łaźni wodnej	Na ściankach probówki powstaje lustro srebrne RCHO + 2[Ag(NH ₃) ₂]OH → RCOONH ₄ + 2Ag ⁰ + 3NH ₃ + H ₂ O
Wykrywanie grupy hydroksylowej w alkoholach		
Wanilina**	Do 2 cm ³ odczynnika umieszczonego w probówce dodać 3 – 4 krople badanej substancji i dodawać wodę kroplami	Zabarwienie roztworu, np. alkohol: metylowy – żółte, po czasie różowe, etylowy – zielononiebieskie, zielone, n-propylowy – żółte, ciemniejące, po rozcieńczeniu H ₂ O – purpurowe izopropylowy – żółte, ciemniejące, po rozcieńczeniu H ₂ O – niebieskofioletowe, izobutylowy – żółte, po rozcieńczeniu H ₂ O – czerwono-fioletowe butylowy (II-rz.) – pomarańczowe, po rozcieńczeniu H ₂ O – czerwono-fioletowe
Wykrywanie grupy hydroksylowej w fenolach		
FeCl ₃	Ok. 0,05 g badanej substancji rozpuścić w wodzie, dodawać kroplami 1% roztworu FeCl ₃ , jeśli nie powstaje zabarwienie powtórzyć próbę, stosując alkohol zamiast wody	Zabarwienie roztworu: czerwone, purpurowe lub zielononiebieskie 6ArOH + FeCl ₃ → H ₃ [Fe(OAr) ₆] + 3HCl
Wykrywanie grupy aminowej		
Oranż metylowy	Do kilku kropeł odczynnika umieszczonego w probówce dodać 1 – 2 krople 0,01-molowego HCl i 1 – 2 krople badanej substancji	Zmiana zabarwienia roztworu z czerwonego na żółte
Chlorek acetylu CH ₃ COCl	Do 0,5 cm ³ (lub 0,5 g) badanej substancji umieszczonej w probówce dodawać kroplami odczynnik. Jeżeli nie wytrąca się osad, próbkę wylać do 3 cm ³ wody, zobojętnić NaHCO _{3(s)}	Wytrąca się biały osad 2RNH ₂ + CH ₃ COCl → RNHCOCH ₃ + RNH ₂ ·HCl Nie reagują aminy III rz.

Odczynnik	Wykonanie reakcji	Efekt działania, równanie reakcji
Wykrywanie grupy karboksylowej		
NaHCO ₃ – roztwór 5%	Do 1 cm ³ roztworu NaHCO ₃ umieszczonego na szkiełku zegarkowym dodać 1 – 2 krople lub niewielką ilość substancji stałej	Wydziela się gaz $\text{RCOOH} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$
Alkohol etylowy	Do probówki z niewielką ilością badanego kwasu dodać 2 cz. alkoholu etylowego i 1 cz. stęż. H ₂ SO ₄ , ogrzewać 2 min., ochłodzić, wylać do parowniczkę z roztworem Na ₂ CO ₃ , sprawdzić zapach	Zapach – słodki, owocowy $\text{R-COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{-OH} \rightleftharpoons \text{R-COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ Kwasy o dużej masie molowej tworzą często estry pozbawione zapachu
Odróżnianie węglowodorów nasyconych od nienasyconych		
Br ₂ w CCl ₄	W 2 cm ³ CCl ₄ umieszczonego w probówce rozpuścić 0,2 g lub 0,2 cm ³ badanego związku i dodawać kroplami roztwór bromu do chwili, gdy barwa utrzyma się ok. 1 min. Zbliżyć do wylotu probówki zwilżony paperek uniwersalny, aby sprawdzić, czy wydziela się HBr, co świadczyłoby o reakcji podstawiania, a nie przyłączenia	Odbarwienie roztworu Br ₂ , brak zmiany zabarwienia papierka – węglowodory nienasycone. Odbarwienie roztworu Br ₂ , czerwone zabarwienie papierka – węglowodory nasycone. $\text{RCH=CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{RCH}(\text{Br})\text{-CH}_2\text{Br}$ $\text{RCH}_2\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{RCH}(\text{Br})\text{CH}_3 + \text{HBr}$
KMnO ₄ – 2% roztwór	W 2 cm ³ wody lub acetonu umieszczonego w probówce rozpuścić 0,2 g lub 0,2 cm ³ badanej substancji i dodawać kroplami roztwór KMnO ₄	Odbarwienie roztworu (więcej niż 3 kropli odczynnika) – węglowodory nienasycone, nasycone nie odbarwiają $2\text{KMnO}_4 + \text{RCH=CH}_2 \longrightarrow \text{RCH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
Odróżnianie węglowodorów aromatycznych od alifatycznych		
Mieszanina nitrująca 2 cz. stęż. HNO ₃ , 1 cz. stęż. H ₂ SO ₄	Do probówki zawierającej ok. 1 cm ³ odczynnika dodać kilka kropli badanego węglowodoru, ogrzewać w łaźni wodnej mieszając. Po kilku minutach wylać zawartość do zlewki z ok. 20 cm ³ wody, zbadać zapach	Charakterystyczny zapach aromatycznych związków nitrowych $\text{Ar-H} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Ar-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

