



Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?

Bezwodnik octowy (bezwodnik kwasu octowego) jest jednym z najpopularniejszych bezwodników kwasów organicznych. Stosowany jest jako środek acetylujący, np. do otrzymywania kwasu acetylosalicylowego, octanu celulozy, włókien sztucznych (polioctan winylu), błon filmowych oraz taśm magnetofonowych.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Naturalne bezwodniki kwasów organicznych występują rzadko, ze względu na reaktywność grupy funkcyjnej. Zazwyczaj otrzymuje się je metodami syntetycznymi. Jednym z przykładów bezwodnika kwasowego, otrzymanego z naturalnych źródeł, jest **kantarydyna**. Substancja ta została wydzielona w 1810 roku z preparowanych chrząszczy, stanowiących wówczas preparat stosowany w leczeniu objawów ospy prawdziwej. Był to prawdopodobnie drugi taki przypadek pozyskania czystej substancji aktywnej z istniejącego preparatu leczniczego. Pierwsza była morfina. Czy wiesz, że na początku XIX wieku otrzymywano również chlorki kwasowe? Czy znasz metody ich otrzymywania? Czy potrafisz wyjaśnić, czym różnią się chlorki kwasowe od bezwodników kwasowych?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym są chlorki kwasowe oraz bezwodniki kwasowe.
- Porównasz metody otrzymywania chlorków kwasowych oraz bezwodników kwasowych.
- Narysujesz wzory półstrukturalne chlorków i bezwodników kwasowych.

Przeczytaj

Zastępując grupę hydroksylową — OH w grupie karboksylowej inną grupą, otrzymuje się nowe związki, tzw. **pochodne kwasów karboksylowych**, wśród których można wymienić chlorki kwasowe (tzw. **chlorki acylowe**) i **bezwodniki kwasowe**.

Chlorki kwasowe

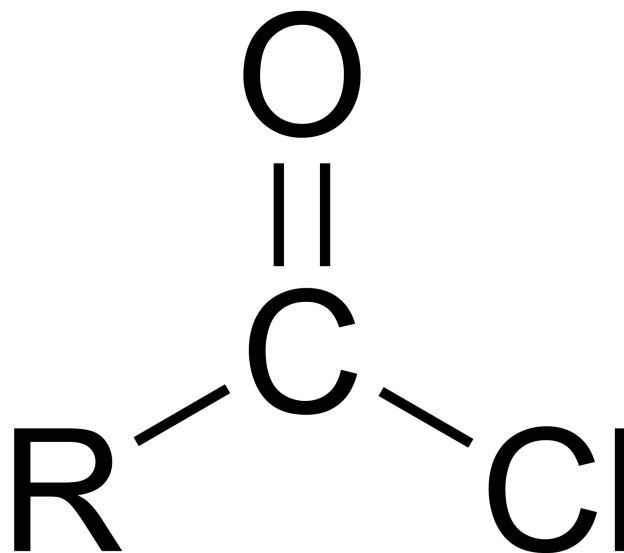
Organiczne chlorki kwasowe, znane także jako **chlorki acylowe**, to pochodne kwasów karboksylowych, w których grupę — OH w grupie funkcyjnej zastąpiono atomem chloru — Cl. Przykładowe związki tego typu to:

- chlorek acetylu (CH_3COCl);
- chlorek benzoilu ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$).

Większość chlorków kwasowych to ciecze lub ciała stałe silnie drażniące naskórek, o ostrym zapachu wywołującym łzawienie.

Chlorki kwasowe należą do najbardziej reaktywnych pochodnych kwasów karboksylowych. Co istotne, aromatyczne chlorki kwasowe są mniej reaktywne niż alifatyczne. Reakcje chlorków kwasowych to

głównie reakcje substytucji nukleofilowej, w której chlor odchodzi jako grupa opuszczająca (anion chlorkowy). W przypadku chlorków kwasowych aromatycznych występuje silne oddziaływanie między wolnymi parami elektronowymi atomu chloru a sekstem elektronowym pierścienia aromatycznego, co stabilizuje całą cząsteczkę, przez co jest ona mniej reaktywna. W przypadku chlorków kwasowych alifatycznych zjawisko to nie występuje.



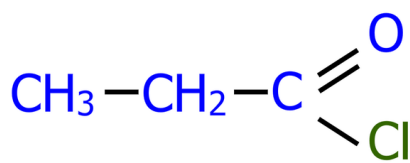
Wzór ogólny chlorków kwasowych. R - reszta alifatyczna lub aromatyczna

Źródło: dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, domena publiczna.

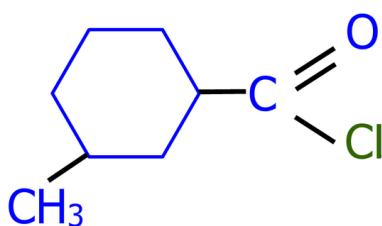
Nomenklatura

Nazwy chlorków kwasowych tworzymy:

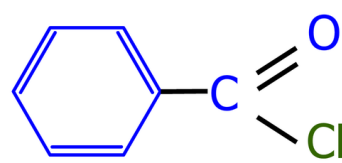
- podając wyraz „chlorek” ;
- podając nazwę grupy acylowej, którą tworzy się, zamieniając w nazwie kwasu końcówkę „-owy” na „-oilu” lub „-ksylowy” na „-nylu”.



chlorek propanoilu



chlorek 3-metylocykloheksanokarbonylu



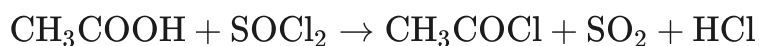
chlorek benzoilu
(nazwa przyjęta przez IUPAC)

Przykładowe nazwy systematyczne chlorków

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

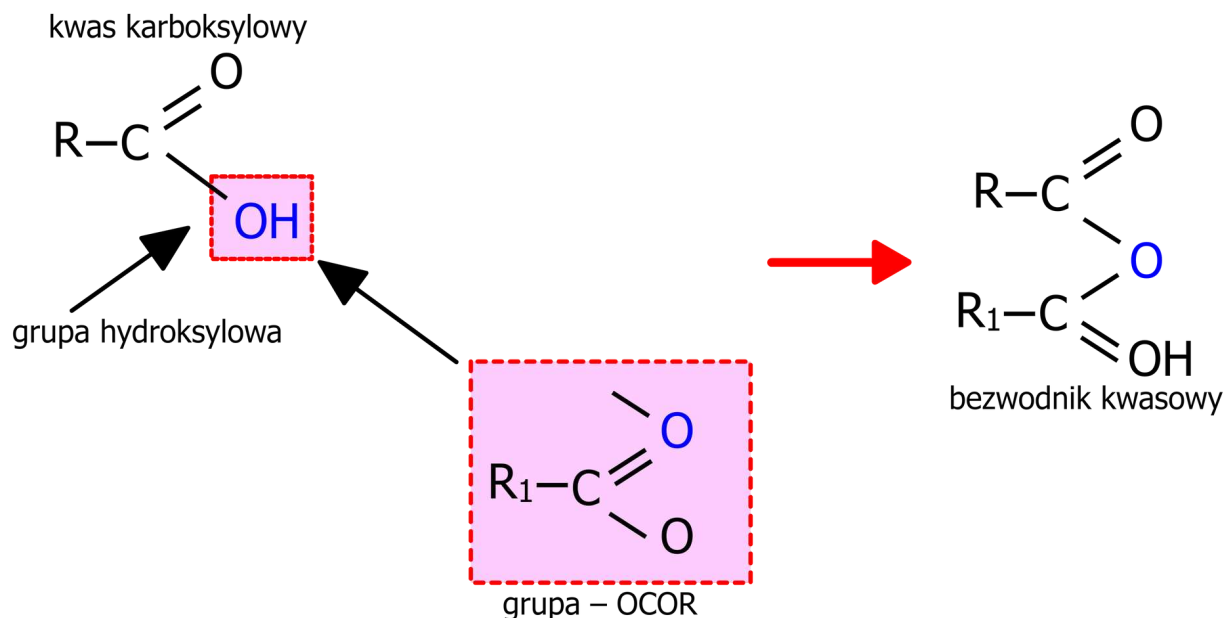
Otrzymywanie chlorków kwasowych

Chlorki kwasowe powstają w reakcji kwasu karboksylowego z PCl_3 , PCl_5 lub SOCl_2 , np.



Bezwodniki kwasowe

Organiczne **bezwodniki** kwasowe to pochodne kwasów karboksylowych, w których grupę —OH kwasu karboksylowego zastąpiono grupą —OCOR .

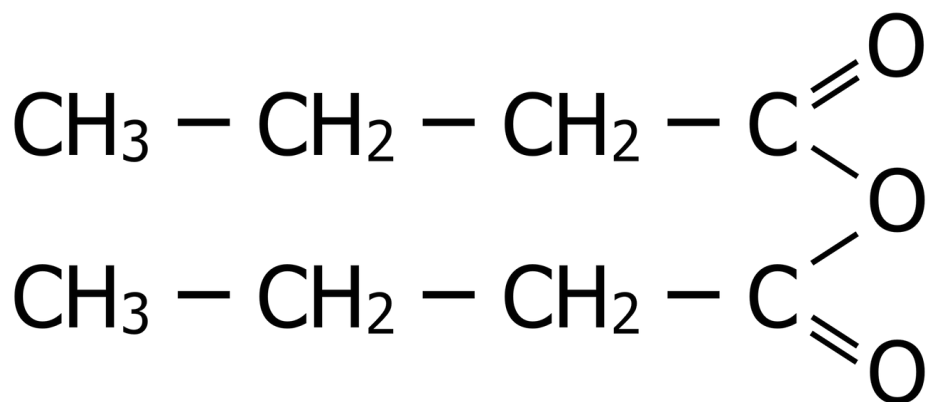


Schemat powstania bezwodnika kwasowego

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

W cząsteczce bezwodnika kwasowego grupy węglowodorowe R i R₁ mogą być:

- jednakowe – mówimy wtedy o **bezwodniku symetrycznym lub prostym**;

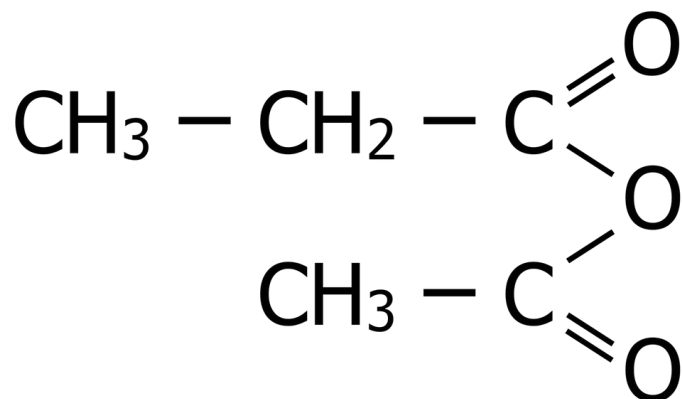


bezwodnik butanowy

Wzór półstrukturalny bezwodnika butanowego

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

- różne – mówimy wtedy o **bezwodniku mieszanym**.