* Przygotowanie odczynnika chlorowodoru hydroksyloaminy: 0,5 g chlorowodoru hydroksyloaminy rozpuścić w 100 cm³ alkoholu etylowego i dodać 7-8 kropeł oranżu metylowego. Następnie dodawać kroplami 5% alkoholowego roztworu NaOH aż do zmiany barwy wskaźnika z czerwonej na pomarańczową.

** 10 g waniliny rozpuścić w 200 cm³ stęż. H₂SO₄

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polegają reakcje estryfikacji, polimeryzacji, polikondensacji?
2. Jakich warunków wymaga proces estryfikacji?
3. Jak można zwiększyć wydajność estryfikacji?
4. Jakie rodzaje związków ulegają polimeryzacji?
5. Jakie katalizatory są stosowane w polimeryzacji?
6. Jakie są podstawowe grupy funkcyjne związków organicznych?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Otrzymaj octan etylu w reakcji estryfikacji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: zestaw do destylacji (250 cm³), wkraplacz, kolby stożkowe, termometr 200⁰C, cylinder miarowy – 25 cm³, rozdzielacz – 250 cm³, lejek szklany,
- 4) przygotować odczynniki: alkohol etylowy, stęż. kwas octowy, stęż. H₂SO₄, bezw. CaCl₂, NaCl,
- 5) wlać do kolby destylacyjnej 25 cm³ alkoholu etylowego oraz mieszając i chłodząc dodawać powoli 25 cm³ stęż. H₂SO₄,
- 6) zmontować zestaw do destylacji, w bocznej rurce kolby umieścić wkraplacz a odbieralnik- w misce z wodą i lodem,
- 7) kolbę ogrzewać do temp. 140⁰C,
- 8) przygotować mieszaninę 100 cm³ alkoholu etylowego i 100 cm³ CH₃COOH, przelać do wkraplacza i powoli wkraplać do kolby destylacyjnej nie przekraczając temp. 140⁰C,
- 9) prowadzić reakcję ok. 2 godz., utrzymując temperaturę (do 140⁰C),
- 10) zubożnić otrzymany destylat małymi porcjami nasyconego roztworu Na₂CO₃ (pieni się), sprawdzić odczyn za pomocą papierka,
- 11) usunąć drobne ilości alkoholu zawartego w mieszaninie poreakcyjnej przez przemycie nasyconym roztworem CaCl₂; zubożniony ester przelać do rozdzielacza, spuścić dolną warstwę wodną, dodać roztwór CaCl₂, silnie wstrząsać, pozostawić do rozdzielenia się warstw, spuścić dolną warstwę, a ester przelać do suchej kolby stożkowej, wsypać 25,0 g CaCl₂, zamknąć korkiem i pozostawić na kilka dni,
- 12) przesączyć ester do suchej kolby destylacyjnej, wrzucić parę kamyków wrzennych i oddestylować ester, zbierając frakcję 76 – 77⁰C,
- 13) zmierzyć objętość produktu,
- 14) zapisać równanie i obliczyć wydajność (sprawdzić gęstości substratów i produktu w Kalendarzu chemicznym),
- 15) zmierzyć współczynnik załamania światła (określić czystość preparatu),
- 16) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samodzielne stanowisko przy stole laboratoryjnym z dostępem do wyciągu,
- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki,
- waga techniczna,
- czasza grzejna,
- Kalendarz chemiczny.

Ćwiczenie 2

Otrzymaj polistyren przez polimeryzację styrenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować sprzęt: probówka, łaźnia wodna,
- 4) przygotować odczynniki: styren, nadtlenek benzoilu,
- 5) wlać do probówki 10,0 g styrenu i dodać ok. 50 mg nadtlenku benzoilu (zachować ostrożność przy odważaniu, ze względu na wybuchowe właściwości),
- 6) umieścić probówkę w łaźni wodnej, stopniowo podnosić temperaturę i utrzymywać ją we wrzącej łaźni ok. 1,5 godz.,
- 7) potłuc probówkę po zestaleniu masy i ostygnięciu, wyjąć otrzymany polimer,
- 8) zapisać równanie reakcji polimeryzacji,
- 9) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samodzielne stanowisko przy stole laboratoryjnym,
- sprzęt laboratoryjny,
- odczynniki,
- waga techniczna, łaźnia wodna.

Ćwiczenie 3

Dokonaj identyfikacji grup funkcyjnych związków organicznych.

W trzech probówkach znajdują się związki organiczne. Wyniki przedstaw w postaci tabeli.