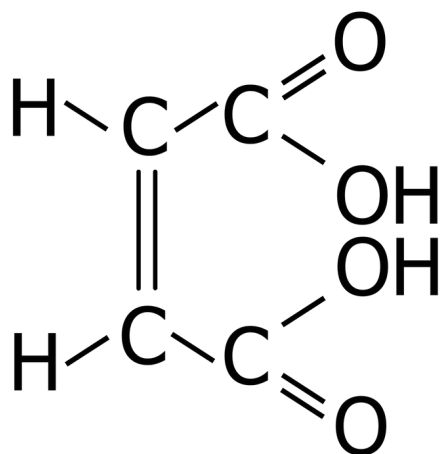


bezwodnik etanowo-propanowy

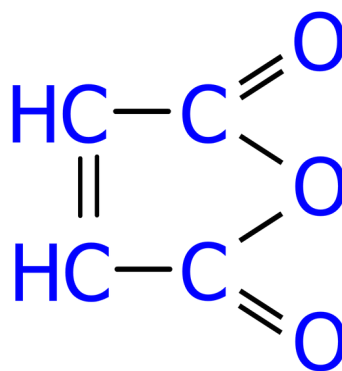
Wzór półstrukturalny bezwodnika etanowo-propanowego

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetitorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Istnieją również **bezwodniki cykliczne**, pochodzące od kwasów dikarboksylowych. Przykładem może być bezwodnik but-2-enodiowy, zwany **bezwodnikiem maleinowym**.



kwas but-2-enodiowy
kwas maleinowy



bezwodnik but-2-enodiowy
bezwodnik maleinowy

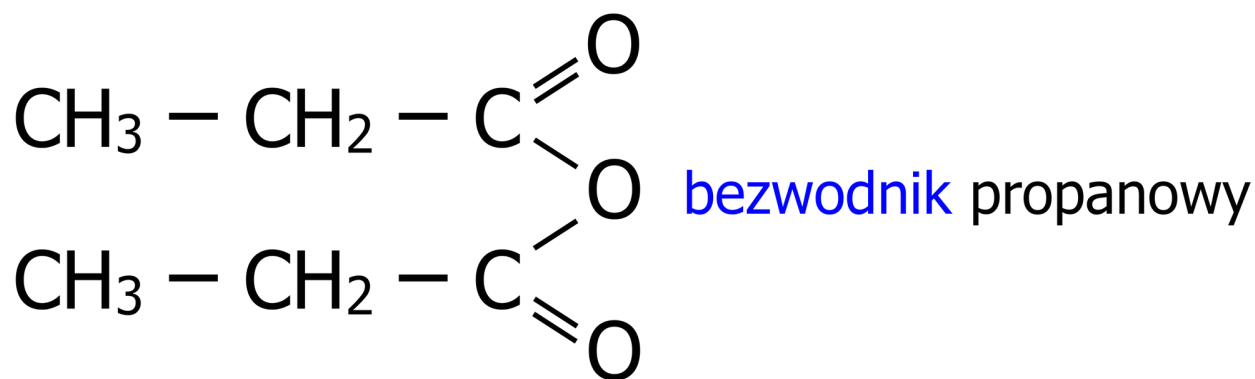
Wzory półstrukturalne bezwodnika kwasowego oraz odpowiedniego kwasu dikarboksylowego, od którego on pochodzi

Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie: M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Chemia Repetitorium*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2010, licencja: CC BY-SA 3.0.

Nomenklatura

Bezwodniki symetryczne

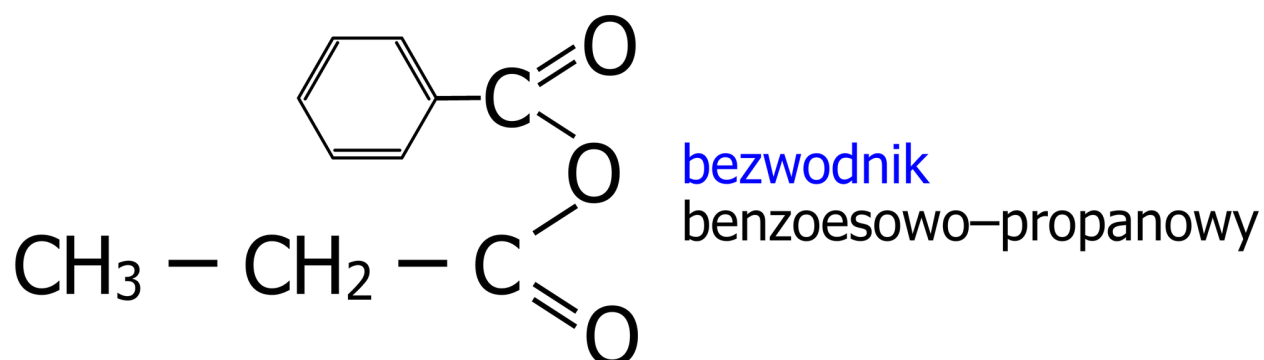
Nazwę tworzy się, zastępując wyraz „kwas” słowem „bezwodnik”.



Wzór półstrukturalny bezwodnika propanowego

Bezwodniki mieszane

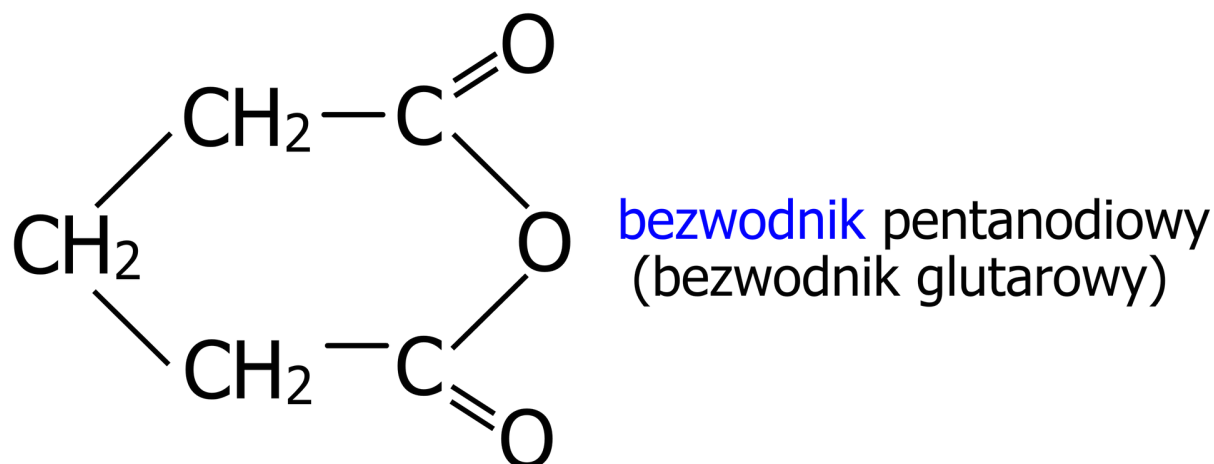
Po wyrazie „bezwodnik” wymieniamy nazwy kwasów (bez słowa „kwas”) w porządku alfabetycznym i oddzielamy je łącznikiem (w nazwie pierwszego końcówkę „-y” wymieniamy na „-o”).



Wzór półstrukturalny bezwodnika benzoesowo-propanowego

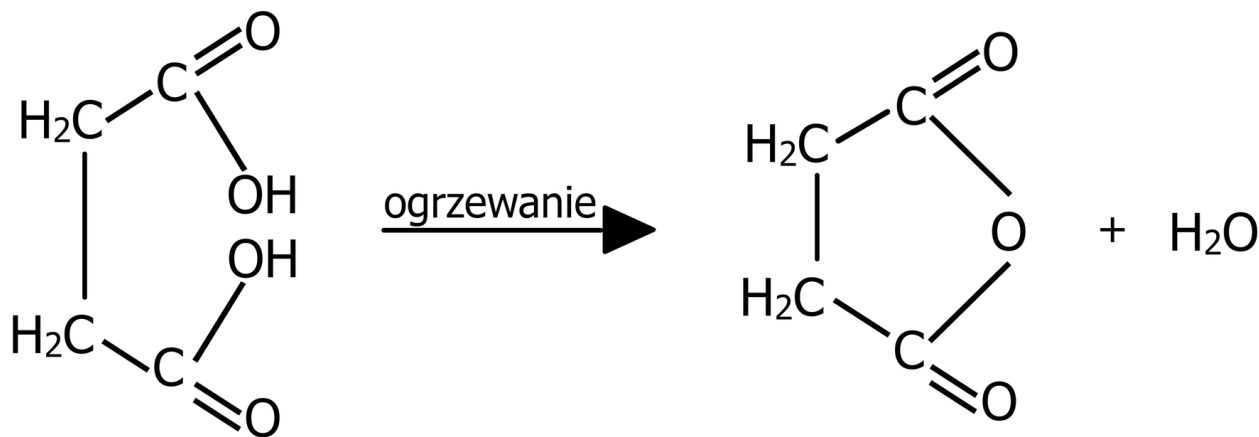
Bezwodniki cykliczne

Nazwy tworzy się tak samo, jak dla bezwodników symetrycznych.



Otrzymywanie bezwodników kwasowych

Bezwodniki kwasów dikarboksylowych można otrzymać w czasie ich ogrzewania. Reakcja przebiega szczególnie łatwo, jeżeli powstają pięcio- lub sześcioczłonowe bezwodniki:



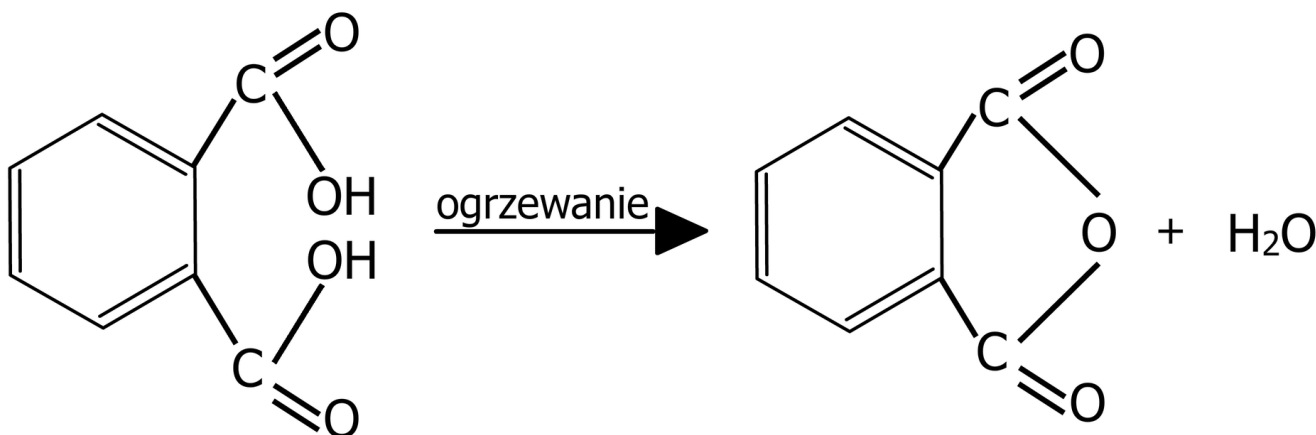
kwas butanodiowy

bezwodnik butanodiowy

Przykładowe równanie reakcji powstawania bezwodnika

Źródło: GroMar Sp. z o.o., GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