Numer probówki	Odczynniki	Obserwacje	Wnioski	
			Grupa funkcyjna	Równanie reakcji

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy z substancjami chemicznymi, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji,
- 2) dobrać odpowiedni sprzęt laboratoryjny i środki ochrony osobistej,
- 3) przygotować niezbędne odczynniki,
- 4) zorganizować stanowisko pracy,
- 5) zaplanować czynności, korzystając z tabeli 2,
- 6) wykryć grupy funkcyjne w badanych próbkach,
- 7) przedstawić wyniki wykonanych analiz w postaci tabeli.

Wyposażenie stanowiska pracy:

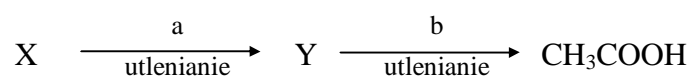
- sprzęt laboratoryjny,
- odczynników,
- badane próbki,
- stół laboratoryjny z dostępem do wyciągu,
- łaznia wodna.

Ćwiczenie 4

Zapisz schematy reakcji chemicznych prowadzących do otrzymywania związków organicznych.

Zadania do rozwiązania

1. Na podstawie schematu podaj wzory i nazwy związków chemicznych X i Y. Zaproponuj czynniki utleniające a i b.



2. Zapisz schemat procesów chemicznych pozwalających otrzymać z benzenu:
 - kwas 1-bromo-4-sulfonowy,
 - m-chloronitrobenzen,
 - o-chloroanilinę.
3. Zapisz schemat procesów chemicznych otrzymywania octanu etylu, mając do dyspozycji etanol i związki nieorganiczne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy z substancjami chemicznymi, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji,
- 2) ustalić kolejność przeprowadzenia poszczególnych reakcji,
- 3) zaproponować odczynniki,
- 4) zapisać schematy reakcji otrzymywania wymienionych związków,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania z punktu 4.4.1,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) wyjaśnić pojęcia: estryfikacja, polimeryzacja, polikondensacja?
2) zapisać równania reakcji estryfikacji, polimeryzacji, polikondensacji?
3) podać warunki reakcji estryfikacji?
4) wymienić sposoby zwiększenia wydajności estryfikacji?
5) wymienić rodzaje związków ulegające polimeryzacji?
6) podać katalizatory stosowane w polimeryzacji?
7) wymienić grupy funkcyjne podstawowych związków organicznych?
8) zapisać równania reakcji charakterystycznych grup funkcyjnych związków organicznych?
9) wykonać identyfikację grup funkcyjnych?
10) otrzymać, oczyścić i określić czystość octanu etylu?
11) obliczyć wydajność procesu estryfikacji?
12) odróżnić grupy węglowodorów za pomocą reakcji charakterystycznych?
13) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczeń?
14) podać warunki bhp w procesach estryfikacji, polimeryzacji i identyfikacji grup związków organicznych?

4.5. Elektroliza. Zastosowanie chemicznych procesów podstawowych w technologii chemicznej

4.5.1. Materiał nauczania

Zastosowanie procesu elektrolizy do otrzymywania substancji

Elektroliza jest jednym z ważniejszych procesów redoks. Elektroliza jest najprostszym, a zarazem najsilniejszym układem utleniająco-redukującym. Reduktorem jest katoda, gdyż dostarcza elektrony kationom, które się redukują. Utleniaczem jest anoda, gdyż odbiera elektrony od anionów, które się przez to utleniają.

W wyniku procesu elektrolizy można otrzymać w przemyśle i w laboratoriach wiele produktów. Najczęściej metodą elektrolizy otrzymuje się:

- produkty gazowe: Cl_2 , H_2 , O_2 , F_2 ,
- metale: sód, potas, wapń, glin i inne,
- sole kwasów tlenowych chloru, bromu, jodu,
- wodorotlenki metali alkalicznych,
- nadtlarki.

Chlor i fluor powstają na anodzie, w wyniku procesu utleniania, podczas elektrolizy soli, zarówno stopionych, jak i w roztworze wodnym, zawierających jony Cl^- i F^- :

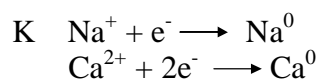


Tlen i wodór wydzielają się przy elektrolitycznym rozkładzie kwasów tlenowych, wodnych roztworów niektórych soli, roztworów wodorotlenków i wody.

Tlen wydzielają się na anodzie, a wodór na katodzie. Procesy zachodzące na elektrodach można w uproszczeniu zapisać następująco:



Metale niereagujące z wodą wydzielają się na katodzie podczas elektrolizy soli stopionych i w roztworze wodnym. Metale z grup litowców i berylowców oraz glin otrzymywać można wyłącznie na drodze elektrolizy soli stopionych. Wydzielają się w procesie redukcji:



Niektóre sole i wodorotlenki otrzymuje się również przez elektrolizę soli. Kierunek przemiany ustala się, stosując określone warunki procesu elektrolizy: temperaturę, gęstość prądu, odpowiednie elektrody. Np. elektroliza solanki może prowadzić do otrzymania NaOH , NaClO , NaClO_3 , NaClO_4 .