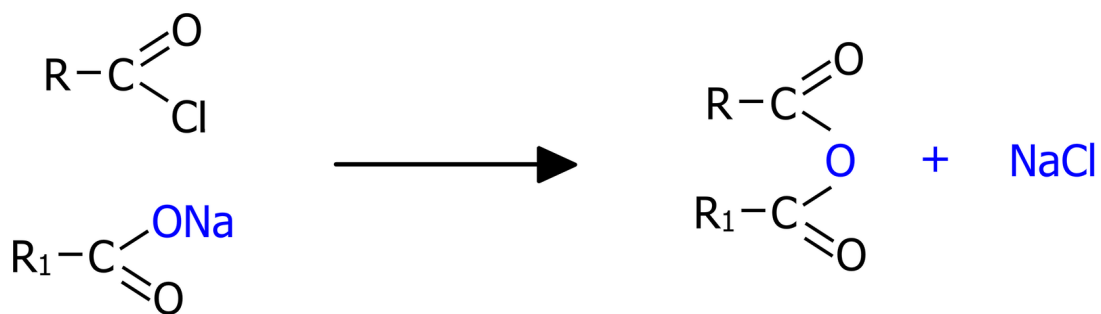
W podobny sposób, czyli w trakcie łagodnego ogrzewania, można otrzymać **bezwodnik kwasu ftalowego**:



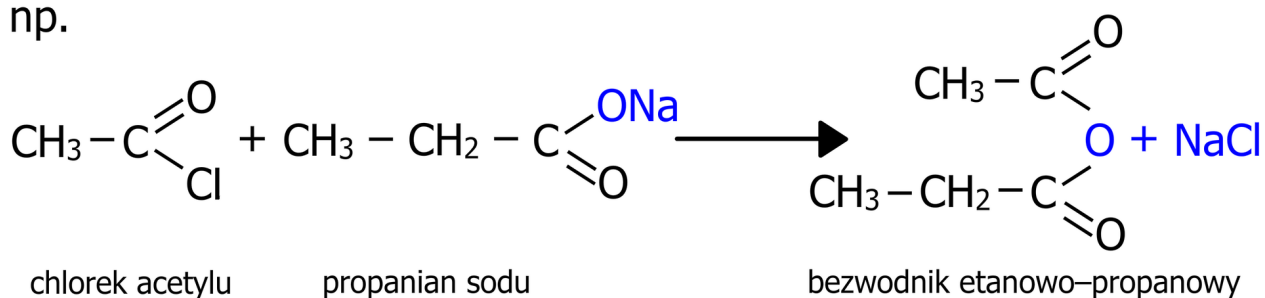
Równanie reakcji powstawania bezwodnika kwasu ftalowego

Źródło: GroMar Sp. z o.o., GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Bezwodniki kwasów monokarboksylowych otrzymuje się w wyniku reakcji danych chlorków kwasowych z solami sodowymi odpowiednich kwasów. Można w ten sposób otrzymywać bezwodniki mieszane (niesymetryczne):



np.



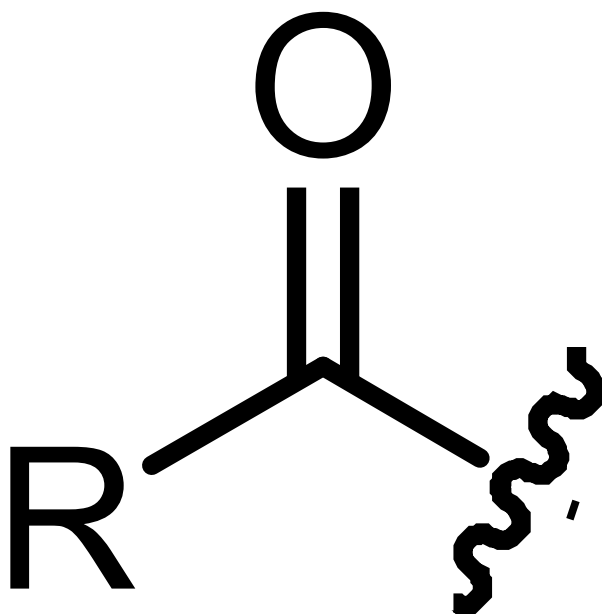
Przykładowe równanie reakcji otrzymywania bezwodników mieszanych

Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetitorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

grupa acylowa

grupa organiczna, wywodząca się z cząsteczki kwasu karboksylowego RCOOH (R – alkil lub aryl), powstająca przez oderwanie od grupy —OH



Struktura grupy acylowej pochodzącej od kwasu karboksylowego

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

chlorki acylowe

związki organiczne z grupy chlorków kwasowych, pochodne kwasów karboksylowych, w których grupa hydroksylowa w grupie karboksylowej została zastąpiona atomem chloru

źródło definicji: wikipedia.com

bezwodniki

związki organiczne; formalne produkty międzycząsteczkowego odszczepienia wody z grup karboksylowych kwasów monokarboksylowych lub wewnątrzcząsteczkowego odszczepienia wody z grup karboksylowych kwasów di- lub polikarboksylowych

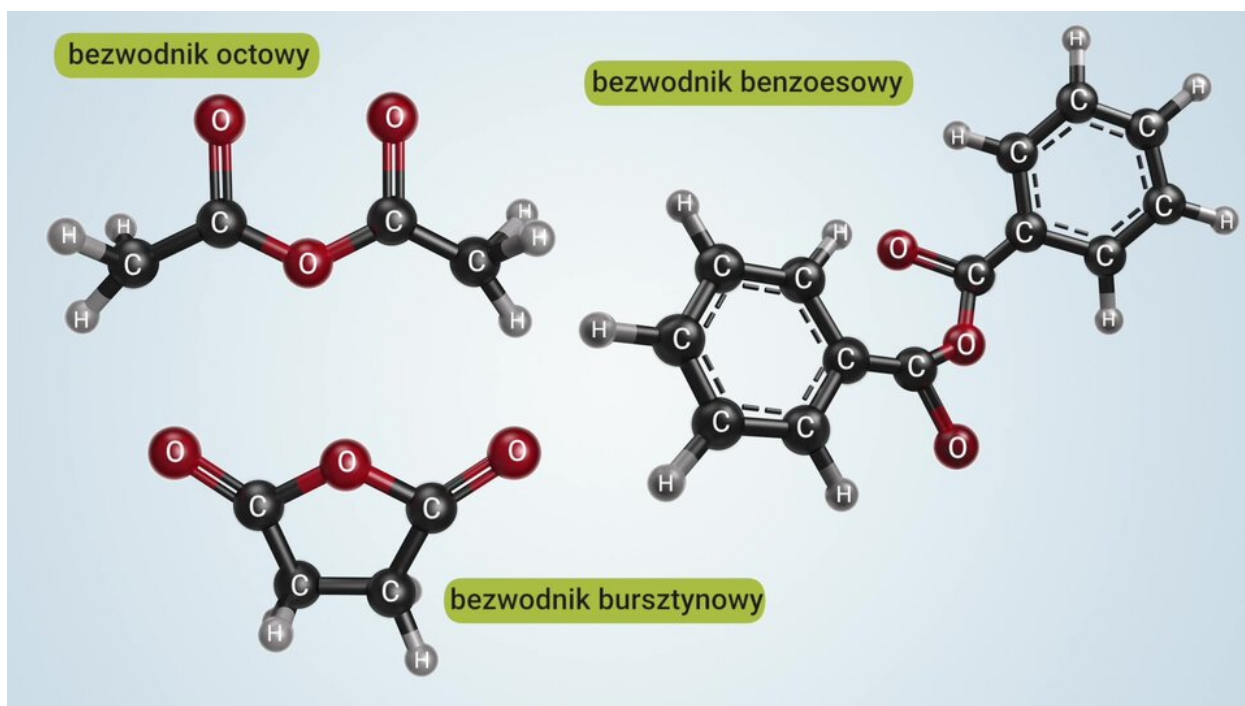
Bibliografia

Krzczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia: Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Animacja

Polecenie 1

Aby poznać chlorki i bezwodniki kwasowe, zapoznaj się z animacją. Następnie rozwiąż poniższe ćwiczenia.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R7WHQJfdnWv6V>

Animacja pt. „Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Patrycja Męcik, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału – dotyczy chlorków i bezwodników kwasowych oraz sposobów ich otrzymywania.

Ćwiczenie 1

Narysuj wzór półstrukturalny chlorku benzoilu oraz napisz nazwę kwasu, od którego pochodzi.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 2

Wskaż poprawną odpowiedź.

Chlorki kwasowe można otrzymać w reakcji kwasu karboksylowego z:

☐ wodorotlenkiem sodu.

☐ amoniakiem.

☐ chlorkiem tionylu.

Ćwiczenie 3

Wskaż poprawne odpowiedzi.

☐ Bezwodniki kwasowe zawierają w swojej budowie dodatkową grupę hydroksylową.

☐ Chlorki i bezwodniki kwasowe są pochodnymi kwasów karboksylowych.

☐ Bezwodnik octowy posiada w swojej budowie dwie grupy acylowe.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w poniższym tekście.

Naturalne bezwodniki kwasów organicznych występują , ze względu na reaktywność grupy funkcyjnej. Zazwyczaj są otrzymywane metodami . Jednym z przykładów bezwodników kwasowych, otrzymanych z naturalnych źródeł, jest .

kantarydyna

rzadko

syntetycznymi

Ćwiczenie 2



Uzupełnij luki w poniższym tekście.

Chlorki kwasowe należą do reaktywnych pochodnych kwasów karboksylowych. Aromatyczne chlorki kwasowe są reaktywne niż alifatyczne i ulegają następującym reakcjom:

- chlorków kwasowych - powstaje odpowiedni kwas karboksylowy oraz kwas solny,
- chlorku kwasowego - powstaje (gdy stosunek molowy chlorku kwasowego i amoniaku wynosi 1 : 2) odpowiedni amid oraz chlorek amonu,
- chlorku kwasowego - powstaje odpowiedni ester i kwas solny,
- reakcja chlorków kwasowych z alkoholami sodu - powstaje odpowiedni i chlorek sodu,
- chlorki kwasowe są substratem w reakcji metodą Friedla-Craftsa - powstają odpowiednie .