W przemyśle wykorzystuje się elektrolizę także do oczyszczania niektórych metali, przykładem może być elektrorafinacja miedzi. Innym przykładem zastosowania metod elektrolitycznych jest galwanotechnika, obejmująca procesy wytwarzania na powierzchni przedmiotów:

- powłok ochronnych zabezpieczających przed korozją,
- powłok dekoracyjnych (np. chromowanie),
- powłok odpornych na ścieranie.

W przemyśle wykorzystuje się też elektrolizę do rozdzielania niektórych izotopów, np. deuteru od wodoru (metoda otrzymywanie ciężkiej wody).

Zastosowanie chemicznych procesów podstawowych w technologii chemicznej

Zadaniem technologii chemicznej jest opracowywanie procesów wytwórczych, najkorzystniejszych z ekonomicznego punktu widzenia, ale równocześnie spełniających wymagania zasady zrównoważonego rozwoju w zakresie ochrony środowiska naturalnego, zasobów surowcowych i energii. Procesy te obejmują przetwarzanie surowców chemicznych w półprodukty chemiczne lub produkty końcowe.

Przy opracowywaniu nowej technologii lub modernizacji istniejących, korzysta się z takich dyscyplin jak: synteza organiczna i nieorganiczna – do określania przejść pomiędzy poszczególnymi substancjami chemicznymi w celu uzyskania pożądanego produktu oraz inżynieria chemiczna i sterowanie procesami.

Synteza chemiczna polega na przeprowadzeniu wielu kolejnych reakcji, tzw. przejść syntetycznych, w wyniku których można w pierwszym etapie otrzymać fragment struktury przyszłego związku, np. łańcucha lub pierścienia węglowego, a następnie wprowadzić żądane podstawniki (grupy funkcyjne) w wyniku np. reakcji przyłączenia lub podstawienia (chlorowanie, sulfonowanie, nitrowanie itd.). Niektóre z nich spełniają tylko role pomocnicze i są w kolejnych stopniach przemiany usuwane.

Różnorodne procesy technologiczne stosowane w przemyśle chemicznym są na ogół wzajemnie uwarunkowane i sprzężone, nieraz nawet wtedy, gdy wydaje się, że między określonymi procesami nie ma żadnych powiązań. Powiązania te jednak występują bardzo często i odgrywają istotną, bezpośrednią lub pośrednią rolę w integrowaniu i ukierunkowywaniu rozwoju różnych gałęzi produkcji chemicznej. Przykładem może być rozwój związków chloroorganicznych (chlorobenzenu, chlorometanów, chlorku winylu i in.), który narzucił konieczność znacznego zwiększenia produkcji chloru. Uruchomiono w tym celu wiele nowych instalacji elektrolizy wodnych roztworów NaCl i w konsekwencji oprócz pożądanego wzrostu wielkości produkcji chloru nastąpił również wzrost produkcji NaOH. Spowodowało to prawie całkowite zarzucenie produkcji tego wodorotlenku metodą kaustyfikacji Na_2CO_3 . Zarzucony został również w wielu krajach proces syntezy chlorowodoru z Cl_2 i H_2 , gdyż duże ilości HCl otrzymuje się ubocznie w procesach chlorowania związków organicznych.

W wielu procesach produkcyjnych surowcami są równocześnie związki organiczne i nieorganiczne (np. chlor i etylen w produkcji chlorku winylu, węglowodory oraz HNO_3 i H_2SO_4 w procesach nitrowania czy sulfonowania) lub też w wyniku reakcji pomiędzy związkami organicznymi otrzymuje się produkty organiczne i nieorganiczne. Z tych względów instalacje produkujące związki organiczne oraz instalacje wytwarzające związki nieorganiczne są niekiedy budowane w ramach jednego zakładu przemysłu chemicznego i integrowane technologicznie i energetycznie.