hydroliza

acylowania

ketony

alkoholiza

mniej

najbardziej

ester

amonoliza

Ćwiczenie 3



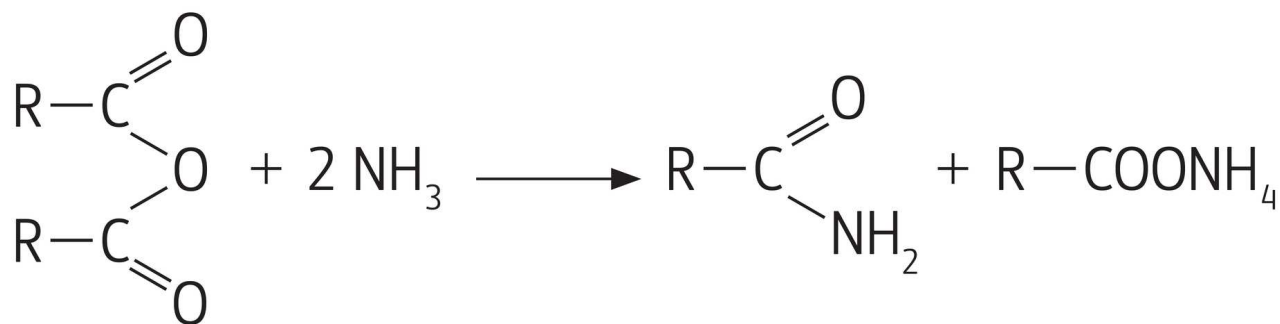
Wymień rodzaje bezwodników i podaj po jednym przykładzie związku (pisząc jego nazwę) do każdego rodzaju.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Wiedząc, że amonoliza bezwodników kwasowych zachodzi według poniższego schematu:



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podaj wzór półstrukturalny bezwodnika użytego w reakcji, w której otrzymano propanoamid i propanian amonu.

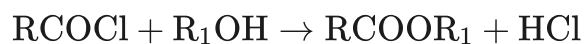
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wiedząc, że chlorki kwasowe reagują z alkoholami (tzw. alkoholiza) według schematu:



Zapisz równanie reakcji otrzymywania:

A) octan (etanian) metylu;

B) octan (etanian) fenylu.

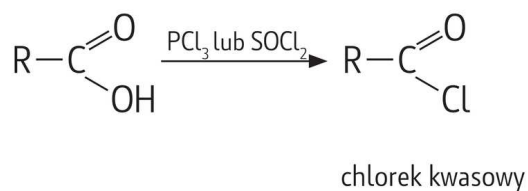
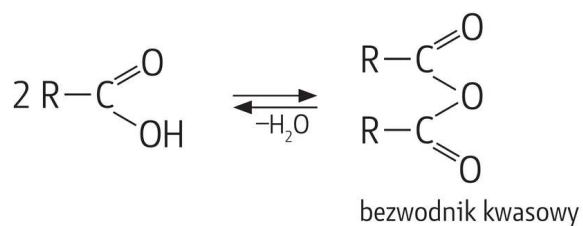
Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



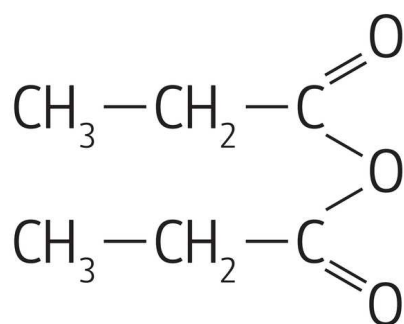
Bezwodniki i chlorki kwasowe można otrzymać m.in. następującymi metodami:



Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetitorium chemia: Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedz na następujące pytania, podając wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne odpowiednich związków.

A) Jaki kwas poddano odwodnieniu, jeśli otrzymano bezwodnik o wzorze:



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

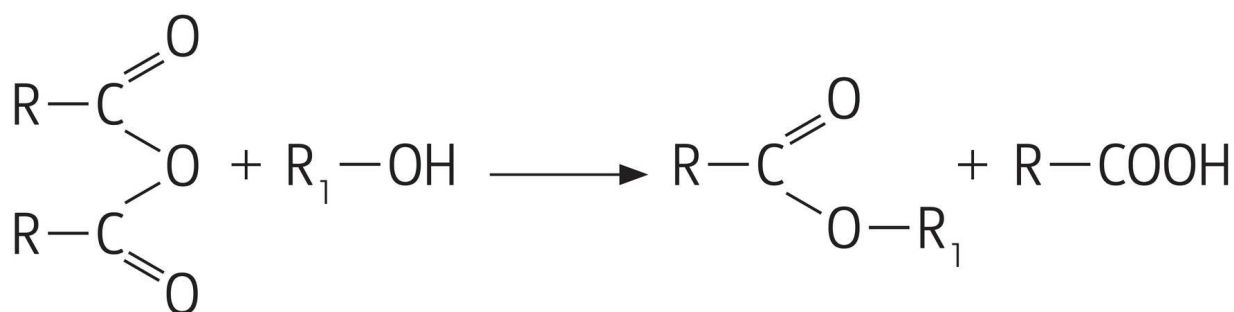
B) Jaki chlorek kwasowy można otrzymać w reakcji kwasu octowego z PCl_3 ?

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.



Wiedząc, że alkoholiza bezwodników kwasowych zachodzi według schematu:



Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podaj wzór półstrukturalny powstającego estru i kwasu karboksylowego w reakcji z udziałem bezwodnika octowego i metanolu.