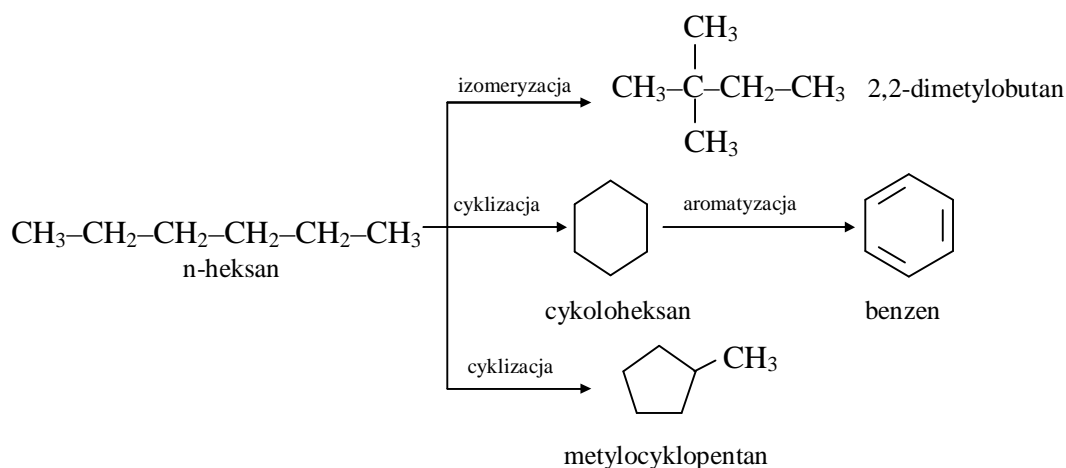
Do procesów podstawowej syntezy organicznej zalicza się wielkotonażowe procesy wytwarzania związków organicznych o stosunkowo prostej budowie stosowanych czasem bezpośrednio w niektórych przemysłach jako rozpuszczalniki lub reagenty, lecz głównie wykorzystywanych jako surowce do dalszych syntez w wielu przemysłach (tworzyw

sztucznych, kauczuków i włókien syntetycznych, barwników, leków, środków powierzchniowoczynnych, farb i lakierów, i innych). W syntezie organicznej ważne miejsce zajmują procesy produkcji alkoholi (metanolu, etanolu, propanoli, butanolu, glikoli), aldehydu octowego i mrówkowego, acetonu, fenolu, związków chloroorganicznych, kwasów karboksylowych oraz ich pochodnych (np. estrów, bezwodników) [3].

Procesy termiczne przeróbki surowców węglowodorowych

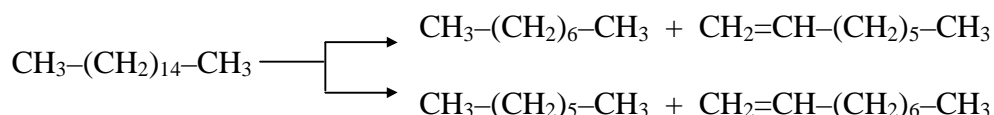
Szczególną rolę w rozwoju technologii i otrzymywaniu podstawowych, o wszechstronnym zastosowaniu surowców, zajmuje chemiczna przeróbka węglowodorów pochodzących z ropy lub gazu. Wytwarzanie czy wyodrębnianie tych węglowodorów następuje w przemyśle zarówno w typowych procesach rafineryjnych (odparafinowanie, reforming, kraking katalityczny), jak i w procesach zwyczajowo zaliczanych do petrochemii. Wśród tych ostatnich szczególnie ważny jest proces pirolizy, jako metoda produkcji niższych olefin i węglowodorów aromatycznych z gazów ziemnych bogatych w etan, propan i butany oraz z gazów rafineryjnych czy z lekkich frakcji naftowych.

Celem procesów reformingu (pod działaniem katalizatora i w wysokiej temp.) jest izomeryzacja łańcuchów prostych do rozgałęzionych oraz cyklizacja i aromatyzacja np.



Proces ten wykorzystywany jest m.in. do otrzymywania składników podnoszących LO (liczbę oktanową) benzyn.

Ze względu na niewystarczającą ilość frakcji benzynowej w ropie naftowej przeprowadza się procesy krakingu frakcji wyżej wrzących do otrzymywania benzyn. Kraking wykorzystuje zjawisko rozpadu długich łańcuchów węglowych pod działaniem wysokiej temperatury i ciśnienia. Z n-alkanów powstają w tych warunkach alkany o krótszych łańcuchach i odpowiednie alkeny [1], np



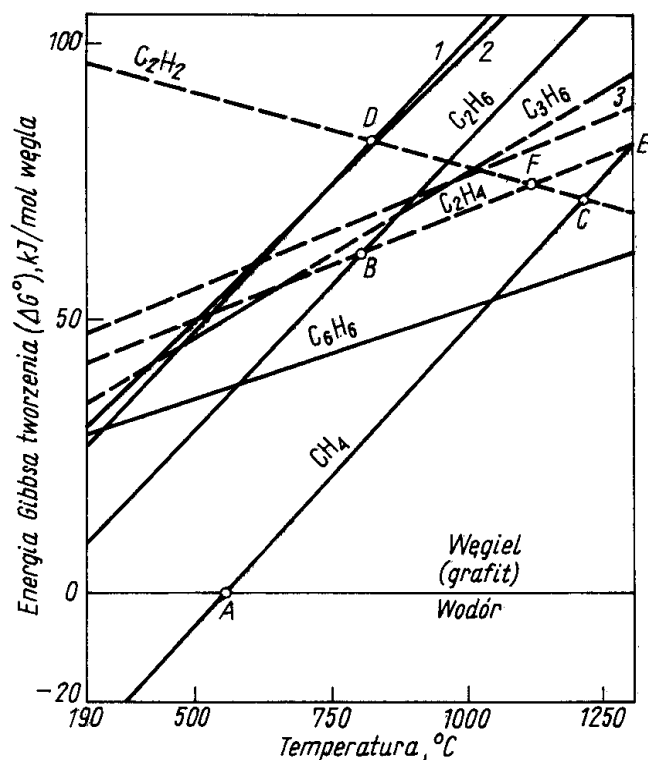
Niskociśnieniowe (do 0,3 MPa) krakowanie termiczne prowadzone w celu wytwarzania węglowodorów nienasyconych (niższych olefin i acetyleny) jest powszechnie nazywane pirolizą. Kraking termiczny pod wysokim ciśnieniem (do 1,5 MPa) prowadzi do osiągnięcia dużych wydajności węglowodorów nienasyconych, jednak powyżej ciśnienia 0,3 MPa zachodzą łatwo reakcje wtórne: polimeryzacja i alkilowanie.

W celu określenia, czy reakcja termicznego rozkładu będzie w danej temperaturze przebiegać, należy wyliczyć lub wyznaczyć eksperymentalnie zmianę wartości energii Gibbsa (ΔG). Reakcja jest możliwa jeśli $\Delta G < 0$.

Wartości energii Gibbsa zestawiane są w tablicach lub w postaci wykresów. Na ich podstawie można np. ocenić wpływ temperatury na termodynamiczne prawdopodobieństwo zajścia określonej reakcji i na położenie stanu równowagi. Prawdopodobieństwo termodynamiczne zajścia określonej reakcji rozkładu termicznego zależy więc od różnicy trwałości węglowodorowego substratu oraz powstających produktów. Węglowodory mają trwałość mniejszą w wyższych temperaturach. Jedynym wyjątkiem jest acetylen, którego trwałość rośnie ze wzrostem temperatury (rys. 8).

Na podstawie wykresu (rys. 8) można stwierdzić:

- metan w całym zakresie temperatur jest trwalszy od innych węglowodorów, dopiero powyżej 1000°C trwalszy staje się benzen. Jednak metan powyżej 550°C zaczyna się rozkładać na węgiel i wodór (punkt A);
- w wysokich temperaturach alkanany i cykloalkany są mniej trwałe od alkenów (olefin) i węglowodorów aromatycznych. Wytworzenie etylenu z etanu jest możliwe powyżej 750°C (punkt B), natomiast z heksanu lub benzyny lekkiej można otrzymać etylen już w temperaturze niewiele powyżej 500°C . W temperaturze wyższej linia etylenu przebiega niżej, zatem rozkład heksanu do etylenu może zachodzić jeszcze z wyższym prawdopodobieństwem;
- termiczna stabilność alkanów jest tym mniejsza, im większa jest ich masa molowa. W procesie krakingu termicznego czy pirolizy najpierw będą się rozkładać węglowodory nasycone z długimi łańcuchami. Miejsce rozerwania łańcuchów będzie się przesunąć ze wzrostem temperatury ku skrajnie położonym wiązaniom i w rezultacie tworzyć się będą węglowodory z krótkimi łańcuchami, do metanu włącznie;
- aby możliwe było otrzymanie acetyleny z metanu, potrzebna jest temperatura $> 1200^{\circ}\text{C}$ (punkt C). Im większa masa molowa alkanu, tym niższa temperatura otrzymywania acetyleny (np. z heksanu – ok. 800°C , punkt D);
- wytworzenie etylenu z metanu jest możliwe dopiero powyżej 1300°C (punkt E).



Rys. 8. Zależność energii Gibbsa tworzenia różnych węglowodorów od temperatury [3];

1 – heksan, 2 – cykloheksan, 3 – 1,3-butadien, - - - - - alkeny.

Do wytworzenia olefin (etylenu, propylenu) metodą pirolizy węglowodorów potrzebne są temperatury 750 – 900⁰C. Piroliza prowadzona w temperaturze do 900⁰C jest nazywana olefinową. Przy prowadzeniu pirolizy węglowodorów w celu otrzymania acetyleny konieczne jest stosowanie temperatury wyższej niż 900⁰C, jest to proces tzw. pirolizy acetylenowej; przy czym w zakresie 900 – 1200⁰C otrzymuje się jednocześnie acetylen i etylen, a powyżej 1200⁰C acetylen [3].