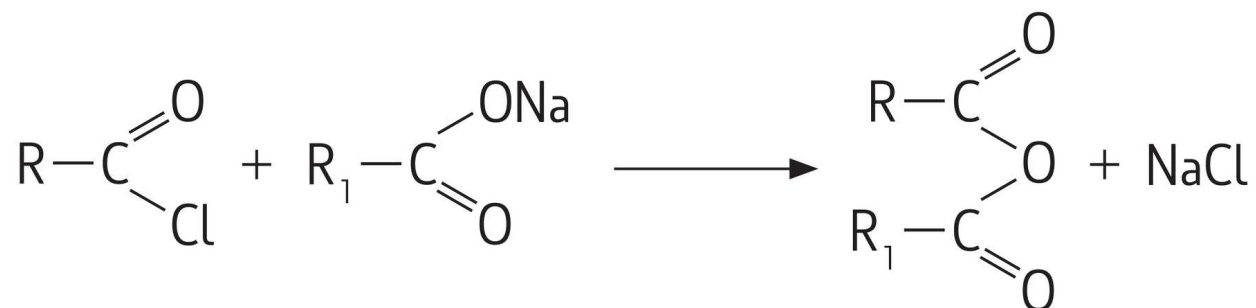
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Wiedząc, że chlorki kwasowe reagują z solami kwasów karboksylowych oraz tworzą bezwodniki wg schematu:



Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie: Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zapisz równanie reakcji otrzymywania:

A) bezwodnika kwasu octowego;

B) bezwodnika kwasu propanowego.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Autor: Gabriela Iwińska

Przedmiot: Chemia

Temat: Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wyjaśnia, czym są chlorki kwasowe oraz bezwodniki kwasowe;
- porównuje metody otrzymywania chlorków kwasowych oraz bezwodników kwasowych;
- rysuje wzory półstrukturalne chlorków i bezwodników kwasowych.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- z użyciem e-podręcznika;
- burza mózgów.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Prowadzący prosi uczniów, aby zgłaszali swoje propozycje pytań do tematu. Jedna osoba może zapisywać je na tablicy. Gdy uczniowie wyczerpią pomysły, a pozostały jakieś ważne kwestie do poruszenia, nauczyciel je dopowiada.
2. Nauczyciel inicjuje rozmowę wprowadzającą w temat „Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?”. Następnie, wspólnie z uczniami, ustala cel zajęć oraz kryteria sukcesu.
3. Uczniowie poszukują odpowiedzi na zadane przez siebie pytania w pkt. pierwszym w e-materiale, w podręcznikach tradycyjnych oraz ewentualnie w internecie. Nauczyciel poszerza zdobyte informacje, tłumaczy niejasności lub koryguje błędne spostrzeżenia. Podopieczni mogą postawić następne pytania po zapoznaniu się z treścią „Przeczytaj”

Faza realizacyjna:

1. Praca metodą JIGSAW. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy zadaniowe, liczące tyle samo uczniów. Są to grupy eksperckie. Każdy uczestnik powinien zostać ekspertem,

który w istotny sposób przyczyni się do sukcesu całej grupy. Każdy uczeń występuje w roli uczącego się i nauczającego.

2. Każdej grupie nauczyciel rozdaje arkusz papieru i mazaki, przydziela inne zagadnienie do opracowania w nawiązaniu do bloku tekstowego z e-podręcznika (z przeznaczeniem czasowym ok. 10 min):

- I grupa – nomenklatura chlorków kwasowych;
- II grupa – otrzymywanie chlorków kwasowych;
- III grupa – nomenklatura bezwodników kwasowych;
- IV grupa – otrzymywanie bezwodników kwasowych.

3. Korzystając z informacji zawartych w e-podręczniku i podręczniku książkowym, każda grupa zapoznaje się z materiałem w ramach swojego tematu. Opracowuje go, wszyscy uczniowie w grupie dyskutują, tłumaczą sobie nawzajem niezrozumiałe kwestie oraz się wspólnie uczą. Nauczyciel sprawdza, uzupełnia, ewentualnie wyjaśnia trudniejsze zagadnienia.

4. Na umówiony znak uczniowie tworzą nowe grupy tak, aby w każdej nowej grupie znaleźli się eksperci z wszystkich pozostałych grup.

5. Eksperti kolejno relacjonują to, czego nauczyli się w swoich pierwotnych grupach, czyli ekspert I grupy uczy pozostałych tego, czego się nauczył sam przed chwilą, po czym do głosu przechodzi ekspert grupy II, ekspert grupy III. Uczący uczniowie przekazują wiedzę pozostałym uczniom, aż do wyczerpania materiału. Każda z grup w ten sposób zapoznaje się z całym materiałem przewidzianym do realizacji na danej jednostce lekcyjnej (czas ok. 10 min.).

6. Uczniowie samodzielnie analizują medium bazowe – animację „Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?”.

7. Uczniowie sprawdzają zdobytą wiedzę, wykonując ćwiczenia załączone do medium.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie określają, jakie nowe pojęcia wystąpiły na lekcji.
2. Nauczyciel rozdaje kartki czerwone i zielone, następnie prosi o podniesienie kartek zielonych przez osoby, które nie mają żadnych wątpliwości związanych z dzisiejszym tematem lekcji, czerwonych przez osoby, które nie wszystko zrozumiały. Prowadzący prosi, aby na kartkach czerwonych uczniowie napisali, z czym były problemy, a następnie przykleili je do kosza. Na zielonych piszą, co ich zainteresowało i również przyklejają je do walizeczki (kosz i walizeczka wiszą na tablicy).

Praca domowa:

Wymień rodzaje bezwodników i podaj po jednym przykładzie związku do każdego rodzaju.

Materiały pomocnicze:

- mazaki;
- arkusze A4;
- podręczniki tradycyjne.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

- Uczniowie mogą wykorzystać medium z sekcji „Animacja” w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej związanej z „Co to są chlorki i bezwodniki kwasowe i jak je otrzymać?”.