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są zastosowania procesu elektrolizy?
3. Jakie produkty otrzymuje się w wyniku elektrolizy wody?
4. Jakie produkty otrzymuje się w wyniku elektrolizy kwasów beztlenowych i ich soli?
5. Jakie produkty otrzymuje się w wyniku elektrolizy kwasów tlenowych i ich soli?
6. Jakie są podstawowe procesy termiczne przeróbki surowców węglowodorowych?
7. W jakim zakresie temperatur prowadzi się pirolizę węglowodorów w celu wytworzenia etylenu i propylenu?
8. Jaki zakres temperatur jest potrzebny w procesie pirolizy acetylenowej?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Otrzymaj miedź przez elektrolizę siarczanu(VI) miedzi(II).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć zasady bezpiecznej pracy, korzystając między innymi z Kart charakterystyki substancji oraz dobrać odpowiednie środki ochrony osobistej,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) przygotować zestaw do elektrolizy (elektrolizer lub zlewkę, dwie elektrody grafitowe i źródło prądu stałego, mieszadło magnetyczne),
- 4) przygotować odczynniki: 0,2-molowy roztwór CuSO_4 , stęż. H_2SO_4 , NH_4NO_3 ,
- 5) odmierzyć 150 cm^3 roztworu CuSO_4 i umieścić w zlewce,
- 6) dodać ok. 2 cm^3 stęż. H_2SO_4 i ok. 2 g NH_4NO_3 ,
- 7) zważyć katodę,
- 8) ogrzać roztwór do ok. 80°C i umieścić w nim wirnik mieszadła magnetycznego,
- 9) postawić zlewkę na płytce elektrolizera, zanurzyć w niej elektrody (do $2/3$ wysokości),
- 10) przeprowadzić elektrolizę zgodnie z instrukcją obsługi elektrolizera ($U = 2,5 \text{ V}$, $I = 2 \text{ A}$), ogrzewając roztwór elektrolizowany,
- 11) zwiększyć napięcie do $3,5 \text{ V}$, gdy roztwór ulegnie znacznemu odbarwieniu i prowadzić elektrolizę jeszcze 30 min. ,
- 12) podnieść elektrody, nie wyłączając napięcia, przepłukać je wodą destylowaną, wyjąć z uchwyty,
- 13) wyłączyć przyrząd, mieszanie i ogrzewanie,
- 14) umieścić katodę na szkiełku zegarkowym i suszyć ok. 10 min. w temp. 110°C ,
- 15) zważyć, obliczyć wydajność procesu elektrolizy,
- 16) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samodzielne stanowisko przy stole laboratoryjnym,
- sprzęt do elektrolizy,
- odczynniki,
- waga.

Ćwiczenie 2

Określ produkty reakcji izomeryzacji oraz rozkładu termicznego węglowodorów nasyconych.

Zadania do rozwiązania

1. Jaki węglowodór należy poddać dehydrocyklizacji, aby otrzymać etylobenzen?
Zapisz odpowiednie równanie reakcji.
2. Określ produkty procesów reformingu (dehydrocyklizacji i izomeryzacji) n-heptanu.
Zapisz odpowiednie schematy reakcji.
3. Określ możliwe produkty termicznego rozkładu heksanu w temperaturze 800°C .
Wymień produkt, który powstanie w największej ilości. Skorzystaj z wykresu – rys.8.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) przeanalizować treść zadań,
- 3) rozwiązać zadania, zapisując odpowiednie wzory,
- 4) określić substraty lub produkty izomeryzacji oraz rozkładu termicznego węglowodorów nasyconych,
- 5) zapisać schematy reakcji,
- 6) zapisać przebieg ćwiczenia w dzienniczku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania z p. 4.5.1,
- literatura z rozdziału 6.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) podać produkty elektrolizy wody?
2) podać produkty elektrolizy kwasów beztlenowych i ich soli?
3) podać produkty elektrolizy kwasów tlenowych i ich soli?
4) wykonać elektrolizę wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II)?
5) wymienić podstawowe procesy termiczne przeróbki surowców węglowodorowych?
6) określić produkty reformingu węglowodorów nasyconych?
7) określić produkty pirolizy węglowodorów nasyconych w zależności od temperatury procesu?
8) podać zakres temperatur, w jakim prowadzi się pirolizę węglowodorów w celu wytworzenia etylenu i propylenu?

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących zastosowania podstawowych procesów chemicznych. Są to zadania wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Prawidłową odpowiedź zaznacz X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas. Trudności mogą przysporzyć Ci zadania: 2, 8, 10, 11, 19, 20 gdyż są one na poziomie trudniejszym niż pozostałe.
8. Na rozwiązanie testu masz 60 min.

Powodzenia!!!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Tlenek miedzi(II) można otrzymać w reakcji:
 - a) redukcji Cu_2O
 - b) bezpośredniego spalania
 - c) rozkładu termicznego CuCl_2
 - d) rozkładu termicznego $\text{Cu}(\text{OH})_2$
2. Jedynie tlenki gazowe zawiera zbiór:
 - a) MgO , CO_2 , CO
 - b) P_4O_{10} , N_2O_5 , CO
 - c) CO_2 , SO_2 , N_2O
 - d) SO_2 , Na_2O , SO_3
3. Wodór wydzielający się w wyniku reakcji w laboratorium można zbierać:
 - a) w otwartej probówce
 - b) w odwróconej probówce
 - c) w roztworze alkalicznym
 - d) przez rozpuszczenie w wodzie
4. Właściwość fizyczna decydująca o sposobie zbierania gazów to:
 - a) gęstość
 - b) palność
 - c) zapach
 - d) barwa
5. Produktami reakcji rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) i cynku są:
 - a) ZnSO_4 i H_2O
 - b) ZnSO_4 i ZnO
 - c) ZnSO_4 i SO_2
 - d) ZnSO_4 i H_2
6. Głównym produktem reakcji SO_3 i $\text{Ba}(\text{OH})_2$ jest:
 - a) BaSO_4
 - b) BaSO_3
 - c) BaS
 - d) BaO
7. Kwasy karboksylowe są produktami utlenienia:
 - a) ketonów
 - b) alkoholi I rz.
 - c) alkoholi II rz.
 - d) alkoholi III rz.
8. Utleniaczem do przeprowadzenia odpowiedniego alkoholu w aldehyd jest:
 - a) KMnO_4 w środowisku obojętnym
 - b) KMnO_4 w środowisku kwaśnym
 - c) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ w środowisku zasadowym
 - d) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ w środowisku kwaśnym

9. Kwas octowy można otrzymać przez utlenienie:
- metanolu
 - etanolu
 - propanolu
 - izopropanolu
10. Łańcuchy boczne w związkach alifatyczno-aromatycznych (np. toluen), można utlenić do kwasu za pomocą
- O_2
 - CuO
 - $KMnO_4$
 - $K_2Cr_2O_7$
11. Czynnikiem redukującym spośród wymienionych jest:
- I_2
 - KI
 - CuO
 - $ZnCl_2$
12. Produktem redukcji nitrobenzenu żelazem w środowisku kwaśnym jest:
- anilina
 - azobenzen
 - azoksybenzen
 - fenylohydroksyloamina
13. Czynnikiem sulfonującym spośród wymienionych jest:
- SO_2
 - H_2S
 - H_2SO_3
 - H_2SO_4
14. Czynnikiem nitrującym spośród wymienionych jest:
- HNO_2
 - HNO_3
 - $NaNO_2$
 - N_2O_3
15. Produktem głównym przyłączenia HCl do pent-1-enu jest:
- 1-chloropentan
 - 2-chloropenten
 - 2-chloropentan
 - 3-chloropentan
16. Produktem głównym chlorowania toluenu pod wpływem światła jest:
- o-chlorotoluen
 - p-chlorotoluen
 - m-chlorotoluen
 - chlorofenylometan

17. Polistyren jest produktem reakcji:

- a) poliaddycji
- b) polimeryzacji
- c) poliestryfikacji
- d) polikondensacji

18. Produktami elektrolizy wodnego roztworu Na_2SO_4 jest:

- a) H_2 i S
- b) H_2 i O_2
- c) Na i SO_2
- d) NaOH i SO_3

19. Aby otrzymać etylobenzen, należy poddać dehydrocyklizacji:

- a) heksan
- b) heptan
- c) oktan
- d) nonan

20. Piroliza węglowodorów prowadząca do wytworzenia olefin (etylenu, propylenu) zachodzi w zakresie temperatur:

- a) $350 - 500^\circ\text{C}$
- b) $550 - 700^\circ\text{C}$
- c) $750 - 900^\circ\text{C}$
- d) $900 - 1200^\circ\text{C}$

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Zastosowanie podstawowych procesów chemicznych

Zakreśl poprawną odpowiedź, wpisz brakujące części zdania lub wykonaj rysunek.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1.	a	b	c	d	
2.	a	b	c	d	
3.	a	b	c	d	
4.	a	b	c	d	
5.	a	b	c	d	
6.	a	b	c	d	
7.	a	b	c	d	
8.	a	b	c	d	
9.	a	b	c	d	
10.	a	b	c	d	
11.	a	b	c	d	
12.	a	b	c	d	
13.	a	b	c	d	
14.	a	b	c	d	
15.	a	b	c	d	
16.	a	b	c	d	
17.	a	b	c	d	
18.	a	b	c	d	
19.	a	b	c	d	
20.	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Danikiewicz W.: Chemia organiczna. WSiP, Warszawa 1995
2. Dziańkowski M.: Pracownia preparatyki organicznej. WSiP, Warszawa 1991
3. Grzywa E., Molenda J.: Technologia podstawowych syntez organicznych. Tom 1. WNT, Warszawa 2000
4. Lewandowski R.: Pracownia preparatyki nieorganicznej. WSiP, Warszawa 1994